CLOUD NATIVE
COMPUTING FOUNDATION

CloudNativePG

リリース *1.30.0*

Cloud Native Computing Foundationn

2026 年 07 月 16 日

目 次

第 1 章 Supported Kubernetes distributions **3**
1.1 コンテナイメージ . . . 3
1.1.1 オペレーター . . . 3
1.1.2 オペランド . . . 3
1.2 主な機能 . . . 4
1.3 このガイドについて . . . 6

第 2 章 Before you start **9**
2.1 Kubernetes の用語 . . . 9
2.2 PostgreSQL の用語 . . . 10
2.2.1 RTO . . . 11
2.2.2 RPO . . . 11
2.3 クラウド用語 . . . 11
2.4 次に何をするか . . . 12

第 3 章 Use cases **13**
3.1 ケース 1Kubernetes 内のアプリケーション . . . 13
3.2 ケース 2Kubernetes 外部のアプリケーション . . . 14

第 4 章 Architecture **15**
4.1 状態の同期 . . . 15
4.2 Kubernetes アーキテクチャ . . . 16
4.2.1 マルチアベイラビリティーゾーン Kubernetes クラスター . . . 16
4.2.2 単一のアベイラビリティーゾーン Kubernetes クラスター . . . 17
4.2.3 PostgreSQL ワークロードのノードの予約 . . . 19
4.2.4 提案されたノードラベル . . . 19
4.2.5 提案されたノードテイント . . . 20
4.3 PostgreSQL アーキテクチャ . . . 20
4.3.1 読み取り/書き込みワークロード . . . 22
4.3.2 読み取り専用ワークロード . . . 22
4.4 Kubernetes クラスター全体のデプロイメント . . . 22

第 5 章 Installation and upgrades **25**
5.1 Kubernetes へのインストール . . . 25
5.1.1 オペレーターマニフェストを直接使用する . . . 25
5.1.2 `kubectl` の `cnpg` プラグインを使用する . . . 25
5.1.3 最新の開発スナップショットのテスト . . . 26
5.1.4 Helm チャートを使用する . . . 26
5.1.5 OLM を使用する . . . 26
5.2 デプロイメントの詳細 . . . 27
5.3 アップグレード . . . 27

5.3.1 スプレッドアップグレード . . . 28
5.3.2 インスタンスマネージャーのインプレース更新 . . . 29
5.3.3 バージョン間の互換性 . . . 29
5.3.4 1.30.0、1.29.2、または 1.28.4 へのアップグレード . . . 30
5.3.5 オペレーター側のパスワードエンコーディング CVE-2026-55765 . . . 30
5.3.6 search_path 強化 CVE-2026-55769 . . . 31
5.3.7 DatabaseRole リソースを使用した宣言的ロール管理 . . . 31
5.3.8 安全な予備選挙 . . . 32
5.3.9 オペレーターからインスタンスへの認証 GHSA-7qwx-x8ff-3px9 . . . 32
5.3.10 メトリックエクスポーターの特権分離 CVE-2026-44477 . . . 32
5.4 リリースアセットの検証 . . . 33
5.4.1 前提条件 . . . 33
5.4.2 オペレーター YAML 展開の検証 . . . 33
5.4.3 SLSA の出所の検証 . . . 34
5.4.4 オペレーターコンテナイメージの検証 . . . 34
5.4.5 PostgreSQL オペランドイメージの検証 . . . 34

第 6 章 Quickstart **37**
6.1 パート 1: ローカル Kubernetes プレイグラウンドをセットアップする . . . 37
6.1.1 Minikube . . . 37
6.1.2 種類 . . . 38
6.2 パート 2 CloudNativePG のインストール . . . 38
6.3 パート 3 PostgreSQL クラスターを展開する . . . 38
6.4 パート 4 Prometheus と Grafana を使用してクラスターを監視する . . . 39
6.4.1 インストール . . . 40
6.4.2 Prometheus での表示 . . . 41
6.4.3 Grafana ダッシュボード . . . 42
6.4.4 cluster-example.yaml . . . 43

第 7 章 Image Catalog **45**
7.1 カタログのスコーピング . . . 45
7.2 カタログ構造 . . . 45
7.3 コンポーネントイメージ . . . 46
7.4 構成例 . . . 46
7.4.1 カタログの定義 . . . 46
7.4.2 クラスター内のカタログの参照 . . . 47
7.5 イメージボリューム拡張を使用したイメージカタログ . . . 48
7.6 CloudNativePG カタログ . . . 48
7.6.1 バージョンの互換性 . . . 49
7.6.2 インストールと使用 . . . 49
7.6.3 例 クラスターでのカタログの使用 . . . 49

第 8 章 Bootstrap **51**
8.1 bootstrap セクション . . . 52
8.2 externalClusters セクション . . . 52
8.2.1 パスワードファイル . . . 54
8.3 空のクラスターをブートストラップする initdb . . . 54
8.3.1 initdb にオプションを渡す . . . 55

8.3.2 初期化後のクエリの実行 . . . 58
8.4 別のクラスターからのブートストラップ . . . 60
8.4.1 バックアップからのブートストラップ recovery . . . 60
8.4.2 ライブクラスターからのブートストラップ pg_basebackup . . . 60
8.4.3 要件 . . . 61
8.4.4 レプリケーションユーザーについて . . . 62
8.4.5 ユーザー名/パスワードの認証 . . . 62
8.4.6 TLS 証明書認証 . . . 64
8.4.7 アプリケーションデータベースの構成 . . . 65
8.4.8 現在の制限 . . . 66

第 9 章 Importing Postgres databases 67
9.1 その仕組み . . . 67
9.2 microservice タイプ . . . 68
9.3 monolith タイプ . . . 70
9.4 実際の例 . . . 73
9.5 インポートの最適化 . . . 75
9.6 pg_dump および pg_restore 動作のカスタマイズ . . . 75
9.6.1 ステージ固有の pg_restore オプション . . . 76
9.7 オンラインインポートとアップグレード . . . 77

第 10 章 Security 79
10.1 ガバナンスと信頼 . . . 79
10.1.1 脆弱性報告 . . . 79
10.1.2 リリースの完全性とサプライチェーン . . . 79
10.2 コード . . . 80
10.3 コンテナ . . . 80
10.3.1 画像署名 . . . 81
10.3.2 証明書 . . . 81
10.3.3 SLSA の出所の検証 . . . 82
10.3.4 コンテナセキュリティのガイドラインとフレームワーク . . . 82
10.4 クラスター . . . 82
10.4.1 信頼モデルとセキュリティ境界 . . . 82
10.4.2 信頼できるクラスターリソースライター . . . 83
10.4.3 Kubernetes Admission Control . . . 84
10.4.4 名前空間の分離 . . . 84
10.4.5 ロールベースのアクセス制御 RBAC . . . 85
10.4.6 デプロイメントと ClusterRole リソース . . . 86
10.4.7 クラスターロールのアクセス許可が必要なのはなぜですか? . . . 87
10.4.8 インスタンスマネージャーによる API サーバーへの呼び出し . . . 87
10.4.9 共有サービスアカウントを使用する . . . 87
10.4.10 プーラーでの共有サービスアカウントの使用 . . . 89
10.4.11 ポッドとコンテナのセキュリティコンテキスト . . . 90
10.4.12 セキュリティコンテキストのカスタマイズ . . . 91
10.4.13 セキュリティコンテキストの制約 . . . 93
10.4.14 AppArmor を使用してポッドアクセスを制限する . . . 93
10.4.15 ネットワークポリシー . . . 93

10.4.16 公開ポート . . . 94
10.4.17 オペレーターからインスタンスへの認証 . . . 94
10.4.18 PostgreSQL . . . 95
10.4.19 スキーマの解決と search_path の強化 . . . 96
10.4.20 ストレージ . . . 97

第 11 章 Postgres Instance Manager **99**
11.1 スタートアッププローブ . . . 99
11.1.1 スタートアッププローブ戦略 . . . 100
11.2 Liveness Probe . . . 101
11.2.1 プライマリ分離 . . . 102
11.3 Readiness Probe . . . 103
11.3.1 Readness Probe 戦略 . . . 104
11.4 シャットダウン制御 . . . 105
11.4.1 スイッチオーバー中のプライマリのシャットダウン . . . 106
11.5 フェイルオーバー . . . 106
11.6 ディスクフル障害 . . . 106

第 12 章 Scheduling **109**
12.1 ポッドアフィニティとアンチアフィニティ . . . 109
12.1.1 ポッドのアンチアフィニティの必要性 . . . 110
12.1.2 トポロジの考慮事項 . . . 111
12.1.3 アンチアフィニティポリシーの無効化 . . . 111
12.1.4 カスタムルールを使用したきめの細かい制御 . . . 111
12.2 nodeSelector によるノード選択 . . . 111
12.3 許容範囲 . . . 112
12.4 PostgreSQL ワークロードの分離 . . . 112

第 13 章 Resource management **115**
13.1 垂直ポッドオートスケーラー VPA との統合 . . . 117
13.2 ホリゾンタルポッドオートスケーラー HPA との統合 . . . 118

第 14 章 Failure Modes **119**
14.1 自己修復 . . . 119
14.1.1 一次障害 . . . 119
14.1.2 スタンバイ障害 . . . 119
14.2 手動介入 . . . 120
14.2.1 リコンシリエーションの無効化 . . . 120

第 15 章 Rolling updates **121**
15.1 自動更新 unsupervised . . . 121
15.2 手動更新 supervised . . . 122

第 16 章 Replication **123**
16.1 アプリケーションレベルのレプリケーション . . . 123
16.2 非常に成熟したテクノロジー . . . 123
16.3 ストリーミングレプリケーションのサポート . . . 124
16.3.1 継続的なバックアップ統合 . . . 125
16.4 同期レプリケーション . . . 125

16.4.1 クォーラムベースの同期レプリケーション . . . 126
16.4.2 例 . . . 126
16.4.3 非推奨の同期レプリケーション実装からの移行 . . . 126
16.4.4 優先度ベースの同期レプリケーション . . . 127
16.4.5 synchronous_standby_names コンテンツの制御 . . . 127
16.4.6 例 . . . 128
16.4.7 データの耐久性と同期レプリケーション . . . 129
16.4.8 必要なデータの耐久性 . . . 129
16.4.9 優先データの耐久性 . . . 130
16.5 同期レプリケーション非推奨 . . . 131
16.5.1 同期レプリケーションのノードを選択します . . . 133
16.6 レプリケーションスロット . . . 134
16.6.1 高可用性のためのレプリケーションスロット . . . 134
16.6.2 ユーザー定義レプリケーションスロット . . . 135
16.6.3 同期周波数 . . . 136
16.6.4 論理デコードスロットの同期 . . . 137
16.6.5 PostgreSQL 17 以降での動作 . . . 137
16.6.6 PostgreSQL 16 以前の動作 . . . 138
16.6.7 レプリケーションスロット用に保持される WAL サイズのキャップ . . . 138
16.6.8 レプリケーションスロットの監視 . . . 139

第 17 章 Logical Replication **141**
17.1 出版物 . . . 142
17.1.1 パブリケーションテーブルのきめの細かい制御 . . . 143
17.1.2 Publication マニフェストの必須フィールド . . . 143
17.1.3 調整とステータス . . . 144
17.1.4 パブリケーションの削除 . . . 144
17.2 サブスクリプション . . . 145
17.2.1 Subscription マニフェストの必須フィールド . . . 146
17.2.2 調整とステータス . . . 147
17.2.3 サブスクリプションの削除 . . . 147
17.2.4 フェイルオーバーに対する復元力 . . . 148
17.3 制限事項 . . . 148
17.3.1 スキーマレプリケーションのアドレス指定 . . . 148
17.3.2 シーケンスの処理 . . . 148
17.4 論理レプリケーションを使用したライブ移行とメジャー Postgres アップグレードの例 . . . 148
17.4.1 ステップ 1 パブリッシャーの設定 freddie . . . 149
17.4.2 ステップ 2 サブスクライバー king の設定 . . . 150

第 18 章 Backup **153**
18.1 メインコンセプト . . . 154
18.1.1 WAL アーカイブ . . . 154
18.1.2 コールドおよびホットバックアップ . . . 155
18.2 使用可能なバックアップオプションの比較: オブジェクトストアとボリュームスナップショット 155
18.2.1 オブジェクトストアベースのバックアップ . . . 155
18.2.2 ボリュームスナップショット . . . 156
18.2.3 2 つの間の選択 . . . 156

18.2.4 比較の概要 . . . 156
18.3 スケジュールされたバックアップ . . . 157
18.3.1 Cron スケジュール . . . 157
18.3.2 バックアップ頻度と RTO . . . 158
18.3.3 即時バックアップ . . . 158
18.3.4 スケジュールされたバックアップを一時停止する . . . 158
18.3.5 バックアップ所有者リファレンス `.spec.backupOwnerReference` . . . 158
18.4 オンデマンド バックアップ . . . 159
18.4.1 例オンデマンドバックアップの要求 . . . 159
18.4.2 バックアップの進行状況のモニタリング . . . 159
18.5 バックアップ方法 . . . 160
18.6 スタンバイからのバックアップ . . . 161
18.6.1 仕組み . . . 161
18.6.2 プライマリでのバックアップの強制 . . . 162
18.6.3 クラスター全体のターゲットのオーバーライド . . . 162
18.7 リテンションポリシー . . . 162

第 19 章 WAL archiving **165**
19.1 プラグインベースのアーキテクチャ . . . 165
19.2 サポートされているプラグイン . . . 165
19.3 非推奨の通知 ネイティブ Barman Cloud . . . 165
19.4 アーカイブタイムアウトについて . . . 166

第 20 章 Recovery **167**
20.1 Barman Cloud プラグインを使用したオブジェクトストアからのリカバリー . . . 168
20.2 `VolumeSnapshot` オブジェクトからのリカバリー . . . 169
20.3 `Backup` オブジェクトからのリカバリー . . . 171
20.4 追加の考慮事項 . . . 171
20.5 ポイント インタイム リカバリー PITR . . . 172
20.5.1 オブジェクトストアからの PITR . . . 172
20.5.2 `VolumeSnapshot` オブジェクトからのポイントインタイムリカバリー PITR . . . 173
20.5.3 リカバリーターゲット . . . 175
20.6 アプリケーションデータベースの構成 . . . 177
20.7 リカバリーの内部的な仕組み . . . 178
20.8 バックアップセクションを使用したクラスターへの復元 . . . 179

第 21 章 Service management **181**
21.1 デフォルトサービスの無効化 . . . 181
21.2 独自のサービスの追加 . . . 182
21.2.1 Postgres サービスの公開について . . . 183

第 22 章 PostgreSQL Configuration **185**
22.1 `postgresql` セクション . . . 185
22.1.1 先行書き込みログレベル . . . 187
22.1.2 レプリケーション設定 . . . 188
22.1.3 ログ制御設定 . . . 188
22.1.4 共有プリロードライブラリ . . . 188
22.1.5 マネージド拡張機能 . . . 189

22.1.6 pg_stat_statements の有効化 . . . 190
22.1.7 pgaudit の有効化 . . . 190
22.1.8 pg_failover_slots の有効化 . . . 191
22.2 pg_hba セクション . . . 191
22.2.1 podSelectorRefs を使用した動的アドレス解決 . . . 192
22.2.2 仕組み . . . 193
22.2.3 構成例 . . . 193
22.2.4 IP 拡張マッピング . . . 193
22.2.5 主要なコンストレインと動作 . . . 193
22.2.6 LDAP 構成 . . . 194
22.3 pg_ident セクション . . . 194
22.4 構成の変更 . . . 195
22.5 ALTER SYSTEM の有効化 . . . 195
22.6 動的共有メモリ設定 . . . 196
22.6.1 POSIX 共有メモリ . . . 196
22.6.2 System V 共有メモリ . . . 197
22.7 固定パラメーター . . . 197
22.7.1 cluster-example-custom.yaml . . . 199
22.7.2 cluster-example-pod-selector-refs.yaml . . . 200

第 23 章 PostgreSQL Role management 203
23.1 共存と優先 . . . 203
23.2 一般的なロール構成の注意事項 . . . 204
23.3 DatabaseRole リソース . . . 204
23.3.1 マニフェストの例 . . . 205
23.3.2 ロール再利用ポリシー . . . 205
23.3.3 ロールの削除 . . . 206
23.3.4 DatabaseRole リソースのステータス . . . 206
23.3.5 クライアント証明書の生成 . . . 207
23.3.6 生成されたシークレット . . . 207
23.3.7 pg_hba.conf の構成 . . . 208
23.3.8 リニューアル . . . 208
23.3.9 削除とオプトアウト . . . 208
23.3.10 Bring-your-own-CA の制限 . . . 209
23.4 インライン管理対象ロール . . . 209
23.4.1 マニフェストの例 . . . 209
23.4.2 インライン管理対象ロールのステータス . . . 210
23.5 インライン管理ロールから DatabaseRole への移行 . . . 211
23.6 パスワード管理 . . . 211
23.6.1 パスワードの無効化 . . . 212
23.6.2 パスワードの有効期限 VALID UNTIL . . . 212
23.6.3 事前ハッシュされたパスワード . . . 213
23.6.4 クリアテキストパスワードを送信する際の安全性 . . . 213
23.6.5 オペレーターサイドのエンコーディングのオプトアウト . . . 214
23.7 実現不可能なロール構成 . . . 215

第 24 章 PostgreSQL Database management 217

24.1 主要なコンセプト . . . 217
24.1.1 管理範囲 . . . 217
24.1.2 宣言的な Database マニフェスト . . . 217
24.1.3 Database マニフェストの必須フィールド . . . 218
24.2 予約されたデータベース名 . . . 218
24.3 調整とステータス . . . 219
24.4 データベースの削除 . . . 219
24.4.1 delete 再利用ポリシーを介した削除 . . . 219
24.4.2 ensure: absent の宣言的設定 . . . 220
24.5 データベース内の拡張機能の管理 . . . 220
24.6 データベースでのスキーマの管理 . . . 222
24.7 データベースでの外部データラッパー FDW の管理 . . . 222
24.7.1 データベース内の外部サーバーの管理 . . . 224
24.8 制限と注意事項 . . . 226
24.8.1 データベースの名前の変更 . . . 226
24.8.2 データベースの作成と変更 . . . 226
24.8.3 レプリカクラスター . . . 226
24.8.4 競合の解決 . . . 226
24.8.5 Postgres バージョンの違い . . . 226
24.8.6 手動変更 . . . 227

第 25 章 Tablespaces **229**
25.1 宣言的テーブルスペース . . . 229
25.2 宣言的テーブルスペースの使用 . . . 230
25.3 ストレージクラスとテーブルスペース . . . 231
25.4 テーブルスペースの所有権 . . . 232

第 26 章 Operator configuration **237**
26.1 使用可能なオプション . . . 237
26.2 オペレーター構成マップの定義 . . . 240
26.3 オペレーターシークレットの定義 . . . 240
26.4 オペレーターを再起動して構成をリロードする . . . 241
26.5 受付 Webhook を使用しないデフォルトと検証 . . . 241
26.6 プロファイリングツール . . . 241

第 27 章 Instance Pod configuration **243**
27.1 予測される量 . . . 243
27.2 エフェメラルボリューム . . . 244
27.2.1 一時ストレージのボリューム要求テンプレート . . . 244
27.2.2 共有メモリのボリューム . . . 244
27.3 環境変数 . . . 244
27.3.1 cluster-example-projected-volume.yaml . . . 246

第 28 章 Storage **249**
28.1 バックアップ リカバリー . . . 250
28.2 CloudNativePG のベンチマーク . . . 250
28.3 保存時の暗号化 . . . 251
28.4 Persistent Volume Claim Claim PVC . . . 251

28.5 ストレージクラスを介した構成 . . . 251
28.6 PVC テンプレートを介した構成 . . . 252
28.7 WAL のボリューム . . . 252
28.8 テーブルスペースのボリューム . . . 253
28.9 ボリュームの拡張 . . . 254
28.9.1 ボリューム拡張 Kubernetes 機能の使用 . . . 254
28.9.2 ストレージの再作成 . . . 254
28.10 ボリュームの削減 . . . 255
28.11 永続ボリュームの静的プロビジョニング . . . 256
28.12 ブロックストレージの考慮事項 Ceph/Longhorn . . . 257

第 29 章 Labels and Annotations **259**
29.1 事前定義されたラベル . . . 259
29.2 事前定義されたアノテーション . . . 261
29.3 前提条件 . . . 265
29.4 クラスターのメタデータの定義 . . . 265
29.5 現在の制限 . . . 265

第 30 章 Monitoring **267**
30.1 モニタリングインスタンス . . . 267
30.1.1 出力キャッシュ . . . 268
30.1.2 Prometheus オペレーターを使用したモニタリング . . . 268
30.1.3 `PodMonitor` の作成 . . . 269
30.1.4 `PodMonitor` 自動作成の非推奨 . . . 269
30.1.5 メトリックポートで TLS を有効にする . . . 269
30.1.6 事前定義されたメトリックセット . . . 270
30.1.7 ユーザー定義メトリック . . . 279
30.1.8 カスタムクエリーの特権と安全性 . . . 280
30.1.9 ユーザー定義メトリックの例 . . . 281
30.1.10 述語クエリーを使用したユーザー定義メトリックの例 . . . 282
30.1.11 複数のデータベースで実行されているユーザー定義メトリックの例 . . . 282
30.1.12 ユーザー定義メトリックの構造 . . . 284
30.1.13 ユーザー定義メトリックの出力 . . . 285
30.1.14 メトリックのデフォルトセット . . . 286
30.1.15 Prometheus Postgres エクスポーターとの違い . . . 287
30.1.16 メトリックエクスポーターロールの手動作成 . . . 287
30.2 CloudNativePG オペレーターのモニタリング . . . 287
30.2.1 Prometheus でのオペレーターのモニタリング . . . 287
30.2.2 オペレーターメトリックの TLS の有効化 . . . 288
30.3 エクスポートされたメトリックを検査する方法 . . . 289
30.3.1 ポート転送を使用する . . . 290
30.3.2 カールを使用する . . . 290
30.4 補助リソース . . . 291

第 31 章 Logging **293**
31.1 クラスターログ . . . 293
31.2 オペレーターログ . . . 294
31.3 PostgreSQL ログ . . . 294

31.4 PG 監査ログ . . . 295
31.5 その他のログ . . . 297

第 32 章 Certificates **299**
32.1 オペレーター管理モード . . . 300
32.1.1 サーバー証明書 . . . 300
32.1.2 サーバー CA シークレット . . . 300
32.1.3 サーバー TLS シークレット . . . 300
32.1.4 サーバー代替 DNS 名 . . . 300
32.1.5 クライアント証明書 . . . 300
32.1.6 クライアント CA シークレット . . . 300
32.1.7 クライアント `streaming_replica` 証明書 . . . 301
32.2 ユーザー提供の証明書モード . . . 301
32.2.1 サーバー証明書 . . . 301
32.2.2 例 . . . 301
32.2.3 Cert-manager の例 . . . 302
32.2.4 クライアント証明書 . . . 304
32.2.5 Cert-manager の例 . . . 305
32.2.6 cluster-example-cert-manager.yaml . . . 306

第 33 章 Client TLS/SSL connections **309**
33.1 新しい証明書の発行 . . . 309
33.2 TLS 証明書を介した接続のテスト . . . 310
33.3 TLS プロトコルバージョンについて . . . 312
33.3.1 cluster-example-pg-hba.yaml . . . 312

第 34 章 Connecting from an application **313**
34.1 DNS 解決 . . . 313
34.2 環境変数 . . . 313
34.3 シークレット . . . 314

第 35 章 Connection Pooling **315**
35.1 アーキテクチャ . . . 315
35.2 クイックスタート . . . 316
35.3 リソースのライフサイクルのプール化 . . . 317
35.4 セキュリティ . . . 317
35.4.1 証明書 . . . 318
35.5 認証 . . . 318
35.5.1 デフォルトの認証方法 . . . 318
35.5.2 SQL 命令 . . . 319
35.5.3 カスタム認証方法 . . . 320
35.6 ポッドテンプレート . . . 320
35.6.1 主要な要件 . . . 320
35.6.2 例 . . . 320
35.6.3 ポッドアンチアフィニティを使用した高可用性 . . . 320
35.6.4 リソース制限 . . . 321
35.7 PgBouncer 画像 . . . 321
35.7.1 明示的な画像の設定 . . . 322

35.7.2 イメージカタログを使用する . . . 322
35.7.3 ポッドテンプレートのオーバーライド . . . 323
35.7.4 解決された画像のモニタリング . . . 323
35.8 サービステンプレート . . . 324
35.9 高可用性 HA . . . 325
35.10 PgBouncer 構成オプション . . . 325
35.11 モニタリング . . . 327
35.11.1 メトリックエンドポイントの TLS . . . 336
35.11.2 PodMonitor 自動作成の非推奨 . . . 337
35.12 ロギング . . . 337
35.13 接続の一時停止 . . . 337
35.14 制限事項 . . . 338
35.14.1 単一の PostgreSQL クラスター . . . 338
35.14.2 制御された構成可能性 . . . 338

第 36 章 Replica clusters **339**
36.1 基本概念 . . . 339
36.1.1 PostgreSQL のロールについて . . . 340
36.1.2 レプリカクラスターのブートストラップ . . . 340
36.1.3 レプリケーションの構成 . . . 340
36.1.4 外部クラスターの定義 . . . 341
36.1.5 バックアップおよびシンメトリックアーキテクチャ . . . 341
36.1.6 分散アーキテクチャの柔軟性 . . . 341
36.2 レプリカクラスターのセットアップ . . . 342
36.3 分散トポロジ . . . 342
36.3.1 分散 PostgreSQL データベースの計画 . . . 342
36.3.2 プライマリのレプリカクラスターへの降格 . . . 344
36.3.3 レプリカのプライマリクラスターへの昇格 . . . 345
36.4 スタンドアロンレプリカクラスター . . . 346
36.4.1 分散トポロジとの主な違い . . . 347
36.4.2 pg_basebackup を使用したスタンドアロンレプリカクラスターの例 . . . 347
36.4.3 オブジェクトストアからのスタンドアロンレプリカクラスターの例 . . . 348
36.4.4 ボリュームスナップショットを使用した例 . . . 349
36.5 遅延レプリカ . . . 350

第 37 章 Kubernetes upgrade and maintenance **353**
37.1 定期的なアップデートの重要性 . . . 353
37.2 クラスター内のメンテナンス操作 . . . 353
37.3 一時的な PostgreSQL クラスターの低下 . . . 353
37.4 ポッドの中断予算 . . . 354
37.5 開発またはテストに使用される PostgreSQL クラスター . . . 354
37.6 ノードのメンテナンスウィンドウ . . . 355
37.6.1 reusePVC が false に設定された単一インスタンスクラスター . . . 356

第 38 章 PostgreSQL upgrades **357**
38.1 マイナーバージョンのアップグレード . . . 357
38.1.1 CloudNativePG のマイナーバージョンのアップグレード . . . 357
38.2 メジャーバージョンのアップグレード . . . 357

38.3 オフラインインプレースメジャーアップグレード . . . 358
38.3.1 アップグレードプロセス . . . 359
38.3.2 アップグレード後のアクション . . . 359
38.3.3 メジャーアップグレード中の拡張機能 . . . 360
38.3.4 pg_upgrade が update_extensions.sql を発行する場合 . . . 361
38.3.5 バックアップと WAL アーカイブの考慮事項 . . . 361
38.3.6 例 Barman Cloud プラグインを使用した手動アーカイブパスの分離 . . . 362
38.3.7 例メジャーアップグレードの実行 . . . 362
38.3.8 アップグレードプロセス . . . 363

第 39 章 Kubectl Plugin **365**
39.1 インストール . . . 365
39.1.1 インストールスクリプトを介して . . . 365
39.1.2 Debian または RedHat パッケージを使用する . . . 365
39.1.3 Debian パッケージ . . . 365
39.1.4 RPM パッケージ . . . 366
39.1.5 Arch Linux ユーザーリポジトリ AUR パッケージを使用する . . . 366
39.1.6 Krew を使用する . . . 367
39.1.7 Homebrew を使用する . . . 367
39.1.8 サポートされているアーキテクチャ . . . 367
39.1.9 オートコンプリートの設定 . . . 368
39.2 使用する . . . 369
39.2.1 インストールマニフェストの生成 . . . 369
39.2.2 ステータス . . . 370
39.2.3 プロモート . . . 373
39.2.4 証明書 . . . 373
39.2.5 再起動 . . . 373
39.2.6 リロード . . . 374
39.2.7 メンテナンス . . . 374
39.2.8 レポート . . . 375
39.2.9 レポート演算子 . . . 375
39.2.10 レポートクラスター . . . 379
39.2.11 ログ . . . 380
39.2.12 クラスターログ . . . 380
39.2.13 かなり . . . 382
39.2.14 デストロイ . . . 383
39.2.15 クラスターハイバネーション . . . 384
39.2.16 pgbench を使用したデータベースのベンチマーク . . . 384
39.2.17 fio を使用したストレージのベンチマーク . . . 385
39.2.18 新しい物理バックアップの要求 . . . 385
39.2.19 psql の起動 . . . 385
39.2.20 Postgres クラスターのスナップショット . . . 387
39.2.21 評価/デモ目的でのみ pgAdmin4 を使用する . . . 387
39.2.22 ロジカルレプリケーションのパブリケーション . . . 388
39.2.23 新しいパブリケーションの作成 . . . 389
39.2.24 パブリケーションの削除 . . . 390
39.2.25 論理レプリケーションサブスクリプション . . . 390

39.2.26 新しいサブスクリプションの作成 . . . 391
39.2.27 サブスクリプションの削除 . . . 392
39.2.28 シーケンスの同期 . . . 392
39.3 K9s との統合 . . . 393
39.4 プラグインに必要な権限 . . . 393
39.4.1 ロールの例 . . . 394

第 40 章 Automated failover **397**
40.1 安全な予備選挙 . . . 398
40.1.1 プライマリリースが保護するもの . . . 398
40.1.2 一次分離チェックとの関係 . . . 398
40.1.3 プライマリリースの検査 . . . 398
40.1.4 プライマリリースのチューニング . . . 399
40.2 RTO と RPO のインパクト . . . 400
40.3 遅延フェイルオーバー . . . 401
40.4 ノードレベルの障害の検出 . . . 401
40.5 Failover Quorum クォーラムベースのフェールオーバー . . . 402
40.5.1 仕組み . . . 403
40.5.2 クォーラムフェイルオーバーの例 . . . 404
40.5.3 シナリオ 13 ノードクラスター、障害のあるポッド . . . 404
40.5.4 シナリオ 23 ノードクラスター、ネットワークパーティション . . . 405
40.5.5 シナリオ 35 ノードクラスター、ネットワークパーティション . . . 405
40.5.6 シナリオ 4 リモート同期レプリカを使用した 3 ノードクラスター . . . 405
40.5.7 シナリオ 53 ノードクラスター、優先データ耐久性、ネットワークパーティション . 407

第 41 章 Troubleshooting **409**
41.1 始める前に . . . 409
41.1.1 Kubernetes 環境 . . . 409
41.1.2 便利なユーティリティ . . . 409
41.2 最初の一歩 . . . 410
41.3 バックアップはありますか？ . . . 410
41.4 緊急バックアップ . . . 410
41.5 ログ . . . 411
41.6 オペレーター情報 . . . 412
41.6.1 オペレーターに関する詳細情報を収集する . . . 412
41.7 クラスター情報 . . . 414
41.8 ポッド情報 . . . 414
41.8.1 PostgreSQL ポッドに関する追加情報を収集およびフィルタリングする . . . 415
41.9 バックアップ情報 . . . 417
41.10 ストレージ情報 . . . 417
41.11 ノード情報 . . . 417
41.12 条件 . . . 418
41.12.1 特定の条件を待機する方法 . . . 418
41.13 ネットワーキング . . . 419
41.14 PostgreSQL コアダンプ . . . 419
41.15 プロファイリングデータの視覚化と分析 . . . 420
41.15.1 例 . . . 421

41.15.2 障害対応 . . . 422
41.16 いくつかの既知の問題 . . . 422
41.16.1 ストレージがいっぱいです . . . 422
41.16.2 ポッドが Pending 状態でスタックしている . . . 422
41.16.3 バックアップが構成されていない場合、レプリカが同期していない . . . 423
41.16.4 クラスターが Creating new replica でスタックしている . . . 423
41.16.5 インストールされたネットワークポリシーにより、ネットワーキングが障害されます 423
41.16.6 データディレクトリのブートストラップ中のエラー . . . 424
41.16.7 ブートストラップジョブが実行中ステータスでハングする . . . 425
41.16.8 レプリカは、フェールオーバー後の再接続に 2 分以上かかります . . . 425

第 42 章 Fencing **427**
42.1 インスタンスをフェンスする方法 . . . 427
42.2 フェンシングのリフティング方法 . . . 428
42.3 フェンシングの仕組み . . . 428

第 43 章 Declarative hibernation **431**
43.1 ハイバネーション . . . 431
43.2 水分補給 . . . 432

第 44 章 PostGIS **433**
44.1 サポートされているインストール方法 . . . 433
44.2 方法 1 イメージボリューム拡張 . . . 433
44.2.1 イメージカタログを介して CloudNativePG 1.29+の場合 . . . 434
44.2.2 Cluster リソースに直接 . . . 434
44.3 方法 2 PostGIS オペランド画像 . . . 435
44.4 拡張機能の有効化 . . . 435
44.5 検証 . . . 436

第 45 章 End-to-End Tests **439**

第 46 章 Container Image Requirements **441**
46.1 イメージタグの要件 . . . 442

第 47 章 Image Volume Extensions **443**
47.1 公式拡張機能のイメージとカタログ . . . 443
47.2 メリット . . . 443
47.3 要件 . . . 444
47.4 その仕組み . . . 444
47.4.1 構成ソースと優先順位 . . . 444
47.4.2 マウンティングと PostgreSQL の構成 . . . 445
47.4.3 データベースへのインストール . . . 446
47.5 Postgres クラスターへの拡張機能の追加 . . . 447
47.5.1 画像カタログ経由推奨 . . . 447
47.5.2 クラスター内に直接 . . . 448
47.5.3 拡張機能ステータスの確認 . . . 448
47.6 PostgreSQL クラスターからの拡張機能の削除 . . . 449
47.7 高度なトピック . . . 450
47.7.1 カスタムパスの設定 . . . 450

47.7.2 マルチ拡張子画像 . . . 451
47.7.3 システムライブラリを含める . . . 452
47.7.4 外部バイナリを含める . . . 452
47.7.5 拡張機能の環境変数 . . . 453
47.7.6 動的プレースホルダー展開 . . . 454
47.7.7 優先順位と競合の解決 . . . 454
47.8 画像の仕様 . . . 455
47.9 注意事項 . . . 455

第 48 章 CNPG-I **457**
48.1 なぜ CNPG-I なのか？ . . . 457
48.2 プラグインの登録 . . . 457
48.2.1 サイドカーコンテナ . . . 458
48.2.2 スタンドアロン展開推奨 . . . 458
48.2.3 TLS 証明書の構成 . . . 459
48.2.4 証明書の DNS 名のカスタマイズ . . . 460
48.3 プラグインを使用する . . . 460
48.4 コミュニティプラグイン . . . 461

第 49 章 Operator capability levels **463**
49.1 レベル 1 基本インストール . . . 463
49.1.1 宣言的構成を介した Operator の展開 . . . 464
49.1.2 宣言的構成を介した PostgreSQL クラスターの展開 . . . 464
49.1.3 CRD を介したオペランドイメージのオーバーライド . . . 464
49.1.4 ラベルとアノテーション . . . 465
49.1.5 自己完結型インスタンスマネージャー . . . 465
49.1.6 ストレージ構成 . . . 465
49.1.7 レプリカ構成 . . . 465
49.1.8 サービス構成 . . . 466
49.1.9 ポッドセレクターを介した動的なネットワークアクセス制御 . . . 466
49.1.10 データベース構成 . . . 466
49.1.11 Postgres のロール、ユーザー、およびグループの構成 . . . 466
49.1.12 Postgres 拡張機能の構成 . . . 467
49.1.13 ポッドのセキュリティ標準 . . . 467
49.1.14 アフィニティ . . . 467
49.1.15 トポロジスプレッドコンストレイン . . . 467
49.1.16 コマンドラインインターフェイス . . . 467
49.1.17 クラスターの現在のステータス . . . 468
49.1.18 オペレーターの認証局 . . . 468
49.1.19 クラスターの認証局 . . . 468
49.1.20 TLS 接続 . . . 468
49.1.21 ストリーミングレプリケーションの証明書認証 . . . 468
49.1.22 継続的な構成管理 . . . 468
49.1.23 既存の PostgreSQL データベースのインポート . . . 469
49.1.24 PostGIS クラスター . . . 469
49.1.25 PostgreSQL の基本的な LDAP 認証 . . . 469
49.1.26 複数のインストール方法 . . . 469

49.1.27 構成より規約 . . . 469
49.2 レベル 2 シームレスなアップグレード . . . 469
49.2.1 オペレーターのアップグレード . . . 470
49.2.2 管理対象ワークロードのアップグレード . . . 470
49.2.3 PostgreSQL のオフラインインプレースメジャーアップグレード . . . 470
49.2.4 アップグレード中にクラスターの可用性ステータスを表示する . . . 471
49.3 レベル 3 完全なライフサイクル . . . 471
49.3.1 PostgreSQL WAL アーカイブ . . . 471
49.3.2 PostgreSQL のバックアップ . . . 471
49.3.3 スタンバイからのバックアップ . . . 472
49.3.4 バックアップからの完全な復元 . . . 472
49.3.5 バックアップからのポイント インタイム リカバリー PITR . . . 472
49.3.6 同期レプリケーションを介したゼロデータ損失クラスター . . . 472
49.3.7 レプリカクラスター . . . 473
49.3.8 分散データベーストポロジ . . . 473
49.3.9 テーブルスペースのサポート . . . 473
49.3.10 カスタマイズ可能なスタートアップ、ライブネス、および準備状況プローブ . . . 474
49.3.11 ローリング展開 . . . 474
49.3.12 レプリカのスケールアップとスケールダウン . . . 474
49.3.13 Kubernetes ノードのメンテナンスウィンドウと PodDisruptionBudget . . . 474
49.3.14 フェンシング . . . 475
49.3.15 ハイバネーション . . . 475
49.3.16 ポッドの永続ボリュームストレージの再利用 . . . 475
49.3.17 CPU とメモリの要求と制限 . . . 475
49.3.18 PgBouncer を使用した接続プーリング . . . 475
49.3.19 論理レプリケーション . . . 475
49.4 レベル 4 深い洞察 . . . 476
49.4.1 構成可能なクエリを備えた Prometheus エクスポータ . . . 476
49.4.2 Grafana ダッシュボード . . . 476
49.4.3 JSON 形式の PostgreSQL エラーメッセージの標準出力ログ . . . 476
49.4.4 リアルタイムクエリモニタリング . . . 476
49.4.5 監査 . . . 477
49.4.6 Kubernetes イベント . . . 477
49.5 レベル 5 自動操縦 . . . 477
49.5.1 自己修復のための自動フェイルオーバー . . . 477
49.5.2 スタンバイの自動再作成 . . . 477

第 50 章 Custom Pod Controller **479**
50.1 PVC のサイズ変更 . . . 479
50.2 プライマリインスタンスとレプリカ . . . 479
50.3 PVC のコヒーレンス . . . 480
50.4 ローカルストレージ、リモートストレージ、およびデータベースのサイズ . . . 480

第 51 章 Examples **483**
51.1 基本 . . . 483
51.2 セキュリティ . . . 484
51.3 バックアップ . . . 484

51.4 レプリカクラスター . . . 485
51.5 PostGIS . . . 485
51.6 管理対象ロール . . . 485
51.7 管理対象サービス . . . 486
51.8 宣言的テーブルスペース . . . 486
51.9 プーラー構成 . . . 486
51.10 宣言的なパブリケーションおよびサブスクリプションオブジェクトを介した論理レプリケーション . . . 486
51.11 Postgres データベースの宣言的管理 . . . 487
51.11.1 cluster-example.yaml . . . 488
51.11.2 cluster-example-custom.yaml . . . 488
51.11.3 cluster-example-pod-selector-refs.yaml . . . 489
51.11.4 cluster-storage-class.yaml . . . 489
51.11.5 cluster-pvc-template.yaml . . . 490
51.11.6 cluster-example-full.yaml . . . 491
51.11.7 cluster-example-initdb-sql-refs.yaml . . . 493
51.11.8 cluster-example-pg-hba.yaml . . . 494
51.11.9 cluster-example-projected-volume.yaml . . . 495
51.11.10cluster-example-security-context.yaml . . . 496
51.11.11cluster-storage-class-with-backup.yaml . . . 497
51.11.12backup-example.yaml . . . 498
51.11.13cluster-example-with-backup.yaml . . . 498
51.11.14cluster-example-with-backup-scaleway.yaml . . . 499
51.11.15cluster-example-trigger-backup.yaml . . . 500
51.11.16cluster-example-replica-from-backup-simple.yaml . . . 500
51.11.17cluster-example-with-volume-snapshot.yaml . . . 501
51.11.18backup-with-volume-snapshot.yaml . . . 501
51.11.19cluster-example-replica-from-volume-snapshot.yaml . . . 502
51.11.20cluster-example-replica-streaming.yaml . . . 503
51.11.21postgis-example.yaml . . . 504
51.11.22cluster-example-with-roles.yaml . . . 505
51.11.23role-examples.yaml . . . 506
51.11.24cluster-example-managed-services.yaml . . . 507
51.11.25cluster-example-with-tablespaces.yaml . . . 507
51.11.26cluster-example-with-tablespaces-backup.yaml . . . 508
51.11.27cluster-restore-with-tablespaces.yaml . . . 509
51.11.28pooler-external.yaml . . . 510
51.11.29cluster-example-logical-source.yaml . . . 510
51.11.30cluster-example-logical-destination.yaml . . . 512
51.11.31Publication-example.yaml . . . 513
51.11.32Publication-example-objects.yaml . . . 513
51.11.33subscription-example.yaml . . . 514
51.11.34Database-example.yaml . . . 514
51.11.35Database-example-icu.yaml . . . 514

第 52 章 Networking **517**
52.1 オペレーターのクロス名前空間ネットワークポリシー . . . 517

52.2 クロスクラスターネットワーキング . . . 518
52.2.1 networkpolicy-example.yaml . . . 518

第 53 章 Benchmarking **519**
53.1 pgbench . . . 519
53.2 fio . . . 521

第 54 章 Frequently Asked Questions (FAQ) **525**
54.1 Kubernetes での PostgreSQL の実行 . . . 525
54.2 高可用性 . . . 528

第 55 章 API Reference **531**
55.1 Packages . . . 531
55.2 postgresql.cnpg.io/v1 . . . 531
55.2.1 Resource Types . . . 531
55.2.2 AffinityConfiguration . . . 531
55.2.3 AvailableArchitecture . . . 533
55.2.4 Backup . . . 533
55.2.5 BackupConfiguration . . . 534
55.2.6 BackupMethod . . . 535
55.2.7 BackupPhase . . . 535
55.2.8 BackupPluginConfiguration . . . 536
55.2.9 BackupSnapshotElementStatus . . . 536
55.2.10 BackupSnapshotStatus . . . 536
55.2.11 BackupSource . . . 537
55.2.12 BackupSpec . . . 537
55.2.13 BackupStatus . . . 538
55.2.14 BackupTarget . . . 540
55.2.15 BootstrapConfiguration . . . 540
55.2.16 BootstrapInitDB . . . 541
55.2.17 BootstrapPgBaseBackup . . . 544
55.2.18 BootstrapRecovery . . . 544
55.2.19 CatalogComponentImage . . . 545
55.2.20 CatalogImage . . . 546
55.2.21 CertificatesConfiguration . . . 546
55.2.22 CertificatesStatus . . . 548
55.2.23 ClientCertificateConfiguration . . . 549
55.2.24 ClientCertificateState . . . 549
55.2.25 Cluster . . . 550
55.2.26 ClusterImageCatalog . . . 550
55.2.27 ClusterMonitoringTLSConfiguration . . . 551
55.2.28 ClusterSpec . . . 551
55.2.29 ClusterStatus . . . 557
55.2.30 ConfigMapResourceVersion . . . 561
55.2.31 DataDurabilityLevel . . . 562
55.2.32 DataSource . . . 562
55.2.33 Database . . . 563
55.2.34 DatabaseObjectSpec . . . 563

55.2.35 DatabaseObjectStatus . . . 564
55.2.36 DatabaseReclaimPolicy . . . 564
55.2.37 DatabaseRole . . . 565
55.2.38 DatabaseRoleList . . . 565
55.2.39 DatabaseRoleReclaimPolicy . . . 566
55.2.40 DatabaseRoleRef . . . 566
55.2.41 DatabaseRoleSpec . . . 566
55.2.42 DatabaseRoleStatus . . . 569
55.2.43 DatabaseSpec . . . 569
55.2.44 DatabaseStatus . . . 572
55.2.45 EmbeddedObjectMetadata . . . 573
55.2.46 EnsureOption . . . 573
55.2.47 EphemeralVolumesSizeLimitConfiguration . . . 574
55.2.48 ExtensionConfiguration . . . 574
55.2.49 ExtensionEnvVar . . . 575
55.2.50 ExtensionSpec . . . 576
55.2.51 ExternalCluster . . . 577
55.2.52 FDWSpec . . . 578
55.2.53 FailoverQuorum . . . 579
55.2.54 FailoverQuorumStatus . . . 579
55.2.55 ImageCatalog . . . 580
55.2.56 ImageCatalogComponentRef . . . 580
55.2.57 ImageCatalogRef . . . 581
55.2.58 ImageCatalogSpec . . . 581
55.2.59 ImageInfo . . . 582
55.2.60 Import . . . 582
55.2.61 ImportSource . . . 584
55.2.62 InstanceID . . . 585
55.2.63 InstanceReportedState . . . 585
55.2.64 IsolationCheckConfiguration . . . 586
55.2.65 LDAPBindAsAuth . . . 586
55.2.66 LDAPBindSearchAuth . . . 586
55.2.67 LDAPConfig . . . 587
55.2.68 LDAPScheme . . . 587
55.2.69 LivenessProbe . . . 588
55.2.70 ManagedConfiguration . . . 589
55.2.71 ManagedRoles . . . 590
55.2.72 ManagedService . . . 590
55.2.73 ManagedServices . . . 591
55.2.74 Metadata . . . 591
55.2.75 MonitoringConfiguration . . . 592
55.2.76 NodeMaintenanceWindow . . . 593
55.2.77 OnlineConfiguration . . . 594
55.2.78 OptionSpec . . . 595
55.2.79 PasswordState . . . 595
55.2.80 PgBouncerIntegrationStatus . . . 596
55.2.81 PgBouncerPoolMode . . . 596

55.2.82 PgBouncerSecrets . . . 596
55.2.83 PgBouncerSpec . . . 597
55.2.84 PluginConfiguration . . . 598
55.2.85 PluginStatus . . . 599
55.2.86 PodName . . . 600
55.2.87 PodSelectorRef . . . 600
55.2.88 PodSelectorRefStatus . . . 600
55.2.89 PodStatus . . . 601
55.2.90 PodTemplateSpec . . . 601
55.2.91 PodTopologyLabels . . . 601
55.2.92 Pooler . . . 602
55.2.93 PoolerIntegrations . . . 602
55.2.94 PoolerMonitoringConfiguration . . . 602
55.2.95 PoolerMonitoringTLSConfiguration . . . 603
55.2.96 PoolerPhase . . . 603
55.2.97 PoolerSecrets . . . 604
55.2.98 PoolerSpec . . . 605
55.2.99 PoolerStatus . . . 605
55.2.100PoolerType . . . 606
55.2.101PostgresConfiguration . . . 606
55.2.102PrimaryLeaseConfiguration . . . 607
55.2.103PrimaryUpdateMethod . . . 608
55.2.104PrimaryUpdateStrategy . . . 609
55.2.105Probe . . . 609
55.2.106ProbeStrategyType . . . 610
55.2.107ProbeWithStrategy . . . 611
55.2.108ProbesConfiguration . . . 612
55.2.109Publication . . . 613
55.2.110PublicationReclaimPolicy . . . 613
55.2.111PublicationSpec . . . 613
55.2.112PublicationStatus . . . 614
55.2.113PublicationTarget . . . 614
55.2.114PublicationTargetObject . . . 615
55.2.115PublicationTargetTable . . . 615
55.2.116RecoveryTarget . . . 616
55.2.117ReplicaClusterConfiguration . . . 617
55.2.118ReplicationSlotsConfiguration . . . 618
55.2.119ReplicationSlotsHAConfiguration . . . 618
55.2.120RoleConfiguration . . . 619
55.2.121RoleStatus . . . 621
55.2.122SQLRefs . . . 622
55.2.123ScheduledBackup . . . 622
55.2.124ScheduledBackupSpec . . . 623
55.2.125ScheduledBackupStatus . . . 624
55.2.126SchemaSpec . . . 625
55.2.127SecretVersion . . . 626
55.2.128SecretsResourceVersion . . . 626

55.2.129ServerSpec . . . 627
55.2.130ServiceAccountTemplate . . . 627
55.2.131ServiceSelectorType . . . 628
55.2.132ServiceTemplateSpec . . . 628
55.2.133ServiceUpdateStrategy . . . 629
55.2.134SnapshotOwnerReference . . . 629
55.2.135SnapshotType . . . 629
55.2.136StorageConfiguration . . . 630
55.2.137Subscription . . . 630
55.2.138SubscriptionReclaimPolicy . . . 631
55.2.139SubscriptionSpec . . . 631
55.2.140SubscriptionStatus . . . 632
55.2.141SwitchReplicaClusterStatus . . . 633
55.2.142SyncReplicaElectionConstraints . . . 633
55.2.143SynchronizeReplicasConfiguration . . . 634
55.2.144SynchronousReplicaConfiguration . . . 634
55.2.145SynchronousReplicaConfigurationMethod . . . 635
55.2.146TablespaceConfiguration . . . 636
55.2.147TablespaceState . . . 636
55.2.148TablespaceStatus . . . 637
55.2.149Topology . . . 637
55.2.150UsageSpec . . . 638
55.2.151UsageSpecType . . . 638
55.2.152VolumeSnapshotConfiguration . . . 638

第 56 章 Supported releases **641**
56.1 サポートポリシー . . . 641
56.2 命名スキーム . . . 642
56.3 CloudNativePG リリースのサポートステータス . . . 643
56.3.1 サポートされている PostgreSQL バージョン . . . 643
56.4 今後のリリース . . . 644
56.5 古いリリース . . . 644
56.6 サポートとは . . . 645

第 57 章 Preview Versions **647**
57.1 現在のプレビューバージョン . . . 647
57.2 リリース候補の目的 . . . 647
57.2.1 重大な問題の軽減 . . . 647
57.3 コミュニティへの参加: どのように支援するか . . . 648
57.3.1 行動喚起 . . . 648
57.4 使用アドバイザリー . . . 648

第 58 章 Release notes **649**
58.1 Release notes for CloudNativePG 1.30 . . . 649
58.1.1 バージョン 1.30.0 . . . 650
58.2 Release notes for CloudNativePG 1.29 . . . 656
58.2.1 バージョン 1.29.2 . . . 656
58.2.2 バージョン 1.29.1 . . . 660

58.2.3 バージョン 1.29.0 . . . 662
58.3 Release Notes - Old . . . 666
58.3.1 Release notes for CloudNativePG 1.15 . . . 666
58.3.2 Release notes for CloudNativePG 1.16 . . . 670
58.3.3 Release notes for CloudNativePG 1.17 . . . 676
58.3.4 Release notes for CloudNativePG 1.18 . . . 680
58.3.5 Release notes for CloudNativePG 1.19 . . . 686
58.3.6 Release notes for CloudNativePG 1.20 . . . 693
58.3.7 Release notes for CloudNativePG 1.21 . . . 701
58.3.8 Release notes for CloudNativePG 1.22 . . . 710
58.3.9 Release notes for CloudNativePG 1.23 . . . 717
58.3.10 Release notes for CloudNativePG 1.24 . . . 724
58.3.11 Release notes for CloudNativePG 1.25 . . . 732
58.3.12 Release notes for CloudNativePG 1.26 . . . 741
58.3.13 Release notes for CloudNativePG 1.27 . . . 749
58.3.14 Release notes for CloudNativePG 1.28 . . . 757
58.4 EDB Cloud-Native PostgreSQL . . . 771
58.5 1.14.0 以前のリリースノート . . . 771
58.5.1 バージョン 1.14.0 . . . 771
58.5.2 バージョン 1.13.0 . . . 772
58.5.3 バージョン 1.12.0 . . . 773
58.5.4 バージョン 1.11.0 . . . 774
58.5.5 バージョン 1.10.0 . . . 776
58.5.6 バージョン 1.9.2 . . . 777
58.5.7 バージョン 1.9.1 . . . 777
58.5.8 バージョン 1.9.0 . . . 778
58.5.9 バージョン 1.8.0 . . . 778
58.5.10 バージョン 1.7.1 . . . 779
58.5.11 バージョン 1.7.0 . . . 780
58.5.12 バージョン 1.6.0 . . . 781
58.5.13 バージョン 1.5.1 . . . 781
58.5.14 バージョン 1.5.0 . . . 781
58.5.15 バージョン 1.4.0 . . . 782
58.5.16 バージョン 1.3.0 . . . 783
58.5.17 バージョン 1.2.1 . . . 784
58.5.18 バージョン 1.2.0 . . . 784
58.5.19 バージョン 1.1.0 . . . 784
58.5.20 バージョン 1.0.0 . . . 785

第 59 章 CNCF Projects **787**
59.1 Cilium . . . 787
59.1.1 について . . . 787
59.1.2 CloudNativePG と Cilium を使用したポッド間のネットワークセキュリティ . . . 787
59.1.3 Cilium のデフォルト拒否動作 . . . 788
59.1.4 Cilium ネットワークポリシーを CloudNativePG オペレーターと連携させる . . . 788
59.1.5 クラスターポッド間のアクセスの許可 . . . 789
59.1.6 Cilium を使用して PostgreSQL へのアクセスを制限する . . . 790

59.2 External Secrets . . . 792
59.2.1 について . . . 792
59.2.2 PostgreSQL および CloudNativePG との統合 . . . 793
59.2.3 例 外部シークレットを使用した自動パスワード管理 . . . 793
59.2.4 例外部 KMS との統合 . . . 795

第 60 章 Appendix **799**
60.1 Appendix A - Backup on object stores . . . 799
60.1.1 共通オブジェクトストア . . . 800
60.1.2 WAL アーカイブ . . . 800
60.1.3 リテンション ポリシー . . . 801
60.1.4 圧縮アルゴリズム . . . 802
60.1.5 バックアップオブジェクトのタグ付け . . . 803
60.1.6 backup および WAL コマンドの追加オプション . . . 803
60.1.7 オブジェクトストアからのリカバリー . . . 804
60.2 Appendix B - Backup on volume snapshots . . . 805
60.2.1 標準のボリュームスナップショットについて . . . 806
60.2.2 要件 . . . 806
60.2.3 ボリュームスナップショットバックアップを構成する方法 . . . 807
60.2.4 ホットおよびコールドバックアップ . . . 808
60.2.5 ボリュームスナップショットオブジェクトの永続化 . . . 810
60.2.6 バックアップボリュームのスナップショットの期限 . . . 811
60.2.7 ボリュームスナップショットバックアップの例 . . . 812
60.3 Appendix C - Common object stores for backups . . . 813
60.3.1 AWS S3 . . . 814
60.3.2 Azure Blob Storage . . . 817
60.3.3 Google Cloud Storage . . . 820

CloudNativePG CNPG は、オープンソースの operator

サポートされている Kubernetes クラスターで PostgreSQL ワークロードを管理するように設計されています。**分散トポロジ** 機能を介して、プライベート、パブリック、ハイブリッド、およびマルチクラウド環境でのシームレスな展開を介してクラウドの中立性を促進します。

DevOps 原則を中心に構築された CloudNativePG は、宣言的構成と不変のインフラストラクチャを採用し、データベース管理の信頼性と自動化を保証します。

CloudNativePG は、その中核で、`Cluster` と呼ばれるカスタム Kubernetes リソースを導入します。これは、次の PostgreSQL クラスターを表します。

- 書き込み操作のための単一のプライマリインスタンス。
- 高可用性と読み取りスケーリングのためのオプションのレプリカ。

これらのインスタンスは Kubernetes 名前空間内にあるため、アプリケーションはオペレーター管理サービスを使用してシームレスに接続できます。フェイルオーバーとスイッチオーバーは透過的に発生するため、手動介入の必要はありません。

Kubernetes クラスター内のアプリケーションの場合、CNPG はマイクロサービスデータベースアプローチを提供し、最適化されたアクセスのために同じ名前空間内の PostgreSQL クラスターとアプリケーションのコロケーションを可能にします。クラスター外部のアプリケーションの場合、CNPG は、サービステンプレートと `LoadBalancer` サービスを介して柔軟な接続を提供し、直接 TCP 公開します。さらに、Web アプリケーションは、PgBouncer に基づいたネイティブ接続プーラーを利用できます。

CloudNativePG は、もともと EDB によってビルドされ、Apache License 2.0 の下でオープンソースをリリースしました。 source code repository is in GitHub 。

> **注釈**
>
> *Operator Capability Levels model* に基づいて、ユーザーは CloudNativePG オペレーターからの機能の「レベル V - 自動パイロット」サブセットを期待できます。

第1章　Supported Kubernetes distributions

CloudNativePG の各マイナーリリースは、さまざまな Kubernetes バージョン、通常、マイナーバージョンが最初にリリースされたときに CNCF によってサポートされているバージョンで動作するように設計されています。

詳細は *Supported releases* ページを参照してください。

1.1 コンテナイメージ

CloudNativePG community は、オペレーターと PostgreSQL オペランドの両方のコンテナイメージを維持します。

1.1.1 オペレーター

CloudNativePG オペレーターコンテナイメージは、cloudnative-pg で入手できます。

2 つの異なるフレーバーで

- Debian 12 ディストリビューション
- Red Hat UBI 9 micro サフィックス `-ubi9`

Red Hat UBI イメージは、主に OLM 使用を目的としています。

すべてのコンテナイメージは署名され、アーキテクチャごとに個別に提供される SBOM と来歴証明書が含まれています。

1.1.2 オペランド

CloudNativePG プロジェクトは、 `linux/amd64` および `linux/arm64` アーキテクチャの両方に、公式の *Debian `slim* base image <https://hub.docker.com/_/debian>`_ の上にビルドされた PostgreSQL オペランドコンテナイメージを提供および保守します。

画像はすべて Debian supported releases で公開されています

stable 、 oldstable および PostgreSQL versions supported by PGDG の場合。これらは postgres-containers を介して配布されます。

3 つの画像フレーバーが使用でき、それぞれが以前のものを拡張します。

- minimal
- standard
- system **(非推奨)**

> **注釈**
>
> *system* イメージは非推奨であり、インコアの Barman Cloud サポートが段階的に廃止されると削除されます。今のところは使用可能なままですが、 Barman Cloud プラグインまたは別のサポートされているバックアップソリューションを使用して `minimal` または `standard` イメージへの将来の移行を計画することができます。

デフォルトでは、このバージョンの CloudNativePG は `ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie` を展開します。

すべての画像は署名され、SBOM および出所証明書とともに出荷されます。毎週の自動ビルドにより、重大な脆弱性 CVE が迅速に修正されます。

詳細とサポートについては、 postgres-containers を参照してください。

1.2 主な機能

- 高可用性のための Kubernetes API サーバーとの直接統合、外部ツールの必要性を排除します。
- 自己修復機能など
- 自動フェイルオーバー、最新のデータでレプリカを昇格させます時期尚早のプロモーションを防止するクラスターごとのリースによって調整され、クォーラムベースのフェイルオーバーと同期レプリケーションを使用するオプションデータの耐久性と安全性の向上のため。
- 障害が発生したレプリカの自動再作成。
- 選択したレプリカをプロモーションすることによるプライマリインスタンスの計画的なスイッチオーバー。
- 主要な PostgreSQL 構成の宣言的管理。以下を含む。
- PostgreSQL 設定.
- ロール、ユーザー、およびグループ。
- データベース、拡張機能、スキーマ、外部データラッパー FDW、および外部サーバー.
- テーブルスペース一時表領域を含む。
- 柔軟なインスタンス定義、任意の数のインスタンス最小 1 プライマリサーバーをサポート。
- Kubernetes の水平および垂直ポッドオートスケーラーと互換性のあるスケールサブリソースを使用して、クラスターサイズを動的に調整するスケールアップ/ダウン機能。
- 読み取り書き込みおよび読み取り専用サービス、アプリケーションが正しく接続できるように保証します。
- *Read-Write Service* プライマリサーバーへの接続をルーティングします。
- *Read-Only Service* 読み取りワークロードのレプリカ間で接続を分散します。
- クォーラムベースおよび優先度ベースの PostgreSQL 同期レプリケーションのサポート。

- 複数の Kubernetes クラスタープライベート、パブリック、ハイブリッド、マルチクラウドにわたって PostgreSQL 分散トポロジを有効にするレプリカクラスター。
- 履歴データへのポイントインタイムアクセスのための遅延レプリカクラスター。
- 永続ボリューム管理など
- PVC テンプレートを使用したローカル永続ボリュームのサポート
- Pods での永続ボリュームストレージの再利用
- WAL ファイルとテーブルスペースの個別のボリューム。
- CNPG-I プラグインを介したバックアップとリカバリー
- 継続的な物理的バックアップとリカバリーのためのプラガブルアーキテクチャ.
- ホットおよびコールドベースバックアップ.
- WAL archive.
- フルおよびポイントインタイムリカバリー PITR.
- スケジュールされたオンデマンド backups.
- スタンバイからバックアップして、プライマリ負荷を削減します。
- コミュニティサポートされた Barman Cloud プラグイン
- 完全な/ PITR リカバリをサポートするオブジェクトストアへの WAL アーカイブ
- 構成可能なリカバリに基づいたリテンションポリシー windows.
- CNPG-I プラグインとしてサポートされている推奨アプローチ。
- ネイティブバックアップ方法
- ボリュームスナップショットを介した継続的バックアップとフル/PITR リカバリー Barman クラスでサポートされている場合
- `.spec.backup.barmanObjectStore` _v1.26_以降非推奨。
- PostgreSQL のオフラインインプレースメジャーアップグレード
- メジャーアップグレードを含む PostgreSQL データベースのオフラインおよびオンラインインポート
- *Offline Import* 既存のデータベースからの直接復元
- *Online Import* `Subscription` リソースを介した PostgreSQL ネイティブ論理レプリケーション。
- 高可用性物理レプリケーションスロット。ユーザー定義のレプリケーションスロットと論理デコードフェイルオーバーの同期を含みます。
- パラレル WAL のアーカイブとリストア、高書き込み環境での高パフォーマンスのデータ同期を保証します。
- TLS サポート以下を含む TLS サポート
- 安全な接続とクライアント証明書認証。
- カスタム TLS 証明書 `cert-manager` と統合。

- プライマリからの目的の遅延に基づいたレプリカプローブを含むスタートアッププローブと準備状況プローブ。
-
- PostgreSQL マイナーバージョン.
- の宣言的ローリング更新インプレースまたはローリング更新。
- JSON 形式の PostgreSQL エラーメッセージの標準出力ログにより、ログ集計ツールとの統合が簡単になります。
- カスタムモニタリングのための Prometheus 互換のメトリックエクスポーター `metrics` ポート 9187。
- クラスター操作を簡素化するための `kubectl` 用の `cnpg` プラグイン
- 非アクティブな状態でのリソース効率のためのクラスターハイバーネーション。
- 必要に応じてインスタンスを分離するための PostgreSQL クラスター完全なクラスターまたはサブセットをフェンシングします。
- PgBouncer を使用した接続プーリングによるデータベース効率の向上。
- 合理化された展開のための OLM Operator Lifecycle Manager インストールのサポート。
- ソフトウェア部品表 SBOM とセキュリティコンプライアンスのための出所証明書を含むマルチアーチコンテナイメージ。

注釈

CloudNativePG は、データの永続性の管理に`StatefulSet` s を使用しません。代わりに、Persistent Volume ClaimsPVC を直接管理します。詳細については、 *Custom Pod Controller* を参照してください。

1.3 このガイドについて

Quickstart の指示に従って、Kind または Minikube を使用してローカル Kubernetes クラスターで CloudNativePG をテストします。

Kubernetes と PostgreSQL の基本的な用語に慣れていない場合は、*Before you start* を参照してください。

CloudNativePG ドキュメントは、クリエイティブコモンズ表示 4.0 国際ライセンスに基づいてライセンスされています。

_ Postgres, PostgreSQL, and the Slonik Logo

は、カナダ PostgreSQL コミュニティ協会の商標または登録商標であり、その許可を得て使用しています。

CloudNativePG は Cloud Native Computing Foundation Sandbox project です。

CLOUD NATIVE
COMPUTING FOUNDATION

第2章　Before you start

始める前に、Kubernetes と PostgreSQL に固有の用語を確認することが重要です。

2.1 Kubernetes の用語

Node

ノードは、Kubernetes の仮想または物理的なワーカーマシンであり、ポッドを実行するために必要なすべてのサービスがコントロールプレーンノードによって管理されます。

Postgres Node

Postgres **ノード**は、PostgreSQL ワークロードの実行専用の Kubernetes ワーカーノードです。これは、`node-role.kubernetes.io` ラベルとテイントを *proposed by CloudNativePG* として適用することにより実現されます。`postgres` ノードとも呼ばれます。

Pod

ポッドは、Kubernetes クラスターに展開できる最小のコンピューティングユニットであり、ネットワークとストレージを共有する 1 つ以上のコンテナで構成されます。

Service

service は、ポッドのグループで実行されるアプリケーションをネットワークサービスとして公開し、アプリケーション全体のサービス検出、ロードバランシング、フェイルオーバーなどの重要な機能を標準化する抽象化です。

Secret

シークレットは、パスワード、アクセスキー、トークンなどの少量の機密データを保存し、ポッドで使用するように設計されたオブジェクトです。

Storage Class

ストレージクラス を使用すると、管理者は、プロビジョナー AWS EBS など、再利用ポリシー、マウントオプション、ボリューム拡張などを含むクラスター内のストレージのクラスを定義できます。

Persistent Volume

永続ボリューム PV は、管理者によって手動でプロビジョニングされた、または**ストレージクラス**コントローラによって動的にプロビジョニングされたストレージを表す Kubernetes クラスター内のリソースです。PV は、 **永続的なボリューム要求**を使用してポッドに関連付けられ、そのライフサイクルはそれを使用するポッドから独立しています。通常、PV はネットワークボリューム、特にパブリッククラウドでは。

local persistent volume (LPV) は、それを使用するポッドが実行されている特定のノードにのみ存在する永続ボリュームです。

Persistent Volume Claim

永続的なボリューム要求 PVC は、サイズ、アクセスモード、または特定のストレージクラスを含むストレージの要求を表します。ポッドがノードリソースを消費する方法と同様に、PVC は PV のリソースを消費します。

Namespace

名前空間は、Kubernetes クラスターの論理的で分離されたサブセットであり、より広範な物理クラスター内の**仮想クラスター**として見ることができます。名前空間を使用すると、管理者はプロジェクト、部門、チームなどに基づいて分離された環境を作成できます。

RBAC

ロールベースセキュリティ としても知られる **ロールベースのアクセス制御** RBAC は、コンピューターシステムセキュリティで使用され、システムのネットワークとリソースへのアクセスを許可されたユーザーのみに制限する方法です。Kubernetes には、名前空間とクラスターレベルでロールを制御し、特定のリソースと個人に関連付けるネイティブ API があります。

CRD

カスタムリソース定義 CRD は、Kubernetes API の拡張機能であり、開発者は**カスタムリソース**と呼ばれる新しいデータ型とオブジェクトを作成できます。

Operator

オペレーターは、1 つ以上のアプリケーションまたは特定のサービスを管理するときに通常人間のオペレーターが実行する手順を自動化するカスタムリソースです。オペレーターは、Kubernetes を支援して、リソースの定義された状態が観察された状態と常に一致するようにします。

kubectl

`kubectl` は、Kubernetes クラスターの管理に使用されるコマンドラインツールです。

CloudNativePG には、コミュニティでサポートされている Kubernetes バージョンが必要です。詳細は *Supported releases* ページを参照してください。

2.2 PostgreSQL の用語

インスタンス

「IP アドレス」と「TCP ポート」のペア通常は 5432 で実行およびリッスンする Postgres サーバープロセス。

プライマリー

読み取り操作と書き込み操作の両方を受け入れることができる PostgreSQL インスタンス。

レプリカ

クラスター内の唯一のプライマリインスタンスから複製する PostgreSQL インスタンスは、先行書き込みログ WAL レコードのストリームを読み取ることにより更新され続けます。レプリカは、**スタンバイ** または **セカンダリ** サーバーとしても知られています。PostgreSQL は、物理的ストリーミングレプリケーション非同期/同期とファイルベースのログ配布非同期に依存しています。

ホットスタンバイ

レプリカが読み取り専用のワークロードを受け入れられるようにする PostgreSQL 機能。

クラスター

高可用性 HA クラスターとして使用されるため、単一のプライマリとオプションの任意の数のレプリカで構成される PostgreSQL インスタンスのセット。

レプリカクラスター

選択した PostgreSQL クラスターからの継続的リカバリモードにある CloudNativePG `Cluster` 。通常は Kubernetes クラスターの外部にあります。これは、プライベート、パブリック、ハイブリッド、およびマルチクラウドのコンテキストでのマルチクラスター展開を有効にする機能です。

指定されたプライマリ

別の PostgreSQL クラスターから継続的リカバリーにあり、レプリカクラスターがプライマリになった場合にプライマリになるように指定されているレプリカクラスター内の PostgreSQL スタンバイインスタンス。

スーパーユーザー

PostgreSQL では、 **スーパーユーザー** は、`LOGIN` と `SUPERUSER` の両方の特権を持つロールです。セキュリティ上の理由から、CloudNativePG は、ローカルの Unix ドメインソケットを介して `peer` 認証を介して `postgres` ユーザーとして `postgres` データベースに接続することにより、管理タスクを実行します。

WAL

先行書き込みロギング WAL は、データベース管理システムのデータの整合性を保証する標準の方法です。

PVC グループ

CloudNativePG の用語における PVC グループは、同じ PostgreSQL インスタンス、つまり PGDATA を含むメインボリューム `storage` と WAL のボリューム `walStorage` に属する関連 PVC のグループです。

2.2.1 RTO

「目標復旧時間」の頭字語で、アプリケーションに悪影響を与えることなくシステムを利用できない時間。

2.2.2 RPO

「目標復旧ポイント」の頭字語、ディザスターリカバリーシナリオに従った許容可能なデータ損失のレベルの計算。

2.3 クラウド用語

リージョン

クラウドの **リージョン** は、 **アベイラビリティーゾーン**で編成された分離された独立した地理的エリアです。リージョン内のゾーンの往復ネットワーク遅延はほとんどありません。

ゾーン

クラウドの *アベイラビリティーゾーン** ゾーン*としても知られるは、リソースを展開できるリージョンのエリアです。通常、アベイラビリティーゾーンは、データセンターまたは同じデータセンターの分離された建物に対応します。

2.4 次に何をするか

用語を理解したところで、選択したクラウド環境にオペレーターを展開する前に *test CloudNativePG on your laptop using a local cluster* を決定できます。

第3章　Use cases

CloudNativePG は、完全なクラウドネイティブエクスペリエンスを実現するために、同じ Kubernetes クラスター内にあるアプリケーションと連携するように設計されています。

ただし、データベースは Kubernetes クラスター内でホストできますが、アプリケーションは同時にコンテナ化できず、VM などの_従来の環境_で実行する必要がある場合があります。

3.1 ケース 1Kubernetes 内のアプリケーション

通常、アプリケーションとデータベースは、Kubernetes クラスター内の同じ名前空間で実行されます。

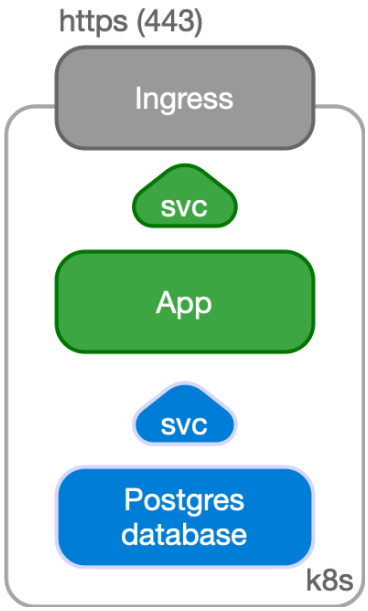


図 1: Application and Database inside Kubernetes

アプリケーションは通常ステートレスで、標準の `Deployment` として管理され、複数のレプリカが異なる Kubernetes ノードに分散され、`ClusterIP` サービスを介して内部公開されます。

サービスは、`Ingress` およびプロバイダーのロードバランサー機能を介して、HTTPS を介してエンドユーザーに外部公開されます。

アプリケーションは、バックエンドの PostgreSQL データベースを使用して、信頼性の高い永続的な方法で状態を追跡します。アプリケーションは、TLS 接続を介して、現在のプライマリインスタンスをポイントする CloudNativePG によって定義された `Cluster` リソースによって公開される読み取り/書き込みサービスを参照します。`Cluster` リソースは、単一のプライマリと複数のスタンバイアーキテクチャのロジックを埋め込み、Postgres での高可用性クラスターの管理の複雑さを隠蔽します。

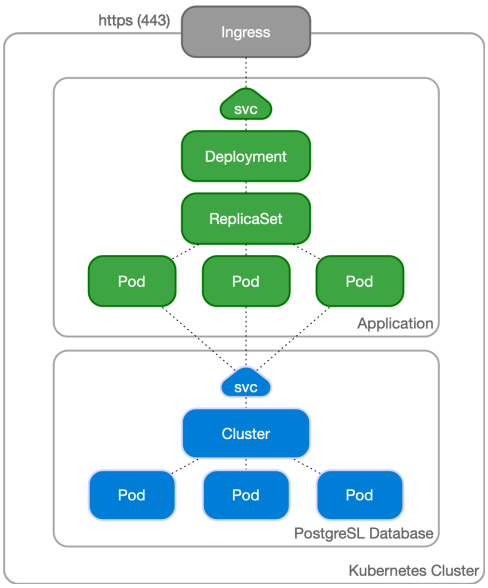


図 2: Close-up view of application and database inside Kubernetes

3.2 ケース 2Kubernetes 外部のアプリケーション

もう 1 つの考えられるユースケースは、Kubernetes 内で PostgreSQL データベースを管理し、アプリケーションをその外部たとえば仮想化環境に持たせることです。この場合、PostgreSQL は、Kubernetes で定義された Ingress リソース通常は *Service management* ページで説明している `LoadBalancer` サービスタイプに対応する IP アドレスまたはホスト名と TCP ポートで表されます。

アプリケーションは、PostgreSQL への TLS 接続の恩恵を引き続き受けられます。

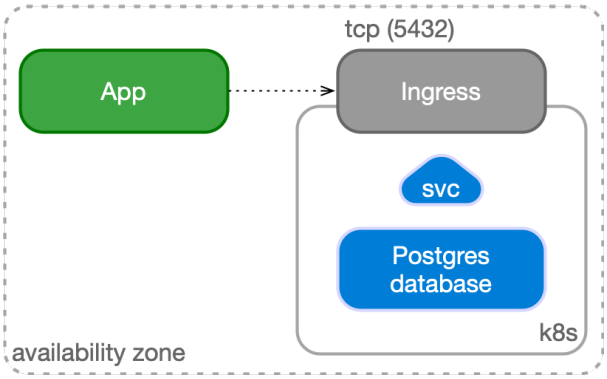


図 3: Application outside Kubernetes

第4章　Architecture

> **Tip**
>
> より深く理解するには、

Recommended Architectures for PostgreSQL in Kubernetes というタイトルの CNCF ブログ投稿の記事を読むことをお勧めします。これは、Kubernetes での PostgreSQL 展開のベストプラクティスとデザインの考慮事項に関する貴重な洞察を提供します。

このドキュメントページでは、Kubernetes に PostgreSQL を展開する際に、堅牢なビジネス継続戦略を実装するための主要なアーキテクチャの考慮事項の概要を提供します。これらの考慮事項には次のものが含まれます。

- ** **マルチアベイラビリティーゾーン *Kubernetes* クラスター**

vs.　**単一のアベイラビリティーゾーン *Kubernetes* クラスター** ** ストレッチクラスター 3 つ以上のアベイラビリティーゾーン全体での展開と非ストレッチクラスター単一のアベイラビリティーゾーン内での展開の違いを評価します。

- *PostgreSQL* **ワークロードのノードの予約** 特定のワーカーノードを `postgres` タスク専用にすることにより PostgreSQL ワークロードを分離し、最適なパフォーマンスを保証し、他のワークロードからの干渉を最小限に抑えます。
- *PostgreSQL* **アーキテクチャ**単一の Kubernetes クラスター内での効果的な PostgreSQL 展開を設計して、高可用性とパフォーマンス要件を満たす。
- *Kubernetes* **クラスター全体のデプロイメント**複数の Kubernetes クラスターにまたがる PostgreSQL アーキテクチャを計画および実装して、包括的なディザスターリカバリー機能を提供します。

4.1 状態の同期

PostgreSQL はデータベース管理システムであるため、Kubernetes で**ステートフルワークロード**として扱う必要があります。ステートレスアプリケーションは、主にトラフィックリダイレクションを使用して高可用性 HA とディザスターリカバリー DR を実現しますが、データベースの場合、次のいずれかを採用して、できれば連続的かつ瞬間的な方法で、状態を複数の場所にレプリケートする必要があります 2 つの戦略

- **ストレージレベルのレプリケーション**、通常は永続ボリューム
- **アプリケーションレベルのレプリケーション**、この特定の場合 PostgreSQL

CloudNativePG は、簡単な理由でアプリケーションレベルのレプリケーションに依存しています。PostgreSQL データベース管理システムには、**ログの先行書き込み WAL 配送** に基づいた堅牢で信頼性の高いビルトイ

ン**物理レプリケーション** 機能が付属しています。10 年以上、世界中の何百万ものユーザーが実稼働環境で使用していました。

PostgreSQL は、ネットワークを介した非同期および同期ストリーミングレプリケーションの両方と、非同期ファイルベースのログ配布通常はフォールバックオプションとして使用される、オブジェクトストアに WAL ファイルを保存するなどをサポートしています。レプリカは通常_スタンバイサーバー_と呼ばれ、_ホットスタンバイ_機能のおかげで、読み取り専用のワークロードに使用することもできます。

> **注釈**
>
> **PostgreSQL を使用したストレージレベルのレプリケーションをお勧めしません**が、CloudNativePG ではその戦略を採用できます。詳細については、KubeCon NA 2022 での Chris Milsted と Gabriele Bartolini による Data On Kubernetes, Deploying And Running PostgreSQL And Patterns For Databases In a Kubernetes Cluster というタイトルの講演を参照してください。

このトピックが詳細にカバーされている場所。

4.2 Kubernetes アーキテクチャ

Kubernetes は、冗長、低遅延、プライベートネットワーク接続を介して相互に接続されている別の物理的な場所データセンター、障害ゾーン、またはより頻繁に**アベイラビリティーゾーン**としても知られる場所にまたがる可能性をネイティブに提供します。

分散システムであるため、単一ゾーンの障害に対するコントロールプレーンの復元力を高めるために、Kubernetes クラスターの推奨最小アベイラビリティーゾーンの数は 3 です。詳細については、Running in multiple zones を参照してください。これは、**各データセンターが常にアクティブ**であり、ワークロードを同時に実行できることを意味します。

> **注釈**
>
> パブリッククラウドプロバイダーのマネージド Kubernetes サービスのほとんどは、各リージョンに 3 つ以上のアベイラビリティーゾーンを既に提供しています。

4.2.1 マルチアベイラビリティーゾーン Kubernetes クラスター

3 つ以上のゾーンを備えたマルチアベイラビリティーゾーンの Kubernetes アーキテクチャは、PostgreSQL の使用にお勧めします。このシナリオは、クラウドプロバイダーによって管理される Kubernetes サービスの一般的なシナリオです。

このようなアーキテクチャにより、CloudNativePG オペレーターは、すべてのアベイラビリティーゾーンをアクティブとして扱うことにより、単一の Kubernetes クラスター内のゾーンにわたって `Cluster` リソースのライフサイクル全体を制御できます。これには、他の操作の中で、宣言的方法でワークロードの *Scheduling* が含まれますアフィニティルール、トレランス、ノードセレクターなど)、自動フェイルオーバー、自己修復、および更新。すべては、単一の Kubernetes クラスター内のゾーンを超えてシームレスに動作します。

PostgreSQL アーキテクチャ を参照してください。

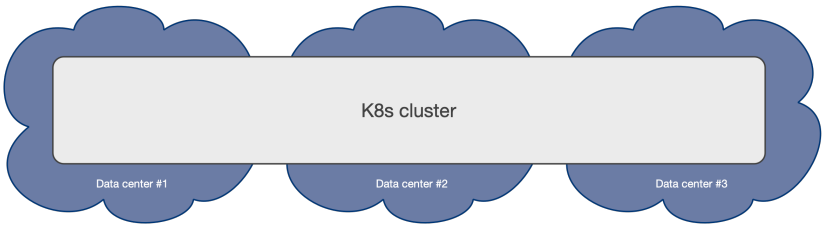


図 1: Kubernetes cluster spanning over 3 independent data centers

ストレージ、ワーカーノード、およびアベイラビリティーゾーンレベルでのシェアードナッシング展開を介して、同じ Kubernetes クラスター内で PostgreSQL クラスターをデザインする方法の詳細については、以下のセクションを参照してください。

さらに、 *Kubernetes* **クラスター全体のデプロイメント** を活用できます。

さまざまなリージョンで「パッシブ」 *PostgreSQL replica clusters* をホスティングし、宣言的構成を介して管理する分散 PostgreSQL トポロジ。このセットアップは、ディザスターリカバリー DR、読み取り専用操作、またはクロスリージョンの可用性に最適です。

注釈

各オペレーター展開は、ローカル Kubernetes クラスター内の操作のみを管理できます。制御されたスイッチオーバーや予期しないフェイルオーバーなどの Kubernetes クラスターにわたる操作の場合、GitOps などを介して手動で、または高レベルのクラスター管理ツールを使用して、調整を処理する必要があります。

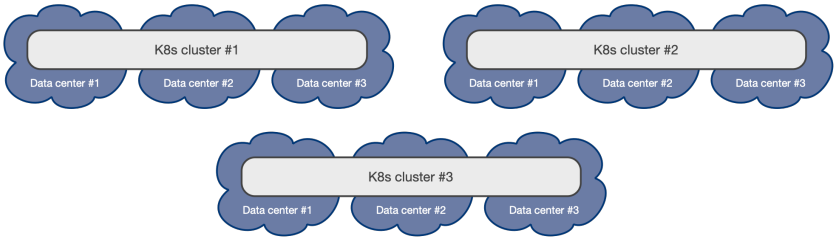


図 2: Example of a multiple Kubernetes cluster architecture distributed over 3 regions each with 3 independent data centers

4.2.2 単一のアベイラビリティーゾーン Kubernetes クラスター

Kubernetes クラスターにアベイラビリティーゾーンが 1 つだけある場合でも、CloudNativePG は、PostgreSQL データベースの HA および DR の結果を向上させるための多くの機能を提供し、可能な限り単一障害点 SPoF をゾーンのレベルにプッシュします。つまり、CloudNativePG クラスターに障害が発生する前に、ゾーンを停止する必要があります。

このシナリオは、1 つのデータセンターのみが使用できる自己管理のオンプレミスの Kubernetes クラスターの一般的なシナリオです。

単一のアベイラビリティーゾーン Kubernetes クラスターは、低遅延接続の範囲内で **2 つのデータセンター**のみが使用可能な場合、通常は同じ大都市圏で、唯一の実行可能なオプションです。2 つのゾーンのみがある

と、マルチアベイラビリティーゾーンの Kubernetes クラスターを作成できません。これには、少なくとも 3 つのゾーンが必要です。その結果、ユーザーはアクティブ/パッシブ構成で 2 つの別個の Kubernetes クラスターを作成し、2 番目のクラスターは主にディザスターリカバリーに使用される *replica cluster feature* を参照してください。

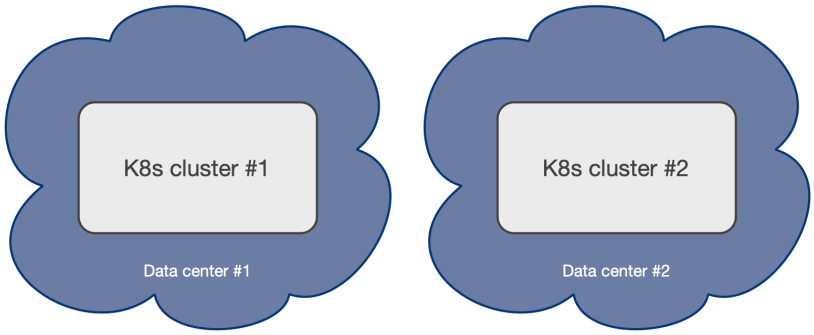


図 3: Example of a Kubernetes architecture with only 2 data centers

Tip

Kubernetes の取り組みの初期段階にある場合は、このドキュメントをインフラストラクチャチームと共有してください。 2 つのデータセンターのセットアップは、従来のベアメタルまたは VM ベースのインフラストラクチャから Kubernetes への「リフトアンドシフト」移行の結果である可能性があり、3+ ゾーンシナリオで Kubernetes が提供するメリットは知られていない可能性があります、またはインフラストラクチャアーキテクチャの設計時に対処されました。最終的に、他の 2 つに接続された 3 番目の物理的な場所は、日常の複雑さをアプリケーションレベルから物理的インフラストラクチャレベルに移動することにより、インフラストラクチャの全体的なコストを削減するため、組織にとって検討すべき有効なオプションを表す可能性があります。

PostgreSQL アーキテクチャ を参照してください。

ストレージおよびワーカーノードレベルのみでのシェアードナッシング展開を介して、単一のアベイラビリティーゾーン Kubernetes クラスター内で PostgreSQL クラスターをデザインする方法の詳細については、以下のセクションを参照してください。HA の場合、このようなシナリオでは、PostgreSQL インスタンスが別のワーカーノードに配置され、同じストレージを共有しないことがさらに重要になります。

DR の場合、追加の *Kubernetes クラスター全体のデプロイメント* を使用して、“passive” *PostgreSQL replica clusters* をホスティングする分散トポロジを定義することにより、単一ゾーンより上に SPoF をプッシュできます。このシナリオの他の Kubernetes ワークロードと同様に、Kubernetes クラスターのプライマリとしての昇格を手動で行う必要があります。

replica cluster feature を介して、最初にプライマリクラスターを降格し、次にレプリカクラスターを昇格させることにより、分散 PostgreSQL トポロジを定義し、データセンター間の制御されたスイッチオーバーを調整できます。以前のプライマリを再クローンする必要はありません。フェールオーバーは完全に宣言型になりましたが、オペレーターは単一の Kubernetes クラスター内でのみ機能できるため、Kubernetes クラスター間の自動フェイルオーバーは CloudNativePG のスコープ内ではありません。

注釈

CloudNativePG は、高レベルのオペレーターまたは管理ツールを介してさまざまな Kubernetes クラスターにわたって PostgreSQL アクティブ/パッシブトポロジを調整するために必要なすべてのプリミティブとプローブを提供します。

4.2.3 PostgreSQL ワークロードのノードの予約

マルチアベイラビリティーゾーン環境で動作しているか、より重要には、単一のアベイラビリティーゾーン内で動作しているかにかかわらず、運用環境で特定のワーカーノードを `postgres` 専用にすることにより、PostgreSQL ワークロードを分離することを強くお勧めします。PostgreSQL ワークロードの実行専用の Kubernetes ワーカーノードは、**Postgres ノード** または `postgres` ノードと呼ばれます。このアプローチにより、データベース操作の最適なパフォーマンスとリソース割り当てが保証されます。

Tip

一般的な経験則として、Postgres ノードは 3 の倍数で展開します。理想的には、アベイラビリティーゾーンごとに 1 つのノードを使用します。 3 つのノード 1 つのプライマリと 2 つのスタンバイレプリカを含む PostgreSQL クラスターが異なるノードに分散され、フォールトトレランスと可用性が向上するため、3 つのノードが最適な数です。

Kubernetes では、これは宣言的な方法でノードラベルとテイントを使用して、インフラストラクチャ・アズ・コード IaC の実践に合わせて実現できます。ラベルはノードが `postgres` ワークロードを実行できることを保証し、テイントは非 `postgres` ワークロードが実行されないようにするのに役立ちます。そのノードでスケジュールされています。

注釈

この方法は、コンピューティングリソースと、ローカルに接続されたディスクを使用する場合はストレージの両方の点で、PostgreSQL ワークロードを他のワークロードから分離する最も簡単な方法です。異なる PostgreSQL クラスターが同じノードを共有する場合がありますが、ラベルとテイントを使用して、ノードが特定の `Cluster` の単一のインスタンス専用になるようにすることにより、これをさらに進めることができます。

4.2.4 提案されたノードラベル

CloudNativePG は、 `node-role.kubernetes.io/postgres` ラベルを使用することをお勧めします。これは予約ラベル`*.kubernetes.io` であるため、ワーカーノードが作成された後にのみ適用できます。

`postgres` ラベルをノードに割り当てるには、次のコマンドを使用します。

```
kubectl label node <NODE-NAME> node-role.kubernetes.io/postgres=
```

`Cluster` リソースが `postgres` ノードでスケジュールされるようにするには、マニフェストで`.spec.affinity.nodeSelector` スタンザを正しく構成する必要があります。次に例を示します。

```
spec:
  # <snip>
  affinity:
    # <snip>
    nodeSelector:
      node-role.kubernetes.io/postgres: ""
```

4.2.5 提案されたノードテイント

CloudNativePG は、 node-role.kubernetes.io/postgres テイントを使用することをお勧めします。

postgres テイントをノードに割り当てるには、次のコマンドを使用します。

```
kubectl taint node <NODE-NAME> node-role.kubernetes.io/postgres=:NoSchedule
```

postgres テイントを持つノードで Cluster リソースがスケジュールされるように保証には、マニフェストで.spec.affinity.tolerations スタンザを正しく構成する必要があります。次に例を示します。

```
spec:
  # <snip>
  affinity:
    # <snip>
    tolerations:
      - key: node-role.kubernetes.io/postgres
        operator: Exists
        effect: NoSchedule
```

4.3 PostgreSQL アーキテクチャ

CloudNativePG は、非同期および同期ストリーミングレプリケーションに基づいてクラスターをサポートし、次の仕様で同じ Kubernetes クラスター内の複数のホットスタンバイレプリカを管理します。

- 1 つのプライマリ、HA 用のオプションの複数のホットスタンバイレプリカ
- アプリケーションで使用可能なサービス
- -rw アプリケーションはクラスターのプライマリインスタンスにのみ接続します b_tran_6 -ro アプリケーションは読み取り専用ワークロードオプショナルのホットスタンバイレプリカにのみ接続します
- -r アプリケーションは読み取り専用のインスタンスに接続しますワークロードのみオプショナル
- PostgreSQL クラスターの復元力を向上させるために推奨されるシェアードナッシングアーキテクチャ
- PostgreSQL インスタンスは別の Kubernetes ワーカーノードに存在し、ネットワークのみを共有する必要があります。その結果、インスタンスはストレージを共有せず、できれば自分が作成したノードに接続されたローカルボリュームを使用する必要があります。run on
- PostgreSQL インスタンスは、同じ Kubernetes クラスター/リージョン内の異なるアベイラビリティーゾーンに存在する必要があります

> **注釈**
>
> *Cluster* 構成の `managed.services` セクションを介して上記のサービスを構成できます。これは、サービスの数を減らし、タイプを選択することにより実行できますデフォルトは `ClusterIP` です。詳細については、 *Service management* を参照してください。

以下。

次の図は、3 つの異なるアベイラビリティーゾーンにまたがる PostgreSQL クラスターに推奨されるシェアードナッシングアーキテクチャの単純化したビューを提供し、それぞれが PostgreSQL データ専用のローカルストレージを備えた別のノードで実行されます。

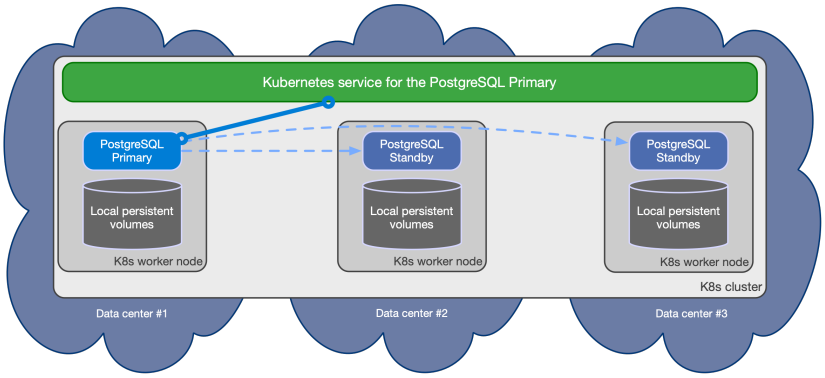


図 4: Bird-eye view of the recommended shared nothing architecture for PostgreSQL in Kubernetes

CloudNativePG は、クラスターのトポロジが変更された場合に、上記のサービスの更新を自動的に処理します。たとえば、フェールオーバーが発生した場合、`-rw` サービスを自動的に更新して昇格したプライマリをポイントし、アプリケーションからのトラフィックがシームレスにリダイレクトされるようにします。

> **注釈**
>
> CloudNativePG が同期設定を含む PostgreSQL レプリケーションに依存する方法の詳細については、 **レプリケーションユーザーについて** を参照してください。

> **注釈**
>
> 同じ Kubernetes クラスター内のステートレスアプリケーションから CloudNativePG に接続する方法については、 *Connecting from an application* を参照してください。

> **注釈**
>
> 接続プーラーとして PgBouncer を利用し、アプリケーションと PostgreSQL クラスターの間にアクセスレイヤーを作成する方法については、 *Connection Pooling* を参照してください。

4.3.1 読み取り/書き込みワークロード

アプリケーションは、次の図に示すように、Kubernetes オペレーターによって_currentprimary_として選択された PostgreSQL インスタンスに接続することを決定できます。

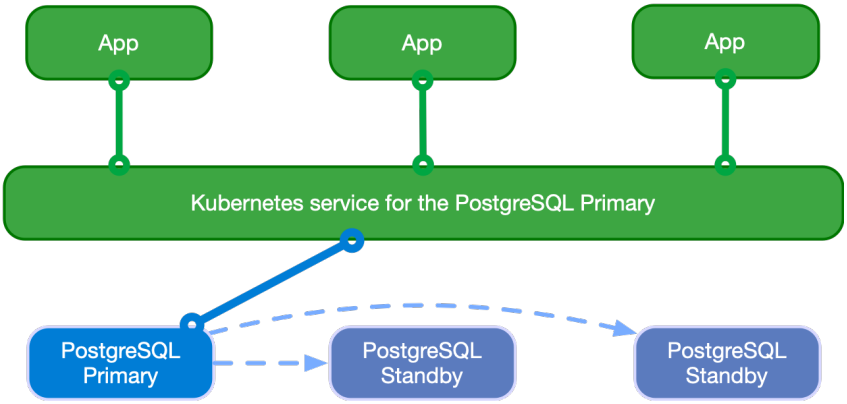


図 5: Applications writing to the single primary

アプリケーションは、 `-rw` サフィックスサービスを使用できます。

プライマリが一時的または永続的に使用不可になった場合、高可用性の目的で、CloudNativePG はフェイルオーバーをトリガーし、`-rw` サービスをクラスターの別のインスタンスをポイントします。

4.3.2 読み取り専用ワークロード

> **注釈**
>
> アプリケーションは制限に注意する必要があります Hot Standby

は、これらのワークロードを処理するときに PostgreSQL が動作する方法を示し、精通しています。

アプリケーションは、オペレーターが利用できる`-ro` サービスを介してホットスタンバイレプリカにアクセスできます。このサービスにより、アプリケーションはプライマリノードから読み取り専用クエリをオフロードできます。

次の図は、アーキテクチャを示しています。

アプリケーションは、 `-r` サービスを介して PostgreSQL インスタンスにアクセスすることもできます。

4.4 Kubernetes クラスター全体のデプロイメント

> **注釈**
>
> CloudNativePG は、このセクションで説明するように、レプリカクラスターを使用して分散 PostgreSQL トポロジを定義できる機能を介して、複数の Kubernetes クラスターにわたる PostgreSQL の展開をサポートします。

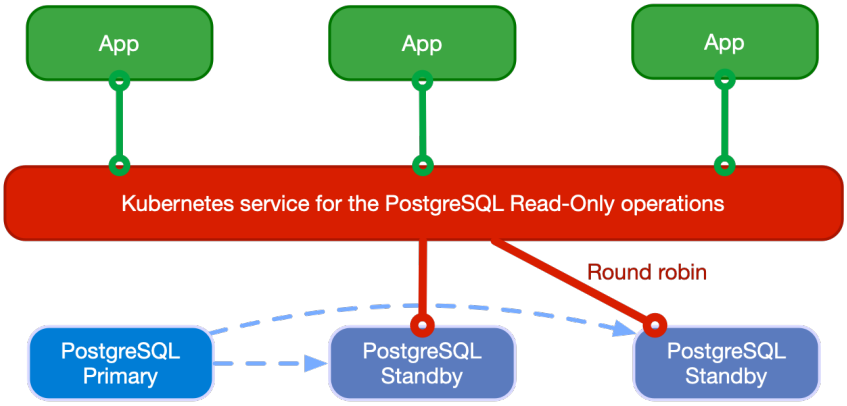


図 6: Applications reading from hot standby replicas in round robin

分散 PostgreSQL クラスターでは、常にプライマリとして機能する 1 つの PostgreSQL インスタンスのみが存在できます。これは、アプリケーションが常に単一の Kubernetes クラスター内にのみ書き込むことができることを意味します。

ただし、ビジネス継続性の目標に関しては、次のことが基本です。

- PostgreSQL バックアップデータを複数の場所、リージョンに保存し、場合によっては異なるプロバイダーを使用することにより、グローバル**リカバリポイント目標** *RPO* を削減しますディザスターリカバリー
- プライマリ Kubernetes クラスター高可用性を超えた PostgreSQL レプリケーションを利用することにより、グローバル**リカバリ時間目標** バックアップ頻度と *RTO* を削減します。

上記の懸念事項に対処するために、CloudNativePG は、さまざまな Kubernetes クラスターに分散され、プライマリ PostgreSQL クラスターと 1 つ以上の PostgreSQL レプリカクラスターで構成される PostgreSQL トポロジの概念を導入します。この機能は、**レプリカクラスターを使用した分散 PostgreSQL トポロジ**と呼ばれ、プライベート、パブリック、ハイブリッド、およびマルチクラウドのコンテキストでのマルチクラスター展開が有効になります。

レプリカクラスターは、継続的リカバリーにある別個の `Cluster` リソースであり、WAL アーカイブからの WAL シッピングを介して、またはプライマリまたはスタンバイカスケードからのストリーミングレプリケーションを介して、別のソースからレプリケートされます。

次の図は、2 つの異なる Kubernetes クラスターにまたがる PostgreSQL クラスターを示しています。プライマリクラスターは最初の Kubernetes クラスターにあり、レプリカクラスターは 2 番目にあります。2 番目の Kubernetes クラスターは、会社のディザスターリカバリークラスターとして機能し、災害が発生して最初のクラスターが使用不可になった場合にアクティブ化される準備が整います。

レプリカクラスターは、プライマリクラスターと同じアーキテクチャを持つことができます。プライマリインスタンスの代わりに、レプリカクラスターには**指定されたプライマリ**インスタンスがあります。これは、ストリーミングレプリケーション対称アーキテクチャで任意の数のカスケードスタンバイサーバーを持つスタンバイサーバーです。

指定されたプライマリは、いつでも昇格でき、レプリカクラスターを、書き込み接続を受け入れることができるプライマリクラスターに変換できます。これは通常、次のことによりトリガーされます。

- **人間の決定**他の PostgreSQL クラスターまたは Kubernetes クラスター全体をプライマリにすることを選択します。データの損失を回避し、元のプライマリが再クローン化されずに続くことができるよ

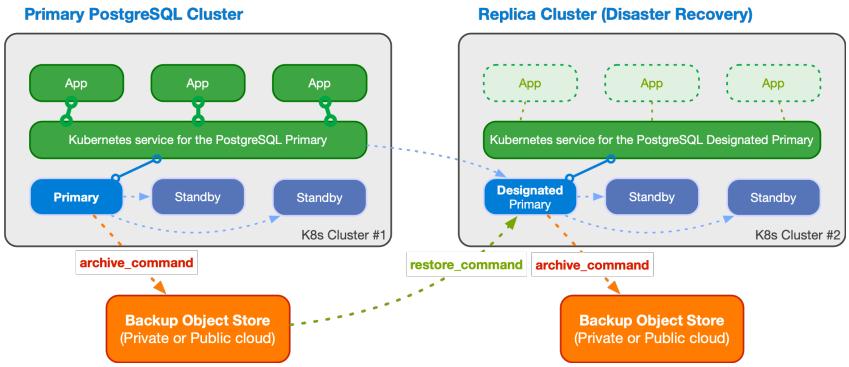


図 7: An example of multi-cluster deployment with a primary and a replica cluster

うに保証特に大規模なデータセットの場合、最初に現在のプライマリを降格し、次に CloudNativePG が提供する API を使用して指定されたプライマリを昇格させます。

- **予期しない障害** Kubernetes クラスター全体に障害が発生すると、データ損失が発生する可能性がありますが、PostgreSQL レプリカクラスターを昇格させることにより、他の Kubernetes クラスターにフェールオーバーする必要があります。

警告

CloudNativePG は、単一の Kubernetes クラスターを超える権限がないため、クラスター間の自動フェイルオーバーを実行できません。このような操作は手動で実行するか、マルチクラスター/フェデレーションクラスター対応機関に委任する必要があります。

注釈

CloudNativePG では、宣言的構成を介して分散トポロジを制御でき、GitOps を含むインフラストラクチャ・アズ・コード IaC プロセスの一部としてこれらの手順を自動化できます。

上記の例では、指定されたプライマリは、ストリーミングレプリケーション `primary_conninfo` を介して WAL 更新を受信します。フォールバックとして、ファイルベースの WAL 出荷を使用してオブジェクトストアから WAL セグメントを取得できます。たとえば、`restore_command` および `barman-cloud-wal-restore` を介して Barman Cloud プラグインを使用します。

CloudNativePG では、複数のレプリカクラスターを使用したトポロジを定義できます。より少ない数のレプリカクラスターを定義し、クラスターがプライマリに昇格したときにこの数を増やすこともできます。

注釈

物理レプリカクラスターがどのように動作するか、およびさまざまな Kubernetes クラスターにわたって読み取り専用クラスターを使用した分散トポロジを定義する方法の詳細については、 **レプリカクラスター** を参照してください。このアプローチは、グローバルディザスターリカバリーと高可用性 HA 戦略を大幅に強化できます。

第5章　Installation and upgrades

5.1 Kubernetes へのインストール

5.1.1 オペレーターマニフェストを直接使用する

オペレーターは、Kubernetes の他のリソースと同様に、kubectl を介して適用される YAML マニフェストを介してインストールできます。

latest operator manifest をインストールできます

このマイナーリリースでは次のようになります。

```
kubectl apply --server-side -f \
  https://raw.githubusercontent.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/release-1.30/
↪releases/cnpg-1.30.0.yaml
```

これは次の方法で確認できます。

```
kubectl rollout status deployment \
  -n cnpg-system cnpg-controller-manager
```

5.1.2 kubectl の cnpg プラグインを使用する

cnpg プラグインを使用して、静的マニフェストにあるデフォルトの構成オプションをオーバーライドできます。

たとえば、デフォルトの最新のマニフェストを生成しますが、ウォッチ名前空間を特定の名前空間のみに変更するには、次のコマンドを実行できます。

```
kubectl cnpg install generate \
  --watch-namespace "specific-namespace" \
  > cnpg_for_specific_namespace.yaml
```

より包括的な例については、 *postgresql.cnpg.io/v1* ドキュメントを参照してください。

> **警告**
>
> GKE に CloudNativePG をデプロイしており、エラー`... failed to call webhook...` を取得した場合は、公式 docs で説明しているように、デフォルトでは、ワーカーノードとコントロールプレーン間のトラフィックは、いくつかの特定のポートを除きてファイアウォールによってブロックされていることに注意してください

そしてこれによって issue 。 Webhook サービスの `targetPort` を許可されるもののいずれかに変更するか、ファイアウォールで Webhook のポート `9443` を開く必要があります。

5.1.3 最新の開発スナップショットのテスト

次の公式パッチリリースの前に CloudNativePG の最新の開発スナップショットをテストまたは評価する場合は、 cloudnative-pg/artifacts からマニフェストをダウンロードできます。

これにより、現在のトランクメインおよびサポートされている各リリースに簡単にアクセスできます。

たとえば、次の使用でオペレーターの最新のスナップショットをインストールできます。

```
curl -sSfL \
  https://raw.githubusercontent.com/cloudnative-pg/artifacts/main/manifests/operator-
↪manifest.yaml | \
  kubectl apply --server-side -f -
```

代わりに、この特定のマイナーリリースのオペレーターの最新のスナップショットを探している場合は、次を実行できます。

```
curl -sSfL \
  https://raw.githubusercontent.com/cloudnative-pg/artifacts/release-1.30/manifests/
↪operator-manifest.yaml | \
  kubectl apply --server-side -f -
```

注釈

スナップショットは CloudNativePG コミュニティでサポートされておらず、運用環境での使用を想定していません。

5.1.4 Helm チャートを使用する

オペレーターは、提供されている Helm chart を使用してインストールできます。

5.1.5 OLM を使用する

CloudNativePG は、 Operator Lifecycle Manager (OLM) からインストールすることもできます

OperatorHub.io から直接。

Red Hat OpenShift での展開の場合、EDB は、Red Hat OpenShift Container Platform から入手可能な CloudNativePG の認定バージョンを提供および完全にサポートしています。

5.2 デプロイメントの詳細

Kubernetes では、オペレーターはデフォルトで Kubernetes Deployment として cnpg-system 名前空間にインストールされます。この展開の名前は、インストール方法によって異なります。マニフェストまたは cnpg プラグインを介してインストールされる場合、デフォルトで cnpg-controller-manager と呼ばれます。Helm を介してインストールされた場合、デフォルト名は cnpg-cloudnative-pg です。

> **注釈**
>
> Helm を使用すると、 _"values.yaml"_ file の `fullnameOverride` フィールドを介してデプロイメントの名前をカスタマイズできます。

kubectl の describe コマンドを使用して、詳細情報を取得できます。

```
$ kubectl get deployments -n cnpg-system
NAME                READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
<deployment-name>   1/1     1            1           18m
```

```
kubectl describe deploy \
  -n cnpg-system \
  <deployment-name>
```

他の展開と同様に、レプリカセットの上にあり、ローリングアップグレードをサポートします。CloudNativePG オペレーターのデフォルト構成には、単一のレプリカの展開が付属しており、ほとんどのインストールに適しています。ポッドが実行されているノードに到達できなくなった場合、ポッドは別のノードで再スケジュールされます。

オペレーターレベルでの高可用性が必要な場合、オペレーターがリーダー選択をサポートしていることを考慮すると、展開構成で複数のレプリカを指定できます。また、テイントと寛容を利用して、実際の PostgreSQL クラスターが実行されているノードでオペレーターが実行されないことを確認できます。これには、自己管理の Kubernetes インストールのコントロールプレーンが含まれる場合があります。

> **注釈**
>
> いくつかのデフォルトオプションをオーバーライドすることにより、オペレーターのデフォルト動作を変更できます。詳細については、 *Operator configuration* セクションを参照してください。

5.3 アップグレード

> **注釈**
>
> *1.14.0* 以前のリリースノート をよくお読みください

一部のバージョンは追加の手順を必要とする場合があるため、アップグレードを実行する前に。

CloudNativePG オペレーターのアップグレードは、2 段階のプロセスです。

1. コントローラと関連する Kubernetes リソースをアップグレードする
2. すべての PostgreSQL ポッドで実行されているインスタンスマネージャーをアップグレードする

リリースノートに別の記載がない限り、最初のステップは、通常、プレーンな Kubernetes インストールの新しいバージョンのマニフェストを適用するか、使用するディストリビューションのネイティブパッケージマネージャーを使用して実行されます上記のセクションの指示に従ってください。

2 番目のステップは、コントローラの更新後に自動的にトリガーされます。デフォルトでは、これにより、展開されたすべての PostgreSQL クラスターのローリング更新が開始され、新しいインスタンスマネージャーを使用するように一度に 1 つのインスタンスをアップグレードします。ローリング更新は、`primaryUpdateStrategy` オプションによって制御されるスイッチオーバーで終了します。デフォルト値 `unsupervised` は、スイッチオーバーを自動的に完了します。 `supervised` に設定している場合、ユーザーは `kubectl` の `cnpg` プラグインを使用して、新しいプライマリインスタンスを手動でプロモートする必要があります。

> **注釈**
>
> このプロセスは、 *Rolling updates* ページで詳細に説明されています。

> **注釈**
>
> *primaryUpdateStrategy* が `unsupervised` のデフォルト値に設定されている場合、オペレーターのアップグレードは PostgreSQL クラスターでスイッチオーバーをトリガーし、通常は無視できるダウンタイムを発生します。 PostgreSQL クラスターにインスタンスが 1 つだけある場合、 *supervised* 値は `primaryUpdateStrategy` でサポートされていないため、インスタンスは自動的に再起動されます。いずれの場合も、アプリケーションは PostgreSQL に再接続する必要があります。

デフォルトのローリング更新動作は、インスタンスマネージャーのインプレース更新に置き換えることができます。このアプローチでは、PostgreSQL インスタンスの再起動が必要ないため、クラスター内のスイッチオーバーを回避します。この機能はデフォルトで無効になっていますが、以下で詳細に説明します。

5.3.1 スプレッドアップグレード

デフォルトでは、すべての PostgreSQL クラスターは同時にロールアウトされるため、特に複数のクラスターを管理する場合、リソース使用量の急増につながる可能性があります。CloudNativePG は、 *operator level* で 2 つの構成オプションを提供します

これにより、クラスターのロールアウト間、または同じクラスター内のインスタンス間で遅延を導入でき、時間の経過とともにリソース使用量を分散するのに役立ちます。

- `CLUSTERS_ROLLOUT_DELAY` さまざまな PostgreSQL クラスターデフォルト `0` のロールアウトの間で待機する秒数を定義します。
- `INSTANCES_ROLLOUT_DELAY` 同じ PostgreSQL クラスター内の個々のインスタンスのロールアウトの間で待機する秒数を定義しますデフォルト `0` 。

5.3.2 インスタンスマネージャーのインプレース更新

デフォルトでは、CloudNativePG は、オペレーターが更新されるたびに、クラスターのローリング更新を発行します。オペレーターに同梱される新しいインスタンスマネージャーは、init コンテナを介して各 PostgreSQL ポッドに追加されます。

ただし、この動作は構成を介して変更でき、インスタンスマネージャーのインプレース更新を有効にできます。これは、コンテナを生きたままにする PID 1 プロセスです。

内部的には、CloudNativePG の各インスタンスマネージャーは、完全性検証フェーズが正常に完了し、すべての内部プロセスを正常に終了した後、既存の実行可能ファイルを置き換える新しい実行可能ファイルのインジェクションをサポートします。新しいバイナリで再起動すると、インスタンスマネージャーは既に実行されている_postmaster_をシームレスに採用します。

その結果、PostgreSQL プロセスは更新の影響を受けず、スイッチオーバーを実行する必要はありません。コインの反対側は、Pod がスタート後に変更され、不変性の純粋な概念を壊すということです。

Operator configuration で `ENABLE_INSTANCE_MANAGER_INPLACE_UPDATES` 環境変数を`'true'` に設定することにより、この機能を有効にできます。

インプレースアップグレードプロセスでは、ポッド内の init コンテナイメージは変更されません。したがって、ポッド定義はオペレーターの現在のバージョンを反映しません。

5.3.3 バージョン間の互換性

CloudNativePG はセマンティックバージョニングに従います。同じ API バージョン内のオペレーターのすべてのリリースは、以前の API バージョンと互換性があります。現在の API バージョンは v1 で、オペレーターのバージョン 1.x.y に対応します。

新機能に加えて、オペレーターの新しいバージョンにはバグ修正と安定性の強化が含まれています。このため、各バージョンは、最も安全で安定した Postgres 環境を維持するためにリリースされるため、**オペレーターの最新バージョンにアップグレードすることを強くお勧めします。

CloudNativePG は現在、少なくとも毎月オペレーターの新しいバージョンをリリースしています。各バージョンが利用可能になったときに更新を適用できない場合は、バージョンをスキップせずに、各バージョンを順番にアップグレードして、定期的に最新の状態になることをお勧めします。

1.14.0 以前のリリースノート ページには、CloudNativePG のすべてのリリースバージョンで導入された変更の詳細なリストが含まれており、ソフトウェアの新しいバージョンにアップグレードする前に読む必要があります。

ほとんどのバージョンは直接アップグレード可能であり、その場合、プレーンな Kubernetes インストールに新しいマニフェストを適用するか、選択したディストリビューションのネイティブパッケージマネージャーを使用するだけで十分です。

バージョンを直接アップグレードできない場合、新しいバージョンをインストールする前に古いバージョンを削除する必要があります。これはユーザーデータに影響を与えるのではなく、オペレーター自分自身にのみ影響を与えます。

5.3.4 1.30.0、1.29.2、または 1.28.4 へのアップグレード

> **注釈**
>
> すべての CloudNativePG ユーザーがバージョン 1.30.0、または少なくとも現在のマイナーリリース 1.29.2 または 1.28.4 などの最新の安定バージョンにアップグレードすることを強くお勧めします。

これらのリリースには、アップグレードする前に確認する価値のある変更が導入されています。2 つは **1.30.0、1.29.2、および 1.28.4** に適用されるセキュリティ変更です。オペレーターサイドのパスワードエンコード `CVE-2026-55765` と `search_path` の強化 `CVE-2026-55769` 。他の 3 つは **1.30.0** のみの新機能です。宣言的ロール管理用の `DatabaseRole` リソース、クラスターごとのリースを介した安全なプライマリ選択、およびインスタンスマネージャーのステータスポート `GHSA-7qwx-x8ff-3px9` でのオペレーター対インスタンス認証。さらに、**1.29.1 または 1.28.3** より古いリリースからアップグレードする場合、`CVE-2026-44477` からのメトリックエクスポータ権限の分離も適用されます。それぞれについて、以下の独自のサブセクションで説明します。

5.3.5 オペレーター側のパスワードエンコーディング CVE-2026-55765

バージョン 1.30.0、1.29.2、および 1.28.4 から、セキュリティ上の理由から `CVE-2026-55765` / `GHSA-w3gf-xc94-wvmj` 、CloudNativePG SCRAM-SHA-256 はロールパスワードをエンコードします **オペレータサイド** PostgreSQL の観点からクライアントサイド)`CREATE /ALTER ROLE` ステートメントを発行する前に。その結果、PostgreSQL パーサーに到達するリテラルおよび `pg_stat_statements` や `pgaudit` などの拡張機能が観察するリテラルは、`pg_authid.rolpassword` に到達するハッシュと同じであり、平文シークレットではありません。エンコードは、オペレーターが使用するすべての基本認証 `Secret` 、`postgres` スーパーユーザーシークレット、アプリケーションユーザーシークレット、および管理対象ロールパスワードシークレットに適用されます。MD5 または SCRAM-SHA-256 シャドウフォームで既に指定されたパスワードは、変更せずにパススルーされます。

PostgreSQL 14 以降、 `password_encryption` はデフォルトで `scram-sha-256` になるため、既存のインストールがこの変更の影響を受けることはないと思われます。

クラスターが `password_encryption` を `scram-sha-256` 以外の値に明示的にオーバーライドしていて、PostgreSQL 演算子ではなくにパスワードをハッシュする方法を決定したい場合は、各 basic-auth `Secret` にアノテーション `cnpg.io/passwordPassthrough: "enabled"` を設定してオプトアウトしますオペレーターが消費します。オペレーターはパスワード値をそのまま転送し、PostgreSQL は独自の `password_encryption` GUC に従ってそれをエンコードします。

> **警告**
>
> *cnpg.io/passwordPassthrough* アノテーションは、*Cluster* リソースではなく、**basic-auth Secret**自分自身に設定する必要があります。 *Cluster* に配置しても効果はなく、オペレーターは PostgreSQL に送信する前にパスワードに SCRAM-SHA-256 エンコードを適用し続けます。

> **警告**

cnpg.io/passwordPassthrough: "enabled" を使用すると、オペレーターはシークレットの `password` 値を逐語転送します。その値がクリアテキストの場合、*password_encryption = md5* クラスターで一般的なように、*pg_stat_statements* や `pgaudit` などの拡張機能はそれを監視します。

オペレーターサイドのエンコーディングのオプトアウト を参照

詳細については。

5.3.6 search_path 強化 CVE-2026-55769

また、バージョン 1.30.0、1.29.2、および 1.28.4 から、セキュリティ上の理由から `CVE-2026-55769 / GHSA-x8c2-3p4r-v9r6` 、CloudNativePG は PostgreSQL へ開くすべての接続で `search_path` を固定 `pg_catalog, public, pg_temp` に固定するため、テナント制御の `ALTER DATABASE / ALTER ROLE` 設定は、オペレーター発行のクエリーが非修飾のオブジェクト名を解決する方法に影響を与えることができなくなりました。PgBouncer 統合で使用される `SECURITY DEFINER` ルックアップファンクションは、アップグレード後の最初のリコンシリエーション中に、独自の固定された `search_path` を使用して自動的に再作成されます。 スキーマの解決と `search_path の強化 <スキーマの解決と `search_path` の強化>` を参照

理論的根拠のため。

この変更は、 `search_path` が `pg_catalog, public, pg_temp` に固定されているトランザクション内で実行されるカスタムモニタリングクエリーにも影響します。カスタムメトリックが、非修飾名を介して他のユーザー定義スキーマにあるオブジェクトを参照している場合、アップグレード後も解決し続けるようにスキーマ修飾たとえば `myschema.mytable` 。ユーザー作成のブートストラップ `postInit*` および論理インポートインポート後 SQL は影響を受けません。これらは標準の`"$user", public` 解像度で実行され続けます。

5.3.7 DatabaseRole リソースを使用した宣言的ロール管理

バージョン 1.30.0 以降、クラスターの `.spec.managed.roles` スタンザでインライン宣言するのではなく、スタンドアロンの *DatabaseRole* リソースとして PostgreSQL ロールを管理することもできます。これはオプトイン機能の強化であり、アップグレード時のアクションは必要ありません。既存のインラインロールは変更せずに動作し続け、インライン `managed.roles` メソッドは完全にサポートされたままです。

中断せずに既存のインラインロールを `DatabaseRole` の下に移動するには、最初に `DatabaseRole` を作成してから、`.spec.managed.roles` から一致するエントリーを削除します。両方が存在しますが、クラスター仕様が常に優先されるため、インラインエントリがなくなった場合にのみ管理が引き渡されます。インライン管理ロールから `DatabaseRole への移行 <インライン管理ロールから `DatabaseRole` への移行>` を参照

完全な手順については。

`DatabaseRole` は `ensure: absent` をサポートしていません。インライン `managed.roles` スタンザが `ensure: absent` を設定することによりロールをドロップする場合、 `DatabaseRole` は代わりに `databaseRoleReclaimPolicy` フィールドに依存します。`databaseRoleReclaimPolicy: delete` でリソースを削除して PostgreSQL からロールを削除するか、デフォルトの `retain` をそのままにしてロールをそのままにします。

5.3.8 安全な予備選挙

バージョン 1.30.0 から、CloudNativePG は、クラスターごとの Kubernetes `Lease` を介してプライマリプロモーションを調整し、任意の時点で、最大 1 つのインスタンスが自分自身をプロモーションするようにします。この動作は自動的に有効になり、構成は必要ありません。リースタイミングは、`.spec.primaryLease` を介してオプションで調整できます**安全な予備選挙** を参照してください。

> **警告**
>
> この機能を使用するには、オペレーターが `coordination.k8s.io` API グループの `Lease` オブジェクトを管理する必要があります。バンドルされたオペレーターマニフェストと Helm チャートは、必要な権限を自動的に付与します。オペレーターの RBAC を自分で管理する場合、アップグレードする前に、*coordination.k8s.io* API グループの `leases` に `create` 、*get* 、*list* 、*update* 、および `watch` 動詞を追加する必要があります。そうしないと、プライマリはプロモーションできません。

5.3.9 オペレーターからインスタンスへの認証 GHSA-7qwx-x8ff-3px9

バージョン 1.30.0 から、オペレーターは、メモリ内クライアント証明書をピン留めすることにより、インスタンスマネージャーのステータスポート backup、`pg_controldata` 、部分的な WAL アーカイブ、およびインスタンスマネージャーのアップグレードの機密エンドポイントへの呼び出しを認証します。これは自動的に有効になり、構成は必要ありません。ステータス、状態、およびプローブエンドポイントは認証されないままです。この強化はバックポートされません。1.30.0 より前のリリースでは、`NetworkPolicy` でステータスポート TCP 8000 を制限し続けますが、これはセキュリティ境界のままです。オペレーターからインスタンスへの認証 `GHSA-7qwx-x8ff-3px9 <オペレーターからインスタンスへの認証 *GHSA-7qwx-x8ff-3px*9>` を参照

詳細については。

> **警告**
>
> この保護には、ハード要件があります。ステータスポートは TLS で提供される必要があります v1.24 以降のデフォルトです。 v1.24 より古いオペレーターによって作成されたインスタンスは、プレーンな HTTP でステータスポートを提供します。インスタンスマネージャーが 1.30.0 にアップグレードされると、オペレーターはそれらに対して認証できなくなり、保護されたエンドポイントへのすべての呼び出しは `401 Unauthorized` で**永久に**拒否されます。このようなインスタンスをまだ実行している場合は、ローリング更新を実行して、ポッドが TLS 対応ステータスポートで再作成されます。 v1.24 以降で作成されたインスタンスは影響を受けません。

5.3.10 メトリックエクスポーターの特権分離 CVE-2026-44477

これは、1.29.1 または 1.28.3 より古いリリース**たとえば、1.29.0、1.28.2、または以前のバージョンからアップグレードする場合にのみ適用されます。1.29.1、1.28.3 以降に既にインストールされている場合には、この変更が既に含まれています。

`CVE-2026-44477` / `GHSA-423p-g724-fr39` の修正により、メトリックエクスポーターは、`postgres` スーパーユーザーではなく、`pg_monitor` 特権のみを持つ専用の `cnpg_metrics_exporter` ロールとして認証します。

ユーザー所有テーブルを読み取るカスタムモニタリングクエリー、または PUBLIC CONNECT が取り消されたデータベースに対して target_databases: '*' を使用するカスタムモニタリングクエリーは、cnpg_metrics_exporter に対する明示的な GRANT ステートメントが必要です。**カスタムクエリーの特権と安全性** を参照

と **メトリックエクスポーターロールの手動作成**

モニタリング文書で。

5.4 リリースアセットの検証

CloudNativePG は、すべての公式リリースアセットに暗号的に署名します。これらの署名を検証することにより、アセットが公式リポジトリから生成され、自動リリースワークフローを通じて公開されたことが保証されます。

> **注釈**
>
> **リリースの完全性とサプライチェーン** を参照してください

詳細については、

5.4.1 前提条件

- **署名検証** cosign CLI
- **SBOM と来歴** Docker Buildx

Docker Desktop および最新の Docker バージョンに含まれています

5.4.2 オペレーター YAML 展開の検証

直接 YAML マニフェストを介してインストールする場合、GitHub Release page で提供される対応するバンドル .sigstore.json ファイルを使用してマニフェストファイルを確認する必要があります。

次のコマンドを実行します。

```
cosign verify-blob \
  cnpg-{version}.yaml \
  --bundle cnpg-{version}.sigstore.json \
  --certificate-identity-regexp "^https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/.
↪github/workflows/release-publish.yml@refs/tags/v" \
  --certificate-oidc-issuer "https://token.actions.githubusercontent.com"
```

5.4.3 SLSA の出所の検証

リリースバイナリを検証するには、アーティファクトと来歴ファイル multiple.intoto.jsonl の両方を GitHub release からダウンロードし、実行します。

```
slsa-verifier verify-artifact <ARTIFACT> \
  --provenance-path multiple.intoto.jsonl \
  --source-uri github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg
```

5.4.4 オペレーターコンテナイメージの検証

次のコマンドを実行して、CloudNativePG オペレーターイメージの署名を確認します。

```
cosign verify ghcr.io/cloudnative-pg/cloudnative-pg:{tag} \
  --certificate-identity-regexp="^https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/.
↪github/workflows/release-publish.yml@refs/tags/v" \
  --certificate-oidc-issuer="https://token.actions.githubusercontent.com"
```

完全な透明性を実現するために OCI 証明書を提供します。ソフトウェア部品表 SBOM を検査するか、来歴をビルドするには、docker buildx imagetools コマンドを使用します。

SPDX 形式のソフトウェア部品表 SBOM を表示するには

```
docker buildx imagetools inspect ghcr.io/cloudnative-pg/cloudnative-pg:{tag} \
  --format {{ json (index .SBOM "linux/amd64").SPDX }}
```

SLSA 来歴ビルドの詳細を検査するには

```
docker buildx imagetools inspect ghcr.io/cloudnative-pg/cloudnative-pg:{tag} \
  --format {{ json (index .Provenance "linux/amd64").SLSA }}
```

注釈

SLSA の出所の検証 参照

SLSA ビルドレベル 3 コンプライアンス検証用。

5.4.5 PostgreSQL オペランドイメージの検証

CloudNativePG は、サポートされているすべての PostgreSQL バージョンのコンテナイメージを postgres-containers の一部として維持します

オペランドイメージとも呼ばれます。

特定のオペランドイメージの署名を検証するには

```
cosign verify ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:{tag} \
  --certificate-identity-regexp="^https://github.com/cloudnative-pg/postgres-
↪containers/" \
  --certificate-oidc-issuer="https://token.actions.githubusercontent.com"
```

SPDX 形式のソフトウェア部品表 SBOM を表示するには

```
docker buildx imagetools inspect ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:{tag} \
  --format {{ json (index .SBOM "linux/amd64").SPDX }}
```

SLSA 来歴ビルドの詳細を検査するには

```
docker buildx imagetools inspect ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:{tag} \
  --format {{ json (index .Provenance "linux/amd64").SLSA }}
```

第6章　Quickstart

このセクションでは、Kind または Minikube のいずれかを使用してローカル Kubernetes クラスターに Cloud-NativePG を展開することにより、ローカルマシンで PostgreSQL クラスターをテストする方法をガイドします。

::: 警告このセクションに含まれる手順は、デモンストレーション、テスト、および練習のみを目的としているため、実稼働環境では使用しないでください。::

他の Kubernetes アプリケーションと同様に、CloudNativePG は YAML で書かれた通常のマニフェストを使用して展開されます。

このページの手順に従うと、ローカルの Kubernetes インストールで PostgreSQL クラスターを起動し、実験できるはずです。

Kubernetes クラスターに接続するためには、マシンに `kubectl` がインストールされていることを確認してください。*how to install `kubectl* <https://kubernetes.io/docs/tasks/tools/install-kubectl/>`_ の Kubernetes ドキュメントに従ってください。 ::

6.1 パート 1: ローカル Kubernetes プレイグラウンドをセットアップする

最初の部分は、Minikube または Kind のインストールに関するものです。時間をかけてシステムについて読み、どれを続行するかを決定してください。いずれかの設定を行ったら、パート 2 に進んでください。

パート *4 Prometheus* と *Grafana* を使用してクラスターを監視する では、ローカルテスト/評価のために Prometheus と Grafana を使用したモニタリングを設定する手順も提供します

6.1.1 Minikube

Minikube は、Kubernetes をローカルで簡単に実行できるツールです。Minikube は、Kubernetes を試してみるか、日常的に開発しようとしているユーザーのために、ラップトップの仮想マシン VM 内でシングルノード Kubernetes クラスターを実行します。通常、VirtualBox と組み合わせて使用します。

詳細については、ローカルの個人環境の公式 Kubernetes documentation on how toinstall Minikube で見つけることができます。インストールしたら、次のコマンドを実行して minikube クラスターを作成します。

```
minikube start
```

これにより、Kubernetes クラスターが作成され、使用する準備が整います。次のコマンドで動作することを確認します。

```
kubectl get nodes
```

minikube という名前のノードが 1 つ表示されます。

6.1.2 種類

仮想マシンハイパーバイザーを使用したくない場合、Kind は、Docker コンテナ「ノード」を使用してローカル Kubernetes クラスターを実行するためのツールです。Kind は、確かに「Kubernetes IN Docker」の略です。

Quickstart の指示に従って、環境に kind をインストールし、次の Kubernetes クラスターを作成します。

```
kind create cluster --name pg
```

6.2 パート 2 CloudNativePG のインストール

ラップトップで Kubernetes インストールをアップして実行しているため、CloudNativePG のインストールに進むことができます。

インストールと使用 セクションを参照して、PostgreSQL クラスターの展開を続行してください。

6.3 パート 3 PostgreSQL クラスターを展開する

Kubernetes の他の展開と同様に、PostgreSQL クラスターを展開するには、目的の Cluster を定義する構成ファイルを適用する必要があります。

cluster-example.yaml サンプルファイルは、デフォルトのストレージクラスを使用して単純な Cluster を定義して、ディスク領域を割り当てます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi
```

API Reference を参照してください。 ::

3 ノード PostgreSQL クラスターを作成するには、次のコマンドを実行する必要があります。

```
kubectl apply -f cluster-example.yaml
```

get pods コマンドでポッドが作成されていることを確認できます。

```
kubectl get pods
```

これにより、デフォルトの名前空間でポッドが検索されます。Kubernetes インストールの他のワークロードからクラスターを分離するには、クラスターを展開する新しい名前空間をいつでも作成できます。または、ラベルを使用できます。オペレーターは、特定のクラスターに関連するすべてのオブジェクトに cnpg.io/cluster ラベルを適用します。例

```
kubectl get pods -l cnpg.io/cluster=<CLUSTER>
```

を使用していることに注意してください。過去に postgresql を見たり使用したりしたことがあるかもしれません。このラベルは非推奨であり、将来的に削除される予定です。cnpg.io/cluster を使用してください。 ::

デフォルトでは、オペレーターは、オペレーターがリリースされたときに PostgreSQL の最新メジャーバージョンの利用可能な最新のマイナーバージョンをインストールします。Cluster 定義の spec セクションで imageName キーを設定することにより、これをオーバーライドできます。例、PostgreSQL 13.6 をインストールするには

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
   # [...]
spec:
   # [...]
   imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:13.6
   #[...]
```

不変のインフラストラクチャパラダイムでは、常に特定のバージョンのコンテナイメージをポイントする必要があります。クラスター内の更新ポリシーとバージョンの一貫性の点で予期せぬシナリオが発生する可能性があるため、実稼働環境では latest や 13 のようなタグを使用しないでください。厳密な決定論的で反復可能な展開の場合、<image>:<tag>@sha256:<digestValue> 形式を介してイメージ名にダイジェストを追加できます。 ::

```
.. note::[その他にも]
```

オペレーターにバンドルされたクラスター構成の例がいくつかあります。例 を参照してください。 ::

6.4 パート 4 Prometheus と Grafana を使用してクラスターを監視する

Prometheus と Grafana のインストールは、このプロジェクトの範囲外です。このセクションの手順は、実験と説明のみを目的として提供されています。::

このセクションでは、可観測性を実現するために Prometheus と Grafana を展開する方法、CloudNativePG クラスターを監視するための Grafana ダッシュボードを作成する方法、およびアラート条件を定義する Prometheus ルールセットを示します。

Kube-Prometheus stack を活用します

Helm チャート。Prometheus Community によって維持されます。追加のドキュメントと背景については、プロジェクトの Web サイトを参照してください。

Kube-Prometheus-stack Helm チャートは、 Prometheus Operator Alert Manager を含む Prometheus Operator 、および Grafana 展開をインストールします。

この Helm チャートの展開のための構成ファイルが含まれており、CloudNativePG クラスターのオブザーバビリティに役立つ初期設定を提供します。

6.4.1 インストール

Helm をまだインストールしていない場合は、instructions に従って、システムにインストールしてください。

`prometheus-community` Helm チャートリポジトリを追加し、サンプル構成

kube-stack-config.yaml で *Kube Prometheus* **スタック**をインストールする必要があります。

これは、次のコマンドで実行できます。

```
helm repo add prometheus-community \
  https://prometheus-community.github.io/helm-charts

helm upgrade --install \
  -f https://raw.githubusercontent.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/main/docs/src/
↪https://raw.githubusercontent.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/main/docs/src/
↪samples/monitoring/kube-stack-config.yaml \
  prometheus-community \
  prometheus-community/kube-prometheus-stack
```

完了すると、Prometheus、Grafana、および Alert Manager が `kube-stack-config.yaml` ファイルで構成されます。

- Prometheus インストールから、 **any** `PodMonitor` を監視する Prometheus Operator が登場します*monitoring* を参照してください。
- Alert Manager と Grafana は両方とも有効になっています。

helm install を参照してください。

ドキュメント。 ::

いくつかのカスタムリソースが作成されたことがわかります。

```
% kubectl get crds
NAME                                        CREATED AT
...
alertmanagers.monitoring.coreos.com         <timestamp>
...
prometheuses.monitoring.coreos.com          <timestamp>
prometheusrules.monitoring.coreos.com       <timestamp>
...
```

および一連のサービス

```
% kubectl get svc
NAME                                    TYPE        PORT(S)
…                                        …           …
prometheus-community-grafana            ClusterIP   80/TCP
prometheus-community-kube-alertmanager  ClusterIP   9093/TCP
prometheus-community-kube-operator      ClusterIP   443/TCP
prometheus-community-kube-prometheus    ClusterIP   9090/TCP
```

6.4.2 Prometheus での表示

この時点で、モニタリングをアクティブ化して展開された CloudNativePG クラスターは、Prometheus を介して監視できます。

たとえば、PodMonitor を有効にした単純なクラスターを展開できます。

```
kubectl apply -f - <<EOF
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-with-metrics
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi
- --
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: cluster-with-metrics
spec:
  selector:
    matchLabels:
      cnpg.io/cluster: cluster-with-metrics
  podMetricsEndpoints:
  - port: metrics
EOF
```

Prometheus にアクセスするには、Prometheus サービスをポート転送します。

```
kubectl port-forward svc/prometheus-community-kube-prometheus 9090
```

次に、次の Prometheus コンソールにローカルにアクセスします。 http://localhost:9090/

CloudNativePG クラスターに関連する一連のメトリックを見つけます。詳細については、*monitoring section* を参照してください。

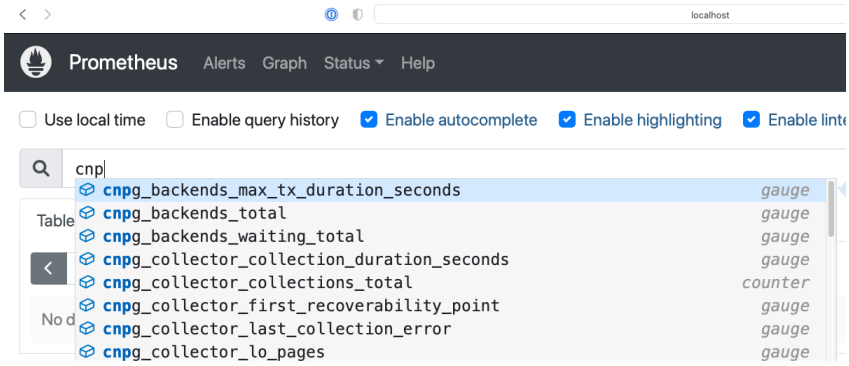


図 1: local prometheus

CloudNativePG オペレーターをターゲットとする PodMonitor を作成することにより、CloudNativePG オペレーターをモニタすることもできます。*monitoring page* の関連セクションを参照してください。

`prometheusRule` を作成することにより、いくつかのアラートを定義できます。

```
kubectl apply -f \
  https://raw.githubusercontent.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/main/docs/src/
↪https://raw.githubusercontent.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/main/docs/src/
↪samples/monitoring/prometheusrule.yaml
```

デフォルトのアラートが表示されます。

```
% kubectl get prometheusrules
NAME                                                    AGE
cnpg-default-alerts                                     3m27s
```

Prometheus コンソールで、 *Alerts* メニューをクリックして、インストールしたばかりのアラートを表示できます。

6.4.3 Grafana ダッシュボード

これまでのインストールでは、Grafana は事前定義されたダッシュボードなしで展開されます。

Grafana を開くには、grafana サービスをポート転送できます。

```
kubectl port-forward svc/prometheus-community-grafana 3000:80
```

http://localhost:3000/ で Grafana にローカルにアクセスします

ユーザー名として資格情報が `admin`、パスワードとして `prom-operator` を提供します `kube-stack-config.yaml` で定義。

CloudNativePG は、専用の grafana-dashboards で Grafana のデフォルトのダッシュボードを提供します。ファイル grafana-dashboard.json をダウンロードできます。

GUI から手動でインポートしますメニュー Dashboards > New > Import 。作成したばかりの CloudNativePG ダッシュボードをクリックできるようになりました。

図 2: local grafana

::: 警告 前のダッシュボードの一部のグラフは、No data を表示するいくつかのグラフを生成する kubelet_volume_stats_available_bytes や kubelet_volume_stats_capacity_bytes など、これが作成された時点でアルファ段階にあったメトリックを利用しています。::

ローカル設定では、Prometheus と Grafana は、モニタリング機能を有効にして展開された CloudNativePG クラスターを自動的に検出および監視するように構成されていることに注意してください。

6.4.4 cluster-example.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi
```

第7章　Image Catalog

`ImageCatalog` および `ClusterImageCatalog` は、PostgreSQL イメージのライフサイクルを `Cluster` 定義から分離できるカスタムリソース定義 CRD です。カタログを使用することにより、イメージの更新を一元管理できます。カタログエントリが更新されると、関連するすべてのクラスターが自動的に *roll out the new image* 。

カスタムカタログをビルドすることはできますが、CloudNativePG は `ClusterImageCatalog` リソースとして *CloudNativePG カタログ* を提供し、すべての公式コミュニティ PostgreSQL コンテナイメージをカバーします。

7.1 カタログのスコーピング

2 つのリソースの主な違いは、そのスコープです。

Resource	Scope	Best use case
ImageCatalog	Namespaced	Application-specific versions or team-level restrictions.
ClusterImageCatalog	Cluster-wide	Global standards across all namespaces for an organization.

7.2 カタログ構造

両方のリソースは、共通のスキーマを共有します。

- **メジャーバージョン** `major` PostgreSQL バージョンによってキー付けられたイメージのリスト。
- **一意性** `major` フィールドは、単一のカタログ内で一意である必要があります。
- **拡張機能**認定された拡張機能コンテナイメージのサポート `extension_control_path` 経由で PostgreSQL 18+で利用可能。
- **コンポーネントイメージ** PgBouncer などの非 PostgreSQL コンポーネントの名前付けイメージのオプションのリスト*コンポーネントイメージ* を参照してください。

> **警告**
>
> オペレーターは画像検出を実行せずにユーザー定義の `major` バージョンを信頼しますが、公式 CloudNativePG カタログはコミュニティによって事前検証され、すべての拡張機能とオペランドのイメージエントリが宣言されたメジャーバージョンと正しく一致することを確認します。カスタムカタログを作

成する場合は、宣言されたメジャーバージョンが実際の PostgreSQL イメージと一致することを確認して、互換性を維持する必要があります。

7.3 コンポーネントイメージ

PostgreSQL イメージに加えて、カタログは、 `componentImages` フィールドを介して他のコンポーネントのイメージを保存できます。各エントリは文字列 **key** によって識別されます。カタログ内で一意である必要がある小文字の英数字識別子ハイフン使用可、1〜63 文字。

現在、コンポーネントイメージの唯一のコンシューマは `Pooler` リソースであり、コンポーネントイメージエントリを参照して PgBouncer コンテナイメージを一元管理できますイメージカタログを使用する を参照してください。

次の例では、PgBouncer コンポーネントイメージを使用して名前空間 `ImageCatalog` を定義します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: ImageCatalog
metadata:
  name: my-catalog
  namespace: default
spec:
  images:
    - major: 18
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie
  componentImages:
    - key: pgbouncer
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/pgbouncer:1.25.1
```

クラスター全体のカタログの場合、`kind: ClusterImageCatalog` を使用し、`metadata.namespace` フィールドをドロップします `spec` はそれ以外の場合は同じです。

注釈

カタログには、最大 32 のコンポーネント画像エントリを含めることができます。キーは、小文字の英数字またはハイフンであり、英数字で始まり 63 文字までです。

7.4 構成例

7.4.1 カタログの定義

単一のカタログ内で複数のメジャーバージョンを定義できます。

次の例では、名前空間 `ImageCatalog` を定義します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: ImageCatalog
metadata:
  name: postgresql
  namespace: default
spec:
  images:
    - major: 15
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:15.14-system-trixie
    - major: 16
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:16.10-system-trixie
    - major: 17
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:17.6-system-trixie
    - major: 18
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie
```

次の例は、クラスター全体の ClusterImageCatalog を定義します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: ClusterImageCatalog
metadata:
  name: postgresql-global
spec:
  images:
    - major: 15
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:15.14-system-trixie
    - major: 16
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:16.10-system-trixie
    - major: 17
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:17.6-system-trixie
    - major: 18
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie
```

7.4.2 クラスター内のカタログの参照

Cluster リソースは、 imageCatalogRef を使用して画像を選択します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  imageCatalogRef:
    apiGroup: postgresql.cnpg.io
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    kind: ClusterImageCatalog # Or ImageCatalog
    name: postgresql-global
    major: 18
  storage:
    size: 1Gi
```

7.5 イメージボリューム拡張を使用したイメージカタログ

イメージボリューム拡張を使用したイメージカタログ では、カタログエントリー内で直接拡張機能のコンテナをバンドルできます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: ImageCatalog
metadata:
  name: postgresql
spec:
  images:
    - major: 18
      image: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-minimal-trixie
      extensions:
        - name: foo
          image:
            reference: # registry path for your `foo` extension image
```

extensions セクションは *ExtensionConfiguration* の後です

API スキーマと構造。イメージカタログを参照するクラスターは、関連する拡張機能を名前でロードできます。

> **注釈**
>
> *documentation of image volume extensions* を参照してください。

内部イメージ構造、構成オプション、およびクラスター内のカタログ拡張機能を選択またはオーバーライドする方法の詳細については、

7.6 CloudNativePG カタログ

CloudNativePG プロジェクトは、サポートされているすべてのイメージの ClusterImageCatalog マニフェストを維持します。

これらのカタログは定期的に更新され、artifacts repository 内の 2 つの異なる場所で公開されます。

- **`image-catalogs <https://github.com/cloudnative-pg/artifacts/tree/main/image-catalogs>`_ :** 基本イメージタイプのコアカタログ定義。

- **`image-catalogs-extensions <https://github.com/cloudnative-pg/artifacts/tree/main/image-catalogs-extensions>`_ :** 上記のカタログと同じですが、 `minimal` イメージタイプに拡張定義が含まれるという主な違い。

各カタログは、イメージタイプと Debian リリースの特定の組み合わせに対応します `trixie` など。サポートされているすべての PostgreSQL メジャーバージョンの最新のコンテナイメージをリストしています。

important 最大限のセキュリティと不変性を保証するために、公式 CloudNativePG カタログ内のすべての画像は、タグだけでなく **SHA256 ダイジェスト** によって識別されます。

7.6.1 バージョンの互換性

コアカタログは古いバージョンのオペレーターで動作しますが、**``extensions`` セクションを含むカタログは CloudNativePG 1.29 以降**とのみ互換性があります。古いオペレーターの拡張定義を含むカタログを使用すると、これらの定義が拒否されます。

7.6.2 インストールと使用

これらのカタログをインストールすることにより、クラスター管理者は、PostgreSQL クラスターが、選択した Debian ディストリビューションとイメージタイプの特定の PostgreSQL メジャーバージョン内の最新のパッチリリースに自動的に更新されることを確認できます。

たとえば、`minimal` PostgreSQL コンテナイメージの最新のカタログを Debian `trixie` にインストールするには、次のコマンドを実行します。

```
kubectl apply -f \
  https://raw.githubusercontent.com/cloudnative-pg/artifacts/refs/heads/main/image-
↪catalogs/catalog-minimal-trixie.yaml
```

`image-catalogs` ディレクトリにある `kustomization` ファイルを使用して、使用可能なすべてのカタログをインストールできます。

```
kubectl apply -k https://github.com/cloudnative-pg/artifacts//image-catalogs?ref=main
```

次に、次の方法で展開されたすべてのカタログを表示できます。

```
kubectl get clusterimagecatalogs.postgresql.cnpg.io
```

7.6.3 例 クラスターでのカタログの使用

`trixie` 上の PostgreSQL 18 の最新の `minimal` イメージを常に追跡するクラスターを作成するには、次のように `Cluster` を定義します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: angus
spec:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  instances: 3
  imageCatalogRef:
    apiGroup: postgresql.cnpg.io
    kind: ClusterImageCatalog
    name: postgresql-minimal-trixie
    major: 18
  storage:
    size: 1Gi
```

第8章　Bootstrap

このセクションでは、新しい PostgreSQL クラスターを作成するために使用可能なオプションと、その背後にある設計理論的根拠について説明します。新しいクラスターをブートストラップするには、主に 2 つの方法があります。

- スクラッチから `initdb`
- 既存の PostgreSQL クラスターから直接 `pg_basebackup` または物理ベースバックアップ `recovery` を介して間接的に

`initdb` ブートストラップは、Kubernetes の外部にある場合、または PostgreSQL の別のメジャーバージョンを実行している場合でも、既存の PostgreSQL クラスターから 1 つ以上のデータベースをインポートするオプションも提供します。この機能の詳細については、*Importing Postgres databases* セクションを参照してください。

注釈

既存のクラスターからのブートストラップにより、**レプリカクラスター**の作成が可能になります。これは、継続的リカバリーのままで、ソースクラスターとの同期を維持し、読み取り専用接続を受け入れる独立した PostgreSQL クラスターです。詳細については、*Replica Cluster section* を参照してください。

警告

CloudNativePG では、*postgres* ユーザーとデータベースの両方が常に存在する必要があります。クラスターで管理タスクを実行するには、ローカルの Unix ドメインソケットを使用して、*postgres* ユーザーとして `peer` 認証を介して `postgres` データベースに接続する必要があります。*postgres* ユーザーまたは `postgres` データベースは**削除しないでください**。

注釈

CloudNativePG は *Kubernetes' native `VolumeSnapshot* API <https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/issues/2081>`_ のサポートを段階的に導入しています

バックアップおよびリカバリ操作におけるインクリメンタルおよび差分コピーの場合- 基になるストレージクラスでサポートされている場合。*Recovery from Volume Snapshot objects* を参照してください。

詳細については。

8.1 bootstrap セクション

_bootstrap_メソッドは、クラスター仕様の `bootstrap` セクションで定義できます。CloudNativePG は現在、次のブートストラップ方法をサポートしています。

- `initdb` 新しい PostgreSQL クラスターを初期化しますデフォルト
- `recovery` 既存のクラスターのベースバックアップから復元し、必要に応じて、使用可能なすべての WAL ファイルまたは指定された_ポイントインタイム_までを再生することにより、PostgreSQL クラスターを作成します
- `pg_basebackup` ストリーミングレプリケーションプロトコルを介して `pg_basebackup` を使用して、同じメジャーバージョンの既存のクローンを作成することにより、PostgreSQL クラスターを作成します。この方法は、データベースを CloudNativePG に移行する場合に特に役立ちますが、すべての要件を満たすのは難しい場合があります。ライブクラスターからのブートストラップ `pg_basebackup <ライブクラスターからのブートストラップ *pg_basebackup*>` の警告を必ずご確認ください。

注意深く。

マニフェストでは 1 つのブートストラップメソッドのみを指定できます。複数のブートストラップメソッドを定義しようとすると、検証エラーが発生します。

`initdb` メソッドとは対照的に、 `recovery` と `pg_basebackup` は両方とも別のクラスターオフラインまたはオンラインに基づいて新しいクラスターを作成し、レプリカクラスターをスピンアップするために使用できます。どちらも外部クラスターの定義に依存します。詳細については、*replica cluster section* を参照してください。

CloudNativePG オペレーターが `recovery` に提供する考えられるバックアップ方法とバックアップストレージの組み合わせの量を考えると、各方法のガイダンスについては専用の **オブジェクトストアからのリカバリー** を参照してください。

> **注釈**
>
> "API reference for the `bootstrap section <Bootstrap>` を参照してください。

詳細については、

8.2 externalClusters セクション

クラスターマニフェストの `externalClusters` セクションを使用して、1 つ以上の PostgreSQL クラスターへのアクセスを_sources_として構成できます。主な使用例には次のものが含まれます。

1. **データベースのインポート** `initdb` ブートストラップ方法の一部として、論理バックアップとリストアを介して *importation of databases* 中に利用する外部ソースを指定します。
2. **クロスリージョンレプリケーション**物理レプリケーションを採用するクロスリージョン PostgreSQL クラスターを定義し、個別の Kubernetes クラスターまたは従来の VM/ベアメタル環境に拡張できます。
3. **物理ベースバックアップからの復旧**物理ベースバックアップを参照することにより、PostgreSQL クラスターを完全にまたは特定のポイントインタイムに復旧します。

> **注釈**
>
> 進行中の開発は`externalClusters`の機能を拡張して、将来のリリースでの論理レプリケーションやフォーリンサーバーなどの追加のユースケースに対応します。

ブートストラップに関する限り、 `externalClusters` は、`pg_basebackup` メソッドまたは `recovery` メソッドのソース PostgreSQL クラスターを定義するために使用できます。外部クラスターには以下が必要です。

- 外部クラスターを識別する名前。 `source` オプションを介して参照として使用します
- 次の少なくとも 1 つ
- ストリーミング接続に関する情報 b_tran_3 **リカバリオブジェクトストア**に関する情報。これは、以下を含む Barman Cloud 互換オブジェクトストアです。
- WAL アーカイブポイントインタイムリカバリーに必要
- カタログ Postgres クラスターの物理ベースバックアップの

> **注釈**
>
> リカバリオブジェクトストアは、通常、Barman Cloud によって管理される AWS S3、Azure Blob Storage、または Google Cloud Storage ソースです。

ストリーミング接続のみが定義されている場合、ソースは `pg_basebackup` メソッドに使用できます。リカバリオブジェクトストアのみが定義されている場合、ソースは `recovery` メソッドに使用できます。両方が定義されている場合、2 つのブートストラップ方法のいずれかを選択できます。次の表は、オプションをまとめたものです。

Content of externalClusters	pg_basebackup	recovery
Only streaming	✓	
Only object store		✓
Streaming and object store	✓	✓

さらに、 `pg_basebackup` または完全な `recovery` ポイントインタイムの場合、クラスターはレプリカクラスターモードの資格があります。これは、クラスターがストリーミングを介して、PostgreSQL の `restore_command` を介した WAL シッピングを介して、または 2 つのいずれかを介してソースから継続的にフィードされることを意味します。

> **注釈**
>
> "API reference for the `externalClusters section <API Reference>` を参照してください。

詳細については、

8.2.1 パスワードファイル

externalClusters エントリ内でパスワードが指定されるたびに、CloudNativePG は自律的に PostgreSQL password file

その場合、各インスタンスの/controller/external/NAME/pgpass にあります。

このアプローチにより、CloudNativePG は、接続文字列でパスワードを公開せずに、外部サーバーとの接続を安全に確立できます。代わりに、接続は passfile 接続パラメーターを介して前述のファイルを安全に参照します。

8.3 空のクラスターをブートストラップする initdb

initdb ブートストラップ方法は、新しい PostgreSQL クラスターをスクラッチから作成するために使用されます。特に指定しない限り、デフォルトのものです。

次の例には、initdb 構成の完全な構造が含まれています。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-initdb
spec:
  instances: 3

  bootstrap:
    initdb:
      database: app
      owner: app
      secret:
        name: app-secret

  storage:
    size: 1Gi
```

上記のブートストラップの例では、次のことを行います。

1. PostgreSQL のネイティブ initdb コマンドを使用して、新しい PGDATA フォルダーを作成します
2. app という名前の_unprivileged_ユーザーを作成します
3. app-secret シークレットのパスワードを使用して、後者 app のパスワードを設定します username が owner の同じ名前と一致することを確認します
4. app ユーザーが所有する app という名前のデータベースを作成します。

_構成上の規則パラダイム_のおかげで、オペレーターにデフォルトのデータベース名 app とデフォルトのアプリケーションユーザー名データベース名と同じを選択させたり、スーパーユーザーとアプリケーションの両方の安全なパスワードをランダムに生成したりできます PostgreSQL のユーザー。

または、上記の例で説明したように、パスワードを生成し、シークレットとして保存し、PostgreSQL クラスターで使用できます。

提供されたシークレットは、kubernetes.io/basic-auth の仕様に準拠する必要があります。その結果、シークレットの `username` は、`owner` アプリケーションシークレットの場合およびスーパーユーザーの `postgres` のいずれかと一致する必要があります。

以下は、`basic-auth` シークレットの例です。

```
apiVersion: v1
data:
  username: YXBw
  password: cGFzc3dvcmQ=
kind: Secret
metadata:
  name: app-secret
type: kubernetes.io/basic-auth
```

アプリケーションデータベースは、アプリケーションデータを保存するために使用するデータベースです。アプリケーションは、アプリケーションデータベースを所有するユーザーでクラスターに接続する必要があります。

> **注釈**
>
> 追加のユーザーを作成する必要がある場合は、 *Declarative database role management* を参照してください。

データベース名を指定しない場合、オペレーターは慣例に従って app データベースを作成し、_defaulting Webhook_を使用してクラスター定義に追加します。データベースを所有するユーザーは、代わりにデータベース名をデフォルトにします。

アプリケーションユーザーは、オペレーターによって内部的に使用されず、代わりにスーパーユーザーに依存して、クラスターを目的のステータスに調整します。

8.3.1 initdb にオプションを渡す

PostgreSQL データディレクトリは、initdb を使用して初期化されます。

CloudNativePG を使用すると、`initdb` の動作をカスタマイズ、デフォルトのロケール構成やデータチェックサムなどの設定を変更できます。

> **警告**
>
> PostgreSQL のロケールサポートの進行中の重要な機能強化のため、CloudNativePG は、ロケール関連オプションの `initdb` の直接プロキシとしてのみ機能します。 PostgreSQL ドキュメントに従って、正しいオプションが提供されていることを確認し、ブートストラッププロセスが正常に完了したことを確認するのはあなたの責任です。

initdb コマンドにカスタムオプションを含めるには、次のパラメーターを使用できます。

組み込みロケール

builtinLocale が値に設定されている場合、CloudNativePG はそれを initdb の--builtin-locale オプションに渡します。このオプションは、 Locale Support で定義された組み込みロケールを制御します

PostgreSQL ドキュメントからデフォルト空このオプションでは、localeProvider を builtin に設定する必要があることに注意してください。 PostgreSQL 17 から利用できます。

データチェックサム

dataChecksums が true に設定されている場合、CloudNativePG は initdb の-k オプションを呼び出して、データページのチェックサムを有効にし、I/O システムによる破損の検出に役立ちます。それ以外の場合はサイレントデフォルト false 。

エンコーディング

encoding が値に設定されている場合、CloudNativePG はそれを initdb の--encoding オプションに渡します。これは、テンプレートデータベースデフォルト UTF8 のエンコードを選択します。

icu ロケール

icuLocale が値に設定されている場合、CloudNativePG はそれを initdb の--icu-locale オプションに渡します。このオプションは、Locale Support で定義された ICU ロケールを制御します

PostgreSQL ドキュメントからデフォルト空このオプションでは、localeProvider を icu に設定する必要があることに注意してください。 PostgreSQL 15 から利用できます。

icu ルール

icuRules が値に設定されている場合、CloudNativePG はそれを initdb の--icu-rules オプションに渡します。このオプションは、PostgreSQL ドキュメントデフォルト空の LocaleSupport で定義された ICU ロケールを制御します。このオプションでは、localeProvider を icu に設定する必要があることに注意してください。 PostgreSQL 16 から利用できます。

ロケール

locale が値に設定されている場合、CloudNativePG はそれを initdb の--locale オプションに渡します。このオプションは、PostgreSQL ドキュメントの Locale Support で定義されているロケールを制御します。デフォルトでは、locale パラメーターは空です。この場合、LANG などの環境変数はロケールを決定するために使用されます。これらの変数はコンテナイメージごとに異なる場合があり、一貫性のない動作が発生する可能性があることに注意してください。

ロケール Collate

localeCollate が値に設定されている場合、CloudNativePG はそれを initdb の--lc-collate オプションに渡します。このオプションは、Locale Support で定義されているように、照合順序 LC_COLLATE サブカテゴリを制御します

PostgreSQL ドキュメントデフォルト C より。

ロケール C タイプ

localeCType が値に設定されている場合、CloudNativePG はそれを initdb の--lc-ctype オプションに渡します。このオプションは、Locale Support で定義されているように、照合順序 LC_CTYPE サブカテゴリを

制御します

PostgreSQL ドキュメントデフォルト C より。

ロケールプロバイダー

localeProvider が値に設定されている場合、CloudNativePG はそれを initdb の--locale-provider オプションに渡します。このオプションは、PostgreSQL ドキュメントの Locale Support デフォルト空、PostgreSQL の libc を意味しますの Locale Support で定義されたロケールプロバイダーを制御します。PostgreSQL 15 から利用できます。

walSegmentSize

walSegmentSize が値に設定されている場合、CloudNativePG はそれを initdb の--wal-segsize オプションに渡しますデフォルト設定なし-16 メガバイトとして PostgreSQL で定義されています。

注釈

initdb ブートストラップ中に CloudNativePG が実装する 2 つの唯一のロケールオプションは、*LC_COLLATE* および `LC_TYPE` サブカテゴリーを参照します。残りのロケールサブカテゴリは、*lc_messages* 、*lc_monetary* 、*lc_numeric* 、および `lc_time` パラメーターを使用して、PostgreSQL 構成で直接構成できます。

次の例は、データのチェックサムを有効にし、デフォルトのエンコードを LATIN1 に設定します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-initdb
spec:
  instances: 3

  bootstrap:
    initdb:
      database: app
      owner: app
      dataChecksums: true
      encoding: "LATIN1"
  storage:
    size: 1Gi
```

警告

CloudNativePG は、 *options* サブセクションを使用して、*initdb* 呼び出しの動作をカスタマイズする別の方法をサポートしています。ただし、オペレーターの動作を壊す可能性のあるオプション `--auth` や `-d` などがあることを考えると、このテクニックは非推奨であり、API の将来のバージョンから削除されます。

8.3.2 初期化後のクエリの実行

クラスターが作成および構成された直後に、1 回実行されるクエリのカスタムリストを指定できます。これらのクエリーは、3 つの異なるデータベースに対して_superuser_ `postgres` として、次の特定の順序で実行されます。

1. `postgres` データベース `postInit` セクション
2. `template1` データベース `postInitTemplate` セクション
3. アプリケーションデータベース `postInitApplication` セクション

CloudNativePG は、これらのセクションごとに、次の順序で実行されるカスタムクエリを指定する 2 つの方法を提供します。

- クラスターの定義 `postInitSQL` 、`postInitTemplateSQL` 、および `postInitApplicationSQL` スタンザ内の SQL クエリーのリストとして
- シークレットおよび/または ConfigMap のリストとして、それぞれに実行される SQL スクリプト `postInitSQLRefs` 、`postInitTemplateSQLRefs` 、および `postInitApplicationSQLRefs` スタンザが含まれます。シークレットは ConfigMap の前に処理されます。

各リストのオブジェクトはシークエンシャルに処理されます。

警告

クエリーはスーパーユーザーとして実行され、クラスター全体を中断する可能性があるため、 *postInit* 、*postInitTemplate* 、および `postInitApplication` オプションを使用する際には細心の注意を払ってください。これらのクエリのエラーはブートストラップフェーズを中断し、クラスターが不完全なままとなり、手動介入が必要になります。

注釈

これらのクエリーは標準の `"$user", public` *search_path* で実行されますが、オペレーター発行の接続はセキュリティ上の理由から固定 `search_path` を固定します。 スキーマの解決と `search_path` の強化 <スキーマの解決と `search_path` の強化> を参照

詳細については。 `search_path` から独立する必要がある場合、オブジェクト参照をスキーマ修飾します。

注釈

postInitSQLRefs 、*postInitTemplateSQLRefs* 、および `postInitApplicationSQLRefs` で指定された ConfigMaps または Secrets 内のエントリの存在を確認します。それ以外の場合、ブートストラップは失敗します。これらの SQL ファイルにエラーがあると、ブートストラップフェーズが正常に完了できません。

次の例では、`postInitSQL` スタンザの一部として単一の SQL クエリーを実行します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-initdb
spec:
  instances: 3

  bootstrap:
    initdb:
      database: app
      owner: app
      dataChecksums: true
      localeCollate: "en_US"
      localeCType: "en_US"
      postInitSQL:
        - CREATE DATABASE angus
  storage:
    size: 1Gi
```

次の例では、postInitApplicationSQLRefs を使用して、シークレットと、アプリケーションデータベースの初期化後に実行するクエリーを含む ConfigMap を指定します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-initdb
spec:
  instances: 3

  bootstrap:
    initdb:
      database: app
      owner: app
      postInitApplicationSQLRefs:
        secretRefs:
          - name: my-secret
            key: secret.sql
        configMapRefs:
          - name: my-configmap
            key: configmap.sql
  storage:
    size: 1Gi
```

注釈

SQL スクリプト内では、各 SQL ステートメントは PostgreSQL semantics に従ってサーバーで 1 回の exec で実行されます。コメントを含めることはできますが、 *psql* のような内部コマンドは含めることができません。

8.4 別のクラスターからのブートストラップ

CloudNativePG は、同じメジャーバージョンの別のバージョンから開始するクラスターのブートストラップを有効にします。この操作は、ストリーミングレプリケーション pg_basebackup を介してソースクラスターに直接接続するか、既存の物理的_basebackup_recovery を介して間接的に実行できます。

ソースクラスターは、 name で識別される externalClusters セクションで定義する必要があります。オリジンクラスターと同じ name を使用することをお勧めします。

> **注釈**
>
> デフォルトでは、 *recovery* メソッドは`externalClusters` セクションのクラスターの `name` を厳密に使用して、通常サーバーの名前に予約されているオブジェクトストア内のバックアップデータのメインフォルダーを見つけます。 Backup プラグインは、別のプラグインを指定する方法を提供します。例、Barman Cloud プラグインは、 serverName

デフォルトでは、外部クラスター定義の name の値に割り当てられます。

8.4.1 バックアップからのブートストラップ recovery

recovery の CloudNativePG オペレーターが提供するさまざまなバックアップ方法とバックアップストレージオプションの組み合わせを考慮して、各方法の詳細なガイダンスについては、専用の **オブジェクトストアからのリカバリー** を参照してください。

8.4.2 ライブクラスターからのブートストラップ pg_basebackup

pg_basebackup ブートストラップモードでは、有効な_streaming replication_接続を使用して、CloudNativePG によって管理される既存の**バイナリ互換** PostgreSQL インスタンス_source_の正確な物理コピーとして、新しいクラスター_target_を作成できます。ソースインスタンスは、プライマリまたはスタンバイの PostgreSQL サーバーのいずれかです。PostgreSQL の物理レプリケーションの長所と短所が完全に適用されるため、以下の要件セクションを徹底的に確認することが重要です。

この方法の主な使用例には次のものが含まれます。

- 定期的に (毎日、毎週) 再生成する必要があるレポートおよびビジネスインテリジェンスクラスター
- 定期的な再生毎日、毎週、毎月、匿名化が必要なライブデータを含むテストデータベース
- スタンドアロンレプリカクラスターの迅速なスピンアップ
- CloudNativePG クラスターの別の名前空間または Kubernetes クラスターへの物理的な移行

> **注釈**
>
> すべての 要件 が満たされ、オペレーションが徹底的にテストされていることが完全に確信できない限り、物理的レプリケーションに基づいてこの方法を使用して、Kubernetes の外部の既存の PostgreSQL クラスターを CloudNativePG に移行することは避けてください。 CloudNativePG コミュニティは、このようなユースケースについてこのアプローチを承認しておらず、代わりに論理インポートを使用することをお勧めします。物理レプリケーションのすべての要件が CloudNativePG とシームレスに動作する方法で満たされることは非常にまれです。

> **警告**
>
> 現在の実装では、このメソッドはソース PostgreSQL インスタンスのクローンを作成し、それにより _snapshot_を作成します。クローン作成プロセスが完了すると、新しいクラスターがすぐに起動されます。詳細については、 現在の制限 を参照してください。

`recovery` ブートストラップ方法と同様、クローン操作が完了すると、オペレーターは最初のインスタンスからターゲットクラスターの完全な所有権を取得します。これには、CloudNativePG の必要に応じて特定の構成パラメーターのオーバーライド、スーパーユーザーパスワードのリセット、`streaming_replica` ユーザーの作成、レプリカの管理などが含まれます。結果のクラスターは、ソースインスタンスから独立して動作します。

> **注釈**
>
> ターゲットインスタンスとソースインスタンス間のネットワーク接続の構成は、特定のコンテキストと環境に大きく依存するため、CloudNativePG ドキュメントの範囲外です。

`pg_basebackup` によって透過的に管理されるターゲットインスタンス上のストリーミングレプリケーションクライアントは、次のいずれかの方法を使用してソースインスタンスで認証できます。

1. ユーザー名/パスワードの認証
2. *TLS* 証明書認証

両方の認証方法について以下に詳しく説明します。

8.4.3 要件

`pg_basebackup` ブートストラップ方法には、次の要件が適用されます。

- ターゲットとソースは同じハードウェアアーキテクチャである必要があります
- ターゲットとソースは同じメジャー PostgreSQL バージョンである必要があります
- ターゲットとソースは同じテーブルスペースを持つ必要があります
- バックアップ用に少なくとも 1 つの_walsender_と WAL ストリーミング用に 1 つを提供することにより、この一回限りのオペレーションのターゲットからのアクセスを許可するために、十分な `max_wal_senders` でソースを構成する必要があります

- ターゲットインスタンスがソースインスタンスの PostgreSQL ポートに接続できるように、ソースとターゲット間のネットワークを構成する必要があります
- ソースには `REPLICATION LOGIN` 特権を持つロールが必要で、`pg_hba.conf` でこのロールのターゲットインスタンスからの接続を受け入れる必要があります、できれば TLS を介して下記の **レプリケーションユーザーについて** を参照してください
- ターゲットは、`REPLICATION LOGIN` 特権を持つロールを使用してソース PostgreSQL インスタンスに正常に接続できる必要があります

> **注釈**
>
> 詳細については、 Planning 、 pg_basebackup を参照してください。

High Availability, Load Balancing, and Replication

PostgreSQL ドキュメント。

8.4.4 レプリケーションユーザーについて

要件セクションで説明したように、ソースインスタンスに `SUPERUSER` または、できれば `REPLICATION` 特権のみを持つユーザーが必要です。

ソースデータベースが CloudNativePG で作成されている場合、`streaming_replica` ユーザーを再利用し、クライアント TLS 証明書認証を利用できます。デフォルトでは、`streaming_replica` に許可される唯一の接続方法です。

Kubernetes の外部を含む他のすべての場合、 `REPLICATION` 特権を持つユーザーが既に存在することを確認するか、以下の手順に従って新しいユーザーを作成してください。

ソースシステムの `postgres` ユーザーとして、次を実行してください。

```
createuser -P --replication streaming_replica
```

ターゲットインスタンスのシークレットに追加する必要があるため、プロンプトにパスワードを入力し、後で保存します。

> **注釈**
>
> 名前は重要ではありませんが、簡単にするために`streaming_replica` を使用します。以下のセクションの指示を調整する場合、必要に応じて変更してください。

8.4.5 ユーザー名/パスワードの認証

`pg_basebackup` ブートストラップを使用して CloudNativePG でサポートされている最初の認証方法は、ユーザー名とパスワードの一致に基づいています。

手順を開始する前に、次の情報があることを確認してください。

- ホスト名または IP アドレスと TCP ポートで識別されるソースインスタンスの場所
- レプリケーションユーザー名簡単にするために streaming_replica
- パスワード

次のような行をソース PostgreSQL インスタンスの pg_hba.conf ファイルに追加する必要がある場合があります。

```
#  A more restrictive rule for TLS and IP of origin is recommended

host replication streaming_replica all md5
```

次のマニフェストは、 pg_basebackup ブートストラップ方法を使用して、source-db externalClusters 配列内で定義された外部 PostgreSQL クラスターのクローンを作成します。ご覧のとおり、source-db 定義は source-db.foo.com ホストをポイントし、streaming_replica ユーザーとして接続します。そのパスワードは source-db-replica-user シークレットの password キーに保存されています。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: target-db
spec:
  instances: 3
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie

  bootstrap:
    pg_basebackup:
      source: source-db

  storage:
    size: 1Gi

  externalClusters:
    - name: source-db
      connectionParameters:
        host: source-db.foo.com
        user: streaming_replica
      password:
        name: source-db-replica-user
        key: password
```

クローン操作が機能するには、同じ PostgreSQL バージョンこの場合は 18.4 を含むすべての要件を満たす必要があります。

8.4.6 TLS 証明書認証

pg_basebackup ブートストラップを使用して CloudNativePG でサポートされている 2 番目の認証方法は、TLS クライアント証明書に基づいています。これは、セキュリティの観点から推奨されるアプローチです。

次の例では、同じ Kubernetes クラスター内の既存の PostgreSQL クラスター cluster-example のクローンを作成します。

> **注釈**
>
> この例は、Kubernetes クラスターの外部にあるインスタンスをカバーするように簡単に適合できます。

マニフェストは、 cluster-clone-tls と呼ばれる新しい PostgreSQL 18.4 クラスターを定義します。これは、 cluster-example 外部クラスターから pg_basebackup メソッドを使用してブートストラップされます。ホストは同じクラスター内の読み取り/書き込みサービスによって識別され、streaming_replica ユーザーは、提供されたキー、証明書、および認証局情報それぞれ cluster-example-replication および cluster-example-ca シークレットのおかげで認証されます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-clone-tls
spec:
  instances: 3
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie

  bootstrap:
    pg_basebackup:
      source: cluster-example

  storage:
    size: 1Gi

  externalClusters:
    - name: cluster-example
      connectionParameters:
        host: cluster-example-rw.default.svc
        user: streaming_replica
        sslmode: verify-full
      sslKey:
        name: cluster-example-replication
        key: tls.key
      sslCert:
        name: cluster-example-replication
        key: tls.crt
      sslRootCert:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      name: cluster-example-ca
      key: ca.crt
```

8.4.7 アプリケーションデータベースの構成

また、initdb および recovery ブートストラップ方法の場合と同様に、ライブクラスターからブートストラップするクラスターのアプリケーションデータベースの構成もサポートしています。新しいクラスターがレプリカクラスターとしてレプリカモードが有効化されて作成される場合、アプリケーションデータベースの構成はスキップされます。

> **注釈**
>
> *Cluster* がリカバリモードである間、カタログを含むデータベースへの変更は許可されません。この制限には、*Cluster* がプライマリに移行するまで遅延されるロールオーバーライドが含まれます。復旧フェーズでは、ロールはソースクラスターで定義されたとおりに残ります。

次の例では、ライブクラスターからブートストラップに従って、所有者 app と提供されたシークレット app-secret に保存されたパスワードを使用して app データベースを構成します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  bootstrap:
    pg_basebackup:
      database: app
      owner: app
      secret:
        name: app-secret
      source: cluster-example
```

上記の構成では、次は **復旧が完了した後** にのみ発生します。

1. app データベースが存在しない場合、作成されます。
2. app ユーザーが存在しない場合、作成されます。
3. app ユーザーが app データベースの所有者でない場合、所有権は app ユーザーに付与されます。
4. username 値がシークレットの owner 値と一致する場合、アプリケーションユーザーこの場合は app ユーザーのパスワードはシークレットの password 値に更新されます。

8.4.8 現在の制限

スナップショットコピー

pg_basebackup メソッドは、PostgreSQL ベースバックアップの形式でソースインスタンスのスナップショットを取得します。バックアップの開始からバックアップの適切な終了までに書き込まれるすべてのトランザクションは、2 番目の接続を使用してターゲットインスタンスにストリーミングされます pg_basebackup の--wal-method=stream オプションを参照してください。

バックアップが完了すると、新しいインスタンスが新しいタイムラインで起動され、ソースから分岐します。このため、ターゲットデータベースに移行する前に、ソースデータベースへのすべての書き込み操作を停止することをお勧めします。

この制限は、ターゲットクラスターがレプリカクラスターとして定義されていない場合にのみ適用されることに注意してください。

> **注釈**
>
> 移行を試行する前に、プロシージャーとアプリケーションの両方をテストする必要があります。特に、必要なだけ移行手順を実行して、運用中のアプリケーションのダウンタイムを体系的に測定することが重要です。

第9章　Importing Postgres databases

このセクションでは、新しい CloudNativePG クラスター内に 1 つ以上の既存の PostgreSQL データベースをインポートする方法について説明します。

インポート操作は、PostgreSQL のオンライン論理バックアップの概念に基づいており、オリジンホストへのネットワーク接続を介して `pg_dump` 、および `pg_restore` に依存します。ネイティブのマルチバージョン同時実行制御 MVCC とスナップショットのおかげで、PostgreSQL では、書き込みアクティビティを停止せずに、ネットワークを介して同時実行の方法で、一貫したバックアップを取得できます。

論理バックアップは、PostgreSQL バージョンのメジャーアップグレードを実行するための最も一般的な柔軟で信頼性の高い技術でもあります。

その結果、このセクションの手順は両方の場合に適しています。

- Kubernetes の外部でも、既存の PostgreSQL インスタンスから 1 つ以上のデータベースをインポート
- PostgreSQL バージョンから同じまたは新しいバージョンにデータベースをインポートし、PostgreSQL の_メジャーアップグレード_を有効にしますバージョン 14.x からバージョン 18.x など

> **警告**
>
> PostgreSQL のメジャーアップグレードを実行するときは、アプリケーションが新しいバージョンと互換性があり、データベース拡張機能を含むオブジェクトのアップグレードパスが実行可能であることを確認する責任があります。

どちらの場合も、操作は元のデータベースの一貫した **スナップショット**で実行されます。

> **注釈**
>
> このため、バックアップの開始後にソースデータベースに行われた変更は宛先クラスタにないため、*Cluster* リソースの最終インポートの前にソースの書き込み操作を停止することをお勧めします。したがって、この機能が参照される理由「オフラインインポート」または「オフラインメジャーアップグレード」として。

9.1 その仕組み

概念的には、インポートには、空のクラスターをブートストラップする `initdb <空のクラスターをブートストラップする *initdb*>` を使用して新しいクラスター_destination cluster_を作成し、`initdb.import` サブセクションを完了して、既存の Postgres クラスター_source cluster_からオブジェクトをインポートする必要

があります。PostgreSQL の推奨に従って、_destination cluster_の PostgreSQL メジャーバージョンが_source cluster_のメジャーバージョン以上であることをお勧めします。

CloudNativePG は、ソースクラスターから宛先クラスターにオブジェクトをインポートする 2 つの主な方法を提供します。

- **マイクロサービスアプローチ**宛先クラスターは、CloudNativePG プロジェクトで推奨されているように、指定されたアプリケーションユーザーが所有する単一のアプリケーションデータベースをホストするように設計されています
- **モノリスアプローチ**宛先クラスターは、ソースクラスターからインポートされた複数のデータベースとさまざまなユーザーをホストするように設計されています。

最初のインポート方法は `microservice` タイプを介して使用でき、2 番目は `monolith` タイプを介して使用できます。

> **警告**
>
> 宛先クラスターが、スーパーユーザーまたは`pg_dump` で論理バックアップを取るための十分な特権を持つユーザーでソースクラスターにアクセスできることを確認するのはあなたの責任です。 *PostgreSQL documentation on `pg_dump* <https://www.postgresql.org/docs/current/app-pgdump.html>`_ を参照してください。

詳細については、

9.2 `microservice` タイプ

マイクロサービスアプローチでは、ソースクラスターから宛先クラスターにインポートする単一のデータベースを指定できます。操作は 4 つのステップで実行されます。

- 新しいクラスターの `initdb` ブートストラップ
- `pg_dump -Fd` を使用した選択したデータベース `initdb.import.databases` 内のエクスポート
- `initdb.owner` ユーザーが所有する `initdb.database` アプリケーションデータベースへの `pg_restore --no-acl --no-owner` を使用したデータベースのインポート
- データベースダンプファイルのクリーンアップ
- `postImportApplicationSQL` パラメーターを介してアプリケーションデータベースでのユーザー定義の SQL クエリーのオプションの実行
- インポートされたデータベースでの `ANALYZE VERBOSE` の実行

次の図では、_N_データベースを含む単一の PostgreSQL クラスターが別の CloudNativePG クラスターにインポートされ、各クラスターは_N_ソースデータベースのいずれかに対するマイクロサービスインポートを使用します。

たとえば、以下の YAML は、 `postgres` に接続することにより、`cluster-pg96` クラスターサポートされていない PostgreSQL 9.6 から `angus` データベースをインポートする `cluster-microservice` と呼ばれる新しい 3 インスタンスの PostgreSQL クラスターオペレーターがリリースされた時点での利用可能な最新の

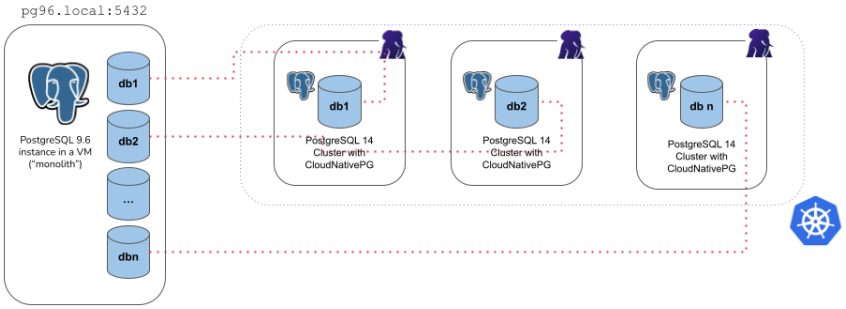


図 1: Example of microservice import type

メジャーバージョンを作成します cluster-pg96-superuser シークレットに保存されたパスワードを介して、 postgres ユーザーを使用してデータベースにアクセスします。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-microservice
spec:
  instances: 3

  bootstrap:
    initdb:
      import:
        type: microservice
        databases:
          - angus
        source:
          externalCluster: cluster-pg96
        #postImportApplicationSQL:
        #- |
        #  INSERT YOUR SQL QUERIES HERE
  storage:
    size: 1Gi
  externalClusters:
    - name: cluster-pg96
      connectionParameters:
        # Use the correct IP or host name for the source database
        host: pg96.local
        user: postgres
        dbname: postgres
      password:
        name: cluster-pg96-superuser
        key: password
```

> **警告**
>
> 上記の例では、コミュニティ、したがって CloudNativePG でサポートされていないバージョンの PostgreSQL を実行しているソースデータベースを意図的に使用しています。ソースインスタンスからのデータのエクスポートは、宛先クラスターの `pg_dump` のバージョンを使用して実行されます。これは、サポートされているものであり、ソースのものと同等以上である必要があります。私たちの経験に基づいて、データをエクスポートするこの方法は Postgres の古いバージョンのサポートされていないバージョンでも動作するため、古いデータを Kubernetes 内のより良いシステムに移動する機会が得られます。これが、このセクションの例で 9.6 を使用した主な理由です。この領域で問題が発生した場合は、ご連絡をお待ちしております。

`microservice` タイプを使用するときは、いくつか注意する必要があります。

- インポートするデータを含む既存の PostgreSQL インスタンスをポイントする `externalCluster` が必要です。詳細については、 :ref:``externalClusters` セクション <*externalClusters* セクション>` を参照してください。
- オペレーション中に Kubernetes クラスターと `externalCluster` の間でトラフィックを許可する必要がある
- ソースデータベースへの接続は、`pg_dump` を実行し、ロール情報を読み取る必要がある指定されたユーザーで付与される必要があります_superuser_は OK です
- 現在、`pg_dump -Fd` 結果は `PGDATA` ボリュームの `dumps` フォルダー内に一時的に保存されます。そのため、割り当てられたノードにダンプ結果、復元されたデータとインデックスを一時的に含むための十分な利用可能な領域が必要です。インポート操作が完了すると、このフォルダーはオペレーターによって自動的に削除されます。
- `initdb.import.databases` 配列内で指定できるデータベースは 1 つだけです
- ロールはインポートされません - そのため、`initdb.import.roles` 内で指定できません

> **Tip**
>
> マイクロサービスアプローチは、宛先クラスターの CloudNativePG 規約とデフォルトに従います。宛先クラスターに `initdb.database` または `initdb.owner` を設定しない場合、両方のパラメーターはデフォルトの `app` になります。

9.3 monolith タイプ

モノリスアプローチでは、ソースクラスターから宛先クラスターにインポートするロールとデータベースのセットを指定できます。操作は次の手順で実行されます。

- 新しいクラスターの `initdb` ブートストラップ
- 選択したロールのエクスポートとインポート
- `pg_dump -Fd` を使用して、選択したデータベース `initdb.import.databases` 内を一度に 1 つずつエクスポート

- 選択した各データベースを作成し、 pg_restore を使用してデータをインポートします
- インポートされた各データベースで ANALYZE を実行します
- データベースダンプファイルのクリーンアップ

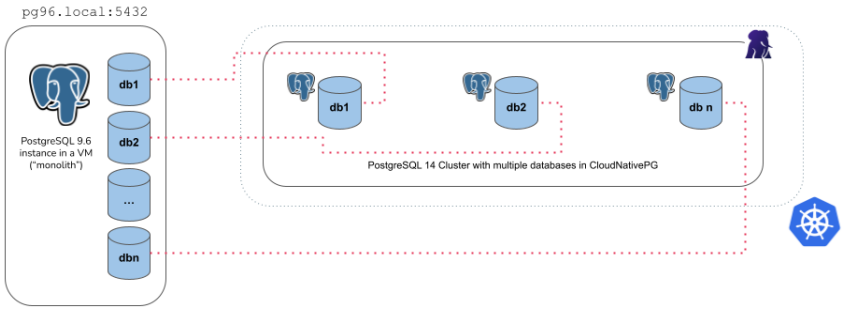


図 2: Example of monolith import type

たとえば、以下の YAML は、 cluster-monolith と呼ばれる新しい 3 インスタンスの PostgreSQL クラスターオペレーターがリリースされた時点での利用可能な最新のメジャーバージョンを作成します。postgres ユーザーを使用して postgres データベースに接続し、cluster-pg96-superuser シークレットに保存されているパスワードを介して postgres データベースに接続します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-monolith
spec:
  instances: 3
  bootstrap:
    initdb:
      import:
        type: monolith
        databases:
          - accounting
          - banking
          - resort
        roles:
          - accountant
          - bank_user
        source:
          externalCluster: cluster-pg96
  storage:
    size: 1Gi
  externalClusters:
    - name: cluster-pg96
      connectionParameters:
        # Use the correct IP or host name for the source database
        host: pg96.local
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      user: postgres
      dbname: postgres
      sslmode: require
    password:
      name: cluster-pg96-superuser
      key: password
```

monolith タイプを使用するときは、いくつか注意する必要があります。

- インポートするデータを含む既存の PostgreSQL インスタンスをポイントする externalCluster が必要です。詳細については、 :ref:``externalClusters` セクション <*externalClusters* セクション>` を参照してください。
- オペレーション中に Kubernetes クラスターと externalCluster の間でトラフィックを許可する必要がある
- ソースデータベースへの接続は、pg_dump を実行し、ロール情報を取得する必要がある指定されたユーザーで付与される必要があります_superuser_は OK です
- 現在、pg_dump -Fd 結果は、宛先クラスターのインスタンスの PGDATA ボリュームの dumps フォルダー内に一時的に保存されます。そのため、割り当てられたノードにダンプ結果、復元されたデータとインデックスを一時的に含むための十分な利用可能な領域が必要です。インポート操作が完了すると、このフォルダーはオペレーターによって自動的に削除されます。
- initdb.import.databases 配列で指定される少なくとも 1 つのデータベース
- インポートされたデータベースに必要なロールは、 initdb.import.roles 内で指定する必要があります。以下の制限があります。
- 次のロールが存在する場合、インポートされません。postgres 、streaming_replica 、cnpg_pooler_pgbouncer
- SUPERUSER オプションは、インポートされたロールから削除されます
- ワイルドカード"*" は、databases および/または roles 配列の唯一の要素として使用して、その種類のすべてのオブジェクトをインポートできます。データベースを照合する場合、ワイルドカードは postgres データベース、テンプレートデータベース、および接続を許可しないデータベースを無視します
- クローンプロシージャが完了した後、すべてのデータベースに対して ANALYZE VERBOSE が実行されます。
- postImportApplicationSQL フィールドはサポートされていません

Tip

データベースとその所有者は、ソースクラスターに存在するものとまったく同じように保持されます。インポート中に `app` データベースもユーザーも作成されません。 *bootstrap.initdb* スタンザが、インポートされるデータベースまたはユーザーと一致しないカスタム `database` および `owner` 値を指定し

ている場合、インスタンスマネージャーは、インポートされたデータベースと所有者を変更しないまま、これらの指定された名前で新しい空のアプリケーションデータベースと所有者ロールを作成します。

9.4 実際の例

monolith アプローチを使用して単一のデータベースをインポートすることを妨げるものはありません。そうした場合の結果が microservice アプローチを使用した場合とどのように異なるかを見るのは興味深いです。

ロール me が所有する mydb という名前のデータベースを使用するソースクラスター、たとえば、

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 1

  postgresql:
    pg_hba:
      - host all all all trust

  storage:
    size: 1Gi

  bootstrap:
    initdb:
      database: mydb
      owner: me
```

microservice を介してインポートできます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-microservice
spec:
  instances: 1

  storage:
    size: 1Gi

  bootstrap:
    initdb:
      import:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      type: microservice
      databases:
        - mydb
      source:
        externalCluster: cluster-example

  externalClusters:
    - name: cluster-example
      connectionParameters:
        host: cluster-example-rw
        dbname: postgres
```

モノリス経由と同様に

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-monolith
spec:
  instances: 1

  storage:
    size: 1Gi

  bootstrap:
    initdb:
      import:
        type: monolith
        databases:
          - mydb
        roles:
          - me
        source:
          externalCluster: cluster-example

  externalClusters:
    - name: cluster-example
      connectionParameters:
        host: cluster-example-rw
        dbname: postgres
```

どちらの場合も、データベースの内容はインポートされますが、

- マイクロサービスの場合、インポートされたデータベースの名前と所有者は両方とも app 、またはフィールドの構成のいずれかになります database および owner が bootstrap.initdb スタンザで設定されています。

- モノリスの場合、データベースと所有者はソースクラスター、つまりそれぞれ mydb および me とまったく同じように保持されます。 app データベースもユーザーも作成されません。インポートするソースデータベース/所有者と一致しない bootstrap.initdb スタンザの database および owner のカスタム設定がある場合、インスタンスマネージャーは新しい空のアプリケーションデータベースと所有者ロールを作成しますが、インポートされたデータベース/所有者はそのまま残します。

9.5 インポートの最適化

データベースの論理インポート中に、CloudNativePG は、以下を強制することにより、速度とデータの耐久性を優先するために PostgreSQL の構成を最適化します。

- archive_mode 〜off
- fsync 〜off
- full_page_writes 〜off
- max_wal_senders 〜0
- wal_level 〜minimal

インポートジョブを完了する前に、CloudNativePG は予想される構成を復元し、initdb --sync-only を実行してデータがディスクに永続的に書き込まれるようにします。

> **注釈**
>
> WAL アーカイブ要求された場合、およびデータベースのインポート処理が完了した後に WAL レベルが受け入れられます。同様に、レプリカはブートストラップフェーズの後に、実際のクラスターリソースが開始されるときにクローン作成されます。

インポートフェーズ中に実行できる最適化は他にもあります。このトピックは CloudNativePG の範囲を超えていますが、Cluster 構成で shared_buffers 、max_wal_size 、checkpoint_timeout などの Postgres GUC を直接調整することにより、チェックポイント領域への不要な書き込みを削減することをお勧めします。

9.6 pg_dump および pg_restore 動作のカスタマイズ

pgDumpExtraOptions および pgRestoreExtraOptions パラメーターを使用して追加オプションを指定することにより、pg_dump および pg_restore の動作をカスタマイズできます。これは、パフォーマンスの向上またはインポート/エクスポートの複雑さの管理に特に役立ちます。

たとえば、並列ジョブを有効にすると、データ転送が大幅に高速化されます。

```
bootstrap:
  initdb:
    import:
      type: microservice
      databases:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      - app
    source:
      externalCluster: cluster-example
    pgDumpExtraOptions:
      - "--jobs=2"
    pgRestoreExtraOptions:
      - "--jobs=2"
```

9.6.1 ステージ固有の pg_restore オプション

インポートプロセスをより詳細に制御するために、CloudNativePG は次のフェーズでステージ固有の pg_restore オプションをサポートしています。

- pre-data – 例、スキーマ定義
- data – 例、テーブルの内容
- post-data – 例、インデックス、コンストレイン、トリガー

フェーズごとにオプションを指定することにより、並列処理を最適化し、復元するオブジェクトの性質に合わせて調整したフラグを適用できます。

```
bootstrap:
  initdb:
    import:
      type: microservice
      schemaOnly: false
      databases:
        - mynewdb
      source:
        externalCluster: sourcedb-external
      pgRestorePredataOptions:
        - "--jobs=1"
      pgRestoreDataOptions:
        - "--jobs=4"
      pgRestorePostdataOptions:
        - "--jobs=2"
```

上記の例では

- --jobs=1 は pre-data ステージに適用されて、スキーマ作成の順序を保持します。
- --jobs=4 は、data ステージでの並列処理を増加させ、大規模なデータのインポートを高速化します。
- --jobs=2 は、 post-data ステージでのパフォーマンスと依存関係の処理のバランスをとります。

これらのステージ固有の設定は、同時実行の調整によってパフォーマンスが大幅に向上する可能性がある大規模なデータベースまたはリソース依存度の環境で特に役立ちます。

注釈

提供される場合、ステージ固有のオプションは一般的な`pgRestoreExtraOptions`より優先されます。

警告

pgDumpExtraOptions、*pgRestoreExtraOptions*、およびすべてのステージ固有のリストアオプション`pgRestorePredataOptions`、*pgRestoreDataOptions*、*pgRestorePostdataOptions*は、オペレーターによる検証なしで基になるPostgreSQLツールに直接渡されます。特定のフラグは、オペレーターの意図した機能またはデザインと競合する場合があります。これらのオプションは注意して使用し、運用に適用する前に、安全で制御された環境で常に徹底的にテストします。

9.7 オンラインインポートとアップグレード

論理レプリケーションは、次のアプローチを使用して、ネットワーク経由でアクセス可能なPostgreSQLデータベースをインポートする強力な方法を提供します。

- **スキーマのみのオプションを使用したブートストラップのインポート**レプリケーションを開始する前に、ターゲットデータベースのスキーマを初期化します。
- **``Subscription`` リソース**連続レプリケーションを設定してデータ変更を同期します。

この手法は、最小限のダウンタイムでメジャーPostgreSQLのアップグレードを実行するために活用できるため、シームレスな移行とシステムのアップグレードに最適です。

制限やベストプラクティスを含む詳細については、ドキュメントの ロジカルレプリケーションのパブリケーション セクションを参照してください。

第10章　Security

CloudNativePG は、スタックのすべてのレイヤーにわたって「最小特権」の原則に従って、デフォルトで安全になるように設計されています。このドキュメントでは、セキュリティガバナンス、サプライチェーンの完全性、およびコード、コンテナ、クラスターの 3 つの異なるレイヤーで分析された技術的制御の概要を説明します。

> **警告**
>
> このページに含まれる情報は、Kubernetes クラスターで通常の InfoSec 業務を実行することから免責されてはなりません。

Overview of Cloud Native Security についてよく理解してください

Kubernetes ドキュメントのページ。

The 4C’ s Security Model in Kubernetes を参照してください。

ブログ記事

10.1 ガバナンスと信頼

10.1.1 脆弱性報告

重要 GitHub の公開問題を介してセキュリティ脆弱性を報告しないでください。

CloudNativePG は、調整された開示モデルに従います。脆弱性を非公開で報告する方法については、Security Policy on GitHub を参照してください。

10.1.2 リリースの完全性とサプライチェーン

CloudNativePG は OpenSSF Software Producer Security (OSPS) Baseline に従います。Kubernetes マニフェストやコンテナイメージを含むすべての公式リリースアセットは、暗号的に署名され検証可能です。

インストール中にこれらのアセットを検証するクイックスタート手順については、*Installation Guide* を参照してください。**画像署名** および **証明書** の詳細情報

以下で見つけることができます。

10.2 コード

CloudNativePG のソースコードは、CI / CD パイプラインに直接統合されている Go の人気のオープンソースリンター GolangCI-Lint を使用して、セキュリティ脆弱性のチェックを含む体系的な静的分析を受けます。GolangCI-Lint は、同じソースコードで複数のリンターを実行できます。

次のツールは、セキュリティ問題を特定するために使用されます。

- **`Golang Security Checker <https://github.com/securego/gosec>`_ ``gosec``) ハードコードされた資格情報、整数オーバーフロー、SQL などの既知の脆弱性、脅威、弱点を検出するように設計された一連のルールに対してソースコードの抽象構文ツリーをスキャンするリンター注射。GolangCI-Lint は、スイートの一部として `gosec` を実行します。
- **`govulncheck <https://pkg.go.dev/golang.org/x/vuln/cmd/govulncheck>`_ :** このツールは CI / CD パイプラインで実行され、Go コードまたはコンパイラーに影響を与える既知の脆弱性を報告します。既知の脆弱性を含む Go コンパイラーのバージョンでオペレーターがビルドされている場合、`govulncheck` はそれを検出します。
- **`CodeQL <https://codeql.github.com/>`_ :** GitHub によって提供されるこのツールは、セキュリティ問題をスキャンし、検出された脆弱性を含むプルリクエストをブロックします。CodeQL は、Python や Bash などのリポジトリ内の他の言語を除き、Go コードのみをレビューするように構成されています。
- **`Snyk <https://snyk.io/>`_ :** スケジュールされたジョブで毎晩コードスキャンを実行し、コードのセキュリティとライセンスの問題に関連する新しい結果を強調する週次レポートを生成します。

CloudNativePG リポジトリには、Security section で有効になっている_“Private vulnerability Reporting”_ オプションがあります。この機能を使用すると、ユーザーは一般に公開される前に、注意深い取り扱いが必要なセキュリティ問題を安全に報告できます。セキュリティバグを発見した場合は、この媒体を使用して報告してください。

> **注釈**
>
> CI / CD パイプラインの静的コード分析フェーズの障害は、CloudNativePG の配信プロセス全体をブロックします。すべてのコミットは、GolangCI-Lint で定義されたすべてのリンターを渡す必要があります。

10.3 コンテナ

CloudNativePG のすべてのコンテナイメージは、コミットのたびに CI / CD パイプラインを介して自動的にビルドされます。これらのイメージには、オペレーターのイメージだけでなく、特にサポートされているすべての PostgreSQL バージョンのオペランドのイメージも含まれます。

> **注釈**
>
> すべてのオペランドイメージは、パイプラインによって自動的に定期的に再構築され、ベースイメージとパッケージレベルの両方で最新のセキュリティ更新が組み込まれます。これにより、コミュニティに配布されたコンテナイメージが**パッチレベルの更新**を定期的に受信できます。

CI / CD プロセス中に、次のツールを使用してイメージがスキャンされます。

- **`Dockle <https://github.com/goodwithtech/dockle>`_ :** コンテナビルドプロセスのベストプラクティスを保証します。
- **`Snyk <https://snyk.io/>`_ :** コンテナ内のセキュリティ問題を検出し、GitHub インターフェイスを介して結果を報告します。

10.3.1 画像署名

演算子と operandimages は、 sigstore の署名ツール cosign を使用して暗号的に署名されます。このプロセスは GitHub Actions を介して自動化され、short-lived tokens issued through OpenID Connect を活用します。

トークン発行者は `https://token.actions.githubusercontent.com` で、署名 ID は cloudnative-pg リポジトリで実行される GitHub ワークフローに対応します。このワークフローでは、cosign-installer action

署名プロセスを合理化します。

オペレーターイメージの信頼性を確認するには、イメージダイジェストで次の `cosign` コマンドを使用します。

```
cosign verify ghcr.io/cloudnative-pg/cloudnative-pg@sha256:<DIGEST> \
  --certificate-identity-regexp="^https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/.
↪github/workflows/release-publish.yml@refs/tags/v" \
  --certificate-oidc-issuer="https://token.actions.githubusercontent.com"
```

10.3.2 証明書

コンテナイメージには、透明性とトレーサビリティのための次の証明書が含まれています。

- ** Software Bill of Materials (SBOM) イメージに含まれるか、ビルドプロセス中に使用されるソフトウェアアーティファクトの包括的なリスト。in-toto SPDX predicate standard を使用してフォーマットされました。
- **来歴** ビルドプロセスの詳細を示すメタデータ。SLSA GitHub Generator Github action を介して生成されます。これにより、SLSA Level 3 assurance が提供されます

アーティファクトが、信頼できる分離された GitHub Actions ランナーでプロジェクトのソースから直接ビルドされたこと。

次のコマンドを使用して、特定のイメージとプラットフォームの SBOM を取得できます。

```
docker buildx imagetools inspect <IMAGE> \
  --format {{ json (index .SBOM "<PLATFORM>").SPDX }}
```

このコマンドは、JSON 形式で SBOM を出力し、ソフトウェアコンポーネントとビルドの依存関係の詳細なビューを提供します。

ビルドレベルの来歴には、次を使用します。

```
docker buildx imagetools inspect <IMAGE> \
  --format {{ json (index .Provenance "<PLATFORM>").SLSA }}
```

10.3.3 SLSA の出所の検証

slsa-verifier を使用して SLSA レベル 3 の来歴を検証できます。

コンテナイメージを検証するには、そのダイジェスト参照を渡します。

```
slsa-verifier verify-image \
  ghcr.io/cloudnative-pg/cloudnative-pg@sha256:<DIGEST> \
  --source-uri github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg
```

10.3.4 コンテナセキュリティのガイドラインとフレームワーク

コンテナレベルのセキュリティを確保するために、次のガイドラインとフレームワークが検討されています。

- **`Container Image Creation and Deployment Guide <https://dl.dod.cyber.mil/wp-content/uploads/devsecops/pdf/DevSecOps_Enterprise_Container_Image_Creation_and_Deployment_Guide_2.6-Public-Release.pdf>`_ :** 米国国防総省 DoD の防衛情報システム局 DISA によって開発されました。
- **

CIS Benchmark for Docker :**
: インターネットセキュリティセンター CIS によって開発されました。

> **注釈**
>
> CloudNativePG のコンテナレベルのセキュリティに関して EDB が採用したアプローチの詳細については、ブログ記事

Security and Containers in CloudNativePG を参照してください。

10.4 クラスター

クラスターレベルのセキュリティでは、コントロールプレーンとノードの両方を形成するすべての Kubernetes コンポーネント、およびクラスターで実行されるアプリケーション PostgreSQL を含むが考慮されます。最初に、このセクションの残りの部分を構成する信頼モデルとセキュリティ境界を定義します。

10.4.1 信頼モデルとセキュリティ境界

CloudNativePG は、セキュリティポリシーを適用するためのオペレーターと Kubernetes プラットフォーム間の明確な責任の分離に従います。以下のサブセクションでは、PostgreSQL ポッドに影響を与えると信頼されている人、適用境界が実際にある場所、オペレーターが管理するリソースを制限する方法、およびこれらすべてへのアクセスが RBAC によって制御される方法について説明します。

10.4.2 信頼できるクラスターリソースライター

Cluster カスタムリソースの作成または更新権限を持つユーザーは、オペレーターが管理する PostgreSQL ポッドの完全な仕様を定義すると信頼されます。これには、spec.securityContext 、spec.podSecurityContext 、spec.serviceAccountName などのセキュリティ重要フィールドが含まれます。オペレーターは、指示に従ってこれらの設定を適用します。クラスターライタがそれらをオーバーライドしない場合、オペレーターは強化されたデフォルトのポッドとコンテナセキュリティコンテキストを適用しますポッドとコンテナのセキュリティコンテキスト を参照してください。

これは、すべての Kubernetes オペレーターの動作と一貫しています。オペレーターは、高レベルのインテントを低レベルの Kubernetes リソースに変換する特権エージェントとして機能します。クラスターリソースへの書き込みアクセスを誰かに付与することは、生成されるポッド、サービス、PVC、およびその他の管理対象リソースに対する制御を付与することと同じです。

同じ原則が *CNPG-I plugins* に適用されます。プラグインは Pod のライフサイクルにフックし、Pod が作成される前に Pod 仕様のフィールドを変更できます。したがって、プラグインのインストールは、クラスターリソースへの書き込みアクセスを付与することと同様に、クラスター管理者によって行われる明示的な信頼の決定です。

同じ権限がデータベース自分自身にも拡張されます。オペレーターはスーパーユーザーとして PostgreSQL をリコンサイルするため、クラスターライタは、次のような文書化された目的のフィールドを介して、結果のクラスターに対してスーパーユーザーレベルの影響力を取得します。

- ブートストラップ SQL フック postInitSQL 、postInitApplicationSQL 、および postInitTemplateSQL 、初期化時に postgres スーパーユーザーとして実行されます初期化後のクエリの実行 を参照してください。
- インライン管理対象ロール

spec.managed.roles superuser: true を設定するか、既存のロールのメンバーシップを付与でき、COPY ... FROM PROGRAM などの PostgreSQL 機能を使用してオペランドポッド内でコマンドを実行できます。

- カスタム PostgreSQL 構成

これは意図された信頼モデルであり、特権のエスカレーションではありません。

オペランドポッドで実行されているコードは、マウントされた ServiceAccount の下でも実行され、独自のクラスターに関連付けられたシークレットを読み取ることができますインスタンスマネージャーによる *API* サーバーへの呼び出し を参照してください

および シークレット)。したがって、クラスターライタは、名前空間の分離 によってクラスター自分自身の名前空間に制限されたこれらのシークレットを読み取ることができます。

> **注釈**
>
> これらの信頼境界は、プロジェクトの self security assessment でもカバーされています。

10.4.3 Kubernetes Admission Control

オペレーターは、標準の Kubernetes API を介してポッドを作成します。つまり、すべてのポッドがクラスターに構成されている完全なアドミッション制御チェーンを通過します。これには

Pod Security Admission が含まれます

PSA、 Pod Security Standards を適用するビルトイン Kubernetes メカニズム

名前空間レベル、および使用中のサードパーティポリシーエンジンで。名前空間が PSA `restricted` または `baseline` プロファイルを適用する場合、Kubernetes API サーバーは、オペレーターが作成したポッドを含む、ポリシーに違反するポッドを拒否します。

上記の信頼できるクラスターライターは任意のポッドフィールドを設定できるため、このアドミッション制御チェーンオペレーターではなく、環境にポッドセキュリティポリシーを適用する境界となります。

10.4.4 名前空間の分離

オペレーターは、すべての管理対象リソースを親クラスターの名前空間に制限します。インスタンスポッドは常にクラスターと同じ名前空間に作成され、他の関係から推測されるのではなく明示的かつ決定論的に設定されます。Kubernetes の所有者参照は単一の名前空間に制限されているため、オペレーターは他の名前空間にリソースの所有権を確立することもできません。

カスタムリソースの#### RBAC

CloudNativePG カスタムリソースへのアクセスは、標準の Kubernetes RBAC によって管理されます。クラスターリソースへの書き込みアクセスは、結果のポッドの制御を意味するため、`cnpg.io/podPatch` ユーザー指定パッチを管理対象ポッドに適用する `cnpg.io/validation` 、`cnpg.io/reconciliationLoop` のようなアノテーションは、クラスターリソース自分自身と同じ RBAC ルールの対象となります。

特に、 `cnpg.io/validation` を `disabled` に設定すると、`cnpg.io/podPatch` で実行される構文と適用性チェックを含む、そのクラスターのオペレーター独自の検証用アドミッション Webhook がバイパスされます。したがって、CloudNativePG の Webhook 検証は勧告です。クラスターを書き込むことができるアクターと同じアクターがオフにできるため、セキュリティ境界ではありません。Kubernetes アドミッションコントロールは、このアノテーションに関係なく、結果のポッドに適用されます。

同じ理由が `DatabaseRole` リソースに適用されます。その仕様では、`superuser: true` と、`postgres` ロール自分自身を含む `inRoles` を介した既存のロールのメンバーシップが許可されています。したがって、名前空間内の `DatabaseRole` オブジェクトへの書き込みアクセスは、その名前空間の PostgreSQL クラスターへのスーパーユーザーアクセスと同等であり、`Cluster` リソースへの書き込みアクセスと同じ注意が必要です。

これらのリソースへの書き込みアクセスを高特権付与として扱います。マルチテナント展開の場合、テナントを別の名前空間に分離し、Kubernetes RBAC で名前空間ごとにスコープを設定し、 **名前空間の分離** に依存して影響を制限します。

ここで説明する RBAC は、CloudNativePG 独自のカスタムリソースへのアクセスを制御します。次のセクションでは、補完的な側、つまり、オペレーター自分自身が依存して、お客様に代わって Kubernetes リソースを管理する RBAC について説明します。

10.4.5 ロールベースのアクセス制御 RBAC

このセクションでは、上記の RBAC on Custom Resources で説明したカスタムリソースへのユーザーアクセスとは対照的に、オペレーターの_own_ RBAC に代わって Kubernetes リソースを管理するために使用するサービスアカウントとロールについて説明します。

オペレーターは、`cnpg-manager` という名前の専用サービスアカウントを使用して Kubernetes API サーバーと対話します。このサービスアカウントは、通常、オペレーター名前空間、一般的に `cnpg-system` にインストールされます。ただし、名前空間は、展開方法によって異なる場合があります以下のサブセクションを参照してください。

同じ名前空間に、`cnpg-manager` サービスアカウントとロールの間にバインディングがあります。このロールの具体的な名前とタイプ `Role` または `ClusterRole` も、展開方法によって異なります。このロールは、オペレーターが正常に機能するために必要な権限を定義します。これらのロールの詳細については、展開方法に応じて、`kubectl describe clusterrole` または `kubectl describe role` コマンドを使用できます。

> **注釈**
>
> 上記の権限は、Kubernetes API サーバーと対話するためにオペレーターのサービスアカウント専用に予約されています。これらは、 *Cluster* 、*Pooler* 、*Backup* 、*ScheduledBackup* 、*Database* 、*Publication* 、*Subscription* 、*ImageCatalog* 、および `ClusterImageCatalog` リソースとのみ対話するオペレーターのユーザーは直接アクセスできません。

以下に、いくつかの例と、最も重要な理由を提供します。CloudNativePG が標準の Kubernetes 名前空間または非名前空間リソースの完全または部分的な管理を必要とする理由。

`configmaps`

オペレーターは、Prometheus エクスポーターモニタリングメトリックのデフォルトの構成マップを作成および管理する必要があります。

`deployments`

オペレーターは、標準の Kubernetes `Deployment` リソースを使用して PgBouncer 接続プーラーを管理する必要があります。

`jobs`

オペレーターは、ジョブを処理して、さまざまな `Cluster` のフェーズを管理する必要があります。

`persistentvolumeclaims`

`PGDATA` が存在するボリュームは、PostgreSQL `Cluster` リソースの中心的な要素です。オペレーターは、選択したストレージクラスと対話して、定義されたスケジューリングポリシーに基づいて、要求されたボリュームを動的にプロビジョニングする必要があります。

`pods`

オペレーターは、`Cluster` のインスタンスを管理する必要があります。

`secrets`

Cluster オブジェクトに証明書とパスワードを提供しない限り、オペレーターは、ランダムに生成されたパスワードと TLS 証明書をセルフプロビジョニングし、シークレットに保存することにより、「構成より規約」パラダイムを採用します。

serviceaccounts

オペレーターは、インスタンスマネージャー PostgreSQL サーバーを制御するコンテナの_PID 1_プロセスが Kubernetes API サーバーと安全に通信してアクションを調整し、Cluster の信頼できるステータスを継続的に提供できるサービスアカウントを作成する必要があります。

services

オペレーターは、アプリケーションから PostgreSQL クラスターまたは接続プーラーへのネットワークアクセスを制御し、自動化された方法でフェールオーバー/スイッチオーバー操作を適切に管理する必要がありますたとえば、サービスの正しいエンドポイントを適切なプライマリに割り当てる PostgreSQL インスタンス)。

validatingwebhookconfigurations および mutatingwebhookconfigurations

オペレーターは、自己署名 Webhook CA を両方の Webhook 構成に注入します。これらは、管理するすべてのリソースを検証および変更するために必要です。詳細については、

Kubernetes documentation を参照してください。

volumesnapshots

オペレーターは、PostgreSQL サーバーのバックアップを取得するために、VolumeSnapshots オブジェクトを生成する必要があります。VolumeSnapshot は、復元プロセスを開始する前に検証するために読み取られます。

nodes

オペレーターは、アフィニティとアンチアフィニティのラベルを取得して、ポッドをスケジュールできるノードを決定できるようにする必要があります。これは、たとえば、レプリカが同じノードでスケジュールされるのを防ぐ場合に役立ちます。ノードが異なるアベイラビリティーゾーンにある場合に特に重要です。この権限は、ノードがスケジュールされているかどうかを判断し、スケジュールされていないノードでのポッドの作成を防止、またはプライマリがスケジュールされていないノードに存在する場合にスイッチオーバーをトリガーするためにも使用されます。

10.4.6 デプロイメントと ClusterRole リソース

前述のように、各展開方法には、サービスアカウントの名前空間の場所、ロールバインディング、および各ロールの名前とタイプが異なる場合があります。

Kubernetes マニフェスト経由

Kubernetes マニフェストを使用して CloudNativePG をインストールする場合、権限はデフォルトで ClusterRoleBinding に設定されます。次を実行して、オペレーターに必要な権限を検査できます。

```
kubectl describe clusterrole cnpg-manager
```

OLM 経由

セキュリティの観点から、Operator Lifecycle ManagerOLM は、より柔軟な展開方法を提供します。すべての名前空間または特定の名前空間を監視するようにオペレーターを構成できるため、より詳細な権限管理が可能になります。

> **注釈**
>
> OLM では、オペレーターを独自の名前空間に展開し、CloudNativePG クラスターに使用される特定の名前空間を監視するように構成できます。この設定は、権限を含め、より効果的にアクセスを制限するのに役立ちます。

10.4.7 クラスターロールのアクセス許可が必要なのはなぜですか?

現在、オペレーターが `nodes` および `ClusterImageCatalog` オブジェクトを読み取るには、`ClusterRole` 権限が必要です。他のすべての権限は、名前空間スコープつまり `Role` またはクラスター全体つまり `ClusterRole` にすることができます。

これらの権限でも、誰かが `ServiceAccount` へのアクセスを取得した場合、リソースの表示に制限されている `get` 、 `list` 、および `watch` 権限のみがあります。ただし、無許可のユーザーが `ServiceAccount` へのアクセスを取得した場合、それはより重大なセキュリティ問題を示しています。

したがって、ユーザーがオペレーターの `ServiceAccount` および昇格した権限で他の `ServiceAccount` にアクセスしないようにすることが重要です。

10.4.8 インスタンスマネージャーによる API サーバーへの呼び出し

オペランドコンテナのエントリポイントであるインスタンスマネージャーは、Kubernetes API サーバーへのいくつかの呼び出しを行って、一部のリソースのステータスが正しく更新されることを確認し、その Postgres クラスターに関連付けられている構成マップとシークレットにアクセスする必要があります。。このような呼び出しは、同じ PostgreSQL `Cluster` リソース名を共有するオペレーターによって作成された専用の `ServiceAccount` を介して実行されます。

> **注釈**
>
> このオペランドは、API サーバーを介してリソースの特定の限定されたサブセットにのみアクセスできます。サービスアカウントは recommended way to access the API server from within a Pod です。

10.4.9 共有サービスアカウントを使用する

デフォルトでは、CloudNativePG はクラスターごとに専用の `ServiceAccount` を作成し、クラスター自分自身にちなんで名前を付けます。ただし、IAM ロール AWS IRSA、GCP Workload Identity、Azure Workload Identity などを使用するクラウド環境では、独自の `ServiceAccount` を作成する各クラスターは、新しいクラスターごとに個別の IAM 構成を必要とし、複数のクラスターを管理する際のスケーリングが困難になります。

CloudNativePG では、クラスター仕様で serviceAccountName フィールドを指定することにより、複数のクラスターが単一の ServiceAccount を共有できます。これにより、その ServiceAccount を使用するすべてのクラスターで機能するワンタイム IAM 構成が有効になります。

重要 共有 ServiceAccount を使用する場合、ServiceAccount を自分自身で作成および管理する責任があります。オペレーターは、指定された ServiceAccount が存在することを検証しますが、作成または変更しません。

次に、共有 ServiceAccount を使用する例を示します。

```
#  Create the shared ServiceAccount once

apiVersion: v1
kind: ServiceAccount
metadata:
  name: postgres-cloud-sa
  annotations:
    # AWS IRSA annotation
    eks.amazonaws.com/role-arn: arn:aws:iam:us-east-1:123456789012:role/PostgresRole
- --

#  Reference it from multiple clusters

apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-prod
spec:
  serviceAccountName: postgres-cloud-sa
  instances: 3
  storage:
    size: 100Gi
```

注釈

serviceAccountName フィールドは `serviceAccountTemplate` と相互排他的です。オペレーターに `ServiceAccount` を管理させるか、オプションで `serviceAccountTemplate` でカスタマイズするか、*serviceAccountName* で既存のを参照できますが、両方はできません。

警告

serviceAccountName フィールドは、一度設定されると変更できません。 *ServiceAccount* を変更する必要がある場合は、クラスターを再作成する必要があります。

> **注釈**
>
> 複数のクラスターが `ServiceAccount` を共有する場合、オペレーターはクラスターごとに個別の `Role` および `RoleBinding` を作成します。共有 `ServiceAccount` は、それを使用するすべてのクラスターの Kubernetes RBAC 権限を蓄積します。各 `Role` のスコープは特定のクラスターのリソースに狭いため、これは特権エスカレーションを構成しません。

10.4.10 プーラーでの共有サービスアカウントの使用

同じ共有 `ServiceAccount` 機能は `Pooler` リソースでも使用できます。IAM 統合を使用するクラウド環境に PgBouncer プーラーを展開する場合、プーラー仕様の `serviceAccountName` フィールドを指定して、オペレーターにプーラーごとに 1 つ作成させる代わりに、既存の `ServiceAccount` を参照できます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Pooler
metadata:
  name: pooler-prod
spec:
  cluster:
    name: cluster-prod
  serviceAccountName: pgbouncer-cloud-sa
  instances: 3
  pgbouncer:
    poolMode: session
```

> **警告**
>
> クラスターと同様に、プーラーの `serviceAccountName` フィールドは、一度設定されると変更できません。 *ServiceAccount* を変更する必要がある場合は、プーラーを再作成する必要があります。

透明性を維持するために、サービスアカウントに関連付けられている権限は roles.go

ファイル。たとえば、 `myns` 名前空間の汎用 `mypg` クラスターの権限を取得するには、次のコマンドを入力します。

```
kubectl get role -n myns mypg -o yaml
```

次に、ロールがサービスアカウントにバインドされていることを確認します。

```
kubectl get rolebinding -n myns mypg -o yaml
```

> **注釈**
>
> **ロールは特定の名前空間**に制限されていることに注意してください。

以下に、汎用の Kubernetes リソースのサービスアカウントに関連付けられた権限の簡単な概要を提供します。

`configmaps`

インスタンスマネージャーは、カスタムモニタリングクエリなど、同じクラスターに関連する構成マップのみを読み取ることができます

`secrets`

インスタンスマネージャーは、同じクラスターに関連するシークレットのみを読み取ることができます。ストリーミングレプリケーションユーザー、アプリケーションユーザー、スーパーユーザー、LDAP 認証ユーザー、クライアント CA、サーバー CA、サーバー証明書、バックアップ資格情報、カスタムモニタリングクエリー

`events`

インスタンスマネージャーは、クラスターのイベントを作成し、PostgreSQL インスタンスのライフサイクルの特定の側面について API サーバーに通知できます

ここでは、代わりに、CloudNativePG に固有のリソースに関する同じ概要を提供します。

`clusters`

インスタンスマネージャーは、独自の `Cluster` リソースに対してのみ、読み取り専用権限、つまり `get` 、`list` 、および `watch` が必要です

`clusters/status`

インスタンスマネージャーは、自分自身の `Cluster` リソースのみのステータスを `update` および `patch` する必要があります

`backups`

インスタンスマネージャーが名前空間内の `Backup` リソースを読み取るには、 `get` および `list` 権限が必要です。さらに、オブジェクトストアに対応するものがない `Backup` オブジェクトを削除することにより、Kubernetes クラスターをクリーンアップするには、`delete` 権限が必要です。通常はリテンションポリシーのため

`backups/status`

インスタンスマネージャーは、名前空間内の `Backup` リソースのステータスを `update` および `patch` する必要があります。

10.4.11 ポッドとコンテナのセキュリティコンテキスト

Security Context

ポッドまたはコンテナの特権とアクセス制御設定を定義します。

CloudNativePG は、コンテナの実行に_privileged_モードを必要としません。PostgreSQL コンテナは、`postgres` システムユーザーとして実行されます。`root` として実行する必要があるコンポーネントはありません。

同様に、ボリュームアクセスには、_privileged_モードも root 特権も必要ありません。Kubernetes プラットフォームおよび/または管理者が適切な権限を割り当てる必要があります。PostgreSQL コンテナは、読み取り専用のルートファイルシステムつまり書き込み可能なレイヤーなしで実行されます。

オペレーターは、PostgreSQL クラスターのすべてのポッドとコンテナのセキュリティコンテキストの設定を管理します。

Seccomp Profile

PostgreSQL コンテナに使用するサービスは、 Cluster リソースの spec.seccompProfile セクションで構成できます。このセクションが空白のままの場合、コンテナは seccomp プロファイル Type または RuntimeDefault 、つまりコンテナランタイムのデフォルトを使用します。

デフォルトの seccompProfile を使用する PostgreSQL コンテナのセキュリティコンテキストは次のようになります。

```
securityContext:
  allowPrivilegeEscalation: false
  capabilities:
    drop:
    - ALL
  privileged: false
  readOnlyRootFilesystem: true
  runAsNonRoot: true
  seccompProfile:
    type: RuntimeDefault
```

10.4.12 セキュリティコンテキストのカスタマイズ

CloudNativePG は、それぞれ spec.podSecurityContext および spec.securityContext フィールドを介して、ポッドとコンテナの両方のセキュリティコンテキストのきめの細かい制御を提供します。

> **注釈**
>
> セキュリティコンテキストを変更すると、PostgreSQL クラスターのセキュリティ状態に大きな影響を与える可能性があり、ポッドが正常に起動または動作しない場合があります。変更を行う前に、どのフィールドをオーバーライドするか、演算子のデフォルトとマージする方法を確認し、非運用環境で変更をテストし、必要な最小限の十分に文書化された変更を適用します。

ポッドセキュリティコンテキスト spec.podSecurityContext これにより、すべての PostgreSQL クラスターポッドに適用されるデフォルトの PodSecurityContext をオーバーライドできます。指定すると、演算子のデフォルト設定とマージされ、明示的に設定されたフィールドの値が優先されます。

例

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  podSecurityContext:
    runAsUser: 26
    runAsGroup: 26
    fsGroup: 26
    supplementalGroups: [2000, 3000]
    fsGroupChangePolicy: "OnRootMismatch"
```

コンテナセキュリティコンテキスト `spec.securityContext` これにより、PostgreSQL クラスターポッド内のすべてのコンテナに適用されるデフォルトの `SecurityContext` をオーバーライドできます。`podSecurityContext` と同様に、演算子のデフォルトとマージします。

例

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  securityContext:
    allowPrivilegeEscalation: false
    # Note: capabilities are not merged with operator defaults.
    # If specified, they fully replace any defaults.
    capabilities:
      drop:
        - ALL
      add:
        - NET_BIND_SERVICE
    readOnlyRootFilesystem: true
    runAsNonRoot: true
```

注釈

明示的に設定していないフィールドの場合、オペレーターは安全なデフォルトを適用します。これにより、部分的な構成でもセキュリティのベストプラクティスを維持できます。

注釈

これらのフィールドは、 Pod Security Standards を使用する場合に特に役立ちます。

`restricted` プロファイル、ポッドとコンテナのセキュリティコンテキストの厳密な要件があります。*Ku-*

bernetes Admission Control で説明しているように、結果の Pod にこのようなプロファイルを適用するのは、オペレーターではなくこのアドミッションチェーンです。

10.4.13 セキュリティコンテキストの制約

Security Context Constraints (SCC) を利用している環境で実行されている場合

オペレーターは、PostgreSQL クラスターポッドのセキュリティコンテキストを明示的に設定せず、ポッドが既に定義されている制限されたセキュリティコンテキストコンストレインを継承することを許可します。

10.4.14 AppArmor を使用してポッドアクセスを制限する

`container.apparmor.security.beta.kubernetes.io` アノテーションを介して、すべての `Cluster` ポッド内の `postgres`、`initdb`、`join`、`full-recovery`、および `bootstrap-controller` コンテナに AppArmor プロファイルを割り当てることができます。例

```
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-apparmor
  annotations:
    container.apparmor.security.beta.kubernetes.io/postgres: runtime/default
    container.apparmor.security.beta.kubernetes.io/initdb: runtime/default
    container.apparmor.security.beta.kubernetes.io/join: runtime/default
```

> **警告**
>
> この種類のアノテーションを使用すると、クラスターが動作を停止する可能性があります。この場合、アノテーションは`Cluster` から安全に削除できます。

AppArmor 構成は Kubernetes ノードレベルである必要があります。つまり、基になるオペレーティングシステムでこのオプションを有効にし、適切に構成する必要があります。

これは状況ではなく、アノテーションが `Cluster` 作成時に追加された場合、ポッドは作成されません。一方、`Cluster` が作成された後にアノテーションを追加すると、クラスター内のポッドは起動できず、次のようなエラーが発生します。

```
metadata.annotations[container.apparmor.security.beta.kubernetes.io/postgres]:␣
↪Forbidden: may not add AppArmor annotations]
```

このような場合、Kubernetes 管理者に連絡し、使用する適切な AppArmor プロファイルを聞いてください。

10.4.15 ネットワークポリシー

`Cluster` リソースによって作成されたポッドは、Kubernetes によって制御できます network policies

IP および TCP レベルでインバウンドおよびアウトバウンドのネットワークアクセスを有効/無効にします。詳細については、*networking document* をご覧ください。

> **注釈**
>
> オペレーターは、TCP ポート 8000 で各インスタンスと通信して、PostgreSQL サーバーのステータスに関する情報を取得する必要があります。ネットワークポリシーを追加する場合にこれを念頭に置いて、より詳細な制御のために CloudNativePG が使用するポートのリストについては、以下の「公開ポート」セクションを参照してください。

ネットワークポリシーは、このドキュメントの範囲外です。Network policies を参照してください。

詳細については、Kubernetes ドキュメントのセクションを参照してください。

10.4.16 公開ポート

CloudNativePG は、以下の表にリストされているように、オペレーター、インスタンスマネージャー、およびオペランドレベルでポートを公開します。

System	Port number	Exposing	Name	TLS	Authentication
operator	9443	webhook server	*webhook-server*	Yes	Yes
operator	8080	metrics	*metrics*	No	No
instance manager	9187	metrics	*metrics*	Optional	No
instance manager	8000	status	*status*	Yes	Partial (1)
operand	5432	PostgreSQL instance	*postgresql*	Optional	Yes

(1) ステータス、状態、およびプローブエンドポイントは認証されていません。オペレーターからインスタンスへの認証 `GHSA-7qwx-x8ff-3px9 <オペレーターからインスタンスへの認証 *GHSA-7qwx-x8ff-3px9*>` で説明しているように、機密エンドポイントバックアップ、`pg_controldata` 、部分的な WAL アーカイブ、およびインスタンスマネージャーのアップグレードは、オペレーターのクライアント証明書が必要です

以下。

10.4.17 オペレーターからインスタンスへの認証

オペレーターは、起動時にメモリに自己署名 ECDSA クライアント証明書を生成し、クラスターの `.status.operatorCertificateFingerprint` で SHA-256 公開キーフィンガープリントを公開します。インスタンスマネージャーは、そのフィンガープリントを固定し、一致する証明書を提示しない機密エンドポイント backup、`pg_controldata` 、部分的な WAL アーカイブ、およびインスタンスマネージャーのアップグレードへの呼び出しを拒否します。ステータス、状態、およびプローブエンドポイントは認証されないままです。

証明書はディスクに書き込まれることはなく、オペレーターが再起動するたびに再生成されるため、CA 検証ではなくフィンガープリントのピンニングから信頼が得られます。

この保護には、ステータスポート **が TLS で提供される必要があります**というハード要件があります。これは、v1.24 以降のデフォルトです。クライアント証明書は TLS 接続でのみ提示できるため、ステータスポートが TLS を使用する場合にのみ、オペレーターが保護されたエンドポイントに到達できます。

警告

ステータスポートが TLS で提供されていない場合、インスタンスマネージャーはオペレーターを認証できず、*401 Unauthorized* で保護されたエンドポイント backup、*pg_controldata* 、部分的な WAL アーカイブ、およびインスタンスマネージャーのアップグレードへのすべての呼び出しを**永久に**拒否します。これは一時的な状態ではなく、自然に解決されることはありません。インスタンスマネージャーがこの認証を強制するバージョンにアップグレードされると、v1.24 より古いオペレーターによって作成されたインスタンスに影響を与える可能性があります。このようなインスタンスは、TLS でポッドが再作成されるようにロールアウトする必要があります。有効なステータスポート。新しく作成されたインスタンスは常にステータスポートで TLS を有効にし、影響を受けません。

10.4.18 PostgreSQL

CloudNativePG の現在の実装は、データベース所有者と、`enableSuperuserAccess` を `true` に設定して要求された場合にのみ、`postgres` スーパーユーザーのパスワードと `.pgpass` ファイルを自動的に作成します。

警告

enableSuperuserAccess は、オペレーターのセキュリティバイデフォルト姿勢を向上させるためにデフォルトで `false` に設定され、PostgreSQL への変更が `Cluster` リソースの `spec` を介して宣言的な方法で実行されるマイクロサービスアプローチを促進しながら、開発者に内部のフルパワーを提供しますデータベース所有者ユーザーを介してデータベースにアクセスします。

パスワードの暗号化に関する限り、CloudNativePG は PostgreSQL のデフォルト動作に従います。PostgreSQL 14 以降、`password_encryption` はデフォルトで `scram-sha-256` に設定されますが、以前のバージョンでは `md5` に設定されています。

注釈

Password authentication を参照してください。

詳細については、PostgreSQL ドキュメントのセクションを参照してください。

注釈

オペレーターは、*enableSuperuserAccess* オプションのトグルをサポートしています。実行中のクラスターで無効にすると、オペレーターはシークレットの内容を無視し、削除し、オペレーターが以前に生成した場合、*postgres* ユーザーのパスワードを `NULL` に設定しますパスワード認証を介したリモートアクセスを事実上無効にします。

注釈

PostgreSQL documentation で記載されているように、PostgreSQL では、一部のロール操作のログに平文

のロールパスワードが含まれる場合があります。 CloudNativePG は、 *postgres* ロギングステートメントロギングと Error ステートメントロギングの両方が、パスワードを使用した CREATE / ALTER ROLE 操作で一時的に抑制されるため、パスワードの漏洩を防ぎます。

詳細については、 **シークレット** を参照してください。

これらのファイルを使用して、データベースへのアプリケーションのアクセスを構成できます。

デフォルトでは、すべてのレプリカは、`streaming_replica` と呼ばれる特別なユーザーを使用して、現在のプライマリインスタンスに**物理非同期ストリーミングレプリケーション**で接続するように自動的に構成されます。ノード間の接続は **暗号化**され、認証は **TLS クライアント証明書**を介して行われます。詳細については、*Client TLS/SSL connections* ページを参照してください。デフォルトでは、オペレーターは TLS v1.3 接続を必要とします。

現在、オペレーターは、管理者が `postgresql` 構成の `pg_hba` セクションの一部としてマニフェストに `pg_hba.conf` 行を直接追加できます。マニフェストで定義された行は、デフォルトの `pg_hba.conf` に追加されます。

オペレーターによる `pg_hba.conf` の管理方法の詳細については、ドキュメントの **マウンティングと** *PostgreSQL* **の構成** を参照してください。

管理者は、デフォルトでローカルの postgres ユーザーをデータベース内の postgres ユーザーにのみマップする `pg_ident.conf` ファイルの内容をカスタマイズすることもできます。

オペレーターによる `pg_ident.conf` の管理方法の詳細については、ドキュメントの **マウンティングと** *PostgreSQL* **の構成** を参照してください。

注釈

例では、Kubernetes クラスターがプライベートで安全なネットワークで実行されていることを前提としています。

10.4.19 スキーマの解決と search_path の強化

データベースに対する特権を持つユーザーは、`public` などの書き込み可能なスキーマにオブジェクトファンクション、演算子、テーブル、またはタイプを植え付け、データベースまたはロールレベルの `search_path` たとえば `ALTER DATABASE ... SET search_path` または `ALTER ROLE ... SET search_path` を変更できます。後でそのデータベースに接続する特権セッションは、テナント制御の `search_path` を継承するため、クエリのいずれかにおける非修飾参照は、目的のオブジェクトではなく植えられたオブジェクトに解決される場合があります。これは、CWE-426 (Untrusted Search Path) に似た特権エスカレーションベクターであり、よく知られた CVE-2018-1058 と同じクラスの問題です。

これを防ぐために、CloudNativePG は、データベースまたは接続ロールで構成されている `search_path` に関係なく、PostgreSQL への接続を開くすべての接続で `search_path` を `pg_catalog, public, pg_temp` の固定値に固定します。

- `pg_catalog` が最初に検索されるため、ビルトインオブジェクトは常に別のスキーマに植えられた同じ名前のオブジェクトより優先されます。

- `pg_temp` セッションプライベート一時スキーマは、最初に検索されるのではなく最後に検索されるため、リレーションまたはデータ型をシャドウできません。

さらに、PgBouncer 統合で使用される `SECURITY DEFINER` ルックアップファンクションは、独自の固定された `search_path` で作成され、モニタリングクエリーは、**バックアップの進行状況のモニタリング** で説明しているように `search_path` が固定されているトランザクション内で実行されます。

> **注釈**
>
> ユーザー作成 SQL ブートストラップ中の `postInitSQL` */postInitApplicationSQL /postInitTemplateSQL* 、および論理インポートのインポート後クエリーは、標準の `"$user", public` 解像度で実行されるため、プレーンの PostgreSQL セッションと同様に動作し続けます。 *search_path* から独立する必要がある場合、これらのスクリプトのオブジェクト参照をスキーマ修飾します。

10.4.20 ストレージ

CloudNativePG は、保存時の暗号化を基になるストレージクラスに委任します。運用環境でのデータ保護のために、保存時の暗号化をサポートするストレージクラスを選択することを強くお勧めします。

第11章　Postgres Instance Manager

CloudNativePG は、フェールオーバー管理に外部ツールに依存しません。これは、Kubernetes API サーバーと、 **Postgres インスタンスマネージャー**と呼ばれるネイティブキーコンポーネントに依存するだけです。

インスタンスマネージャーは、PostgreSQL サーバープロセス `postmaster` としても知られるライフサイクル全体を処理します。

新しいクラスターを作成すると、オペレーターはインスタンスごとにポッドを作成します。フィールド `.spec.instances` は、作成するインスタンスの数を指定します。

各ポッドは、メインコンテナの親プロセス PID 1 としてインスタンスマネージャーを起動し、PostgreSQL インスタンスを実行します。ポッドのライフタイム中、インスタンスマネージャーはバックエンドとして機能して startup, liveness and readiness probes を処理します。

11.1 スタートアッププローブ

起動プローブは、PostgreSQL インスタンスがプライマリかスタンバイかにかかわらず、完全に起動していることを確認します。

> **注釈**
>
> デフォルトでは、起動プローブは pg_isready を使用します。ただし、別の起動戦略を指定することにより、動作をカスタマイズできます。

startup プローブの実行中、liveness プローブと readness プローブは無効のままです。Kubernetes 標準に従って、startup プローブが失敗すると、kubelet はコンテナを終了し、再起動します。

`.spec.startDelay` パラメーターは、startup プローブが成功するまでに許可される最大時間を秒単位で指定します。

デフォルトでは、`startDelay` は `3600` 秒に設定されます。特定の環境で PostgreSQL が完全に初期化する必要がある時間に基づいて、この設定を調整することをお勧めします。

> **警告**
>
> *.spec.startDelay* の設定が低すぎると、liveness プローブが途中でアクティブ化され、PostgreSQL が完全に初期化されていない場合は不必要な Pod が再起動する可能性があります。

CloudNativePG は、次のデフォルトパラメーターを使用して起動プローブを構成します。

```
failureThreshold: FAILURE_THRESHOLD
periodSeconds: 10
successThreshold: 1
timeoutSeconds: 5
```

failureThreshold 値は、 startDelay を periodSeconds で除算することにより自動的に計算されます。

構成の.spec.probes.startup セクションでプローブ設定をカスタマイズできます。

警告

カスタムプローブ設定がクラスターの操作要件に合わせて調整されていることを確認して、意図しない中断を回避します。

注釈

プローブ構成の詳細については、 *probe API documentation* を参照してください。

.spec.probes.startup.failureThreshold を手動で指定すると、デフォルトの動作がオーバーライドされ、startDelay の自動使用が無効になります。

たとえば、次の構成は、 startDelay をバイパスして、カスタムプローブパラメーターを明示的に設定します。

```
#  ... snip

spec:
  probes:
    startup:
      periodSeconds: 3
      timeoutSeconds: 3
      failureThreshold: 10
```

11.1.1 スタートアッププローブ戦略

特定のシナリオでは、PostgreSQL クラスターの起動戦略をカスタマイズする必要がある場合があります。たとえば、プライマリからストリーミングを開始するまでレプリカを開始済みとしてマーキングするのを遅らせるか、レプリカの準備ができていると見なされる前に満たす必要があるレプリケーションラグしきい値を定義できます。

これらの要件に対応するために、CloudNativePG は 2 つのオプションのパラメーターで.spec.probes.startup スタンザを拡張します。

- type プローブが成功したとみなすための基準を指定します。受け入れられる値、複雑さ/深さの順に、次のものが含まれます。

- `pg_isready` `pg_isready` コマンドが `0` で終了したときに、プローブを成功としてマークします。これは、プライマリインスタンスとレプリカのデフォルトです。
- `query` 基本的なクエリーが `postgres` データベースでローカルに実行されたときにプローブを成功としてマークします。
- `streaming` レプリカがソースからストリーミングを開始し、指定された条件を満たしたときにプローブを成功としてマークします。ラグ要件詳細以下。
- `maximumLag` バイト単位で測定される最大許容レプリケーションラグを定義します Kubernetes 量として表現されます。このパラメーターは、`type` が `streaming` に設定されている場合にのみ適用されます。`maximumLag` が指定されない場合、レプリカはストリーミングを開始するとすぐに正常に開始されたとみなされます。

注釈

.spec.probes.startup.maximumLag オプションは、ポッドの起動フェーズ中にのみ検証および適用されます。つまり、レプリカが起動しているときにのみ適用されます。

警告

maximumLag オプションの構成が正しくない場合、startup プローブの継続的な失敗が発生し、レプリカの再起動が繰り返される場合があります。このオプションの動作を理解し、*failureThreshold* および `periodSeconds` の適切な値を構成して、レプリカがソースに追いつくのに十分な時間を与えます。

次の例では、レプリカが開始されたとみなされるソースからの最大 16Mi の遅延が必要です。

```
#  <snip>

probes:
  startup:
    type: streaming
    maximumLag: 16Mi
```

11.2 Liveness Probe

liveness プローブは、startup プローブが正常に完了した後に開始されます。その主な役割は、PostgreSQL インスタンスマネージャーが正常に動作していることを確認することです。

Kubernetes 標準に従って、liveness プローブが失敗すると、kubelet はコンテナを終了し、再起動します。

ポッドが生きていないとして分類されるまでの時間は、`.spec.livenessProbeTimeout` パラメーターを介して構成できます。

CloudNativePG は、次のデフォルトパラメーターを使用して liveness プローブを構成します。

```
failureThreshold: FAILURE_THRESHOLD
periodSeconds: 10
successThreshold: 1
timeoutSeconds: 5
```

failureThreshold 値は、 livenessProbeTimeout を periodSeconds で除算することにより自動的に計算されます。

デフォルトでは、.spec.livenessProbeTimeout は 30 秒に設定されます。これは、liveness プローブが、各チェックの間に 10 秒の間隔で、3 回連続したプローブ障害を検出した場合に障害を報告することを意味します。

構成の.spec.probes.liveness セクションでプローブ設定をカスタマイズできます。

警告

カスタムプローブ設定がクラスターの操作要件に合わせて調整されていることを確認して、意図しない中断を回避します。

注釈

プローブ構成の詳細については、 *probe API documentation* を参照してください。

.spec.probes.liveness.failureThreshold を手動で指定すると、デフォルトの動作がオーバーライドされ、livenessProbeTimeout の自動使用が無効になります。

たとえば、次の構成は、 livenessProbeTimeout をバイパスして、カスタムプローブパラメーターを明示的に設定します。

```
#  ... snip

spec:
  probes:
    liveness:
      periodSeconds: 3
      timeoutSeconds: 3
      failureThreshold: 10
```

11.2.1 プライマリ分離

CloudNativePG 1.27 では、PostgreSQL プライマリの活性プローブの追加動作を導入し、次の条件の**両方** が満たされる場合に障害を報告します。

1. インスタンスマネージャーは Kubernetes API サーバーに到達できません
2. インスタンスマネージャーは、インスタンスマネージャーの REST API を介して **他の** インスタンスに到達できません

この動作の効果は、分離されたプライマリが生きていないと考えられ、その後、liveness プローブが失敗したときに**シャットダウン** します。

デフォルトで有効になっています 。以下を追加して無効にできます。

```
spec:
  probes:
    liveness:
      isolationCheck:
        enabled: false
```

> **注釈**
>
> デフォルトの liveness プローブ設定 `livenessProbeTimeout` から自動的に派生は、アグレッシブな 30 秒になる場合があることに注意してください。そのため、環境に合わせて liveness プローブ構成を明示的に設定することをお勧めします。

また、仕様は 2 つのオプションのネットワーク設定 `requestTimeout` および `connectionTimeout` も受け入れます。どちらもデフォルトで `1000` ミリ秒単位です。クラウド環境では、これらの値を増やす必要がある場合があります。例

```
spec:
  probes:
    liveness:
      isolationCheck:
        enabled: true
        requestTimeout: "2000"
        connectionTimeout: "2000"
```

> **注釈**
>
> プライマリ分離は **安全な予備選挙** とは異なります

メカニズム。分離チェックは、API サーバーと他のインスタンスの両方への接続を失ったプライマリを_フェンス_し、プライマリリースは_どのインスタンスをプロモートできるかを調整します。2 つのメカニズムは相補的です。

11.3 Readiness Probe

スタートアッププローブが正常に完了すると、準備状況プローブが開始されます。その主な目的は、PostgreSQL インスタンスがポッドのライフサイクル中の任意の時点でトラフィックを受け入れ、要求を処理する準備ができているかどうかを確認することです。

> **注釈**

デフォルトでは、準備状況プローブは pg_isready を使用します。ただし、別の準備状況戦略を指定することにより、動作をカスタマイズできます。

Kubernetes 標準に従って、準備状況プローブが失敗した場合、ポッドは未準備としてマークされ、どのサービスからトラフィックを受信しません。準備ができていないポッドは、自動フェイルオーバーシナリオ中のプロモーションの対象外です。

CloudNativePG は、準備状況プローブに次のデフォルト構成を使用します。

```
failureThreshold: 3
periodSeconds: 10
successThreshold: 1
timeoutSeconds: 5
```

デフォルト設定が要件に合わない場合は、 `.spec.probes.readiness` スタンザでパラメーターを指定して、readness プローブを完全にカスタマイズできます。例

```
#  ... snip

spec:
  probes:
    readiness:
      periodSeconds: 3
      timeoutSeconds: 3
      failureThreshold: 10
```

警告

カスタムプローブ設定がクラスターの操作要件と一致していることを確認して、意図しない中断を防ぎます。

注釈

プローブの構成の詳細については、 *probe API* を参照してください。

11.3.1 Readness Probe 戦略

特定のシナリオでは、クラスターの準備状況戦略をカスタマイズする必要がある場合があります。たとえば、プライマリからストリーミングを開始するまでレプリカの準備ができていることのマーキングを遅らせるか、レプリカの準備ができていると判断する前に最大レプリケーションラグしきい値を定義できます。

これらの要件に対応するために、CloudNativePG は 2 つのオプショナルパラメーター `type` および `maximumLag` で `.spec.probes.readiness` スタンザを拡張しました。 スタートアッププローブ戦略 を参照してください。

これらのオプションの詳細については、セクションを参照してください。

> **注釈**
>
> startup プローブとは異なり、 *.spec.probes.readiness.maximumLag* オプションは継続的に監視されます。この設定が適切に調整されていない場合、遅延レプリカの準備ができなくなる場合があります。

> **警告**
>
> *maximumLag* オプションの誤った構成は、readiness プローブの失敗を繰り返して、次のような重大な結果を引き起こす可能性があります。

- フェールオーバー中のプロモーションまたは同期レプリケーションクォーラムへの参加など、キーオペレーター機能からのレプリカの除外。- 読み取り/読み取り専用サービスの中断。 - フェールオーバー時間が長いシナリオでは、レプリカの準備ができていないと宣言され、手動介入が必要なクラスターストールが発生する場合があります。

> **注釈**
>
> *streaming* および`maximumLag` オプションは細心の注意を払って使用します。 PostgreSQL レプリケーションに慣れていない場合は、デフォルトの戦略を使用してください。不明な場合は、専門家のアドバイスを求めてください。

次の例では、レプリカが準備ができているとみなされるように、ソースからの最大 64Mi の遅延が必要です。また、起動プローブが成功するまでに約 300 秒 30 失敗× 10 秒もかかります。

```
#  <snip>

probes:
  readiness:
    type: streaming
    maximumLag: 64Mi
    failureThreshold: 30
    periodSeconds: 10
```

11.4 シャットダウン制御

Postgres を実行しているポッドが手動で、またはノードドレイン操作に続いて Kubernetes によって削除されると、kubelet はインスタンスマネージャーに終了信号を送信し、インスタンスマネージャーは適切な方法で PostgreSQL のシャットダウンを担当します。`.spec.smartShutdownTimeout` および`.spec.stopDelay` オプションは秒単位であり、PostgreSQL がシャットダウンするまでの時間を制御します。値はデフォルトでそれぞれ 180 および 1800 秒です。

シャットダウン手順は 2 つの手順で構成されます。

1. インスタンスマネージャーは、最初に `CHECKPOINT` を発行し、次に**スマート**シャットダウンを開始し、PostgreSQL への新しい接続を禁止します。このステップは最大`.spec.smartShutdownTimeout`

秒間続きます。

2. PostgreSQL がまだアップしている場合、インスタンスマネージャーは**高速**シャットダウンを要求し、既存の接続を終了してすぐに終了します。インスタンスが WAL ファイルのアーカイブおよび/またはストリーミングを行っている場合、プロセスは`.spec.stopDelay`で設定された残り時間まで待機して操作が完了し、強制的にシャットダウンします。このようなタイムアウトは少なくとも 15 秒である必要があります。

> **注釈**
>
> データベース *RPO* に影響を与える Postgres クラスターでのデータの損失を回避するには、プライマリインスタンスが実行されているポッドを削除しないでください。この場合、最初に別のインスタンスへのスイッチオーバーを実行します。

11.4.1 スイッチオーバー中のプライマリのシャットダウン

スイッチオーバー中のシャットダウン手順は、一般的な場合と少し異なります。元のプライマリのインスタンスマネージャーは、最初に`CHECKPOINT`を発行し、指定された新しいプライマリが昇格する前に PostgreSQL の **高速**シャットダウンを開始し、新しいプライマリですべてのデータが安全に利用できるようにします。

このため、秒単位で表される`.spec.switchoverDelay`は、元のプライマリが正常にシャットダウンし、すべての WAL ファイルをアーカイブする時間を制御します。デフォルトでは、`3600` 1 時間に設定されています。

> **警告**
>
> *.spec.switchoverDelay* オプションは *RPO* に影響します

と PostgreSQL データベースの **バックアップ頻度と** *RTO* 低い値に設定すると、RPO よりも RTO が優先される場合がありますが、クラスターレベルおよび/またはバックアップレベルでデータの損失が発生します。逆に、高い値に設定すると、スイッチオーバー中にアクティブなプライマリのないクラスターを長時間放置する間のデータ損失のリスクを取り除くことができます。

11.5 フェイルオーバー

プライマリポッドに障害が発生した場合、クラスターはフェールオーバーモードになります。詳細は *FailoverQuorum* を参照してください。

11.6 ディスクフル障害

ストレージの枯渇は、PostgreSQL クラスターのよく知られた問題です。PostgreSQL documentation

では、考えられる障害シナリオと、ディスクの使用状況を監視してディスクがいっぱいになるのを防ぐことの重要性を強調しています。

同じことは CloudNativePG と Kubernetes にも当てはまります。 **バックアップの進行状況のモニタリング**

WAL セグメントが使用するディスク領域と、Prometheus にエクスポートされたディスク使用量の標準メトリックの確認に関する詳細を提供します。

> **注釈**
>
> 実稼働システムでは、データベースを継続的に監視することが重要です。ディスクストレージが使い果たされると、データベースサーバーがシャットダウンする場合があります。

> **注釈**
>
> 使い果たしたストレージの検出は、ディスクのサイズと使用状況を正確に報告するストレージクラスに依存しています。これは、Kind のようなシミュレートされた Kubernetes 環境、または`csi-driver-host-path`などのテストストレージクラス実装には当てはまらない場合があります。

WAL が含まれるディスクがいっぱいになり、これ以上 WAL セグメントを保存できなくなると、PostgreSQL は動作を停止します。CloudNativePG は、次の WAL セグメントを保存するための十分な領域があることを確認することにより、この問題を正しく検出し、復旧を複雑にする可能性のあるフェイルオーバーのトリガーを回避します。

これにより、人間の管理者は根本的な原因に対処できます。

このような場合、ストレージクラスでサポートされている場合、現在最も早いアクションは次のことです。

1. フル PVC のストレージサイズを拡張する
2. `Cluster` リソースのサイズを同じ値に増加します

問題が解決され、WAL セグメント用の十分な空き領域が確保されると、ポッドが再起動し、クラスターが正常な状態になります。

ドキュメントの **ボリュームの拡張** も参照してください。

第12章　Scheduling

Kubernetes のスケジューリングは、いくつかの基準に基づいて、可能な限り最適なノードに新しいポッドを配置するプロセスです。

Kubernetes documentation を参照してください。

使用可能なすべてのポリシーを含むスケジュールの詳細については、をご覧ください。このページでは、アフィニティ、アンチアフィニティ、ノードセレクターなどの概念に精通していることを前提としています。

AffinityConfiguration を介して CloudNativePG クラスターのインスタンスをスケジュールする方法を制御できます

クラスターの定義のセクション。以下をサポートします。

- ポッドアフィニティ/アンチアフィニティ
- ノードセレクター
- 許容範囲

12.1 ポッドアフィニティとアンチアフィニティ

Kubernetes は、_affinity_および_anti-affinity_ルールを使用してポッドをスケジュールする場所を制御するメカニズムを提供します。これらのルールを使用すると、そこで既に実行されているワークロードに基づいて、ポッドを特定のノードでスケジュールするかどうかを指定するか、特定のノードで回避するかどうかを指定できます。この機能は、技術的に**ポッド間アフィニティ/アンチアフィニティ** と呼ばれます。

デフォルトでは、CloudNativePG はクラスターインスタンスをできれば別のノードでスケジュールするように構成しますが、pgBouncer インスタンスは同じノードで実行される場合があります。

例、次の Cluster 仕様の場合

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie

  affinity:
    enablePodAntiAffinity: true # Default value
    topologyKey: kubernetes.io/hostname # Default value
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    podAntiAffinityType: preferred # Default value

  storage:
    size: 1Gi
```

インスタンスポッドに適用される affinity 構成は次のとおりです。

```
affinity:
  podAntiAffinity:
    preferredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
      - podAffinityTerm:
          labelSelector:
            matchExpressions:
              - key: cnpg.io/cluster
                operator: In
                values:
                  - cluster-example
              - key: cnpg.io/podRole
                operator: In
                values:
                  - instance
          topologyKey: kubernetes.io/hostname
        weight: 100
```

この設定では、十分なリソースが利用可能であると仮定して、Kubernetes は 3 つの異なるノードにまたがって 3 ノード PostgreSQL クラスターをスケジュールすることを_prefer_します。

12.1.1 ポッドのアンチアフィニティの必要性

上記の設定を調整することにより、デフォルトの動作を変更できます。

たとえば、podAntiAffinityType を required に設定すると、preferredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution の代わりに requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution が適用されます。

ただし、この厳密な要件により、リソースが不十分な場合はポッドが保留されたままになる場合があることに注意してください。これは、Kubernetes クラスターでの自動水平スケーリングに Cluster Autoscaler を使用する場合に特に関連します。

> **注釈**
>
> 詳細については、

Kubernetes documentation を参照してください。

12.1.2 トポロジの考慮事項

クラウド環境では、ポッドがノードだけではなく異なるアベイラビリティーゾーンに分散されるように、`topology.kubernetes.io/zone` を `topologyKey` として使用することを検討できます。その他のオプションについては、Well-Known Labels, Annotations, and Taints を参照してください。

12.1.3 アンチアフィニティポリシーの無効化

必要に応じて、`enablePodAntiAffinity` を `false` に設定することにより、オペレーター生成のアンチアフィニティポリシーを無効にできます。

12.1.4 カスタムルールを使用したきめの細かい制御

より正確な制御が必要なシナリオの場合、`additionalPodAffinity` および `additionalPodAntiAffinity` 構成属性を使用して、カスタムポッドアフィニティまたはアンチアフィニティルールを指定できます。これらのカスタムルールは、オペレーターが有効になっている場合は生成されたルールに追加され、オペレーター生成ルールが無効になっている場合は直接使用されます。

> **注釈**
>
> *additionalPodAntiAffinity* または `additionalPodAffinity` を使用する場合、Pod 仕様で想定されている完全な `podAntiAffinity` または `podAffinity` 構造を提供する必要があります。次の YAML 例は、どの PostgreSQL クラスターに属しているかに関係なく、ワーカーノードごとに PostgreSQL のインスタンスを 1 つだけ構成する方法を示しています。

```yaml
additionalPodAntiAffinity:
  requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
    - labelSelector:
        matchExpressions:
          - key: postgresql
            operator: Exists
            values: []
      topologyKey: "kubernetes.io/hostname"
```

12.2 nodeSelector によるノード選択

Kubernetes では、 `nodeSelector` がラベルのリストキーと値のペアとして定義を提供して、ポッドを実行できるノードを選択できます。具体的には、ノードには、スケジュールおよび実行するポッドのラベルとして、指定された各キーと値のペアが必要です。

同様に、CloudNativePG は、 `affinity` セクションで `nodeSelector` を定義することに同意して、これらのラベルを持つノードでのみ実行する PostgreSQL クラスターを要求できます。

12.3 許容範囲

Kubernetes では、 taints を介して tolerations を介して明示的に許容しないすべてのポッドをノードが反発するかどうかを指定できます taints を介して 。

したがって、特定のノードの taints と一致するワークロードに tolerations の適切なセットを設定することにより、Kubernetes スケジューラーは、汚染されたノードを考慮に入れて、ワークロードをスケジュールするノードを決定するようになります。.spec.affinity.tolerations セクションを介して、クラスターのすべてのポッドの許容値を構成できます。このセクションは、許容値の通常の Kubernetes 構文を受け入れます。

> **注釈**
>
> taint と toleration の詳細については、

Kubernetes documentation を参照してください。

12.4 PostgreSQL ワークロードの分離

> **注釈**
>
> 続行する前に、ドキュメントの *Architecture* セクションを必ず読んでください。

さまざまな方法で Kubernetes に PostgreSQL を展開できますが、運用環境では次の重要な原則に従うことをお勧めします。

- **アベイラビリティーゾーンのエクスプロイト**可能であれば、異なる AZ に PostgreSQL インスタンスを分散することにより、同じ Kubernetes クラスター内のアベイラビリティーゾーン AZ を利用します。
- **専用ワーカーノード** *PostgreSQL ワークロードのノードの予約* で詳細に説明しているように、node-role.kubernetes.io/postgres ラベルとテイントを介して PostgreSQL ワークロードの特定のワーカーノードを割り当てます。

セクション。

- **ノードのオーバーラップの回避**同じ PostgreSQL クラスターのインスタンスが同じノードで実行されていないことを確認します。

前のセクションで詳しく説明したように、CloudNativePG は、ポッドのアンチアフィニティ、ノードセレクター、および許容範囲を構成する柔軟性を提供します。

以下は、PostgreSQL Cluster が postgres ノードにデプロイされ、そのインスタンスがさまざまなノードに分散されていることを確認するためのサンプル構成です。

```
#  <snip>

affinity:
  enablePodAntiAffinity: true
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  topologyKey: kubernetes.io/hostname
  podAntiAffinityType: required
  nodeSelector:
    node-role.kubernetes.io/postgres: ""
  tolerations:
    - key: node-role.kubernetes.io/postgres
      operator: Exists
      effect: NoSchedule

#  <snip>
```

そのシンプルさにもかかわらず、このセットアップは PostgreSQL ワークロードの最適な分散と分離を保証し、運用環境のパフォーマンスと信頼性の向上につながります。

第13章　Resource management

一般的な Kubernetes クラスターでは、ポッドは無制限のリソースで実行されます。デフォルトでは、必要なだけ CPU と RAM を使用できます。

CloudNativePG を使用すると、管理者は、マニフェストの `resources` セクションを介して、クラスターのポッドによるリソース使用を制御および管理できます。

- `requests` 初期要件
- `limits` 最大使用量、リソースニーズが動的に増加した場合

たとえば、次のように 32MiB 128MiB までスケーラブルな RAM の初期量と 50m の CPU 100m までスケーラブルを要求できます。

```yaml
resources:
  requests:
    memory: "32Mi"
    cpu: "50m"
  limits:
    memory: "128Mi"
    cpu: "100m"
```

メモリ要求と制限はコンテナに関連付けられますが、ポッドにメモリ要求と制限があると考えると便利です。ポッドのメモリ要求は、ポッド内のすべてのコンテナのメモリ要求の合計です。

ポッドのスケジューリングは、制限ではなく要求にもとづいています。ポッドのメモリ要求を満たすだけの十分な使用可能なメモリがノードにある場合にのみ、ポッドはノードで実行されるようにスケジュールされます。

リソースごとに、コンテナを優先度の高い順に 3 つのサービス品質 QoS クラスに分割します。

- **保証**
- *Burstable*
- **ベストエフォート**

詳細については、 Configure Quality of Service for Pods を参照してください。

Kubernetes ドキュメントのセクション。

PostgreSQL ワークロードの場合、「保証」QoS を設定することをお勧めします。

注釈

サービス品質が「保証」に設定されている場合、CloudNativePG は、 PostgreSQL documentation に従って、*postmaster* プロセスの `PG_OOM_ADJUST_VALUE` を `0` に設定します。これにより、*postmaster* は `-997` の低いアウトオブメモリ OOM スコアを維持できますが、その子プロセスは `0` の OOM スコア調整で実行されます。その結果、OOM キラーがトリガーされると、*postmaster* より前に子プロセスを終了します。この動作は、PostgreSQL インスタンスをできるだけ長く生かし続けるのに役立ち、エビクションが発生した場合のクリーンシャットダウン手順を有効にします。

Kubernetes のリソース関連の問題を回避するには、クラスターの作成中に「リソース不足」処理のベストプラクティスを参照できます。

- マニフェストファイルのリソースセクションでメモリと CPU の必要な値を指定します。この方法により、`OOM Killed` および `CPU throttle` または実行中のインスタンスに関するその他のリソース関連の問題を回避できます。
- クラスターのポッドを「保証」QoS クラスに割り当てるには、メモリと CPU の両方の制限と要求を同じ値に設定する必要があります。
- ポッドリソースと一貫して必要な PostgreSQL メモリパラメーターを指定します VM または物理マシンのシナリオで行うように、以下を参照してください。
- nodeSelector を使用して、専用ノードにデータベースサーバーポッドをセットアップします。API リファレンスページの *"affinityconfiguration"* リソースの「nodeSelector」および「tolerations」フィールドを参照してください。

次のマニフェストの例を参照できます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-resources
spec:
  instances: 3

  postgresql:
    parameters:
      shared_buffers: "256MB"

  resources:
    requests:
      memory: "1024Mi"
      cpu: 1
    limits:
      memory: "1024Mi"
      cpu: 1

  storage:
    size: 1Gi
```

上記の例では、 256MB の値で shared_buffers パラメーターを指定しました。つまり、データをキャッシュするために PostgreSQL サーバーに専用のメモリの量です。このパラメーターのデフォルト値は定義されていない場合の 128MB です。

shared_buffers の適切な開始値は、システム内のメモリの 25%です。例えば shared_buffers が 256 MB の場合、コンテナメモリサイズの推奨値は 1 GB です。これは、ポッド内ですべてのコンテナが合計 1 GB のメモリを持つことを意味し、Kubernetes が常に保持し、コンテナができることを意味します予想通りに動作します。詳細については、Resource Consumption を参照してください。

PostgreSQL ドキュメントのセクション。

> **注釈**
>
> リソース管理の詳細については、 Managing Compute Resources for Containers を参照してください。

Kubernetes ドキュメントのページ。

13.1 垂直ポッドオートスケーラー VPA との統合

Cluster CRD は、scale サブリソースとそのインスタンスポッドのラベルセレクターを公開します。これにより、Cluster は Vertical Pod Autoscaler VPA の有効な targetRef になるため、VPA はインスタンスポッドを観察し、それらの CPU とメモリの推奨事項を出力できます。

VPA は **推奨専用** モード updatePolicy.updateMode: Off で実行することをお勧めします。このモードでは、VPA はその推奨事項のみをレポートし、オペレーターは通常のマニフェストの更新を介して Cluster の spec.resources に適用できます。CloudNativePG は、通常のスイッチオーバー対応手順を使用してインスタンスのローリング更新を実行します。VPA はコンテナごとに推奨事項を生成します。 spec.resources が構成するものであるため、 postgres コンテナ用のものを使用します。

Cluster をターゲットとする例

```yaml
apiVersion: autoscaling.k8s.io/v1
kind: VerticalPodAutoscaler
metadata:
  name: cluster-example-vpa
spec:
  targetRef:
    apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
    kind: Cluster
    name: cluster-example
  updatePolicy:
    updateMode: "Off"
```

> **警告**
>
> CloudNativePG 管理の`Cluster` に対して *updateMode: Auto* 、*Recreate* 、または`Initial` を使用しないでください。オペレーターはポッド仕様を所有し、*Cluster* の`spec.resources` を真実のソースとして扱います。

実行中のポッドに VPA が書き込むリソースを採用しないため、ライブポッドと宣言された`spec.resources`はサイレントに分岐します。宣言したリソースたとえば、オペレーターがメモリ要求に対して検証した`shared_buffers`値に対してサイズを設定した調整は、ポッドの実際の制限と一致しなくなりました。また、VPA は、Kubernetes エビクション API を介してポッドをエビクトし、オペレーターのスイッチオーバー認識シークエンシングをバイパスします。デフォルトのプライマリ`PodDisruptionBudget`は、プライマリのエビクションをブロックするため、VPA は完了する代わりにストールします。代わりに、VPA 推奨事項を`Cluster`マニフェストに手動で適用します。

13.2 ホリゾンタルポッドオートスケーラー HPA との統合

`scale`サブリソースは`spec.instances`も公開するため、Horizontal Pod Autoscaler

HPA は、`Cluster`のインスタンスの数を技術的に変更できます。実際には、これはいくつかの理由から PostgreSQL クラスターには**お勧めできません**。

`Cluster`のスケーリングは、スタンバイレプリカのみを追加または削除します。プライマリの書き込み負荷が軽減されることはありません。スケールサブリソースを介して公開されるセレクターは、反対のワークロードプロファイル書き込み多いプライマリ、読み取り専用レプリカを持つプライマリおよびすべてのレプリカと一致するため、HPA が CPU またはメモリメトリックから計算するポッドごとの平均は意味がありません。それらのいずれかの信号。レプリカを追加すると、ホットプライマリに対処せずに、平均をさらに薄めるだけです。

HPA は、`spec.instances`に対する CloudNativePG 自身のコンストレインも認識しません。同期レプリカを構成する場合、`maxSyncReplicas + 1`インスタンスより下のスケールダウンは検証 Webhook によって拒否され、HPA は満足できない値を再試行し続けます。それでも HPA から`spec.instances`を駆動する場合は、実際にリードレプリカの負荷を反映するカスタムメトリックに基づいて、`minReplicas`を同期レプリカのフロアより上に設定します。最初に、レプリケーションとクォーラムへの影響を注意深く確認します。

第14章　Failure Modes

> **注釈**
>
> CloudNativePG の以前のバージョンでは、このページには特定の障害シナリオが含まれていました。これらは主に標準の Kubernetes の動作に従っているため、コンテンツを合理化して、基になる Kubernetes スタックに属し、CloudNativePG に固有ではない情報の重複を回避しました。

CloudNativePG は、自己修復と高可用性のための標準の Kubernetes 原則に準拠しています。ストレージクラス、PVC、ノード、ポッドなどのコア Kubernetes 概念に精通していることを前提としています。CloudNativePG 固有の詳細については、スタートアップ、ライブネス、および準備状況プローブをカバーする *Postgres Instance Manager* および以下の **自己修復** セクションを参照してください。

> **注釈**
>
> 本番で CloudNativePG を実行している場合、professional support をシークすることを強くお勧めします。

14.1 自己修復

14.1.1 一次障害

プライマリポッドに障害が発生した場合

- オペレーターは、レプリケーションラグが最も低い最新のスタンバイをプロモートします。
- `-rw` サービスが更新されて、新しいプライマリをポイントします。
- 障害が発生した Pod は、`-r` および`-rw` サービスから削除されます。
- スタンバイポッドは、新しいプライマリから複製を開始します。
- 前者のプライマリは `pg_rewind` を使用して、PVC が利用可能な場合を再同期します。それ以外の場合、新しいプライマリのバックアップから新しいスタンバイが作成されます。

14.1.2 スタンバイ障害

スタンバイポッドに障害が発生した場合

- `-r` および`-ro` サービスから削除されます。
- ポッドは、PVC がある場合はそれを使用して再起動されます。それ以外の場合、新しいポッドは、現在のプライマリのバックアップから作成されます。

- 準備が整うと、Pod は-r および-ro サービスに再追加されます。

14.2 手動介入

自動復旧の対象とならない障害シナリオの場合、手動介入が必要になる場合があります。

> **注釈**
>
> professional support なしで手動操作を実行しないでください。

14.2.1 リコンシリエーションの無効化

cnpg.io/reconciliationLoop アノテーションを使用すると、CloudNativePG リソースの調整ループを一時的に無効にすることができます。"disabled" に設定されている場合、オペレーターはアノテーション付きリソースの更新の処理を停止し、自動変更または自己修復アクションを防ぎます。

この注釈は **細心の注意を払って** 、緊急操作中にのみ使用してください。

> **警告**
>
> このアノテーションは、問題が解決されたらすぐに削除する必要があります。そのままにすると、オペレーターはアノテーション付きリソースを管理できません。クラスターでは、これには自己修復アクションとフェイルオーバーが含まれます。

次のリソースは、このアノテーションをサポートしています。

- **クラスター** PostgreSQL クラスターのリコンシリエーションを無効にします
- **Backup** バックアップ操作のリコンシリエーションを無効にします

使用例

```
metadata:
  name: cluster-example-no-reconcile
  annotations:
    cnpg.io/reconciliationLoop: "disabled"
spec:
  # ...
```

第15章　Rolling updates

オペレーターを使用すると、アプリケーションの実行を継続しながら、クラスターで使用される PostgreSQL バージョンを変更できます。

ローリングアップグレードは、次の場合にトリガーされます。

- クラスター仕様の `imageName` 属性を変更する場合。
- クラスター仕様の `.spec.postgresql.extensions` スタンザの拡張イメージのリストを変更する場合。
- **イメージカタログを使用する** は、クラスターが使用するメジャーバージョンの新しいイメージで更新されます。
- PostgreSQL 構成の変更を適用するには、再起動が必要です。
- `Cluster .spec.resources` 値を変更します。
- オペレーターが更新され、ポッドが最新のインスタンスマネージャーを実行します *in-place updates are enabled* の場合

ローリングアップグレード中に、オペレーターは、すべてのレプリカを一度に 1 つのポッドずつ、最も高いシリアルを持つものから始めてアップグレードします。

プライマリは常にアップグレードされる最後のノードです。

ローリング更新は構成可能で、完全に自動化する `unsupervised` か、人間の介入を必要とする `supervised` のいずれかです。

アップグレードでは、データの再クローンを作成せずに、CloudNativePG ID を維持します。ポッドは削除され、必要に応じて同じ PVC と新しいイメージを使用して再度作成されます。

ローリング更新手順中に、各サービスのエンドポイントが移動してクラスターのステータスを反映するため、アプリケーションは更新中のノードを無視できます。

15.1 自動更新 unsupervised

`primaryUpdateStrategy` が `unsupervised` に設定されている場合、ローリング更新プロセスは Kubernetes によって管理され、完全に自動化されます。レプリカがアップグレードされると、選択した `primaryUpdateMethod` オペレーションがプライマリで実行されます。教師なし更新はデフォルトの動作です。

`primaryUpdateMethod` オプションは、次のいずれかの値を受け入れます。

- `restart` 可能であれば、プライマリインスタンスが実行されているポッドの自動再起動を実行します。それ以外の場合、再起動要求は無視され、スイッチオーバーが発行されます。これはデフォルトの動作です。

- `switchover` スイッチオーバー操作が自動的に実行され、最もアライメントされたレプリカを新しいターゲットプライマリとして設定し、以前のプライマリポッドをシャットダウンします。

> **警告**
>
> *primaryUpdateMethod* が `switchover` に設定されている場合、イメージ名と PostgreSQL 構成パラメーターを同時に変更することはできません。オペレーターは、このような更新を検証エラーで拒否します。イメージと構成の両方を更新する必要がある場合は、これらの変更を順番に実行する必要があります。最初にイメージを更新し、ローリング更新が完了するのを待って、構成を更新します。その逆も可能です。この制限は、新しいイメージバージョンに関連付けられた構成の変更が、スイッチオーバープロセス中に古いイメージを実行しているポッドに適用されると、PostgreSQL に障害を発生させる可能性があるために存在します。

データベースの実際のワークロード、*RPO* および **バックアップ頻度と** *RTO* に関する要件、PostgreSQL アーキテクチャが共有されているか、何も共有されていないなどのいくつかの要素に依存するため、update 方法に万能の構成はありません。で。

実際、PostgreSQL はプライマリ/スタンバイアーキテクチャのデータベース管理システムであるため、更新プロセスは必然的にアプリケーションのダウンタイムを生成します。コンテキストに合わせて考慮する必要がある重要な側面の 1 つは、ポッドが新しい PostgreSQL コンテナイメージをダウンロードするのにかかる時間です。これは、Kubernetes クラスターの設定と仕様によって異なります。`switchover` メソッドは、昇格したインスタンスがコンテナのターゲットイメージバージョンを既に実行していることを確認します。代わりに `restart` メソッドでは、プライマリポッドがシャットダウンされた後、元のレジストリからイメージをダウンロードする必要がある場合があります。データベースにとって、ローリング更新プロシージャの一部として `restart` または `switchover` を使用することが最善であるかどうかは、あなたが判断する必要があります。

15.2 手動更新 supervised

`primaryUpdateStrategy` が `supervised` に設定されている場合、ローリング更新プロセスは、すべてのレプリカがアップグレードされた直後に一時停止されます。

このフェーズは、手動スイッチオーバーまたはインプレースリスタートのいずれかでのみ完了できます。イメージのアップグレードはインプレース再起動では適用できないため、このような場合にはスイッチオーバーが必要であることに注意してください。

次の方法でスイッチオーバーをトリガーできます。

```
kubectl cnpg promote [cluster] [new_primary]
```

次の方法で再起動をトリガーできます。

```
kubectl cnpg restart [cluster] [current_primary]
```

詳細については、 *postgresql.cnpg.io/v1* を参照してください。

第16章　Replication

物理的レプリケーションはPostgreSQLの強みの1つであり、世界最大の組織の一部がビジネス継続性のコンテキストでのデータの管理にそれを選択した理由の1つです。物理レプリケーションは、主に高可用性を実現するために使用されますが、読み取り専用ワークロードのスケールアウトと、プライマリから一部の作業をオフロードすることもできます。

> **注釈**
>
> このセクションは、同じKubernetesクラスターで管理される同じ`Cluster`リソース内のレプリケーションに関するものです。異なるKubernetesクラスター間でも、別のPostgres *Cluster* リソースを使用して複製する方法については、 **レプリカクラスター** セクションを参照してください。

16.1 アプリケーションレベルのレプリケーション

PostgreSQLのレプリケーション機能に長年貢献してきましたが、ネイティブ物理レプリケーションテクノロジーに基づいてCloudNativePGで高可用性を構築し、Kubernetes APIに直接統合することにしました。

Kubernetesの用語では、これは_ストレージレベルのレプリケーション_とは対照的に、**アプリケーションレベルのレプリケーション** と呼ばれます。

16.2 非常に成熟したテクノロジー

PostgreSQLには、プライマリインスタンスから1つ以上のレプリカにデータをレプリケートするための非常に堅牢で成熟したネイティブフレームワークがあり、WALライトアヘッドログに継続的に保存されるトランザクションの変更の概念を中心に構築されています。

クラッシュリカバリーとポイントインタイムリカバリーテクノロジーの進化として始まった物理的レプリケーションは、継続的リカバリーでのプライマリからウォームスタンバイへのWALシッピングを介してPostgreSQL 8.22006で最初に導入されました。

PostgreSQL 9.0 2010は、_ホットスタンバイ_を介したWALストリーミングと読み取り専用レプリカを導入しました。2011年、PostgreSQL 9.1はトランザクションレベルで同期レプリケーションをもたらし、*RPO* =0クラスターをサポートしました。カスケードレプリケーションはPostgreSQL 9.22012で追加されました。 ロジカルレプリケーションのパブリケーション の基礎はPostgreSQL 9.42014で確立され、バージョン102017では、オリジンから宛先にデータをレプリケートするためのパブリッシャー/サブスクライバーパターンのネイティブサポートを導入しました。以下の表は、これらのマイルストーンをまとめたものです。

Version	Year	Feature
8.2	2006	Warm Standby with WAL shipping
9.0	2010	Hot Standby and physical streaming replication
9.1	2011	Synchronous replication (priority-based)
9.2	2012	Cascading replication
9.4	2014	Foundations of logical replication
10	2017	Logical publisher/subscriber and quorum-based synchronous replication

この表は、主要な PostgreSQL レプリケーション機能とその各バージョンを強調表示しています。

16.3 ストリーミングレプリケーションのサポート

現時点では、CloudNativePG は、 spec で提供された instances の数に基づいて、宣言的な方法でクラスター内の物理的ストリーミングレプリカをネイティブかつ透過的に管理します。

```
replicas = instances - 1 (where  instances > 0)
```

クラスターの初期化の直後、オペレーターは次のように streaming_replica というユーザーを作成します。

```
CREATE USER streaming_replica WITH REPLICATION;
- - NOSUPERUSER INHERIT NOCREATEROLE NOCREATEDB NOBYPASSRLS
```

すぐに使える、オペレーターは、暗号化されたチャネルを介してクラスター内のストリーミングレプリケーションを自動的に設定し、streaming_replica ユーザーの TLS クライアント証明書認証を適用します。pg_hba.conf からの次の抜粋で強調表示されています。

```
#  Require client certificate authentication for the streaming_replica user

hostssl postgres streaming_replica all cert map=cnpg_streaming_replica
hostssl replication streaming_replica all cert map=cnpg_streaming_replica
```

注釈

CloudNativePG が証明書を管理する方法の詳細については、 *Certificates* を参照してください。

ドキュメントで。

構成されている場合、オペレーターは HA クラスター内のすべてのレプリカのレプリケーションスロットを管理し、各スタンバイに必要な WAL ファイルが、フェールオーバーまたはスイッチオーバーの後でもプライマリのストレージに保持されるようにします。

注釈

CloudNativePG が高可用性レプリカのレプリケーションスロットを自動的に管理する方法の詳細については、 高可用性のためのレプリケーションスロット を参照してください。

以下。

16.3.1 継続的なバックアップ統合

クラスターで継続的バックアップが構成されている場合、CloudNativePG は、継続的リカバリー時に `restore_command` を利用するようにレプリカを透過的に構成します。その結果、PostgreSQL は、ストリーミングレプリケーションを介した WAL のプルが失敗するときは常に、フォールバックオプションとして WAL アーカイブを使用できます。

16.4 同期レプリケーション

CloudNativePG は、両方の quorum-based and priority-based synchronous replication for PostgreSQL をサポートしています。

警告

デフォルトでは、トランザクションのコミット中に WAL レプリケーションに必要な数のスタンバイノードを使用できない場合、同期レプリケーションは書き込み操作を一時停止します。この動作はデータの耐久性を優先し、PostgreSQL DBA のベストプラクティスに沿っています。ただし、セットアップでの厳密なデータの耐久性よりも自己修復の方が優先される場合、この設定を調整できます。この動作の管理の詳細については、 データの耐久性と同期レプリケーション を参照してください。

セクション。

注釈

failover quorum feature

同期レプリケーションと並行して使用して、フェールオーバーイベント中のデータの耐久性と安全性を向上させることができます。

`synchronous_standby_names` オプションの直接構成は許可されていません。ただし、CloudNativePG は、このオプションにローカルポッドの名前を自動的に入力しますが、カスタマイズで `Cluster` リソースを超えて同期レプリケーションを拡張できます。これは、*.spec.postgresql.synchronous* を介して実現できます。

同期レプリケーションはデフォルトで無効になっています。 `synchronous` スタンザは定義されていません。定義すると、2 つのオプションが必須です。

- `method` any クォーラムまたは `first` プライオリティ
- `number` トランザクションが応答を待機する必要がある同期スタンバイサーバーの数

16.4.1 クォーラムベースの同期レプリケーション

PostgreSQL では、クォーラムベースの同期レプリケーションにより、トランザクションのコミットは、WAL レコードが指定された数のスタンバイにレプリケートされるまで待機します。これを有効にするには、`method` を `any` に設定します。

このレプリケーション方法は、CloudNativePG クラスターの最も一般的なセットアップです。

16.4.2 例

次の例は、3 つのインスタンスを使用した一般的な `cluster-example` 構成に基づいて、少なくとも 1 つのインスタンスを使用してクォーラムベースの同期レプリケーションを設定します。

```
postgresql:
  synchronous:
    method: any
    number: 1
```

この構成では、CloudNativePG は次のように `synchronous_standby_names` のコンテンツを自動的に設定します。

```
ANY 1 (cluster-example-2, cluster-example-3, cluster-example-1)
```

16.4.3 非推奨の同期レプリケーション実装からの移行

このセクションでは、非推奨のクォーラムベースの同期レプリケーション形式から CloudNativePG の新しいより堅牢な実装に移行する方法について概要を説明します。

次のマニフェストを考えると

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: angus
spec:
  instances: 3
  minSyncReplicas: 1
  maxSyncReplicas: 1

  storage:
    size: 1Gi
```

次のとおりに、新しい形式に更新できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: angus
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi

  postgresql:
    synchronous:
      method: any
      number: 1
      dataDurability: required
```

厳密なデータの耐久性よりも自己修復を優先するには、代わりに `dataDurability` を `preferred` に設定します。

16.4.4 優先度ベースの同期レプリケーション

PostgreSQL の優先度ベースの同期レプリケーションは、WAL レコードが、優先度に基づいて選択された要求された数の同期スタンバイにレプリケートされるまで、トランザクションコミットを待機させます。`synchronous_standby_names` オプションで前にリストされたスタンバイには、より高い優先順位が与えられ、同期とみなされます。現在の同期スタンバイが切断されると、次に優先度の高いスタンバイにすぐに置き換えられます。この方法を使用するには、`method` を `first` に設定します。

> **注釈**
>
> 現在、この方法は、以下で説明する `maxStandbyNamesFromCluster` 、*standbyNamesPre* 、および `standbyNamesPost` オプションを使用して、現在のクラスターを超えて同期レプリケーションを拡張する場合に最も役立ちます。

16.4.5 synchronous_standby_names コンテンツの制御

デフォルトでは、CloudNativePG は `Cluster` リソースのローカルポッドの名前を `synchronous_standby_names` に設定し、PostgreSQL クラスター内の同期レプリケーションを保証します。`.spec.postgresql.synchronous` スタンザの次のオプショナルパラメーターを使用して、要件とレプリケーション方法クォーラムまたは優先順位に基づいて `synchronous_standby_names` のコンテンツをカスタマイズできます。

- `maxStandbyNamesFromCluster` PostgreSQL の `synchronous_standby_names` オプションに自動的に含めることができるローカル `Cluster` オブジェクトのポッド名の最大数。
- `standbyNamesPre` オペレーターによって自動的にリストされたローカルポッド名のリストの前に追加されるスタンバイ名のリスト特に `application_name` 。
- `standbyNamesPost` オペレーターによって自動的にリストされたローカルポッド名のリストに追加されるスタンバイ名のリスト特に `application_name` 。

> **警告**
>
> *standbyNamesPre* および `standbyNamesPost` の名前が正しいことを確認する責任があります。 CloudNativePG は、ここにリストされている `application_name` でスタンバイを管理し、高可用性を保証することを想定しています。エントリが間違っていると、PostgreSQL データベースのアップタイムが危険にさらされる可能性があります。

16.4.6 例

次に、いくつかの例を示します。すべては、3 つのインスタンスを持つ `cluster-example` に基づいています。

設定すると

```
postgresql:
  synchronous:
    method: any
    number: 1
    maxStandbyNamesFromCluster: 1
    standbyNamesPre:
      - angus
```

`synchronous_standby_names` の内容は次のとおりです。

```
ANY 1 (angus, cluster-example-2)
```

設定すると

```
postgresql:
  synchronous:
    method: any
    number: 1
    maxStandbyNamesFromCluster: 0
    standbyNamesPre:
      - angus
      - malcolm
```

`synchronous_standby_names` の内容は次のとおりです。

```
ANY 1 (angus, malcolm)
```

設定すると

```
postgresql:
  synchronous:
    method: first
    number: 2
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    maxStandbyNamesFromCluster: 1
    standbyNamesPre:
      - angus
    standbyNamesPost:
      - malcolm
```

synchronous_standby_names オプションは次のようになります。

```
FIRST 2 (angus, cluster-example-2, malcolm)
```

16.4.7 データの耐久性と同期レプリケーション

.spec.postgresql.synchronous スタンザの dataDurability オプションは、同期レプリケーションのデータの安全性と可用性間のトレードオフを制御します。required または preferred に設定できます。指定しない場合、デフォルトは required になります。

> **注釈**
>
> *preferred* は、*standbyNamesPre* および`standbyNamesPost` が設定されていない場合にのみ使用できます。

16.4.8 必要なデータの耐久性

dataDurability が required に設定されている場合、PostgreSQL は、WAL 書き込み先行ログレコードが指定された数の同期スタンバイにレプリケートされた後にコミットされたトランザクションのみを考慮します。この設定では、可用性よりデータの安全性が優先されます。つまり、必要な数の同期スタンバイが使用できない場合、書き込み操作は一時停止します。これにより、ゼロデータ損失 RPO=0 が保証されますが、ネットワークの中断またはスタンバイ障害が発生するとデータベースの可用性が低下する場合があります。

同期スタンバイは次の優先順位で選択されます。

1. 正常インスタンス
2. 異常なインスタンス
3. プライマリー

リストはこの値が設定されている場合は maxStandbyNamesFromCluster に基づいて切り捨てられ、正常なインスタンスを優先し、synchronous_standby_names が設定されていることを確認します。

例

次の例を考えます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
metadata:
  name: foo
spec:
  instances: 3
  postgresql:
    synchronous:
      method: any
      number: 1
      dataDurability: required
```

1. 初期状態。 synchronous_standby_names の内容は次のとおりです。

```
ANY 1 ("foo-2","foo-3","foo-1")
```

2. foo-2 は使用できなくなります。優先的にプッシュバックされます。

```
ANY 1 ("foo-3","foo-2","foo-1")
```

3. foo-3 も使用できなくなります。リストには正常なスタンバイは含まれません。

```
ANY 1 ("foo-2","foo-3","foo-1")
```

この時点で、少なくとも 1 つのスタンバイが再び利用可能になるまで、書き込み操作は許可されません。

4. スタンバイが再び利用できるようになると、synchronous_standby_names は初期状態に戻ります。

16.4.9 優先データの耐久性

dataDurability が preferred に設定されている場合、必要な同期インスタンスの数は、使用可能なスタンバイの数に基づいて調整されます。PostgreSQL は、指定された数の同期スタンバイに WAL レコードをレプリケートしようとしますが、要求された数よりも少ないスタンバイが使用可能な場合でも、書き込み操作は続行されます。

> **注釈**
>
> レプリカに対する_ready/available_の意味を明確に理解し、それに応じて期待を設定します。デフォルトでは、レプリカは少なくとも 1 回ソースに正常に接続すると、準備ができているとみなされます。ただし、CloudNativePG では、最大遅延に基づいて、レプリカの起動および準備状況プローブを構成できます。詳細については、 *Postgres Instance Manager* を参照してください。

この設定は、データの安全性と可用性のバランスをとり、アプリケーションが一時的にスタンバイが使用不可になっているときに書き込みを継続できるようにします。したがって、_self-healing モード_としても知られています。

> **警告**
>
> このモードでは、すべてのスタンバイが使用不可になるとデータが損失する可能性があります。

preferred データ持続性では、 **正常なレプリカのみ**が synchronous_standby_names に含まれます。

例

次の例を考えます。デモンストレーションでは、5 つのインスタンスと 2 つの同期スタンバイを持つ bar という名前のクラスターを使用します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: bar
spec:
  instances: 5
  postgresql:
    synchronous:
      method: any
      number: 2
      dataDurability: preferred
```

1. 初期状態。 synchronous_standby_names の内容は次のとおりです。

```
ANY 2 ("bar-2","bar-3", "bar-4", "bar-5")
```

2. bar-2 および bar-3 は使用できなくなります。これらはリストから削除されます。

```
ANY 2 ("bar-4", "bar-5")
```

3. bar-4 も使用できなくなります。リストから削除されます。使用可能なスタンバイの数は要求された数より少ないため、要求された量は削減されます。

```
ANY 1 ("bar-5")
```

4. bar-5 も使用できなくなります。 synchronous_standby_names は空になり、同期レプリケーションを完全に無効にします。書き込み操作は継続されますが、プライマリ障害が発生した場合に潜在的なデータ損失のリスクが伴います。

5. レプリカが戻ると、synchronous_standby_names は初期状態に戻ります。

16.5 同期レプリケーション非推奨

> **警告**
>
> CloudNativePG 1.24 より前では、クォーラムベースの同期レプリケーション実装のみがサポートされていました。この方法は現在非推奨ですが、すぐに削除されることはありません。新しい方法は、自己修復よりもデータの耐久性を優先し、優先度ベースの同期レプリケーションや`synchronous_standby_names`オプションの完全な制御など、より堅牢な機能を提供します。前の段落で説明したように、同期レプリケーションの新しい構成方法に徐々に移行することをお勧めします。

> **注釈**
>
> 非推奨なメソッドと新しいメソッドは相互排他的です。

CloudNativePG は、 `minSyncReplicas` および `maxSyncReplicas` と呼ばれる 2 つの構成オプションを介して**クォーラムベースの同期ストリーミングレプリケーション* の構成をサポートします。これらは、任意の時点で使用可能な同期スタンバイレプリカの予想される最小数と最大数です。自己修復の目的で、オペレーターは常にこれらの 2 つの値を使用可能なレプリカの数と比較して、クォーラムを決定します。

> **注釈**
>
> デフォルトでは、同期レプリケーションは、使用可能なすべてのレプリカから区別なく選択します。次のセクションで説明するように`syncReplicaElectionConstraint`オプションを介してノードラベルを操作することにより、同期レプリカをスケジュールできるノードを制限できます。

同期レプリケーションはデフォルトで無効になっています `minSyncReplicas` および `maxSyncReplicas` は定義されていません。 `minSyncReplicas` と `maxSyncReplicas` の両方が設定されている場合、CloudNativePG は PostgreSQL の `synchronous_standby_names` オプションを次の値に自動的に更新します。

```
ANY q (pod1, pod2, ...)
```

そこで

- `q` は、演算子によって自動的に計算された整数です。1 ≤ `minSyncReplicas` ≤ `q` ≤ `maxSyncReplicas` ≤ `readyReplicas`
- `pod1, pod2, ...` は、クラスター内のすべての PostgreSQL ポッドのリストです

> **警告**
>
> 自己修復機能を提供するために、オペレーターは`minSyncReplicas`そのような値が現在使用可能なレプリカの数より大きい場合は無視できます。 *readyReplicas* が`0`の場合、同期レプリケーションは自動的に無効になります。

PostgreSQL documentation で述べているように、_method `ANY` は、クォーラムベースの同期レプリケーションを指定し、WAL レコードが少なくとも list_内の要求された数の同期スタンバイにレプリケートされるまで、トランザクションコミットを待機させます。

> **注釈**
>
> オペレーターが同期レプリケーション設定の適用よりも自己修復を選択する場合でも、3 つ以上のインスタンスがあるクラスター、より一般的には `maxSyncReplicas < (instances - 1)` の場合にのみ同期レプリケーションを計画することをお勧めします。

16.5.1 同期レプリケーションのノードを選択します

CloudNativePG を使用すると、PGDATA と Postgres ポッドを保持する PVC が存在するノードラベルに基づいて、アンチアフィニティルールを介してクォーラムベースの同期レプリケーションセットに参加する資格のある PostgreSQL インスタンスを選択できます。

> **注釈**
>
> 一般的なポッドアフィニティおよびアンチアフィニティルールの詳細については、*Scheduling* を確認してください。

> **警告**
>
> *.spec.postgresql.syncReplicaElectionConstraint* オプションは、同期レプリケーションの古い実装にのみ適用されます **同期レプリケーション非推奨** を参照してください。

この機能のユースケースの例として単一の同期レプリカを持つクラスターでは、同期レプリカがプライマリインスタンスとは別のアベイラビリティーゾーンにあることを確認できます。通常は `topology.kubernetes.io/zone` label on a node で識別されます。これにより、単一のアベイラビリティーゾーンで停止が発生した場合のクラスターのロバスト性、特に目標復旧ポイント *RPO* の点で向上します。

アンチアフィニティのアイデアは、クォーラムに参加する同期レプリカが、選択したラベルこの場合、アベイラビリティーゾーンラベルの異なる値を持つノードで実行されているポッドから選択されるようにすることです。プライマリが現在存在するノード実行中。このような基準に一致するノードがない場合、レプリカは同期レプリケーションの対象となります。

> **注釈**
>
> 自己修復の適用は、同期レプリカ選択の追加制約を定義しているときに引き続き適用されます **同期レプリケーションを介したゼロデータ損失クラスター** を参照してください。

次の例は、`.spec.postgresql` 内の `syncReplicaElectionConstraint` セクションを介してこれを行う方法を示しています。`nodeLabelsAntiAffinity` では、現在のプライマリと、アベイラビリティーゾーンラベルの値が異なるノードにあるレプリカの間で、オペレーターによって同期レプリケーションが動的に構成されることを確認するために、評価する必要があるノードラベルを指定できます。プライマリが存在するノード

```yaml
spec:
  instances: 3
  postgresql:
    syncReplicaElectionConstraint:
      enabled: true
      nodeLabelsAntiAffinity:
        - topology.kubernetes.io/zone
```

ご想像のとおり、アベイラビリティーゾーンは一例にすぎませんが、ストレージ、CPU、メモリなど、ノードを説明する他のラベルに基づいてこの動作をカスタマイズできます。

16.6 レプリケーションスロット

Replication slots

は、9.4 で導入されたネイティブの PostgreSQL 機能で、接続されているすべてのストリーミングレプリケーションクライアントが WAL セグメントを受信するまで、プライマリが WAL セグメントを削除しないこと、およびプライマリが次の場合でもリカバリ競合を発生させる可能性のある行を削除しないことを保証する自動方法を提供しますスタンバイは一時的に切断されています。

レプリケーションスロットは、それを作成したインスタンスにのみ存在し、PostgreSQL はスタンバイサーバーでレプリケートしません。その結果、フェールオーバーまたはスイッチオーバー後、新しいプライマリには、古いプライマリのレプリケーションスロットが含まれません。これにより、古いプライマリに接続され、スロットを失ったストリーミングレプリケーションクライアントに問題が発生する可能性があります。

CloudNativePG は、プライマリから各スタンバイに物理レプリケーションスロットのコンテンツを同期するターンキーソリューションを提供し、2 つのユースケースに対応します。

- Postgres クラスターの高可用性のために自動的に作成されるレプリケーションスロット高可用性のためのレプリケーションスロット を参照してください

詳細についてはこちら

- プライマリで作成された ユーザー定義レプリケーションスロット

16.6.1 高可用性のためのレプリケーションスロット

CloudNativePG は、高可用性クラスターから始めて、クラスター管理レプリケーションスロットの概念を導入することにより、このギャップを埋めます。この機能は、プライマリとスタンバイの両方で、高可用性クラスター内の各ホットスタンバイレプリカの物理レプリケーションスロットを自動的に管理します。

CloudNativePG では、次の用語を使用します。

- **プライマリ HA スロット**ライフサイクルがクラスターの現在のプライマリによって完全に管理され、目的がストリーミングレプリケーションで特定のスタンバイにマッピングすることである物理レプリケーションスロット。このようなスロットは、プライマリにのみ存在します。

- **スタンバイ HA スロット**スタンバイの物理レプリケーションスロット。そのライフサイクルは、プライマリの pg_replication_slots ビューの内容に基づいて、クラスター内の別のスタンバイによって完全に管理され、pg_replication_slot_advance() を使用して定期的に更新されます。

この機能はデフォルトで有効になっており、構成から無効にできます。詳細については、*ReplicationSlotsConfiguration* を参照してください。以下に、メインオプションの簡単な説明を示します。

.spec.replicationSlots.highAvailability.enabled

true の場合、機能は有効になっています true がデフォルトです

.spec.replicationSlots.highAvailability.slotPrefix

この機能のオペレーターが管理するレプリケーションスロットを識別するプレフィックスデフォルト_cnpg_

.spec.replicationSlots.updateInterval

スタンバイがレプリケーションスロットのローカルコピーの位置を現在のプライマリ上の位置と同期する頻度。秒単位で表現されますデフォルト 30

お勧めしませんが、別の動作が必要な場合は、上記のオプションをカスタマイズできます。

たとえば、次のマニフェストは、レプリケーションスロットを無効にしたクラスターを作成します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  # Disable replication slots for HA in the cluster
  replicationSlots:
    highAvailability:
      enabled: false

  storage:
    size: 1Gi
```

16.6.2 ユーザー定義レプリケーションスロット

CloudNativePG は、物理レプリケーションスロットを宣言的に定義する方法をサポートしていませんが、create your own slots via SQL は可能です。

> **注釈**
>
> 現時点では、宣言的な方法でレプリケーションスロットを管理する計画はありませんが、ユーザーから受け取るフィードバックによっては変更される可能性があります。その理由は、レプリケーションスロットは特定の目的のために存在し、プライマリ上のスロットのライフサイクル全体を監督する特定のアプリケーションで各スロットを管理する必要があるためです。

CloudNativePG は、上記で説明した HA レプリケーションスロットの場合と同様に、プライマリとスタンバイ間のユーザー管理の物理レプリケーションスロットの同期を管理できます。唯一の違いは、レプリケーションスロットを作成する必要があることです。

この機能はデフォルトで有効になっていますが、レプリケーションスロットが同期されることを意味しますが、synchronizeReplicas スタンザを介して無効にするか、正規表現を使用して一部のスロットを除外するなど、その動作をさらにカスタマイズできます。例

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  replicationSlots:
    synchronizeReplicas:
      enabled: true
      excludePatterns:
        - "^foo"
```

詳細については、*ReplicationSlotsConfiguration* を参照してください。以下に、メインオプションの簡単な説明を示します。

`.spec.replicationSlots.synchronizeReplicas.enabled`

true または指定されない場合、プライマリのすべてのユーザー定義のレプリケーションスロットは、各スタンバイで同期されます。false に変更した場合、オペレーターは、各スタンバイで自分自身が以前に作成したレプリケーションスロットを削除します。

`.spec.replicationSlots.synchronizeReplicas.excludePatterns`

同期から除外するユーザー定義のレプリケーションスロットの名前と一致する正規表現パターンのリスト。これは、命名規則に基づいて特定のスロットを除外する場合に役立ちます。

> **警告**
>
> この機能を利用するユーザーは、ユーザー定義のレプリケーションスロットを注意深く監視して、運用要件を満たし、フェイルオーバープロセスを妨げないことを確認する必要があります。

16.6.3 同期周波数

この例のように、スタンバイがプライマリで pg_replication_slots ビューを照会し、レプリケーションスロットのローカルコピーを更新する頻度を制御することもできます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
spec:
  instances: 3
  # Reduce the frequency of standby HA slots updates to once every 5 minutes
  replicationSlots:
    updateInterval: 300

  storage:
    size: 1Gi
```

16.6.4 論理デコードスロットの同期

CloudNativePG は、高可用性クラスター内のすべてのノードで論理デコーディングレプリケーションスロットを同期でき、フェールオーバーまたはスイッチオーバー後の論理レプリケーションのシームレスな継続を保証します。この機能はデフォルトでは無効になっており、有効にするには 2 つの手順が必要です。

最初のステップは、論理デコードスロットの同期を有効にすることです。

```
#  ...

replicationSlots:
  highAvailability:
    synchronizeLogicalDecoding: true
```

2 番目のステップには、PostgreSQL パラメーターの構成が含まれます。以下で説明するように、必要な構成は PostgreSQL バージョンによって異なります。

有効にすると、オペレーターはフェールオーバーとスイッチオーバー中に論理デコードスロット状態を自動的に管理し、スロットの無効化を防止し、論理レプリケーションクライアントのデータ損失を回避します。

16.6.5 PostgreSQL 17 以降での動作

PostgreSQL 17 以降の場合、CloudNativePG は synchronized_standby_slots を透過的に管理します。

PostgreSQL 構成で `sync_replication_slots` と `hot_standby_feedback` の両方を有効にする必要があります。

```
#  ...

postgresql:
  parameters:
    # ...
    hot_standby_feedback: "on"
    sync_replication_slots: "on"
```

さらに、 `failover` オプションを有効にして論理レプリケーション `Subscription` を作成する必要があります。例

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Subscription

#  ...

spec:
  # ...
  parameters:
    failover: "true"

#  ...
```

構成すると、論理 WAL 送信プロセスは、指定されたレプリケーションスロットが関連する WAL の受信とフラッシュを確認した後のみ、デコードされた変更をプラグインに送信し、次のことを保証します。

- 論理レプリケーションスロットは、パブリッシャーのレプリカが安全に受信するまで変更を消費しません。
- ロジカルレプリケーションクライアントは、フェールオーバー後にデータを欠落することなく、昇格したスタンバイにシームレスに再接続できます。

論理レプリケーションスロットの同期の詳細については、Logical Replication Failover の PostgreSQL ドキュメントを参照してください。

16.6.6 PostgreSQL 16 以前の動作

PostgreSQL 16 以前のバージョンの場合、CloudNativePG は pg_failover_slots を使用します

フェールオーバー全体で論理レプリケーションスロットの同期を維持するため。

16.6.7 レプリケーションスロット用に保持される WAL サイズのキャップ

レプリケーションスロットが有効になっている場合、PostgreSQL がレプリケーションスロットによって要求された WAL ファイルを保持しようとするため、ディスク領域が不足する場合があります。これは、スタンバイが一時的にダウンしている、遅延している、または単に孤立したレプリケーションスロットが原因で発生する可能性があります。

PostgreSQL 13 以降、max_slot_wal_keep_size を利用できます。

構成オプションは、レプリケーションスロットがチェックポイント時に `pg_wal` ディレクトリに保持できる WAL ファイルの最大サイズを制御します。デフォルトでは、PostgreSQL では `max_slot_wal_keep_size` は `-1` に設定されています。これは、レプリケーションスロットが無制限の量の WAL ファイルを保持できることを意味します。その結果、レプリケーションスロットのサポートが有効になっているときに `max_slot_wal_keep_size` を明示的に設定することをお勧めします。例

```yaml
# ...
postgresql:
  parameters:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    max_slot_wal_keep_size: "10GB"
# ...
```

16.6.8 レプリケーションスロットの監視

インフラストラクチャでレプリケーションスロットは注意深く監視する必要があります。デフォルトでは、Prometheus エクスポーターの `pg_replication_slots` メトリックに、スロットの名前、タイプ、アクティブかどうか、プライマリからの遅延などの重要な情報を提供します。

> **注釈**
>
> CloudNativePG 展開をモニタする方法の詳細については、 **バックアップの進行状況のモニタリング** を参照してください。

第17章　Logical Replication

PostgreSQL は、logical replication を提供することにより、レプリケーション機能を物理的レプリケーションを超えて拡張します。これは、正確なブロックアドレスとバイトごとのコピーのレベルで動作します。論理レプリケーションは、定義されたレプリケーション ID 通常は主キーに基づいて、データオブジェクトとその変更をレプリケートします。

論理レプリケーションでは、パブリッシュアンドサブスクライブモデルを使用し、サブスクライバーはパブリッシャーノードでパブリケーションに接続します。サブスクライバーはこれらのパブリケーションからデータの変更をプルし、再公開できるため、カスケードレプリケーションと複雑なトポロジが有効になります。

> **注釈**
>
> CloudNativePG でのパブリッシャークラスターのフェールオーバー後に論理レプリケーションサブスクライバーを保護するには、論理デコードのレプリケーションスロット同期が有効になっていることを確認します。これがないと、論理レプリケーションクライアントはデータを失い、フェールオーバー後にシームレスに続行できない場合があります。構成の詳細については、 *Replication: Logical Decoding Slot Synchronization* を参照してください。

この柔軟なモデルは、次の場合に特に役立ちます。

- オンラインデータの移行
- ライブ PostgreSQL バージョンのアップグレード
- システム間のデータ分散
- リアルタイム分析
- 外部アプリケーションとの統合

> **注釈**
>
> の詳細、例、および制限については、

official PostgreSQL documentation on Logical Replication を参照してください。

CloudNativePG は、主要な PostgreSQL 論理レプリケーションオブジェクトの宣言サポートを提供することにより、この機能を強化します。

- `Publication` リソースを介した **出版物**
- `Subscription` リソースを介した **サブスクリプション**

17.1 出版物

PostgreSQL のパブリッシュアンドサブスクライブレプリケーションモデルでは、

publication

データ変更のソースです。これは、データベース内の 1 つ以上のテーブルから生成された変更セット_replication set_としても知られる論理コンテナとして機能します。パブリケーションは、_publisher_として機能する PostgreSQL 10+インスタンスで定義できます。パブリッククラウドで人気の DBaaS ソリューションによって管理されているインスタンスを含みます。各パブリケーションは単一のデータベースに関連付けられ、どのテーブルと変更をレプリケートするかについての詳細な制御を提供します。

Kubernetes 外部のパブリッシャーの場合、次のことができます create publications using SQL

または *cnpg publication create* を活用します。

CloudNativePG で `Cluster` オブジェクトを管理する場合、PostgreSQL パブリケーションは `Publication` リソースを介して宣言的に定義できます。

> **注釈**
>
> *API Reference* を参照してください。

各 `Publication` オブジェクトに定義できる属性の完全なリストについては、

`freddie` という名前のクラスターがあり、 `app` データベース内のすべてのテーブルをレプリケートするとします。これは `Publication` マニフェストです。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: freddie-publisher
spec:
  cluster:
    name: freddie
  dbname: app
  name: publisher
  target:
    allTables: true
```

上記の例では

- パブリケーションオブジェクトの名前は `freddie-publisher` `metadata.name` です。
- パブリケーションは、`publisher` `spec.name` という名前の `freddie` クラスター `spec.cluster.name` のプライマリを介して作成されます。
- `app` データベース `spec.dbname` のすべてのテーブル `spec.target.allTables: true` が含まれます。

17.1.1 パブリケーションテーブルのきめの細かい制御

allTables オプションは、データベース内のすべてのテーブルをレプリケートする便利な方法を提供しますが、PostgreSQL バージョン 15 以降では、CREATE PUBLICATION を介して柔軟性の強化が導入されました。

コマンド。これにより、どのテーブル、またはどのタイプのデータ変更をパブリケーションに含めるかを正確に定義できます。

> **注釈**
>
> 15 より前のバージョンの PostgreSQL を使用している場合、特定のリリースで `CREATE PUBLICATION` で使用可能な構文とオプションを確認してください。一部のパラメーターと機能はサポートされていない場合があります。

複雑なまたは調整されたレプリケーションセットアップについては、

PostgreSQL logical replication documentation を参照してください。

さらに、 *CloudNativePG API reference* を参照してください。

レプリケーションターゲットの宣言によるカスタマイズの詳細については、

次の例では、app データベースの portal スキーマ内のすべてのテーブルと、access スキーマの users テーブルをレプリケートするパブリケーションを定義します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: publisher
spec:
  cluster:
    name: freddie
  dbname: app
  name: publisher
  target:
    objects:
      - tablesInSchema: portal
      - table:
          name: users
          schema: access
```

17.1.2 Publication マニフェストの必須フィールド

Publication オブジェクトには次のフィールドが必要です。

- metadata.name Kubernetes Publication オブジェクトの一意の名前。
- spec.cluster.name PostgreSQL クラスターの名前。

- spec.dbname パブリケーションが作成されるデータベース名。
- spec.name PostgreSQL でのパブリケーション名。
- spec.target パブリケーションに含めるテーブルまたは変更を指定します。

Publication オブジェクトは特定の Cluster を参照し、パブリケーションを作成する場所を決定する必要があります。これはクラスターのプライマリインスタンスによって管理され、必要に応じてパブリケーションが作成または更新されます。

> **警告**
>
> *spec.cluster* フィールドは、作成後は不変です。別の `Cluster` でパブリケーションを作成するには、既存のリソースを更新する代わりに、新しい `Publication` リソースを作成します。

17.1.3 調整とステータス

Publication を作成すると、CloudNativePG は指定されたクラスターのプライマリインスタンスでそれを管理します。リコンシリエーションサイクルが成功すると、Publication ステータスは次を反映します。

- applied: true 、構成が正常に適用されたことを示します。
- observedGeneration は metadata.generation と一致し、適用された構成が最新の変更に対応することを確認します。

リコンシリエーション中にエラーが発生した場合、status.applied は false になり、エラーメッセージは status.message フィールドに含まれます。

17.1.4 パブリケーションの削除

publicationReclaimPolicy フィールドは、Publication オブジェクトを削除するときの動作を制御します。

- retain デフォルト手動管理のために PostgreSQL にパブリケーションを残します。
- delete PostgreSQL からパブリケーションを自動的に削除します。

次の例を考えます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: freddie-publisher
spec:
  cluster:
    name: freddie
  dbname: app
  name: publisher
  target:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    allTables: true
  publicationReclaimPolicy: delete
```

この場合、 Publication オブジェクトを削除すると、 freddie クラスターの app データベースから publisher パブリケーションも削除されます。

レプリカクラスターでは、データベースは読み取り専用であるため、Publication オブジェクトを削除すると、ファイナライザーが解放され、publicationReclaimPolicy: delete を使用しても PostgreSQL でパブリケーションをドロップせずに Kubernetes オブジェクトが削除されます。パブリケーションの削除は、それを所有するプライマリクラスターに任されます。

17.2 サブスクリプション

PostgreSQL のパブリッシュアンドサブスクライブレプリケーションモデルでは、

subscription

は、データの変更を消費するダウンストリームコンポーネントを表します。サブスクリプションは、パブリッシャーのデータベースへの接続を確立し、サブスクライブするパブリケーションのセット 1 つ以上を指定します。サブスクリプションは、_subscriber_として機能するサポートされている PostgreSQL インスタンスで作成できます。

> **注釈**
>
> スキーマ定義はレプリケートされないため、サブスクライバーは、データレプリケーションを開始する前に、対応するテーブルを既に定義している必要があります。

CloudNativePG は、 Subscription リソースを使用して宣言的に定義できることにより、サブスクリプション管理を簡素化します。

> **注釈**
>
> *API Reference* を参照してください。

各 Subscription オブジェクトに定義できる属性の完全なリストについては、

freddie クラスター_publisher_の app データベースの publisher パブリケーションから king クラスター_subscriber_の app データベースに変更をレプリケートするとします。次に、Subscription マニフェストの例を示します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Subscription
metadata:
  name: freddie-to-king-subscription
spec:
  cluster:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    name: king
  dbname: app
  name: subscriber
  externalClusterName: freddie
  publicationName: publisher
```

上記の例では

- サブスクリプションオブジェクトの名前は freddie-to-king-subscriber metadata.name です。
- サブスクリプションは、king クラスター spec.cluster.name の app データベース spec.dbname に、subscriber spec.name という名前で作成されます。
- spec.externalClusterName によって参照される、外部 freddie クラスターの publisher パブリケーションに接続します。

この設定を容易にするには、 king クラスターの構成で freddie 外部クラスターを定義する必要があります。以下は、 king マニフェストで外部クラスターを定義する方法を示す抜粋例です。

```
externalClusters:
  - name: freddie
    connectionParameters:
      host: freddie-rw.default.svc
      user: postgres
      dbname: app
```

> **注釈**
>
> *externalClusters* セクションの構成の詳細については、ドキュメントの *Bootstrap* を参照してください。

ご覧のとおり、サブスクリプションは、ネットワーク経由でアクセス可能な PostgreSQL データベースに接続できます。この柔軟性により、ほぼゼロのダウンタイムでデータを Kubernetes にシームレスに移行できます。これは、人気のクラウドベースの DBaaS プラットフォームを含むさまざまな環境から移行するための優れたオプションです。

17.2.1 Subscription マニフェストの必須フィールド

次のフィールドは Subscription オブジェクトを定義するために必須です。

- metadata.name 名前空間内の Kubernetes Subscription オブジェクトの一意の名前。
- spec.cluster.name サブスクリプションが作成される PostgreSQL クラスターの名前。
- spec.dbname サブスクリプションが作成されるデータベースの名前。
- spec.name PostgreSQL に表示されるサブスクリプションの名前。
- spec.externalClusterName spec.cluster.name クラスターの構成で定義された外部クラスターの名前。これは、発行者データベースを参照します。

- spec.publicationName サブスクリプションが接続するパブリッシャーデータベース内のパブリケーションの名前。

Subscription オブジェクトは特定の Cluster を参照し、サブスクリプションを管理する場所を決定する必要があります。CloudNativePG は、指定されたクラスターのプライマリインスタンスでサブスクリプションが作成または更新されるようにします。

> **警告**
>
> *spec.cluster* フィールドは、作成後は不変です。別の `Cluster` でサブスクリプションを管理するには、既存のリソースを更新する代わりに、新しい `Subscription` リソースを作成します。

17.2.2 調整とステータス

Subscription を作成すると、CloudNativePG は指定されたクラスターのプライマリインスタンスでそれを管理します。リコンシリエーションサイクルが成功すると、Subscription ステータスは次を反映します。

- applied: true 、構成が正常に適用されたことを示します。
- observedGeneration は metadata.generation と一致し、適用された構成が最新の変更に対応することを確認します。

リコンシリエーション中にエラーが発生した場合、status.applied は false になり、エラーメッセージは status.message フィールドに含まれます。

17.2.3 サブスクリプションの削除

subscriptionReclaimPolicy フィールドは、Subscription オブジェクトを削除するときの動作を制御します。

- retain デフォルト手動管理のために PostgreSQL にサブスクリプションを残します。
- delete PostgreSQL からサブスクリプションを自動的に削除します。

次の例を考えます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Subscription
metadata:
  name: freddie-to-king-subscription
spec:
  cluster:
    name: king
  dbname: app
  name: subscriber
  externalClusterName: freddie
  publicationName: publisher
  subscriptionReclaimPolicy: delete
```

この場合、Subscription オブジェクトを削除すると、king クラスターの app データベースから subscriber サブスクリプションも削除されます。

レプリカクラスターでは、データベースは読み取り専用であるため、Subscription オブジェクトを削除すると、ファイナライザーが解放され、subscriptionReclaimPolicy: delete を使用しても PostgreSQL でサブスクリプションをドロップせずに Kubernetes オブジェクトが削除されます。サブスクリプションの削除は、それを所有するプライマリクラスターに任されます。

17.2.4 フェイルオーバーに対する復元力

パブリッシャーのフェールオーバー後も論理レプリケーションサブスクリプションが動作し続けるように保証には、クラスター全体で論理デコードスロットを同期するように CloudNativePG を構成します。手順の詳細については、論理デコードスロットの同期 を参照してください。

17.3 制限事項

official documentation で概要を示しているように、PostgreSQL の論理レプリケーションには、いくつかの固有の制限があります。特に、次のオブジェクトはレプリケートされません。

- **データベーススキーマと DDL コマンド**
- **シークエンスデータ**
- **大きなオブジェクト**

17.3.1 スキーマレプリケーションのアドレス指定

スキーマレプリケーションに関連する最初の制限は、CloudNativePG の機能を使用して簡単に対処できます。たとえば、import ブートストラップ機能を活用して、レプリケートが必要なテーブルのスキーマをコピーできます。または、PostgreSQL データベースの場合と同様に、スキーマを手動で作成できます。

17.3.2 シーケンスの処理

シーケンスは、論理レプリケーションを介して自動的に同期は保たれませんが、CloudNativePG は、ライブマイグレーションで使用されるソリューションを提供します。*postgresql.cnpg.io/v1* を使用できます

シーケンス値を同期し、パブリッシャーとサブスクライバーデータベース間の一貫性を保証します。

17.4 論理レプリケーションを使用したライブ移行とメジャー Postgres アップグレードの例

論理レプリケーションの強力な機能を強調するために、この例では、PostgreSQL 16 を実行しているパブリッシャーデータベース freddie から最新の PostgreSQL バージョンを実行しているサブスクライバデータベース king にデータをレプリケートする方法を示します。このセットアップは、評価と実践学習のために Kubernetes クラスターに展開できます。

この例は、論理レプリケーションがデータの一貫性を保証しながら、PostgreSQL バージョン間のライブマイグレーションとアップグレードを促進する方法を示しています。論理レプリケーションと CloudNativePG

を組み合わせることで、Kubernetes 環境でこのようなシナリオを簡単にセットアップ、管理、および評価できます。

17.4.1 ステップ 1 パブリッシャーの設定 freddie

最初のステップでは、バージョン 16 での freddie PostgreSQL クラスターを作成します。クラスターには、単一のインスタンスが含まれ、10,000 の数値を保存するテーブル n で初期化された app データベースが含まれます。 publisher という名前の論理レプリケーションパブリケーションも、データベース内のすべてのテーブルを含むように構成されています。

freddie クラスターとそのパブリケーションリソースをセットアップするためのマニフェストは次のとおりです。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: DatabaseRole
metadata:
  name: freddie-app
spec:
  cluster:
    name: freddie
  name: app
  login: true
  replication: true
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: freddie
spec:
  instances: 1

  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:16-standard-trixie

  storage:
    size: 1Gi

  bootstrap:
    initdb:
      postInitApplicationSQL:
        - CREATE TABLE n (i SERIAL PRIMARY KEY, m INTEGER)
        - INSERT INTO n (m) (SELECT generate_series(1, 10000))
        - ALTER TABLE n OWNER TO app
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: freddie-publisher
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
spec:
  cluster:
    name: freddie
  dbname: app
  name: publisher
  target:
    allTables: true
```

17.4.2 ステップ 2 サブスクライバー king の設定

次に、最新バージョンの PostgreSQL を実行して、king PostgreSQL クラスターを作成します。このクラスターは、外部クラスター構成を使用して freddie クラスター上の app データベースからスキーマをインポートすることにより初期化します。Subscription リソース freddie-to-king-subscription は、freddie の publisher によって公開された変更を消費するように構成されます。

以下は、king クラスターとそのサブスクリプションをセットアップするためのマニフェストです。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: king
spec:
  instances: 1

  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18-standard-trixie

  storage:
    size: 1Gi

  bootstrap:
    initdb:
      import:
        type: microservice
        schemaOnly: true
        databases:
          - app
        source:
          externalCluster: freddie

  externalClusters:
    - name: freddie
      connectionParameters:
        host: freddie-rw.default.svc
        user: app
        dbname: app
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      password:
        name: freddie-app
        key: password
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Subscription
metadata:
  name: freddie-to-king-subscription
spec:
  cluster:
    name: king
  dbname: app
  name: subscriber
  externalClusterName: freddie
  publicationName: publisher
```

king クラスターが実行されたら、 app データベースに接続し、n テーブルのレコードをカウントすることにより、レプリケーションが機能していることを確認できます。次の例では、簡単にするために cnpg プラグインが提供する psql コマンドを使用しています。

```
kubectl cnpg psql king -- app -qAt -c SELECT count(*) FROM n
10000
```

このコマンドは 10000 を返し、 freddie クラスターからのデータが king クラスターに正常にレプリケートされたことを確認します。

cnpg プラグインを使用して、既存のシーケンスを同期して、パブリッシャーとサブスクライバー間の一貫性を保証することもできます。次の例は、king クラスターのシーケンスを同期する方法を示しています。

```
kubectl cnpg subscription sync-sequences king --subscription=subscriber
SELECT setval("public"."n_i_seq", 10000);

10000
```

このコマンドは、現在の値と一致するように king クラスターのシーケンス n_i_seq を更新し、ソースデータベースと同期していることを確認します。

第18章　Backup

> **注釈**
>
> このセクションでは、PostgreSQL の**物理バックアップ**について説明します。 PostgreSQL は、*pg_dump* ユーティリティを使用した論理バックアップもサポートしていますが、これらは**ビジネス継続性に適しておらず**、CloudNativePG によって**管理されません**。 *pg_dump* を使用する場合は、*_Troubleshooting / Emergency backup_ section* を参照してください。

ガイダンス用に。

> **注釈**
>
> バージョン 1.26 から、ネイティブバックアップおよびリカバリー機能は、コアオペレーターの**段階的にフェーズアウト**され、公式 CNPG-I プラグインに移動されます。この移行は、**WAL アーカイブ、物理ベースバックアップ**の管理を標準化する拡張可能なインターフェイス**CNPG-I**によって有効になる**バックアップに依存しないアーキテクチャ**への *CloudNativePG* のシフトと一致しています。、および対応する**リカバリプロセス*。

CloudNativePG は現在、2 つの主な方法で **PostgreSQL クラスターの物理バックアップ** をサポートしています。

- **`CNPG-I <https://github.com/cloudnative-pg/cnpg-i/>`_ プラグイン経由** CloudNativePG コミュニティは **Barman Cloud Plugin** を公式にサポート

オブジェクトストレージサービスとの統合用。

- **ネイティブ** 、以下をサポート

*(**ただし、** Barman Cloud* **プラグインを優先して** *1.26* **から非推奨ですが**) - *Kubernetes Volume Snapshots* 、基になるストレージクラスでサポートされている場合

CloudNativePG でバックアップ戦略を選択する前に、**メインコンセプト** でカバーされている基本的な概念を理解することが重要です

セクション。これらには、WAL アーカイブ、ホットおよびコールドバックアップ、スタンバイからのバックアップの実行などが含まれます。

18.1 メインコンセプト

PostgreSQL は、ファイルシステムレベルの物理コピーに基づいて、ファーストクラスのバックアップおよびリカバリー機能をネイティブに提供します。これらはミッションクリティカルな運用データベースで 15 年以上使用され、世界中の組織が Postgres でディザスターリカバリー目標を達成するのを支援してきました。

CloudNativePG では、各 PostgreSQL クラスターのバックアップインフラストラクチャは次のリソースで構成されます。

- **WAL アーカイブ** Postgres によって継続的に書き込まれ、データ耐久性のためにアーカイブされる WAL ファイルトランザクションログを含む場所
- **物理ベースバックアップ** PostgreSQL がデータベースにデータを保存するために使用するすべてのファイルのコピー主に `PGDATA` およびテーブルスペース

CNPG-I は、WAL アーカイブアーカイブとリストア操作の両方、およびベースバックアップおよび対応する復元プロセスを管理するための汎用かつ拡張可能なインターフェイスを提供します。

18.1.1 WAL アーカイブ

PostgreSQL の WAL アーカイブは、 **継続的バックアップ**の中心であり、次の理由で基本的なものです。

- **ホットバックアップ**サーバーをシャットダウンせずに、Postgres クラスタープライマリまたはスタンバイのインスタンスから物理ベースのバックアップを取得する可能性。オンラインバックアップとしても知られています
- **ポイント インタイム リカバリー** PITR システムで最初に使用可能なベースバックアップから任意の時点で復旧する可能性。

> **警告**
>
> WAL アーカイブだけでは役に立ちません。物理ベースのバックアップがないと、PostgreSQL クラスターを復元できません。

一般に、WAL アーカイブの存在により、PostgreSQL クラスターの復元力が強化され、各インスタンスは、必要に応じてアーカイブから必要な WAL ファイルを取得できます。通常、WAL アーカイブの保持期間は、通常これらのファイルをリサイクルする Postgres インスタンスよりも長くなります。。

このユースケースは、WAL アーカイブに依存するだけで長距離にわたって同期でき、さまざまなリージョンにわたってディザスターリカバリー目標を拡張できるため、**レプリカクラスター** に拡張することもできます。

configure a WAL archive を実行すると、CloudNativePG は、リージョンを超えても、ディザスターリカバリーに *RPO* ≤ 5 分をすぐに提供します。

> **注釈**
>
> 常に本番で WAL アーカイブをセットアップすることをお勧めします。通常ステージング環境と開発環境が関係する既知のユースケースがあり、上記の利点はいずれも必要とされず、WAL アーカイブは必

要ありません。この場合の RPO は、24 時間毎日のバックアップまたは無限バックアップなしなどの任意の値です。

18.1.2 コールドおよびホットバックアップ

ホットバックアップは前のセクションで既に定義されています。これらは WAL アーカイブの存在を必要とし、最新のデータベース管理システムでは標準です。

コールドバックアップは、オフラインバックアップとしても知られ、代わりに、PostgreSQL インスタンススタンバイまたはプライマリがシャットダウンしたときに取得される物理ベースバックアップです。これらは定義ごとに一貫しており、シャットダウンされた時点のデータベースのスナップショットを表します。

その結果、PostgreSQL インスタンスは、WAL アーカイブを必要とせずにコールドバックアップから再起動できますが、利用可能な場合はそれを利用できます前のセクションで強調表示した復旧面のすべての利点を備えています。

RPO が高く 1 時間または 24 時間など、保持期間が短い状況では、コールドバックアップは、ディザスターリカバリー計画で検討される実行可能なオプションを表します。

18.2 使用可能なバックアップオプションの比較: オブジェクトストアとボリュームスナップショット

CloudNativePG は現在、物理バックアップの 2 つの主要なアプローチをサポートしています。

- **オブジェクトストアベースのバックアップ** 、**Barman Cloud Plugin** または ***deprecated native integration*** 経由
- ***Volume Snapshots*** 、Kubernetes CSI インターフェイスとサポートされているストレージクラスを使用

> **注釈**
>
> CNPG-I は、サードパーティが独自のバックアッププラグインをビルドおよび統合できるように設計されています。時間の経過とともに、サポートされているバックアップソリューションのエコシステムが成長すると予想されます。

18.2.1 オブジェクトストアベースのバックアップ

オブジェクトストアへのバックアップ AWS S3、Azure Blob、GCS など

- 常に WAL アーカイブが必要
- ホットバックアップのみをサポート
- インクリメンタルまたは差分コピーをサポートしていません
- リテンションポリシーのサポート

18.2.2 ボリュームスナップショット

ネイティブボリュームのスナップショット

- WAL アーカイブは必要ありませんが、運用環境での使用を強くお勧めします
- 基になるストレージクラスの機能に応じて、インクリメンタルおよび差分コピーをサポート
- ホットおよびコールドバックアップの両方をサポート
- リテンションポリシーをサポートしていません

18.2.3 2 つの間の選択

最適なアプローチは、環境と操作要件によって異なります。次の要素を考慮します。

- **オブジェクトストアの可用性** Kubernetes クラスターが、安定したネットワーキングレイヤーを含む信頼できるオブジェクトストレージソリューションにアクセスできることを確認します。
- **ストレージクラス機能**ストレージクラスが、インクリメンタル/差分機能を備えた CSI ボリュームスナップショットをサポートしていることを確認します。
- **データベースサイズ**非常に大規模なデータベース VLDB の場合、コピーオンライトテクノロジーによる高速なリカバリーが可能になるため、**ボリュームスナップショットが一般的に優先されます** 。これにより、*Recovery Time Objective (RTO)* が大幅に向上します。
- **データモビリティ**オブジェクトストアベースのバックアップは、リージョンまたは環境を超えてバックアップをレプリケートまたは保存するためのより高い柔軟性を提供する場合があります。
- **操作の慣れ**ストレージの管理におけるチームの経験と自信に最も適した方法を選択します。

18.2.4 比較の概要

Feature	Object Store	Volume Snapshots
WAL archiving	Required	Recommended^1^
Cold backup	NO	OK
Hot backup	OK	OK
Incremental copy	NO	OK^2^
Differential copy	NO	OK^2^
Backup from a standby	OK	OK
Snapshot recovery	NO^3^	OK
Retention policies	OK	NO
Point-in-Time Recovery (PITR)	OK	Requires WAL archive
Underlying technology	Barman Cloud	Kubernetes API

注意事項 > > 1. 現在、WAL アーカイブでは、プラグインまたは非推奨のネイティブ > を介してオブジェクトストアを使用する必要があります。 > 2. インクリメンタルおよび差分コピーの可用性は、PostgreSQL ボリュームに使用されるストレージクラスの機能によって異なります。> 3. スナップショットリカバリーは、`bootstrap.recovery.recoveryTarget.targetImmediate` オプションを使用してエミュレートできます。

18.3 スケジュールされたバックアップ

スケジュールされたバックアップは、CloudNativePG で信頼できるバックアップ戦略を実装するための推奨される方法です。これらは `ScheduledBackup` カスタムリソースを使用して定義されます。

> **注釈**
>
> 構成オプションの完全なリストについては、 *ScheduledBackupSpec* を参照してください。

API リファレンスで。

18.3.1 Cron スケジュール

`schedule` フィールドは、秒を含む_6 フィールドの cron 式_を使用して、バックアップを発生する**時期** を定義します。このフォーマットは *Go `cron* package specification <https://pkg.go.dev/github.com/robfig/cron#hdr-CRON_Expression_Format>`_ に従います。

> **警告**
>
> このフォーマットは、従来の Unix/Linux *crontab* とは異なります。最初のエントリとして**seconds** フィールドが含まれます。

毎日のスケジュールされたバックアップの例

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: ScheduledBackup
metadata:
  name: backup-example
spec:
  schedule: "0 0 0  **  *" # At midnight every day
  backupOwnerReference: self
  cluster:
    name: pg-backup
  # method: plugin, volumeSnapshot, or barmanObjectStore (default)
```

スケジュール`"0 0 0 ** *"` は、毎日深夜 00:00:00 にバックアップをトリガーします。 Kubernetes CronJob では、秒がサポートされていないため、同等の式は `0 0* ** ` になります。

> **警告**
>
> *spec.cluster* フィールドは、作成後は不変です。別の `Cluster` のバックアップをスケジュールするには、既存のリソースを更新する代わりに、新しい `ScheduledBackup` リソースを作成します。

18.3.2 バックアップ頻度と RTO

> **Tip**
>
> バックアップの頻度は、 **目標復旧時間** バックアップ頻度と *RTO* に直接影響します。

継続的なバックアップに基づいてディザスターリカバリー戦略を最適化するには

- バックアップからの復元を定期的にテストします。
- 完全なリカバリーに必要な時間を測定します。
- ベースバックアップのサイズと、取得および再生する必要がある WAL ファイルの数を考慮します。

ほとんどの場合、 **毎週のベースバックアップ** で十分です。1 日 1 回よりも多くの頻度で完全なバックアップをスケジュールすることはほとんどありません。

18.3.3 即時バックアップ

ScheduledBackup の作成時にすぐにバックアップをトリガーするには

```
spec:
  immediate: true
```

18.3.4 スケジュールされたバックアップを一時停止する

スケジュールされたバックアップの実行を一時的に停止するには

```
spec:
  suspend: true
```

18.3.5 バックアップ所有者リファレンス .spec.backupOwnerReference

どの Kubernetes オブジェクトをバックアップリソースの所有者として設定するかを制御します。

- none 所有者参照なし 古い動作
- self ScheduledBackup オブジェクトが所有者になります
- cluster PostgreSQL クラスターが所有者になります

18.4 オンデマンド バックアップ

オンデマンドバックアップでは、 Backup リソースを作成することにより、いつでもバックアップ操作を手動でトリガーできます。

> **注釈**
>
> 使用可能なオプションの完全なリストについては、API リファレンスの *BackupSpec* を参照してください。

18.4.1 例オンデマンドバックアップの要求

オンデマンドバックアップを開始するには、次のような Backup 要求カスタムリソースを適用します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: backup-example
spec:
  method: barmanObjectStore
  cluster:
    name: pg-backup
```

この例では、オペレーターは barman-cloud-backup ツールを使用してバックアッププロセスをオーケストレーションし、構成済みのオブジェクトストアにバックアップを保存します。

18.4.2 バックアップの進行状況のモニタリング

次を使用してバックアップのステータスを確認できます。

```
kubectl describe backup backup-example
```

バックアップの進行中、次のような出力が表示されます。

```
Name:         backup-example
Namespace:    default
...
Spec:
  Cluster:
    Name:  pg-backup
Status:
  Phase:       running
  Started At:  2020-10-26T13:57:40Z
Events:        <none>
```

バックアップが正常に完了すると、phase は completed に設定され、出力には追加のメタデータが含まれます。

```
Name:         backup-example
Namespace:    default
...
Status:
  Backup Id:          20201026T135740
  Destination Path:   s3://backups/
  Endpoint URL:       http://minio:9000
  Phase:              completed
  S3 Credentials:
    Access Key Id:
      Name:  minio
      Key:   ACCESS_KEY_ID
    Secret Access Key:
      Name:  minio
      Key:   ACCESS_SECRET_KEY
  Server Name:        pg-backup
  Started At:         2020-10-26T13:57:40Z
  Stopped At:         2020-10-26T13:57:44Z
```

注釈

オンデマンドバックアップには、PostgreSQL スーパーユーザーまたはアプリケーションユーザーの Kubernetes シークレットは含まれません。これらのシークレットが、より広範な Kubernetes クラスターバックアップ戦略に含まれていることを確認する必要があります。

18.5 バックアップ方法

CloudNativePG は現在、スケジュールされたバックアップとオンデマンドバックアップとして次のバックアップ方法をサポートしています。

- `plugin` – CNPG-I プラグインを使用します `.spec.pluginConfiguration` が必要
- `volumeSnapshot` – ネイティブ *Kubernetes volume snapshots* を使用します
- `barmanObjectStore` – *Barman Cloud for object storage* を使用します

(`Barman Cloud Plugin <https://cloudnative-pg.io/plugin-barman-cloud/> `_ を優先して v1.26 から非推奨ですが、下位互換性の為のデフォルトです)

`.spec.method` フィールドデフォルト `barmanObjectStore` を使用して方法を指定します。

クラスターがボリュームスナップショットをサポートするように構成されている場合、次のようなスケジュールされたスナップショットバックアップを有効にできます。

```yaml
spec:
  method: volumeSnapshot
```

バックアップ方法として Barman Cloud プラグインを使用するには、`method: plugin` を設定し、それに応じてプラグインを構成します。

Performing a Base Backup に例があります。

18.6 スタンバイからのバックアップ

ベースバックアップの取得には、PostgreSQL インスタンスのディスク上のデータセット全体の読み取りが含まれます。これにより、I/O 競合が発生し、アクティブなワークロードのパフォーマンスに影響を与える可能性があります。

この影響を軽減するために、**CloudNativePG は、読み取り専用レプリカからバックアップを実行する PostgreSQL のビルトイン機能を活用して、スタンバイインスタンス**からのバックアップ取得をサポートしています。

デフォルトでは、バックアップはクラスター内の **最新のレプリカ**で実行されます。使用可能なレプリカがない場合、バックアップは**プライマリインスタンス** にフォールバックします。

> **注釈**
>
> このセクションの例では、バックアップターゲットの選択に焦点を当てており、バックアップ方法 *spec.method* は、説明しているスコープと関連がないため考慮されません。

18.6.1 仕組み

`prefer-standby` がターゲットである場合デフォルトの動作、CloudNativePG は次のことを試行します。

1. 最も同期されたスタンバイノードを特定します。
2. そのスタンバイでバックアッププロセスを実行します。
3. 使用可能なスタンバイがない場合、プライマリにフォールバックします。

この戦略により、プライマリのワークロードへの干渉が最小限に抑えられます。

> **警告**
>
> スタンバイはプライマリと常に最新の状態であるとは限りませんが、最初に使用可能なバックアップから最後にアーカイブされた WAL までの時間連続性では、これは通常無関係です。ベースバックアップは、確かに、PITR を含む復旧操作を開始する開始ポイントを表します。 pg_basebackup で起こることと同様に、オンラインスタンバイからバックアップする場合、プライマリで WAL のスイッチを強制しません。これにより、書き込みアクティビティが低い展開では、短期的に `archive_timeout` がキックインする前に予期しない結果が発生する可能性があります。

18.6.2 プライマリでのバックアップの強制

常にプライマリインスタンスでバックアップを実行するには、クラスター構成でバックアップターゲットを `primary` に明示的に設定します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata: [...]
spec:
  backup:
    target: "primary"
```

> **⚠ 警告**
>
> *primary* を**ボリュームスナップショットを使用したコールドバックアップ**のターゲットとして使用する場合、プライマリインスタンスを一時的にシャットダウンする必要があるため、すべての書き込み操作を中断する必要があるため、注意してください。ターゲットを明示的に設定していない場合でも、同じ注意が単一インスタンスのクラスターに適用されます。

18.6.3 クラスター全体のターゲットのオーバーライド

`Backup` または `ScheduledBackup` リソースを使用して、バックアップごとにクラスターレベルのターゲットをオーバーライドできます。次に、オンデマンドバックアップの例を示します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Backup
metadata: [...]
spec:
  cluster:
    name: [...]
  target: "primary"
```

この例では、クラスターのデフォルトターゲットが `prefer-standby` であっても、バックアップはプライマリインスタンスから取得されます。

18.7 リテンションポリシー

CloudNativePG は、 **バックアップに依存しないアーキテクチャ**に向けて進化しており、バックアップの責任が外部 **CNPG-I プラグイン**に委任されます。これらのプラグインは、CloudNativePG のビルトイン機能と範囲を超える、高度なリテンション管理を含む高度なカスタマイズ可能なデータ保護機能を提供することが期待されています。

この移行の一環として、`Cluster` リソースの `spec.backup.retentionPolicy` フィールドは **非推奨**であり、将来のリリースでは削除される予定です。

使用可能な保持機能の詳細については、選択したプラグインのドキュメントを参照してください。例 Retention Policies 。

> **注釈**
>
> ユーザーは、使用しているバックアッププラグインが提供する保持メカニズムを信頼することをお勧めします。これにより、使用中のバックアップ方法の柔軟性と一貫性が保証されます。

第19章　WAL archiving

CloudNativePG での書き込み先行ログ WAL アーカイブは、PostgreSQL プライマリから指定されたオブジェクトストアに WAL ファイルを継続的にシップするプロセスです。これらのアーカイブは、ポイントインタイムリカバリー PITR を有効にするために必要であり、オブジェクトストアとボリュームスナップショットベースのバックアップ戦略の両方の基本的なコンポーネントです。

19.1 プラグインベースのアーキテクチャ

CloudNativePG は、 *spec.pluginConfiguration* で定義された**プラグインベースのメカニズム** を介して WAL アーカイブをサポートします

`Cluster` リソースのセクション。

一度に 1 つのプラグインのみが WAL アーカイブを担当できます。これは、プラグイン構成内で `isWALArchiver` フィールドを `true` に設定することにより構成されます。

19.2 サポートされているプラグイン

現在、**Barman Cloud Plugin** は、CloudNativePG コミュニティによって維持されている唯一の公式にサポートされている WAL アーカイブプラグインです。完全なドキュメント、構成オプション、およびベストプラクティスについては、Barman Cloud Plugin documentation を参照してください。

19.3 非推奨の通知 ネイティブ Barman Cloud

CloudNativePG は、 `.spec.backup.barmanObjectStore` フィールドを介して WAL アーカイブをネイティブにサポートしています。まだ機能していますが、**このインターフェイスは非推奨**であり、将来のリリースでは削除される予定です。

> **注釈**
>
> すべての新しい展開は、より柔軟で保守可能なアプローチを提供するプラグインベースのアーキテクチャを採用することを強くお勧めします。

現在ネイティブの`.spec.backup.barmanObjectStore` アプローチを使用している場合、スムーズな移行のための公式ガイド Migrating from Built-in CloudNativePG Backup を参照してください。

19.4 アーカイブタイムアウトについて

デフォルトでは、CloudNativePG は `archive_timeout` を `5min` に設定し、ワークロードが低い場合でも WAL ファイルが少なくとも 5 分ごとに閉じてアーカイブされ、目標リカバリポイント *RPO* の決定論的な時間ベースの値を提供します。

archive_timeout の値を変更する場合でも、私たちの経験から、オペレーターが設定したデフォルト値がほとんどのユースケースに適していることが示唆されています。

第 20 章　Recovery

PostgreSQL では、**リカバリ**は、既存の物理バックアップからインスタンスを起動するプロセスを指します。PostgreSQL のリカバリシステムは堅牢で機能が豊富で、**ポイントインタイムリカバリー PITR** をサポートしています。これは、使用可能な最も古いバックアップから最新のアーカイブされた WAL ファイルまで、クラスターを特定の瞬間に復元する機能です。

> **注釈**
>
> PITR を実行するには、有効な WAL アーカイブが必要です。

CloudNativePG では、復旧は既存のクラスターで**インプレースで実行されません**。代わりに、物理バックアップから**新しいクラスター**をブートストラップするために使用されます。

> **注釈**
>
> *bootstrap* スタンザの構成の詳細については、 *Bootstrap* を参照してください。

`recovery` ブートストラップモードでは、物理ベースバックアップからクラスターを初期化し、関連する WAL ファイルを再生して、システムを一貫したオプションでポイントインタイムの状態にすることができます。

CloudNativePG は、次の方法でのリカバリをサポートしています。

- **プラグ可能バックアップおよびリカバリーインターフェイス CNPG-I** 、Barman Cloud Plugin などの外部ツールとの統合を可能にします。
- **ボリュームスナップショットからのネイティブリカバリ**、基になる Kubernetes ストレージインフラストラクチャでサポートされている場合。
- **Barman Cloud** を介したオブジェクトストアからのネイティブリカバリー。これは、プラグインベースのアプローチを優先して、バージョン 1.26 の時点で**非推奨**です。

バージョン 1.26 でのネイティブ Barman Cloud サポートの非推奨に伴い、このセクションでは、サポートされている 2 つのリカバリ方法に焦点を当てます。オブジェクトストアからのリカバリには **Barman Cloud Plugin** を使用し、ボリュームスナップショットからのリカバリには**ネイティブインターフェイス**を使用します。

> **注釈**
>
> 古いドキュメントについては、 *Appendix B – Recovery from an Object Store* を参照してください。

20.1 Barman Cloud プラグインを使用したオブジェクトストアからのリカバリー

このセクションでは、推奨される Barman Cloud プラグインを使用してオブジェクトストアから PostgreSQL クラスターを復旧する方法の概要を説明します。

> **注釈**
>
> オブジェクトストアには、CloudNativePG *Cluster* **非推奨のネイティブ Barman Cloud 統合**または Barman Cloud Plugin**のいずれかを使用して生成されたバックアップデータが含まれている必要があります。

> **注釈**
>
> 詳細については、

"Recovery of a Postgres Cluster" section in the Barman Cloud Plugin documentation を参照してください。

最初に、ベースバックアップと WAL ファイルの両方を保持するオブジェクトストアを定義します。Barman Cloud プラグインは、この目的にカスタム `ObjectStore` リソースを使用します。次の例は、Azure Blob Storage 用に構成する方法を示しています。

```
apiVersion: barmancloud.cnpg.io/v1
kind: ObjectStore
metadata:
  name: cluster-example-backup
spec:
  configuration:
    destinationPath: https://STORAGEACCOUNTNAME.blob.core.windows.net/CONTAINERNAME/
    azureCredentials:
      storageAccount:
        name: recovery-object-store-secret
        key: storage_account_name
      storageKey:
        name: recovery-object-store-secret
        key: storage_account_key
    wal:
      maxParallel: 8
```

次に、定義した `ObjectStore` を使用するように `Cluster` リソースを構成します。 `bootstrap` セクションで、リカバリソースを指定し、プラグインを参照する `externalCluster` エントリーを定義します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  name: cluster-restore
spec:
  [...]

  superuserSecret:
    name: superuser-secret

  bootstrap:
    recovery:
      source: origin

  externalClusters:
    - name: origin
      plugin:
        name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
        parameters:
          barmanObjectName: cluster-example-backup
          serverName: cluster-example
```

20.2 VolumeSnapshot オブジェクトからのリカバリー

> **警告**
>
> *VolumeSnapshot* からプライマリインスタンスをリカバリした後にレプリカを作成する場合、オペレーターは`pg_basebackup`を使用して同期することにフォールバックする場合があります。このプロセスには、完全なベースバックアップが含まれるため、特に大規模なデータベースの場合、かなり遅くなる場合があります。この制限は、スケールアッププロセスでのオンラインバックアップと PVC クローンのサポートにより、将来的に解決される予定です。

CloudNativePG では、既存の `Cluster` に属する `PersistentVolumeClaim` PVC の `VolumeSnapshot` から新しいクラスターを作成できます。これらのスナップショットは、**ボリュームスナップショットバックアップを構成する方法** の宣言的 API を使用して作成されます。

リカバリプロセスを完了するには、新しいクラスターが、変更を再適用し、リカバリを最終化するために必要な WAL アーカイブへのアクセスを提供する外部クラスターを参照する必要があります。

次の例は、ベースバックアップの `VolumeSnapshot` と、 Barman Cloud プラグインを介してアクセスされる WAL アーカイブの両方を使用して、リカバリされるクラスターを示しています。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-restore
spec:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  [...]

  bootstrap:
    recovery:
      source: origin
      volumeSnapshots:
        storage:
          name: <snapshot name>
          kind: VolumeSnapshot
          apiGroup: snapshot.storage.k8s.io

  externalClusters:
    - name: origin
      plugin:
        name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
        parameters:
          barmanObjectName: cluster-example-backup
          serverName: cluster-example
```

バックアップされたクラスターが別の PVC を使用して WAL ファイルを保存していた場合、リカバリーにはそれも含める必要があります。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-restore
spec:
  [...]

  bootstrap:
    recovery:
      volumeSnapshots:
        storage:
          name: <snapshot name>
          kind: VolumeSnapshot
          apiGroup: snapshot.storage.k8s.io

        walStorage:
          name: <snapshot name>
          kind: VolumeSnapshot
          apiGroup: snapshot.storage.k8s.io
```

前の例では、アプリケーションデータベースとその所有ユーザーの名前がデフォルトで app であることを前提としています。リストアする PostgreSQL クラスターが別の名前を使用している場合、**アプリケーションデータベースの構成** に記載されているように、リカバリフェーズを終了する前にこれらの名前を指定する必要があります。

> **警告**
>
> スナップショットからレプリカモードクラスターをブートストラップして、プライマリだけでなくスタンバイインスタンスのスナップショットを活用する場合、次のことをお勧めします。

1. 単一インスタンスのレプリカクラスターから開始します。プライマリインスタンスは、スナップショットとソースクラスタからの使用可能な WAL を使用して復旧されます。2. レプリカクラスター内のプライマリのスナップショットを取得します。3. 必要に応じて、レプリカクラスター内のインスタンスの数を増やします。

20.3 Backup オブジェクトからのリカバリー

クラスターを作成する必要がある名前空間で Backup リソースが既に利用可能な場合、次の例のように `spec.bootstrap.recovery.backup.name` を使用して名前を指定できます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-initdb
spec:
  instances: 3

  bootstrap:
    recovery:
      backup:
        name: backup-example

  storage:
    size: 1Gi
```

このブートストラップ方法では、復元する必要があるバックアップへの参照のみを指定できます。

前の例では、アプリケーションデータベースとその所有ユーザーの名前がデフォルトで app であることを前提としています。リストアする PostgreSQL クラスターが別の名前を使用している場合、**アプリケーションデータベースの構成** に文書されているように、リカバリフェーズを終了する前にこれらの名前を指定する必要があります。

20.4 追加の考慮事項

オブジェクトストア、ボリュームスナップショット、または既存の Backup リソースからリカバリーするかどうかにかかわらず、Cluster が完全にプライマリに昇格し、書き込み操作を受け入れるまで、カタログを含むデータベースを変更することはできません。この制限には、Cluster がプライマリに移行するまで遅延されるロールオーバーライドが含まれます。その結果、次の考慮事項が適用されます。

- アプリケーションデータベース名とユーザーは、復元されるバックアップからコピーされます。これは、Kubernetes クラスターの通常のメンテナンスアクティビティの一部であるため、現在基になるシークレットのバックアップは行っていません。

- 元の postgres ユーザーパスワードを保持するには、enableSuperuserAccess を構成し、superuserSecret を提供します。

デフォルトでは、リカバリはデフォルトのターゲットタイムライン latest で使用可能な最新の WAL まで続行されます。オプションで recoveryTarget を指定して、ポイントインタイムリカバリーを実行できますポイント インタイム リカバリー *PITR* を参照してください。

> **注釈**
>
> *barmanObjectStore.wal.maxParallel* オプションを使用して、リカバリオブジェクトストアからトランザクションログを同時にダウンロードすることにより、アーカイブからの WAL 取得を高速化することを検討します。

20.5 ポイント インタイム リカバリー PITR

ベースバックアップを抽出した後、最新の WAL までのすべての WAL を再生する代わりに、任意の時点で WAL の再生を停止するように PostgreSQL に依頼できます。PostgreSQL は、この技術を使用して PITR を達成します。WAL アーカイブの存在は必須です。

> **注釈**
>
> PITR では、リカバリーターゲット で説明したオプションを使用してリカバリターゲットを指定する必要があります。

リカバリターゲットが指定された場合、オペレーターは、この機能が動作するために必要な構成パラメーターを生成します。

20.5.1 オブジェクトストアからの PITR

この例では、 Barman Cloud プラグイン用に前に定義した Azure の同じリカバリオブジェクトストアを使用します。ベースバックアップと WAL アーカイブの両方が含まれます。リカバリターゲットは、要求されたタイムスタンプに基づいています。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-restore-pitr
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 5Gi

  bootstrap:
    recovery:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    # Recovery object store containing WAL archive and base backups
    source: origin
    recoveryTarget:
      # Time base target for the recovery
      targetTime: "2023-08-11 11:14:21.00000+02"

externalClusters:
  - name: origin
    plugin:
      name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
      parameters:
        barmanObjectName: cluster-example-backup
        serverName: cluster-example
```

この例では、タイムスタンプの形式で targetTime のみを指定する必要がありました。リカバリーを開始するベースバックアップを指定する必要はありません。

backupID オプションは、リカバリプロセスを開始するベースバックアップを指定できるオプションです。デフォルトでは、この値は空です。

Barman バックアップ ID の形式で値を割り当てると、オペレーターはそのバックアップをリカバリのベースとして使用します。

> **注釈**
>
> このようなバックアップが存在し、アクセス可能であることを確認する必要があります。

バックアップ ID を指定しない場合、オペレーターは次のようにリカバリのベースバックアップを検出します。

- targetTime または targetLSN を使用する場合、オペレーターは、そのターゲットより前に完了した最も近いバックアップを選択します。
- それ以外の場合、オペレーターは最後の利用可能なバックアップを時系列で選択します。

20.5.2 VolumeSnapshot オブジェクトからのポイントインタイムリカバリー PITR

次の例は、以下を使用して **ポイントインタイムリカバリー PITR** を実行する方法を示しています。

- ベースバックアップを提供する PGDATA ディレクトリの Kubernetes VolumeSnapshot 。このスナップショットは recovery.volumeSnapshots セクションで指定され、test-snapshot-1 名前付けです。
- アーカイブされた WAL ファイルを含むリカバリオブジェクトストアこの場合、MinIO。オブジェクトストアは、Barman Cloud Plugin ObjectStore リソースここには表示されていませんを介して定義され、外部クラスター構成をポイントする recovery.source フィールドを使用して参照されます。

クラスターは、 recoveryTarget.targetTime オプションを使用して特定のポイントに復元されます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-snapshot
spec:
  # ...
  bootstrap:
    recovery:
      source: origin
      volumeSnapshots:
        storage:
          name: test-snapshot-1
          kind: VolumeSnapshot
          apiGroup: snapshot.storage.k8s.io
      recoveryTarget:
        targetTime: "2023-07-06T08:00:39Z"
  externalClusters:
    - name: origin
      plugin:
        name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
        parameters:
          barmanObjectName: minio-backup
          serverName: cluster-example
```

この設定により、CloudNativePG はボリュームスナップショットからベースデータを復元し、オブジェクトストアから WAL セグメントを適用して、目的のリカバリターゲットに到達できます。

注釈

バックアップクラスターで`walStorage`が有効になっていた場合、*Recovery from VolumeSnapshot objects* で述べたように、*PGWAL* ディレクトリを含むボリュームスナップショットも指定する必要があります。

警告

ボリュームスナップショットのベースバックアップの終了時刻がリカバリターゲットのタイムスタンプより前であることを確認するのは自分の責任です。

警告

最後のベースバックアップ以降にクラスター内の *TablespaceConfiguration* を追加または削除した場合、WAL の再生は失敗します。テーブルスペースの変更からリカバリターゲットのタイムスタンプまでのベースバックアップが必要です。

20.5.3 リカバリーターゲット

次に、使用可能なリカバリターゲット基準を示します。

ターゲットタイム

リカバリーが進行するまでのタイムスタンプ。 RFC 3339 形式または timestamp として表現されます。正確な停止ポイントは、 `exclusive` オプションの影響も受けます。

> **注釈**
>
> 明示的なタイムゾーンサフィックスのないタイムスタンプたとえば *2023-07-06 08:00:39* は、UTC として解釈されます。

> **警告**
>
> あいまいさを回避するには、タイムスタンプに常に明示的なタイムゾーンを指定します。たとえば、*2023-07-06 08:00:39* の代わりに `2023-07-06T08:00:39Z` または `2023-07-06T08:00:39+02:00` を使用します。

> **警告**
>
> PostgreSQL のリカバリーは、指定された時間の後に発生する最初のトランザクションに遭遇すると停止します。ターゲット時間後にそのようなトランザクションが存在しない場合、リカバリプロセスは失敗します。

ターゲット XID

リカバリを続行するトランザクション ID。正確な停止ポイントは、`exclusive` オプションの影響も受けます。回復されるトランザクションは、指定されたトランザクションより前にコミットされたトランザクション、およびオプションで含まれるトランザクションです。

ターゲット名

リカバリーが続行する名前付けリストアポイント `pg_create_restore_point()` で作成されます。

targetLSN

リカバリが続行されるログ先行書き込みの場所の LSN。正確な停止ポイントは、`exclusive` オプションの影響も受けます。

targetImmediate

リカバリーは、一貫した状態に到達するとすぐに、つまりできるだけ早く終了します。オンラインバックアップから復元する場合、これはバックアップの取得が終了したポイントを意味します。

> **注釈**

targetTime または `targetLSN` のいずれかを指定すると、オペレーターは最も近いバックアップを取得できます。ただし、これは残りのターゲット `targetName` 、*targetXID* 、および `targetImmediate` では不可能です。このような場合、*backupID* の指定は必須です。

この例では、`targetName` ベースのリカバリターゲットを使用します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
  bootstrap:
    recovery:
      source: origin
      recoveryTarget:
        backupID: 20220616T142236
        targetName: restore_point_1
[...]
```

各 `recoveryTarget` 構成のターゲットから 1 つだけを選択できます。

さらに、 `targetTLI` を指定して、特定のタイムラインに強制的にリカバリーできます。

デフォルトでは、以前のパラメーターは包括的であるとみなされ、リカバリターゲットの直後で停止し、the behavior in PostgreSQL と一致します。

`exclusive` パラメーターを `true` に設定することにより、リカバリターゲットの直前で停止する排他的動作を要求できます。次の例は、この動作を示しており、ベースバックアップと WAL アーカイブの両方に Azure の BLOB コンテナーに依存します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-restore-pitr
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 5Gi

  bootstrap:
    recovery:
      source: origin
      recoveryTarget:
        backupID: 20220616T142236
        targetName: "maintenance-activity"
        exclusive: true

  externalClusters:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    - name: origin
      plugin:
        name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
        parameters:
          barmanObjectName: cluster-example-backup
          serverName: cluster-example
```

20.6 アプリケーションデータベースの構成

復旧したクラスターの場合、追加の構成でアプリケーションデータベース名と資格情報を構成できます。アプリケーションデータベースの資格情報を更新するには、独自のパスワードを生成、シークレットとして保存し、シークレットを使用するようにデータベースを更新できます。または、オペレーターにランダムで安全なパスワードを使用してシークレットを生成させて使用することもできます。空のクラスターをブートストラップする `initdb <空のクラスターをブートストラップする *initdb*>` を参照

シークレットの詳細については、

> **注釈**
>
> *Cluster* がリカバリモードである間、カタログを含むデータベースへの変更は許可されません。この制限には、*Cluster* がプライマリに移行するまで遅延されるロールオーバーライドが含まれます。このフェーズでは、ユーザーはソースクラスターで定義されたままになります。

次の例では、ライブクラスターからブートストラップに従って、所有者 app と提供されたシークレット app-secret に保存されたパスワードを使用して app データベースを構成します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  bootstrap:
    recovery:
      database: app
      owner: app
      secret:
        name: app-secret
      [...]
```

上記の構成では、次は **復旧が完了した後** にのみ発生します。

1. app データベースが存在しない場合、作成されます。
2. app ユーザーが存在しない場合、作成されます。
3. app ユーザーが app データベースの所有者でない場合、所有権は app ユーザーに付与されます。

4. owner 値がシークレットの username 値と一致する場合、アプリケーションユーザーこの場合は app ユーザーのパスワードはシークレットの password 値に更新されます。

20.7 リカバリーの内部的な仕組み

オブジェクトストレージにアップロードされたデータを使用して、既存のバックアップから新しいクラスターを_bootstrap_できます。オペレーターは、barman-cloud-restore ツールベースバックアップ用と barman-cloud-wal-restore ツール WAL ファイル用、要求に応じて並列サポートを含むを使用して、リカバリプロセスをオーケストレーションします。

recovery ブートストラップ方法の詳細と手順については、バックアップからのブートストラップ`recovery <バックアップからのブートストラップ *recovery*>` を参照してください。

> **注釈**
>
> PostgreSQL PITR の方法がよくわからない場合

は動作しますが、 .spec.postgresql.parameters に関しては、リカバリクラスターを元のクラスターとして構成することをお勧めします。新しいクラスターが復元されたら、必要に応じて設定を変更できます。

その仕組みは、オペレーターが新しいクラスターの最初のインスタンスに init コンテナを注入し、init コンテナがオブジェクトストレージからバックアップのリカバリを開始することです。

> **注釈**
>
> 新しい PVC のベースバックアップコピーの期間は、バックアップのサイズ、およびネットワークとストレージの両方の速度によって異なります。

ベースバックアップ復旧プロセスが完了すると、オペレーターは Postgres インスタンスをリカバリモードで起動します。このフェーズでは、PostgreSQL は起動していますが、接続を受け入れることはできず、liveness プローブによれば、ポッドは正常です。restore_command を介して、PostgreSQL はアーカイブから WAL ファイルの取得を開始します。maxParallel オプションを設定し、並列 WAL リストア機能を有効にすることにより、このフェーズを高速化できます。

このフェーズは、PostgreSQL がターゲット、WAL の終わりまたは PITR の場合は必要なターゲットに到達すると終了します。オプションで recoveryTarget を指定して、PITR を実行できます。指定しない場合、リカバリはデフォルトのターゲットタイムライン latest で最新の使用可能な WAL まで続行されます。

復旧が完了すると、オペレーターは必要なスーパーユーザーのパスワードをインスタンスに設定します。新しいプライマリインスタンスは通常どおり起動し、残りのインスタンスはレプリカとしてクラスターに参加します。

プロセスはユーザーに対して透過的であり、ポッドで実行されているインスタンスマネージャーによって管理されます。

20.8 バックアップセクションを使用したクラスターへの復元

クラスターを復元する場合、マニフェストには、_backup_オブジェクトストアリソースを指す Barman Cloud プラグインを含む `plugins` セクションが含まれる場合があります。これにより、新しく作成されたクラスターは、バックアップポリシーが構成されている場合、復旧直後に WAL ファイルのアーカイブとバックアップの取得を開始できます。

同じクラスター内の_backup_と_recovery_の両方で同じ `ObjectStore` 構成を再利用しないでください。必要に応じて、各クラスターが一意の `serverName` を使用していることを確認して、バックアップまたは WAL アーカイブデータの誤って上書きを防ぎます。

警告

CloudNativePG には、クラスターが共有ストレージバケットの既存のデータを上書きしないようにする安全チェックが含まれています。競合が検出された場合、クラスターは`Setting up primary` 状態のままで、関連付けられたポッドはエラーで失敗します。ポッドログには`ERROR: WAL archive check failed for server recoveredCluster: Expected empty archive` が表示されます。

注釈

復旧したクラスターで`cnpg.io/skipEmptyWalArchiveCheck` アノテーションを`enabled` に設定することにより、この安全性チェックをバイパスできます。ただし、PostgreSQL の復旧プロセスに精通していない限り、これは強くお勧めしません。チェックを誤ってスキップすると、重大なデータの損失が発生する可能性があります。専門的なシナリオでのみ注意して使用してください。

第21章　Service management

PostgreSQL クラスターには、CloudNativePG によって直接管理される標準の Kubernetes ネットワークサービスを介してのみアクセスする必要があります。詳細については、Service を参照してください。

CloudNativePG は、`Cluster` リソースごとに 3 種類のサービスを定義します。

- `rw` クラスターのプライマリインスタンスへのポイント読み取り/書き込み。
- `ro` レプリカを指します使用可能な場合読み取り専用。
- `r` クラスター内の PostgreSQL インスタンスを指します読み取り。

デフォルトでは、CloudNativePG は次の規則で `Cluster` リソースの上記のすべてのサービスを作成します。

- サービスの名前は、`<CLUSTER_NAME>-<SERVICE_NAME>` の形式に従います。
- すべてのサービスは `ClusterIP` タイプです。

> **注釈**
>
> デフォルトのサービス名は CloudNativePG 使用のために予約されています。

この設定は、同じ Kubernetes クラスター内の PostgreSQL にアクセスするためのほとんどのユースケースをカバーしていますが、CloudNativePG は次のような柔軟性を提供します。

- `ro` および/または `r` デフォルトサービスの作成を無効にします。
- Kubernetes が提供する標準の `Service` API を使用して、独自のサービスを定義します。

これら 2 つのオプションを組み合わせることができます。

一般的なシナリオは、Kubernetes クラスターの外部からデータベースへのアクセスが必要な DBaaS コンテキストで CloudNativePG を使用する場合に発生します。このような場合、Kubernetes 環境で使用可能な場合、タイプ `LoadBalancer` の独自のサービスを作成できます。

21.1 デフォルトサービスの無効化

managed.services.disabledDefaultServices を介して、 `ro` および `r` デフォルトサービスの一部またはすべてを無効にできます。

> **注釈**

CloudNativePG は PostgreSQL レプリケーションを保証するためにそれに依存しているため、 *rw* サービスは必須であり、無効にすることはできません。

たとえば、 `ro` 読み取り専用と `r` 読み取りサービスの両方を削除する場合は、次の構成を使用できます。

```
#  <snip>

managed:
  services:
    disabledDefaultServices: ["ro", "r"]
```

21.2 独自のサービスの追加

注釈

独自のサービスを定義する場合、規約`<CLUSTER_NAME>-<SERVICE_NAME>`に従っているデフォルトの予約サービス名は使用できません。 Kubernetes 名前空間でサービスの一意の名前を選択するのはあなたの責任です。

managed.services.additional を介して追加サービスのリストを定義できます。

`selectorType` フィールドでサービスタイプ `rw` などを指定し、オプションで `updateStrategy` を指定します。

`serviceTemplate` フィールドは、ネットワーク `Service` リソースの標準の Kubernetes API にアクセスし、必要に応じて `metadata` および `spec` セクションの両方を定義できます。

`name` をサービスに提供し、`selector` フィールドはオペレーターによって管理されるため、定義しないでください。

警告

サービステンプレートは、PostgreSQL データベースへのネットワークアクセスの構成という点で無限の可能性を提供します。これは、サービスが期待どおりに動作することを保証するための、あなたの側の責任の増大を意味します。 CloudNativePG は、セレクターを尊重することを除き、サービス構成を制御できません。

`updateStrategy` フィールドを使用すると、オペレーターがサービス定義を更新する方法を制御できます。デフォルトでは、オペレーターは `patch` ストラテジーを使用し、変更をサービスに直接適用します。または、`replace` ストラテジーは、既存のサービスを削除し、テンプレートから再作成します。

警告

replace ストラテジーは、変更されるたびにサービスの中断を発生させます。ただし、サービスの作成中にのみ設定できる特定のパラメーターを変更するために必要になる場合があります。

たとえば、PostgreSQL データベースプライマリに単一の `LoadBalancer` サービスを使用する場合、次の抜粋を使用できます。

```
#  <snip>

managed:
  services:
    additional:
      - selectorType: rw
        serviceTemplate:
          metadata:
            name: "mydb-lb"
            labels:
              test-label: "true"
            annotations:
              test-annotation: "true"
          spec:
            type: LoadBalancer
```

上記の例は、作成したサービスのアノテーションやラベルなどのメタデータを設定する方法も示しています。

21.2.1 Postgres サービスの公開について

PostgreSQL サービスを Kubernetes クラスターの外部に公開するには、主に 3 つのユースケースがあります。

- 一時的に、テスト用。
- 永続的に、 **DBaaS 目的** 。
- 長期/永久簡単または持続的にコンテナ化できず、Kubernetes の外部の仮想マシンまたは物理マシンに存在する必要がある**古いアプリケーション** の場合。この使用例は DBaaS に非常に似ています。

パブリックネットワークからデータベースへのアクセスを許可すると、データベースが悪意のあるユーザーからの潜在的な攻撃にさらされる可能性があることに注意してください。

警告

外部アクセスを許可する前にデータベースを保護していることを確認するか、Kubernetes クラスターがプライベートネットワークからのみ到達可能であることを確認してください。

第22章　PostgreSQL Configuration

PostgreSQL に慣れているユーザーは、インスタンスを構成するための次の 3 つのファイルの存在に気づいています。

- `postgresql.conf` PostgreSQL のメインランタイム構成ファイル
- `pg_hba.conf` クライアント認証ファイル
- `pg_ident.conf` 外部ユーザーを内部ユーザーにマッピング

PostgreSQL コンテナの宣言的構成と不変性の概念により、ユーザーはこれらのファイルに直接触れることはできません。`parameters` 、`pg_hba` 、および `pg_ident` キーを介してカスタム `postgresql.conf` 、`pg_hba.conf` 、および `pg_ident.conf` 設定を定義することにより、`Cluster` リソース定義の `postgresql` セクションから構成が可能です。

これらの設定は、すべてのインスタンスで同じです。

::: 警告 `ALTER SYSTEM` クエリを使用して、命令的方法で PostgreSQL インスタンスの構成を変更しないでください。通常、オペレーターによって制御されるオプションの一部を変更すると、実際にクラスターの予測不能/回復不能な状態が発生する可能性があります。さらに、`ALTER SYSTEM` の変更はクラスター全体でレプリケートされません。詳細については、以下の Enabling ALTER SYSTEM を参照してください。::

カスタム設定の使用に関するリファレンスはサンプルに含まれています。*cluster-example-custom.yaml* を参照してください。

22.1 postgresql セクション

ポッド内の PostgreSQL インスタンスは、デフォルトの `postgresql.conf` ファイルで始まり、これらの設定が自動的に追加されます。

```
listen_addresses = *
include custom.conf
```

`custom.conf` ファイルには、次の例にあるように、`postgresql` セクションのユーザー定義設定が含まれます。

```
#  ...

postgresql:
  parameters:
    shared_buffers: "1GB"

#  ...
```

Configuration としても知られる more information on the available parameters の PostgreSQL ドキュメントを参照してください。CloudNativePG は PostgreSQL パラメーターの文字列のみを受け入れることに注意してください。::

```
``custom.conf``
```

のコンテンツは、次のセクションをこの順序で適用することにより、オペレーターによって自動的に生成および維持されます。

- グローバルデフォルトパラメーター
- PostgreSQL メジャーバージョンに依存するデフォルトパラメーター
- ユーザー指定パラメーター
- 固定パラメーター

グローバルデフォルトパラメーター は次のとおりです。

```
archive_timeout = 5min
dynamic_shared_memory_type = posix
full_page_writes = on
logging_collector = on
log_destination = csvlog
log_directory = /controller/log
log_filename = postgres
log_rotation_age = 0
log_rotation_size = 0
log_truncate_on_rotation = false
max_parallel_workers = 32
max_replication_slots = 32
max_worker_processes = 32
shared_memory_type = mmap
shared_preload_libraries =
ssl_max_protocol_version = TLSv1.3
ssl_min_protocol_version = TLSv1.3
wal_keep_size = 512MB
wal_level = logical
wal_log_hints = on
wal_sender_timeout = 5s
wal_receiver_timeout = 5s
```

::: 警告 PostgreSQL クラスターでの WAL セグメントの保持を計画し、予想および観察されたワークロードに基づいて、サーバーバージョンに応じて `wal_keep_size` または `wal_keep_segments` のいずれかを適切に構成するのはあなたの義務です。

また、唯一のストリーミングレプリケーションクライアントが高可用性クラスターで実行されているレプリカインスタンスである場合、クラスターレベルでレプリケーションスロットのサポートを追加するレプリケーションスロット機能を利用できます。`replicationSlots.highAvailability` オプションを使用して機能を有効にできます。詳細については、**レプリケーションユーザーについて** を参照してください。

レプリケーションスロットも継続的バックアップも設定されていない場合、wal_keep_size または wal_keep_segments の構成がスタンバイを同期外れから保護する唯一の方法です。スタンバイが同期から外れると、"could not receive data from WAL stream: ERROR: requested WAL segment **** **** **** **** **** **** has already been removed" のようなエラーメッセージが生成されます。これには、 PGDATA の一部、または WAL ファイルの保存専用のボリュームを専用にして、ストリーミングレプリケーションの目的で古い WAL セグメントを保持する必要があります。

::

次のパラメーターは **固定**で、オペレーターによって排他的に制御されます。

```
archive_command = /controller/manager wal-archive %p
hot_standby = true
listen_addresses = *
port = 5432
restart_after_crash = false
ssl = on
ssl_ca_file = /controller/certificates/client-ca.crt
ssl_cert_file = /controller/certificates/server.crt
ssl_key_file = /controller/certificates/server.key
unix_socket_directories = /controller/run
```

固定パラメーターは最後に追加されるため、ユーザーが YAML 構成を介してオーバーライドすることはできません。これらのパラメーターは、正しい WAL アーカイブとレプリケーションに必要です。

22.1.1 先行書き込みログレベル

wal_level

PostgreSQL のパラメーターは、先行書き込みログ WAL に書き込まれる情報の量を決定します。次の値を受け入れます。

- minimal クラッシュリカバリーに必要な情報のみを書き込みます。
- replica スタンバイインスタンスで読み取り専用クエリを実行する機能など、WAL アーカイブとストリーミングレプリケーションをサポートするための十分な情報を追加します。
- logical replica からのすべての情報に加えて、論理デコードとレプリケーションに必要な追加情報が含まれます。

デフォルトでは、上流の PostgreSQL は wal_level を replica に設定します。 CloudNativePG は、代わりに、デフォルトで wal_level を logical に設定して、すぐに論理レプリケーションを有効にします。これにより、外部の PostgreSQL サーバーからの移行などのユースケースのサポートが簡単になります。

クラスターが論理レプリケーションを必要としない場合は、wal_level を replica に設定して、WAL ボリュームとオーバーヘッドを削減することをお勧めします。

最後に、CloudNativePG では、WAL アーカイブが無効になっているシングルインスタンスクラスターに限り、wal_level を minimal に設定できます。

22.1.2 レプリケーション設定

primary_conninfo 、restore_command 、および recovery_target_timeline パラメーターは、クラスター内のインスタンスのロールに基づいて、オペレーターによって自動的に管理されます。これらのパラメーターは、インスタンスがレプリカとして動作している場合にのみ有効に適用されます。

```
primary_conninfo = host=<PRIMARY> user=postgres dbname=postgres tcp_user_timeout=5000
recovery_target_timeline = latest
```

デフォルトでは、上記のように、すべてのスタンバイは tcp_user_timeout を **5 秒**に設定します。このパラメータは、TCP 接続が強制的に閉じられるまでに、送信されたデータが未確認のままでいられる時間を定義します。これを調整することにより、スタンバイがネットワークの問題にどれくらいの速さで反応するかを制御できます。デフォルト値が要件を満たさない場合は、*STANDBY_TCP_USER_TIMEOUT* を使用してオペレーターが管理するすべてのスタンバイでそれをオーバーライドできます。tcp_user_timeout の詳細については、PostgreSQL documentation を参照してください。 ::

22.1.3 ログ制御設定

オペレーターは、CSV 形式でログを出力するために PostgreSQL を必要とし、インスタンスマネージャーは自動的にそれを解析し、JSON 形式で出力します。その結果、**固定パラメーター** にリストされている特定の PostgreSQL ログ設定は固定され、変更できません。

詳細については、 **ロギング** を参照してください。

22.1.4 共有プリロードライブラリ

PostgreSQL の shared_preload_libraries オプションは、サーバー起動時にコンマ区切りリストの形式でプリロードされる 1 つ以上の共有ライブラリを指定するために存在します。通常、PostgreSQL で使用され、システム全体のほとんどのデータベースセッションで使用する必要がある拡張機能がロードされます pg_stat_statements など。

CloudNativePG では、shared_preload_libraries オプションはデフォルトで空です。shared_preload_libraries のコンテンツをオーバーライドすることはできますが、熟練した Postgres ユーザーのみがこのオプションを利用することをお勧めします。

指定されたライブラリが見つからない場合、サーバーは起動に失敗し、CloudNativePG は自己修復を試行できず、手動介入が必要です。コンテンツを直接管理する予定がある場合は、shared_preload_libraries の拡張機能と設定の両方を常にテストしてください。 ::

CloudNativePG は、最も使用される一部の PostgreSQL 拡張機能の shared_preload_libraries オプションのコンテンツを自動的に管理できます。詳細については、以下の **マネージド拡張機能** セクションを参照してください。

具体的には、構成パラメーターに管理ライブラリのいずれかが必要であることにオペレーターが気づくと、必要なライブラリが自動的に追加されます。オペレーターは、実際のパラメーターが必要としないとすぐにライブラリを削除します。

からライブラリを削除するには、クラスター内のすべてのインスタンスを再起動する必要があることに常に注意してください。::

文字列のリストとして、.spec.postgresql.shared_preload_libraries を介して追加の shared_preload_libraries を提供できます。オペレーターは、それらを自動的に管理するものとマージします。

22.1.5 マネージド拡張機能

前のセクションで予想されたように、CloudNativePG は、一部のよく知られサポートされている拡張機能の shared_preload_libraries のコンテンツを自動的に管理します。現在のリストには以下が含まれます。

- auto_explain
- pg_stat_statements
- pgaudit
- pg_failover_slots

これらのライブラリの一部は、使用する前にデータベース内の追加オブジェクトも必要とします。通常は、データベースで実行する CREATE EXTENSION コマンドを介して管理されるビューおよび/またはファンクションです。通常、DROP EXTENSION コマンドはこれらのオブジェクトを削除します。

このようなライブラリの場合、CloudNativePG は、次のクエリーで識別されるクラスター内の接続を受け入れるすべてのデータベースでの拡張機能の作成と削除を自動的に処理します。

```
SELECT datname FROM pg_database WHERE datallowconn
```

> **注釈**
>
> 上記のクエリーには、template1

のようなテンプレートデータベースも含まれています。 ::

```
.. container:: info【重要】 :ref:`declarative extensions <PostgreSQL Database␣
↪management>` の導入に伴い
```

Database CRD では、拡張機能を直接管理できるようになりました。その結果、マネージド拡張機能は CloudNativePG の将来のバージョンで重要な変更が発生する可能性があり、一部の機能は非推奨になる可能性があります。::

```
.. rubric:: ``auto_explain`` の有効化
```

name
auto_explain-の有効化

auto_explain

拡張機能は、 EXPLAIN を手動で実行することなく、遅いステートメントの実行プランを自動的にログに記録する手段を提供します最適化されていないクエリーを追跡するのに役立ちます。

次の抜粋例のように auto_explain. で始まるパラメーターを構成に追加することにより、auto_explain を有効にできます。完了までに 10 秒以上かかるクエリの実行プランを自動的にログに記録します。

```
#  ...

postgresql:
  parameters:
    auto_explain.log_min_duration: "10s"

#  ...
```

auto_explain を有効にすると、パフォーマンスの問題が発生する可能性があります。the auto explain documentation を参照してください。

22.1.6 pg_stat_statements の有効化

pg_stat_statements

拡張機能は、クエリのリアルタイムモニタリングのために PostgreSQL で使用可能な最も重要な機能の 1 つです。

次の例の抜粋のように、pg_stat_statements. で始まるパラメーターを構成に追加することにより、pg_stat_statements を有効にできます。

```
#  ...

postgresql:
  parameters:
    pg_stat_statements.max: "10000"
    pg_stat_statements.track: all

#  ...
```

前述のように、オペレーターは pg_stat_statements を shared_preload_libraries に自動的に追加し、各データベースで CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS pg_stat_statements を実行します。これにより、pg_stat_statements ビューに対してクエリーを実行できます。

22.1.7 pgaudit の有効化

pgaudit 拡張機能は、標準の PostgreSQL ロギング機能を介して詳細なセッションおよび/またはオブジェクト監査ログを提供します。

CloudNativePG は、PostgreSQL クラスターで PGAudit の透過的かつネイティブサポートを備えています。詳細については、*PG 監査ログ* を参照してください。

次の例の抜粋のように、pgaudit. で始まるパラメーターを構成に追加することにより、pgaudit を有効にできます。

```
postgresql:
  parameters:
    pgaudit.log: "all, -misc"
    pgaudit.log_catalog: "off"
    pgaudit.log_parameter: "on"
    pgaudit.log_relation: "on"
```

22.1.8 pg_failover_slots の有効化

pg_failover_slots

EDB による拡張機能により、論理レプリケーションスロットがフェールオーバーシナリオでも生き残ることができます。フェールオーバーは、CloudNativePG の場合と同様、物理的ストリーミングレプリケーションを使用して実装されます。

pg_failover_slots. で始まるパラメーターを構成に追加することにより、pg_failover_slots を有効にできます。上記で説明したように、オペレーターは、これに応じて shared_preload_libraries オプションの pg_failover_slots エントリーを透過的に管理します。

the を参照してください。

この拡張機能の詳細については、

さらに、 pg_failover_slots で使用するデータベースごとに、各レプリカがプライマリに接続できるようにする pg_hba セクションにエントリを追加する必要があります。たとえば、 app データベースを pg_failover_slots で使用する場合、次のエントリを pg_hba セクションに追加する必要があります。

```
postgresql:
  pg_hba:
    - hostssl app streaming_replica all cert
```

22.2 pg_hba セクション

pg_hba は、ポッドが使用する pg_hba.conf を作成するために使用される PostgreSQL ホストベースの認証ルールのリストです。

PostgreSQL ドキュメントを参照してください。 ::

最初に一致するルールが認証に使用されるため、オペレーターによって生成された pg_hba.conf ファイルは 4 つのセクションで構成されていると考えられます。

1. 固定ルール
2. ユーザー定義のルール
3. オプションの LDAP セクション
4. デフォルトルール

固定ルール

```
local all all peer

hostssl postgres streaming_replica all cert map=cnpg_streaming_replica
hostssl replication streaming_replica all cert map=cnpg_streaming_replica
hostssl all cnpg_pooler_pgbouncer all cert map=cnpg_pooler_pgbouncer
```

デフォルトルール

```
host all all all <default-authentication-method>
```

PostgreSQL 14 から、password_encryption データベースパラメーターのデフォルト値は scram-sha-256 に設定されます。そのため、この PostgreSQL バージョンからのデフォルトの認証方法は scram-sha-256 です。

PostgreSQL 13 以前では、デフォルトの認証方法として md5 を使用します。

結果の pg_hba.conf は次のようになります。

```
local all all peer

hostssl postgres streaming_replica all cert map=cnpg_streaming_replica
hostssl replication streaming_replica all cert map=cnpg_streaming_replica
hostssl all cnpg_pooler_pgbouncer all cert map=cnpg_pooler_pgbouncer

<user defined rules>
<user defined LDAP>

host all all all scram-sha-256 # (or md5 for PostgreSQL version <= 13)
```

クラスターマニフェスト内では、次の抜粋にあるように、 pg_hba 行が.spec.postgresql.pg_hba のリスト項目として追加されます。

```
postgresql:
  pg_hba:
    - hostssl app app 10.244.0.0/16 md5
```

上記の例では、安全なチャネル hostssl を介して MD5 パスワード認証必要に応じて scram-sha-256 を使用して、app ユーザーの app データベースへのアクセスを有効にしています。

22.2.1 podSelectorRefs を使用した動的アドレス解決

Kubernetes では、ポッド IP はエフェメラルです。クライアントポッドが再起動するたびに pg_hba ルールを手動で更新するのは持続不可能です。 .spec.podSelectorRefs オプションは、オペレーターが最新の IP アドレスに解決する**名前付けラベルセレクター**を定義できることにより、これを自動化します。

22.2.2 仕組み

1. **セレクターの定義** フレンドリ名をポッドの標準の Kubernetes `labelSelector` にマッピングします。
2. **リファレンスセレクター** `pg_hba` ルールで`${podselector:NAME}` プレースホルダーを使用します。
3. **自動拡張**オペレーターは一致するポッド IP を解決し、インスタンスマネージャーは各参照を `pg_hba.conf` 内の個々の CIDR エントリ IPv4 の場合は`/32` 、IPv6 の場合は`/128` に展開します。

22.2.3 構成例

次のスニペットは、アプリケーションポッドとモニタリングポッドのセレクターを定義し、PostgreSQL アクセスルールに適用します。

```
podSelectorRefs:
  - name: app-pods
    selector:
      matchLabels:
        app: myapp
  - name: monitoring
    selector:
      matchLabels:
        role: monitoring
postgresql:
  pg_hba:
    - "hostssl mydb myuser ${podselector:app-pods} scram-sha-256"
    - "hostssl postgres monitor ${podselector:monitoring} scram-sha-256"
```

22.2.4 IP 拡張マッピング

オペレーターが IPs `10.0.0.5` 、`10.0.0.12` アプリ、および `10.0.1.3` モニタリングを持つポッドを検出した場合、インスタンスマネージャーは次のようにテンプレートを変換します。

```
#  Expanded from: hostssl mydb myuser ${podselector:app-pods} scram-sha-256

hostssl mydb myuser 10.0.0.5/32 scram-sha-256
hostssl mydb myuser 10.0.0.12/32 scram-sha-256

#  Expanded from: hostssl postgres monitor ${podselector:monitoring} scram-sha-256

hostssl postgres monitor 10.0.1.3/32 scram-sha-256
```

22.2.5 主要なコンストレインと動作

- **スコープ** セレクターは、セキュリティのためにクラスターと**同じ名前空間**に制限されます。クロス名前空間のルックアップはサポートされていません。

- **配置** ${podselector:NAME} 構文は、ホストタイプエントリ host 、hostssl 、hostnossl 、hostgssenc 、hostnogssenc のアドレスフィールドでのみ有効です。
- **反応性**オペレーターは、ポッドのライフサイクルイベント作成、削除、または IP 更新を監視します。更新は、自動構成再生成と PostgreSQL reload をトリガーします。
- **検証** セレクター名はパターン^ :ref:`a-z <[a-z0-9_-]*[a-z0-9]>` ?$ に従う必要があり、pg_hba ルールの各${podselector:NAME} 参照は、podSelectorRefs の定義されたエントリーに対応する必要があります。Webhook は両方のコンストレインを検証します。

::: 警告セレクターがゼロポッドと一致する場合、それを参照する対応する pg_hba 行は pg_hba.conf から省略されます。デフォルトのルールが適切なフォールバックアクセスを提供することを確認します。::

完全な例については、 *cluster-example-pod-selector-refs.yaml* を参照してください。

22.2.6 LDAP 構成

クラスター仕様の postgres セクションの下には、 pg_hba.conf ファイルに追加されるルールに変換する LDAP 構成を定義するオプションの ldap セクションがあります。

これは、2 つのモードをサポートします。LDAP セクションで server 、prefix 、および suffix を指定する必要がある simple bind モードと、 server 、baseDN 、binDN 、および ldap パスワードを含むシークレットである bindPassword を指定する必要がある search+bind モード。さらに、 search+bind モードでは、 searchFilter または searchAttribute を指定するオプションがあります。 searchAttribute が指定されていない場合、 uid のデフォルトの 14 が使用されます。

さらに、両方のモードで、 ldapscheme の scheme と port の指定ができます。ただし、スキームもポートも必要ありません。

search+bind のために入力されたこのセクションは次のようになります。

```
postgresql:
  ldap:
    server: "openldap.default.svc.cluster.local"
    bindSearchAuth:
      baseDN: "ou=org,dc=example,dc=com"
      bindDN: "cn=admin,dc=example,dc=com"
      bindPassword:
        name: "ldapBindPassword"
        key: "data"
      searchAttribute: "uid"
```

22.3 pg_ident セクション

pg_ident は、CloudNativePG がデータディレクトリ内の ident マップファイル pg_ident.conf と呼ばれるを生成および維持するために使用する PostgreSQL ユーザー名マップのリストです。

PostgreSQL ドキュメントを参照してください。 ::

オペレーターが書き込んだ pg_ident.conf ファイルは、次の 2 つのセクションで構成されています。

1. 固定ルール
2. ユーザー定義のルール

現在、オペレーターによって自動的に生成される唯一の固定ルールは次のとおりです。

```
local <postgres system user> postgres
```

インスタンスマネージャーは、PostgreSQL インスタンスを実行しているユーザーを検出し、データベースの `postgres` ユーザーにマップするルールを自動的に追加します。

`postgres` ユーザーがコンテナ内で適切に構成されていない場合、インスタンスマネージャーはローカルユーザーの接続を許可し、次のような警告メッセージをログに記録します。

```
Unable to identify the current user. Falling back to insecure mapping.
```

結果の `pg_ident.conf` は次のようになります。

```
local <postgres system user> postgres

<user defined lines>
```

クラスターマニフェスト内で、 `pg_ident` 行が`.spec.postgresql.pg_ident` のリスト項目として追加されます。例

```
postgresql:
  pg_ident:
    - "mymap /^(.*)@mydomain\.com$ \1"
```

22.4 構成の変更

`Cluster` リソースの `postgresql` セクションを編集することにより、構成変更を適用できます。

変更後、クラスターインスタンスはすぐに構成をリロードして変更を適用します。変更に再起動が必要なパラメーターが含まれる場合、オペレーターはローリングアップグレードを実行します。

22.5 `ALTER SYSTEM` の有効化

CloudNativePG は、PostgreSQL クラスターの構成を変更するための排他的な方法として、クラスターマニフェストを使用することを強くお勧めします。このアプローチは、高可用性クラスター全体の一貫性を保証し、インフラストラクチャ・アズ・コードのベストプラクティスと連携しています。

CloudNativePG では、デフォルト構成により、新しい Postgres クラスターで `ALTER SYSTEM` の使用が無効になっています。この決定は、このコマンドに関連する潜在的なリスクの認識に基づいています。`ALTER SYSTEM` の使用を有効にするには、`.spec.postgresql.enableAlterSystem` を `true` に明示的に設定します。

:::warning `ALTER SYSTEM` を利用するときは注意してください。このコマンドは、接続されたインスタンスで直接動作し、レプリケーションは行いません。CloudNativePG は、特定の固定パラメーターに対する責任とその他の完全な制御を引き受け、注意深い検討の必要性を強調します。::

PostgreSQL 17 以降、`.spec.postgresql.enableAlterSystem` 設定は allow_alter_system を直接制御します

— CloudNativePG によって PostgreSQL に直接提供された機能。

PostgreSQL 17 より前では、 `.spec.postgresql.enableAlterSystem` が `false` に設定されている場合、`postgresql.auto.conf` ファイルは読み取り専用になります。したがって、`ALTER SYSTEM` コマンドを実行しようとするとエラーになります。エラーメッセージは次のようになります。

```
ERROR:  could not open file "postgresql.auto.conf": Permission denied
```

22.6 動的共有メモリ設定

PostgreSQL は、dynamic_shared_memory_type を介した動的共有メモリ管理のいくつかの実装をサポートしています

構成オプション。CloudNativePG では、次の 2 つの値のいずれかに制限することをお勧めします。

- `posix` `shm_open` デフォルト設定を使用して割り当てられた POSIX 共有メモリに依存します
- `sysv` `shmget` を介して割り当てられた System V 共有メモリに基づいています

PostgreSQL では、この設定はパラレルクエリーでのメモリ割り当てにとって特に重要です。詳細は、*thread from the `pgsql-general* mailing list <https://www.postgresql.org/message-id/CA%2BhUKGJOj7qzDLxeFPVvto8YEWop6FSQoTYPO9Z6Ee%3Di-nPS_Q%40mail.gmail.com>`_ を参照してください。

22.6.1 POSIX 共有メモリ

オペレーターが`/dev/shm` の下に `shm` と呼ばれるメモリバインドの `EmptyDir` volume_を自動的にマウントすることを考慮すると、ほとんどの場合、`posix` のデフォルト設定で十分です。次の方法で、実行中の Postgres コンテナ内のこのようなボリュームのサイズを確認できます。

```
mount | grep shm
```

次の出力のようなものを取得するはずです。

```
shm on /dev/shm type tmpfs (rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,size= **** **)
```

`shm` ボリュームの最大サイズを設定する場合は、`Cluster` リソースの`.spec.ephemeralVolumesSizeLimit.shm` フィールドを設定することにより設定できます。例

```
spec:
  ephemeralVolumesSizeLimit:
    shm: 1Gi
```

22.6.2 System V 共有メモリ

Kubernetes クラスターの SHMMAX および SHMALL パラメーターの十分な値がある場合、次のことを設定することもできます。

```
dynamic_shared_memory_type: "sysv"
```

次のコマンドを実行して、PostgreSQL コンテナ内から SHMMAX /SHMALL を確認できます。

```
ipcs -lm
```

例

```
- ----- Shared Memory Limits --------
max number of segments = 4096
max seg size (kbytes) = 18014398509465599
max total shared memory (kbytes) = 18014398509481980
min seg size (bytes) = 1
```

ご覧のとおり、max total shared memory の数が非常に多いため、dynamic_shared_memory_type を sysv に設定することをお勧めします。

別の方法は次を実行することです。

```
cat /proc/sys/kernel/shmall
cat /proc/sys/kernel/shmmax
```

22.7 固定パラメーター

一部の PostgreSQL 構成パラメーターは、オペレーターが排他的に管理する必要があります。オペレーターは、ユーザーが Webhook を使用してそれらを設定できないようにします。

ユーザーは postgresql セクションで次の構成パラメーターを設定することはできません。

- allow_alter_system
- allow_system_table_mods
- archive_cleanup_command
- archive_command
- archive_mode
- bonjour
- bonjour_name
- cluster_name
- config_file
- data_directory

- data_sync_retry
- event_source
- external_pid_file
- hba_file
- hot_standby
- ident_file
- jit_provider
- listen_addresses
- log_destination
- log_directory
- log_file_mode
- log_filename
- log_rotation_age
- log_rotation_size
- log_truncate_on_rotation
- logging_collector
- port
- primary_conninfo
- primary_slot_name
- promote_trigger_file
- recovery_end_command
- recovery_min_apply_delay
- recovery_target
- recovery_target_action
- recovery_target_inclusive
- recovery_target_lsn
- recovery_target_name
- recovery_target_time
- recovery_target_timeline
- recovery_target_xid
- restart_after_crash

- restore_command
- shared_preload_libraries
- ssl
- ssl_ca_file
- ssl_cert_file
- ssl_crl_file
- ssl_dh_params_file
- ssl_ecdh_curve
- ssl_key_file
- ssl_passphrase_command
- ssl_passphrase_command_supports_reload
- ssl_prefer_server_ciphers
- stats_temp_directory
- synchronous_standby_names
- syslog_facility
- syslog_ident
- syslog_sequence_numbers
- syslog_split_messages
- unix_socket_directories
- unix_socket_group
- unix_socket_permissions

22.7.1 cluster-example-custom.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-custom
spec:
  instances: 3

  # Parameters and pg_hba configuration will be append
  # to the default ones to make the cluster work
  postgresql:
    parameters:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    max_worker_processes: "60"
  pg_hba:
    # To access through TCP/IP you will need to get username
    # and password from the secret cluster-example-custom-app
    - host all all all md5

# Example of rolling update strategy:
# - unsupervised: automated update of the primary once all
#                 replicas have been upgraded (default)
# - supervised: requires manual supervision to perform
#               the switchover of the primary
primaryUpdateStrategy: unsupervised

# Require 1Gi of space per instance using default storage class
storage:
  size: 1Gi
```

22.7.2 cluster-example-pod-selector-refs.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-pod-selector-refs
spec:
  instances: 3

  # Define named pod label selectors for dynamic pg_hba address resolution.
  # The operator resolves matching pod IPs and expands ${podselector:NAME}
  # references in pg_hba rules into one line per IP with /32 (IPv4) or /128 (IPv6)␣
↪masks.
  podSelectorRefs:
    - name: app-pods
      selector:
        matchLabels:
          app: myapp
    - name: monitoring
      selector:
        matchLabels:
          role: monitoring

  postgresql:
    pg_hba:
      # These rules use ${podselector:NAME} syntax to reference podSelectorRefs.
      # Each reference is expanded to one line per matching pod IP.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    - "hostssl mydb myuser ${podselector:app-pods} scram-sha-256"
    - "hostssl postgres monitor ${podselector:monitoring} scram-sha-256"
    # Standard rules without expansion are passed through unchanged.
    - host all all 10.244.0.0/16 md5

primaryUpdateStrategy: unsupervised

storage:
  size: 1Gi
```

第23章　PostgreSQL Role management

> **注釈**
>
> CloudNativePG は、当初から、PostgreSQL インスタンスで必要な特定のロールの作成を管理してきました。

- `postgres` スーパーユーザー、`streaming_replica` 、`cnpg_pooler_pgbouncer` などの一部の予約済みユーザー PgBouncer `Pooler` を使用する場合
- アプリケーションデータベースの低特権の所有者として設定されたアプリケーションユーザー

このプロセスは、 *Bootstrap* セクションで説明しています。

CloudNativePG は、PostgreSQL データベースロールの完全なライフサイクル管理を提供します。ロールは次のいずれかで定義できます。

1. as standalone `DatabaseRole resources <#the-databaserole-resource>` 推奨 、または
2. the `managed stanza within the *Cluster* spec <#inline-managed-roles>` 経由 。

23.1 共存と優先

2 つの方法は相互排他的ではありません。それぞれで異なるロールを同時に管理できます。これが、インラインスタンザから `DatabaseRole` リソースへの段階的な移行が可能です。同じロール名が両方の場所で定義されている場合のルールのみが必要です。

その場合、**クラスター仕様 ``managed.roles`` が常に優先されます** 。`DatabaseRole` はリコンサイル化されず、そのステータスの競合を報告します:ref:``DatabaseRole` リソースのステータス <*DatabaseRole* リソースのステータス>` を参照してください。

> **重要**
>
> 宣言的ロール管理は、データベースには存在するが、クラスター仕様にも `DatabaseRole` にも含まれていないロールを無視します。これらのロールのライフサイクルは PostgreSQL 内で引き続き管理されるため、都合の良いときにこの機能を採用できます。

23.2 一般的なロール構成の注意事項

使用される管理方法に関係なく、ロール仕様は PostgreSQL structure and naming conventions に従います。

Tip

API Reference を参照してください。

属性の完全なリストについては、

いくつかの点に注意してください。

1. `ensure` 属性は PostgreSQL の **ではありません**。宣言的ロール管理がロールを作成する `present` デフォルト `absent` を有効にし、インライン managed.roles スタンザで **のみ**使用できます。 `DatabaseRole` は `ensure` をサポートしていません。代わりに :ref:``delete` 再利用ポリシーを介した削除 <*delete* 再利用ポリシーを介した削除>` を介してロールの削除を表現します。
2. `inherit` 属性は、PostgreSQL の規則に従って、デフォルトで true です。
3. `connectionLimit` 属性は、PostgreSQL の規約に従って、デフォルトの-1 に設定されます。
4. `inRoles` のロールメンバーシップは、デフォルトでメンバーシップなしです。

23.3 `DatabaseRole` リソース

`DatabaseRole` カスタムリソースは、PostgreSQL データベースロールを管理する専用の Kubernetes ネイティブ方法を提供します。

これは、クラスターインフラストラクチャからロールのライフサイクルを分離するため、最新の環境と GitOps ワークフローに推奨されるアプローチです。

注釈

DatabaseRole は、仕様またはパスワードの Secret が変更されたときに適用されます。手動`ALTER ROLE`など、データベースに直接行われた変更は、次回リソースが適用されるまで検出または元に戻されません。対照的に、インライン管理ロールは定期的にデータベースカタログと比較され、仕様に戻されます。 ::

`DatabaseRole` リソースへのアクセスを許可することの RBAC の影響については、*CloudNativePG と Cilium を使用したポッド間のネットワークセキュリティ* を参照してください。

`DatabaseRole` は名前空間スコープです。リソース、`spec.cluster` を介して参照する `Cluster` 、および消費する `passwordSecret` はすべて同じ名前空間に存在する必要があります。

23.3.1 マニフェストの例

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: DatabaseRole
metadata:
  name: role-dante
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  name: dante
  comment: "Dante Alighieri"
  login: true
  superuser: false
  createdb: true
  databaseRoleReclaimPolicy: delete
  inRoles:
    - pg_monitor
  passwordSecret:
    name: cluster-example-dante
```

ロール定義のマニフェストの例は、ファイル *role-examples.yaml* にあります。

23.3.2 ロール再利用ポリシー

`databaseRoleReclaimPolicy` フィールドは、`DatabaseRole` カスタムリソースが Kubernetes API から削除されるときのオペレーターの「最終動作」を定義します。これは、Kubernetes の永続ボリュームの動作を反映しています。

- **``retain`` デフォルト**ロールはデータベースに残ります。これは運用環境にとって最も安全な設定であり、マニフェストが誤って削除された場合でも、データベースユーザーおよびその所有するオブジェクトは変更されないままです。
- **``delete`` :** オペレーターは、Kubernetes オブジェクトがファイナライズされる前に、PostgreSQL で `DROP ROLE` を実行しようとします。これは、一時的な環境または自動化された環境に最適です。

> **注釈**
>
> ロールがオブジェクトテーブル、スキーマなどを所有している場合、*DROP ROLE* は失敗し、*DatabaseRole* は`Terminating` に残り、これらのオブジェクトが再割り当てまたは削除されるまで定期的に再試行されます。オペレーターは、あなたに代わって所有オブジェクトをドロップすることはありません。PostgreSQL でそれらを再割り当てまたはドロップするか、*retain* に切り替えて、削除を完了します。 ::

23.3.3 ロールの削除

ロールを削除する方法は、ロールの作成方法によって異なります。

- **``DatabaseRole`` によって作成されます**リソースを削除します。ロールが PostgreSQL から削除されるかどうかは、その:ref:``delete` 再利用ポリシーを介した削除 <*delete* 再利用ポリシーを介した削除 >` によって制御されます。
- **既存の、または他の場所で管理されている** `DatabaseRole` は、ドロップするツールではありません。インライン managed.roles を介して `absent` を宣言します

スタンザを削除するか、 `DROP ROLE` を直接実行します。

> **⚠ 警告**
>
> 既に存在するロールの `DatabaseRole` を作成する **adopts** it: オペレーターは、**すべての**属性がマニフェストと一致するように既存のロールを変更します。省略した属性を含み、デフォルトに強制的に戻されます。特に、*inRoles* にリストされていないメンバーシップは取り消され、省略された `connectionLimit` は `-1` 無制限にリセットされ、ロールに有効期限がある場合、省略された `validUntil` は `infinity` になります。ロールを採用する前に、ロールの現在の属性とメンバーシップを確認し、削除する前に変更されるため、ドロップするだけのロールで `DatabaseRole` をポイントしないでください。

23.3.4 `DatabaseRole` リソースのステータス

`DatabaseRole` リソースには、ロールごとの可観測性のための専用の `status` セクションが含まれています。

```
status:
  applied: true
  observedGeneration: 3
  conditions:
    - lastTransitionTime: "2026-04-04T15:06:23Z"
      message: "2051"
      reason: ChangeDetected
      status: "True"
      type: PasswordSecretChange
```

`PasswordSecretChange` 条件は、インスタンスマネージャーの内部信号としてオペレーターによって維持されます。そのメッセージには、オペレーターが最後に観察したパスワードシークレットの `resourceVersion` が含まれ、その値の変更がパスワードの再適用をトリガーします。この条件は、パスワードシークレットが使用されると表示され、`passwordSecret` が仕様から削除されると削除されます。

`DatabaseRole` がクラスター仕様で既に管理されている名前をターゲットとしている場合共存と優先 を参照してください、 `applied` フィールドは `false` になり、次のメッセージが表示されます。

```
database role is already managed by the CNPG cluster
```

レプリカクラスター では、ロールはプライマリクラスターが所有し、ローカルにリコンサイルされません。その場合、インスタンスマネージャーは、ロールを failed ではなく_unknown_として報告します。`applied`

フィールドは説明メッセージとともに設定されない nil のままです。クラスターがプライマリに昇格すると、ロールは通常調整されます。

23.3.5 クライアント証明書の生成

DatabaseRole リソースは、クラスターのクライアント CA によって署名され、Kubernetes Secret に保存されている TLS クライアント証明書のオプトイン生成をサポートしています。これにより、*PostgreSQL `cert* authentication <https://www.postgresql.org/docs/current/auth-cert.html>`_ が有効になります

パスワードの代替としてパスワードを手動でローテーションする必要はなく、プライベートキーは Kubernetes Secret として保存され、クラスターの外部に送信されることはありません。

これを有効にするには、clientCertificate ブロックを仕様に追加します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: DatabaseRole
metadata:
  name: role-dante
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  name: dante
  login: true
  clientCertificate:
    enabled: true
  databaseRoleReclaimPolicy: retain
```

ブロックが存在する場合、clientCertificate.enabled はデフォルトの true になるため、clientCertificate: {} はそれを有効にすることと同じです。 enabled: false を設定して、ブロックを維持したまま発行をオフにします。

重要

login: true は、*clientCertificate* 発行が有効になっている場合に必要です。オペレーターは検証を介してこれを適用し、それ以外の場合はリソースを拒否します。

23.3.6 生成されたシークレット

オペレーターは、同じ名前空間に<databaserole-name>-client-cert という名前のシークレットを作成します。これには 2 つのキーが含まれています。

Key	Contents
tls.crt	PEM-encoded client certificate, signed by the cluster's client CA
tls.key	PEM-encoded private key

証明書の有効期限は status.clientCertificate.expiration に表示されます。

```
status:
  clientCertificate:
    expiration: "2026-07-01T12:00:00Z"
```

23.3.7 pg_hba.conf の構成

オペレーターは証明書を生成しますが、 pg_hba.conf は自動的に変更されません**。ロールが認証できるようにするには、 cert メソッドを使用して hostssl ルールをクラスターに追加する必要があります。

```
spec:
  postgresql:
    pg_hba:
      - hostssl all dante all cert
```

生成されたシークレットを使用した作業的な接続文字列は次のようになります。

```
psql "host=<cluster>-rw.<namespace>.svc port=5432 dbname=<db> user=dante \
  sslcert=/path/to/tls.crt sslkey=/path/to/tls.key \
  sslrootcert=/path/to/ca.crt sslmode=verify-full"
```

23.3.8 リニューアル

クライアント証明書は、オペレーターのグローバル証明書設定を継承します。デフォルトで **90 日** の有効期間で発行され、有効期限から **7 日**以内になると自動的に更新されます。どちらの値もオペレーター全体で、CERTIFICATE_DURATION および EXPIRING_CHECK_THRESHOLD オペレーター設定を介して構成できます。 DatabaseRole ごとに構成はできません。

更新はリコンサイルループによって駆動されます。オペレーターは、証明書の有効期限が近づいているかどうかを確認し、必要に応じて再署名します。clientCertificate 発行が有効になっている場合、リコンサイルは少なくとも 1 時間に 1 回スケジュールされるため、トリガーイベントがなくても有効期限のかなり前に更新が発生します。現在の有効期限は常に status.clientCertificate.expiration に反映されます。

23.3.9 削除とオプトアウト

Scenario	Result
clientCertificate.enabled set to *false*, or the *clientCertificate* block removed	The cert Secret is deleted; *status.clientCertificate* is cleared
DatabaseRole deleted	The cert Secret is garbage-collected via owner reference, regardless of *databaseRoleReclaimPolicy*

> **注釈**
>
> *databaseRoleReclaimPolicy: retain* は、生成されたシークレットではなく、PostgreSQL ロールを保持します。シークレットは、オペレーターがロールを管理しているときにのみ意味があるため、削除時に常にクリーンアップされます。

23.3.10 Bring-your-own-CA の制限

クラスターのクライアント CA シークレットにプライベートキーが含まれていない場合つまり、`spec.certificates.clientCASecret` を介して独自の CA を指定した場合、オペレーターは新しい証明書に署名できません。`status.clientCertificate.message` に理由を記録し、再試行を停止します。

```
status:
  clientCertificate:
    message: client CA secret "my-ca" has no private key; bring-your-own-CA
      clusters require manual certificate management
```

この場合、クライアント証明書を手動で発行および更新する必要があります。

> **注釈**
>
> CNPG は、証明書失効リスト CRL を管理しません。証明書の有効期限が切れる前に無効にする必要がある場合は、クラスターのクライアント CA をローテーションします。次のリコンサイルで、オペレーターは、既存の証明書が現在の CA によって署名されていないことを検出し、すべての管理対象クライアント証明書を再発行します。または、証明書のシークレットを削除して、現在の CA によって署名された新しいものをオペレーターに発行させます。

23.4 インライン管理対象ロール

クラスター仕様の `managed` スタンザを使用すると、CloudNativePG は `.spec.managed.roles` で指定されたロールの管理を提供します。この機能により、既存のロールの宣言的管理と、新しいロールがまだ存在しない場合は作成が可能になります。

23.4.1 マニフェストの例

宣言的ロール管理を使用するクラスターのマニフェストの例は、ファイル *cluster-example-with-roles.yaml* にあります。

次に、そのファイルからの抜粋を示します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
spec:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  managed:
    roles:
      - name: dante
        ensure: present
        comment: Dante Alighieri
        login: true
        superuser: false
        inRoles:
          - pg_monitor
          - pg_signal_backend
```

23.4.2 インライン管理対象ロールのステータス

インラインメソッドを使用する場合、Cluster ステータスには包括的な概要が含まれます。

```
status:
  managedRolesStatus:
    byStatus:
      reconciled:
        - dante
      reserved:
        - postgres
        - streaming_replica
    cannotReconcile:
      petrarca:
        - could not perform UPDATE_MEMBERSHIPS on role petrarca: role "poets" does␣
↪not exist
```

データベースおよび CloudNativePG が受け入れられない操作、および人間の介入を必要とする操作用の特別なサブセクション cannotReconcile に注意してください。

このセクションでは、オペレーター使用のために予約されているロールと、宣言的管理の下ではない**ロールをカバーし、データベースインスタンスのロールの包括的なビューを提供します。

Kubectl Plugin は、 status サブコマンドで管理対象ロールのステータスも表示します。

```
Managed roles status
Status                  Roles
- -----                   -----
pending-reconciliation  petrarca
reconciled              app,dante
reserved                postgres,streaming_replica

Irreconcilable roles
Role      Errors
- ---      ------
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
petrarca  could not perform UPDATE_MEMBERSHIPS on role petrarca: role "poets" does␣
↪not exist
```

23.5 インライン管理ロールから DatabaseRole への移行

ロールをインライン managed.roles スタンザからスタンドアロンの DatabaseRole に中断せずに移動できます。

1. 目的の仕様で DatabaseRole を作成します。両方のメソッドは同じを共有します *RoleConfiguration*

構造なので、スタンザをそのままコピーできます。

2. Cluster マニフェストの.spec.managed.roles から一致するエントリーを削除します。

3. オペレーターは変更を検出し、管理を DatabaseRole に引き継ぎます。

両方が存在する間はクラスター仕様が優先されるため**共存と優先** を参照してください、ハンドオーバーはインラインエントリがなくなったときにのみ発生するため、ロールが非管理のままになるウィンドウはありません。

インラインスタンザが ensure: absent で削除したロールを変換する場合、DatabaseRole は ensure: absent をサポートしていないことに注意してください。代わりに :ref:delete` 再利用ポリシーを介した削除 <`delete` 再利用ポリシーを介した削除>` を介した高速削除。\ ``databaseRoleReclaimPolicy: delete でリソースを削除してロールを削除するか、デフォルトの retain をそのままにしておきます。完全な動作については、**ロールの削除** を参照してください。

23.6 パスワード管理

宣言的ロール管理機能 DatabaseRole およびインライン managed.roles スタンザの両方を使用する場合には、ロールパスワードの調整が含まれます。管理対象ロール構成では、オプションでユーザー名とパスワードが保存される**シークレット** の名前を指定できます。

```
passwordSecret:
  name: cluster-example-dante
```

シークレットのタイプは kubernetes.io/basic-auth である必要があります。ユーザー名 Kubernetes で通常のように_Base64_でエンコードされたは、パスワードを設定しているロールと一致する必要があります。例

```
apiVersion: v1
data:
  username: ZGFudGU=
  password: ZGFudGU=
kind: Secret
metadata:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  name: cluster-example-dante
  labels:
    cnpg.io/reload: "true"
type: kubernetes.io/basic-auth
```

重要

上記のように、シークレットに `cnpg.io/reload: "true"` のラベルを付けます。ラベル付きシークレットのパスワードの変更はすぐに適用されますが、ラベルのないシークレットの変更は、後続の調整時、たとえば、オペレーターが内部キャッシュを更新するときのみに適用されます。

`passwordSecret` が指定されない場合、インスタンスマネージャーは PostgreSQL の規約に従って、パスワードを使用してロールを `CREATE/ALTER` しようとしません。

重要

passwordSecret を使用せずに作成された新しいロールは、PostgreSQL 内に `NULL` パスワードがあります。

23.6.1 パスワードの無効化

PostgreSQL でパスワードを `NULL` に明示的に設定するにはパスワードの更新を単に省略することと区別され、`disablePassword` フィールドを使用します。

```
disablePassword: true
```

注釈

特定のロールで `passwordSecret` と `disablePassword` の両方を設定するのはエラーです。

23.6.2 パスワードの有効期限 VALID UNTIL

PostgreSQL の `VALID UNTIL` ロール属性は、パスワードの有効期限を制御します。 `VALID UNTIL` を指定せずに作成されたロールは、PostgreSQL でデフォルトで NULL を取得します。これは、パスワードの有効期限が無期限であることを意味します。

PostgreSQL は、 `VALID UNTIL` のタイムスタンプタイプを使用します。これには、パスワードの有効期限が無期限であることを示す値`'infinity'` のサポートが含まれます。 PostgreSQL documentation を参照してください。

参考までに。

宣言的ロール管理では、管理対象ロールの `validUntil` 属性がパスワードの有効期限を制御します。`validUntil` は以下のみを取ることができます。

- Kubernetes タイムスタンプ、または
- 省略しますデフォルト null

最初のケースでは、指定された validUntil タイムスタンプは、ロールの VALID UNTIL 属性としてデータベースに設定されます。

2 番目のケース validUntil 省略オペレーターは、パスワードの有効期限が決してないことを保証し、PostgreSQL の動作をミラーリングします。具体的には

- 新しいロールの場合、ロール作成ステートメントの VALID UNTIL 句を省略します
- 既存のロールの場合、データベースで VALID UNTIL が NULL に設定されていない場合、VALID UNTIL を infinity に設定します。これは、PostgreSQL が ALTER ROLE SQL ステートメントで VALID UNTIL NULL を許可していないためです。

23.6.3 事前ハッシュされたパスワード

MD5 / SCRAM-SHA-256 ハッシュ形式でパスワードを指定することにより、事前に暗号化されたパスワードを提供することもできます。

```
kind: Secret
type: kubernetes.io/basic-auth
metadata:
  name: cluster-example-cavalcanti
  labels:
    cnpg.io/reload: "true"
apiVersion: v1
stringData:
  username: cavalcanti
  password: SCRAM-SHA-256$<iteration count>:<salt>$<StoredKey>:<ServerKey>
```

> **警告**
>
> 上記の例では、 *stringData:* を使用します。ここで、Kubernetes は値をエンコードします。これは、事前にハッシュされたパスワードの最も安全なパスです。 *data:* を使用する必要がある場合は、*printf '%s' "$hash"* | *base64* または `echo -n "$hash" | base64` でバイトを正確にエンコードします。単純な `echo "$hash" | base64` の末尾の改行により、値は SCRAM / MD5 シャドウフォーマットチェックをミスします。そのため、オペレーターはそれを平文として扱うことにフォールバックして再ハッシュし、ログインは機能を停止します。

23.6.4 クリアテキストパスワードを送信する際の安全性

ロールパスワードは、Kubernetes でシークレットを使用して安全に管理されますが、オペレーターと PostgreSQL 間の SQL パスも懸念されます。PostgreSQL documentation で述べたように

> パスワードは平文でサーバーに送信され、 > クライアントのコマンド履歴またはサーバーログに記録される場合があります

CloudNativePG は、2 つの補完的な方法でこのパスを保護します。

1. `CREATE / ALTER ROLE ... PASSWORD '...'` を発行する前に、オペレーター SCRAM-SHA-256 は、クリアテキストパスワードをオペレーターサイド PostgreSQL の観点からクライアントサイドでエンコードします。これは、サーバーログと `pg_stat_statements` または `pgaudit` のような拡張機能からクリアテキストを保持するための標準の PostgreSQL 実践であり、`psql \password` および libpq の `PQencryptPasswordConn` が実行するエンコードと同じです。PostgreSQL が受け取るリテラルは、`pg_authid.rolpassword` に保存されている SCRAM-SHA-256 ベリファイアです。MD5 または SCRAM-SHA-256 シャドウフォームで既に提供されているパスワードは、変更せずに転送されます。
2. 同じ `CREATE /ALTER ROLE` ステートメントは、ステートメントログ `log_statement` とエラーステートメントログ `log_min_error_statement` の両方を一時的に抑制するトランザクション内で実行され、成功と失敗の両方のシナリオでの PostgreSQL ログへの漏洩を防ぎます。

クラスターの Status セクションは、管理対象ロール操作のクエリステートメントを出力しません。

23.6.5 オペレーターサイドのエンコーディングのオプトアウト

パスワードをハッシュする方法を決定するために演算子ではなく PostgreSQL が必要な場合たとえば、`password_encryption = md5` を実行しているクラスターで、basic-auth シークレットにアノテーション `cnpg.io/passwordPassthrough: "enabled"` を設定します。オペレーターは、パスワード値をそのまま転送します。

> **警告**
>
> *cnpg.io/passwordPassthrough* アノテーションは、*Cluster* リソースではなく、**basic-auth Secret**自分自身に設定する必要があります。 *Cluster* に配置しても効果はなく、オペレーターは PostgreSQL に送信する前にパスワードに SCRAM-SHA-256 エンコードを適用し続けます。

オプトインはシークレットごとであり、オペレーターが使用するすべての基本認証シークレット管理対象ロールシークレット、スーパーユーザーおよびアプリケーションユーザーシークレットにも適用されるため、単一のクラスターでパススルーシークレットとオペレーターエンコードされたシークレットを自由に混合できます。。上記のステートメントロギング抑制レイヤーは、両方のモードに適用されます。

> **警告**
>
> *cnpg.io/passwordPassthrough: "enabled"* では、オペレーターはシークレットの `password` 値をそのまま転送します。その値がクリアテキストの場合 *password_encryption = md5* クラスターでの一般的なケース *pg_stat_statements* や `pgaudit` などの拡張機能はそれを監視します。これは、PostgreSQL にハッシュ形式を選択させることで予想されるトレードオフです。

23.7 実現不可能なロール構成

PostgreSQL では、場合によっては、コマンドはデータベースが受け入れられず、拒否されます。PostgreSQL documentation on error codes を参照してください。

詳細については。

ロール操作では、このような基本的なエラーが発生する可能性があります。2 つの例

- PostgreSQL に、ロールグループ `poets` のメンバーとしてロール `petrarca` を作成するように依頼しますが、`poets` は存在しません。
- PostgreSQL にロール `dante` を削除するように求めますが、ロール `dante` はデータベース `inferno` の所有者です。

これらの基本的なエラーは、人間の管理者の説明がない限り、データベースまたは CloudNativePG オペレーターによって修正できません。上記の 2 つの例は、それぞれロール `poets` を作成するか、データベース `inferno` を削除することにより修正できますが、それらは人的エラーが原因で発生した可能性があり、そのような場合、提案された「修正」は間違ったものである可能性があります。

CloudNativePG は、**インライン管理対象ロールのステータス** で説明しているように、このような基本的なエラーが発生したときを記録し、クラスターステータスに表示します。

第24章　PostgreSQL Database management

CloudNativePG は、デフォルトで app という名前のアプリケーションデータベースを自動的に作成することにより、PostgreSQL データベースのプロビジョニングを簡素化します。このデフォルトの動作については、空のクラスターをブートストラップする `initdb <空のクラスターをブートストラップする *initdb*>` で説明しています

セクション。

より高度なユースケースのために、CloudNativePG は**宣言的データベース管理**を導入します。これにより、ユーザーは `Database` カスタムリソース定義 CRD を使用して PostgreSQL データベースのライフサイクルを定義および制御できます。この方法は Kubernetes とシームレスに統合し、PostgreSQL データベースを管理するためのスケーラブルで自動化された一貫したアプローチを提供します。

24.1 主要なコンセプト

24.1.1 管理範囲

> **注釈**
>
> CloudNativePG は、データベース、ロール、テーブルスペースを含む PostgreSQL クラスターの**グローバルオブジェクト**を管理します。ただし、拡張機能とスキーマテーブルなどを超えてデータベースコンテンツは管理しません**。データベースのコンテンツを管理するには、専用のツールを使用するか、アプリケーション自分自身に依存します。

24.1.2 宣言的な `Database` マニフェスト

次の例は、 `Database` リソースが `Cluster` とどのように相互作用するかを示しています。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: cluster-example-one
spec:
  name: one
  owner: app
  cluster:
    name: cluster-example
  extensions:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  - name: bloom
    ensure: present
```

適用されると、このマニフェストは、 cluster-example PostgreSQL クラスター内の app ロールが所有する one という名前のデータベースを要求する cluster-example-one と呼ばれる Database オブジェクトを作成します。

注釈

API Reference を参照してください。

各 Database オブジェクトに定義できる属性の完全なリスト。

24.1.3 Database マニフェストの必須フィールド

- metadata.name 名前空間内の Kubernetes オブジェクトの一意の名前。
- spec.name PostgreSQL に表示されるデータベースの名前。
- spec.owner データベースを所有する PostgreSQL ロール。
- spec.cluster.name ターゲット PostgreSQL クラスターの名前。

Database オブジェクトは特定の Cluster を参照し、データベースを作成する場所を決定する必要があります。クラスターのプライマリインスタンスによって管理され、データベースが必要に応じて作成または更新されます。

警告

spec.cluster フィールドは、作成後は不変です。別の `Cluster` をターゲットにするには、既存のリソースを更新する代わりに、新しい `Database` リソースを作成します。

注釈

metadata.name と `spec.name` の違いにより、複数の `Database` リソースは、同じ Kubernetes 名前空間内の異なる CloudNativePG クラスターにわたって同じ名前のデータベースを参照できます。

24.2 予約されたデータベース名

PostgreSQL は、 postgres 、 template0 、 template1 などのデータベースを自動的に作成します。これらの名前は予約されており、CloudNativePG の新しい Database オブジェクトに使用できません。

> **注釈**
>
> *spec.name* を `postgres` 、*template0* 、または `template1` に設定して `Database` を作成することはできません。

24.3 調整とステータス

`Database` オブジェクトが正常にリコンサイルされると、

- `status.applied` は `true` に設定されます。
- `status.observedGeneration` は、最後に適用された構成の `metadata.generation` と一致します。

リコンサイルされた `Database` オブジェクトの例

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Database
metadata:
  generation: 1
  name: cluster-example-one
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  name: one
  owner: app
status:
  observedGeneration: 1
  applied: true
```

リコンシリエーション中にエラーが発生した場合、`status.applied` は `false` になり、エラーメッセージは `status.message` フィールドに含まれます。

24.4 データベースの削除

CloudNativePG は、データベース削除の 2 つの方法をサポートしています。

1. `delete` 再利用ポリシーの使用
2. データベースの `ensure` フィールドを `absent` に宣言的に設定する

24.4.1 `delete` 再利用ポリシーを介した削除

`databaseReclaimPolicy` フィールドは、`Database` オブジェクトが削除されたときの動作を決定します。

- `retain` デフォルトデータベースは、手動管理のために PostgreSQL に残ります。
- `delete` データベースは PostgreSQL から自動的に削除されます。

例

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: cluster-example-two
spec:
  databaseReclaimPolicy: delete
  name: two
  owner: app
  cluster:
    name: cluster-example
```

この Database オブジェクトを削除すると、cluster-example クラスターから two データベースが自動的に削除されます。

レプリカクラスターでは、データベースは読み取り専用であるため、databaseReclaimPolicy: delete を使用しても、PostgreSQL データベースをドロップせずに、Database オブジェクトを削除するとファイナライザーが解放され、Kubernetes オブジェクトが削除されます。データベースの削除は、それを所有するプライマリクラスターに任されます。

24.4.2 ensure: absent の宣言的設定

データベースを削除するには、次の例のように ensure フィールドを absent に設定します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: cluster-example-database-to-drop
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  name: database-to-drop
  owner: app
  ensure: absent
```

このマニフェストは、 database-to-drop データベースが cluster-example クラスターから削除されることを保証します。

24.5 データベース内の拡張機能の管理

注釈

拡張機能はグローバルオブジェクトではなくデータベーススコープですが、CloudNativePG はそれらを管理するための宣言型インターフェイスを提供します。特定の拡張機能のインストールにはスーパーユーザー権限が必要になる場合があるため、このアプローチが必要です。CloudNativePG は、デフォル

トで無効にすることをお勧めします。この API を活用することにより、ユーザーは昇格した特権を必要とせずに、スケーラブルで制御された方法で拡張機能を効率的に管理できます。

CloudNativePG は、ターゲットデータベース内の PostgreSQL 拡張機能の管理を簡素化および自動化します。

この機能を有効にするには、次の例に示すように、拡張仕様のリストを使用して spec.extensions フィールドを定義します。

```
#  ...

spec:
  extensions:
    - name: bloom
      ensure: present

#  ...
```

各拡張エントリは、次のプロパティをサポートしています。

- name *(必須)* 拡張機能の名前。
- ensure 拡張機能がデータベースに存在するかどうかを指定します。
- present 拡張機能がインストールされていることを確認しますデフォルト
- absent 拡張機能が削除されたことを確認します。
- version インストールまたはアップグレードする拡張機能の特定のバージョン。
- schema 拡張機能をインストールするスキーマ。

注釈

CloudNativePG は、次の PostgreSQL の SQL コマンドを使用して拡張機能を管理します。 CREATE EXTENSION 、 DROP EXTENSION 、 ALTER EXTENSION

UPDATE TO および SET SCHEMA に限定します。

オペレーターは、spec.extensions に明示的にリストされている拡張子のみをリコンサイルします。このリストで指定されていない既存の拡張子は変更されないままです。

警告

宣言的拡張機能管理を導入する前、CloudNativePG は、構成から拡張機能を作成する簡単な方法を提供していませんでした。これに対処するために、 マネージド拡張機能

機能が導入され、pg_stat_statements のような主要な拡張機能の自動かつ透過的な管理が可能になります。現在、Database CRD の拡張機能サポートと管理対象拡張機能の間で競合がないことを確認するのはあなたの責任です。

24.6 データベースでのスキーマの管理

> **注釈**
>
> PostgreSQL のスキーマ管理は、グローバルオブジェクトの管理に対する CloudNativePG の主な焦点の例外です。スキーマはデータベース内に存在するため、通常はアプリケーション開発プロセスの一部として管理されます。ただし、CloudNativePG は、主にスキーマ内での拡張機能の展開のサポートを完了するために、スキーマ管理の宣言的インターフェイスを提供します。

CloudNativePG は、ターゲットデータベース内の PostgreSQL スキーマの管理を簡素化および自動化します。

この機能を有効にするには、次の例に示すように、スキーマ仕様のリストを使用して `spec.schemas` フィールドを定義します。

```
#  ...

spec:
  schemas:
    - name: app
      owner: app

#  ...
```

各スキーマエントリは、次のプロパティをサポートしています。

- `name` *(**必須**)* スキーマの名前。
- `owner` スキーマの所有者。
- `ensure` データベースにスキーマが存在するかどうかを指定します。
- `present` スキーマがインストールされていることを確認しますデフォルト。
- `absent` スキーマが削除されたことを確認します。

> **注釈**
>
> CloudNativePG は、 PostgreSQL の SQL コマンド CREATE SCHEMA 、 DROP SCHEMA 、 ALTER SCHEMA を使用してスキーマを管理します。

24.7 データベースでの外部データラッパー FDW の管理

> **注釈**
>
> 外部データラッパー FDW は、データベーススコープのオブジェクトであり、通常、作成または変更するにはスーパーユーザー権限が必要です。 CloudNativePG は、FDW を管理するための宣言型 API を

提供し、ユーザーが SQL コマンドを直接実行したり、特権をエスカレートしたりせずに、制御された Kubernetes ネイティブの方法で FDW を定義および保守できます。

CloudNativePG は、宣言的構成を使用して、ターゲットデータベース内の PostgreSQL 外部データラッパーのシームレスで自動管理を可能にします。

この機能を有効にするには、次の例に示すように、FDW 仕様のリストを使用して `spec.fdws` フィールドを定義します。

```yaml
#  ...

spec:
  fdws:
    - name: postgres_fdw
      usage:
        - name: app
          type: grant

#  ...
```

各 FDW エントリは、次のプロパティをサポートしています。

- `name` 外部データラッパーの名前 **必須)** 。
- `ensure` データベースで FDW が `present` または `absent` であるかどうかを示しますデフォルトは `present` です。
- `handler` FDW が使用するハンドラーファンクションの名前。指定しない場合、FDW 拡張機能がある場合に定義されたデフォルトハンドラーが使用されます。
- `validator` FDW が使用するバリデーターファンクションの名前。指定しない場合、FDW 拡張機能がある場合に定義されたデフォルトのバリデーターが使用されます。
- `owner` FDW の所有者 **スーパーユーザーである必要があります** 。
- `usage` 次のフィールドを含む FDW の `USAGE` 権限のリスト。
- `name` 使用権限を付与するまたは取り消すロールの名前 **(必須)** .
- `type` : 使用許可の種類。 `grant` および `revoke` をサポートします。
- `options` 管理する FDW 固有のオプションのマップ。各キーはオプションの名前です。各オプションは次のフィールドをサポートします。
- `value` オプションの文字列値。
- `ensure` オプションが `present` または `absent` であるかどうかを示します。

注釈

handler と `validator` は両方ともオプショナルであり、指定しない場合、FDW 拡張機能存在する場合に定義されたデフォルトのハンドラーとバリデーターが使用されます。 *handler* または `validator` を `"-"` に設定すると、それぞれ FDW からハンドラーまたはバリデータが削除されます。これは PostgreSQL の規則に従います。ここで、「-」はハンドラーまたはバリデーターが存在しないことを示します。

警告

PostgreSQL は、外部データラッパーの所有権を**スーパーユーザー権限のみを持つロール**に制限しています。 PostgreSQL は外部データラッパーの非スーパーユーザーの所有権を許可していないため、所有権を非スーパーユーザーアプリロールなどに割り当てようとすると無視されるか、拒否されます。デフォルトでは、これらは `postgres` ユーザーが所有しています。

オペレーターは、`spec.fdws` に明示的にリストされた FDW のみをリコンサイルします。このリストで宣言されていない既存の FDW はそのまま残されます。

注釈

CloudNativePG は、 PostgreSQL のネイティブ SQL コマンド CREATE FOREIGN DATA WRAPPER 、ALTER FOREIGN DATA WRAPPER 、および DROP FOREIGN DATA WRAPPER を使用して FDW を管理します。 *ALTER* コマンドは、オプションの更新をサポートしています。

24.7.1 データベース内の外部サーバーの管理

CloudNativePG は、宣言的構成を使用して、ターゲットデータベース内の PostgreSQL 外部サーバーのシームレスな自動管理を提供します。

外部サーバーは、外部データラッパー FDW が外部データソースにアクセスするために使用する接続の詳細をカプセル化します。ユーザー固有の接続の詳細については、user mappings を定義できます。

注釈

CloudNativePG は現在、ユーザーマッピングの宣言的構成をサポートしていません。ただし、FDW とその外部サーバーが定義されると、標準のデータベースロールに使用特権を付与できます。これにより、スーパーユーザー権限を必要とせずに、 SQL スキーマの一部としてユーザーマッピングを管理できます。

この機能を有効にするには、外部サーバー仕様のリストを使用して `Database` リソースの `spec.servers` フィールドを宣言します。例

```
#  ...

spec:
  servers:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    - name: angus
      fdw: postgres_fdw
      ensure: present
      usage:
        - name: app
          type: grant
      options:
        - name: host
          value: angus-rw
        - name: dbname
          value: app

#  ...
```

各外部サーバーエントリは、次のプロパティをサポートしています。

- name 外部サーバーの名前 **必須)** 。
- fdw サーバーが属する外部データラッパーの名前 **必須** 。
- ensure 外部サーバーをデータベース内の present または absent にするかどうかデフォルト present 。
- usage 次のフィールドを含む外部サーバーの USAGE 権限のリスト。
- name 使用権限を付与するまたは取り消すロールの名前 **(必須)** .
- type 使用権限の種類。 grant および revoke をサポートします。
- options FDW 固有のオプション仕様のリスト。リスト内の各エントリは、次のキーをサポートします。
- name オプションの名前 **必須** .
- value オプションの文字列値。
- ensure オプションが present または absent かどうかを示します。

注釈

fdw フィールドは、データベースで既に定義されている既存の外部データラッパーを参照する必要があります。指定された FDW が存在しない場合、外部サーバーは作成されません。

CloudNativePG は、 PostgreSQL のネイティブ SQL コマンド CREATE SERVER 、ALTER SERVER 、および DROP SERVER を使用して外部サーバーを管理します。 ALTER SERVER コマンドは、サーバーオプションを更新するために使用されます。

オペレーターは、spec.servers に明示的にリストされている外部サーバーのみをリコンサイルします。このリストに含まれない既存のサーバーは変更されないままです。

24.8 制限と注意事項

24.8.1 データベースの名前の変更

CloudNativePG は PostgreSQL の CREATE DATABASE および ALTER DATABASE に準拠していますが

コマンド、**データベースの名前の変更はサポートされていません**。既存の Database オブジェクトの spec.name を変更しようとすると、Kubernetes によって拒否されます。

24.8.2 データベースの作成と変更

- 新しいデータベースの場合、CloudNativePG は CREATE DATABASE ステートメントを使用します。
- 既存のデータベースの場合、ALTER DATABASE を使用して変更を適用します。

これら 2 つの Postgres コマンドにはいくつかの違いがあることに注意することが重要です。特に、ALTER によって受け入れられるオプションは、CREATE によって受け入れられるオプションのサブセットです。

> **警告**
>
> エンコードや照合設定などの一部のフィールドは、PostgreSQL で不変です。既存のデータベースのこれらのフィールドを変更しようとすると、無視されます。

24.8.3 レプリカクラスター

レプリカには書き込み特権がないため、レプリカクラスターで宣言されたデータベースオブジェクトは適用できません。これらのオブジェクトは、レプリカが昇格するまで保留状態のままです。

24.8.4 競合の解決

同じ名前空間内の 2 つの Database オブジェクトが同じ PostgreSQL データベースつまり同一の spec.name および spec.cluster.name を管理している場合、2 番目のオブジェクトは拒否されます。

ステータスメッセージの例

```
status:
  applied: false
  message: reconciliation error: database "one" is already managed by Database object
↪"cluster-example-one"
```

24.8.5 Postgres バージョンの違い

CloudNativePG は、PostgreSQL の機能を遵守しています。たとえば、PostgreSQL 16 で導入された ICU_RULES のような機能は、以前のバージョンでは使用できません。PostgreSQL からのエラーは、Database オブジェクトの status に反映されます。

24.8.6 手動変更

CloudNativePG は、データベースへの手動変更を上書きしません。リコンサイルが完了すると、`Database` オブジェクトは、 `metadata.generation` が変更しない限り再適用されないため、PostgreSQL を直接変更するための柔軟性が得られます。

第25章　Tablespaces

テーブルスペースは、データベース管理システムで堅牢で広く採用されている機能です。データの物理的および論理モデリングを分離することにより、データベースの垂直スケーラビリティを強化する強力な手段を提供します。基本的に、これは物理データベースモデリングの技術として機能し、個別のストレージ上のマルチプルのボリューム全体に I/O 操作を効率的に分散できます。これにより、並列ディスク上の読み取り/書き込み操作を介してパフォーマンスが最適化されます。

データベース業界のコンテキストでは、テーブルスペースは、特に論理データベースモデリング技術であるテーブルパーティショニングと組み合わせた場合、戦略的な役割を果たします。これらは大規模なデータベースの管理に役立つことが証明されており、インデックスからテーブルを分離したり、一時的な操作を実行したりするようなタスクにも使用されます。

PostgreSQL のテーブルスペースは、2005 バージョン 8.0 から重要な役割を果たしていますが、宣言的パーティショニングは 2017 バージョン 10 に導入されました。その結果、テーブルスペースは、サポートされている PostgreSQL のすべてのリリースにシームレスに統合されています。

PostgreSQL documentation on tablespaces からの引用

> テーブルスペースを使用することにより、管理者は PostgreSQL インストールのディスクレイアウトを制御できます。これは、少なくとも 2 つの方法で役立ちます。> > - まず、クラスターが初期化されたパーティションまたはボリュームが領域不足で実行され、拡張できない場合、別のパーティションにテーブルスペースを作成し、システムが再構成できるまで使用できます。> - 第二に、テーブルスペースにより、管理者はデータベースオブジェクトの使用パターンに関する知識を使用して、パフォーマンスを最適化できます。

25.1 宣言的テーブルスペース

CloudNativePG は、2 つの異なるレベルで動作する **宣言テーブルスペース**を介して PostgreSQL テーブルスペースのサポートを提供します。

- Kubernetes、PGDATA および WAL ボリュームが処理される方法と同じように、永続ボリューム要求を管理します
- PostgreSQL、 PostgreSQL インスタンスで `TABLESPACE` グローバルオブジェクトを管理する

Kubernetes エコシステムの一部である CloudNativePG の宣言的テーブルスペースは、永続ボリューム要求および永続ボリュームを活用して実装されます。クラスターで定義された各テーブルスペースは、独自の永続ボリュームに格納されます。CloudNativePG は、PVC の生成を担当します。正規化された場所のインスタンスポッドに必要なボリュームをマウントし、プライマリでアクティブにする前にレプリカがテーブルスペースをサポートする準備ができていることを確認します。

要求されたときにストレージが利用可能な場合、クラスターの作成時にテーブルスペースを設定するか、後で追加できます。現在、それらを削除することはできません。ただし、この制限は CloudNativePG の将

来のマイナーまたはパッチバージョンで対応される予定です。

25.2 宣言的テーブルスペースの使用

宣言的テーブルスペースの使用は簡単です。完全な例は *cluster-example-with-tablespaces.yaml* にあります。

これらを使用するには、新しいまたは既存の `Cluster` リソースで新しい `tablespaces` スタンザを使用します。

```
spec:
  instances: 3

  # ...

  tablespaces:
    - name: tbs1
      storage:
        size: 1Gi
    - name: tbs2
      storage:
        size: 2Gi
    - name: tbs3
      storage:
        size: 2Gi
```

各テーブルスペースには、生成された PVC のサイズとストレージクラスを構成できる独自のストレージセクションがあります。したがって、管理者は、**ストレージクラスとテーブルスペース** で説明しているように、さまざまな種類のワークロードに異なるストレージクラスの使用を計画できます。

CloudNativePG は、高可用性 Postgres クラスター内の各インスタンスの永続ボリューム要求を作成します。プロビジョニングが完了すると、各ポッドにマウントします。次に、`CREATE TABLESPACE` コマンドを使用してプライマリ PostgreSQL インスタンスに `tbs1` 、`tbs2` 、および `tbs3` 表領域が作成されることを確認します。このプロセスは迅速で、これは Postgres に反映されます。

```
app=# SELECT oid, spcname FROM pg_tablespace;
  oid  |      spcname
- ------+--------------------
  1663 | pg_default
  1664 | pg_global
 16387 | tbs1
 16388 | tbs2
 16389 | tbs3
(5 rows)
```

すぐに使用を開始できます。

```
app=# CREATE TABLE fibonacci(num INTEGER) TABLESPACE tbs1;
CREATE TABLE
```

クラスターステータスには、テーブルスペースのセクションがあります。

```
status:

  <- snipped ->
  tablespacesStatus:
  - name: atablespace
    state: reconciled
  - name: another_tablespace
    state: reconciled
  - name: tablespacea1
    state: reconciled
```

25.3 ストレージクラスとテーブルスペース

PGDATA および WAL ボリュームと同じように、テーブルスペースにさまざまなストレージクラスを使用できます。これは、リソースを最適化し、データアクセスの使用量と予想に基づいてストレージのパフォーマンスとコストのバランスを保つ便利な方法です。

この例は、機能を説明するのに役立ちます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: yardbirds
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 10Gi
  walStorage:
    size: 10Gi
  tablespaces:
    - name: current
      storage:
        size: 100Gi
        storageClass: fastest
    - name: this_year
      storage:
        size: 500Gi
        storageClass: balanced
```

yardbirds クラスター例は、3 つの異なるストレージクラスを使用して 4 つの永続ボリューム要求を要求します。

- デフォルトのストレージクラス – PGDATA および WAL ボリュームによって使用されます。

- fastest – current テーブルスペースによって使用され、データベースで最もアクティブで要求の高いデータセットを保存します。
- balanced – this_year 表領域によって使用され、ユーザーがほとんどアクセスせず、パフォーマンスの期待が最も高くないデータの古いパーティションを保存します。

次に、ホリゾンタルテーブルパーティショニングを利用して、current 表領域に当月のテーブル 2023 年 12 月のファクトなどを作成できます。

```
CREATE TABLE facts_202312 PARTITION OF facts
    FOR VALUES FROM (2023-12-01) TO (2024-01-01)
    TABLESPACE current;
```

に精通していることを前提としています。 ::

25.4 テーブルスペースの所有権

デフォルトでは、特に指定しない限り、表領域は.spec.bootstrap.initdb.owner で定義されているように、app アプリケーションユーザーが所有します。詳細は、*Bootstrap a new cluster* を参照してください。このデフォルトの動作は、ほとんどのマイクロサービスデータベースのユースケースで動作します。

次の抜粋のように、 owner スタンザで表領域の所有者、たとえば postgres ユーザーを設定できます。

```
# ...
tablespaces:
  - name: clapton
    owner:
      name: postgres
    storage:
      size: 1Gi
```

info[重要] テーブルスペースの所有権を変更する場合は、既存のロールを使用していることを確認してください。それ以外の場合、クラスターのステータスが問題を報告し、修正されるまでテーブルスペースのリコンサイルを停止します。ステータスとログを監視し、問題を修正して迅速に介入するのはあなたの責任です。

存在しない所有者でテーブルスペースを定義すると、CloudNativePG はテーブルスペースを作成できず、これをクラスターステータスに反映します。

```
spec:
  instances: 3

  # ...

  tablespaces:
    - name: tbs1
      storage:
        size: 1Gi
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  - name: tbs2
    storage:
      size: 2Gi
  - name: tbs3
    owner:
      name: badhombre
    storage:
      size: 2Gi
      status:

<- snipped ->
tablespacesStatus:
- name: tbs1
  status: reconciled
- name: tbs2
  status: reconciled
- error: while creating tablespace tbs3: ERROR: role "badhombre" does
    not exist (SQLSTATE 42704)
  name: tbs3
  status: pending
```

バックアップ リカバリー

CloudNativePG は、オブジェクトストアとボリュームスナップショットの両方でテーブルスペースおよび相対テーブルスペースマップのバックアップを処理します。

::: 警告デフォルトでは、バックアップはレプリカノードから取得されます。クラスターで表領域を作成した直後にバックアップを作成すると、レプリカからの表領域の不完全なビュー、したがって不完全なバックアップが生成される場合があります。遅延は、次の調整で最大 5 分で解決されます。::

```
::: 警告
```

既存のクラスターでテーブルスペースを追加または削除すると、新しいベースバックアップを作成するまで WAL からの復旧は失敗します。::

テーブルスペースを含むクラスターにベースバックアップがあると、そこから新しいクラスターを復元できます。復旧側については、復旧したデータベースの `Cluster` 定義に表領域の正確なリストが含まれていることを確認するのは自分の責任です。

レプリカクラスター

レプリカクラスターには、オリジンと同じ表領域定義が必要です。その理由は、`CREATE TABLESPACE` のようなテーブルスペース管理コマンドは WAL ログに記録され、物理レプリケーションクライアントストリーミングまたは WAL シッピング経由で再生されるためです。

レプリカクラスターに同じ名前のテーブルスペースの同じリストがあることを確認するのはあなたの責任です。ストレージクラスとサイズは異なる場合があります。

例

```
spec:

  # ...
  bootstrap:
    recovery:
      # ... your selected recovery method

  tablespaces:
    - name: tbs1
      storage:
        size: 1Gi
    - name: tbs2
      storage:
        size: 2Gi
    - name: tbs3
      storage:
        size: 2Gi
```

一時テーブルスペース

PostgreSQL では、1 つ以上の一時表領域を定義して、 CREATE コマンドが明示的に表領域を指定しない場合に、一時オブジェクト一時テーブルと一時テーブルのインデックスを作成したり、大規模なデータセットのソートなどの目的で一時ファイルを作成したりできます。一時表領域が指定されない場合、PostgreSQL は、現在メインの PGDATA ボリュームであるデータベースのデフォルトの表領域を使用します。

複数の一時テーブルスペースを指定すると、PostgreSQL は、トランザクションで最初に一時オブジェクトを作成する必要があるときにランダムに 1 つを選択します。次に、リストを順番に反復します。

一時テーブルスペースは、バックアップに関して通常のテーブルスペースと同様に動作します。

CloudNativePG は、 .spec.tablespaces[*].temporary オプションを提供して、テーブルスペースを temp_tablespaces PostgreSQL パラメーターに追加し、明示的なテーブルスペースの割り当てがない一時データを保存できるかどうかを決定します。

```
spec:
  [...]
  tablespaces:
    - name: atablespace
      storage:
        size: 1Gi
      temporary: true
```

これらは初期化時に作成するか、後で追加できますが、ローリング更新が必要です。`temporary: true/false` オプションは、 `temp_tablespaces` オプションの表領域のリストに表領域名を追加または削除します。この変更では、PostgreSQL の再起動は必要ありません。

一時表領域は通常の表領域として機能することもできますが、ユーザーが一時的な操作に使用しながら通常のデータをホストすることもできますが、2 つのワークロードを混合しないことをお勧めします。

*PostgreSQL documentation on `temp_tablespaces* <https://www.postgresql.org/docs/current/runtime-config-client.html#GUC-TEMP-TABLESPACES>`_ を参照してください。

詳細については。

kubectl プラグインのサポート

kubectl status プラグインには、表領域のステータス、所有者、一時フラグ、エラーなどの便利な概要を提供する表領域専用のセクションが含まれています。

```
[...]

Tablespaces status
Tablespace          Owner  Status      Temporary  Error
- ---------          -----  ------      ---------  -----
atablespace         app    reconciled  true
another_tablespace  app    reconciled  true
tablespacea1        app    reconciled  false

Instances status
[...]
```

制限事項

現在、既存の CloudNativePG クラスターからテーブルスペースを削除することはできません。

cluster-example-with-tablespaces.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-with-tablespaces
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi

  tablespaces:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  - name: atablespace
    storage:
      size: 1Gi
      storageClass: standard
    temporary: true
  - name: another_tablespace
    storage:
      size: 2Gi
      storageClass: standard
    temporary: true
  - name: tablespacea1
    storage:
      size: 2Gi
      storageClass: standard
```

第26章　Operator configuration

CloudNativePG のオペレーターは、標準の展開マニフェストからインストールされ、構成パラダイムの規則に従います。ほとんどの場合、これで問題ありませんが、次のようなデフォルトの動作を変更する必要があるシナリオもあります。

- オペレーターが作成し、クラスターリソースに設定されているすべてのリソースに継承されるアノテーションとラベルの定義
- PostgreSQL の別のデフォルトイメージまたは追加のプルシークレットを定義

デフォルトでは、オペレーターは `cnpg-controller-manager` と呼ばれる Kubernetes `Deployment` として `cnpg-system` 名前空間にインストールされます。

> **注釈**
>
> 以下の例では、オペレーター展開のデフォルトの名前と名前空間を想定しています。

オペレーターの動作は、オペレーター展開と同じ名前空間にあり、名前が `cnpg-controller-manager-config` を持つ `ConfigMap` /`Secret` を介してカスタマイズできます。

> **注釈**
>
> 構成の `ConfigMap` /*Secret* への変更は、オペレーターによって自動的に検出されません。そのため、リロードする必要があります以下を参照してください。さらに、変更は、構成がリロードされた後に作成されたリソースにのみ適用されます。

> **注釈**
>
> オペレーターは、最初に ConfigMap 値を処理し、次に Secret をこの順序で処理します。その結果、パラメーターが両方の場所で定義されている場合、シークレットにあるものが使用されます。

26.1 使用可能なオプション

オペレーターは、 `ConfigMap` /`Secret` で定義される次の環境変数を探します。

Name	Description
CERTIFICATE_DURATION	生成された証明書の有効期間を日単位で示します。デフォルト 90 です。
CLUSTERS_ROLLOUT_DELAY	オペレーターのアップグレード中にさまざまなクラスターのロールアウトの間で待機する時間秒単位。この設定は、クラスター全体でアップグレードのタイミングを制御し、アップグレードを分散してシステムへの影響を軽減します。デフォルト値は`0`で、PostgreSQL クラスターのアップグレードの間に遅延がないことを意味します。
CREATE_ANY_SERVICE	*true*`に設定すると、クラスターの`-any`サービスを作成します。デフォルトは`false`です
DRAIN_TAINTS	ノードドレインのインジケーターとして解釈されるテイントキーを指定します。デフォルトでは、 :ref:``kubectl` の `cnpg` プラグインを使用する<*kubectl* の `cnpg` プラグインを使用する>` 、 Cluster Autoscaler 、および Karpenter *node.kubernetes.io/unschedulable*、*ToBeDeletedByClusterAutoscaler*、*karpenter.sh/disrupted*、`karpenter.sh/disruption`によって一般的に適用されるテイントが含まれます。
ENABLE_INSTANCE_MANA	*true*`に設定すると、オペレーターの更新後にインスタンスマネージャーのインプレース更新が有効になり、クラスターのローリング更新が回避されますデフォルト *`false*
ENABLE_WEBHOOK_NAMI	*true*`に設定されている場合、オペレーターは-<OPERATOR_NAMESPACE>`接尾辞の名前の下で`MutatingWebhookConfiguration`および`ValidatingWebhookConfiguration`を検索しますたとえば *cnpg-mutating-webhook-configuration-cnpg-team-a*`および` *`cnpg-validating-webhook-configuration-cnpg-team-a* 。名前の衝突を回避するために、同じクラスターで複数の名前空間オペレーターインスタンスを実行する場合にこれを使用します。オペレーターは、サフィックス付き構成を作成しません。このフラグを有効にしてオペレーターを開始する前に、それらを作成する必要があります。このフラグが有効になっているときに`OPERATOR_NAMESPACE`が設定されていない場合、オペレーターはスタートを拒否します。デフォルトは`false`です。
EXPIRING_CHECK_THRESHOI	証明書の有効期限が間もなく識別されるためのしきい値を日単位で決定します。デフォルト 7 です。
INCLUDE_PLUGINS	クラスターの調整に常に含まれるプラグインのコンマ区切りリスト。
INHERITED_ANNOTATIONS	`Cluster`メタデータで定義されている場合、ポッドを含む生成されたすべてのリソースに継承されるアノテーション名のリスト
INHERITED_LABELS	`Cluster`メタデータで定義されている場合、ポッドを含む生成されたすべてのリソースに継承されるラベル名のリスト
INSTANCES_ROLLOUT_DE	オペレーターのアップグレード中に、同じクラスター内の個々の PostgreSQL インスタンスのロールアウトの間で待機する時間秒単位。デフォルト値は`0`で、同じ PostgreSQL クラスター内のインスタンスのアップグレードの間に遅延がないことを意味します。
KUBERNETES_CLUSTER_DOM	Kubernetes クラスター内のサービス FQDN のドメインサフィックスを定義します。設定しない場合、デフォルトの「cluster.local」になります。

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Name	Description
MANAGE_WEBHOOK_CONFI	`true`デフォルトに設定されている場合、オペレーターはCAバンドルを`MutatingWebhookConfiguration`および`ValidatingWebhookConfiguration`に注入します。 CAバンドルが外部から注入される場合、cert-managerのCAインジェクターまたはGitOpsなどによって、`false`に設定されます。これは、オペレーターがPKIを所有するときに常に管理するWebhookサービング証明書とは無関係です。
METRICS_CERT_DIR	オペレーターメトリックサーバーのTLS証明書が保存されているディレクトリ。設定すると、ポート8080でメトリックエンドポイントのTLSが有効になります。ディレクトリには、標準のKubernetes TLSシークレット規則に従って`tls.crt`および`tls.key`ファイルが含まれている必要があります。設定しない場合、メトリックサーバーはTLSなしで動作しますデフォルトの動作。
MONITORING_QUERIES_CONFIG	作成されるすべてのクラスターに適用されるデフォルトのクエリー`queries`の下で指定されるオペレーターの名前空間のConfigMapの名前
MONITORING_QUERIES_SECRET	作成されるすべてのクラスターに適用されるデフォルトのクエリー`queries`の下で指定されるオペレーターの名前空間のシークレットの名前
OPERATOR_IMAGE_NAME	ポッドのブートストラップに使用されるオペレーターイメージの名前。インストール中に指定されたイメージがデフォルトになります。
PGBOUNCER_IMAGE_NAM	新しいプーラーにデフォルトで使用されるPgBouncerイメージの名前。演算子で指定されたバージョンのデフォルト。
POSTGRES_IMAGE_NAME	新しいクラスターにデフォルトで使用されるPostgreSQLイメージの名前。演算子で指定されたバージョンのデフォルト。
PULL_SECRET_NAME	オペレーターの名前空間で定義され、イメージのダウンロードに使用される追加のプルシークレットの名前
STANDBY_TCP_USER_TI	スタンバイインスタンスからプライマリへのレプリケーション接続の ``TCP_USER_TIMEOUT` socket option <https://www.postgresql.org/docs/current/runtime-config-connection.html#GUC-TCP-USER-TIMEOUT>`__ をミリ秒単位で定義します。デフォルトは50005秒です。システムのデフォルトを使用するには、`0`に設定します。
WATCH_NAMESPACE	オペレーターがリソースを監視する名前空間を指定します。コンマで区切って複数の名前空間を指定できます。設定されていない場合、オペレーターはすべての名前空間を監視しますクラスター全体モード。

警告

CloudNativePGは現在、同じクラスターでの複数のオペレーターの実行をサポートしていません。これは、*ENABLE_WEBHOOK_NAMESPACE_SUFFIX* および`WATCH_NAMESPACE`を使用した名前空間展開を使用して実現できますが、複数のオペレーターが同じ共有CRDセットを使用します。複数の同時実行オペレーターにわたる下位互換性のアップグレードは保証できません。

`INHERITED_ANNOTATIONS` および `INHERITED_LABELS` の値は、パスのようなワイルドカードをサポートしています。たとえば、値 `example.com/*` は、値 `example.com/one` および `example.com/two` の両方と一致します。

PULL_SECRET_NAME パラメーターを使用して追加のプルシークレット名を指定すると、オペレーターはそのシークレットを使用して、作成されたすべての PostgreSQL クラスターのプルシークレットを作成します。そのシークレットの名前は<cluster-name>-pull になります。

オペレーターが PULL_SECRET_NAME シークレットを検索する名前空間は、オペレーターをインストールした場所です。オペレーターがそのシークレットを見つけることができない場合、構成パラメーターは無視されます。

26.2 オペレーター構成マップの定義

次の例では、後でデプロイされる Cluster オブジェクトによって作成されたリソースが継承するラベル/アノテーション名を定義し、*in-place updates for the instancemanager* を有効にして、アップグレードを分散することにより、オペレーターの動作をカスタマイズします。

```yaml
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: cnpg-controller-manager-config
  namespace: cnpg-system
data:
  CLUSTERS_ROLLOUT_DELAY: "60"
  ENABLE_INSTANCE_MANAGER_INPLACE_UPDATES: "true"
  INHERITED_ANNOTATIONS: categories
  INHERITED_LABELS: environment, workload, app
  INSTANCES_ROLLOUT_DELAY: "10"
```

26.3 オペレーターシークレットの定義

次の例では、後でデプロイされる Cluster オブジェクトによって作成されたリソースが継承するラベル/アノテーション名を定義し、*in-place updates for the instancemanager* を有効にして、アップグレードを分散することにより、オペレーターの動作をカスタマイズします。

```yaml
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: cnpg-controller-manager-config
  namespace: cnpg-system
type: Opaque
stringData:
  CLUSTERS_ROLLOUT_DELAY: "60"
  ENABLE_INSTANCE_MANAGER_INPLACE_UPDATES: "true"
  INHERITED_ANNOTATIONS: categories
  INHERITED_LABELS: environment, workload, app
  INSTANCES_ROLLOUT_DELAY: "10"
```

26.4 オペレーターを再起動して構成をリロードする

変更を有効にするには、オペレーターポッドを再作成して構成マップをリロードする必要があります。マニフェストを使用して Kubernetes にオペレーターをインストールしている場合、次のコマンドを発行してそれを行うことができます。

```
kubectl rollout restart deployment \
    -n cnpg-system \
    cnpg-controller-manager
```

通常、特定の名前空間を指定すると、次のコマンドでオペレーターポッドを削除できます。

```
kubectl delete pods -n [NAMESPACE_NAME_HERE] \
  -l app.kubernetes.io/name=cloudnative-pg
```

> **警告**
>
> カスタマイズは、オペレーター展開のリロード後に作成される `Cluster` リソースにのみ適用されます。

上記の例に従って、 `Cluster` 定義に `categories` アノテーションと `environment` 、 `workload` 、または `app` ラベルのいずれかが含まれている場合、これらはデプロイメントによって生成されたすべてのリソースに継承されます。

26.5 受付 Webhook を使用しないデフォルトと検証

CloudNativePG は、通常、アドミッション Webhook を介してリソースをデフォルトおよび検証します。Webhook がインストールされていない場合、または一時的に応答できない場合、オペレーターは調整中にフォールバックとして同じデフォルト設定と検証を実行します。

リソースが検証に失敗すると、リコンシリエーションが停止し、その理由がリソースステータスに表示されます。`Cluster` および `Backup` は、それぞれ `Invalid cluster definition` および `invalid backup definition` フェーズに移動しますが、`Pooler` および `ScheduledBackup` は `.status.error` でそれを報告します。ステータスには、問題のフィールドパスのみがリストされます。フィールド値を含む場合がある完全な検証エラーは、オペレーターログにのみ書き込まれます。仕様を修正するとエラーがクリアされ、リコンシリエーションが再開されます。

調整中に実行される検証では、受付 Webhook が行うのとまったく同様に、`cnpg.io/validation: disabled` アノテーションが尊重されます。

26.6 プロファイリングツール

オペレーターは、`localhost:6060` で pprof HTTP サーバーを公開できます。これを有効にするには、オペレーターの展開を編集し、フラグ `--pprof-server=true` をコンテナ引数に追加します。

```
kubectl edit deployment -n cnpg-system cnpg-controller-manager
```

`--pprof-server=true` を引数リストに追加します。例

```
containers:
  - args:
      - controller
      - --leader-elect
      - --config-map-name=cnpg-controller-manager-config
      - --secret-name=cnpg-controller-manager-config
      - --log-level=info
      - --pprof-server=true # relevant line
    command:
      - /manager
```

保存後、展開がロールアウトされ、新しいポッドで pprof サーバーが有効になります。

> **注釈**
>
> pprof サーバーは、ポート `6060` でプレーン HTTP のみを提供します。

ローカルマシンから pprof エンドポイントにアクセスするには、ポート転送を使用します。

```
kubectl port-forward -n cnpg-system deploy/cnpg-controller-manager 6060
curl -sS http://localhost:6060/debug/pprof/
go tool pprof http://localhost:6060/debug/pprof/profile?seconds=30
```

http://localhost:6060/debug/pprof/ ブラウザーを使用して pprof にアクセスすることもできます。

> **警告**
>
> 上記の例では、ローカルテストにのみ`kubectl port-forward` を使用します。これは、運用環境で機能を公開するための意図された方法ではありません**。 pprof を機密デバッグインターフェイスとして扱い、決して公開しないでください。リモートでアクセスする必要がある場合は、適切なネットワークポリシーとアクセス制御で保護してください。

第27章　Instance Pod configuration

27.1 予測される量

CloudNativePG は、 `.spec.projectedVolumeTemplate` を介して Postgres ポッド内のカスタムファイルのマウントをサポートしています。この機能は、追加のデータファイルを必要とするいくつかの Postgres 機能と拡張機能に役立ちます。CloudNativePG では、`.spec.projectedVolumeTemplate` フィールドは projected volume

Postgres ポッドの`/projected` フォルダーの下に任意のデータをマウントできる Kubernetes のテンプレート。

この単純な例は、既存の TLS シークレット `sample-secret` 名前付けをファイルとして Postgres ポッドにマウントする方法を示しています。`sample-secret` の秘密キー `tls.crt` および `tls.key` の値は、Postgres ポッドのパス`/projected/certificate/tls.crt` および`/projected/certificate/tls.key` にファイルとしてマウントされます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-projected-volumes
spec:
  instances: 3
  projectedVolumeTemplate:
    sources:
      - secret:
          name: sample-secret
          items:
            - key: tls.crt
              path: certificate/tls.crt
            - key: tls.key
              path: certificate/tls.key
  storage:
    size: 1Gi
```

投影されたボリュームテンプレートを使用してシークレットと ConfigMap をマウントする完全な例は、*cluster-example-projected-volume.yaml* にあります。

展開マニフェスト。

27.2 エフェメラルボリューム

CloudNativePG は ephemeral volumes に依存しています

社内活動の一部。一時ボリュームは、ポッドの存続期間が唯一の期間存在し、ポッドが再起動されても持続しません。

27.2.1 一時ストレージのボリューム要求テンプレート

オペレーターはデフォルトで emptyDir ボリュームを使用しますが、.spec.ephemeralVolumesSizeLimit field を使用してカスタマイズできます。これは、.spec.ephemeralVolumeSource フィールドでボリューム要求テンプレートを指定することにより、オーバーライドできます。

次の例では、1Gi エフェメラルボリュームが設定されます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-ephemeral-volume-source
spec:
  instances: 3
  ephemeralVolumeSource:
    volumeClaimTemplate:
      spec:
        accessModes: ["ReadWriteOnce"]
        # example storageClassName, replace with one existing in your Kubernetes␣
↪cluster
        storageClassName: "scratch-storage-class"
        resources:
          requests:
            storage: 1Gi
```

.spec.emphemeralVolumeSource と .spec.ephemeralVolumesSizeLimit.temporaryData は同時に指定できません。

27.2.2 共有メモリのボリューム

このボリュームは、Postgres の共有メモリ領域として、およびエフェメラルタイプとして使用されますが、メモリに保存されます。クラスター仕様の .spec.ephemeralVolumesSizeLimit.shm フィールドを使用して、サイズの上限を構成できます。このフィールドは、PostgreSQL running with `posix shared memory dynamic allocation <PostgreSQL Configuration>` の場合にのみ使用します。

27.3 環境変数

::: 重要 オペレーター使用のために予約されている環境変数 PG または CNPG_ 、および POD_NAME 、NAMESPACE 、および CLUSTER_NAME で始まる名前は、env および envFrom フィールドを介して設定できず、受付時に拒否されます。 ::

環境変数を使用して、一部のシステム動作をカスタマイズできます。一例は、カスタム LDAP 構成ファイルをポイントできる LDAPCONF 変数です。別の例は、PostgreSQL コンテナが使用するタイムゾーンを表す TZ 環境変数です。

CloudNativePG では、クラスター仕様の env および envFrom スタンザを使用して、カスタム環境変数を設定できます。

この例では、デフォルトのクラスターレベルのタイムゾーンとして Australia/Sydney タイムゾーンを使用して PostgreSQL クラスターを定義します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  env:
  - name: TZ
    value: Australia/Sydney

  storage:
    size: 1Gi
```

envFrom スタンザは、ConfigMap またはシークレットを参照して、コンテンツを環境変数として使用できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  envFrom:
  - configMapRef:
      name: config-map-name
  - secretRef:
      name: secret-name

  storage:
    size: 1Gi
```

オペレーターは、次の環境変数を設定することを許可していません。

- POD_NAME
- NAMESPACE
- 名前が PG で始まる環境変数。

env または envFrom セクションを変更すると、PostgreSQL ポッドのローリング更新がトリガーされます。

env または envFrom セクションがシークレットまたは ConfigMap を参照している場合、オペレーターはそれらの変更を検出せず、ロールアウトをトリガーしません。kubelet はポッドと同じ動作を使用するため、ポッドのロールアウトを手動でトリガーする必要があります。

27.3.1 cluster-example-projected-volume.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-projected-volume
spec:
  instances: 3
  projectedVolumeTemplate:
    sources:
      - secret:
          name: sample-secret
          items:
            - key: tls.crt
              path: certificate/tls.crt
            - key: tls.key
              path: certificate/tls.key
      - configMap:
          name: sample-configmap
          items:
            - key: key1
              path: config/key1
            - key: key2
              path: config/key2
  storage:
    size: 1Gi

- --
apiVersion: v1
data:
  tls.crt:␣
↪LS0tLS1CRUdJTiBDRVJUSUZJQ0FURS0tLS0tCk1JSUNqekNDQWVXZ0F3SUJBZ0lRSHVDY2lKcDVkZis0dHZBcDBrTk9rekFLQmdr
  tls.key:␣
↪LS0tLS1CRUdJTiBFQyBQUklWQVRFIEtFWS0tLS0tCk1IY0NBUUVFSUtucWxVQjFqU2sxWW5VZzAyb0tGbXlRdDJLUEZwaFc0K1lm
kind: Secret
metadata:
  name: sample-secret
type: kubernetes.io/tls
- --
apiVersion: v1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
data:
  key1: value1
  key2: value2
  key3: value3
kind: ConfigMap
metadata:
  name: sample-configmap
```

第28章　Storage

ストレージは、データベースワークロードで最も重要なコンポーネントです。ストレージは常に利用でき、スケーリング、パフォーマンスが良く、一貫性と耐久性を保証する必要があります。仮想マシンやベアメタルなどの従来の環境に適用されるのと同じ期待と要件は、Kubernetes によって管理されるコンテナコンテキストでも有効です。

> **注釈**
>
> 動的にプロビジョニングされるストレージに関しては、Kubernetes に独自の詳細があります。これらには、_ストレージクラス_、_永続ボリューム_、および_永続ボリューム要求 PVCs_が含まれます。 VM および物理サーバー上のデータベースワークロードのストレージの観点から、長年構築してきた貴重な知識に加えて、これらの概念を所有する必要があります。

ストレージへのアクセスには、主に 2 つの方法があります。

- **ネットワーク** – 直接または間接的に。(Kubernetes を実行しているホストにローカルにマウントされた NFS ボリュームを考えます。)
- **ローカル** – ポッドが実行されているノードに直接接続されます。これには、Kubernetes のベアメタルインストールに直接接続されたディスクも含まれます。

Kubernetes で最も一般的な使用パターンであるネットワークストレージは、従来の環境で経験する可能性のあるスループットとレイテンシと同じ問題を示します。これらの問題は、複数のアプリケーションとの I/O 競合によりパフォーマンス結果のばらつきが増加する共有環境では強調される可能性があります。

ローカルストレージは、シェアードナッシングアーキテクチャを有効にします。これは、より高く予測可能なパフォーマンスを保証するため、高トランザクションで非常に大規模なデータベース VLDB ワークロードに適しています。

> **警告**
>
> CloudNativePG で PostgreSQL クラスターを展開する前に、使用しているストレージがデータベースワークロードに推奨されていることを確認してください。 fio などのツールを使用してストレージをベンチマークし、パフォーマンスの期待値を明確に設定することをお勧めします

次に、 pgbench を使用したデータベース。

> **注釈**

CloudNativePG は、データの永続性の管理に`StatefulSet`を使用しません。むしろ、PVC を直接管理します。詳細については、 *Custom Pod Controller* を参照してください。

28.1 バックアップ リカバリー

CloudNativePG は、バックアップとリカバリーの両方のボリュームスナップショットをサポートしているため、ストレージソリューションを選択するときに、特に非常に大規模なデータベースを管理する場合、この側面も考慮することをお勧めします。

注釈

サポートされているすべてのサービスのリストについては、Kubernetes ドキュメントを参照してください container storage interface (CSI) drivers

スナップショット機能を提供します。

28.2 CloudNativePG のベンチマーク

データベースを実稼働環境に展開する前に、制御された Kubernetes 環境で CloudNativePG のベンチマークを行うことをお勧めします。*Benchmarking* のガイドラインに従ってください。

手短に言うと、2 つのレベルで動作することをお勧めします。

- シークエンシャル読み取り、シークエンシャル書き込み、ランダム読み取り、ランダム書き込みのスループットなど、データベースワークロードの関連メトリックを使用して、fio を使用して基になるストレージのパフォーマンスを測定する
- PostgreSQL で配布されるデフォルトのベンチマークツール、pgbench を使用してデータベースのパフォーマンスを測定する

注釈

データベースを本番環境に配置する前に、ストレージとデータベースのパフォーマンスの両方を測定する必要があります。これらの結果は、計画段階たとえば、キャパシティプランニングなどにおいてだけでなく、非常に価値があります。また、実稼働ライフサイクル、特にこの種のテストを実行する時間がない緊急事態においても貴重です。データベースは時間の経過とともに変更および進化し、データの分散も同様に、パフォーマンスに影響を与える可能性があります。シークエンシャルな読み取りまたは書き込みの理論的な最大スループットを知ることは、これらの状況において非常に役立ちます。これは、外部ワークロードの影響によって結果が変化しないシェアードナッシングコンテキストに特に当てはまります。

自分のシステムを知り、ベンチマークします。

28.3 保存時の暗号化

CloudNativePG では、保存時の暗号化が可能です。オペレーターは、それを基になるストレージクラスに委任します。この重要なセキュリティ機能の詳細については、ストレージクラスを参照してください。

28.4 Persistent Volume Claim Claim PVC

オペレーターは、PGDATA を保存することを目的に、各 PostgreSQL インスタンスの PVC を作成します。次に、それを各ポッドにマウントします。

さらに、次のクラスターの作成をサポートしています。

- *WAL のボリューム* で説明しているように、PostgreSQL WAL を保存する別の PVC
- *TablespaceState* で説明しているように、PostgreSQL テーブルスペース用に予約された追加の個別ボリューム

CloudNativePG では、単一の PostgreSQL インスタンスに接続されたボリュームは_PVC group_として定義されます。

28.5 ストレージクラスを介した構成

> **注釈**
>
> CloudNativePG は、すべてのストレージクラスと互換的に動作するように設計されました。いつものように、運用に展開する前に、制御された環境でストレージクラスを適切にベンチマークすることをお勧めします。

PostgreSQL クラスのストレージを構成する最も簡単な方法は、次の例のように、特定のサイズのストレージを要求することです。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-storage-class
spec:
  instances: 3
  storage:
    size: 1Gi
```

前の構成を使用すると、生成された PVC はデフォルトのストレージクラスで満たされます。ターゲット Kubernetes クラスターにデフォルトのストレージクラスがない場合、または既知のストレージクラスで PVC を満たす必要がある場合でも、カスタムリソースに設定できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  name: postgresql-storage-class
spec:
  instances: 3
  storage:
    storageClass: standard
    size: 1Gi
```

28.6 PVC テンプレートを介した構成

生成された PVC をさらにカスタマイズするには、次の例のように、カスタムリソース内に PVC テンプレートを提供できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-pvc-template
spec:
  instances: 3

  storage:
    pvcTemplate:
      accessModes:
        - ReadWriteOnce
      resources:
        requests:
          storage: 1Gi
      storageClassName: standard
      volumeMode: Filesystem
```

28.7 WAL のボリューム

デフォルトでは、PostgreSQL はすべてのデータをいわゆる `PGDATA` ディレクトリに保存します。 `PGDATA` 内のコアディレクトリの 1 つが `pg_wal` で、これには、データベースで発生したトランザクション変更のログがセグメントファイルの形式で含まれています。`pg_wal` は、PostgreSQL では歴史的に `pg_xlog` として知られています。

> **注釈**
>
> 通常、各セグメントのサイズは 16MB ですが、*walSegmentSize* オプションを使用してサイズを構成できます。 空のクラスターをブートストラップする `initdb <空のクラスターをブートストラップする *initdb*>` で説明しているように、このオプションはクラスターの初期化時に適用されます。

ほとんどの場合、`PGDATA` が存在するのと同じボリュームに `pg_wal` があっても問題ありません。ただし、WAL を別のボリュームに保存すると、いくつかの利点があります。

- **I/O パフォーマンス** – WAL ファイルを PGDATA とは別のストレージに保存することにより、PostgreSQL は WAL 操作通常はシークエンシャル書き込みとデータファイルテーブルやインデックスなどの並列 I/O を利用でき、したがって、垂直方向を向上させることができますスケーラビリティ。
- **信頼性の向上** – WAL ファイルに専用のディスク領域を予約することにより、PGDATA ボリュームの領域を使い果たしても WAL の書き込みが妨げられることはありません。この動作により、PostgreSQL プライマリが正しくシャットダウンされます。
- **より細かい制御** – PGDATA と pg_wal の両方専用の領域の量を定義でき、 WAL configuration を微調整できます。

とチェックポイント、さらにはコスト最適化のために別のストレージクラスを使用します。

- **I/O モニタリングの向上** – PGDATA と pg_wal の両方で負荷とディスク使用量を常にモニタできます。たとえば、PGDATA のサイズ変更が必要な場合に通知するアラートを設定することもできます。

> **注釈**
>
> Reliability and the Write-Ahead Log を参照

詳細については、PostgreSQL ドキュメントを参照してください。

.spec.walStorage オプションを使用して、WAL の別のボリュームを追加できます。 storage フィールドで説明したものと同じルールに従い、専用の PVC をプロビジョニングします。例

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: separate-pgwal-volume
spec:
  instances: 3
  storage:
    size: 1Gi
  walStorage:
    size: 1Gi
```

> **注釈**
>
> *walStorage* の削除はサポートされていません。 WAL の別のボリュームを追加すると、既存の Postgres クラスターから削除することはできません。

28.8 テーブルスペースのボリューム

CloudNativePG は、宣言的テーブルスペースをサポートしています。それぞれが単一の PostgreSQL テーブルスペース専用の 1 つ以上のボリュームを追加できます。詳細は、*TablespaceState* を参照してください。

28.9 ボリュームの拡張

Kubernetes が expanding PVCs を許可する API を公開

それはデフォルトで有効になっています。ただし、基になる StorageClass でサポートされている必要があります。

特定の StorageClass がボリューム拡張をサポートしているかどうかを確認するには、ストレージクラスの allowVolumeExpansion フィールドを読み取ることができます。

```
$ kubectl get storageclass -o jsonpath={$.allowVolumeExpansion} premium-storage
true
```

28.9.1 ボリューム拡張 Kubernetes 機能の使用

ストレージクラスがボリューム拡張をサポートしている場合、 Cluster のサイズ要件を変更できます。オペレーターはすべての PVC に変更を適用します。

StorageClass が online volume resizing をサポートしている場合、変更はすぐにポッドに適用されます。基になるストレージクラスがそれをサポートしていない場合、ポッドを削除してサイズ変更をトリガーする必要があります。

続行する最良の方法は、一度に 1 つのポッドを削除し、レプリカから始めて、各ポッドがバックアップされるまで待機することです。

28.9.2 ストレージの再作成

ストレージクラスがボリューム拡張をサポートしていない場合でも、別の PVC でクラスターを再生成できます。増加したストレージに新しい PVC を割り当て、データベースをそこに移動します。この操作は、クラスターに複数のノードが含まれる場合にのみ実行可能です。

その際、次の例のように、resizeInUseVolumes フラグを無効にすることにより、オペレーターが既存の PVC を変更しないようにする必要があります。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-pvc-template
spec:
  instances: 3

  storage:
    storageClass: standard
    size: 1Gi
    resizeInUseVolumes: False
```

クラスター全体を別の記憶領域に移動するには、すべての PVC とすべてのポッドを再作成する必要があります。次の例のように、3 つのレプリカを含むクラスターがあるとします。

```
$ kubectl get pods
NAME                READY   STATUS    RESTARTS   AGE
cluster-example-1   1/1     Running   0          2m37s
cluster-example-2   1/1     Running   0          2m22s
cluster-example-3   1/1     Running   0          2m10s
```

別の PVC を使用してクラスターを再作成するには、クラスター定義を編集して `resizeInUseVolumes` を無効にできます。次に、すべてのインスタンスを別の PVC で再作成します。

たとえば、 `cluster-example-3` のストレージを再作成します。

```
$ kubectl delete pvc/cluster-example-3 pod/cluster-example-3
```

注釈

専用の WAL ボリュームを作成した場合、このプロセス中に両方の PVC を削除する必要があります。WAL ボリューム PVC を再生成する場合にも、同じ手順が適用されます。これは、 *.spec.walStorage* セクションの `resizeInUseVolumes` も無効にすることにより実行できます。

たとえば、WAL ストレージ専用の PVC が存在する場合

```
$ kubectl delete pvc/cluster-example-3 pvc/cluster-example-3-wal pod/cluster-example-3
```

それが完了したら、オペレーターは、サイズ変更した PVC を使用して別のレプリカの作成を調整します。

```
$ kubectl get pods
NAME                          READY   STATUS      RESTARTS   AGE
cluster-example-1             1/1     Running     0          5m58s
cluster-example-2             1/1     Running     0          5m43s
cluster-example-3-join-v2     0/1     Completed   0          17s
cluster-example-3             1/1     Running     0          10s
```

28.10 ボリュームの削減

Kubernetes は PVC を縮小するための API を提供しておらず、CloudNativePG の検証 Webhook は、`.spec.storage.size` 、`.spec.walStorage.size` 、または`.spec.tablespaces` のテーブルスペースストレージサイズを削減しようとする試みを拒否します。クラスターのストレージは引き続き削減できますが、以下で説明するように、より小さいボリュームで各インスタンスを再作成する場合にのみです。

警告

CloudNativePG は、自動ボリューム縮小はサポートされていません。これは、誤って実行するとデータの損失につながる可能性がある繊細な操作です。当分の間、これは、以下で説明する監視対象手順を介して手動でのみ達成できます。この手順では、検証 Webhook を一時的に無効にする必要があります。

検証が無効になっている間、オペレーターは、安全でないまたは破壊的なものを含む、通常は拒否される仕様変更を受け入れます。自己の責任で注意して続行し、できるだけ早く検証を再度有効にします。

開始する前に、クラスターの現在のデータ、WAL、およびテーブルスペースデータが新しい小さいサイズに快適に収まることを確認してください。そうしないと、より小さいボリュームで再作成されたインスタンスが再参加に失敗するか、すぐに領域が不足する場合があります。

永続ボリュームのサイズを削減するには

1. `Cluster` に `cnpg.io/validation: disabled` アノテーションを設定して検証 Webhook を無効にし、`.spec.storage.size` および存在する場合は`.spec.walStorage.size` または`.spec.tablespaces` のテーブルスペースストレージサイズを新しい小さい値に設定し、`.spec.instances` を 1 つ増やしてスペアインスタンスを提供しますロールアウト。
2. `cnpg.io/validation` アノテーションを削除または `enabled` に設定して、検証を再度有効にします。新しい小さいサイズがスペックに保存され、この時点からオペレーターが再作成するすべてのインスタンスに適用されます。既存のインスタンスは、現在のボリュームを保持します。それぞれのインスタンスについて、オペレーターは、そのインスタンスが再作成されるまで、情報 `cannot decrease storage requirement` メッセージをログに記録します。これは予想されることであり、無害です。
3. 古いサイズのボリュームがまだあるスタンバイを 1 つ破棄します。オペレーターは、代替インスタンスをプロビジョニングします。インスタンスシリアルはリサイクルされるため、破棄した名前を再利用し、新しい小さいボリュームにプロビジョニングします。

```
kubectl-cnpg destroy CLUSTER INSTANCE
```

4. オペレーターが代替インスタンスを作成し、正常になるまで待ちます。
5. 古いサイズのボリュームがまだある残りのすべてのスタンバイに対して、手順 3 および 4 を繰り返します。
6. 新しく作成したスタンバイのいずれかを昇格させて、古いサイズのボリュームが残っている現在のプライマリがスタンバイに降格されます。

```
kubectl-cnpg promote CLUSTER INSTANCE
```

7. オペレーターが新しい小さなボリュームにその代替をプロビジョニングし、すべてのインスタンスが正常になるまで待機するように、元のプライマリ現在は古いサイズのボリュームを持つスタンバイを破壊します。
8. `.spec.instances` を元の値に減らします。

28.11 永続ボリュームの静的プロビジョニング

CloudNativePG は、動的ボリュームプロビジョニングで動作するように設計されました。この機能により、ストレージクラスと PVC テンプレートを介してユーザーが要求したときに、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できます。**ストレージの再作成** を参照してください。

ただし、場合によっては、Kubernetes 管理者がストレージボリュームを手動で作成し、Kubernetes クラスター内での表現形式に関連する `PersistentVolume` オブジェクトを作成することを優先する場合があります。これは、ボリュームの_pre-provisioning_としても知られています。

> **注釈**
>
> ボリュームの事前プロビジョニングは、オペレーターの高可用性と自己修復機能に影響を与えるため、回避することをお勧めします。これは、CloudNativePG が構築された完全な宣言型モデルを中断します。

CloudNativePG で事前プロビジョニングされたボリュームを使用するには

1. Kubernetes の外部でボリュームを手動で作成します。
2. 実際の CSI ドライバーつまり `volumeHandle` 、`fsType` 、`storageClassName` などに必要な正しいパラメーターを使用して、このボリュームと一致するように `PersistentVolume` オブジェクトを作成します。
3. ストレージセクションごとに、コヒーレントな *pvcTemplate* を使用して Postgres `Cluster` を作成します

このセクションは、Kubernetes が `PersistentVolume` と一致し、CloudNativePG が必要な `PersistentVolumeClaim` を作成できるようにします。

> **警告**
>
> 静的プロビジョニングでは、事前プロビジョニングされたボリュームが存在する Kubernetes によって Postgres ポッドを正しくスケジュールできることを確認するのはあなたの責任です。スケジューリング構成は、クラスターのアフィニティルールにもとづいています。クラスターを展開した後、*Pending* にスタックしているポッドがないかを確認してください。状態が続く場合は、それが発生した理由を調査します。

28.12 ブロックストレージの考慮事項 Ceph/Longhorn

Longhorn や Ceph など、Kubernetes のほとんどのブロックストレージソリューションでは、復元力を強化するためにボリュームの複数のレプリカを持つことをお勧めします。このアプローチは、組み込みの復元力が不足しているワークロードに適しています。

ただし、 CloudNativePG は、**状態の同期** で説明しているように、インスタンスの数とそれらにアタッチされている永続ボリュームを介して、この復元力を Postgres `Cluster` に直接統合します。

その結果、ストレージレベルで追加のレプリカを定義すると、書き込み増幅が発生し、ディスク I/O と領域の使用量が不必要に増加する可能性があります。

CloudNativePG を使用する場合、ブロックストレージレベルのレプリカの数を 1 つに減らしながら、`Cluster` リソース全体のストレージレベルで単一障害点 SPoF が存在しないことを確認することを検討します。これは通常、単一のストレージホスト、そして最終的には物理ディスクが、より広範な_shared-nothing アーキテクチャ_原則に沿って、同じ `Cluster` の異なるインスタンスからのブロックをホストしないことを意味します。

Longhorn では、カスタムストレージクラスを作成するときに厳密なローカルデータの局所性を有効にすることにより、このリスクを軽減できます。厳密なローカルデータの局所性を使用してボリュームを作成するための詳細な手順は、here を参照してください。この設定により、ポッドのデータボリュームがポッド自分自身と同じノードに存在します。

さらに、Postgres `Cluster` には *pod anti-affinity rules* が必要です

オペレーターがさまざまなノードにポッドを展開できるように、Longhorn は対応するホストにデータボリュームを配置できます。必要に応じて、ボリュームレプリカ数を一時的に 2 に設定し、後で減らして、古いレプリカを削除することにより、Longhorn のボリュームを手動で再配置できます。ホストが破損した場合は、*postgresql.cnpg.io/v1*

影響を受けるインスタンス。CloudNativePG は別のホストでインスタンスを再作成し、データを複製します。

Ceph では、これは CRUSH ルールを介して構成できます。CRUSH ルールの構成に関するドキュメントは here で入手できます。これらのルールは、ノードごとにポッドごとに 1 つのボリュームを保証することを目的としています。ボリュームを別のプールにインポートすることにより、再配置することもできます。

第29章　Labels and Annotations

Kubernetes のリソースはフラット構造で編成され、階層情報やそれらの間の関係はありません。ただし、このようなリソースとオブジェクトは、_labels_および_annotations_を介してリンクし、関係を置くことができます。

> **注釈**
>
> 詳細については、 annotations および labels に関する Kubernetes ドキュメントを参照してください。

簡単に言うと

- アノテーションは、外部ツールとの統合を促進することを目的に、追加の非識別情報をリソースに割り当てるために使用されます。
- ラベルは、オブジェクトをグループ化し、Kubernetes ネイティブセレクター機能を介して照会するために使用されます。

CloudNativePG 展開で使用する 1 つ以上のラベルまたはアノテーションを選択できます。次に、クラスターのメタデータでこれらのラベルまたはアノテーションを定義すると、それによって作成されたすべてのリソースポッドを含むすべてに継承されるようにオペレーターを構成する必要があります。

> **注釈**
>
> ラベルとアノテーションの継承は、ポッドテンプレートなどの代替アプローチの代わりに CloudNativePG によって採用された技術です。

29.1 事前定義されたラベル

CloudNativePG は、次の事前定義されたラベルを管理します。

`cnpg.io/backupDate`

ISO 8601 形式 `YYYYMMDD` のバックアップの日付。このラベルは、`VolumeSnapshot` リソースでのみ使用できます。

`cnpg.io/backupName`

バックアップ識別子。このラベルは、`VolumeSnapshot` リソースでのみ使用できます。

`cnpg.io/backupMonth`

バックアップが取られた年/月。このラベルは、`VolumeSnapshot` リソースでのみ使用できます。

cnpg.io/backupTimeline

バックアップが作成されたときのインスタンスのタイムライン。このラベルは、VolumeSnapshot リソースでのみ使用できます。

cnpg.io/backupYear

バックアップが取られた年。このラベルは、VolumeSnapshot リソースでのみ使用できます。

cnpg.io/cluster

クラスターの名前。

cnpg.io/immediateBackup

バックアップが immediate が true に設定されている ScheduledBackup オブジェクトから作成された最初のバックアップである場合、 Backup リソースに適用されます。

cnpg.io/instanceName

PostgreSQL インスタンスの名前古い非推奨の postgresql ラベルを置き換えます。

cnpg.io/jobRole

ジョブのロールつまり import 、 initdb 、 join , …

cnpg.io/majorVersion

バックアップのデータディレクトリの整数 PostgreSQL メジャーバージョンたとえば 17 。このラベルは、VolumeSnapshot リソースでのみ使用できます。

cnpg.io/onlineBackup

バックアップがオンラインであるかホットか、Postgres がダウンしているときに取得されたコールドかどうか。このラベルは、VolumeSnapshot リソースでのみ使用できます。

cnpg.io/podRole

プーラー展開専用のポッドとデータベースインスタンスに使用されるポッドを区別します。

cnpg.io/poolerName

PgBouncer プーラーの名前。

cnpg.io/pvcRole

PG_DATA や PG_WAL などの PVC の目的。

cnpg.io/reload

ConfigMap および Secret リソースで使用できます。 true に設定されている場合、リソースの変更はオペレーターによって自動的にリロードされます。

cnpg.io/userType

Secret 、superuser Postgres スーパーユーザーアクセスまたは app CloudNativePG 用語でアプリケーションレベルのユーザーのいずれかに関連付けられている PostgreSQL ユーザーのタイプを指定し、CloudNativePG によって作成されたデフォルトユーザー通常は postgres および app に制限されます。

role - 非推奨 **

ポッドで実行されているインスタンスのロール primary 、replica 、または unhealthy 。 unhealthy 値は一時的なものです。オペレーターは、フェイルオーバーまたはスイッチオーバー中に古いプライマリでこれを設定し、移行が完了すると自動的にクリアされます。このラベルは非推奨です。代わりに cnpg.io/instanceRole を使用する必要があります。

cnpg.io/scheduled-backup

使用可能な場合、特定の Backup オブジェクトを作成した ScheduledBackup リソースの名前。

cnpg.io/instanceRole

ポッドで実行されているインスタンスのロール primary 、replica 、または unhealthy 。 unhealthy 値は一時的なものです。オペレーターは、フェイルオーバーまたはスイッチオーバー中に古いプライマリでこれを設定し、移行が完了すると自動的にクリアされます。

app.kubernetes.io/managed-by

マネージャーの名前。常に cloudnative-pg になります。すべての CloudNativePG 管理対象リソースで利用できます。

app.kubernetes.io/name

アプリケーションの名前。常に postgresql になります。ポッド、ジョブ、展開、サービス、持続的ボリュームクレーム、ボリュームスナップショット、podDisruptionBudgets、podMonitors で使用できます。

app.kubernetes.io/component

コンポーネントの名前 database 、pooler 、…。ポッド、ジョブ、展開、サービス、持続的ボリュームクレーム、ボリュームスナップショット、podDisruptionBudgets、podMonitors で使用できます。

app.kubernetes.io/instance

所有する Cluster リソースの名前。ポッド、ジョブ、展開、サービス、volumeSnapshot、podDisruptionBudget、podMonitor で使用できます。

app.kubernetes.io/version

PostgreSQL のメジャーバージョン。ポッド、ジョブ、サービス、volumeSnapshot、podDisruptionBudget、podMonitor で使用できます。

29.2 事前定義されたアノテーション

CloudNativePG は、次の事前定義されたアノテーションを管理します。

container.apparmor.security.beta.kubernetes.io/*

名前付けたコンテナに適用する AppArmor プロファイルの名前。*AppArmor を使用してポッドアクセスを制限する* を参照

詳細については。

cnpg.io/backupEndTime

バックアップが終了した時刻。このアノテーションは、VolumeSnapshot リソースでのみ使用できます。

cnpg.io/backupEndWAL

バックアップ終了後の WAL。このアノテーションは、VolumeSnapshot リソースでのみ使用できます。

cnpg.io/backupStartTime

バックアップが開始された時刻。

cnpg.io/backupStartWAL

バックアップの開始時の WAL。このアノテーションは、VolumeSnapshot リソースでのみ使用できます。

cnpg.io/coredumpFilter

ビットマスクで表現される Postgres プロセスのコアダンプを制御するフィルター。デフォルトでは、ダンプから共有メモリセグメントを除外するように 0x31 に設定されます。 *PostgreSQL* **コアダンプ** を参照

詳細については、

cnpg.io/clusterManifest

このリソース PVC などを所有する Cluster のマニフェスト。このラベルは、古い非推奨の cnpg.io/hibernateClusterManifest ラベルを置き換えます。

cnpg.io/fencedInstances

JSON 形式で表現される、フェンスする必要があるインスタンスのリスト。リストに* 要素が含まれる場合、クラスター全体がフェンスされます。

cnpg.io/forceLegacyBackup

テスト目的のみで Cluster リソースに適用され、 --name オプションが使用できなかったバージョン 3.4 2023 年 1 月より前の barman-cloud-backup の動作をシミュレートします。

cnpg.io/hash

リソースのハッシュ値。

cnpg.io/hibernation

Cluster リソースに適用されて、*declarative hibernation feature* を制御します。使用できる値は on および off です。

cnpg.io/managedSecrets

オペレーターが管理するシークレットをプルし、各 Postgres クラスターの ServiceAccount リソースに自動的に設定します。

cnpg.io/nodeSerial

ポッドリソースで、Postgres クラスター内のインスタンスのシリアル番号を識別します。

cnpg.io/operatorVersion

オペレーターのバージョン。

cnpg.io/passwordPassthrough

オペレータースーパーユーザー、アプリケーションユーザー、または管理対象ロールパスワードシークレットが使用するベーシック認証 Secret で enabled に設定されている場合、オペレーターは SCRAM-SHA-256 エンコードの代わりに CREATE/ALTER ROLE ステートメントでパスワード値を逐語転送しますオペレーター

側。PostgreSQL は、独自の password_encryption 設定に従って値をエンコードします。 **オペレーターサイドのエンコーディングのオプトアウト** を参照してください。

cnpg.io/pgControldata

pg_controldata コマンドの出力。このアノテーションは、古い非推奨の cnpg.io/hibernatePgControlData アノテーションを置き換えます。

cnpg.io/podEnvHash

cnpg.io/podSpec アノテーションにもポッド環境が含まれるようになったため、非推奨。

cnpg.io/podPatch

アノテーションは Cluster リソースに適用できます。

JSON パッチ形式のパッチに設定されている場合、パッチはインスタンスポッドに適用されます。パッチは、セキュリティ依存のフィールドを含む、Pod 仕様の任意のフィールドを変更する可能性があります。演算子は、パッチが構文的に正しく、適用可能であることのみを検証します。

ポッドの仕様に影響を与えるすべてのクラスターフィールドと同様に、セキュリティ制約の適用は Kubernetes アドミッションコントロールチェーンに委任されます。**信頼モデルとセキュリティ境界** を参照してください。

詳細については、セクションを参照してください。

警告この機能は、オペレーターの予想と Kubernetes の動作間の不一致を導入する可能性があります。最後の手段としてのみ使用してください。

重要このアノテーションを追加または変更しても、生成されたポッドのローリング展開はトリガーされません。後者は、kubectl cnpg restart を使用してユーザーが手動でトリガーできます。

cnpg.io/podSpec

オペレーターによって生成されたポッドの spec のスナップショット。このアノテーションは、古い非推奨の cnpg.io/podEnvHash アノテーションを置き換えます。

cnpg.io/poolerSpecHash

プーラーリソースのハッシュ。

cnpg.io/pvcStatus

PVC の現在のステータス initializing 、 ready 、 または detached 。

cnpg.io/reconcilePodSpec

アノテーションを Cluster または Pooler に適用して、再起動を防止できます。

Cluster で disabled に設定されている場合、オペレーターは PodSpec の変更によるインスタンスが再起動しないようにします。これには、次の変更が含まれます。

- トポロジまたはアフィニティ - スケジューラー - ボリュームまたはコンテナ

Pooler で disabled に設定されている場合、オペレーターは spec.instances への変更を除き、展開仕様の変更を制限します。

cnpg.io/reconciliationLoop

Cluster で disabled に設定されている場合、オペレーターは調整ループの実行を防止します。

cnpg.io/reloadedAt

最新のクラスター reload 時間が含まれています。 reload は、プラグインを介してユーザーによってトリガーされます。

cnpg.io/skipEmptyWalArchiveCheck

Cluster リソースで enabled に設定されている場合、オペレーターは、データを書き込む前に WAL アーカイブが空であることを確認するチェックを無効にします。自分の責任で使用してください。

cnpg.io/skipWalArchiving

Cluster リソースで enabled に設定されている場合、オペレーターは WAL アーカイブを無効にします。これにより、archive_mode が off に設定され、すべての PostgreSQL インスタンスの再起動が必要です。自分の責任で使用してください。

cnpg.io/snapshotStartTime

スナップショットが開始された時刻。

cnpg.io/snapshotEndTime

スナップショットが使用する準備ができているとマークされた時間。

cnpg.io/validation

CloudNativePG 管理のカスタムリソースで disabled に設定されている場合、検証 Webhook は制限なしですべての変更を許可します。

**警告検証を無効にすると、安全でないまたは破壊的な操作が許可される場合があります。この設定は、自己の責任で注意して使用してください。

cnpg.io/volumeSnapshotDeadline

Backup および ScheduledBackup リソースに適用され、ボリュームのスナップショットのバックアップが失敗したと見なす前に、オペレーターが回復可能なエラーを再試行する時間を制御できます。分単位、デフォルト 10

kubectl.kubernetes.io/restartedAt

利用可能な場合、最後に Postgres クラスターの再起動が要求された時間。

alpha.cnpg.io/unrecoverable

PostgreSQL インスタンスを実行している Pod に適用される実験的なアノテーション。 Pod およびそれに関連するすべての PVC を削除するようにオペレーターに指示します。インスタンスは、構成された参加戦略に従って再作成されます。このアノテーションは、現在のプライマリでも指定されたターゲットプライマリでもないインスタンスでのみ使用できます。

29.3 前提条件

デフォルトでは、クラスターのメタデータで定義されたラベルまたはアノテーションは、関連付けられたリソースに継承されません。ラベル/アノテーションの継承を有効にするには、*Operator configuration* で提供されている手順に従ってください。

以下はその例の続きであり、次のことに制限します。

- アノテーション `categories`
- ラベル `app` 、`environment` 、および `workload`

> **注釈**
>
> 注釈とラベルの両方に、コンテキストに最も適した名前を自由に選択してください。名前付けにワイルドカードを使用し、すべてのラベルに `mycompany/*` を使用したり、*mycompany/* で始まるアノテーションを継承するように設定したりするなどの戦略を採用することもできます。

29.4 クラスターのメタデータの定義

クラスターを定義するときに、リソースがデプロイされる前に、次のようにメタデータを設定できます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
  annotations:
    categories: database
  labels:
    environment: production
    workload: database
    app: sso
spec:
  # ... <snip>
```

クラスターが展開されると、たとえば、ポッドにラベルが正しく設定されたことを確認できます。

```
kubectl get pods --show-labels
```

29.5 現在の制限

現在、CloudNativePG は、ラベルまたはアノテーションの削除を自動的に伝播しません。したがって、以前に基になるポッドに伝播されたクラスターからアノテーションまたはラベルが削除される場合、オペレーターは、関連するリソースでそれを削除しません。

第30章　Monitoring

> **注釈**
>
> Prometheus と Grafana のインストールは、このプロジェクトの範囲を超えています。これらはシステムに正しくインストールされていることを前提としています。ただし、実験のために、 *Part 4 of the Quickstart* で指示を提供します。

30.1 モニタリングインスタンス

PostgreSQL インスタンスごとに、オペレーターは、HTTP または HTTPS、ポート 9187 で `metrics` という名前の Prometheus のメトリックのエクスポーターを提供します。オペレーターには、**事前定義されたメトリックセット** に加えて、1 つ以上の `ConfigMap` または `Secret` リソースを介して追加クエリを定義するための高度な構成およびカスタマイズ可能なシステムが付属しています詳細については、以下の **ユーザー定義メトリック** を参照してください。

> **注釈**
>
> CloudNativePG は、デフォルトで、 **メトリックのデフォルトセット** のセットをインストールします

`cnpg-default-monitoring` という名前の `ConfigMap` で。

> **注釈**
>
> **エクスポートされたメトリックを検査する方法** の指示に従って、エクスポートされたメトリックを検査できます。

以下のセクション。

PostgreSQL で実行されるすべての監視クエリは次のとおりです。

- アトミック クエリごとに 1 つの読み取り専用トランザクション
- `cnpg_metrics_exporter` ロール `pg_monitor` のメンバーとして実行
- `application_name` を `cnpg_metrics_exporter` に設定して実行

接続は、ポッドローカルの UNIX ソケットでのピア認証を使用します。`session_user` は決してスーパーユーザーではないため、モニタリングセッションは `RESET ROLE` または `RESET SESSION AUTHORIZATION` を介してエスカレートできません。`pg_monitor` およびカスタムクエリーに必要なテーブルレベルの付与

を超えて、cnpg_metrics_exporter に追加の特権またはロールメンバーシップを付与しないでください。追加のメンバーシップは、継承を介してスクレイプセッションにフローし、このプロパティを弱めます。

PostgreSQL の「事前定義されたロール」セクションを参照してください documentation

pg_monitor ロールの詳細は、

デフォルトでは、クエリーは、次のロジックに従って、Cluster リソースの指定された bootstrap メソッドで定義された_main Database_に対して実行されます。

- using initdb クエリーはデフォルトで initdb.database または app で指定されたデータベースに対して実行されます指定しない場合
- using recovery クエリーはデフォルトで recovery.database または postgres で指定されたデータベースに対して実行されます指定しない場合
- using pg_basebackup クエリーはデフォルトで pg_basebackup.database または postgres で指定されたデータベースに対して実行されます指定しない場合

target_databases オプションで 1 つ以上のデータベースのリストを指定することにより、特定のユーザー定義メトリックのデフォルトデータベースを常にオーバーライドできます。

> **注釈**
>
> CloudNativePG と Prometheus および Grafana の統合を評価することに興味がある場合は、 *Part 4 of the quickstart* で簡単なセットアップガイドを見つけることができます。

30.1.1 出力キャッシュ

デフォルトでは、モニタリングクエリの出力は 30 秒間キャッシュされます。これは、リソース効率を向上させ、プロメテウスエンドポイントがスクレイピングされるたびに PostgreSQL が監視クエリを実行しないようにするために行われます。

キャッシュ自分自身は、 cache_hits 、cache_misses 、および last_update_timestamp メトリックで観察できます。

cluster.spec.monitoring.metricsQueriesTTL をゼロに設定するとキャッシュが無効になり、その場合、メトリックはすべてのメトリックエンドポイントスクレイピングで実行されます。

30.1.2 Prometheus オペレーターを使用したモニタリング

Prometheus Operator's を使用して、特定の PostgreSQL クラスターをモニタできます。

PodMonitor 。

推奨されるアプローチは、CloudNativePG クラスターごとに PodMonitor を手動で作成および管理することです。この方法では、監視構成とライフサイクルを完全に制御できます。

30.1.3 PodMonitor の作成

クラスターをモニタするには、次のように PodMonitor リソースを定義します。 PodMonitor リソースを検索するように Prometheus Operator が構成されている名前空間に必ずデプロイしてください。

```
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  selector:
    matchLabels:
      cnpg.io/cluster: cluster-example
  podMetricsEndpoints:
    - port: metrics
```

注釈

PostgreSQL クラスターが実行されています。 - *spec.selector.matchLabels cnpg.io/cluster: <cluster-name>* ラベルを使用して、PostgreSQL インスタンスを正しくターゲットとする必要があります。

30.1.4 PodMonitor 自動作成の非推奨

警告

Cluster リソースの `.spec.monitoring.enablePodMonitor` フィールドは非推奨であり、オペレーターの将来のバージョンでは削除される予定です。

現在この機能を使用している場合、 `.spec.monitoring.enablePodMonitor` を削除または `false` に設定し、上記のようにクラスターの PodMonitor リソースを手動で作成することを強くお勧めします。この変更により、監視構成の完全な所有権が保証され、オペレーターによって管理または上書きされるのを防ぎます。

30.1.5 メトリックポートで TLS を有効にする

メトリックポートで TLS 通信を有効にするには、`.spec.monitoring.tls.enabled` 設定を `true` に構成します。この設定により、メトリックエクスポーターは、PostgreSQL が使用するものと同じサーバー証明書を使用して、ポート 5432 での通信を安全にします。

注釈

.spec.monitoring.tls.enabled 設定を変更すると、クラスターのローリング再起動がトリガーされます。

PodMonitor がオペレーター`.spec.monitoring.enablePodMonitor` を `true` に設定して管理されている場合、TLS を介してメトリックにアクセスするために必要な構成が自動的に含まれます。

TLS 経由でメトリックを読み取るのに適した PodMonitor を手動で展開するには、次のように定義し、必要に応じて調整します。

```yaml
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  selector:
    matchLabels:
      "cnpg.io/cluster": cluster-example
  podMetricsEndpoints:
    - port: metrics
      scheme: https
      tlsConfig:
        ca:
          secret:
            name: cluster-example-ca
            key: ca.crt
        serverName: cluster-example-rw
```

注釈

一意の名前、および正しいクラスターの名前空間とラベルたとえば *cluster-example* などを使用して上記の例を変更していることを確認します。

注釈

メトリックエンドポイントの`serverName` フィールドは、サーバー証明書で定義された名前のいずれかと一致する必要があります。デフォルトの証明書が使用されている場合、*serverName* 値は`<cluster-name>-rw` 形式である必要があります。

30.1.6 事前定義されたメトリックセット

すべての PostgreSQL インスタンスエクスポーターは、事前定義されたメトリックのセットを自動的に公開します。これらは 2 つの主要カテゴリに分類できます。

- cnpg_collector_* で始まる PostgreSQL 関連メトリックインスタンスを収容する個別のノードの数 s
- 最後に失敗したバックアップと最後に使用可能なバックアップを示すタイムスタンプ、および cluster
- フラグ レプリカクラスターモードが有効または無効かを示します
- フラグ手動スイッチオーバーが必要かどうかを示す b_tran_12 フェンシングが有効かどうかを示す b_tran_12 フラグ有効または無効

- go_* で始まる Go ランタイム関連のメトリック

以下は、インスタンスの localhost:9187/metrics エンドポイントによって返されるメトリックのサンプルです。ご覧のとおり、Prometheus フォーマットは自己文書です。

```
# HELP cnpg_collector_collection_duration_seconds Collection time duration in seconds

# TYPE cnpg_collector_collection_duration_seconds gauge

cnpg_collector_collection_duration_seconds{collector="Collect.up"} 0.0031393

# HELP cnpg_collector_collections_total Total number of times PostgreSQL was␣
↪accessed for metrics.

# TYPE cnpg_collector_collections_total counter

cnpg_collector_collections_total 2

# HELP cnpg_collector_fencing_on 1 if the instance is fenced, 0 otherwise

# TYPE cnpg_collector_fencing_on gauge

cnpg_collector_fencing_on 0

# HELP cnpg_collector_nodes_used NodesUsed represents the count of distinct nodes␣
↪accommodating the instances. A value of -1 suggests that the metric is not␣
↪available. A value of 1 suggests that all instances are hosted on a single node,␣
↪implying the absence of High Availability (HA). Ideally this value should match the␣
↪number of instances in the cluster.

# TYPE cnpg_collector_nodes_used gauge

cnpg_collector_nodes_used 3

# HELP cnpg_collector_last_collection_error 1 if the last collection ended with␣
↪error, 0 otherwise.

# TYPE cnpg_collector_last_collection_error gauge

cnpg_collector_last_collection_error 0

# HELP cnpg_collector_manual_switchover_required 1 if a manual switchover is␣
↪required, 0 otherwise

# TYPE cnpg_collector_manual_switchover_required gauge

cnpg_collector_manual_switchover_required 0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# HELP cnpg_collector_pg_wal Total size in bytes of WAL segments in the /var/lib/
↪postgresql/data/pgdata/pg_wal directory  computed as (wal_segment_size * count)

# TYPE cnpg_collector_pg_wal gauge

cnpg_collector_pg_wal{value="count"} 9
cnpg_collector_pg_wal{value="slots_max"} NaN
cnpg_collector_pg_wal{value="keep"} 32
cnpg_collector_pg_wal{value="max"} 64
cnpg_collector_pg_wal{value="min"} 5
cnpg_collector_pg_wal{value="size"} 1.50994944e+08
cnpg_collector_pg_wal{value="volume_max"} 128
cnpg_collector_pg_wal{value="volume_size"} 2.147483648e+09

# HELP cnpg_collector_pg_wal_archive_status Number of WAL segments in the /var/lib/
↪postgresql/data/pgdata/pg_wal/archive_status directory (ready, done)

# TYPE cnpg_collector_pg_wal_archive_status gauge

cnpg_collector_pg_wal_archive_status{value="done"} 6
cnpg_collector_pg_wal_archive_status{value="ready"} 0

# HELP cnpg_collector_replica_mode 1 if the cluster is in replica mode, 0 otherwise

# TYPE cnpg_collector_replica_mode gauge

cnpg_collector_replica_mode 0

# HELP cnpg_collector_sync_replicas Number of requested synchronous replicas␣
↪(synchronous_standby_names)

# TYPE cnpg_collector_sync_replicas gauge

cnpg_collector_sync_replicas{value="expected"} 0
cnpg_collector_sync_replicas{value="max"} 0
cnpg_collector_sync_replicas{value="min"} 0
cnpg_collector_sync_replicas{value="observed"} 0

# HELP cnpg_collector_up 1 if PostgreSQL is up, 0 otherwise.

# TYPE cnpg_collector_up gauge

cnpg_collector_up{cluster="cluster-example"} 1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  HELP cnpg_collector_postgres_version Postgres version

#  TYPE cnpg_collector_postgres_version gauge

cnpg_collector_postgres_version{cluster="cluster-example",full="18.4"} 18.4

#  HELP cnpg_collector_last_failed_backup_timestamp The last failed backup as a unix␣
↪timestamp (Deprecated)

#  TYPE cnpg_collector_last_failed_backup_timestamp gauge

cnpg_collector_last_failed_backup_timestamp 0

#  HELP cnpg_collector_last_available_backup_timestamp The last available backup as a␣
↪unix timestamp (Deprecated)

#  TYPE cnpg_collector_last_available_backup_timestamp gauge

cnpg_collector_last_available_backup_timestamp 1.63238406e+09

#  HELP cnpg_collector_first_recoverability_point The first point of recoverability␣
↪for the cluster as a unix timestamp (Deprecated)

#  TYPE cnpg_collector_first_recoverability_point gauge

cnpg_collector_first_recoverability_point 1.63238406e+09

#  HELP cnpg_collector_lo_pages Estimated number of pages in the pg_largeobject table

#  TYPE cnpg_collector_lo_pages gauge

cnpg_collector_lo_pages{datname="app"} 0
cnpg_collector_lo_pages{datname="postgres"} 78

#  HELP cnpg_collector_wal_buffers_full Number of times WAL data was written to disk␣
↪because WAL buffers became full. Only available on PG 14+

#  TYPE cnpg_collector_wal_buffers_full gauge

cnpg_collector_wal_buffers_full{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 6472

#  HELP cnpg_collector_wal_bytes Total amount of WAL generated in bytes. Only␣
↪available on PG 14+

#  TYPE cnpg_collector_wal_bytes gauge
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
cnpg_collector_wal_bytes{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 1.0035147e+07

#  HELP cnpg_collector_wal_fpi Total number of WAL full page images generated. Only␣
↪available on PG 14+

#  TYPE cnpg_collector_wal_fpi gauge

cnpg_collector_wal_fpi{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 1474

#  HELP cnpg_collector_wal_records Total number of WAL records generated. Only␣
↪available on PG 14+

#  TYPE cnpg_collector_wal_records gauge

cnpg_collector_wal_records{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 26178

#  HELP cnpg_collector_wal_sync Number of times WAL files were synced to disk via␣
↪issue_xlog_fsync request (if fsync is on and wal_sync_method is either fdatasync,␣
↪fsync or fsync_writethrough, otherwise zero). Only available on PG 14+

#  TYPE cnpg_collector_wal_sync gauge

cnpg_collector_wal_sync{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 37

#  HELP cnpg_collector_wal_sync_time Total amount of time spent syncing WAL files to␣
↪disk via issue_xlog_fsync request, in milliseconds (if track_wal_io_timing is␣
↪enabled, fsync is on, and wal_sync_method is either fdatasync, fsync or fsync_
↪writethrough, otherwise zero). Only available on PG 14+

#  TYPE cnpg_collector_wal_sync_time gauge

cnpg_collector_wal_sync_time{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 0

#  HELP cnpg_collector_wal_write Number of times WAL buffers were written out to disk␣
↪via XLogWrite request. Only available on PG 14+

#  TYPE cnpg_collector_wal_write gauge

cnpg_collector_wal_write{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 7243

#  HELP cnpg_collector_wal_write_time Total amount of time spent writing WAL buffers␣
↪to disk via XLogWrite request, in milliseconds (if track_wal_io_timing is enabled,␣
↪otherwise zero). This includes the sync time when wal_sync_method is either open_
↪datasync or open_sync. Only available on PG 14+
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  TYPE cnpg_collector_wal_write_time gauge

cnpg_collector_wal_write_time{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 0

#  HELP cnpg_last_error 1 if the last collection ended with error, 0 otherwise.

#  TYPE cnpg_last_error gauge

cnpg_last_error 0

#  HELP go_gc_duration_seconds A summary of the pause duration of garbage collection␣
↪cycles.

#  TYPE go_gc_duration_seconds summary

go_gc_duration_seconds{quantile="0"} 5.01e-05
go_gc_duration_seconds{quantile="0.25"} 7.27e-05
go_gc_duration_seconds{quantile="0.5"} 0.0001748
go_gc_duration_seconds{quantile="0.75"} 0.0002959
go_gc_duration_seconds{quantile="1"} 0.0012776
go_gc_duration_seconds_sum 0.0035741
go_gc_duration_seconds_count 13

#  HELP go_goroutines Number of goroutines that currently exist.

#  TYPE go_goroutines gauge

go_goroutines 25

#  HELP go_info Information about the Go environment.

#  TYPE go_info gauge

go_info{version="go1.20.5"} 1

#  HELP go_memstats_alloc_bytes Number of bytes allocated and still in use.

#  TYPE go_memstats_alloc_bytes gauge

go_memstats_alloc_bytes 4.493744e+06

#  HELP go_memstats_alloc_bytes_total Total number of bytes allocated, even if freed.

#  TYPE go_memstats_alloc_bytes_total counter
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
go_memstats_alloc_bytes_total 2.1698216e+07

#  HELP go_memstats_buck_hash_sys_bytes Number of bytes used by the profiling bucket␣
↪hash table.

#  TYPE go_memstats_buck_hash_sys_bytes gauge

go_memstats_buck_hash_sys_bytes 1.456234e+06

#  HELP go_memstats_frees_total Total number of frees.

#  TYPE go_memstats_frees_total counter

go_memstats_frees_total 172118

#  HELP go_memstats_gc_cpu_fraction The fraction of this programs available CPU time␣
↪used by the GC since the program started.

#  TYPE go_memstats_gc_cpu_fraction gauge

go_memstats_gc_cpu_fraction 1.0749468700447189e-05

#  HELP go_memstats_gc_sys_bytes Number of bytes used for garbage collection system␣
↪metadata.

#  TYPE go_memstats_gc_sys_bytes gauge

go_memstats_gc_sys_bytes 5.530048e+06

#  HELP go_memstats_heap_alloc_bytes Number of heap bytes allocated and still in use.

#  TYPE go_memstats_heap_alloc_bytes gauge

go_memstats_heap_alloc_bytes 4.493744e+06

#  HELP go_memstats_heap_idle_bytes Number of heap bytes waiting to be used.

#  TYPE go_memstats_heap_idle_bytes gauge

go_memstats_heap_idle_bytes 5.8236928e+07

#  HELP go_memstats_heap_inuse_bytes Number of heap bytes that are in use.

#  TYPE go_memstats_heap_inuse_bytes gauge
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
go_memstats_heap_inuse_bytes 7.528448e+06

#  HELP go_memstats_heap_objects Number of allocated objects.

#  TYPE go_memstats_heap_objects gauge

go_memstats_heap_objects 26306

#  HELP go_memstats_heap_released_bytes Number of heap bytes released to OS.

#  TYPE go_memstats_heap_released_bytes gauge

go_memstats_heap_released_bytes 5.7401344e+07

#  HELP go_memstats_heap_sys_bytes Number of heap bytes obtained from system.

#  TYPE go_memstats_heap_sys_bytes gauge

go_memstats_heap_sys_bytes 6.5765376e+07

#  HELP go_memstats_last_gc_time_seconds Number of seconds since 1970 of last garbage␣
↪collection.

#  TYPE go_memstats_last_gc_time_seconds gauge

go_memstats_last_gc_time_seconds 1.6311727586032727e+09

#  HELP go_memstats_lookups_total Total number of pointer lookups.

#  TYPE go_memstats_lookups_total counter

go_memstats_lookups_total 0

#  HELP go_memstats_mallocs_total Total number of mallocs.

#  TYPE go_memstats_mallocs_total counter

go_memstats_mallocs_total 198424

#  HELP go_memstats_mcache_inuse_bytes Number of bytes in use by mcache structures.

#  TYPE go_memstats_mcache_inuse_bytes gauge

go_memstats_mcache_inuse_bytes 14400
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# HELP go_memstats_mcache_sys_bytes Number of bytes used for mcache structures␣
↪obtained from system.

# TYPE go_memstats_mcache_sys_bytes gauge

go_memstats_mcache_sys_bytes 16384

# HELP go_memstats_mspan_inuse_bytes Number of bytes in use by mspan structures.

# TYPE go_memstats_mspan_inuse_bytes gauge

go_memstats_mspan_inuse_bytes 191896

# HELP go_memstats_mspan_sys_bytes Number of bytes used for mspan structures␣
↪obtained from system.

# TYPE go_memstats_mspan_sys_bytes gauge

go_memstats_mspan_sys_bytes 212992

# HELP go_memstats_next_gc_bytes Number of heap bytes when next garbage collection␣
↪will take place.

# TYPE go_memstats_next_gc_bytes gauge

go_memstats_next_gc_bytes 8.689632e+06

# HELP go_memstats_other_sys_bytes Number of bytes used for other system allocations.

# TYPE go_memstats_other_sys_bytes gauge

go_memstats_other_sys_bytes 2.566622e+06

# HELP go_memstats_stack_inuse_bytes Number of bytes in use by the stack allocator.

# TYPE go_memstats_stack_inuse_bytes gauge

go_memstats_stack_inuse_bytes 1.343488e+06

# HELP go_memstats_stack_sys_bytes Number of bytes obtained from system for stack␣
↪allocator.

# TYPE go_memstats_stack_sys_bytes gauge
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
go_memstats_stack_sys_bytes 1.343488e+06

#  HELP go_memstats_sys_bytes Number of bytes obtained from system.

#  TYPE go_memstats_sys_bytes gauge

go_memstats_sys_bytes 7.6891144e+07

#  HELP go_threads Number of OS threads created.

#  TYPE go_threads gauge

go_threads 18
```

注釈

cnpg_collector_postgres_version は、PostgreSQL の `Major.Minor` バージョンを含む GaugeVec メトリックです。フルセマンティックバージョン `Major.Minor.Patch` は、*full* という名前のラベルフィールドの 1 つ内にあります。

警告

メトリック `cnpg_collector_last_failed_backup_timestamp` 、*cnpg_collector_last_available_backup_timestamp* 、および `cnpg_collector_first_recoverability_point` は、バージョン 1.26 から非推奨になりました。これらのメトリックは、インコア Barman Cloud 非推奨やボリュームスナップショットなどのネイティブバックアップソリューションで引き続き機能します。これらの場合、オブジェクトストアへの最初のバックアップが完了するまで、 *cnpg_collector_first_recoverability_point* および `cnpg_collector_last_available_backup_timestamp` はゼロのままであることに注意してください。これは WAL アーカイブとは別です。

30.1.7 ユーザー定義メトリック

この機能は現在_beta_状態にあり、フォーマットは queries.yaml file (release 0.12)

PostgreSQL Prometheus Exporter の。

カスタムメトリックは、次の例のように、`.spec.monitoring.customQueriesConfigMap` または `customQueriesSecret` セクションの下の `Cluster` 定義で作成した `Configmap` /`Secret` を参照することにより、ユーザーが定義できます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  namespace: test
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi

  monitoring:
    customQueriesConfigMap:
      - name: example-monitoring
        key: custom-queries
```

customQueriesConfigMap/customQueriesSecret セクションには、カスタムクエリーが定義されているキーを指定する ConfigMap/Secret 参照のリストが含まれています。参照されるリソースは、**クラスター**リソースと同じ名前空間に作成する必要があることに注意してください。

> **注釈**
>
> ConfigMap と Secrets をインスタンスによって**自動的に**リロードしたい場合は、キー `cnpg.io/reload` を持つラベルをそれに追加できます。それ以外の場合、 *kubectl cnpg reload* サブコマンドを使用してインスタンスをリロードする必要があります。

> **注釈**
>
> ユーザー定義メトリックが既存のメトリックを上書きすると、インスタンスマネージャーは json 警告ログを出力します。これには、メッセージ `Query with the same name already found. Overwriting the existing one.` と上書きされたクエリー名を含むキー `queryName` が含まれます。

30.1.8 カスタムクエリーの特権と安全性

> **警告**
>
> カスタムクエリーは、*pg_monitor* を継承する `cnpg_metrics_exporter` ロールとして実行されます。*pg_monitor* のスコープ内のクエリーカタログ読み取り、*pg_stat_** ビュー、構成パラメーターは、変更せずに動作します。ユーザー所有テーブルまたはスーパーユーザー専用カタログ `pg_authid` 、*pg_subscription* などを読み取るクエリーには、明示的な付与が必要です。テーブルの読み取りには、そのスキーマでの USAGE も必要です。

```
GRANT USAGE ON SCHEMA myschema TO cnpg_metrics_exporter;
GRANT SELECT ON TABLE myschema.mytable TO cnpg_metrics_exporter;
```

target_databases のすべてのデータベースは、cnpg_metrics_exporter ～CONNECT を許可する必要が

あります。データベースの PUBLIC から CONNECT を取り消したクラスターでは、そのロールに明示的に付与します。

```
GRANT CONNECT ON DATABASE domainapp TO cnpg_metrics_exporter;
```

" *" ワイルドカードよりも、信頼できるデータベースたとえば target_databases: ["domainapp"] の明示的なリストを優先します。ワイルドカードは、ロールが接続できるすべてのデータベースをスクレイピングし、残りをサイレントにスキップするため、明示的なリストにより、不足している付与に気づきやすくなります。"* " は、クエリーがクラスター全体でデータベースごとのメトリックを収集することを目的としている場合にのみ使用します。

カタログ参照 pg_catalog.now() 、pg_catalog.current_database() をスキーマ修飾して、ユーザー所有オブジェクトによる search_path シャドウイングを防ぎます。

カスタムモニタリングクエリーは、データベースまたはロールに search_path が構成されているかどうかに関係なく、search_path が pg_catalog, public, pg_temp に固定されているトランザクション内で実行されます。したがって、他のユーザー定義スキーマのオブジェクトへの非修飾参照は、解決に失敗します。クエリーが search_path に依存しないように、それらをスキーマ修飾たとえば myschema.mytable 。

30.1.9 ユーザー定義メトリックの例

ここでは、上記の Cluster の例で参照される、単一のカスタムクエリーを含む ConfigMap の例を示します。

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: example-monitoring
  namespace: test
  labels:
    cnpg.io/reload: ""
data:
  custom-queries: |
    pg_replication:
      query: "SELECT CASE WHEN NOT pg_catalog.pg_is_in_recovery()
              THEN 0
              ELSE GREATEST (0,
                EXTRACT(EPOCH FROM (pg_catalog.now() OPERATOR(pg_catalog.-) pg_
↪catalog.pg_last_xact_replay_timestamp())))
              END AS lag,
              pg_catalog.pg_is_in_recovery() AS in_recovery,
              EXISTS (TABLE pg_catalog.pg_stat_wal_receiver) AS is_wal_receiver_up,
              (SELECT pg_catalog.count(*) FROM pg_catalog.pg_stat_replication) AS␣
↪streaming_replicas"

      metrics:
        - lag:
            usage: "GAUGE"
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        description: "Replication lag behind primary in seconds"
    - in_recovery:
        usage: "GAUGE"
        description: "Whether the instance is in recovery"
    - is_wal_receiver_up:
        usage: "GAUGE"
        description: "Whether the instance wal_receiver is up"
    - streaming_replicas:
        usage: "GAUGE"
        description: "Number of streaming replicas connected to the instance"
```

基本的なモニタリングクエリーのリストは、default-monitoring.yaml

これは CloudNativePG 展開に既にインストールされていますメトリックのデフォルトセット を参照してください。

30.1.10 述語クエリーを使用したユーザー定義メトリックの例

`predicate_query` オプションを使用すると、ユーザーは `query` を実行して、指定された条件でのみメトリックを収集できます。これを行うには、ユーザーは単一の `boolean` 列で最大 1 つの行を返す述語照会を提供する必要があります。

述語クエリーは、メインクエリーと同じトランザクションで、同じデータベースに対して実行されます。

```
some_query: |
  predicate_query: |
    SELECT
      some_bool as predicate
    FROM some_table
  query: |
    SELECT
     pg_catalog.count(*) as rows
    FROM some_table
  metrics:
    - rows:
        usage: "GAUGE"
        description: "number of rows"
```

30.1.11 複数のデータベースで実行されているユーザー定義メトリックの例

`target_databases` オプションが複数のデータベースをリストする場合、メトリックは各データベースから収集されます。

`target_databases` のリストで_shell-like pattern_つまり、`*` 、`?` または `[]` を含むを指定することにより、特定のクエリーに対してデータベース自動検出を有効にできます。提供されている場合、オペレーターは、`SELECT datname FROM pg_catalog.pg_database WHERE datallowconn AND NOT datistemplate AND pg_catalog.has_database_privilege(datname, 'CONNECT')` の実行によって返されたすべての

データベースを追加し、 path.Match() ルールに従ってパターンと一致することにより、ターゲットデータベースのリストを展開します。cnpg_metrics_exporter に CONNECT 特権が欠如しているデータベースは、サイレントにスキップされます。取り消された PUBLIC アクセスを持つデータベースをスクレイピングする場合は、CONNECT を明示的に付与します上記の「カスタムクエリー特権と安全性」を参照してください。

> **注釈**
>
> * 文字は yaml に special meaning があるため、このようなパターンが含まれる場合、*target_databases* 値を引用符で `"*"` する必要があります。

返されるラベルには、常にデータベースの名前を含めることをお勧めします。たとえば、次の例のように pg_catalog.current_database() ファンクションを使用します。

```
some_query: |
  query: |
    SELECT
     pg_catalog.current_database() as datname,
     pg_catalog.count(*) as rows
    FROM some_table
  metrics:
    - datname:
        usage: "LABEL"
        description: "Name of current database"
    - rows:
        usage: "GAUGE"
        description: "number of rows"
  target_databases:
    - albert
    - bb
    - freddie
```

これにより、次のメトリックが公開されます。

```
cnpg_some_query_rows{datname="albert"} 2
cnpg_some_query_rows{datname="bb"} 5
cnpg_some_query_rows{datname="freddie"} 10
```

次に、自動検出を有効にしたクエリーの例を示します。これは、 template1 データベースでも実行されますそれ以外の場合、前述のクエリーによって返されません。

```
some_query: |
  query: |
    SELECT
     pg_catalog.current_database() as datname,
     pg_catalog.count(*) as rows
    FROM some_table
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  metrics:
    - datname:
        usage: "LABEL"
        description: "Name of current database"
    - rows:
        usage: "GAUGE"
        description: "number of rows"
  target_databases:
    - "*"
    - "template1"
```

上記の例では、次のメトリックを生成しますデータベースが存在する場合。

```
cnpg_some_query_rows{datname="albert"} 2
cnpg_some_query_rows{datname="bb"} 5
cnpg_some_query_rows{datname="freddie"} 10
cnpg_some_query_rows{datname="template1"} 7
cnpg_some_query_rows{datname="postgres"} 42
```

30.1.12 ユーザー定義メトリックの構造

すべてのカスタムクエリーには、次の基本構造があります。

```
<MetricName>:
  query: "<SQLQuery>"
  metrics:
    - <ColumnName>:
        usage: "<MetricType>"
        description: "<MetricDescription>"
```

次に、使用可能なすべてのフィールドの簡単な説明を示します。

- <MetricName> プロメテウスの名前 metric
- name オーバーライド<MetricName> 、定義されている場合
- query メトリックを生成するためにターゲットデータベースで実行する SQL クエリー
- primary プライマリインスタンスでのみクエリーを実行するかどうか
- edb_fortran_21 Prometheus PostgreSQL エクスポータの構文との互換性-非推奨)
- runonserver クエリを実行する PostgreSQL のバージョンを制限するセマンティックバージョンレンジ例">=11.0.0" または">=12.0.0 <=15.0.0"
- target_databases query または 複数のデータベースで実行されているユーザー定義メトリックの例 を実行するデータベースのリスト

自動検出を有効にします。デフォルトのデータベースが提供されている場合は上書きします。- predicate_query ターゲットデータベースで実行する最大 1 つの行と 1 つの boolean 列を返す SQL クエ

リー。システムは述語を評価し、true が query . - metrics エクスポートされたすべての列のリストを含むセクション。次のように定義します。- <ColumnName> クエリーによって返された列の名前 - name 列の ColumnName をオーバーライドしますメトリック、定義されている場合 b_tran_17 usage 以下で説明する値のいずれか - description メトリックの説明 - metrics_mapping usage が MAPPEDMETRIC に設定されている場合のオプションの列マッピング

usage の可能な値は次のとおりです。

Column Usage Label	Description
DISCARD	この列は無視する必要があります
LABEL	この列をラベルとして使用します
COUNTER	この列をカウンターとして使用する
GAUGE	この列をゲージとして使用します
MAPPEDMETRIC	指定されたテキスト値のマッピングでこの列を使用します
DURATION	この列をテキストの長さミリ秒単位として使用します
HISTOGRAM	この列をヒストグラムとして使用します

Metric Types にアクセスしてください。

詳細については、Prometheus のドキュメントから 。

30.1.13 ユーザー定義メトリックの出力

カスタム定義メトリックは、次の形式で Prometheus エクスポータエンドポイント:9187/metrics によって返されます。

```
cnpg_<MetricName>_<ColumnName>{<LabelColumnName>=<LabelColumnValue> ... }
↪<ColumnValue>
```

注釈

LabelColumnName は、 *usage* が `LABEL` に設定されたメトリックとその `Value`

上記の pg_replication の例を考慮すると、エクスポーターのエンドポイントは、呼び出されると次の出力を結果ます。

```
#  HELP cnpg_pg_replication_in_recovery Whether the instance is in recovery

#  TYPE cnpg_pg_replication_in_recovery gauge

cnpg_pg_replication_in_recovery 0

#  HELP cnpg_pg_replication_lag Replication lag behind primary in seconds

#  TYPE cnpg_pg_replication_lag gauge
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
cnpg_pg_replication_lag 0

#  HELP cnpg_pg_replication_streaming_replicas Number of streaming replicas connected␣
↪to the instance

#  TYPE cnpg_pg_replication_streaming_replicas gauge

cnpg_pg_replication_streaming_replicas 2

#  HELP cnpg_pg_replication_is_wal_receiver_up Whether the instance wal_receiver is up

#  TYPE cnpg_pg_replication_is_wal_receiver_up gauge

cnpg_pg_replication_is_wal_receiver_up 0
```

30.1.14 メトリックのデフォルトセット

オペレーターは、オペレーターの名前空間内の ConfigMap または Secret で定義された一連のモニタリングクエリーをクラスターに自動的に注入するように構成できます。*Operator configuration* の `MONITORING_QUERIES_CONFIGMAP` または `MONITORING_QUERIES_SECRET` キーを、それぞれ ConfigMap または Secret の名前に設定する必要があります。オペレーターは `queries` キーの内容を使用します。

`queries` コンテンツを変更すると、それを使用するデプロイされたすべてのクラスターにすぐに反映されます。

オペレーターインストールマニフェストには、すべてのクラスターが使用する `cnpg-default-monitoring` と呼ばれる事前定義された ConfigMap が付属しています。`MONITORING_QUERIES_CONFIGMAP` は、オペレーター構成でデフォルトで `cnpg-default-monitoring` に設定されます。

デフォルトのメトリックセットを無効にする場合は、次のことができます。

- オペレーターレベルで無効にする オペレーター ConfigMap で `MONITORING_QUERIES_CONFIGMAP` / `MONITORING_QUERIES_SECRET` キーを"" 空の文字列に設定します。オペレーターの ConfigMap を変更するには、オペレーターの再起動が必要です。
- 特定のクラスターで無効にします。クラスターで`.spec.monitoring.disableDefaultQueries` を `true` に設定します。

> **注釈**
>
> *MONITORING_QUERIES_CONFIGMAP* / *MONITORING_QUERIES_SECRET* を介して指定された ConfigMap または Secret は、常に固定名`cnpg-default-monitoring` でクラスターの名前空間にコピーされます。そのため、デフォルトのメトリックを使用する場合は、クラスターの名前空間にこの名前で ConfigMap を作成しないでください。

30.1.15 Prometheus Postgres エクスポーターとの違い

CloudNativePG は、PostgreSQL Prometheus Exporter からインスピレーションを得ていますが、いくつかの違いがあります。特に、cache_seconds フィールドは CloudNativePG のエクスポーターに実装されていません。

30.1.16 メトリックエクスポーターロールの手動作成

オペレーターは、リコンシリエーション中にプライマリで cnpg_metrics_exporter PostgreSQL ロールを作成します。次に、ストリーミングレプリケーションを介してスタンバイとレプリカクラスターに伝播します。

ロールが欠落している場合プライマリの前にアップグレードされたレプリカクラスター、ロールより前のバックアップからの復元、誤って削除レプリカクラスター)

```
CREATE ROLE cnpg_metrics_exporter WITH LOGIN NOSUPERUSER NOCREATEDB
    NOCREATEROLE NOREPLICATION NOBYPASSRLS INHERIT;
GRANT pg_monitor TO cnpg_metrics_exporter;
```

カスタムモニタリングクエリーが pg_monitor のスコープ外のオブジェクトへのアクセスが必要な場合、必要な特権を明示的に付与します。テーブルの SELECT には、スキーマでの USAGE も必要です。

```
GRANT USAGE ON SCHEMA myschema TO cnpg_metrics_exporter;
GRANT SELECT ON TABLE myschema.mytable TO cnpg_metrics_exporter;
```

30.2 CloudNativePG オペレーターのモニタリング

オペレーターは、metrics という名前のポート 8080 で HTTP を介して Prometheus メトリックを内部公開します。

> **注釈**
>
> エクスポートされたメトリックを検査する方法 の指示に従って、エクスポートされたメトリックを検査できます。

以下のセクション。

現在、オペレーターはデフォルトの kubebuilder メトリックを公開しています。 kubebuilder documentation を参照

詳細については、

30.2.1 Prometheus でのオペレーターのモニタリング

PodMonitor を定義することにより、 Prometheus Operator を使用してオペレーターをモニタできます。

次のように、オペレーターポッドをポイントしますオペレーターと同じ名前空間に適用されることに注意してください。

```
kubectl -n cnpg-system apply -f - <<EOF
- --
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: cnpg-controller-manager
spec:
  selector:
    matchLabels:
      app.kubernetes.io/name: cloudnative-pg
  podMetricsEndpoints:
    - port: metrics
EOF
```

30.2.2 オペレーターメトリックの TLS の有効化

デフォルトでは、オペレーターは HTTP を介してポート 8080 でメトリックを公開します。TLS でこのエンドポイントを保護するには、次の手順を実行します。

1. TLS 証明書 tls.crt とプライベートキー tls.key を含む Kubernetes シークレットを作成します。
2. シークレットをオペレーターポッドにマウントします。
3. METRICS_CERT_DIR 環境変数を設定して、証明書がマウントされているディレクトリをポイントします。

Secret 定義の例

```
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: cnpg-metrics-cert
  namespace: cnpg-system
type: kubernetes.io/tls
data:
  tls.crt: <base64-encoded-certificate>
  tls.key: <base64-encoded-key>
```

次に、オペレーターの展開を更新してシークレットをマウントし、環境変数を構成します。

```
spec:
  template:
    spec:
      containers:
        - name: manager
          env:
            - name: METRICS_CERT_DIR
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            value: /run/secrets/cnpg.io/metrics
          volumeMounts:
            - mountPath: /run/secrets/cnpg.io/metrics
              name: metrics-certificates
              readOnly: true
      volumes:
        - name: metrics-certificates
          secret:
            secretName: cnpg-metrics-cert
            defaultMode: 420
```

注釈

METRICS_CERT_DIR が設定されている場合、オペレーターはメトリックサーバーの TLS を自動的に有効にします。 *https* スキームを使用するように PodMonitor 構成を更新する必要もあります。

TLS が有効になった PodMonitor 構成の例

```
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: cnpg-controller-manager
  namespace: cnpg-system
spec:
  selector:
    matchLabels:
      app.kubernetes.io/name: cloudnative-pg
  podMetricsEndpoints:
    - port: metrics
      scheme: https
      tlsConfig:
        insecureSkipVerify: true # or configure proper CA validation
```

30.3 エクスポートされたメトリックを検査する方法

このセクションでは、特定の PostgreSQL インスタンスマネージャープライマリまたはレプリカまたはオペレーターによってエクスポートされたメトリックを検査する方法に関する基本的な手順を提供します。

注釈

以下の例では、デフォルトの名前空間で、*cnpg-system* 名前空間にインストールされたオペレーターを使用して作業していると仮定しています。ユースケースに合わせて調整してください。

30.3.1 ポート転送を使用する

メトリックを検査する最も簡単な方法は、関係するポッドのメトリックポートをポート転送することです。

たとえば、 cluster-example の-1 インスタンスのメトリックを検査するには、9187 ポートをポート転送します。

```
kubectl port-forward cluster-example-1 9187:9187
```

ポート転送がアクティブになると、メトリックは、Web ブラウザーで、構成に応じて HTTP または HTTPS を使用して、アドレス localhost:9187/metrics で簡単に検査できます。

オペレーターポッドは、ポート 8080 でメトリックもエクスポートします。インスタンスと同様に、オペレーター名前空間にあるオペレーターポッドをポート転送します。

```
kubectl -n cnpg-system port-forward pod/<CONTROLLER-MANAGER-POD> 8080:8080
```

ポート転送がアクティブになると、メトリックはブラウザー localhost:8080/metrics で簡単に表示できます。

30.3.2 カールを使用する

次のコマンドを使用して curl ポッドを作成します。

```
kubectl apply -f - <<EOF
- --
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: curl
spec:
  containers:
  - name: curl
    image: curlimages/curl:8.21.0
    command: [sleep, 3600]
EOF
```

インスタンスによってエクスポートされたメトリックを検査するには、ターゲットポッドのポート 9187 に接続する必要があります。ポッドの IP アドレスを知る必要があります。これは、kubectl get pod -o wide を実行すると簡単に見つけられます。次の汎用コマンドは、目的のポッドで curl を実行します。

```
kubectl exec -ti curl -- curl -s <pod_ip>:9187/metrics
```

たとえば、PostgreSQL クラスターが cluster-example と呼ばれ、クラスター内の最初のポッドのエクスポートされたメトリックを取得する場合、次のコマンドを実行してそのポッドの IP をプログラム的に取得できます。

```
POD_IP=$(kubectl get pod cluster-example-1 --template {{.status.podIP}})
```

そして、実行します。

```
kubectl exec -ti curl -- curl -s ${POD_IP}:9187/metrics
```

TLS メトリックを有効にした場合、代わりに実行します。

```
kubectl exec -ti curl -- curl -sk https://${POD_IP}:9187/metrics
```

オペレーターのメトリックにアクセスするには、オペレーターが実行されているポッドをポイントし、ターゲットとして TCP ポート 8080 を使用する必要があります。

メトリックの検査が終了したら、`curl` ポッドを削除することを忘れてください。

```
kubectl delete -f curl.yaml
```

30.4 補助リソース

> **注釈**
>
> これらのリソースは、説明と実験のために提供されており、実稼働システムへのいかなる種類の推奨を表すものではありません

doc/src/samples/monitoring/

ディレクトリには、可観測性のための一連のサンプルファイルがあります。*Part 4 of the quickstart* を参照してください。

コンテキストのセクション

- `kube-stack-config.yaml` kube-stack Helm chart インストールの構成ファイル。これにより、Prometheus がすべての PodMonitor リソースをリッスンすることが保証されます。
- `prometheusrule.yaml` CloudNativePG のアラートを含む `PrometheusRule` 。注これには、通知サービスとの相互運用は含まれません。Prometheus documentation を参照してください。
- `podmonitor.yaml` CloudNativePG Operator 展開の `PodMonitor` 。

さらに、Prometheus アラートルールの「生」ソースを `alerts.yaml` ファイルで提供します。

CloudNativePG クラスターとオペレーターの Grafana ダッシュボードは、専用のリポジトリに保存されます cloudnative-pg/grafana-dashboards

ダッシュボード JSON 構成として grafana-dashboard.json 。ファイルをダウンロードし、Grafana にインポートできます。メニュー Dashboard > New > Import 。

`kube-prometheus-stack` で使用可能な設定に関する一般的なリファレンスについては、`helm show values prometheus-community/kube-prometheus-stack` を実行できます。 kube-prometheus-stack を参照してください。

詳細ページ。

第31章　Logging

CloudNativePG は、セキュリティ上の理由からストレージに永続化せずに、PostgreSQL ログを含む標準出力に JSON 形式でログを出力します。このデザインにより、stern のようなコマンドラインのものを含む、ほとんどの Kubernetes 互換ログ管理ツールとのシームレスな統合が促進されます。

> **注釈**
>
> ログの長期保存と管理はオペレーターの範囲外であり、Kubernetes インフラストラクチャレベルで処理する必要があります。詳細については、

Kubernetes Logging Architecture を参照してください。

ドキュメント。

各ログエントリには、次のフィールドが含まれます。

- `level` – ログレベルたとえば `info` 、`notice` 。
- `ts` – タイムスタンプ。
- `logger` – ログのタイプ `postgres` 、`pg_controldata` など。
- `msg` – ログメッセージ、またはメッセージが JSON 形式の場合はキーワード `record`
- `record` – 実際のレコード。`logger` タイプに応じて異なる構造。
- `logging_pod` – ログが生成されたポッドの名前。

> **注釈**
>
> ログ取り込みシステムでカスタムフィールド名が必要な場合、オペレーターコントローラの `log-field-level` および `log-field-timestamp` フラグを使用して、*level* および `ts` フィールドの名前を変更できます。これは、 *cloudnative-pg* オペレーターの `Deployment` 定義を編集することにより構成できます。

31.1 クラスターログ

`logLevel` オプションを使用して、クラスター仕様でインスタンスポッドのログレベルを構成できます。使用可能なログレベルは `error` 、`warning` 、`info` デフォルト、`debug` 、および `trace` です。

> **注釈**
>
> 現在、ログレベルはインスタンスの起動時にのみ設定できます。クラスターが起動した後のクラスター仕様のログレベルの変更は、新しいポッドにのみ適用され、既存のポッドには適用されません。

31.2 オペレーターログ

オペレーターポッドによって生成されるログは、インスタンスポッドと同じログレベルで構成できます。`error` 、`warning` 、`info` デフォルト、`debug` 、および `trace` 。

オペレーターのログレベルは、オペレーターの `Deployment` 定義を編集し、`--log-level` コマンドライン引数を目的の値に設定することにより、構成できます。

31.3 PostgreSQL ログ

各 PostgreSQL ログエントリは、 `logger` キーが `postgres` に設定された JSON オブジェクトです。ログエントリの構造は次のとおりです。


```
{
  "level": "info",
  "ts": 1619781249.7188137,
  "logger": "postgres",
  "msg": "record",
  "record": {
    "log_time": "2021-04-30 11:14:09.718 UTC",
    "user_name": "",
    "database_name": "",
    "process_id": "25",
    "connection_from": "",
    "session_id": "608be681.19",
    "session_line_num": "1",
    "command_tag": "",
    "session_start_time": "2021-04-30 11:14:09 UTC",
    "virtual_transaction_id": "",
    "transaction_id": "0",
    "error_severity": "LOG",
    "sql_state_code": "00000",
    "message": "database system was interrupted; last known up at 2021-04-30 11:14:07␣
↪UTC",
    "detail": "",
    "hint": "",
    "internal_query": "",
    "internal_query_pos": "",
    "context": "",
    "query": "",
```


(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    "query_pos": "",
    "location": "",
    "application_name": "",
    "backend_type": "startup"
  },
  "logging_pod": "cluster-example-1"
}
```

> **注釈**
>
> 内部的に、オペレーターは PostgreSQL の CSV ログ形式を使用します。詳細については、

PostgreSQL documentation on CSV log format を参照してください。

31.4 PG 監査ログ

CloudNativePG は、PostgreSQL クラスターで PGAudit のシームレスなネイティブサポートを提供します。

PGAudit を有効にするには、クラスター構成の `postgresql` セクションに必要な `pgaudit` パラメーターを追加します。

> **注釈**
>
> PGAudit ライブラリを `shared_preload_libraries` に追加する必要があります。 CloudNativePG は、PostgreSQL 構成内の `pgaudit.*` パラメーターの存在に基づいて、これを自動的に管理します。オペレーターは、*shared_preload_libraries* からのライブラリの追加と削除の両方を処理します。

さらに、オペレーターは、クラスター内のすべてのデータベースで PGAudit 拡張機能の作成と削除を管理します。

> **注釈**
>
> CloudNativePG は、接続を受け入れるクラスター内のすべてのデータベースで `CREATE EXTENSION` および `DROP EXTENSION` コマンドを実行します。

次の例は、PGAudit が有効および構成された PostgreSQL `Cluster` 展開を示しています。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  postgresql:
    parameters:
      "pgaudit.log": "all, -misc"
      "pgaudit.log_catalog": "off"
      "pgaudit.log_parameter": "on"
      "pgaudit.log_relation": "on"

  storage:
    size: 1Gi
```

PGAudit によって生成された監査 CSV ログエントリは解析され、他のすべてのログと同様に、JSON 形式で標準出力にルーティングされます。

- `.logger` は `pgaudit` に設定されます。
- `.msg` は `record` に設定されます。
- `.record` には、解析されたレコード全体が JSON オブジェクトとして含まれています。この構造は、JSON オブジェクトとしてフォーマットされた PGAudit CSV メッセージを含む`.record.audit` を除き `logging_collector` ログの構造に似ています。

この例は、サンプルログエントリを示しています。

```
{
  "level": "info",
  "ts": 1627394507.8814096,
  "logger": "pgaudit",
  "msg": "record",
  "record": {
    "log_time": "2021-07-27 14:01:47.881 UTC",
    "user_name": "postgres",
    "database_name": "postgres",
    "process_id": "203",
    "connection_from": "[local]",
    "session_id": "610011cb.cb",
    "session_line_num": "1",
    "command_tag": "SELECT",
    "session_start_time": "2021-07-27 14:01:47 UTC",
    "virtual_transaction_id": "3/336",
    "transaction_id": "0",
    "error_severity": "LOG",
    "sql_state_code": "00000",
    "backend_type": "client backend",
    "audit": {
      "audit_type": "SESSION",
      "statement_id": "1",
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      "substatement_id": "1",
      "class": "READ",
      "command": "SELECT FOR KEY SHARE",
      "statement": "SELECT pg_current_wal_lsn()",
      "parameter": "<none>"
    }
  },
  "logging_pod": "cluster-example-1"
}
```

レコードの各フィールドの詳細については、 PGAudit documentation を参照してください。

31.5 その他のログ

オペレーターとそのインスタンスによって生成されたすべてのログは JSON 形式であり、`logger` フィールドは、それらを生成したプロセスを示します。使用可能な `logger` 値は次のとおりです。

- `barman-cloud-wal-archive` `barman-cloud-wal-archive` からのログ
- `barman-cloud-wal-restore` `barman-cloud-wal-restore` からのログ
- `initdb` `initdb` の実行からのログ
- `pg_basebackup` `pg_basebackup` の実行からのログ
- `pg_controldata` `pg_controldata` の実行からのログ
- `pg_ctl` `pg_ctl` サブコマンドの実行からのログ
- `pg_rewind` `pg_rewind` の実行からのログ
- `pgaudit` PGAudit 拡張機能からのログ
- `postgres` `postgres` インスタンスからのログ `msg` は `record` とは異なります
- `wal-archive` インスタンスマネージャーの `wal-archive` サブコマンドからのログ
- `wal-restore` インスタンスマネージャーの `wal-restore` サブコマンドからのログ
- `instance-manager` *PostgreSQL instance manager* から

特定の構造に従う `postgres` を除き 、他のすべての `logger` 値には、ログに記録されるエスケープメッセージを含む `msg` フィールドが含まれます。

第32章　Certificates

<!-- SPDX-License-Identifier: CC-BY-4.0 -->

CloudNativePG は、TLS 証明書をネイティブにサポートするように設計されました。クラスターをセットアップするには、オペレーターに以下が必要です。

- サーバー認証局 CA 証明書
- サーバー CA によって署名されたサーバー TLS 証明書
- クライアント CA 証明書
- クライアント CA によって生成されたストリーミングレプリケーションクライアント証明書

クラスターが使用するすべてのシークレットとその有効期限は、クラスターのステータスで見つけることができます。::

CloudNativePG は、TLS 証明書に関して非常に柔軟です。主に 2 つのモードで動作します。

1. **オペレーター管理モード**–証明書は完全に自動化された方法でオペレーターによって内部管理され、CloudNativePG によって作成された CA を使用して署名されます。
2. **ユーザー提供の証明書モード** – 証明書はオペレーターの外部で生成され、シークレットとしてクラスター定義にインポートされます。CloudNativePG は cert-manager と自分自身を統合します

Cert-manager **の例** を参照してください。

証明書の一部のみが CNPG 外部で生成されるハイブリッドアプローチを選択することもできます。

オペレーターとインスタンスは、DNS 名を無視して、CA のみに対してサーバー証明書を検証します。このアプローチは、クラスター内の通信に使用される`<cluster>-rw` サービスのユーザー指定証明書に DNS 名が一般的に欠如しているためです。 ::

```
.. note::
```

上記にリストされている CA 管理証明書を超えて、オペレーターはメモリ内に生成された自己署名クライアント証明書を使用して、インスタンスマネージャーのステータスポートに対して認証します。この証明書はクライアント CA によって署名されていません。インスタンスマネージャーは、公開キーフィンガープリントを固定することによりそれを信頼します。オペレーターからインスタンスへの認証 `GHSA-7qwx-x8ff-3px9 <オペレーターからインスタンスへの認証 *GHSA-7qwx-x8ff-3px9*>` を参照してください。 ::

32.1 オペレーター管理モード

デフォルトでは、オペレーターは単一の認証局 CA を自動的に生成して、クライアントとサーバーの証明書の両方を発行します。これらの証明書は事業者によって継続的に管理され、有効期限の 7 日前に自動更新されます 90 日の有効期間内。

環境変数を構成することにより、このデフォルトの動作を調整できます。詳細なガイダンスについては、*Operator configuration* を参照してください。 ::

```
.. note::
```

証明書の更新は、単純なリロード操作で十分であるため、PostgreSQL サーバーのダウンタイムは発生しません。ただし、CloudNativePG によって制御されないユーザー管理証明書は、更新プロセスの後に再発行する必要があります。::

証明書を生成するとき、オペレーターは、Kubernetes クラスターの DNS ゾーンがデフォルトで `cluster.local` に設定されていることを想定しています。この動作は、`KUBERNETES_CLUSTER_DOMAIN` 環境変数を設定することによりカスタマイズできます。便利な別の方法は、*operator's configuration capability* を使用することです。

32.1.1 サーバー証明書

32.1.2 サーバー CA シークレット

オペレーターは、自己署名 CA を生成し、次のキーを含む汎用シークレットに保存します。

- `ca.crt` – サーバー証明書の検証に使用される CA 証明書。クライアントの接続文字列で `sslrootcert` として使用されます。
- `ca.key` – サーバー SSL 証明書に自動的に署名するために使用されるキー。

32.1.3 サーバー TLS シークレット

オペレーターは、生成された自己署名 CA を使用して、サーバー TLS 証明書に署名します。これは `kubernetes.io/tls` タイプのシークレットに保存され、インスタンスによって `ssl_cert_file` および `ssl_key_file` として使用されるように構成されます。このアプローチにより、クライアントは自分の ID を確認し、安全に接続できます。

32.1.4 サーバー代替 DNS 名

デフォルトのものに加えて、生成されたサーバー TLS シークレットの一部として DNS サーバーの代替名を指定できます。

32.1.5 クライアント証明書

32.1.6 クライアント CA シークレット

デフォルトでは、サーバー CA と同じ自己署名 CA が使用されます。パブリック部分は `ssl_ca_file` としてすべてのインスタンスに渡されるため、署名したクライアント証明書を検証できます。プライベートキー

は同じシークレットに保存され、kubectl cnpg プラグインによって生成されたクライアント証明書の署名に使用されます。

32.1.7 クライアント streaming_replica 証明書

オペレーターは、生成された自己署名 CA を使用して、ユーザー streaming_replica のクライアント証明書に署名し、kubernetes.io/tls タイプのシークレットに保存します。プライマリインスタンスへの安全な接続を許可するために、この証明書はレプリカの接続文字列で sslcert および sslkey として渡されます。

32.2 ユーザー提供の証明書モード

32.2.1 サーバー証明書

必要に応じて、 2 つのサーバー証明書を提供し、cert-manager などの別のコンポーネントを使用して生成することもできます。クラスターにカスタムサーバー TLS 証明書を使用するには、次のパラメーターを指定する必要があります。

- serverTLSSecret – サーバー TLS 証明書を含む kubernetes.io/tls タイプのシークレットの名前。これには、標準の tls.crt および tls.key キーの両方が含まれている必要があります。
- serverCASecret – ca.crt キーを含むシークレットの名前。

オペレーターは、引き続きクライアント証明書に関連する 2 つのシークレットを作成および管理します。::

```
.. note::
```

オペレーターとインスタンスは、DNS 名を無視して、CA のみに対してサーバー証明書を検証します。このアプローチは、クラスター内の通信に使用される<cluster>-rw サービスのユーザー指定証明書に DNS 名が一般的に欠如しているためです。 ::

```
.. note::
```

ConfigMps とシークレットをインスタンスによってリロードしたい場合は、キー cnpg.io/reload のラベルを追加できます。それ以外の場合は、 kubectl cnpg reload サブコマンドを使用してインスタンスをリロードする必要があります。 ::

32.2.2 例

次のファイルがあるとします。

- server-ca.crt – サーバー TLS 証明書に署名した CA の証明書。
- server.crt – サーバー TLS 証明書の証明書。
- server.key –サーバー TLS 証明書のプライベートキー。

CA 証明書を含むシークレットを作成します。

```
kubectl create secret generic my-postgresql-server-ca \
  --from-file=ca.crt=./server-ca.crt
```

TLS 証明書を使用してシークレットを作成します。

```
kubectl create secret tls my-postgresql-server \
  --cert=./server.crt --key=./server.key
```

これらのシークレットを参照する PostgreSQL クラスターを作成します。

```
kubectl apply -f - <<EOF
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  certificates:
    serverCASecret: my-postgresql-server-ca
    serverTLSSecret: my-postgresql-server
  storage:
    storageClass: standard
    size: 1Gi
EOF
```

新しいクラスターは、TLS 接続に提供されたサーバー証明書を使用します。

32.2.3 Cert-manager の例

この簡単な例は、 cert-manager の使用方法を示しています

自己署名 CA をセットアップし、必要な TLS サーバー証明書を生成するには。

```
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Issuer
metadata:
  name: selfsigned-issuer
spec:
  selfSigned: {}
- --
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: my-postgres-server-cert
  labels:
    cnpg.io/reload: ""
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Certificate
metadata:
  name: my-postgres-server-cert
spec:
  secretName: my-postgres-server-cert
  usages:
    - server auth
  dnsNames:
    - cluster-example-lb.internal.mydomain.net
    - cluster-example-rw
    - cluster-example-rw.default
    - cluster-example-rw.default.svc
    - cluster-example-r
    - cluster-example-r.default
    - cluster-example-r.default.svc
    - cluster-example-ro
    - cluster-example-ro.default
    - cluster-example-ro.default.svc
  issuerRef:
    name: selfsigned-issuer
    kind: Issuer
    group: cert-manager.io
```

Cert-manager は、`my-postgres-server-cert` という名前のシークレットを作成します。これには、必要なすべてのファイルが含まれており、次のようにクラスターから参照できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  certificates:
    serverTLSSecret: my-postgres-server-cert
    serverCASecret: my-postgres-server-cert
  storage:
    size: 1Gi
```

cert-manager を使用して、サーバーとクライアントの両方の CA と証明書を管理する完全な例は、*cluster-example-cert-manager.yaml*

展開マニフェスト。

32.2.4 クライアント証明書

必要に応じて、cert-manager や HashiCorp vault などの別のコンポーネントを使用して生成し、2 つのクライアント証明書を提供することもできます。カスタム CA を使用してクラスターのクライアント証明書を検証するには、次のパラメーターを指定する必要があります。

- replicationTLSSecret – ユーザー streaming_replica のクライアント証明書を含む kubernetes.io/tls タイプのシークレットの名前 streaming_replica 。これには、標準の tls.crt および tls.key キーの両方が含まれている必要があります。
- clientCASecret – クライアント証明書の検証に使用する CA の ca.crt キーを含むシークレットの名前。

オペレーターは、サーバー証明書に関連する 2 つのシークレットを作成および管理します。::

```
.. note:: クラスターはクライアント CA 秘密キーを制御していないため、
```

kubectl cnpg certificate を使用してクライアント証明書を生成できません。 ::

```
.. note::
```

ConfigMap とシークレットをインスタンスによって自動的にリロードしたい場合は、キー cnpg.io/reload のラベルを追加できます。それ以外の場合、kubectl cnpg reload サブコマンドを使用してインスタンスをリロードする必要があります。 ::

```
``streaming_replica`` クライアント証明書のカスタマイズ
```

一部の環境では、会社のポリシーまたは複数のクラスターで共有される CA などのセキュリティ上の問題のため、共通名 streaming_replica の証明書を生成できない場合があります。このような場合、ユーザーマッピング機能を使用して、異なる一般名を含む証明書を使用して streaming_replica ユーザーとして認証を許可できます。

この設定を構成するには、 cnpg_streaming_replica という名前の事前定義マップの pg_ident.conf エントリーを追加します。

たとえば、共通名 streaming-replica.cnpg.svc.cluster.local の証明書を使用して streaming_replica 認証を有効にするには、次をクラスター定義に追加します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  postgresql:
    pg_ident:
    - cnpg_streaming_replica streaming-replica.cnpg.svc.cluster.local streaming_
↪replica
```

オペレーターによる pg_ident.conf の管理方法の詳細については、ドキュメントの マウンティングと *PostgreSQL* の構成 を参照してください。

32.2.5 Cert-manager の例

この簡単な例は、 cert-manager の使用方法を示しています

自己署名 CA をセットアップし、必要な TLS サーバー証明書を生成するには。

```
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Issuer
metadata:
  name: selfsigned-issuer
spec:
  selfSigned: {}
- --
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: my-postgres-client-cert
  labels:
    cnpg.io/reload: ""
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Certificate
metadata:
  name: my-postgres-client-cert
spec:
  secretName: my-postgres-client-cert
  usages:
    - client auth
  commonName: streaming_replica
  issuerRef:
    name: selfsigned-issuer
    kind: Issuer
    group: cert-manager.io
```

Cert-manager は、必要なすべてのファイルを含む `my-postgres-client-cert` という名前のシークレットを作成します。次のようにクラスターから参照できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  certificates:
    clientCASecret: my-postgres-client-cert
    replicationTLSSecret: my-postgres-client-cert
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  storage:
    size: 1Gi
```

cert-manager を使用して、サーバーとクライアントの両方の CA と証明書を管理する完全な例は、*cluster-example-cert-manager.yaml*

展開マニフェスト。

32.2.6 cluster-example-cert-manager.yaml

```
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Issuer
metadata:
  name: selfsigned-issuer
spec:
  selfSigned: {}
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Certificate
metadata:
  name: server-ca
spec:
  isCA: true
  commonName: my-selfsigned-server-ca
  secretName: server-ca-key-pair
  privateKey:
    algorithm: ECDSA
    size: 256
  issuerRef:
    name: selfsigned-issuer
    kind: Issuer
    group: cert-manager.io
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Issuer
metadata:
  name: server-ca-issuer
spec:
  ca:
    secretName: server-ca-key-pair
- --
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: my-postgres-server-cert
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  labels:
    cnpg.io/reload: ""
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Certificate
metadata:
  name: my-postgres-server-cert
spec:
  secretName: my-postgres-server-cert
  usages:
    - server auth
  dnsNames:
    - cluster-example-lb.internal.mydomain.net
    - cluster-example-rw
    - cluster-example-rw.default
    - cluster-example-rw.default.svc
    - cluster-example-r
    - cluster-example-r.default
    - cluster-example-r.default.svc
    - cluster-example-ro
    - cluster-example-ro.default
    - cluster-example-ro.default.svc
  issuerRef:
    name: server-ca-issuer
    kind: Issuer
    group: cert-manager.io
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Certificate
metadata:
  name: client-ca
spec:
  isCA: true
  commonName: my-selfsigned-client-ca
  secretName: client-ca-key-pair
  privateKey:
    algorithm: ECDSA
    size: 256
  issuerRef:
    name: selfsigned-issuer
    kind: Issuer
    group: cert-manager.io
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Issuer
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
metadata:
  name: client-ca-issuer
spec:
  ca:
    secretName: client-ca-key-pair
- --
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: my-postgres-client-cert
  labels:
    cnpg.io/reload: ""
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Certificate
metadata:
  name: my-postgres-client-cert
spec:
  secretName: my-postgres-client-cert
  usages:
    - client auth
  commonName: streaming_replica
  issuerRef:
    name: client-ca-issuer
    kind: Issuer
    group: cert-manager.io
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  certificates:
    serverTLSSecret: my-postgres-server-cert
    serverCASecret: my-postgres-server-cert
    clientCASecret: my-postgres-client-cert
    replicationTLSSecret: my-postgres-client-cert
  storage:
    size: 1Gi
```

第33章　Client TLS/SSL connections

CloudNativePG が TLS 証明書をサポートする方法の詳細については、こちらをご覧ください。::

CloudNativePG オペレーターは、転送中の暗号化とサーバー側とクライアント側での認証の両方で TLS / SSL と連携するように設計されました。CNPG オペレーターを使用して作成されたクラスターには、TLS クライアント証明書を作成および署名するための認証局 CA が付属します。kubectl の cnpg プラグインを使用して、パスワードを使用する代わりにユーザーを認証するための新しい TLS クライアント証明書を発行できます。

TLS / SSL 証明書を使用して認証するためのこれらの手順は、*cluster-example-pg-hba.yaml* マニフェストを使用してクラスターをインストールしていることを前提としています。構成より規約パラダイムによると、そのファイルは、app と呼ばれるユーザーが所有する app データベースを作成します。bootstrap セクションの initdb 構成を介して、この規則を変更できます。

33.1 新しい証明書の発行

kubectl のプラグインの使用方法の詳細については、コンテンツをご覧ください。::

次のようにして、cluster-example PostgreSQL クラスターにアプリユーザーの証明書を作成できます。

```
kubectl cnpg certificate cluster-app \
  --cnpg-cluster cluster-example \
  --cnpg-user app
```

これで、証明書を検証できるようになりました。

```
kubectl get secret cluster-app \
  -o jsonpath="{.data[tls\.crt]}" \
  | base64 -d | openssl x509 -text -noout \
  | head -n 11
```

出力

```
Certificate:
  Data:
    Version: 3 (0x2)
    Serial Number:
      5d:e1:72:8a:39:9f:ce:51:19:9d:21:ff:1e:4b:24:5d
    Signature Algorithm: ecdsa-with-SHA256
    Issuer: OU = default, CN = cluster-example
    Validity
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    Not Before: Mar 22 10:22:14 2021 GMT
    Not After : Mar 22 10:22:14 2022 GMT
  Subject: CN = app
```

ご覧のとおり、デフォルトの TLS クライアント証明書は、90 日間の有効期間と、PostgreSQL のユーザー名に対応する単純な CN で作成されます。`EXPIRE_CHECK_THRESHOLD` および `CERTIFICATE_DURATION` パラメーターを使用して、有効性としきい値を指定できます。これは、`pg_hba.conf` の `hostssl` エントリの `cert` 認証方法を活用するために必要です。

33.2 TLS 証明書を介した接続のテスト

次に、CloudNativePG クラスターに接続するデモクライアントアプリケーションを構成することにより、このクライアント証明書をテストします。

`cert-test.yaml` と呼ばれる次のマニフェストは、データベースクラスターが実行されているのと同じ名前空間にテストアプリケーションを使用してデモポッドを作成します。

```yaml
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: cert-test
spec:
  replicas: 1
  selector:
    matchLabels:
      app: webtest
  template:
    metadata:
      labels:
        app: webtest
    spec:
      containers:
        - image: ghcr.io/cloudnative-pg/webtest:1.7.0
          name: cert-test
          volumeMounts:
            - name: secret-volume-root-ca
              mountPath: /etc/secrets/ca
            - name: secret-volume-app
              mountPath: /etc/secrets/app
          ports:
            - containerPort: 8080
          env:
            - name: DATABASE_URL
              value: >
                sslkey=/etc/secrets/app/tls.key
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
              sslcert=/etc/secrets/app/tls.crt
              sslrootcert=/etc/secrets/ca/ca.crt
              host=cluster-example-rw.default.svc
              dbname=app
              user=app
              sslmode=verify-full
          - name: SQL_QUERY
            value: SELECT 1
        readinessProbe:
          httpGet:
            port: 8080
            path: /tx
    volumes:
      - name: secret-volume-root-ca
        secret:
          secretName: cluster-example-ca
          defaultMode: 0600
      - name: secret-volume-app
        secret:
          secretName: cluster-app
          defaultMode: 0600
```

このポッドは、CloudNativePG オペレーターによって管理されるシークレットをマウントします。

- `sslcert` – TLS クライアントのパブリック証明書。
- `sslkey` – TLS クライアント証明書のプライベートキー。
- `sslrootcert` – インスタンスの ID の確認に使用するサーバー上の証明書に署名した TLS CA 証明書。

これらは、psql および pgbench のような他の libpq ベースのアプリケーションが Postgres データベースへの TLS 暗号化された接続を確立するために必要なデフォルトリソースを作成するために使用されます。

デフォルトでは、psql は現在のユーザーの`~/.postgresql` ディレクトリで証明書を検索しますが、`sslkey` 、`sslcert` 、および `sslrootcert` オプションを使用して、libpq を暗号化マテリアルの実際の場所を指すことができます。これらのファイルのコンテンツは、kubectl の cnpg プラグインを使用して以前に作成したシークレットから収集されます。

アプリケーションを展開します。

```
kubectl create -f cert-test.yaml
```

次に、作成したポッドを PostgreSQL クライアントとして使用して、作成した TLS 証明書を使用して SSL 接続と認証を検証します。

準備状況プローブは、データベースサーバーに到達できるときにアプリケーションの準備ができていることを確認するように構成されました。

接続が機能していることを確認できます。これを行うには、ポッドのコンテナ内でインタラクティブな `bash` を実行し、必要なオプションを使用して psql を実行します。PostgreSQL サーバーは、読み取り/書き込み

の Kubernetes サービスを介して公開されます。psql コマンドを指定してこのサービスに接続します。

```
kubectl exec -it cert-test -- bash -c "psql
sslkey=/etc/secrets/app/tls.key sslcert=/etc/secrets/app/tls.crt
sslrootcert=/etc/secrets/ca/ca.crt host=cluster-example-rw.default.svc dbname=app
user=app sslmode=verify-full -c select version();"
```

出力

```
                                        version
- ------------------------------------------------------------------------------------
↪-
- -----------------
PostgreSQL 18.4 on x86_64-pc-linux-gnu, compiled by gcc (GCC) 8.3.1 20191121 (Red Hat
8. 3.1-5), 64-bit
(1 row)
```

33.3 TLS プロトコルバージョンについて

デフォルトでは、オペレーターは両方の ssl_min_protocol_version を設定します

および ssl_max_protocol_version

TLSv1.3 に。

これは、PostgreSQL オペランドイメージに、TLSv1.3 バージョンをサポートする OpenSSL ライブラリが含まれていることを前提としています。そうでない場合、またはクライアントアプリケーションがより低いバージョン番号を必要とする場合、他の Postgres GUC と同様に、PostgreSQL 構成で手動で構成する必要があります。

33.3.1 cluster-example-pg-hba.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  postgresql:
    pg_hba:
      - hostssl app all all cert

  storage:
    size: 1Gi
```

第34章　Connecting from an application

アプリケーションは、同じ Kubernetes クラスター内の CloudNativePG によって作成されたサービスで動作することになっています。

サービスとその管理方法の詳細については、*Service management* セクションを参照してください。

> **Tip**
>
> アプリケーションでこれらのサービスを使用し、特定の PostgreSQL インスタンスに直接接続することを強くお勧めします。後者はクラスターの有効期間中に変更される可能性があります。

これらのサービスは、次の方法でアプリケーションで使用できます。

- DNS 解決
- 環境変数

PostgreSQL に接続するための資格情報には、オペレーターによって生成されたシークレットを使用できます。

> **注釈**
>
> 接続プーラーとして PgBouncer を利用し、アプリケーションと PostgreSQL クラスターの間にアクセスレイヤーを作成する方法については、 *Connection Pooling* を参照してください。

34.1 DNS 解決

Kubernetes DNS サービスを使用して、特定のサーバーをポイントできます。オペレーターには Kubernetes DNS サービスが必要です。アプリケーションが PostgreSQL クラスターと同じ名前空間に展開されている場合、サービスの名前を使用してこれを行うことができます。PostgreSQL クラスターが別の名前空間にある場合、完全な修飾子 `service-name.namespace-name` を使用できます。

DNS が優先および推奨される検出方法です。

34.2 環境変数

PostgreSQL クラスターが含まれる同じ名前空間にアプリケーションを展開する場合、環境変数を使用してデータベースに接続することもできます。

たとえば、PostgreSQL クラスターの名前が `pg-database` であるとすると、アプリケーションで次の環境変数を使用できます。

- PG_DATABASE_R_SERVICE_HOST 読み取り専用ワークロードのすべての PostgreSQL インスタンスを指すサービスの IP アドレス
- PG_DATABASE_RO_SERVICE_HOST クラスターのすべてのホットスタンバイレプリカをポイントするサービスの IP アドレス
- PG_DATABASE_RW_SERVICE_HOST クラスターの_primary_インスタンスを指すサービスの IP アドレス

34.3 シークレット

PostgreSQL オペレーターは、展開する PostgreSQL クラスターごとに最大 2 つの basic-auth タイプシークレットを生成します。

- [cluster name]-app .spec.bootstrap.initdb.secret.name を介して既存のシークレットを提供していない場合
- [cluster name]-superuser .spec.enableSuperuserAccess が true に設定されており、.spec.superuserSecret を使用して別のシークレットを指定していない場合

各シークレットには次のものが含まれます。

- ユーザー名
- パスワード
- RW サービスへのホスト名
- ポート番号
- データベース名
- 作業用 .pgpass file
- uri
- jdbc-uri
- fqdn-uri
- fqdn-jdbc-uri

URI で使用される FQDN は、KUBERNETES_CLUSTER_DOMAIN 構成パラメーターで指定された Kubernetes クラスタードメインを使用して計算されます。詳細については、*the operator configuration documentation* を参照してください。

-app 資格情報は、PostgreSQL クラスターに接続するアプリケーションが使用するものであり、データベースを_owning_するユーザーに対応します。

-superuser のものは、管理目的でのみ使用されることになっており、postgres ユーザーに対応します。

> **注釈**
>
> ネットワーク上のスーパーユーザーのアクセスはデフォルトで無効になっています。

第35章　Connection Pooling

CloudNativePG は、`Pooler` カスタムリソース定義 CRD を介して、PostgreSQL で最も人気のあるオープンソース接続プーラーの 1 つである PgBouncer との接続プーリングのネイティブサポートを提供します。

簡単に言うと、CloudNativePG のプーラーは、アプリケーションと PostgreSQL サービスたとえば `rw` サービスの間にある PgBouncer ポッドの展開です。別個の、スケーラブル、構成可能、高可用性のデータベースアクセスレイヤーを作成します。

> **警告**
>
> CloudNativePG では、PgBouncer の `auth_dbname` 機能が必要です。必ず PgBouncer コンテナイメージバージョン**1.19 以降**を使用してください。

35.1 アーキテクチャ

次の図は、PgBouncer に基づいたデータベースアクセスレイヤーの導入が CloudNativePG のアーキテクチャをどのように変更するかを強調しています。PostgreSQL プライマリサービスに直接接続する代わりに、アプリケーションは PgBouncer の同等のサービスに接続できます。この機能により、既存の接続を再利用できるため、PostgreSQL 側でのパフォーマンスとリソース管理が向上します。

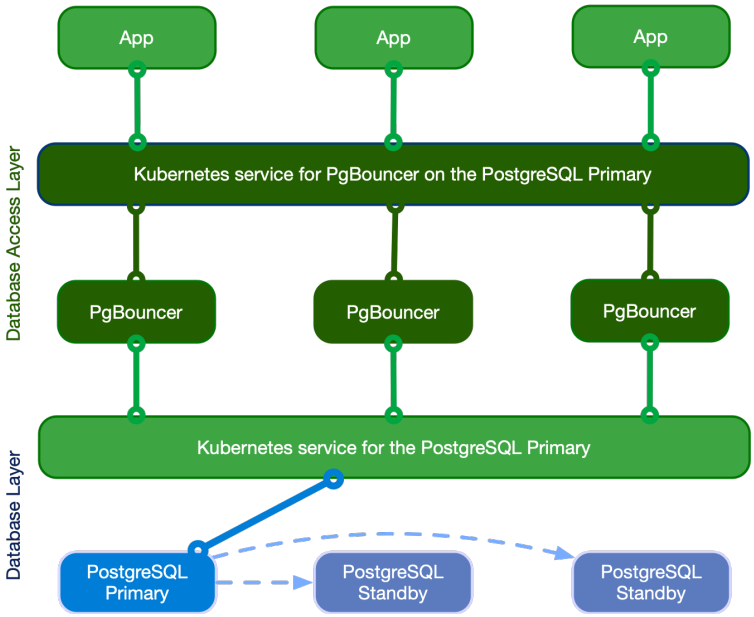


図 1: Applications writing to the single primary via PgBouncer

35.2 クイックスタート

この例は、CloudNativePG が PgBouncer プーラーを実装する方法を示すのに役立ちます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Pooler
metadata:
  name: pooler-example-rw
spec:
  cluster:
    name: cluster-example

  instances: 3
  type: rw
  pgbouncer:
    poolMode: session
    parameters:
      max_client_conn: "1000"
      default_pool_size: "10"
```

注釈

プーラー名は、同じ名前空間内のクラスター名と同じにすることはできません。

警告

spec.cluster フィールドは、作成後は不変です。プーラーを別の `Cluster` でポイントするには、既存のリソースを更新する代わりに、新しい `Pooler` リソースを作成します。

この例では、 `cluster-example` と呼ばれる Postgres `Cluster` リソースに厳密に関連付けられる `pooler-example-rw` と呼ばれる `Pooler` リソースを作成します。これは、読み取り/書き込みサービス `rw` 、したがって `cluster-example-rw` によって識別されるプライマリを指します。

`Pooler` リソースは、Postgres クラスターと同じ名前空間に存在する必要があります。これは、session で構成された latest stable image of PgBouncer を実行する 3 つのポッドの Kubernetes デプロイメントで構成されています

それぞれ最大 1000 の接続を受け入れます。デフォルトのプールサイズは、PostgreSQL に対する 10 ユーザー/データベースペアです。

注釈

Pooler リソースは、PgBouncer に `*` フォールバックデータベースのみを設定します。この設定は、クライアントから渡された接続文字列のすべてのパラメーターが PostgreSQL サーバーに中継されることを意味します。詳細については、 ["Section [databases]" in the PgBouncer documentation](https://www.

pgbouncer.org/config.html#section-databases) を参照してください。

CloudNativePG は、PgBouncer で使用される構成ファイルを含むプーラーと同じ名前のシークレットも作成します。

> **注釈**
>
> 詳細はこちら *PgBouncerSpec*

API リファレンスで。

35.3 リソースのライフサイクルのプール化

`Pooler` リソースは、オペレーターによって自動的に管理されません。必要に応じて手動で作成し、同じ PostgreSQL クラスターに複数のプーラーを展開できます。

理解する重要なポイントは、`Cluster` および `Pooler` リソースのライフサイクルが独立していることです。クラスターを削除してもプーラーは自動的に削除されず、プーラーを削除してもクラスターには影響しません。

> **注釈**
>
> プーラーの動作を理解すると、アーキテクチャを完全に柔軟に設計できます。プーラーなしのクラスター、単一のプーラーのあるクラスター、または複数のプーラーたとえば、アプリケーションごとに 1 つを持つクラスターを実行できます。

> **注釈**
>
> オペレーター自分自身がアップグレードされると、プーラーポッドもローリングアップグレードされます。これにより、プーラーポッド内のインスタンスマネージャーが一貫してアップグレードされます。

35.4 セキュリティ

PgBouncer プーラーは、プールのクライアントアプリケーション側とサーバー PostgreSQL 側の両方で、TLS 接続を介した転送中の暗号化の CloudNativePG サポートと透過的に統合されています。

コンテナは `pgbouncer` システムユーザーとして実行され、 `pgbouncer` 管理データベースへのアクセスは、ピア認証を介したローカル接続を介してのみ許可されます。

35.4.1 証明書

デフォルトでは、PgBouncer プーラーは PostgreSQL クラスターと同じ証明書を再利用します。TLS クライアント証明書認証に依存して、PostgreSQL サーバーに接続し、クライアントのパスワード認証に使用される `auth_query` を実行します 認証を使用する を参照してください。

独自のシークレットを指定すると、ビルトイン統合が無効になります。その時点から、認証を管理するための完全な制御と責任を取得します。サポートされているシークレット形式は次のとおりです。

1. ベーシック認証
2. TLS
3. 不透明

不透明なシークレットの場合、 `Pooler` リソースは次のキーを想定しています。

- `tls.crt`
- `tls.key`

実際、これは、不透明なシークレットを TLS シークレットとして、同じ構造から開始できることを意味します。

35.5 認証

35.5.1 デフォルトの認証方法

デフォルトでは、CloudNativePG は、PostgreSQL データベースに接続する PgBouncer クライアントのパスワードベースの認証をネイティブにサポートしています。

このビルトインメカニズムは、PgBouncer の `auth_dbname` バージョン 1.19 で導入、`auth_user` および `auth_query` オプションとともに利用します。

> **注釈**
>
> 独自の証明書シークレットを提供する場合、ビルトイン統合は無効になります。その場合、PgBouncer 認証の構成と管理は自分の責任となります。

ビルトイン統合は、次のタスクを実行します。

- PostgreSQL サーバーに `cnpg_pooler_pgbouncer` と呼ばれる専用ユーザーを作成します
- `postgres` データベースにルックアップファンクションを作成し、実行特権を `cnpg_pooler_pgbouncer` に付与します PoLA 原則に従って
- このユーザーの TLS 証明書を発行します
- `auth_user` として `cnpg_pooler_pgbouncer` を使用し、`auth_dbname` として `postgres` を使用するように PgBouncer を構成します
- 発行された TLS 証明書を使用して PostgreSQL に対して `cnpg_pooler_pgbouncer` を認証するように PgBouncer を構成します

- クラスターに関連付けられているプーラーがない場合、上記のすべてを自動的にクリーンアップします

35.5.2 SQL 命令

ビルトイン統合の一部として、CloudNativePG は、リコンシリエーション中に一連の SQL ステートメントを自動的に実行します。これらのステートメントは、インスタンスマネージャーによって postgres データベースに対して postgres ユーザーを使用して実行されます。

ロールの作成

```
CREATE ROLE cnpg_pooler_pgbouncer WITH LOGIN;
```

postgres データベースへのアクセスを付与します。

```
GRANT CONNECT ON DATABASE postgres TO cnpg_pooler_pgbouncer;
```

パスワード検証のためのルックアップファンクションを作成します。このファンクションは、SECURITY DEFINER 特権で postgres データベースに作成され、PgBouncer の auth_query オプションで使用されます。ファンクション所有者として実行されるため、その search_path は pg_catalog, pg_temp に固定され、ファンクション本体が呼び出し元またはテナント制御の search_path を介して演算子またはオブジェクトを解決できません。

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION public.user_search(uname TEXT)
  RETURNS TABLE (usename name, passwd text)
  LANGUAGE sql SECURITY DEFINER
  SET search_path = pg_catalog, pg_temp AS
  SELECT usename, passwd FROM pg_catalog.pg_shadow WHERE usename=$1;;
```

> **注釈**
>
> CloudNativePG の以前のバージョンで作成されたクラスターは、固定された `search_path` なしの `user_search` ファンクションを実行します。オペレーターは、クラスターがアップグレードされたときのリコンシリエーション中に、*SET search_path* 句を使用してファンクションを自動的に再作成します。

ルックアップ機能の権限を制限および付与します。

```
REVOKE ALL ON FUNCTION public.user_search(text)
  FROM public;

GRANT EXECUTE ON FUNCTION public.user_search(text)
  TO cnpg_pooler_pgbouncer;
```

35.5.3 カスタム認証方法

独自の証明書シークレットを提供すると、ビルトイン統合が無効になります。

これにより、認証プロセスを自分自身で管理する柔軟性と責任が得られます。上記の手順に従って、デフォルトの設定と同様の動作を複製できます。

35.6 ポッドテンプレート

Pooler リソースを使用すると、 template セクションを介して基になるポッドをカスタマイズできます。これにより、スケジュール制約、カスタムセキュリティコンテキスト、リソースオーバーライドなどの高度な構成のための Kubernetes PodSpec へのフルアクセスが提供されます。

サポートされているフィールドの完全なリストについては、 *PoolerSpec* API リファレンスを参照してください。

35.6.1 主要な要件

- **``pgbouncer`` コンテナ名**コンテナ設定画像やリソースなどをオーバーライドする場合、コンテナの名前は pgbouncer に設定する必要があります**。オペレーターは、この特定の名前を探して PgBouncer プロセスを管理します。
- **必須 ``containers`` フィールド** template は標準の Kubernetes PodSpec スキーマに従っているため、containers フィールドは必須です。
- コンテナレベルの設定を変更しない場合は、空の配列 containers: [] に設定する必要があります。
- containers フィールドが見つからない場合、API サーバーは ValidationError をスローします。

35.6.2 例

35.6.3 ポッドアンチアフィニティを使用した高可用性

この構成では、 podAntiAffinity を使用して PgBouncer ポッドがさまざまなノードに分散されるようにし、単一のノードの障害がプール全体をダウンさせるのを防ぎます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Pooler
metadata:
  name: pooler-example-rw
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  instances: 3
  type: rw

  template:
    metadata:
      labels:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      app: pooler
  spec:
    containers: []
    affinity:
      podAntiAffinity:
        requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
          - labelSelector:
              matchExpressions:
                - key: app
                  operator: In
                  values:
                    - pooler
            topologyKey: "kubernetes.io/hostname"
```

35.6.4 リソース制限

pgbouncer という名前のコンテナを template セクションに追加することにより、リソース要求と制限を定義できます。

```
#  ...

template:
  metadata:
    # ...
  spec:
    containers:
      # This name MUST be "pgbouncer"
      - name: pgbouncer
        resources:
          requests:
            cpu: "0.1"
            memory: 100Mi
          limits:
            cpu: "0.5"
            memory: 500Mi
```

35.7 PgBouncer 画像

デフォルトでは、CloudNativePG は latest stable PgBouncer image を展開します

演算子はそれに対して構築されました。そのデフォルトは 3 つの方法でオーバーライドできます。複数の場合、ソースはトップダウンで評価されます。以下のリストで最初に一致したものが使用されます。一致するものがない場合、演算子のビルトインデフォルトが適用されます。

1. spec.template.spec.containers 内の pgbouncer コンテナに設定された明示的なイメージエスケープハッチ-以下の ポッドテンプレートのオーバーライド を参照してください。

2. spec.pgbouncer.image — Pooler に直接設定されたイメージリファレンス。
3. spec.pgbouncer.imageCatalogRef — ImageCatalog または ClusterImageCatalog のエントリーへの参照。

spec.pgbouncer.image および spec.pgbouncer.imageCatalogRef は相互排他的です。最大 1 つ設定します。

> **警告**
>
> 実行できる PgBouncer イメージを制限するアドミッションポリシーを適用する場合、それらのポリシーは**3 つすべて**イメージソース `spec.pgbouncer.image` 、*spec.pgbouncer.imageCatalogRef* 、および `spec.template.spec.containers` 内の `pgbouncer` コンテナの `image` フィールドをすべてゲートする必要があります。最初の 2 つのみをカバーするポリシーは、ポッドテンプレートのオーバーライドをガードのないエスケープハッチとして残します。同じ考慮事項が `Cluster.spec.imageName` および `Cluster.spec.imageCatalogRef` に適用されます。

35.7.1 明示的な画像の設定

spec.pgbouncer.image を使用して、特定の PgBouncer バージョンを固定するか、プライベートレジストリからプルします。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Pooler
metadata:
  name: pooler-example-rw
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  instances: 3
  type: rw
  pgbouncer:
    poolMode: session
    image: ghcr.io/cloudnative-pg/pgbouncer:1.25.1
```

35.7.2 イメージカタログを使用する

Pooler リソースは、 Cluster リソースと同じパターンに従って、ImageCatalog または ClusterImageCatalog を介して PgBouncer コンテナイメージを一元管理できますイメージカタログを使用する を参照してください。カタログエントリーは、カタログの componentImages リストで定義された key によって選択されます。

spec.pgbouncer.imageCatalogRef でカタログエントリーを参照します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Pooler
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
metadata:
  name: pooler-example-rw
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  instances: 3
  type: rw
  pgbouncer:
    poolMode: session
    imageCatalogRef:
      apiGroup: postgresql.cnpg.io
      kind: ImageCatalog
      name: my-catalog
      key: pgbouncer
```

代わりにクラスター全体のカタログを使用するには、kind: ClusterImageCatalog を設定し、対応するリソースで name をポイントします。仕様の残りの部分は同じです。

カタログエントリが更新されると、オペレーターはそれを参照するすべてのプーラーを自動的にリコンサイルし、Pooler 仕様を変更せずに新しいイメージをロールアウトします。

35.7.3 ポッドテンプレートのオーバーライド

ポッドテンプレートは、pgbouncer コンテナで image を伝えることもできます。その場合、他のすべてのソース spec.pgbouncer.image および spec.pgbouncer.imageCatalogRef を含むをオーバーライドします。これを **エスケープハッチ**として扱います。他のコンテナレベルの設定リソース、環境、セキュリティコンテキストをカスタマイズする必要があり、たまたま同じ場所に画像をピン付けしたい場合にのみ使用します。日常的なイメージ変更の場合、spec.pgbouncer.image またはイメージカタログを優先します。これらのフィールドは検証され、相互排他的で、PgBouncer イメージをゲートするアドミッションポリシーに表示されます。より広範なテンプレートの仕組みについては、ポッドテンプレート を参照してください。

```
#  ...

template:
  spec:
    containers:
      - name: pgbouncer
        image: my-pgbouncer:latest
```

35.7.4 解決された画像のモニタリング

オペレーターは、解決された画像を status.image に保存し、結果を status.phase 、 active 、paused 、inactive 、または failed のいずれかに反映します。failed では、 status.phaseReason は原因を説明しますたとえば、カタログまたはキーが存在しない場合。次の方法で現在の状態を検査できます。

```
kubectl get pooler pooler-example-rw -o jsonpath={.status.image}
```

> **注釈**
>
> 詳細はこちら *PgBouncerSpec*

API リファレンスで。

35.8 サービステンプレート

場合によっては、プーラーには別のラベル、アノテーション、または別のサービスタイプが必要になる場合があります。`serviceTemplate` フィールドを使用して、これを実現できます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Pooler
metadata:
  name: pooler-example-rw
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  instances: 3
  type: rw
  serviceTemplate:
    metadata:
      labels:
        app: pooler
    spec:
      type: LoadBalancer
  pgbouncer:
    poolMode: session
    parameters:
      max_client_conn: "1000"
      default_pool_size: "10"
```

デフォルトで、オペレーターは次のデータを使用して `ServicePort` を追加します。

```yaml
ports:
- name: pgbouncer
  port: 5432
  protocol: TCP
  targetPort: pgbouncer
```

> **警告**

名前 `pgbouncer` またはポート `5432` で `ServicePort` を指定すると、デフォルトの `ServicePort` が追加されません。これは、同じ `name` または `port` と同じ `ServicePort` エントリが Kubernetes では許可されず、エラーが発生するためです。

35.9 高可用性 HA

Kubernetes の展開のため、単一のインスタンスまたは複数のポッドで実行するようにプーラーを構成できます。公開されたサービスにより、クライアントが PgBouncer を実行している利用可能なポッドにランダムに分散されるようになり、基になるサーバー `rw` サービスを使用する場合またはサーバー複数のレプリカで `ro` サービスを使用する場合への接続を管理および再利用します。

警告

インフラストラクチャが複数のアベイラビリティーゾーンにまたがり、それらの間のレイテンシーが高い場合、ネットワークホップに注意してください。たとえば、ゾーン 2 で実行され、ゾーン 3 で実行されている PgBouncer に接続し、ゾーン 1 の PostgreSQL プライマリをポイントしている場合を検討します。

35.10 PgBouncer 構成オプション

オペレーターは configuration options for PgBouncer の大部分を管理し、それらのサブセットのみを変更できます。

警告

オペレーターは、これらの設定を検証なしで PgBouncer に直接渡します。構成エラーまたはクラッシュループを防ぐには、各パラメーターが特定の PgBouncer イメージバージョンでサポートされていることを確認します。

これらはカスタマイズ可能な PgBouncer オプションであり、各パラメーターの PgBouncer ドキュメントへのリンクがあります。特に記載のない限り、デフォルト値は PgBouncer によって直接設定された値です。

- auth_type
- application_name_add_host
- autodb_idle_timeout
- cancel_wait_timeout
- client_idle_timeout
- client_login_timeout
- client_tls_ciphers
- client_tls_sslmode

- client_tls13_ciphers 1.25+
- default_pool_size
- disable_pqexec
- dns_max_ttl
- dns_nxdomain_ttl
- idle_transaction_timeout
- ignore_startup_parameters `extra_float_digits,options` に追加します-CloudNativePG が必要
- listen_backlog
- log_connections
- log_disconnections
- log_pooler_errors
- log_stats デフォルトで無効 `0`、以下の **バックアップの進行状況のモニタリング** セクションで説明するように、Prometheus エクスポートによって統計が既に収集されていることを考えると、
- max_client_conn
- max_db_connections
- max_packet_size
- max_prepared_statements
- max_user_connections
- min_pool_size
- pkt_buf
- query_timeout
- query_wait_timeout
- reserve_pool_size
- reserve_pool_timeout
- sbuf_loopcnt
- server_check_delay
- server_check_query
- server_connect_timeout
- server_fast_close
- server_idle_timeout
- server_lifetime
- server_login_retry

- server_reset_query
- server_reset_query_always
- server_round_robin
- server_tls_ciphers
- server_tls13_ciphers 1.25+
- server_tls_protocols
- server_tls_sslmode
- stats_period
- suspend_timeout
- tcp_defer_accept
- tcp_keepalive
- tcp_keepcnt
- tcp_keepidle
- tcp_keepintvl
- tcp_user_timeout
- tcp_socket_buffer
- track_extra_parameters
- verbose

PgBouncer 構成のカスタマイズは、`.spec.pgbouncer.parameters` マップに宣言的に書き込まれます。

オペレーターはプーラー仕様の変更に対応し、すべての PgBouncer インスタンスは、サービスを中断せずに更新された構成をリロードします。

> **警告**
>
> すべての PgBouncer ポッドは同じ構成で、仕様のパラメーターに合わせて調整されています。これらのパラメーターを間違えると、プーラー全体の操作性を混乱させる可能性があります。演算子はオプションの値を検証しません。

35.11 モニタリング

`Pooler` の PgBouncer 実装には、デフォルトの Prometheus エクスポーターが付属しています。次のコマンドを実行して、`cnpg_pgbouncer_` 接頭辞を持ついくつかのメトリックを利用できるようにします。

- `SHOW LISTS` 接頭辞 `cnpg_pgbouncer_lists`
- `SHOW POOLS` 接頭辞 `cnpg_pgbouncer_pools`
- `SHOW STATS` 接頭辞 `cnpg_pgbouncer_stats`

CloudNativePG インスタンスと同様に、エクスポーターは、PgBouncer を実行している各ポッドのポート 9127 で実行され、Go ランタイム接頭辞 go_* に関連するメトリックも提供します。

> **注釈**
>
> PgBouncer を実行しているポッドでエクスポートされたメトリックを検査できます。手順については、**エクスポートされたメトリックを検査する方法** を参照してください。正しい IP と `9127` ポートを使用していることを確認します。

この例は、cnpg_pgbouncer メトリックの出力を示しています。

```
#  HELP cnpg_pgbouncer_collection_duration_seconds Collection time duration in seconds

#  TYPE cnpg_pgbouncer_collection_duration_seconds gauge

cnpg_pgbouncer_collection_duration_seconds{collector="Collect.up"} 0.002338805

#  HELP cnpg_pgbouncer_collection_errors_total Total errors occurred accessing␣
↪PostgreSQL for metrics.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_collection_errors_total counter

cnpg_pgbouncer_collection_errors_total{collector="sql: Scan error on column index 16,␣
↪name \"load_balance_hosts\": converting NULL to int is unsupported"} 5

#  HELP cnpg_pgbouncer_collections_total Total number of times PostgreSQL was␣
↪accessed for metrics.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_collections_total counter

cnpg_pgbouncer_collections_total 5

#  HELP cnpg_pgbouncer_last_collection_error 1 if the last collection ended with␣
↪error, 0 otherwise.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_last_collection_error gauge

cnpg_pgbouncer_last_collection_error 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_databases Count of databases.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_databases gauge

cnpg_pgbouncer_lists_databases 1

#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_dns_names Count of DNS names in the cache.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_dns_names gauge
cnpg_pgbouncer_lists_dns_names 0
#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_dns_pending Not used.
#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_dns_pending gauge
cnpg_pgbouncer_lists_dns_pending 0
#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_dns_queries Count of in-flight DNS queries.
#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_dns_queries gauge
cnpg_pgbouncer_lists_dns_queries 0
#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_dns_zones Count of DNS zones in the cache.
#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_dns_zones gauge
cnpg_pgbouncer_lists_dns_zones 0
#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_free_clients Count of free clients.
#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_free_clients gauge
cnpg_pgbouncer_lists_free_clients 49
#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_free_servers Count of free servers.
#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_free_servers gauge
cnpg_pgbouncer_lists_free_servers 0
#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_login_clients Count of clients in login state.
#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_login_clients gauge
cnpg_pgbouncer_lists_login_clients 0
#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_pools Count of pools.
#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_pools gauge
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
cnpg_pgbouncer_lists_pools 1

#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_used_clients Count of used clients.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_used_clients gauge

cnpg_pgbouncer_lists_used_clients 1

#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_used_servers Count of used servers.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_used_servers gauge

cnpg_pgbouncer_lists_used_servers 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_lists_users Count of users.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_lists_users gauge

cnpg_pgbouncer_lists_users 2

#  HELP cnpg_pgbouncer_pools_cl_active Client connections that are linked to server␣
↪connection and can process queries.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_pools_cl_active gauge

cnpg_pgbouncer_pools_cl_active{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 1

#  HELP cnpg_pgbouncer_pools_cl_active_cancel_req Client connections that have␣
↪forwarded query cancellations to the server and are waiting for the server response.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_pools_cl_active_cancel_req gauge

cnpg_pgbouncer_pools_cl_active_cancel_req{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_pools_cl_cancel_req Client connections that have not forwarded␣
↪query cancellations to the server yet.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_pools_cl_cancel_req gauge

cnpg_pgbouncer_pools_cl_cancel_req{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_pools_cl_waiting Client connections that have sent queries but␣
↪have not yet got a server connection.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_pools_cl_waiting gauge
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
cnpg_pgbouncer_pools_cl_waiting{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_pools_cl_waiting_cancel_req Client connections that have not␣
↪forwarded query cancellations to the server yet.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_pools_cl_waiting_cancel_req gauge

cnpg_pgbouncer_pools_cl_waiting_cancel_req{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_pools_load_balance_hosts Number of hosts not load balancing␣
↪between hosts

#  TYPE cnpg_pgbouncer_pools_load_balance_hosts gauge

cnpg_pgbouncer_pools_load_balance_hosts{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_pools_maxwait How long the first (oldest) client in the queue␣
↪has waited, in seconds. If this starts increasing, then the current pool of servers␣
↪does not handle requests quickly enough. The reason may be either an overloaded␣
↪server or just too small of a pool_size setting.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_pools_maxwait gauge

cnpg_pgbouncer_pools_maxwait{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_pools_maxwait_us Microsecond part of the maximum waiting time.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_pools_maxwait_us gauge

cnpg_pgbouncer_pools_maxwait_us{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_pools_pool_mode The pooling mode in use. 1 for session, 2 for␣
↪transaction, 3 for statement, -1 if unknown

#  TYPE cnpg_pgbouncer_pools_pool_mode gauge

cnpg_pgbouncer_pools_pool_mode{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 3

#  HELP cnpg_pgbouncer_pools_sv_active Server connections that are linked to a client.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_pools_sv_active gauge

cnpg_pgbouncer_pools_sv_active{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# HELP cnpg_pgbouncer_pools_sv_active_cancel Server connections that are currently␣
↪forwarding a cancel request

# TYPE cnpg_pgbouncer_pools_sv_active_cancel gauge

cnpg_pgbouncer_pools_sv_active_cancel{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

# HELP cnpg_pgbouncer_pools_sv_idle Server connections that are unused and␣
↪immediately usable for client queries.

# TYPE cnpg_pgbouncer_pools_sv_idle gauge

cnpg_pgbouncer_pools_sv_idle{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

# HELP cnpg_pgbouncer_pools_sv_login Server connections currently in the process of␣
↪logging in.

# TYPE cnpg_pgbouncer_pools_sv_login gauge

cnpg_pgbouncer_pools_sv_login{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

# HELP cnpg_pgbouncer_pools_sv_tested Server connections that are currently running␣
↪either server_reset_query or server_check_query.

# TYPE cnpg_pgbouncer_pools_sv_tested gauge

cnpg_pgbouncer_pools_sv_tested{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

# HELP cnpg_pgbouncer_pools_sv_used Server connections that have been idle for more␣
↪than server_check_delay, so they need server_check_query to run on them before they␣
↪can be used again.

# TYPE cnpg_pgbouncer_pools_sv_used gauge

cnpg_pgbouncer_pools_sv_used{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

# HELP cnpg_pgbouncer_pools_sv_wait_cancels Servers that normally could become idle,␣
↪but are waiting to do so until all in-flight cancel requests have completed that␣
↪were sent to cancel a query on this server.

# TYPE cnpg_pgbouncer_pools_sv_wait_cancels gauge

cnpg_pgbouncer_pools_sv_wait_cancels{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

# HELP cnpg_pgbouncer_stats_avg_bind_count Average number of prepared statements␣
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
↪readied for execution by clients and forwarded to PostgreSQL by pgbouncer.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_avg_bind_count gauge

cnpg_pgbouncer_stats_avg_bind_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_avg_client_parse_count Average number of prepared␣
↪statements created by clients.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_avg_client_parse_count gauge

cnpg_pgbouncer_stats_avg_client_parse_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_avg_query_count Average queries per second in last stat␣
↪period.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_avg_query_count gauge

cnpg_pgbouncer_stats_avg_query_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_avg_query_time Average query duration, in microseconds.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_avg_query_time gauge

cnpg_pgbouncer_stats_avg_query_time{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_avg_recv Average received (from clients) bytes per␣
↪second.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_avg_recv gauge

cnpg_pgbouncer_stats_avg_recv{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_avg_sent Average sent (to clients) bytes per second.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_avg_sent gauge

cnpg_pgbouncer_stats_avg_sent{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_avg_server_parse_count Average number of prepared␣
↪statements created by pgbouncer on a server.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_avg_server_parse_count gauge

cnpg_pgbouncer_stats_avg_server_parse_count{database="pgbouncer"} 0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_avg_wait_time Time spent by clients waiting for a server,
 in microseconds (average per second).

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_avg_wait_time gauge

cnpg_pgbouncer_stats_avg_wait_time{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_avg_xact_count Average transactions per second in last␣
↪stat period.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_avg_xact_count gauge

cnpg_pgbouncer_stats_avg_xact_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_avg_xact_time Average transaction duration, in␣
↪microseconds.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_avg_xact_time gauge

cnpg_pgbouncer_stats_avg_xact_time{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_total_bind_count Total number of prepared statements␣
↪readied for execution by clients and forwarded to PostgreSQL by pgbouncer

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_total_bind_count gauge

cnpg_pgbouncer_stats_total_bind_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_total_client_parse_count Total number of prepared␣
↪statements created by clients.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_total_client_parse_count gauge

cnpg_pgbouncer_stats_total_client_parse_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_total_query_count Total number of SQL queries pooled by␣
↪pgbouncer.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_total_query_count gauge

cnpg_pgbouncer_stats_total_query_count{database="pgbouncer"} 15

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_total_query_time Total number of microseconds spent by␣
↪pgbouncer when actively connected to PostgreSQL, executing queries.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_total_query_time gauge

cnpg_pgbouncer_stats_total_query_time{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_total_received Total volume in bytes of network traffic␣
↪received by pgbouncer.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_total_received gauge

cnpg_pgbouncer_stats_total_received{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_total_sent Total volume in bytes of network traffic sent␣
↪by pgbouncer.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_total_sent gauge

cnpg_pgbouncer_stats_total_sent{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_total_server_parse_count Total number of prepared␣
↪statements created by pgbouncer on a server.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_total_server_parse_count gauge

cnpg_pgbouncer_stats_total_server_parse_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_total_wait_time Time spent by clients waiting for a␣
↪server, in microseconds.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_total_wait_time gauge

cnpg_pgbouncer_stats_total_wait_time{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_total_xact_count Total number of SQL transactions pooled␣
↪by pgbouncer.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_total_xact_count gauge

cnpg_pgbouncer_stats_total_xact_count{database="pgbouncer"} 15

#  HELP cnpg_pgbouncer_stats_total_xact_time Total number of microseconds spent by␣
↪pgbouncer when connected to PostgreSQL in a transaction, either idle in transaction␣
↪or executing queries.

#  TYPE cnpg_pgbouncer_stats_total_xact_time gauge
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
cnpg_pgbouncer_stats_total_xact_time{database="pgbouncer"} 0
```

> **注釈**
>
> メトリックをより深く理解するには、PgBouncer のドキュメントを参照してください。

クラスターに関しては、Prometheus operator's を使用して特定のプーラーを監視できます

PodMonitor 。

次の基本的な例を使用して、特定のプーラーに PodMonitor を展開し、必要に応じて変更できます。

```yaml
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: <POOLER_NAME>
spec:
  selector:
    matchLabels:
      cnpg.io/poolerName: <POOLER_NAME>
  podMetricsEndpoints:
    - port: metrics
```

35.11.1 メトリックエンドポイントの TLS

HTTPS でメトリックエンドポイントを提供するように.spec.monitoring.tls.enabled: true を設定します。デフォルトでは、クラスターのサーバー証明書が使用されます。証明書は TLS ハンドシェイクごとにリロードされるため、ポッドを再起動せずにローテーションが選択されます。

```yaml
spec:
  monitoring:
    tls:
      enabled: true
```

.spec.pgbouncer.clientTLSSecret が設定されている場合、メトリックサーバーは代わりにその証明書を提示します。

```yaml
spec:
  pgbouncer:
    clientTLSSecret:
      name: <CLIENT_TLS_SECRET>
  monitoring:
    tls:
      enabled: true
```

Prometheus は IP でポッドをスクレイピングし、証明書の SAN は一般にポッド IP をカバーしないため、生成された PodMonitor は insecureSkipVerify=true でスクレイピングします。

厳密な検証が必要な場合は、.spec.monitoring.enablePodMonitor: false を設定し、PodMonitor を自分で管理します。オペレーター生成されたものは insecureSkipVerify=true にハードコードされ、リコンサイルのたびに仕様を上書きするため、生成された PodMonitor の手動パッチは残りません。

35.11.2 PodMonitor 自動作成の非推奨

> **警告**
>
> *Pooler* リソースの `.spec.monitoring.enablePodMonitor` フィールドは非推奨であり、オペレーターの将来のバージョンでは削除される予定です。

現在この機能を使用している場合、 .spec.monitoring.enablePodMonitor を削除または false に設定し、上記のようにプーラーの PodMonitor リソースを手動で作成することを強くお勧めします。この変更により、監視構成の完全な所有権が保証され、オペレーターによって管理または上書きされるのを防ぎます。

35.12 ロギング

ログは、次の例のように、JSON 形式で標準出力に直接送信されます。

```
{
  "level": "info",
  "ts": SECONDS.MICROSECONDS,
  "msg": "record",
  "pipe": "stderr",
  "record": {
    "timestamp": "YYYY-MM-DD HH:MM:SS.MS UTC",
    "pid": "<PID>",
    "level": "LOG",
    "msg": "kernel file descriptor limit: 1048576 (hard: 1048576); max_client_conn:␣
↪100, max expected fd use: 112"
  }
}
```

35.13 接続の一時停止

Pooler 仕様では、宣言的構成のみを使用して、PgBouncer の PAUSE および RESUME コマンドを利用できます。これは、 paused オプションを使用して行うことができます。デフォルトでは false に設定されています。 true に設定すると、オペレーターは PgBouncer の PAUSE コマンドを内部的に呼び出します。

1. クエリが完了するのを待った後、PostgreSQL サーバーへのアクティブな接続をすべて閉じます。
2. クライアントからの新しい接続を一時停止します

paused オプションが false にリセットされると、オペレーターは PgBouncer で RESUME コマンドを呼び出し、Pooler リソースで定義された PostgreSQL サービスへのタップを再度開きます。

> **注釈**
>
> 詳細については、 PAUSE を参照してください。

> **注釈**
>
> 将来のバージョンでは、スイッチオーバー操作は PgBouncer プーラーと完全に統合され、 *PAUSE / RESUME* 機能を利用してクライアントアプリケーションによる知覚的なダウンタイムを削減します。現在、*paused* 属性を`true`に設定し、*postgresql.cnpg.io/v1* を介して switchover コマンドを発行し、*paused* 属性を`false`に復元することにより、同じ結果を得ることができます。

35.14 制限事項

35.14.1 単一の PostgreSQL クラスター

プーラーの現在の実装は、特定の CloudNativePG クラスターサービスの一部として動作するように設計されています。現在、複数のクラスターにまたがるプーラーを作成することはできません。

35.14.2 制御された構成可能性

CloudNativePG は、PgBouncer レイヤーが PostgreSQL と通信するために使用されるいくつかの構成オプションを透過的に管理します。このようなオプションは外部から構成できず、TLS 証明書、認証設定、databases セクション、および users セクションが含まれます。また、単一の PostgreSQL クラスターの特定のユースケースを考慮して、採用される基準は、ユーザーが構成できるオプションを明示的にリストすることです。

> **注釈**
>
> 採用されたソリューションは、大部分のユースケースに対応する可能性があります。これにより、PgBouncer の別のオペレーターを将来的に実装して、より高度なカスタマイズされたシナリオでガンマを完了する余地が残されています。

第36章　Replica clusters

レプリカクラスターは、別の PostgreSQL インスタンスからデータをレプリケートするように設計された CloudNativePG `Cluster` リソースであり、理想的には CloudNativePG によって管理されます。

通常、レプリカクラスターは、別のリージョンの別の Kubernetes クラスターに展開されます。これらのクラスターは、カスケードレプリケーションを実行するように構成でき、以下で詳しく説明するように、ソースからのデータレプリケーションのオブジェクトストアに依存できます。

レプリカクラスターには、主に 2 つのユースケースがあります。

1. **ディザスターリカバリーと高可用性**ディザスターリカバリーとある程度、通常は異なるリージョンにあるさまざまな Kubernetes クラスターにわたる CloudNativePG クラスターの高可用性を強化します。CloudNativePG 用語では、これは **分散トポロジ** と呼ばれます。

2. **読み取り専用ワークロード**レポートやオンライン分析処理 OLAP などの目的で、PostgreSQL クラスターのスタンドアロンレプリカを作成します。これらのレプリカは、主に読み取り専用ワークロード用です。CloudNativePG 用語では、これは **スタンドアロンレプリカクラスター** と呼ばれます。

例、以下の図 — *Architecture* から取得

—は、主にディザスターリカバリーの目的で機能する対称レプリカクラスターを使用した、2 つの Kubernetes クラスターにまたがる分散 PostgreSQL トポロジを示しています。

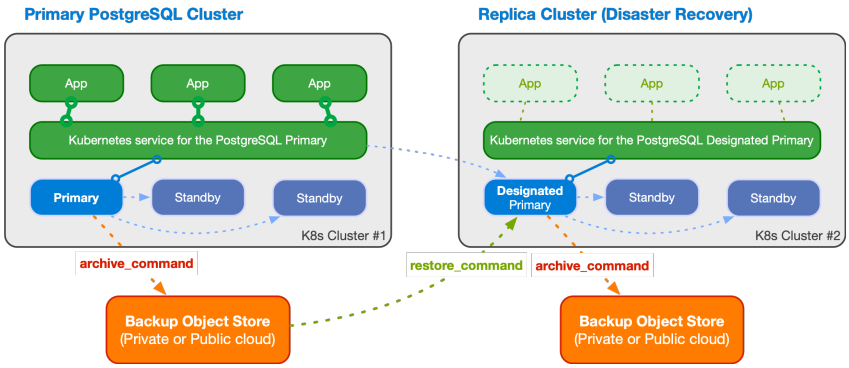


図 1: An example of multi-cluster deployment with a primary and a replica cluster

36.1 基本概念

CloudNativePG は PostgreSQL レプリケーションフレームワークをベースに構築されており、このセクションで説明するレプリカクラスター機能を使用して、既存のソースクラスターから PostgreSQL クラスターを作成および同期できます。ソースは、プライマリクラスターまたは別のレプリカクラスターカスケードレプリケーションです。

36.1.1 PostgreSQL のロールについて

レプリカクラスターは継続的リカバリモードで動作します。つまり、カタログを含むデータベースへの変更、およびロールやデータベースのようなグローバルオブジェクトは許可されません。これらの変更は、`Cluster` がプライマリに移行するまで遅延されます。このフェーズでは、ロールなどのグローバルオブジェクトは、ソースクラスターで定義されたとおりに残ります。クラスターが昇格すると、CloudNativePG はローカル再定義を適用します。

クラスターを昇格する予定がない場合読み取り専用ワークロードの場合、またはレプリカクラスターが昇格したらソースクラスターから完全に切断する予定がある場合、アクションを実行する必要はありません。これは通常、**スタンドアロンレプリカクラスター** の場合です。

ある時点でクラスターを昇格する予定がある場合、CloudNativePG は、レプリカクラスターからプライマリに移行するときに次のロールとパスワードを管理します。

- アプリケーションユーザー
- スーパーユーザー使用している場合
- *declarative interface* を使用して定義されたロール

上記のロールとパスワードが変更されないことをシームレスに保証することが目的である場合、各 `Cluster` で上記に必要なシークレットを定義する必要があります。これは通常、**分散トポロジ** の場合です。

36.1.2 レプリカクラスターのブートストラップ

最初のステップは、次のいずれかの方法を使用してレプリカクラスターをブートストラップすることです。

- `pg_basebackup` 経由の **ストリーミングレプリケーション**
- **ボリュームスナップショットからのリカバリ**
- オブジェクトストアの **Barman Cloud バックアップからのリカバリ**

`pg_basebackup` ストリーミングまたはリカバリーボリュームスナップショットまたはオブジェクトストアを使用して PostgreSQL サーバーのクローンを作成する手順の詳細については、*Bootstrap* を参照してください。

36.1.3 レプリケーションの構成

レプリカクラスターのベースバックアップが利用できるようになったら、PostgreSQL 継続的リカバリーを使用してオリジンから変更をレプリケートする方法を定義する必要があります。3 つの主なオプションがあります。

1. **ストリーミングレプリケーション**レプリカクラスターとソース間のストリーミングレプリケーションを設定します。この方法では、ネットワーク接続を構成し、適切な管理およびセキュリティ対策を実装して、シームレスなデータ転送を保証する必要があります。
2. **WAL アーカイブ**オブジェクトストアに保存されている WAL 書き込み先行ログアーカイブを使用します。WAL ファイルはソースクラスターからオブジェクトストアに定期的に転送され、そこから Barman Cloud のような CNPG-I プラグイン

`restore_command` を介してレプリカクラスターのそれらを取得します。

3. **ハイブリッドアプローチ**ストリーミングレプリケーションと WAL アーカイブ方法の両方を組み合わせます。PostgreSQL は、必要に応じてこれら 2 つのアプローチを管理および切り替えて、データの一貫性と可用性を保証できます。

36.1.4 外部クラスターの定義

外部クラスターを構成する場合、次のオプションがあります。

- **``plugin`` セクション**
- CNPG-I を使用したレプリカクラスターのブートストラップを有効にします

restore_job をサポートするプラグイン

および wal プロトコル. - CloudNativePG は Barman Cloud Plugin をサポートしています

オブジェクトストアからレプリカクラスターをブートストラップできるようにします。

- **``connectionParameters`` セクション**
- `pg_basebackup` セクションを使用したストリーミングレプリケーションを介したレプリカクラスターのブートストラップを有効にします。
- CloudNativePG は、指定されたプライマリインスタンスに `primary_conninfo` オプションを自動的に設定し、ソースクラスターに接続してデータを受信する WAL レシーバープロセスを開始します。

非推奨ですが、 **``barmanObjectStore`` セクション**に引き続きアクセスできます。

- CloudNativePG が指定されたプライマリインスタンスで `restore_command` を自動的に設定して、WAL アーカイブの使用を有効にします。
- ボリュームスナップショットが実現できない場合、`recovery` セクションを使用してオブジェクトストアからレプリカクラスターをブートストラップできます。

36.1.5 バックアップおよびシンメトリックアーキテクチャ

レプリカクラスターは、指定されたプライマリから予約されたオブジェクトストアへのバックアップを実行でき、分散環境での対称アーキテクチャをサポートします。このアーキテクチャの選択は、制御されたデータセンターのスイッチオーバーまたは予期しないイベントに続くフェイルオーバー中にクラスターがプロモーションの準備ができるようにするため、重要です。

36.1.6 分散アーキテクチャの柔軟性

PostgreSQL データベースの優先分散アーキテクチャを柔軟に設計でき、以下から選択できます。

- **プライベートクラウド**異なるデータセンターにある複数の Kubernetes クラスターにまたがります。
- **パブリッククラウド**さまざまなリージョンにある複数の Kubernetes クラスターにまたがります。
- **ハイブリッドクラウド**プライベートクラウドとパブリッククラウドを組み合わせます。
- **マルチクラウド**さまざまなリージョンおよびクラウドサービスプロバイダーにまたがる複数の Kubernetes クラスターにまたがります。

36.2 レプリカクラスターのセットアップ

ソースクラスターからレプリカクラスターをセットアップするには、次の手順に従ってクラスター YAML ファイルを作成し、それに応じて構成します。

1. **外部クラスターの定義**

- `externalClusters` セクションで、レプリカクラスターを指定します。
- ディザスターリカバリー DR と高可用性 HA を目的とした分散 PostgreSQL トポロジの場合、このセクションはすべての PostgreSQL クラスターに対して定義する必要があります分散データベースで。

2. **レプリカクラスターのブートストラップ**

- **ストリーミングブートストラップ**ストリーミングレプリケーションを介したブートストラップには `pg_basebackup` セクションを使用します。
- **スナップショット/オブジェクトストアブートストラップ** `recovery` セクションを使用してボリュームスナップショットからブートストラップまたはオブジェクトストア。

3. **継続的リカバリ戦略** `.spec.replica` スタンザで定義します。

- **分散トポロジ** `externalClusters` で定義された分散トポロジとともに、`primary` 、`source` 、および `self` フィールドを使用して構成します。これにより、CloudNativePG は、プライマリクラスターの降格と、その後のプロモーショントークンを使用したレプリカクラスターのプロモーションを宣言的に制御できます。
- **スタンドアロンレプリカクラスター** `enabled` オプションを使用して継続的リカバリーを有効にし、`source` フィールドをポイントするように設定します `externalClusters` 名前。この構成は、主に読み取り専用ワークロードを目的としたレプリカの作成に適しています。

継続的リカバリーのための分散トポロジーとスタンドアロンレプリカクラスター戦略の両方を以下で徹底的に説明します。

36.3 分散トポロジ

36.3.1 分散 PostgreSQL データベースの計画

ドワイト・アイゼンハワーの有名な言葉「計画がすべてです」。これは、Kubernetes での PostgreSQL アーキテクチャの設計にも当てはまります。

最初に、分散トポロジを紙の上で概念化し、それを CloudNativePG API 構成に変換します。この構成には、主に次のものが含まれます。

- `externalClusters` セクション。分散 PostgreSQL セットアップ内のすべての `Cluster` 定義に含める必要があります。
- `.spec.replica` スタンザ、具体的には `primary` 、`source` 、およびオプションの `self` フィールド。

たとえば、南ヨーロッパと中央ヨーロッパにある 2 つの Kubernetes クラスターに分散された PostgreSQL クラスターを展開するとします。

このシナリオでは、南ヨーロッパの Kubernetes クラスターに CloudNativePG がインストールされており、プライマリとして機能する `cluster-eu-south` という名前の PostgreSQL `Cluster` を使用していることを

前提としています。このクラスターには、ローカルオブジェクトストアで構成された継続的バックアップがあります。このオブジェクトストアには、中央ヨーロッパの Kubernetes クラスターにインストールされている cluster-eu-central という名前の PostgreSQL Cluster からもアクセスできます。最初に、cluster-eu-central はレプリカクラスターとして機能します。対称的なアプローチに従い、継続的バックアップ用のローカルオブジェクトストアも持っています。これは、cluster-eu-south によって読み取られる必要があります。

この例では、復旧は WAL シッピングのみを介して実行され、2 つのクラスター間のストリーミングレプリケーションは行われません。ただし、 *"Configuring replication"* で説明しているように、ストリーミングレプリケーションを単独で使用するか、ハイブリッドアプローチつまりフォールバックとして WAL シッピングを使用したストリーミングレプリケーションを採用するようにセットアップを構成できます。

セクション。

次に、オブジェクトストアの Barman Cloud プラグインに依存して、両方の Cluster リソースの externalClusters セクションを構成する方法を示します。

```
#  Distributed topology configuration

externalClusters:
  - name: cluster-eu-south
    plugin:
      name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
      parameters:
        barmanObjectName: cluster-eu-south
        serverName: cluster-eu-south
  - name: cluster-eu-central
    plugin:
      name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
      parameters:
        barmanObjectName: cluster-eu-central
        serverName: cluster-eu-central
```

cluster-eu-south PostgreSQL プライマリ Cluster の.spec.replica スタンザは次のように構成する必要があります。

```
replica:
  primary: cluster-eu-south
  source: cluster-eu-central
```

一方、 cluster-eu-central PostgreSQL レプリカ Cluster の.spec.replica スタンザは次のように構成する必要があります。

```
replica:
  primary: cluster-eu-south
  source: cluster-eu-south
```

この構成では、primary フィールドが Cluster リソースまたは別のものが使用される場合は.spec.replica.self の名前と一致する場合、現在のクラスターは分散トポロジのプライマリと見なされます。それ以外の

場合、source この場合、Barman オブジェクトストアを使用してからのレプリカとして設定されます。

この設定により、複数の Kubernetes クラスターにわたる分散 PostgreSQL アーキテクチャを効率的に管理でき、宣言的構成を使用したプライマリ PostgreSQL クラスターの制御されたスイッチオーバーを介して、高可用性とディザスターリカバリーの両方を保証します。

分散トポロジにおける制御されたスイッチオーバーは、以下を含む 2 段階のプロセスです。

- プライマリクラスターのレプリカクラスターへの降格
- レプリカクラスターのプライマリクラスターへのプロモーション

これらのプロセスについては、次のセクションで説明します。

> **注釈**
>
> 続行する前に、必ずご確認ください *PostgreSQL のロールについて*

上記であり、分散トポロジに参加しているすべての Cluster オブジェクトでシークレットを含む同一のロール定義を使用します。

36.3.2 プライマリのレプリカクラスターへの降格

CloudNativePG は、プライマリクラスターをレプリカクラスターに降格する機能を提供します。このアクションは、通常、プライマリロールをあるデータセンターから別のデータセンターに移行するときに計画されます。このプロセスには、現在のプライマリクラスターたとえば cluster-eu-south をレプリカクラスターに降格し、その後、完全に同期したときに指定されたレプリカクラスター cluster-eu-central をプライマリに昇格させることが含まれます。

新しいプライマリになるように選択されたレプリカクラスターをポイントする現在のプライマリ Cluster リソースで外部クラスターを定義している場合、次のように primary フィールドを変更するだけです。

```
replica:
  primary: cluster-eu-central
  source: cluster-eu-central
```

プライマリ PostgreSQL クラスターが降格されると、書き込み操作は可能でなくなります。CloudNativePG の場合

1. シャットダウンチェックポイントを含む WAL ファイルを WAL アーカイブの.partial ファイルとしてアーカイブします。
2. ステータスに demotionToken 、システム識別子、タイムスタンプ、タイムライン ID、REDO ロケーション、最新のチェックポイントの REDO WAL ファイルなど、pg_controldata からの関連情報を含む base64 エンコードされた JSON 構造を生成します。

最初のステップは、WAL アーカイブのみを使用して継続的リカバリプロセスにフィードを与えるために降格/プロモートする必要がありますストリーミングレプリケーションなしで。

2 番目のステップ .status.demotionToken の生成は、データの損失や元のプライマリをリビルドすることなく、スムーズな降格/プロモーションプロセスを保証します。

この段階で、元のプライマリはレプリカクラスターに移行し、新しいグローバルプライマリ cluster-eu-central からの WAL データを待機しています。

他のクラスターの昇格を続行するには、次のコマンドを使用して cluster-eu-south から demotionToken を取得する必要があります。

```
kubectl get cluster cluster-eu-south \
  -o jsonpath={.status.demotionToken}
```

cnpg プラグインを使用して、クラスターのステータスを確認して demotionToken を取得できます。トークンは Demotion token セクションの下にリストされています。

> **注釈**
>
> *cluster-eu-south* から取得した `demotionToken` は、*cluster-eu-central* の `promotionToken` になります。

cnpg プラグインを使用して、クラスターのステータスを確認して、ロールの変更を確認できます。

```
kubectl cnpg status cluster-eu-south
```

36.3.3 レプリカのプライマリクラスターへの昇格

PostgreSQL レプリカクラスター cluster-eu-central などをプライマリクラスターに昇格させ、指定されたプライマリを実際のプライマリインスタンスにするには、次の手順を同時に実行する必要があります。

1. .spec.replica.primary を、昇格する現在のレプリカクラスターの名前に設定します cluster-eu-central など。
2. .spec.replica.promotionToken を、以前のプライマリクラスターから取得した値で設定しますプライマリのレプリカクラスターへの降格 を参照してください。

cluster-eu-central の仕様の更新された replica セクションは次のようになります。

```
replica:
  primary: cluster-eu-central
  promotionToken: <PROMOTION_TOKEN>
  source: cluster-eu-south
```

> **警告**
>
> 変更を `primary` および `promotionToken` フィールドに同時に適用することが重要です。プロモーショントークンを省略すると、フェールオーバーがトリガーされ、以前のプライマリのリビルドが必要になります。

これらの調整を行った後、CloudNativePG は、レプリカクラスターのプライマリクラスターへのプロモーションを開始します。最初に、CloudNativePG は、指定されたプライマリクラスターが、トークンに含まれる指定されたログシーケンス番号 LSN までのすべての書き込み先行ロギング WAL 情報をレプリケートす

るのを待機します。この目標を達成すると、プロモーションプロセスが開始されます。新しいプライマリクラスターは、タイムラインを切り替え、履歴ファイルと新しい WAL をアーカイブすることにより、レプリカとして動作する cluster-eu-south クラスターのレプリケーションプロセスのブロックを解除します。

ロールの変更を確認するには、 cnpg プラグインを使用して、クラスターのステータスを確認します。

```
kubectl cnpg status cluster-eu-central
```

このコマンドは、cluster-eu-central の現在のステータスを提供し、プライマリへの昇格を確認します。

これらの手順に従うことで、スムーズで制御されたプロモーションプロセスを保証し、中断を最小限に抑え、PostgreSQL クラスター全体でデータの整合性を維持できます。

36.4 スタンドアロンレプリカクラスター

注釈

スタンドアロンレプリカクラスターは、CloudNativePG 1.24 で分散トポロジ戦略を導入する前は、レプリカクラスターと呼ばれていました。

CloudNativePG では、スタンドアロンレプリカクラスターは、次の構成で継続的にリカバリーしている PostgreSQL クラスターです。

- .spec.replica.enabled を true に設定
- .spec.replica.source フィールドを介して定義された物理レプリケーションソース、externalClusters 名前を指す

.spec.replica.enabled が false に設定されている場合、レプリカクラスターは継続的リカバリモードを終了し、プライマリクラスターになり、元のソースから完全に分離されます。

警告

レプリケーションの無効化は、**不可逆的な**オペレーションです。レプリケーションが無効になり、指定されたプライマリがプライマリに昇格すると、レプリカクラスターとソースクラスターは決定的に 2 つの独立したクラスターになります。

注釈

スタンドアロンレプリカクラスターは、主に読み取り専用のワークロードが関係するいくつかのユースケースに適しています。ディザスターリカバリーソリューションのセットアップを予定している場合は、上記の「分散トポロジ」を確認してください。

36.4.1 分散トポロジとの主な違い

スタンドアロンレプリカクラスターは、ディザスターリカバリーの目的で使用できますが、いくつかの重要な点で「分散トポロジ」戦略とは異なります。

- **分散データベース概念の欠如**スタンドアロンレプリカクラスターは、単純な形式 2 つのクラスターまたはより複雑な構成たとえば、円形トポロジの 3 つのクラスターなど、分散データベースの概念をサポートしていません。
- **グローバルプライマリクラスターなし**スタンドアロンレプリカクラスターには、グローバルプライマリクラスターの概念がありません。
- **制御されたスイッチオーバーなし**スタンドアロンレプリカクラスターは、プライマリにのみ昇格できます。制御されたスイッチオーバーは不可能であるため、以前のプライマリクラスターは再クローンを作成する必要があります。

フェールオーバーは両方の戦略で同じであるため、元のプライマリが復旧した場合は再クローンを作成する必要があります。

36.4.2 pg_basebackup を使用したスタンドアロンレプリカクラスターの例

この **最初の例**は、ブートストラップと継続的リカバリーの両方でストリーミングレプリケーションを使用して、スタンドアロンレプリカクラスターを定義します。レプリカクラスターは、TLS 認証を使用してソースクラスターに接続します。

sample YAML

`samples/` サブディレクトリ。

ソースクラスターを指している `bootstrap` および `replica` セクションに注意してください。

```
bootstrap:
  pg_basebackup:
    source: cluster-example

replica:
  enabled: true
  source: cluster-example
```

前述の構成では、アプリケーションデータベースとその所有ユーザーがデフォルトの `app` に設定されていることを前提としています。リストアする PostgreSQL クラスターが別の名前を使用している場合、**アプリケーションデータベースの構成** の文書に従ってそれらを指定する必要があります。また、元のクラスターからアプリケーションユーザーシークレットをコピーし、ソースとの同期を維持することを検討する必要があります。詳細は、*PostgreSQL のロールについて* を参照してください。

`externalClusters` セクションでは、`connectionParameters` サブセクションのホストに対応した適切な名前空間を使用することに注意してください。レプリカクラスターが別の名前空間にある場合、`-replication` および `-ca` シークレットは、必要に応じてコピーしておく必要があります。

```
externalClusters:
  - name: <MAIN-CLUSTER>
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    connectionParameters:
      host: <MAIN-CLUSTER>-rw.<NAMESPACE>.svc
      user: streaming_replica
      sslmode: verify-full
      dbname: postgres
    sslKey:
      name: <MAIN-CLUSTER>-replication
      key: tls.key
    sslCert:
      name: <MAIN-CLUSTER>-replication
      key: tls.crt
    sslRootCert:
      name: <MAIN-CLUSTER>-ca
      key: ca.crt
```

36.4.3 オブジェクトストアからのスタンドアロンレプリカクラスターの例

2 番目の例 は、 recovery セクションと継続的リカバリーを使用してオブジェクトストアからブートストラップするレプリカクラスターを定義します。ストリーミングレプリケーションと特定のオブジェクトストアの両方を使用します。ストリーミングレプリケーションの場合、レプリカクラスターは基本認証を使用してソースクラスターに接続します。

sample YAML

samples/ サブディレクトリにあります。

ソースクラスターを指している bootstrap および replica セクションに注意してください。

```
bootstrap:
  recovery:
    source: cluster-example

replica:
  enabled: true
  source: cluster-example
```

前述の構成では、アプリケーションデータベースとその所有ユーザーがデフォルトの app に設定されていることを前提としています。リストアする PostgreSQL クラスターが別の名前を使用している場合、**アプリケーションデータベースの構成** の文書に従ってそれらを指定する必要があります。また、元のクラスターからアプリケーションユーザーシークレットをコピーし、ソースとの同期を維持することを検討する必要があります。詳細については、*PostgreSQL のロールについて* を参照してください。

externalClusters セクションでは、 endpointURL および connectionParameters.host で適切な名前空間を使用するように注意してください。また、必要に応じて必要なシークレットがコピーされていること、およびソースクラスターのバックアップが既に作成されていることを確認してください。

```yaml
externalClusters:
- name: <MAIN-CLUSTER>
  # Example with Barman Cloud Plugin
  plugin:
    name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
    parameters:
      barmanObjectName: <MAIN-CLUSTER>
      serverName: <MAIN-CLUSTER>
      ...
  connectionParameters:
    host: <MAIN-CLUSTER>-rw.default.svc
    user: postgres
    dbname: postgres
  password:
    name: <MAIN-CLUSTER>-superuser
    key: password
```

> **注釈**
>
> ソースクラスターとレプリカクラスター間でストリーミングレプリケーションを使用するには、2 つのクラスター間のネットワーク接続があることを確認し、パスワードまたは証明書を保持する必要なシークレットがすべて事前に適切に作成されていることを確認する必要があります。

36.4.4 ボリュームスナップショットを使用した例

ボリュームスナップショットを使用し、ストレージクラスがスナップショットクラスター間の可用性を提供する場合、それを活用して、ソースクラスターのボリュームスナップショットを介してレプリカクラスターをブートストラップできます。

3 番目の例 は、 `recovery` セクションを使用してボリュームスナップショットからブートストラップするレプリカクラスターを定義します。ストリーミングレプリケーション基本認証を介して、オブジェクトストアを使用して WAL ファイルを取得します。

sample YAML

`samples/` サブディレクトリにあります。

この例では、アプリケーションデータベースとその所有ユーザーがデフォルトの `app` に設定されていることを前提としています。リストアする PostgreSQL クラスターが別の名前を使用している場合、*Configure theapplication database* の文書に従ってそれらを指定する必要があります。また、元のクラスターからアプリケーションユーザーシークレットをコピーし、ソースとの同期を維持することを検討する必要があります。詳細については、*PostgreSQL のロールについて* を参照してください。

36.5 遅延レプリカ

CloudNativePG は、 PostgreSQL の recovery_min_apply_delay を活用して、*.spec.replica.minApplyDelay* を介して **遅延レプリカ** の作成をサポートしています。

遅延レプリカは、指定された時間プライマリデータベースより意図的に遅延するように設計されています。この遅延は、PostgreSQL の基になる `recovery_min_apply_delay` パラメーターにマップする `.spec.replica.minApplyDelay` オプションを使用して構成できます。

遅延レプリカの主な目的は、プライマリデータベースでの意図しない SQL ステートメントの実行の影響を軽減することです。これは、`UPDATE` や `DELETE` などの操作が適切な `WHERE` 句なしで実行されるシナリオで特に役立ちます。

レプリカクラスターで遅延を構成するには、 `.spec.replica.minApplyDelay` オプションを調整します。このパラメーターは、レプリカがプライマリからどれくらいの時間を決定します。例

```yaml
#  ...

replica:
  enabled: true
  source: cluster-example
  # Enforce a delay of 8 hours
  minApplyDelay: "8h"

#  ...
```

上記の例では、8 時間のバッファ期間を提供して、問題がレプリカに伝播する前に検出および修正することにより、誤ったデータの変更に対する安全対策に役立ちます。

目標復旧時間と意図しないプライマリデータベース操作の潜在的な影響に基づいて、必要に応じて遅延を監視および調整します。

遅延レプリカの主な使用ケースは次のように要約できます。

1. 人的エラーの軽減プライマリデータベースでの意図しない SQL 操作に起因するデータの破損または損失のリスクを削減します。
2. 復旧時間の最適化変更が他のレプリカに適用される前に問題を特定および修正できる遅延レプリカを使用することにより、意図しない変更からの迅速な復旧を促進します。
3. データ保護の強化不要な変更の伝播を介入および防止する機会を提供する時間バッファを導入することにより、重要なデータを保護します。

> **警告**
>
> 遅延レプリカの `minApplyDelay` オプションは、*promotionToken* と組み合わせて使用することはできません。

遅延レプリカをレプリケーション戦略に統合することにより、PostgreSQL 環境の復元力とデータ保護機能を強化できます。特定のニーズとデータの重要度に基づいて、遅延期間を調整します。

> **注釈**
>
> 常に目標を測定します。環境によっては、より迅速な結果を得るには、ボリュームスナップショットベースのリカバリーに依存する方が効率的である場合があります。独自の要件とインフラストラクチャに最適なアプローチを評価および選択します。

第37章　Kubernetes upgrade and maintenance

最新の Kubernetes クラスターを維持することは、最適なパフォーマンスとセキュリティを保証するために重要であり、特に自己管理クラスター、特にベアメタルインフラストラクチャで実行されているクラスターの場合。定期的な更新は、メンテナンスのためにクラスターからノードを一時的に削除することに関連するダウンタイムの制御にもかかわらず、技術的負債に対処し、ビジネスリスクを軽減するのに役立ちます。オペレーションでのリスクの受け入れに関する詳細な洞察については、Embracing Risk を参照してください。

Site Reliability Engineering の本からの章。

37.1 定期的なアップデートの重要性

Kubernetes の更新には、基になる Linux サーバーへのセキュリティ更新の適用、故障したハードウェアコンポーネントの交換、クラスターの最新の Kubernetes バージョンへのアップグレードなどのメンテナンスタスクの計画と実行が含まれます。これらのアクティビティは、堅牢で安全なインフラストラクチャを維持するために不可欠です。

37.2 クラスター内のメンテナンス操作

通常、メンテナンス操作は、structured process に従って、一度に 1 つのノードで実行されます。

1. ワークロードのエビクション `drain` ワークロードは更新するノードから正常に移動され、スムーズな移行が保証されます。
2. 操作の実行システムの更新やハードウェアの交換など、実際のメンテナンス操作が実行されます。
3. ノードのクラスター uncordon への再参加更新されたノードはクラスターに再統合され、その責任を再開する準備が整います。

このプロセスでは、アップグレード期間全体でワークロードを停止するか、クラスター内の他のノードに移行する必要があります。

37.3 一時的な PostgreSQL クラスターの低下

標準のアプローチはサービスの信頼性を保証し、Kubernetes の自己修復機能を活用しますが、一時的に機能が低下したクラスターでの動作が受け入れられるシナリオがあります。これは、**ノードローカルストレージ**に依存する PostgreSQL クラスターに特に関連します。ここで、ストレージは PostgreSQL データベースを実行している Kubernetes ワーカーノードにローカルです。ノードローカルストレージまたは単に_local storage_は、パフォーマンスを向上させるために使用されます。

> **注釈**
>
> データベースファイルがネットワーク経由でアクセスできる共有ストレージにある場合、オペレーターのデフォルトの自己修復動作は、ドレイン操作の後に別のノードのポッドによってボリュームが再利用されるシナリオを効率的に処理できます。このような場合、このドキュメントの残りのセクションをスキップできます。

37.4 ポッドの中断予算

デフォルトでは、CloudNativePG は Postgres クラスターオペレーションを保護します。ノードがドレインされ、クラスターのプライマリインスタンスが含まれている場合、スイッチオーバーはドレインの前に発生します。ノードのインスタンスがレプリカにダウングレードされると、ドレインを再開できます。単一インスタンスクラスターの場合、スイッチオーバーは不可能であるため、CloudNativePG は、インスタンスが格納されているノードのドレインを防止します。さらに、3 つ以上のインスタンスがあるクラスターでは、CloudNativePG は、ドレイン操作中に一度に 1 つのレプリカのみが正常にシャットダウンされることを保証します。

各 PostgreSQL `Cluster` には、関連する 2 つの `PodDisruptionBudget` リソースが装備されています。`kubectl get pdb` コマンドで簡単に確認できます。

すべての運用 Postgres クラスターでポッドの中断バジェットを有効にしたままにすることをお勧めします。これは、*API Reference* で詳細に説明しているように、 `.spec.enablePDB` オプションを切り替えることにより簡単に管理できます。

37.5 開発またはテストに使用される PostgreSQL クラスター

開発目的で使用される PostgreSQL クラスターの場合、多くの場合単一のインスタンスで構成され、ポッドの中断バジェットを無効にすることが重要です。これを行わないと、そのクラスターをホストするノードはドレインされません。

次の例は、1 インスタンスの開発クラスターのポッド中断バジェットを無効にする方法を示しています。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: dev
spec:
  instances: 1
  enablePDB: false

  storage:
    size: 1Gi
```

この構成により、開発アクティビティ中にノードのドレインを制限せずに、よりスムーズなメンテナンス手順が保証されます。

37.6 ノードのメンテナンスウィンドウ

注釈

CloudNativePG はノードのメンテナンスウィンドウのサポートを継続しますが、現在は、前のセクションで説明したように、ポッドの中断バジェットの直接制御に移行することをお勧めします。このセクションは、主に下位互換性のために保持されています。

リリース 1.23 より前は、CloudNativePG には、ローカルストレージを扱う際に Kubernetes のアップグレードを管理する宣言的メカニズムが 1 つだけありました。たとえば、物理ノードのパーティションを拡大したり、ノード自分自身を更新したりしながら。

警告

メンテナンスウィンドウの期間を可能な限り短い時間に制限します。このフェーズでは、Kubernetes の予想される動作の一部が無効になっているか、自己修復、ローリング更新、ポッドの中断バジェットなどの制限付きで実行されています。

クラスターの `nodeMaintenanceWindow` オプションには、さらに 2 つの設定があります。

`inProgress` ノードのメンテナンスウィンドウが現在進行中かどうかを示すブール値。デフォルトでは、`off` に設定されています。メンテナンスウィンドウ中に、以下の `reusePVC` オプションがオペレーターによって評価されます。

`reusePVC` メンテナンス操作中に既存の PVC を再利用するかどうかを定義するブール値。デフォルトでは、on に設定されています。 **有効になっている**、Kubernetes はノードが再び起動するのを待機して、既存の PVC を再利用します。`PodDisruptionBudget` ポリシーは一時的に削除されます。**無効になっている**、Kubernetes は、PostgreSQL の物理的ストリーミングレプリケーションに依存して、新しい PVC を使用して別のノードでポッドの再作成を強制し、ポッドとともに古い PVC を破棄します。このシナリオは、データベースのサイズが小さく、新しい PostgreSQL インスタンスの再クローンの作成にかかる時間が待機するよりも短い場合を除き、一般的にお勧めできません。この動作は、インスタンスが 1 つだけで再利用 PVC が無効になっているクラスターには適用されません。以下のセクションを参照してください。

注釈

kubectl drain コマンドを実行するときは、 *--delete-emptydir-data* オプションを追加する必要があります。恐れないでください。これは、PostgreSQL データディレクトリではなく、オペレーターが内部的に使用する別のボリュームを参照します。

注釈

PodDisruptionBudget 管理は、 *.spec.enablePDB* フィールドを `false` に設定することにより無効にできます。その場合、オペレーターは `PodDisruptionBudgets` を作成せず、以前に作成されている場合は削除します。

37.6.1 reusePVC が false に設定された単一インスタンスクラスター

> **注釈**
>
> 高可用性を保証するために、常に複数のインスタンスでクラスターを作成することをお勧めします。

reusePVC が false に設定されている単一インスタンスクラスター内の唯一の PostgreSQL インスタンスを削除することは、すべてのデータが失われることを意味します。したがって、メンテナンスモードでも、ユーザーがそのようなインスタンスが実行されているノードをドレインできないようにします。

ただし、このようなノードのメンテナンスが必要な場合、2 つのオプションがあります。

1. reusePVC を有効にし、ダウンタイムを受け入れます
2. 別のノードでインスタンスを複製し、プライマリをスイッチオーバーします

データベースサービスのダウンタイムがご使用の環境で許容される限り、ノードのドレインは、nodeMaintenanceWindow を inProgress: true および reusePVC: true に設定するだけで簡単です。これにより、元の PVC が利用可能になるとすぐにインスタンスを削除して再作成できますたとえば、ノードローカルストレージを使用して、ノードがバックアップされたらすぐに。

それ以外の場合は、クラスターをスケールアップし、別のノードで新しいインスタンスを作成し、新しいインスタンスをプライマリに昇格させて、メンテナンス中のノードで元のインスタンスをシャットダウンする必要があります。この場合の唯一のダウンタイムは、スイッチオーバーの期間です。

考えられるアプローチは次のとおりです。

1. 現在のインスタンスが実行されているノードを遮断します。
2. クラスターを 2 つのインスタンスにスケールアップします。データベースのサイズによっては、時間がかかる場合があります。
3. 現在のプライマリが遮断されたノードで実行されている場合、新しいインスタンスが実行されると、オペレーターは自動的にスイッチオーバーを実行します。
4. クラスターを単一のインスタンスにスケールダウンします。これにより、古いインスタンスが削除されます
5. 新しいノードで新しいプライマリを実行したまま、古いプライマリのノードを正常にドレインできるようになりました。

第38章　PostgreSQL upgrades

PostgreSQL のアップグレードは、2 つのカテゴリに分類されます。

- マイナーバージョンのアップグレード 例 18.0 から 18.1
- メジャーバージョンのアップグレード 例、16.x から 18.0

38.1 マイナーバージョンのアップグレード

PostgreSQL バージョン番号は `major.minor` 形式に従います。例、バージョン 18.1 では

- 18 はメジャーバージョンです
- 1 はマイナーバージョンです

マイナーリリースは、同じメジャーバージョンの以前および後のマイナーリリースと完全な互換性があります。これらにはバグ修正とセキュリティ更新が含まれていますが、内部ストレージ形式への変更は導入されません。

38.1.1 CloudNativePG のマイナーバージョンのアップグレード

新しいマイナーバージョンにアップグレードするには、クラスター定義の PostgreSQL コンテナイメージ参照を直接またはイメージカタログを介して更新するだけです。CloudNativePG は *rolling update of the cluster* をトリガーし、各インスタンスをレプリカから 1 つずつ置き換えます。すべてのレプリカが更新されると、プライマリのスイッチオーバーまたは再起動が実行されてプロセスが完了します。

38.2 メジャーバージョンのアップグレード

PostgreSQL のメジャーリリースでは、内部データストレージ形式の変更が導入され、より構造化されたアップグレードプロセスが必要です。

CloudNativePG は、メジャーアップグレードを実行するための 3 つの方法をサポートしています。

1. *Logical dump/restore* – ブルー/グリーン展開、オフライン。
2. *Native logical replication* – ブルー/グリーン展開、オンライン。
3. `pg_upgrade` を使用した物理的 – インプレースアップグレード、オフライン以下の *PostgreSQL のオフラインインプレースメジャーアップグレード* でカバーされています。

各方法には、ダウンタイム、複雑さ、データ量の処理の点でトレードオフがあります。最適なアプローチは、アップグレード戦略と操作の制約によって異なります。

> **注釈**
>
> 運用アップグレードを続行する前に、制御された環境ですべてのメソッドをテストすることを強くお勧めします。

38.3 オフラインインプレースメジャーアップグレード

CloudNativePG は、より高い PostgreSQL メジャーバージョンを使用した新しいオペランドコンテナイメージがクラスターで宣言的に要求された場合、**オフラインインプレースメジャーアップグレード** を実行します。

> **注釈**
>
> メジャーアップグレードは、同じオペレーティングシステムディストリビューションに基づくイメージ間でのみサポートされています。たとえば、以前のバージョンで `bullseye` イメージを使用している場合、*bookworm* イメージにアップグレードすることはできません。

> **警告**
>
> PostgreSQL 17.0〜17.5 にはバグがあり、*max_slot_wal_keep_size* パラメーターが `-1` 以外の値に設定されている場合、アップグレードの成功を妨げます。アップグレードプロセスは、レプリケーションスロット構成に関連するエラーで失敗します。この号は fixed in PostgreSQL 17.6 and 18 or later versions になりました。 PostgreSQL 17.0〜17.5 を使用している場合は、メジャーアップグレードを試みる前に少なくとも PostgreSQL 17.6 にアップグレードするか、クラスター構成で `max_slot_wal_keep_size` パラメーターを `-1` に一時的に設定してください。

次の 2 つの方法のいずれかでアップグレードをトリガーできます。

- `.spec.imageName` オプションを介してイメージタグのメジャーバージョンを更新することにより。
- **イメージカタログを使用する** を使用してバージョンの変更を管理する。

サポートされているイメージタグの詳細については、**イメージタグの要件** を参照してください。

> **警告**
>
> CloudNativePG は PostgreSQL 拡張機能については責任を負いません。ソース PostgreSQL イメージの拡張機能がターゲットイメージの拡張機能と互換性があり、アップグレードパスがサポートされていることを確認する必要があります。予期しない問題を回避するために、事前にアップグレードプロセスを徹底的にテストしてください。 *extensions management feature*

拡張機能のアップグレードを宣言的に管理するのに役立ちます。

38.3.1 アップグレードプロセス

1. すべてのクラスターポッドをシャットダウンして、データの一貫性を保証します。
2. 以前の PostgreSQL バージョンとイメージを`.status.pgDataImageInfo` の下のクラスターのステータスに記録します。
3. 新しいアップグレードジョブを開始します。

- イメージのバイナリとデータファイルがメジャーアップグレード要求と一致することを確認します。
- `PGDATA` 、および該当する場合は WAL ファイルとテーブルスペースの新しいディレクトリを作成します。
- 次を使用してアップグレードを実行します。 `pg_upgrade --link` オプションを使用した場合
- 正常に完了すると、元のディレクトリをアップグレードされた対応するディレクトリに置き換えます。

警告

アップグレードプロセス中、レプリカを含む PostgreSQL クラスター全体は、アプリケーションで使用できません。続行する前に、システムがこのダウンタイムを許容できることを確認してください。

警告

インプレースアップグレードの実行は、固有のリスクを伴う例外的な操作です。アップグレードプロセスを開始する前に、クラスターの完全なバックアップを作成することを強くお勧めします。

注釈

pg_upgrade の詳細なガイダンスについては、公式 PostgreSQL documentation を参照してください。

38.3.2 アップグレード後のアクション

アップグレードが成功した場合、CloudNativePG は次のことを行います。

- レプリカの PVC を破壊します利用可能な場合。
- 必要に応じて、レプリカをスケールアップします。

警告

レプリカの再クローン作成は、特に非常に大規模なデータベースの場合、時間がかかる場合があります。潜在的な遅延に対応できるように、それに応じて計画を立てます。アップグレードが完了したら、できるだけ早く新しいベースバックアップを作成します。アップグレード前のバックアップと WAL ファイルは、メジャーバージョンの境界を越えたポイントインタイムリカバリー PITR に使用できません。
バックアップと *WAL* アーカイブの考慮事項 を参照

詳細については、

> **警告**
>
> *pg_upgrade* は、オプティマイザー統計を転送しません。アップグレードの後、データベースで`ANALYZE`を実行して更新することができます。

アップグレードが失敗した場合は、クラスターの構成のイメージを以前のメジャーバージョンに戻します。オペレーターはロールバックを検出し、失敗したアップグレードジョブを自動的に削除するため、クラスターを元のバージョンで再起動できます。

> **注釈**
>
> このプロセスは、アップグレード中にデータが変更されないため、**既存のデータベースをデータ損失から保護します**。アップグレードが失敗した場合、通常はバックアップから完全なリカバリを実行せずにロールバックが可能です。プロセスを注意深く監視し、必要に応じて修正アクションを実行します。

38.3.3 メジャーアップグレード中の拡張機能

クラスターがイメージボリューム拡張を宣言すると、アップグレード Job は、ソースバージョンとターゲットバージョンの両方の拡張イメージをサイドバイサイドでマウントします。ソースバージョンの拡張機能が必要であるため、古いサーバーは、既に配置されている既存の共有ライブラリで起動できます。pg_upgrade が新しいメジャーへのアップグレードを適切に実行できるように、ターゲットバージョンの拡張機能新しい PostgreSQL メジャー用に構築されたものも存在する必要があります。

- ソースバージョンの拡張機能は/extensions/<name> 定常状態パスにマウントされているため、古い PGDATA の dynamic_library_path および extension_control_path GUC は既存の値を保持します。これにより、メジャーアップグレードが失敗した場合に、古いメジャーバージョンへの復帰がシームレスに機能します。
- ターゲットバージョンの拡張機能は、アップグレードジョブ中に/new-extensions/<name> に一時的にマウントされ、 dynamic_library_path および extension_control_path は、新しいメジャーの PGDATA に応じて構成されます。

LD_LIBRARY_PATH および PATH は両方のセットで拡張されているため、どちらのバージョンのバイナリと共有オブジェクトも到達可能です。extensions[].env を介して宣言された環境変数は、優先順位と競合の解決 で説明されているルールに従います。

> **注釈**
>
> ターゲットバージョンのエントリは、ソースバージョンのエントリの**後**適用されます。両方に同じ変数が定義されている場合、ターゲットバージョンの値が優先されます。

38.3.4 pg_upgrade が update_extensions.sql を発行する場合

pg_upgrade は、ターゲットクラスターに default_version がインストールされたままのバージョン pg_upgrade より新しい拡張機能が含まれている場合、PGDATA 内の update_extensions.sql スクリプトを発行します。そのスクリプトが適用されるまで、pg_catalog の SQL レベルの拡張メタデータは、実行中のサーバーによって実際にロードされた共有ライブラリよりも遅延します。

スクリプトは、プライマリポッドの PGDATA 内にあります。データベーススーパーユーザー postgres を使用して実行して、すべてのデータベースのこれらの拡張機能を更新できます。

```
PRIMARY=$(kubectl get cluster <name> -o jsonpath={.status.currentPrimary})
SCRIPT=/var/lib/postgresql/data/pgdata/update_extensions.sql

kubectl exec -i "$PRIMARY" -- psql -f "$SCRIPT"
```

注釈

上記のスクリプトパスは、CloudNativePG オペランドイメージが使用するデフォルトの `PGDATA` の場所を想定しています。オペレーターは、*pg_upgrade* がスクリプトを発行するときに解決されたパスもログに記録するため、オペランドイメージが別の `PGDATA` を使用しているかどうかをオペレーターログに確認します。

38.3.5 バックアップと WAL アーカイブの考慮事項

メジャーアップグレードを実行すると、pg_upgrade は新しい_System ID_で新しいデータベースシステムを作成し、PostgreSQL タイムラインを 1 にリセットします。これは、バックアップと WAL アーカイブに影響を与えます。

- **タイムラインファイルの競合**新しいタイムライン 1 ファイルは、元のクラスターのタイムライン 1 ファイルを上書きする場合があります。
- **混合バージョンアーカイブ**介入がなければ、アーカイブには WAL ファイルと両方の PostgreSQL バージョンのバックアップが含まれます。

警告

ポイントインタイムリカバリー PITR は、メジャー PostgreSQL バージョンの境界を超えてサポートされていません。アップグレード前のバックアップを使用して、アップグレード後の特定の時点にリカバリすることはできません。アップグレード後できるだけ早く新しいベースバックアップを取得して、新しいメジャーバージョンのリカバリベースラインを確立します。

バックアップシステムがメジャーアップグレードを処理する方法は、プラグイン実装によって異なります。一部のプラグインは、アップグレード中にアーカイブの分離を自動的に管理する場合がありますが、メジャーバージョンごとに異なるアーカイブパスを使用するには手動構成が必要なプラグインもあります。メジャーアップグレード中の特定の動作については、バックアッププラグインのドキュメントを参照してください。

38.3.6 例 Barman Cloud プラグインを使用した手動アーカイブパスの分離

Barman Cloud プラグインは、メジャーアップグレード中にアーカイブを自動的に分離しません。アップグレード前のバックアップを保存し、アーカイブをクリーンな状態に保つには、アップグレードをトリガーするときに `serverName` パラメーターを変更します。

アップグレード前 PostgreSQL 16

```
spec:
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:16-minimal-trixie
  plugins:
    - name: plugin-barman-cloud
      enabled: true
      parameters:
        destinationPath: s3://my-bucket/
        serverName: cluster-example-pg16
```

アップグレードをトリガーするには、 `imageName` と `serverName` の両方を一緒に変更します。

```
spec:
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18-minimal-trixie
  plugins:
    - name: plugin-barman-cloud
      enabled: true
      parameters:
        destinationPath: s3://my-bucket/
        serverName: cluster-example-pg18
```

この構成では、 `cluster-example-pg16` の古いアーカイブはアップグレード前リカバリーのためにそのまま残りますが、アップグレードされたクラスターは `cluster-example-pg18` に書き込みます。

> **注釈**
>
> 非推奨のツリー内 `barmanObjectStore` 実装では、メジャーアップグレード中に別のアーカイブを手動で `serverName` 変更する必要があります。

38.3.7 例メジャーアップグレードの実行

バージョン 16 を実行している次の PostgreSQL クラスターを検討します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:16-minimal-trixie
  instances: 3
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  storage:
    size: 1Gi
```

次のコマンドを使用して、現在の PostgreSQL バージョンを確認できます。

```
kubectl cnpg psql cluster-example -- -qAt -c SELECT version()
```

これにより、次のような出力が返されます。

```
PostgreSQL 16.x ...
```

クラスターをバージョン 18 にアップグレードするには、メジャーバージョンタグを 16 から 18 に変更して、imageName フィールドを更新します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18-minimal-trixie
  instances: 3
  storage:
    size: 1Gi
```

38.3.8 アップグレードプロセス

1. クラスターのシャットダウン – 一貫したアップグレードを保証するために、すべてのクラスターポッドが終了します。
2. アップグレードジョブの実行 – 新しいジョブは、プライマリポッドの名前にサフィックス -major-upgrade を追加した名前で作成されます。このジョブは、プライマリの永続ボリュームグループで pg_upgrade を実行します。
3. アップグレード後の手順

- レプリカの PVC グループ cluster-example-2 および cluster-example-3 が削除されます。
- プライマリポッドが再起動されます。
- 2 つの新しいレプリカ cluster-example-2 および cluster-example-3 が、アップグレードされたプライマリから再クローンされます。

アップグレードが完了すると、同じコマンドを実行して新しいメジャーバージョンを確認できます。

```
kubectl cnpg psql cluster-example -- -qAt -c SELECT version()
```

これにより、次のような出力が返されます。

```
PostgreSQL 18.x ...
```

app データベースで ANALYZE を実行することにより、統計を更新できるようになりました。

```
kubectl cnpg psql cluster-example -- app -c ANALYZE
```

第39章　Kubectl Plugin

CloudNativePG は、Kubernetes でクラスターを管理するための kubectl のプラグインを提供します。

39.1 インストール

さまざまな方法を使用して cnpg プラグインをインストールできます。

> **注釈**
>
> エアギャップシステムの場合、以前にダウンロードしたファイルを使用して、パッケージマネージャーを介したインストールが良いオプションである場合があります。

39.1.1 インストールスクリプトを介して

```
curl -sSfL \
  https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/raw/main/hack/install-cnpg-plugin.
↪sh | \
  sudo sh -s -- -b /usr/local/bin
```

39.1.2 Debian または RedHat パッケージを使用する

releases section of the GitHub repository では、関心のあるリリース CloudNativePG オペレーターと同じまたは新しいリリースを選択してくださいに移動できます。その中には **Assets** セクションがあります。そのセクションには、さまざまなシステム用の事前ビルドパッケージが含まれています。その結果、標準の手順と手順に従って、システムにインストールできます。

39.1.3 Debian パッケージ

たとえば、Intel ベースの 64 ビットサーバーの場合、プラグインの 1.30.0 リリースをインストールしてみましょう。最初に、適切な.deb ファイルをダウンロードします。

```
wget https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/releases/download/v1.30.0/
↪kubectl-cnpg_1.30.0_linux_x86_64.deb \
  --output-document kube-plugin.deb
```

次に、スーパーユーザー権限で、 dpkg を使用してローカルファイルからインストールします。

```
$ sudo dpkg -i kube-plugin.deb
Selecting previously unselected package cnpg.
(Reading database ... 6688 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack kube-plugin.deb ...
Unpacking cnpg (1.30.0) ...
Setting up cnpg (1.30.0) ...
```

39.1.4 RPM パッケージ

.rpm パッケージの例と同様に、Intel 64 ビットマシンの 1.30.0 リリースをインストールしましょう。ファイル名を提供する--output フラグに注意してください。

```
curl -L https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/releases/download/v1.30.0/
↪kubectl-cnpg_1.30.0_linux_x86_64.rpm \
  --output kube-plugin.rpm
```

次に、スーパーユーザー権限を使用して、yum でインストールすると、使用する準備が整います。

```
$ sudo yum --disablerepo=* localinstall kube-plugin.rpm
Failed to set locale, defaulting to C.UTF-8
Dependencies resolved.
================================================================================
 Package            Architecture         Version                  Repository
         Size
================================================================================
Installing:
 cnpg               x86_64               1.30.0-1                 @commandline
         20 M

Transaction Summary
================================================================================
Install  1 Package

Total size: 20 M
Installed size: 78 M
Is this ok [y/N]: y
```

39.1.5 Arch Linux ユーザーリポジトリ AUR パッケージを使用する

AUR からプラグインをインストールするには、次の手順を実行します。

```
git clone https://aur.archlinux.org/kubectl-cnpg.git
cd kubectl-cnpg
makepkg -si
```

または、お気に入りの AUR ヘルパー、たとえば paru を使用します。

```
paru -S kubectl-cnpg
```

39.1.6 Krew を使用する

Krew を既にインストールしている場合は、単に実行できます。

```
kubectl krew install cnpg
```

プラグインの新しいバージョンがリリースされたら、次の方法で既存のインストールを更新できます。

```
kubectl krew update
kubectl krew upgrade cnpg
```

39.1.7 Homebrew を使用する

> **注釈**
>
> Homebrew コミュニティが kubectl-cnpg plugin on Homebrew の可用性を管理していることに注意してください。

Homebrew を既にインストールしている場合は、単に実行できます。

```
brew install kubectl-cnpg
```

プラグインの新しいバージョンがリリースされたら、次の方法で既存のインストールを更新できます。

```
brew update
brew upgrade kubectl-cnpg
```

> **注釈**
>
> kubectl プラグインのオートコンプリートは、既に Homebrew によって管理されています。以下で説明する `kubectl_complete-cnpg` スクリプトを作成する必要はありません。

39.1.8 サポートされているアーキテクチャ

CloudNativePG プラグインは、現在次のオペレーティングシステムとアーキテクチャ用にビルドされています。

- Linux
- amd64
- arm 5/6/7
- arm64

- s390x
- ppc64le
- macOS
- amd64
- arm64
- Windows
- 386
- amd64
- arm 5/6/7
- arm64

39.1.9 オートコンプリートの設定

プラグインのオートコンプリートを構成するには、ヘルパーシェルスクリプトを現在の PATH にインストールする必要があります。後者に/usr/local/bin が含まれていると仮定すると、これは次のコマンドで実行できます。

```
cat > kubectl_complete-cnpg <<EOF
# !/usr/bin/env sh

#  Call the __complete command passing it all arguments

kubectl cnpg __complete "\$@"
EOF

chmod +x kubectl_complete-cnpg

#  Important: the following command may require superuser permission

sudo mv kubectl_complete-cnpg /usr/local/bin
```

注釈

スクリプトの名前は、kubectl オートコンプリートプロセスで使用されるため、指定されたものと正確である必要があります

39.2 使用する

プラグインがインストールおよび展開されたら、次のように使用を開始できます。

```
kubectl cnpg COMMAND [ARGS...]
```

> **注釈**
>
> プラグインは、標準出力チャンネルが端末に接続されているかどうかを自動的に検出します。このような場合、ANSI カラーをコマンド出力に追加する場合があります。色を無効にするには、コマンドで `--color=never` オプションを使用します。

39.2.1 インストールマニフェストの生成

cnpg プラグインを使用して、オペレーターのインストールのための YAML マニフェストを生成できます。このオプションは通常、レプリカの数、インストール名前空間、監視する名前空間などのデフォルト構成をオーバーライドする場合に使用されます。

詳細および使用可能なオプションについては、次を実行します。

```
kubectl cnpg install generate --help
```

主なオプションは次のとおりです。

- -n オペレーターデフォルト cnpg-system をインストールする名前空間を指定します。
- --control-plane true に設定されている場合、オペレーターの展開には node-role.kubernetes.io/control-plane の許容範囲とアフィニティが含まれます。
- --replicas 展開内のレプリカの数を設定します。
- --watch-namespace 監視する名前空間のコンマ区切りリストを指定しますデフォルトすべての名前空間。
- --version 1.23 など、インストールするオペレーターのマイナーバージョンを定義します。マイナーバージョンが指定された場合、プラグインはそのマイナーバージョンの最新のパッチバージョンをインストールします。バージョンが指定されない場合、プラグインはオペレーターの最新の MAJOR.MINOR.PATCH バージョンをインストールします。

オペレーターをインストールする YAML マニフェストを生成する generate コマンドの例は、次のとおりです。

```
kubectl cnpg install generate \
  -n king \
  --version 1.23 \
  --replicas 3 \
  --watch-namespace "albert, bb, freddie" \
  > operator.yaml
```

上記のコマンドのフラグは、次の意味を持っています。

- `-n king` CNPG オペレーターを `king` 名前空間にインストールします
- `--version 1.23` マイナーバージョン 1.23 の最新パッチバージョンをインストールします
- `--replicas 3` 3 つのレプリカを使用してオペレーターをインストールします
- `--watch-namespace "albert, bb, freddie"` は、オペレーターに `albert` 、`bb` 、および `freddie` 名前空間の変更のみを監視させます

39.2.2 ステータス

`status` コマンドは、クラスターの現在のステータスの概要を提供します。

- **一般情報**クラスターの名前、PostgreSQL のシステム ID、インスタンス数、現在のタイムライン、WAL 内の位置
- **backup** リカバリー可能ポイント、およびプライマリまたはレプリカクラスターの場合は指定されたプライマリから `pg_stat_archiver` ビューによって返される WAL アーカイブステータス
- **ストリーミングレプリケーション**プライマリインスタンスの `pg_stat_replication` ビューから直接取得した情報
- **instances** 各 Postgres インスタンスに関する情報、各インスタンスマネージャーによって直接取得されます。スタンバイの場合、`Current LSN` フィールドは、リカバリー中に再生された最新のログ先行書き込みの場所リプレイ LSN に対応します。

> **注釈**
>
> 上記のステータス情報は、異なる時間に異なる場所で取得されたため、わずかに一貫性のない戻り値が発生します。たとえば、メインヘッダーの `Current Write LSN` 場所は、2 つの異なる時間間隔で取得されるため、インスタンスステータスの `Current LSN` フィールドとは異なる場合があります。

```
kubectl cnpg status sandbox
```

```
Cluster Summary
Name:                default/sandbox
System ID:           7423474350493388827
PostgreSQL Image:    ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:16.4
Primary instance:    sandbox-1
Primary start time:  2024-10-08 18:31:57 +0000 UTC (uptime 1m14s)
Status:              Cluster in healthy state
Instances:           3
Ready instances:     3
Size:                126M
Current Write LSN:   0/604DE38 (Timeline: 1 - WAL File: 000000010000000000000006)

Continuous Backup status
Not configured
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Streaming Replication status
Replication Slots Enabled
Name       Sent LSN   Write LSN  Flush LSN  Replay LSN  Write Lag  Flush Lag  Replay␣
↪Lag  State      Sync State  Sync Priority  Replication Slot
- ---       --------   ---------  ---------  ----------  ---------  ---------  -------
↪---  -----      ----------  -------------  ----------------
sandbox-2  0/604DE38  0/604DE38  0/604DE38  0/604DE38   00:00:00   00:00:00  ␣
↪00:00:00    streaming  async       0              active
sandbox-3  0/604DE38  0/604DE38  0/604DE38  0/604DE38   00:00:00   00:00:00  ␣
↪00:00:00    streaming  async       0              active

Instances status
Name       Current LSN  Replication role  Status  QoS         Manager Version  Node
- ---       -----------  ----------------  ------  ---         ---------------  ----
sandbox-1  0/604DE38    Primary           OK      BestEffort  1.30.0           k8s-eu-
↪worker
sandbox-2  0/604DE38    Standby (async)   OK      BestEffort  1.30.0           k8s-eu-
↪worker2
sandbox-3  0/604DE38    Standby (async)   OK      BestEffort  1.30.0           k8s-eu-
↪worker
```

より詳細なステータス情報が必要な場合は、 `--verbose` オプションまたは略して`-v` を使用します。フラグが繰り返されるたびに、詳細レベルが増加します。

```
kubectl cnpg status sandbox --verbose
```

```
Cluster Summary
Name:                default/sandbox
System ID:           7423474350493388827
PostgreSQL Image:    ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:16.4
Primary instance:    sandbox-1
Primary start time:  2024-10-08 18:31:57 +0000 UTC (uptime 2m4s)
Status:              Cluster in healthy state
Instances:           3
Ready instances:     3
Size:                126M
Current Write LSN:   0/6053720 (Timeline: 1 - WAL File: 000000010000000000000006)

Continuous Backup status
Not configured

Physical backups
No running physical backups found
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Streaming Replication status
Replication Slots Enabled
Name       Sent LSN   Write LSN  Flush LSN  Replay LSN  Write Lag  Flush Lag  Replay␣
↪Lag  State      Sync State  Sync Priority  Replication Slot  Slot Restart LSN  Slot␣
↪WAL Status  Slot Safe WAL Size
- ---       --------   ---------  ---------  ----------  ---------  ---------  -------
↪---  -----      ----------  -------------  ----------------  ----------------  -----
↪----------  ------------------
sandbox-2  0/6053720  0/6053720  0/6053720  0/6053720   00:00:00   00:00:00
 00:00:00    streaming  async       0              active            0/6053720
 reserved         NULL
sandbox-3  0/6053720  0/6053720  0/6053720  0/6053720   00:00:00   00:00:00
 00:00:00    streaming  async       0              active            0/6053720
 reserved         NULL

Unmanaged Replication Slot Status
No unmanaged replication slots found

Managed roles status
No roles managed

Tablespaces status
No managed tablespaces

Pod Disruption Budgets status
Name             Role     Expected Pods  Current Healthy  Minimum Desired Healthy ␣
↪Disruptions Allowed
- ---             ----     -------------  ---------------  ------------------------  --
↪-----------------
sandbox          replica  2              2                1                         1
sandbox-primary  primary  1              1                1                         0

Instances status
Name       Current LSN  Replication role  Status  QoS         Manager Version  Node
- ---       -----------  ----------------  ------  ---         ---------------  ----
sandbox-1  0/6053720    Primary           OK      BestEffort  1.30.0           k8s-eu-
↪worker
sandbox-2  0/6053720    Standby (async)   OK      BestEffort  1.30.0           k8s-eu-
↪worker2
sandbox-3  0/6053720    Standby (async)   OK      BestEffort  1.30.0           k8s-eu-
↪worker
```

追加の`-v` `kubectl cnpg status sandbox -v -v` などを使用すると、PostgreSQL 構成、HBA 設定、および証明書を表示することもできます。

このコマンドは、 `yaml` および `json` 形式での出力もサポートしています。

> **注釈**
>
> *status* コマンドは、クラスターサイズを計算する `du` や構成ファイルを読み取る `cat` など、Pod ファイルシステムにアクセスする操作を実行します。大規模なデータ量 1TB を超えるクラスターの場合、これらの操作はデフォルトのタイムアウトの 10 秒よりも長くかかる場合があります。 *--timeout* フラグ *kubectl cnpg status sandbox --timeout 45s* などを使用してタイムアウトを調整できます。

39.2.3 プロモート

このコマンドの意味は、クラスター内のポッドをプライマリに promote することにより、メンテナンス作業を開始するか、クラスターでスイッチオーバー状況をテストできます。

```
kubectl cnpg promote CLUSTER CLUSTER-INSTANCE
```

または、インスタンスノード番号を使用してプロモートせることができます。

```
kubectl cnpg promote CLUSTER INSTANCE
```

39.2.4 証明書

CloudNativePG オペレーターを使用して作成されたクラスターは、CA と連携して TLS 認証証明書に署名します。

証明書を取得するには、資格情報を保存するシークレットの名前、クラスター名、およびこの証明書のユーザーを提供する必要があります。

```
kubectl cnpg certificate cluster-cert --cnpg-cluster CLUSTER --cnpg-user USER
```

シークレットが作成されたら、kubectl を使用して取得できます。

```
kubectl get secret cluster-cert
```

また、次のコマンドを使用してプレーンテキストで同じ内容を取得します。

```
kubectl get secret cluster-cert -o json | jq -r .data | map(@base64d) | .[]
```

39.2.5 再起動

kubectl cnpg restart コマンドは、次の 2 つの場合に使用できます。

- 特定のクラスターのロールアウト再起動を調整するようにオペレーターに要求します。これは、カスタム監視クエリを含む ConfigMaps などのクラスター依存オブジェクトに構成変更を適用する場合に役立ちます。
- 単一インスタンスの再起動を要求します。インスタンスがクラスターのプライマリの場合はインプレース、またはレプリカの場合はポッドの削除と再作成。

```
#  this command will restart a whole cluster in a rollout fashion

kubectl cnpg restart CLUSTER

#  this command will restart a single instance, according to the policy above

kubectl cnpg restart CLUSTER INSTANCE
```

インプレース・リスタートが要求されたが、スイッチオーバーなしでは変更を適用できない場合、スイッチオーバーはインプレース・リスタートより優先されます。この一般的なケースは、PostgreSQL イメージのマイナーアップグレードです。

> **注釈**
>
> ConfigMaps と Secrets をインスタンスによって**自動的に**リロードしたい場合は、キー `cnpg.io/reload` を持つラベルをそれに追加できます。

39.2.6 リロード

`kubectl cnpg reload` コマンドは、オペレーターに、特定のクラスターの調整ループをトリガーするように要求します。これは、カスタム監視クエリを含む ConfigMap などのクラスター依存オブジェクトに構成変更を適用する場合に役立ちます。

次のコマンドは、特定のクラスターのすべての構成をリロードします。

```
kubectl cnpg reload CLUSTER
```

39.2.7 メンテナンス

`kubectl cnpg maintenance` コマンドは、名前空間全体で 1 つ以上のクラスターを変更し、メンテナンスウィンドウ値を設定するのに役立ちます。次のフィールドを変更します。

- `.spec.nodeMaintenanceWindow.inProgress`
- `.spec.nodeMaintenanceWindow.reusePVC`

これを使用して `set` および `unset` を引数として受け入れ、`set` の場合は `inProgress` を `true` に設定し、`unset` の場合は `false` に設定します。

デフォルトでは、 `--reusePVC` フラグが渡されない限り、 `reusePVC` は常に `false` に設定されます。

プラグインは、変更するクラスターのリストとその新しい値の確認を求めます。これが受け入れられる場合、このアクションはリスト内のすべてのクラスターに適用されます。

Kubernetes クラスター内のすべての PostgreSQL をメンテナンスに設定する場合は、次のコマンドを記述するだけです。

```
kubectl cnpg maintenance set --all-namespaces
```

更新するすべてのクラスターのリストが得られます

```
The following are the new values for the clusters
Namespace  Cluster Name     Maintenance  reusePVC
- --------  ------------     -----------  --------
default    cluster-example  true         false
default    pg-backup        true         false
test       cluster-example  true         false
Do you want to proceed? [y/n]: y
```

39.2.8 レポート

kubectl cnpg report コマンドは、さまざまな情報を ZIP ファイルにバンドルします。実稼働環境のクラスターの問題をデバッグするために必要なコンテキストを提供することを目的としています。

operator および cluster の 2 つのサブコマンドがあります。

39.2.9 レポート演算子

operator サブコマンドは、オペレーターの展開、構成、およびイベントに関する情報の提供をオペレーターに要求します。

> **注釈**
>
> Secrets と ConfigMap のすべての機密情報は編集されています。データマップには**キー**が表示されますが、値は空になります。フラグ `-S` / *--stopRedaction* は、リダクションを無効にし、値を表示します。自己の責任でのみ使用します。これはプライベートデータを共有します。

> **注釈**
>
> デフォルトでは、オペレーターログは収集されませんが、 *--logs* フラグを使用してオペレーターログ収集を有効にできます

> **注釈**
>
> *report operator* コマンドは、最小限の権限で動作します。オペレーターの展開のみが**必須**です。他のすべてのリソースはオプショナルであり、ベストエフォートベースで収集されます。特定のリソース Webhook、OLM リソースなどの権限が不足している場合、警告がログに記録され、利用可能なデータでレポート生成が続行されます。

レポートには以下が含まれます。

- **展開情報** 必須 オペレーター Deployment
- **operator pods** オプショナル オペレーター Pod 情報

- **configuration** オプショナル オペレーター名前空間の `Secrets` および `ConfigMaps`
- **events** オプショナル オペレーター名前空間の `Events`
- **webhook configuration** オプショナル ウェブフック構成の変更と検証クラススコープ
- **webhook service** (オプショナル) Webhook サービス
- **OLM リソース** オプショナルサブスクリプション、クラスターサービスバージョン、インストールプラン OLM がインストールされている場合
- **logs** オプショナル 演算子 Pod JSON 行形式のログ `--logs` フラグが必要

警告

オペレーター名前空間のオペレーターデプロイメントへの読み取りアクセス 。これにより、名前空間スコープのユーザーは基本的なトラブルシューティングレポートを生成できます。

注釈

ポッド、イベントに`list` を追加します。シークレット、構成マップ、サービス名前空間スコープの`get` 。および Webhook 構成クラススコープの`list` 。

名前空間スコープの権限のみを持つユーザーは、引き続き有用なレポートを生成できます。

```
#  With only deployment read access

kubectl cnpg report operator -n cnpg-system -f report.zip
```

注釈

このコマンドは、アクセスできないリソースの警告をログに記録しますが、展開マニフェストを使用したレポートを正常に生成します。多くの場合、基本的なトラブルシューティングには十分です。

このコマンドは、YAML 形式のさまざまなマニフェストを含む ZIP ファイルを生成しますデフォルトでは、`-o` フラグを使用して JSON に設定可能です。 `-f` フラグを使用して、結果ファイルに明示的に名前を付けます。 `-f` フラグを使用しない場合、zip ファイルにデフォルトのタイムスタンプ付きファイル名が作成されます。

注釈

Report プラグインは`kubectl` 規約に従い、名前空間によって制限されたオブジェクトを検索します。CNPG オペレーターは、通常、クラスターと同じ名前空間にインストールされません。例デフォルトのインストール名前空間は cnpg-system です。

```
kubectl cnpg report operator -n cnpg-system
```

での結果

```
Successfully written report to "report_operator_<TIMESTAMP>.zip" (format: "yaml")
```

-f フラグを設定した場合

```
kubectl cnpg report operator -n cnpg-system -f reportRedacted.zip
```

ファイルを解凍すると、タイムスタンプ付きのトップレベルフォルダーが生成され、ディレクトリを整理します。

```
unzip reportRedacted.zip
```

結果は次のとおりです。

```
Archive:  reportRedacted.zip
   creating: report_operator_<TIMESTAMP>/
   creating: report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/
  inflating: report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/deployment.yaml
  inflating: report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/operator-pod.yaml
  inflating: report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/events.yaml
  inflating: report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/validating-webhook-configuration.
↪yaml
  inflating: report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/mutating-webhook-configuration.yaml
  inflating: report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/webhook-service.yaml
  inflating: report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/cnpg-ca-secret(secret).yaml
  inflating: report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/cnpg-webhook-cert(secret).yaml
```

--logs オプションをアクティブにすると、追加のサブディレクトリが表示されます。

```
Archive:  report_operator_<TIMESTAMP>.zip
  <snipped …>
  creating: report_operator_<TIMESTAMP>/operator-logs/
  inflating: report_operator_<TIMESTAMP>/operator-logs/cnpg-controller-manager-
↪66fb98dbc5-pxkmh-logs.jsonl
```

注釈

プラグインは、PREVIOUS オペレーターのログを取得しようとします。これは、再起動されたオペレーターを調査するときに役立ちます。すべての場合、現在のオペレーターログも取得しようとします。現在と以前のログが利用可能な場合、両方が表示されます。

```
====== Beginning of Previous Log =====
2023-03-28T12:56:41.251711811Z {"level":"info","ts":"2023-03-28T12:56:41Z","logger":
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
↪"setup","msg":"Starting CloudNativePG Operator","version":"1.30.0","build":{"Version
↪":"1.30.0+dev107","Commit":"cc9bab17","Date":"2023-03-28"}}
2023-03-28T12:56:41.251851909Z {"level":"info","ts":"2023-03-28T12:56:41Z","logger":
↪"setup","msg":"Starting pprof HTTP server","addr":"0.0.0.0:6060"}
  <snipped ···>

====== End of Previous Log =====
2023-03-28T12:57:09.854306024Z {"level":"info","ts":"2023-03-28T12:57:09Z","logger":
↪"setup","msg":"Starting CloudNativePG Operator","version":"1.30.0","build":{"Version
↪":"1.30.0+dev107","Commit":"cc9bab17","Date":"2023-03-28"}}
2023-03-28T12:57:09.854363943Z {"level":"info","ts":"2023-03-28T12:57:09Z","logger":
↪"setup","msg":"Starting pprof HTTP server","addr":"0.0.0.0:6060"}
```

オペレーターが再起動されていない場合、`====== Begin ···`および`====== End ···`ガードが表示されますが、中にコンテンツはありません。

機密情報がデフォルトで編集されていることを確認できます。

```
cd report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/
head cnpg-ca-secret\(secret\).yaml
```

```
data:
  ca.crt: ""
  ca.key: ""
metadata:
  creationTimestamp: "2022-03-22T10:42:28Z"
  managedFields:
    - apiVersion: v1
      fieldsType: FieldsV1
      fieldsV1:
```

`-S --stopRedaction`オプションを有効にすると、シークレットが表示されます。

```
kubectl cnpg report operator -n cnpg-system -f reportNonRedacted.zip -S
```

機密情報を表示しようとしていることを示すリマインダーが届きます。

```
WARNING: secret Redaction is OFF. Use it with caution
Successfully written report to "reportNonRedacted.zip" (format: "yaml")
```

```
unzip reportNonRedacted.zip
head cnpg-ca-secret\(secret\).yaml
```

```
data:
  ca.crt: LS0tLS1CRUdJTiBD···
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  ca.key: LS0tLS1CRUdJTiBF···
metadata:
  creationTimestamp: "2022-03-22T10:42:28Z"
  managedFields:
    - apiVersion: v1
      fieldsType: FieldsV1
```

39.2.10 レポートクラスター

cluster サブコマンドは、以下を収集します。

- **クラスターリソース**クラスター情報、kubectl get cluster -o yaml と同じ
- **クラスターポッド**クラスター名と一致するクラスター名前空間内のポッド
- **クラスタージョブ**クラスター名と一致するクラスター名前空間内のジョブがある場合
- **events** クラスター名前空間のイベント
- **pod logs** JSON 行形式のクラスターポッドのログオプショナル、デフォルトでオフ
- **ジョブログ**ジョブによって作成されたポッドのログオプショナル、デフォルトでオフ JSON 行形式で

cluster サブコマンドは、 operator が行うように、-f および-o フラグを受け入れます。 -f フラグを使用しない場合、デフォルトのタイムスタンプ付きレポート名が使用されます。クラスター情報には構成シークレット/構成マップが含まれていないため、-S は無効になっていることに注意してください。

> **注釈**
>
> デフォルトでは、クラスターログは収集されませんが、 *--logs* フラグを使用してクラスターログ収集を有効にできます

使用法

```
kubectl cnpg report cluster CLUSTER [flags]
```

operator サブコマンドとは異なり、 cluster サブコマンドの場合、クラスターがデフォルトの場合を除き、クラスター名前と、多くの場合、名前空間を指定する必要があることに注意してください。

```
kubectl cnpg report cluster CLUSTER -f report.zip [-n NAMESPACE]
```

そして

```
unzip report.zip
```

```
Archive:  report.zip
   creating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/
   creating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/manifests/
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/manifests/cluster.yaml
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/manifests/cluster-pods.yaml
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/manifests/cluster-jobs.yaml
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/manifests/events.yaml
```

--logs フラグを使用して、ポッドとジョブログを ZIP に追加できることに注意してください。

```
kubectl cnpg report cluster CLUSTER [-n NAMESPACE] --logs
```

結果は次のとおりです。

```
Successfully written report to "report_cluster_example_<TIMESTAMP>.zip" (format: "yaml
↪")
```

```
unzip report_cluster_<TIMESTAMP>.zip
```

```
Archive:  report_cluster_example_<TIMESTAMP>.zip
   creating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/
   creating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/manifests/
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/manifests/cluster.yaml
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/manifests/cluster-pods.yaml
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/manifests/cluster-jobs.yaml
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/manifests/events.yaml
   creating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/logs/
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/logs/cluster-example-full-1.jsonl
   creating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/job-logs/
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/job-logs/cluster-example-full-1-
↪initdb-qnnvw.jsonl
  inflating: report_cluster_example_<TIMESTAMP>/job-logs/cluster-example-full-2-join-
↪tvj8r.jsonl
```

39.2.11 ログ

kubectl cnpg logs コマンドを使用すると、CloudNativePG に関連するポッドのコレクションのログを一度にたどることができます。

現時点では、使用可能なサブコマンドが 1 つあります cluster 。

39.2.12 クラスターログ

cluster サブコマンドは、クラスターのすべてのポッドログを単一のストリームまたはファイルに収集します。これは、単一のターミナルウィンドウで、コマンドを 1 回呼び出して、すべてのポッドログを取得できることを意味します。

すべての cnpg プラグインサブコマンドと同様に、-h フラグの指示とヘルプを取得できます。

kubectl cnpg logs cluster -h

logs コマンドは、--timestamps フラグを使用しない限り、JSON 行形式でログを表示します。その場合、人間が判読可能なタイムスタンプが各行の先頭に追加されます。この場合、行は有効な JSON でなくなり、jq などのツールが目的のように動作しない場合があります。

logs cluster サブコマンドに-f フラグ別名--follow が指定されている場合、クラスターポッドログをたどり、コマンドが呼び出された後にクラスターで作成された新しいポッドを監視します。再起動または再作成されたポッドを含む、見つかった新しいポッドもポッドが追跡されます。ログは端末の標準出力に表示されます。このコマンドは、クラスターにポッドが残っていない場合、またはユーザーによって中断された場合にのみ終了します。

-f オプションを指定せずに logs が呼び出された場合、呼び出されるまですべてのクラスターポッドからログを読み取り、ターミナルの標準出力に表示してから終了します。-o または--output フラグを提供して、標準出力で表示する代わりに、ログを保存するファイルの名前を指定できます。--tail フラグを使用して、クラスター内の各ポッドから取得するログ行数を指定できます。デフォルトでは、logs cluster サブコマンドは、クラスター内の各ポッドからのすべてのログを表示します。「follow」フラグ-f と組み合わせると、--tail で指定された数のログが現在まで取得され、それ以降新しいログが追跡されます。

注他の cnpg プラグインコマンドとは異なり、 -f はファイルを指定するのではなく「フォロー」を示すために使用されます。これは、kubectl logs の規則に従いますが、 -f は、ログに従う必要があることを意味します。

使用法

```
kubectl cnpg logs cluster CLUSTER [flags]
```

-f オプションを使用して次のことを行います。

```
kubectl cnpg report cluster CLUSTER -f
```

--tail オプションを使用して各ポッドから 3 行を表示し、 -f オプションを追跡します。

```
kubectl cnpg report cluster CLUSTER -f --tail 3
```

```
{"level":"info","ts":"2023-06-30T13:37:33Z","logger":"postgres","msg":"2023-06-30␣
↪13:37:33.142 UTC [26] LOG:  ending log output to stderr","source":"/controller/log/
↪postgres","logging_pod":"cluster-example-3"}
{"level":"info","ts":"2023-06-30T13:37:33Z","logger":"postgres","msg":"2023-06-30␣
↪13:37:33.142 UTC [26] HINT:  Future log output will go to log destination \"csvlog\
↪".","source":"/controller/log/postgres","logging_pod":"cluster-example-3"}
...
...
```

-o オプションを省略し、--output を指定する場合

```
$ kubectl cnpg logs cluster CLUSTER --output my-cluster.log

Successfully written logs to "my-cluster.log"
```

39.2.13 かなり

pretty サブコマンドは、標準入力からログストリームを読み取り、人間が判読可能な出力にフォーマットし、タイムスタンプでエントリを並べ替えようとします。

次の例に示すように、kubectl cnpg logs cluster と組み合わせて使用できます。

```
$ kubectl cnpg logs cluster cluster-example | kubectl cnpg logs pretty
2024-10-15T17:35:00.336 INFO     cluster-example-1 instance-manager Starting␣
↪CloudNativePG Instance Manager
2024-10-15T17:35:00.336 INFO     cluster-example-1 instance-manager Checking for free␣
↪disk space for WALs before starting PostgreSQL
2024-10-15T17:35:00.347 INFO     cluster-example-1 instance-manager starting␣
↪tablespace manager
2024-10-15T17:35:00.347 INFO     cluster-example-1 instance-manager starting external␣
↪server manager
[...]
```

または、次の例にあるように、JSON 形式で CNPG ログを生成する他のコマンド、stern 、kubectl logs などと組み合わせて使用できます。

```
$ kubectl logs cluster-example-1 | kubectl cnpg logs pretty
2024-10-15T17:35:00.336 INFO     cluster-example-1 instance-manager Starting␣
↪CloudNativePG Instance Manager
2024-10-15T17:35:00.336 INFO     cluster-example-1 instance-manager Checking for free␣
↪disk space for WALs before starting PostgreSQL
2024-10-15T17:35:00.347 INFO     cluster-example-1 instance-manager starting␣
↪tablespace manager
2024-10-15T17:35:00.347 INFO     cluster-example-1 instance-manager starting external␣
↪server manager
[...]
```

pretty サブコマンドは、高度なログフィルタリングもサポートしているため、ユーザーは特定のポッドまたはロガーのログを表示したり、重大度レベルでログをフィルタリングしたりできます。次に例を示します。

```
$ kubectl cnpg logs cluster cluster-example | kubectl cnpg logs pretty --pods cluster-
↪example-1 --loggers postgres --log-level info
2024-10-15T17:35:00.509 INFO     cluster-example-1 postgres         2024-10-15␣
↪17:35:00.509 UTC [29] LOG:  redirecting log output to logging collector process
2024-10-15T17:35:00.509 INFO     cluster-example-1 postgres         2024-10-15␣
↪17:35:00.509 UTC [29] HINT:  Future log output will appear in directory "/
↪controller/log"...
2024-10-15T17:35:00.510 INFO     cluster-example-1 postgres         2024-10-15␣
↪17:35:00.509 UTC [29] LOG:  ending log output to stderr
2024-10-15T17:35:00.510 INFO     cluster-example-1 postgres         ending log output␣
↪to stderr
[...]
```

pretty サブコマンドは、ログを推論しやすくするために、ログストリームをソートしようとします。これを行うために、ログをグループに収集し、グループ内でタイムスタンプで並べ替えます。pretty は「follow」モードのコマンドからパイプされる場合があるため、これは対話型で並べ替える唯一の方法です。サブコマンドは、ソートされた各グループの最後にグループ区切り線--- を追加します。次の例に示すように、グループのサイズは--sorting-group-size フラグデフォルト 1000 を介して構成できます。

```
$ kubectl cnpg logs cluster cluster-example | kubectl cnpg logs pretty --sorting-
↪group-size=3
2024-10-15T17:35:20.426 INFO     cluster-example-2 instance-manager Starting␣
↪CloudNativePG Instance Manager
2024-10-15T17:35:20.426 INFO     cluster-example-2 instance-manager Checking for free␣
↪disk space for WALs before starting PostgreSQL
2024-10-15T17:35:20.438 INFO     cluster-example-2 instance-manager starting␣
↪tablespace manager
- --
2024-10-15T17:35:20.438 INFO     cluster-example-2 instance-manager starting external␣
↪server manager
2024-10-15T17:35:20.438 INFO     cluster-example-2 instance-manager starting␣
↪controller-runtime manager
2024-10-15T17:35:20.439 INFO     cluster-example-2 instance-manager Starting␣
↪EventSource
- --
[...]
```

使用可能なすべてのオプションを確認するには、 -h フラグを使用して、サポートされているフラグとその使用法の詳細を確認します。

> **注釈**
>
> -v オプションを追加して、ログの詳細度を高めることもできます。

39.2.14 デストロイ

kubectl cnpg destroy コマンドは、インスタンスと、関連するすべての PVC を Kubernetes クラスターから削除するのに役立ちます。

オプションの--keep-pvc フラグを指定すると、PVC を保持したまま、インスタンスによって設定されたすべての metadata.ownerReferences を削除できます。さらに、PVC の cnpg.io/pvcStatus ラベルが ready から detached に変更され、使用されなくなったことを示します。

--keep-pvc フラグを指定せずにコマンドを再度実行すると、分離された PVC が削除されます。

使用法

```
kubectl cnpg destroy CLUSTER INSTANCE
```

次の例は、cluster-example-2 ポッドと関連する PVC を削除します。

```
kubectl cnpg destroy cluster-example 2
```

39.2.15 クラスターハイバネーション

データを保存しながら CloudNativePG Cluster を一時的に一時停止し、後でオペレーションを再開できるようにする必要がある場合があります。この機能は、**クラスターハイバーネーション** と呼ばれます。

ハイバネーションは、 cnpg.io/hibernation アノテーションを使用して宣言的に管理されます。

> **注釈**
>
> 詳細については、 *Declarative hibernation* を参照してください。

ドキュメントページ。

プロセスを簡素化するために、 kubectl の cnpg プラグインは hibernate コマンドを提供します。これは、アノテーションを適用するための便利なショートカットとして機能します。

クラスターを休止状態にするには、次のコマンドを実行します。

```
kubectl cnpg hibernate on CLUSTER
```

このコマンドは、 cnpg.io/hibernation=on アノテーションをクラスターに適用し、実行を一時停止します。

休止状態のクラスターを再開するには、次を使用します。

```
kubectl cnpg hibernate off CLUSTER
```

これにより、cnpg.io/hibernation=off を設定することによりハイバーネーション状態が削除されます。

クラスターのステータスは、次の方法でいつでも確認できます。

```
kubectl cnpg status CLUSTER
```

これにより、クラスターの現在の状態が表示されます、休止状態かどうかを含む。

39.2.16 pgbench を使用したデータベースのベンチマーク

Pgbench は、次のコマンドを使用して、既存の PostgreSQL クラスターに対して実行できます。

```
kubectl cnpg pgbench CLUSTER -- --time 30 --client 1 --jobs 1
```

詳細については、 *Benchmarking pgbench section* を参照してください。

39.2.17 fio を使用したストレージのベンチマーク

fio は、次のコマンドを使用して既存のストレージクラスで実行できます。

```
kubectl cnpg fio FIO_JOB_NAME [-n NAMESPACE]
```

詳細については、 *Benchmarking fio section* を参照してください。

39.2.18 新しい物理バックアップの要求

kubectl cnpg backup コマンドは、新しい Backup リソースを作成することにより、既存の Postgres クラスターの新しい物理バックアップを要求します。

次の例は、特定のクラスターのオンデマンドバックアップを要求します。

```
kubectl cnpg backup CLUSTER
```

または、ボリュームスナップショットを使用する場合

```
kubectl cnpg backup CLUSTER -m volumeSnapshot
```

作成されるバックアップには、要求時間に基づいた名前が付けられます。

```
$ kubectl cnpg backup cluster-example
backup/cluster-example-20230121002300 created
```

デフォルトでは、新しく作成されるバックアップは、クラスターで定義されたバックアップターゲットポリシーを使用して、実行するインスタンスを選択します。ただし、このポリシーは--backup-target オプションでオーバーライドできます。

ボリュームスナップショットバックアップの場合、 --online オプションを使用して、オンライン/ホットバックアップまたはオフライン/コールドバックアップを要求することもできます。さらに、--immediate-checkpoint および--wait-for-archive オプションを明示的に設定することにより、オンラインバックアップを調整することもできます。

Appendix A - Backup on object stores には、構成設定に関する詳細情報が含まれています。

39.2.19 psql の起動

kubectl cnpg psql CLUSTER コマンドは、実際のポッドから実行しているかのように、既存の Postgres クラスターに接続された新しい PostgreSQL 対話型フロントエンドプロセス psql を起動します。これは、postgres ユーザーを使用し、postgres データベースに接続することを意味します。

> **注釈**
>
> *postgres* ユーザーとして接続するため、運用環境では、この方法は許可された担当者のみが細心の注意を払って使用する必要があります。

```
$ kubectl cnpg psql cluster-example

psql (18.4 (Debian 18.4-1.pgdg110+1))
Type "help" for help.

postgres=#
```

デフォルトでは、コマンドはプライマリインスタンスに接続します。ユーザーは--replica オプションを使用して、レプリカに対して作業することを選択できます。

```
$ kubectl cnpg psql --replica cluster-example

psql (18.4 (Debian 18.4-1.pgdg110+1))

Type "help" for help.

postgres=# select pg_is_in_recovery();
 pg_is_in_recovery
- ------------------
 t
(1 row)

postgres=# \q
```

このコマンドは kubectl exec を起動します。正常に動作するには、PATH 変数で kubectl 実行可能ファイルに到達できる必要があります。

デフォルトでは、 postgres データベースが使用されます。 psql でサポートされているオプションは、--区切り文字の後に渡すことができます。例、特定のデータベースに接続するには

```
$ kubectl cnpg psql cluster-example -- app

psql (18.4 (Debian 18.4-1.pgdg110+1))
Type "help" for help.

app=#
```

また、 psql オプション -c を使用してクエリーを直接実行できます。

```
$ kubectl cnpg psql cluster-example -- -c "SELECT pg_is_in_recovery();"
 pg_is_in_recovery
- ------------------
 f
(1 row)
```

39.2.20 Postgres クラスターのスナップショット

> **警告**
>
> *kubectl cnpg snapshot* コマンドは削除されました。 **新しい物理バックアップの要求** を使用して、ボリュームスナップショットを使用したバックアップを要求してください。

39.2.21 評価/デモ目的でのみ pgAdmin4 を使用する

pgAdmin は、PostgreSQL の最も人気のある機能が豊富なオープンソースの管理および開発プラットフォームです。プロジェクトの詳細については、公式 documentation を参照してください。

pgAdmin 開発チームが公式の Docker コンテナイメージを維持していることを考えると、標準の Kubernetes 展開として環境に pgAdmin をインストールできます。

> **注釈**
>
> Kubernetes 運用環境での pgAdmin の展開は、このドキュメントの範囲を超えており、より広範には CloudNativePG プロジェクトの範囲を超えています。

ただし、 **デモと評価の目的で**、CloudNativePG は適切なソリューションを提供します。 `cnpg` プラグインは `pgadmin4` コマンドを実装し、特定のデータベース `Cluster` に接続し、`kind` などのローカル環境でそのコンテンツをナビゲートする簡単な方法を提供します。

たとえば、次のとおりに `cluster-example` クラスターの pgAdmin4 のデモ展開をインストールできます。

```
kubectl cnpg pgadmin4 cluster-example
```

このコマンドは次を生成します。

```
ConfigMap/cluster-example-pgadmin4 created
Deployment/cluster-example-pgadmin4 created
Service/cluster-example-pgadmin4 created
Secret/cluster-example-pgadmin4 created

[...]
```

pgAdmin を展開した後、kubectl を使用してポートを転送し、画面の指示に従ってブラウザーを介して接続します。

いつものように、`--dry-run` オプションを使用して YAML ファイルを生成できます。

```
kubectl cnpg pgadmin4 --dry-run cluster-example
```

pgAdmin4 はデスクトップまたはサーバーモードでインストールできます。デフォルトはサーバーです。

`server` モードでは、ランダムに生成されたパスワードを使用して認証が必要で、ユーザーは接続するデータベースを手動で指定する必要があります。

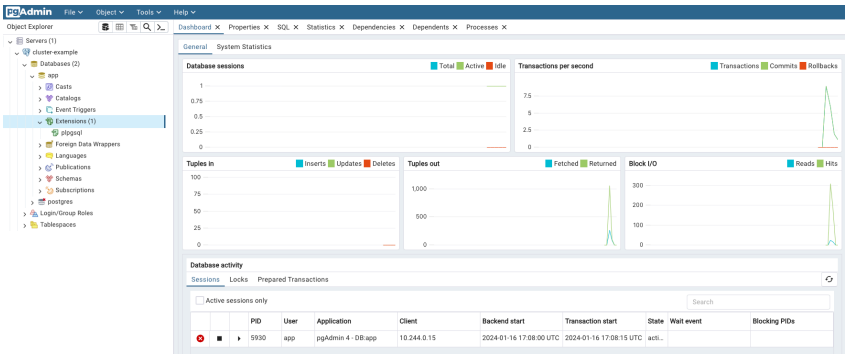


図 1: Screenshot of desktop installation of pgAdmin

一方、desktop モードは、認証を必要とせずに pgAdmin Web インターフェイスを開始します。 app ユーザーとして app データベースに自動的に接続するため、 kind を使用したローカル展開などの簡単なデモに最適です。

```
kubectl cnpg pgadmin4 --mode desktop cluster-example
```

デモが終了した後、次のコマンドを実行して pgAdmin 展開を確実に終了します。

```
kubectl cnpg pgadmin4 --dry-run cluster-example | kubectl delete -f -
```

警告

プラグインを使用して pgAdmin を運用環境に展開しないでください。

39.2.22 ロジカルレプリケーションのパブリケーション

cnpg publication コマンドグループは、

PostgreSQL logical replication publications の作成と削除を合理化するように設計されています。これらのコマンドは、主に、特にリモートの PostgreSQL データベースでの論理レプリケーションパブリケーションの作成を支援することを目的としていることに注意してください。

警告

これらのコマンドを使用する前に、PostgreSQL のネイティブ論理レプリケーションシステムの機能と制限の両方をしっかりと理解することが重要です。特に、

logical replication restrictions に注意してください。

39.2.23 新しいパブリケーションの作成

論理レプリケーションパブリケーションを作成するには、cnpg publication create コマンドを使用します。このコマンドの基本的な構造は次のとおりです。

```
kubectl cnpg publication create \
  --publication PUBLICATION_NAME \
  [--external-cluster EXTERNAL_CLUSTER]
  LOCAL_CLUSTER [options]
```

2 つの主な使用例があります。

- --external-cluster の場合このオプションを使用して、外部クラスターつまり externalClusters スタンザで定義された上にパブリケーションを作成します。コマンドは LOCAL_CLUSTER から発行されますが、パブリケーションは EXTERNAL_CLUSTER のデータ用です。
- --external-cluster なし このオプションを使用して、LOCAL_CLUSTER PostgreSQL Cluster デフォルトでは app データベースにパブリケーションを作成します。

> **警告**
>
> 外部クラスターに接続するときは、指定されたユーザーに `CREATE PUBLICATION` コマンドを実行するための十分な権限があることを確認してください。

CREATE PUBLICATION と同様の、いくつかのオプションがあります。

コマンドを使用して、レプリケートするテーブルのグループを定義します。重要なオプションには次のものが含まれます。

- --all-tables オプションを指定した場合、パブリケーション FOR ALL TABLES を作成します。
- または、次の複数のオカレンスを指定できます。
- --table 特定のテーブル式を追加します。
- --schema 指定されたデータベーススキーマ PostgreSQL 15 から利用可能にあるすべてのテーブルを含めます。

--dry-run オプションを使用すると、プラグインが実行する SQL コマンドをプレビューできます。

追加情報と詳細な手順については、次のコマンドを入力してください。

```
kubectl cnpg publication create --help
```

例

source-cluster および destination-cluster を指定して、source-cluster 上のデータのパブリケーションを作成します。destination-cluster には、source-cluster を指す externalClusters スタンザにエントリーがあります。

次を実行できます。

```
kubectl cnpg publication create destination-cluster  \
  --external-cluster=source-cluster --all-tables
```

これは、 destination-cluster で SQL コマンドを実行し、source-cluster のすべてのテーブルのパブリケーションを作成します。

または、その代わりに、次を実行できます。

```
kubectl cnpg publication create source-cluster \
  --publication=app --all-tables
```

これは、 source-cluster 内のすべてのテーブルに app という名前のパブリケーションを作成し、ソースクラスターで SQL コマンドを実行します。

> **注釈**
>
> イラストとインスピレーションのために提供されている 2 つのサンプルファイル logical-source および logical-destination 。

39.2.24 パブリケーションの削除

cnpg publication drop コマンドは、パブリケーション名、クラスター名、オプションの外部クラスターを含む同様のキーオプションを提供することにより、create コマンドをシームレスに補完します。次のコマンド構造を使用して PUBLICATION をドロップできます。

```
kubectl cnpg publication drop \
  --publication PUBLICATION_NAME \
  [--external-cluster EXTERNAL_CLUSTER]
  LOCAL_CLUSTER [options]
```

さらに詳細と正確な指示にアクセスするには、次のコマンドを使用します。

```
kubectl cnpg publication drop --help
```

39.2.25 論理レプリケーションサブスクリプション

cnpg subscription コマンドグループは、

PostgreSQL logical replication subscriptions の作成と削除を簡素化するように設計された専用のコマンドセットです。これらのコマンドは、特にリモートの PostgreSQL データベースを扱う場合、論理レプリケーションサブスクリプションの確立を支援するように特別に作成されています。

> **警告**
>
> これらのコマンドを使用する前に、PostgreSQL のネイティブ論理レプリケーションシステムの機能と制限の両方を包括的に理解することが重要です。特に、

logical replication restrictions に注意してください。

サブスクリプション管理に加えて、ソースクラスターからすべてのシーケンスを同期するための役立つコマンドを提供します。その適用性は異なる場合がありますが、このコマンドは、メジャーアップグレードまたはリモートサーバーからのデータのインポートを含むシナリオで特に役立ちます。

39.2.26 新しいサブスクリプションの作成

論理レプリケーションサブスクリプションを作成するには、`cnpg subscription create` コマンドを使用します。このコマンドの基本的な構造は次のとおりです。

```
kubectl cnpg subscription create \
  --subscription SUBSCRIPTION_NAME \
  --publication PUBLICATION_NAME \
  --external-cluster EXTERNAL_CLUSTER \
  LOCAL_CLUSTER [options]
```

このコマンドは、 `LOCAL_CLUSTER` の `externalClusters` スタンザで定義されているとおりに、指定された外部クラスター内の指定されたパブリケーションを対象としたサブスクリプションを構成します。

追加情報と詳細な手順については、次のコマンドを入力してください。

```
kubectl cnpg subscription create --help
```

例

パブリケーションに関するセクションと同様に、`source-cluster` および `destination-cluster` があり、`app` というパブリケーションを既に作成しています。

次のコマンド

```
kubectl cnpg subscription create destination-cluster \
  --external-cluster=source-cluster \
  --publication=app --subscription=app
```

は、宛先クラスターに `app` のサブスクリプションを作成します。

警告

非実稼働環境でのテストサブスクリプションを優先して、実稼働設定に実装する前にその有効性を確認し、潜在的な問題を特定します。

注釈

イラストとインスピレーションのために提供されている 2 つのサンプルファイル logical-source および logical-destination 。

39.2.27 サブスクリプションの削除

cnpg subscription drop コマンドは、 create コマンドをシームレスに補完します。次のコマンド構造を使用して SUBSCRIPTION をドロップできます。

```
kubectl cnpg subcription drop \
  --subscription SUBSCRIPTION_NAME \
  LOCAL_CLUSTER [options]
```

さらに詳細と正確な指示にアクセスするには、次のコマンドを使用します。

```
kubectl cnpg subscription drop --help
```

39.2.28 シーケンスの同期

パブリケーションとサブスクリプションを介して実装される PostgreSQL 論理レプリケーションの重要な制約の 1 つは、シーケンス同期の欠如です。これは、論理レプリケーションを利用する場合に特に関連しますライブデータベース移行、特に PostgreSQL の上位バージョンの場合。このプロセスの重要な手順には、アプリケーションを新しいデータベース_cutover_に移行する前にシーケンスの更新が含まれます。

この制限に対処するために、 cnpg subscription sync-sequences コマンドは解決策を提供します。このコマンドは、ソースデータベースとの接続を確立し、関連するすべてのシーケンスを取得し、その後、一致する ID でローカルシーケンスを更新しますデータベーススキーマとシーケンス名に基づいて。

以下に示すようにコマンドを使用できます。

```
kubectl cnpg subscription sync-sequences \
  --subscription SUBSCRIPTION_NAME \
  LOCAL_CLUSTER
```

包括的な詳細と特定の手順については、次のコマンドを使用します。

```
kubectl cnpg subscription sync-sequences --help
```

例

パブリケーションとサブスクリプションに関する以前のセクションと同様に、source-cluster および destination-cluster があります。パブリケーションとサブスクリプションは、両方とも app と呼ばれますが、既に存在します。

次のコマンドは、app サブスクリプションに関係するシーケンスをソースクラスターから宛先クラスターに同期します。

```
kubectl cnpg subscription sync-sequences destination-cluster \
  --subscription=app
```

> **警告**
>
> 非実稼働環境でのテストサブスクリプションを優先して、実稼働設定に展開する前にその有効性を保証し、潜在的な問題を検出します。

39.3 K9s との統合

cnpg プラグインは、Kubernetes クラスターと対話するための人気のターミナルベースの UI である K9s に簡単に統合できます。

詳細は、 *k9s/plugins.yml* を参照してください。

39.4 プラグインに必要な権限

プラグインには、実行するコマンドに応じて一連の Kubernetes 権限が必要です。これらの権限は、ポッド、PDB、PVC などのリソースやサブリソースに影響を与え、`get` 、`delete` 、`patch` などのアクションを有効にする場合があります。次の表には、完全な詳細が含まれています。

Command	Resource Permissions
backup	clusters: get backups: create
certificate	clusters: get secrets: get,create
destroy	pods: get,delete jobs: delete,list PVCs: list,delete,update
fencing	clusters: get,patch pods: get
fio	PVCs: create configmaps: create deployment: create
hibernate	clusters: get,patch,delete pods: list,get,delete pods/exec: create jobs: list PVCs: get,list,update,patch,delete
install	none
logs	clusters: get pods: list pods/log: get
maintenance	clusters: get,patch,list
pgadmin4	clusters: get configmaps: create deployments: create services: create secrets: create
pgbench	clusters: get jobs: create
promote	clusters: get clusters/status: patch pods: get
psql	pods: get,list pods/exec: create
publication	clusters: get pods: get,list pods/exec: create
reload	clusters: get,patch
report cluster	clusters: get pods: list pods/log: get jobs: list events: list PVCs: list
report operator	**Required:** deployments: get **Optional (for full report):** configmaps: get events: list pods: list pods/log: get secrets: get services: get mutatingwebhookconfigurations: list[^1] validatingwebhookconfigurations: list[^1] **If OLM is present:** clusterserviceversions: list[^1] installplans: list[^1] subscriptions: list[^1]
restart	clusters: get,patch pods: get,delete

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Command	Resource Permissions
status	clusters: get pods: list pods/exec: create pods/proxy: create PDBs: list objectstores.barmancloud.cnpg.io: get
subscription	clusters: get pods: get,list pods/exec: create
version	none

[^1] 権限は、クラススコープの ClusterRole リソースです。

///脚注はここにあります///

さらに、`clusters` に `list` 権限を割り当てると、複数のコマンドのオートコンプリートが有効になります。

39.4.1 ロールの例

権限が制限されたロールを作成することが可能です。次の例では、クラスターログにのみアクセスするロールを作成します。

```
- --
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: Role
metadata:
  name: cnpg-log
rules:
  - verbs:
      - get
    apiGroups:
      - postgresql.cnpg.io
    resources:
      - clusters
  - verbs:
      - list
    apiGroups:
      - ""
    resources:
      - pods
  - verbs:
      - get
    apiGroups:
      - ""
    resources:
      - pods/log
```

次の例は、プラグインの `status` コマンドを使用してクラスターステータスを取得するために必要な最小限の権限を持つロールを示しています。

```yaml
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: Role
metadata:
  name: cnpg-status
rules:
  - verbs:
      - get
    apiGroups:
      - postgresql.cnpg.io
    resources:
      - clusters
  - verbs:
      - list
    apiGroups:
      - ""
    resources:
      - pods
  - verbs:
      - create
    apiGroups:
      - ""
    resources:
      - pods/exec
  - verbs:
      - create
    apiGroups:
      - ""
    resources:
      - pods/proxy
  - verbs:
      - list
    apiGroups:
      - policy
    resources:
      - poddisruptionbudgets
  - verbs:
      - get
    apiGroups:
      - barmancloud.cnpg.io
    resources:
      - objectstores
```

注釈

resources ごとおよび`apiGroups` ごとに動詞を制限したままにすると、意図した以上の権限を誤って付

与するのを防ぐことができます。

第40章　Automated failover

プライマリで予期しないエラーが.spec.failoverDelay デフォルトでは 0 秒より長く発生した場合、クラスターは**フェールオーバーモード**になります。これは、たとえば次の場合に発生する可能性があります。

- プライマリポッドにディスク障害が発生した
- プライマリポッドが削除された
- プライマリの postgres コンテナに何らかの持続的な障害がある

フェールオーバーシナリオでは、プライマリが正常に動作していると想定できません。

上記のような場合の後、プライマリポッドの準備状況プローブは失敗し始めます。これは、コントローラの調整ループで取得されます。コントローラは、2 つの手順でフェールオーバープロセスを開始します。

1. 最初に、TargetPrimary を pending としてマークします。この状態の変更は、プライマリポッドを強制的にシャットダウンし、レプリカの WAL レシーバーが停止します。クラスターは、フェールオーバーフェーズ「フェールオーバー」でマークされます。
2. すべての WAL レシーバーが停止すると、リーダー選挙が行われ、新しい予備選挙が名前付けられます。選択されたインスタンスはプライマリへの昇格を開始し、これが完了すると、クラスターは通常のオペレーションを再開します。一方、以前のプライマリポッドは再起動し、プライマリでなくなったことを検出し、レプリカノードになります。

> **注釈**
>
> 2 フェーズプロシージャは、WAL レシーバーが正常に停止でき、障害が発生したプライマリが再起動時に WAL のストリーミングを再度開始しないことを保証します。これらの安全対策は、新しいプライマリとレプリカ間のタイムラインの不一致を防ぎます。

障害が発生したプライマリがシャットダウンされている間

1. 最初に.spec.switchoverDelay 秒をタイムアウトとして PostgreSQL の_fast shutdown_を試行します。この正常なシャットダウンは、保留中の WAL をアーカイブしようとします。
2. 高速シャットダウンが失敗するか、そのタイムアウトを超過すると、PostgreSQL の_即時シャットダウン_が開始されます。

> **注釈**
>
> 「Fast」モードは、PostgreSQL クライアントが切断されるのを待機せず、進行中のオンラインバックアップを終了します。アクティブなトランザクションはすべてロールバックされ、クライアントは強制

的に切断され、サーバーはシャットダウンされます。「Immediate」モードは、クリーンシャットダウンせずに、すべての PostgreSQL サーバープロセスをすぐに中止します。

40.1 安全な予備選挙

任意の時点で、最大 1 つのインスタンスがプライマリに昇格するように保証には、CloudNativePG は、`Cluster` にちなんで名前付けられ、その名前空間に存在する Kubernetes `Lease` オブジェクトを使用して上記の選択をサポートします。インスタンスは、プライマリに昇格する前に、このリースを取得および保持する必要があります。クリーンなシャットダウンでは、元のプライマリはリースを解放するため、資格のあるレプリカは、リースの有効期限が切れるのを待たずに引き継ぐことができます。

40.1.1 プライマリリースが保護するもの

以前のプライマリからストリーミングするのではなく、アーカイブから WAL ファイルを読み取ることにより、レプリカが追いつくことを検討します。PostgreSQL は、アーカイブが次の予想セグメントで「ファイルが見つかりません」を返すとすぐに再生を停止し、WAL ストリームの終わりとして扱います。以前のプライマリがまだ WAL を持っているときにレプリカが昇格した場合、アーカイブが終了していないため、その信号はストリームの真の終了前に到着します。レプリカは、以前のプライマリが確認され、これらの書き込みより前の LSN で新しいタイムラインをフォークします。失われています。

リースは、以前のプライマリがリリースするまでプロモーションを保持します。クリーンシャットダウンでは、PostgreSQL が残りの WAL をフラッシュしてアーカイブした後にリリースが発生するため、引き継ぐレプリカは最終的な端でアーカイブを参照します。以前のプライマリがリースを解放できない場合クラッシュ、ノード障害、またはインスタンスマネージャー自分自身に到達不能そのパスでは、アーカイブが追いついていない可能性があり、以前のプライマリがアーカイブを完了していなかった書き込みは失われます。

40.1.2 一次分離チェックとの関係

リースは、Kubernetes API サーバーへの接続を失ったものの、まだ実行されているプライマリをフェンスしません。これが **一次分離チェックとの関係** チェックのジョブです。2 つのメカニズムは補完的であり、両方ともデフォルトで有効になっています。

- リースは、_premature_プロモーションを防止します。元のプライマリがまだリースを保持している間、レプリカは昇格できません。
- 分離チェックは、_isolate_プライマリが書き込みの受け入れを継続しないようにします。

両方を有効にしたままにします。分離チェックを無効にすると、リースだけがプライマリの安全性を担当し、元のプライマリが API サーバーに到達できないが、それ以外は正常な場合、リースだけではスプリットブレインを防ぐことはできません。

40.1.3 プライマリリースの検査

リースはクラスターの名前を共有するため、直接検査できます。`cluster-example` というクラスターの場合

```
kubectl get lease cluster-example
```

HOLDER 列は、現在のプライマリであるリースを現在保持しているポッドをレポートします。

```
NAME              HOLDER              AGE
cluster-example   cluster-example-1   5m
```

有効なリース期間や最後の更新時刻を含む全体像を得るには、次を使用します。

```
kubectl get lease cluster-example -o yaml
```

40.1.4 プライマリリースのチューニング

リースタイミングは.spec.primaryLease の下で公開され、ほとんどのクラスターに適した値にデフォルトで設定されます。これらは、基になる Kubernetes のリーダー選択パラメーターに直接マッピングされます。

Field	Default	Description
leaseDurationSeconds	*15*	別のインスタンスが取得するまでのリースの有効期間。
renewDeadlineSeconds	*10*	プライマリが断念するまでにリースの更新を再試行し続ける期間。
retryPeriodSeconds	*2*	非所有者がリースの取得または更新を再試行する頻度。
releasedLeaseDurationSeconds	*1*	プライマリがクリーンシャットダウンでリースを解放したときに書き込まれる TTL。

例、低速または一時的に到達不能の API サーバーに対するクラスターの耐性を高めるには

```
spec:
  primaryLease:
    leaseDurationSeconds: 60
    renewDeadlineSeconds: 40
    retryPeriodSeconds: 15
```

警告

フェールオーバータイミングへの影響を理解する場合にのみ、これらの値を調整します。間隔が長くなると、クラスターの一時的な API サーバーの使用不可に対する耐性が高まりますが、正当なプロモーションが遅くなります。アドミッション Webhook によって 2 つの不変式が適用されます。*leaseDurationSeconds* は`renewDeadlineSeconds` より大きい必要があり、*renewDeadlineSeconds* は`retryPeriodSeconds` と`1.2` より大きい必要があります。どちらも、基になる Kubernetes リーダー選挙の要件を反映しています。

> **注釈**
>
> *leaseDurationSeconds* および `retryPeriodSeconds` は、2 つの異なるタイミングを制御します。突然のプライマリ損失以前のプライマリがリースを解放しなかった後、候補者は引き継ぐ前に、完全な `leaseDurationSeconds` のリースを変更せずに観察する必要があります。これが、元のプライマリがまだ生きている間に時期尚早の昇格を妨げるものです。クリーンなスイッチオーバー後、以前のプライマリがリースを解放した後、そのような待機はありません。候補者は次のポーリングで解放されたリースに気づくだけであるため、ハンドオーバーのレイテンシーは `retryPeriodSeconds` によって制限されます。*retryPeriodSeconds* を下げると、API サーバーに対するリース更新の頻度が高くなりますが、早すぎるプロモーションを防ぐテイクオーバー待機を短縮せずにスイッチオーバーが高速化されます。

> **注釈**
>
> プライマリインスタンスは、最初にリースを取得したときにこれらのタイミングをキャプチャします。したがって、実行中のクラスターで `.spec.primaryLease` の変更は、影響を受けるプライマリポッドが再起動した後にのみ有効になります。それまで、プライマリは最初の値を使用し続けます。

40.2 RTO と RPO のインパクト

フェイルオーバーにより、サービスが影響を受ける **バックアップ頻度と *RTO*** および/またはデータが失われる *RPO* が発生する場合があります。

1. プライマリに障害が発生し始め、コントローラがフェールオーバー手順を開始する前に、転送中のクエリ、WAL 書き込み、チェックポイントおよび同様の操作が失敗する場合があります。
2. fast shutdown コマンドが発行されると、クラスターは接続を受け入れなくなるため、サービスは影響を受けますが、データは失われません。
3. 高速シャットダウンが失敗した場合、即時シャットダウンは WAL 書き込みを含む保留中のプロセスを停止します。データが失われる可能性があります。
4. プライマリがシャットダウンしており、新しいプライマリがまだ起動していない間、クラスターはプライマリなしで動作するため、機能が低下しますが、データの損失はありません。

> **注釈**
>
> 高速シャットダウンを制御するタイムアウトは、スイッチオーバーの場合と同様に `.spec.switchoverDelay` によって設定されます。高速シャットダウンの時間を長くすることは、RPO の観点からより安全ですが、通常のオペレーションへの復帰が遅延する可能性があり、RTO に悪影響を与えます。

> **警告**
>
> **インスタンスマネージャーのインプレース更新** で既に述べたように

スイッチオーバープロセスを説明するとき、 `.spec.switchoverDelay` オプションは PostgreSQL データ

ベースの RPO と RTO に影響を与えます。低い値に設定すると、RPO よりも RTO が優先される場合がありますが、クラスターレベルおよび/またはバックアップレベルでデータの損失が発生します。逆に、高い値に設定すると、スイッチオーバー中にアクティブなプライマリのないクラスターを長時間放置する間のデータ損失のリスクを取り除くことができます。

40.3 遅延フェイルオーバー

上記で予想されたように、 `.spec.failoverDelay` オプションを使用すると、プライマリが異常であると検出された後、フェイルオーバープロシージャの開始を秒単位で遅延できます。デフォルトでは、この設定は `0` に設定され、フェイルオーバー手順がすぐにトリガーされます。

場合によっては、新しいプライマリへのフェイルオーバーの方が、プライマリがオンラインに戻るのを待つよりも混乱を招く可能性があります。これは、複数の層が影響を受けるダウンストリーム論理サブスクライバー、またはフェールオーバーの実行時間が予想される停止よりも長い場合、ネットワークの中断に特に当てはまります。

フェールオーバーを遅延する新しい構成オプションを有効にすることにより、短期間のネットワークまたはノードの不安定性による時期尚早のフェールオーバーを防止するメカニズムを提供します。

40.4 ノードレベルの障害の検出

プライマリをホストするノードが到達不能になるたとえば、kubelet のクラッシュまたはノードと Kubernetes API サーバー間のネットワーク分割が原因で、オペレーターはポッドの `Ready` 条件を利用して、プライマリがもはや使用不可であると判断します。ノードが正常な間、kubelet は準備状況プローブからその状態を最新の状態に保ちます。ノードが報告を停止すると、Kubernetes ノードライフサイクルコントローラは、ノード `Unknown` を宣言するとすぐに条件を `False` に反転するものです。

在庫の kube-controller-manager 設定では、移行は`--node-monitor-grace-period` によって管理されます Kubernetes 1.29-1.31 のデフォルト `40s`、1.32 以降では `50s` に引き上げられます。そのウィンドウの後、コントローラはノード `Unknown` をマークし、同じモニタリングパスで、は、そのノードのポッドごとにパッチを発行して、`Ready` 条件を反転します。実際には、オペレーターは、ノードが到達不能になってから約 **40〜55 秒**、プライマリの準備ができていないことを観察します猶予期間プラス最大 1 つの`--node-monitor-period` ポーリング、デフォルト `5s`。管理対象 Kubernetes ディストリビューション GKE、EKS、AKS は、これらの値を調整する場合があります。観察されたタイミングが一致しない場合は、プロバイダーのドキュメントを参照してください。その後、フェイルオーバー手順が開始されます`.spec.failoverDelay` によってさらにゲートされます。

`Ready` 条件フリップは、部分ゾーンまたは大規模クラスターの中断中に Pod _eviction_を調整するレートリミッター `--node-eviction-rate`、`--secondary-node-eviction-rate`、`--unhealthy-zone-threshold` の影響を受けません。オペレーターは、ゾーンまたはクラスター全体の状態に関係なく、コントローラーがパッチを発行するとすぐに条件反転に反応します。

Pod _eviction_到達不能ノードからの実際の削除は、別のメカニズムであり、`node.kubernetes.io/unreachable NoExecute` テイントデフォルトで `300s` の `tolerationSeconds` によって駆動されます。そのタイマーは、オペレーターのフェイルオーバーの決定を支持しません。CloudNativePG は、`Ready` 条件が反転するとすぐに、新しいプライマリを昇格させます。その時点で、分離ノードの kubelet はすでに古い PostgreSQL コンテナをローカルに停止しています。デフォルトの`.spec.probes.liveness.isolationCheck.enabled: true` では、インスタンスマネージャーは API サーバーにもクラスターの残りの部分にも到達

できず、独自の liveness プローブに失敗し、kubelet は kills 約 3 つのプローブ期間~30s 内のコンテナ。完全な高可用性オペレーターによる正常なノードでの古いプライマリの再作成は、実際にポッドを削除するテイントベースのエビクションでゲートされています。

40.5 Failover Quorum クォーラムベースのフェールオーバー

フェールオーバークォーラムは、CloudNativePG 管理の PostgreSQL クラスターでのフェールオーバーイベント中のデータの耐久性と安全性を強化するメカニズムです。

クォーラムベースのフェールオーバーにより、コントローラーは、レプリカのクォーラムの状態に基づいて、レプリカをプライマリにプロモートせるかどうかを決定します。これは、**同期レプリケーションを介したゼロデータ損失クラスター** およびデフォルトの自動フェイルオーバープロシージャが提供するものよりも強力なデータの耐久性が必要な場合に役立ちます。

同期レプリケーションが有効になっていない場合、レプリカは昇格時にプライマリよりも遅延する場合があるため、フェールオーバー中にある程度のデータ損失が予想され受け入れられます。

同期レプリケーションが有効になっている場合、保証は、必要なすべての同期スタンバイが WAL データを安全に受信したことが判明するまで、アプリケーションがトランザクションの成功したコミットの明示的な確認を受け取らないことです。これは、オペレーターが最新のレプリカをプロモーションできることを保証するのに十分ではありません。

たとえば、同期レプリケーションが `ANY 1 (...)` に設定されている 3 ノードクラスターでは、コミットが確認される前にデータがプライマリと 1 つのスタンバイに書き込まれます。プライマリとアラインメントされたスタンバイの両方が使用不可になる場合ネットワーク分割中など、残りのレプリカには最新のデータがない場合があります。それを昇格させると、アプリケーションがコミットしたと考えられる一部のデータが失われる可能性があります。

クォーラムベースのフェイルオーバーは、オペレーターがプロモートするインスタンスに同期コミットされたデータの存在を確認できる場合にのみフェイルオーバーが発生し、それ以外の場合は発生しないようにすることにより、このリスクに対処します。

この機能を使用すると、ユーザーはデータの耐久性とデータの可用性の間で好みのトレードオフを選択できます。

`.spec.postgresql.synchronous.failoverQuorum` フィールドを `true` に設定することにより、フェールオーバークォーラムを有効にできます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  postgresql:
    synchronous:
      method: any
      number: 1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    failoverQuorum: true

  storage:
    size: 1Gi
```

下位互換性のため、古いアノテーション `alpha.cnpg.io/failoverQuorum` は引き続きアドミッション Webhook でサポートされ、 `Cluster` 仕様オプションより優先されます。

- アノテーションが"`true`" と評価され、同期レプリケーションスタンザが存在する場合、Webhook は自動的に`.spec.postgresql.synchronous.failoverQuorum` を `true` に設定します。
- アノテーションが"`false`" と評価された場合、機能は常に無効になります

注釈

アノテーションは仕様をオーバーライドするため、この実験機能のユーザーはネイティブの `.spec.postgresql.synchronous.failoverQuorum` オプションに移行し、マニフェストからアノテーションを削除することをお勧めします。アノテーションは**非推奨**であり、将来のリリースでは削除される予定です。

40.5.1 仕組み

レプリカをプライマリに昇格する前に、オペレーターは Dynamo `R + W > N` 一貫性モデル [^1] の原則に従って、クォーラムチェックを実行します。

クォーラムフェイルオーバーでは、これらの値は次の意味を想定しています。

- `R` は、_プロモテーブルレプリカ_読み取りクォーラムの数です。
- `W` は、 `COMMIT` がクライアント書き込みクォーラムに返される前に、書き込みを確認する必要があるレプリカの数です。
- `N` は、同期している可能性のあるレプリカの合計数です。

_プロモーブルレプリカ_は、次のプロパティを持つレプリカです。

- クラスターの一部です。
- 自分の状態をオペレーターに報告できます。
- 潜在的に同期しています。

`R + W > N` の場合、プロモートブルレプリカの中に、すべての同期コミットを確認した少なくとも 1 つがあることを確認でき、安全にプライマリに昇格できます。これに当てはまらない場合、コントローラはレプリカをプライマリにプロモートせず、状況が変化するまで待機します。

クォーラムチェックが失敗した場合でも、ユーザーは `kubectl cnpg promote` コマンドを使用してレプリカをプライマリに強制的にプロモーションできます。

> **警告**
>
> 手動プロモーションは最後の手段としてのみ使用してください。続行する前に、データ損失のリスクを十分に理解し、アプリケーションの書き込みワークロードの再開を優先した場合の影響を注意深く検討してください。

追加の CRD は、クラスターのクォーラム状態を追跡するために使用されます。クォーラムフェイルオーバーが有効になった `Cluster` には、 `Cluster` リソースと同じ名前の `FailoverQuorum` リソースがあります。 `FailoverQuorum` CR は、クォーラムフェイルオーバーが有効になっているときにコントローラによって作成され、調整ループ中にプライマリインスタンスによって更新され、クォーラムチェック中にオペレーターによって読み取られます。これは、同期レプリケーションの最新の既知の構成を追跡するために使用されます。

> **注釈**
>
> ユーザーは `FailoverQuorum` リソースを直接変更しないでください。 PostgreSQL の構成の変更中に、構成を決定できない場合、*FailoverQuorum* リソースがリセットされ、新しい構成が適用されるまでフェイルオーバーを防止します。

`FailoverQuorum` リソースは、PostgreSQL 同期レプリケーションと連携して動作します。

> **警告**
>
> クライアントに返されたが、同期的に実行されていない `SET synchronous_commit TO local` で同期レプリケーションを明示的に無効にして作成された操作など、同期的に実行されていない `COMMIT` 操作が昇格したレプリカに存在するという保証はありません。

40.5.2 クォーラムフェイルオーバーの例

次のシナリオでは、 `R` はプロモーブルレプリカの数、`W` はコミット前に書き込みを確認する必要があるレプリカの数、および `N` は潜在的な同期レプリカの合計数です。「Failover」列は、クォーラムフェールオーバールールでフェールオーバーが許可されるかどうかを示します。

40.5.3 シナリオ 13 ノードクラスター、障害のあるポッド

`instances: 3` 、`synchronous.number=1` 、および `dataDurability=required` を含むクラスター。

- プライマリにのみ障害が発生した場合、2 つのプロモーション可能なレプリカが残ります R=2。`R + W > N` (2 + 1 > 2) 以降、フェイルオーバーが許可され安全です。
- プライマリと 1 つのレプリカの両方に障害が発生した場合、1 つのプロモートブルレプリカ R=1 のみが残ります。`R + W = N` 1 + 1 = 2 ため、データ損失の可能性を防ぐために、フェイルオーバーは許可されません。

R	W	N	Failover
2	1	2	OK
1	1	2	NO

40.5.4 シナリオ 23 ノードクラスター、ネットワークパーティション

`instances: 3`、`synchronous.number: 1`、および `dataDurability: required` を含むクラスターでネットワークパーティションが発生します。

- オペレーターがプライマリと通信できる場合、フェールオーバーは発生しません。プライマリがスタンバイに到達できない場合、クラスターは同期レプリケーション要件によりトランザクションをコミットしないため、クラスターは影響を受ける可能性があります。
- オペレーターがプライマリに到達できないが、両方のレプリカ R=2 に到達できる場合、フェールオーバーは許可されます。オペレーターが 1 つのレプリカ R=1 のみに到達できる場合、同期的なものは別のレプリカである可能性があるため、フェールオーバーは許可されません。

R	W	N	Failover
2	1	2	OK
1	1	2	NO

40.5.5 シナリオ 35 ノードクラスター、ネットワークパーティション

`instances: 5`、`synchronous.number=2`、および `dataDurability=required` を含むクラスターでネットワークパーティションが発生します。

- オペレーターがプライマリと通信できる場合、フェールオーバーは発生しません。プライマリが少なくとも 2 つのスタンバイに到達できない場合、同期レプリケーション要件のためにトランザクションをコミットしないため、クラスターは影響を受ける可能性があります。
- オペレーターがプライマリに到達できないが、少なくとも 3 つのレプリカ R=3 に到達できる場合、フェールオーバーは許可されます。オペレーターが 2 つのレプリカ R=2 のみに到達できる場合、同期的なものがもう一方である可能性があるため、フェールオーバーは許可されません。

R	W	N	Failover
3	2	4	OK
2	2	4	NO

40.5.6 シナリオ 4 リモート同期レプリカを使用した 3 ノードクラスター

`instances: 3` と `standbyNamesPre` または `standbyNamesPost` で定義されたリモート同期レプリカを含むクラスター。プライマリに障害が発生していると仮定します。

このシナリオでは、重要な考慮事項が必要です。 `standbyNamesPre` または `standbyNamesPost` にリストされているレプリカは、`R` ではカウントされません昇格することはできませんが、 `N` に含まれます同期書

き込みを受信した可能性があります。したがって、synchronous.number <= len(standbyNamesPre) + len(standbyNamesPost) の場合、ローカルレプリカが必要なデータを持つことを保証できないため、フェイルオーバーは不可能です。オペレーターは検証中にこのような構成を防止しますが、明確にするためにいくつかの無効な構成を以下に示します。

構成例

構成 1 有効

```
instances: 3
postgresql:
  synchronous:
    method: any
    number: 2
    standbyNamesPre:
      - angus
```

この構成では、プライマリに障害が発生すると、R = 2 ローカルレプリカ、W = 2 、およびつのローカルレプリカ+1 つのリモートでフェールオーバーが可能になります。追加のレプリカに障害 R = 1 が発生した場合、フェイルオーバーは許可されません。

R	W	N	Failover
3	2	4	OK
2	2	4	NO

構成 2 無効

```
instances: 3
postgresql:
  synchronous:
    method: any
    number: 1
    maxStandbyNamesFromCluster: 1
    standbyNamesPre:
      - angus
```

この構成では、 R = 2 ローカルレプリカ、W = 1 、およびローカルレプリカ+1 リモート。この設定ではフェールオーバーは不可能であるため、この構成ではクォーラムフェールオーバーを有効にできません。

R	W	N	Failover
1	1	2	NO

構成 3 無効

```
instances: 3
postgresql:
  synchronous:
    method: any
    number: 1
    maxStandbyNamesFromCluster: 0
    standbyNamesPre:
      - angus
      - malcolm
```

この構成では、 R = 0 ローカルレプリカ、W = 1 、およびローカルレプリカ+2 リモート。この設定ではフェールオーバーは不可能であるため、この構成ではクォーラムフェールオーバーを有効にできません。

R	W	N	Failover
0	1	2	NO

40.5.7 シナリオ 53 ノードクラスター、優先データ耐久性、ネットワークパーティション

ネットワークパーティションが発生した instances: 3 、synchronous.number=1 、および dataDurability=preferred を含むクラスターを検討します。

- オペレーターがプライマリと API サーバーの両方と通信できる場合、プライマリは動作を継続し、到達不能なスタンバイを synchronous_standby_names セットから削除します。
- プライマリがオペレーターまたは API サーバーに到達できない場合、クォーラムチェックが実行されます。プライマリは新しい構成を受信できないため、FailoverQuorum ステータスは変更されることはできません。オペレーターが両方のレプリカに到達できる場合、フェイルオーバーが許可されます R=2 。 1 つのレプリカ R=1 のみが到達可能である場合、フェイルオーバーは許可されません。

R	W	N	Failover
2	1	2	OK
1	1	2	NO

^1

第41章　Troubleshooting

このページでは、Kubernetes クラスター展開で CloudNativePG をトラブルシューティングする方法に関する基本的な情報を見つけることができます。

> **Tip**
>
> Kubernetes 管理者は、 kubectl ページをブックマークする必要があります。

41.1 始める前に

41.1.1 Kubernetes 環境

トラブルシューティングアクティビティに違いをもたらすのは、基になる Kubernetes システムに関する明確な情報を提供することです。

次のことを確認してください

- 使用している Kubernetes ディストリビューションとバージョン
- PostgreSQL が実行されているノードの仕様
- 運用に入る前に実行したストレージクラスとベンチマークを含む、実際の**その他の *S3* 互換オブジェクトストレージプロバイダー** について可能な限り。
- クラスターで使用している関連する Kubernetes アプリケーションつまり Prometheus、Grafana、Istio、Certmanager など。
- 継続的なバックアップの状況、特にそれが配置され、正常に動作している場合。そうでない場合、必ず **緊急バックアップ** を取ってください

潜在的な破壊的な操作を実行する前に

41.1.2 便利なユーティリティ

トラブルシューティングの為、必須の `kubectl` ユーティリティに加えて、次のプラグイン/ユーティリティをシステムで使用できることをお勧めします。

- `kubectl` の場合 *postgresql.cnpg.io/v1*
- jq 、軽量で柔軟なコマンドライン JSON プロセッサー
- grep 、1 つ以上の入力ファイルで、指定されたパターンとの一致を含む行を検索します。これは、ほとんどの*nix ディストリビューションで既に利用可能です。Windows OS を使用している場合は、`grep` の代替として findstr を使用するか、wsl を直接使用できます。

そして、優先する*nix ディストリビューションをインストールし、上記のツールを使用します。

41.2 最初の一歩

クラスターまたはインストールの概要をすばやく取得するために、kubectl プラグインは使用する主なツールです。

1. *status subcommand* は、クラスターの概要を提供します
2. *report subcommand* は、クラスターとオペレーター展開のマニフェストを提供します。--logs オプションを使用してログを含めることもできます。プラグインを介して生成されたレポートには、完全なクラスターマニフェストが含まれます。

プラグインは、パッケージを介してエアギャップシステムにインストールできます。完全な手順については、*plugin document* を参照してください。

41.3 バックアップはありますか？

プラグインでクラスターマニフェストを取得した後、バックアップがセットアップされ動作しているかどうかを確認する必要があります。

トラブルシューティング操作を続行する前に、バックアップに関する結果によっては、緊急バックアップを実行することをお勧めします。手順については、次のセクションを参照してください。

定期的なバックアップを保持せずに運用データベースを操作することは、**非常にリスク** です。

41.4 緊急バックアップ

一部の緊急の状況では、メインの app データベースの緊急論理バックアップを作成する必要がある場合があります。

> **注釈**
>
> 以下にある指示は、緊急の場合、および一時的なバックアップファイルは、組織で有効なデータ保護ポリシーの下で保存される場合にのみ実行する必要があります。ダンプファイルは実際に `kubectl` コマンドを実行するクライアントマシンに保存されているため、すべての保護が設定されており、バックアップファイルを保存するための十分な領域があることを確認してください。

次の例は、cluster-example-1 ポッドから cluster-example Postgres クラスターの app データベースの論理バックアップを取得する方法を示しています。

```
kubectl exec cluster-example-1 -c postgres \
  -- pg_dump -Fc -d app > app.dump
```

> **注釈**
>
> 環境で使用したオブジェクトの名前を提供することにより、上記のコマンドをクラスターのバックアップに簡単に適合させることができます。

上記のコマンドは、カスタム形式で pg_dump コマンドを発行します。これは、logical backups in PostgreSQL を取得する最も汎用性の高い方法です。

次の手順は、データベースを復元することです。初期化されたばかりの新しい PostgreSQL クラスターで操作していることを前提としていますので、app データベースは空です。

次の例は、プライマリ new-cluster-example-1 ポッドに接続することにより、new-cluster-example Postgres クラスターの app データベースに上記の論理バックアップを復元する方法を示しています。

```
kubectl exec -i new-cluster-example-1 -c postgres \
  -- pg_restore --no-owner --role=app -d app --verbose < app.dump
```

> **注釈**
>
> このセクションの例では、推奨に従って、ダンプとリストアの他のグローバルオブジェクトデータベースとロールがないことを前提としています。複数のロールがある場合は、*pg_dumpall -g* を使用してバックアップをとり、新しいクラスターに手動で復元していることを確認します。複数のデータベースがある場合、一度に 1 つのデータベースごとに上記の操作を繰り返し、適切な所有権を割り当てていることを確認する必要があります。 PostgreSQL に慣れていない場合は、専門のサポート会社の指導の下でこれらの重要な操作を実行することをお勧めします。

上記の手順は、将来のある段階で cnpg プラグインに統合される可能性があります。

41.5 ログ

CloudNativePG によって作成および管理されるすべてのリソースは、*JSON 形式の PostgreSQL エラーメッセージの標準出力ログ* を使用して、Kubernetes 規約に従って標準出力に記録されます。

ログは通常インフラレベルで処理され、CloudNativePG からのログが含まれますが、トラブルシューティング中にコマンドラインインターフェイスからログに直接アクセスすることが重要です。これには、3 つの主なオプションがあります。

- kubectl logs コマンドを使用して特定のリソースからログを取得し、読みやすいように jq を適用します。
- CloudNativePG 固有のロギングには *kubectl cnpg logs* を使用します。
- stern のような専用のオープンソースツールを活用し、複数のリソースたとえば、cnpg.io/clusterName ラベルを選択して PostgreSQL クラスター内のすべてのポッドからログを集計し、ログエントリをフィルタリング、出力形式をカスタマイズできます。

> **注釈**
>
> 以下のセクションでは、CloudNativePG のトラブルシューティングを行うときにさまざまなリソースのログを取得する方法の例を提供します。

41.6 オペレーター情報

デフォルトでは、CloudNativePG オペレーターは Kubernetes の `cnpg-system` 名前空間に `Deployment` としてインストールされますデプロイメントの詳細 を参照してください

詳細についてはこちらをご覧ください。

次のコマンドを実行して、オペレーターポッドのリストを取得できます。

```
kubectl get pods -n cnpg-system
```

> **注釈**
>
> 通常、オペレーターが実行されているポッドが 1 つあり、 *cnpg-controller-manager-* で始まる名前で識別されます。高可用性用にオペレーターを設定している場合、より多くのエントリがあるはずです。これらのポッドは、 *cnpg-controller-manager* という名前の展開によって管理されます。

次の方法を使用して、ポッド <POD> で実行されているオペレーターに関する関連情報を収集します。

```
kubectl describe pod -n cnpg-system <POD>
```

次に、次のコマンドを実行して同じポッドからログを取得します。

```
kubectl logs -n cnpg-system <POD>
```

41.6.1 オペレーターに関する詳細情報を収集する

次のコマンドを実行して、CloudNativePG オペレーター展開のすべてのポッドからログを取得しますマルチオペレーター展開がある場合。

```
kubectl logs -n cnpg-system \
  deployment/cnpg-controller-manager --all-containers=true
```

> **Tip**
>
> *-f* フラグを上記のコマンドに追加して、リアルタイムでログを追跡できます。

次のコマンドを実行して、ログを JSON ファイルに保存します。

```
kubectl logs -n cnpg-system \
  deployment/cnpg-controller-manager --all-containers=true | \
  jq -r . > cnpg_logs.json
```

kubectl-cnpg プラグインを使用して CloudNativePG オペレーターバージョンを取得します。

```
kubectl-cnpg status <CLUSTER>
```

出力

```
Cluster in healthy state
Name:               cluster-example
Namespace:          default
System ID:          7044925089871458324
PostgreSQL Image:   ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie
Primary instance:   cluster-example-1
Instances:          3
Ready instances:    3
Current Write LSN:  0/5000000 (Timeline: 1 - WAL File: 000000010000000000000004)

Continuous Backup status
Not configured

Streaming Replication status
Name               Sent LSN   Write LSN  Flush LSN  Replay LSN  Write Lag       Flush␣
↪Lag       Replay Lag      State      Sync State  Sync Priority
- ---               --------   ---------  ---------  ----------  ---------       -----
↪----       ----------      -----      ----------  -------------
cluster-example-2  0/5000000  0/5000000  0/5000000  0/5000000   00:00:00       ␣
↪00:00:00        00:00:00        streaming  async       0
cluster-example-3  0/5000000  0/5000000  0/5000000  0/5000000   00:00:00.10033 ␣
↪00:00:00.10033  00:00:00.10033  streaming  async       0

Instances status
Name               Database Size  Current LSN  Replication role  Status  QoS        ␣
↪Manager Version
- ---               -------------  -----------  ----------------  ------  ---        ␣
↪---------------
cluster-example-1  33 MB          0/5000000    Primary           OK      BestEffort ␣
↪1.12.0
cluster-example-2  33 MB          0/5000000    Standby (async)   OK      BestEffort ␣
↪1.12.0
cluster-example-3  33 MB          0/5000060    Standby (async)   OK      BestEffort ␣
↪1.12.0
```

41.7 クラスター情報

NAMESPACE 名前空間の<CLUSTER> クラスターのステータスは、次の方法で確認できます。

```
kubectl get cluster -n <NAMESPACE> <CLUSTER>
```

出力

```
NAME        AGE         INSTANCES   READY   STATUS                     PRIMARY
<CLUSTER>   10d4h3m     3           3       Cluster in healthy state   <CLUSTER>-1
```

上記の例では、すべてが_ready_状態で、<CLUSTER>-1 がプライマリである 3 つのインスタンスの正常な PostgreSQL クラスターをレポートします。

異常な状態の場合、 Cluster リソースのマニフェストを取得することにより、詳細を検出できます。

```
kubectl get cluster -o yaml -n <NAMESPACE> <CLUSTER>
```

収集するもう 1 つの重要なコマンドは、 cnpg プラグインが提供する status コマンドです。

```
kubectl cnpg status -n <NAMESPACE> <CLUSTER>
```

Tip

--verbose オプションを追加することにより、詳細情報を印刷できます。

PostgreSQL コンテナイメージバージョンを取得します。

```
kubectl describe cluster <CLUSTER_NAME> -n <NAMESPACE> | grep "Image Name"
```

出力

```
Image Name:    ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie
```

注釈

また、*kubectl-cnpg status -n <NAMESPACE> <CLUSTER_NAME>* を使用して同じ情報を取得できます。

41.8 ポッド情報

次の方法を使用して、特定の PostgreSQL クラスターに属するインスタンスのリストを取得できます。

```
kubectl get pod -l cnpg.io/cluster=<CLUSTER> -L role -n <NAMESPACE>
```

出力

```
NAME          READY   STATUS    RESTARTS   AGE       ROLE
<CLUSTER>-1   1/1     Running   0          10d4h5m   primary
<CLUSTER>-2   1/1     Running   0          10d4h4m   replica
<CLUSTER>-3   1/1     Running   0          10d4h4m   replica
```

次を実行して、ポッドに障害が発生しているかどうか、およびどのように障害が発生しているかを確認できます。

```
kubectl get pod -n <NAMESPACE> -o yaml <CLUSTER>-<N>
```

次の使用で、特定の PostgreSQL インスタンスのすべてのログを取得できます。

```
kubectl logs -n <NAMESPACE> <CLUSTER>-<N>
```

検索を PostgreSQL プロセスのみに制限したい場合は、次のコマンドを実行できます。

```
kubectl logs -n <NAMESPACE> <CLUSTER>-<N> | \
  jq select(.logger=="postgres") | .record.message
```

次の例では、タイムスタンプも追加します。

```
kubectl logs -n <NAMESPACE> <CLUSTER>-<N> | \
  jq -r select(.logger=="postgres") | [.ts, .record.message] | @csv
```

タイムスタンプが Unix エポック時間で表示されている場合、使いやすい形式に変換できます。

```
kubectl logs -n <NAMESPACE> <CLUSTER>-<N> | \
  jq -r select(.logger=="postgres") | [(.ts|strflocaltime("%Y-%m-%dT%H:%M:%S %Z")), .
↪record.message] | @csv
```

41.8.1 PostgreSQL ポッドに関する追加情報を収集およびフィルタリングする

クラッシュした特定のポッドからログを確認します。

```
kubectl logs -n <NAMESPACE> --previous <CLUSTER>-<N>
```

特定の PostgreSQL ポッドから FATAL エラーを取得します。

```
kubectl logs -n <NAMESPACE> <CLUSTER>-<N> | \
  jq -r .record | select(.error_severity == "FATAL")
```

出力

```
{
  "log_time": "2021-11-08 14:07:44.520 UTC",
  "user_name": "streaming_replica",
  "process_id": "68",
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  "connection_from": "10.244.0.10:60616",
  "session_id": "61892f30.44",
  "session_line_num": "1",
  "command_tag": "startup",
  "session_start_time": "2021-11-08 14:07:44 UTC",
  "virtual_transaction_id": "3/75",
  "transaction_id": "0",
  "error_severity": "FATAL",
  "sql_state_code": "28000",
  "message": "role \"streaming_replica\" does not exist",
  "backend_type": "walsender"
}
```

特定のポッドのログにある PostgreSQL DB エラーメッセージをフィルタリングします。

```
kubectl logs -n <NAMESPACE> <CLUSTER>-<N> | jq -r .err | select(. != null)
```

出力

```
dial unix /controller/run/.s.PGSQL.5432: connect: no such file or directory
```

err ワードと一致するメッセージを特定のポッドから取得します。

```
kubectl logs -n <NAMESPACE> <CLUSTER>-<N> | jq -r .msg | grep "err"
```

出力

```
2021-11-08 14:07:39.610 UTC [15] LOG:  ending log output to stderr
```

特定のポッドから PostgreSQL プロセスからすべてのログを取得します。

```
kubectl logs -n <NAMESPACE> <CLUSTER>-<N> | \
  jq -r . | select(.logger == "postgres") | select(.msg != "record") | .msg
```

出力

```
2021-11-08 14:07:52.591 UTC [16] LOG:  redirecting log output to logging collector␣
↪process
2021-11-08 14:07:52.591 UTC [16] HINT:  Future log output will appear in directory "/
↪controller/log".
2021-11-08 14:07:52.591 UTC [16] LOG:  ending log output to stderr
2021-11-08 14:07:52.591 UTC [16] HINT:  Future log output will go to log destination
↪"csvlog".
```

値を含むフィールドでフィルタリングされた Pod ログを取得し、実行している| で区切って結合します。

```
kubectl logs -n <NAMESPACE> <CLUSTER>-<N> | \
  jq -r [.level, .ts, .logger, .msg] | join(" | ")
```

出力

```
info | 1636380469.5728037 | wal-archive | Backup not configured, skip WAL archiving
info | 1636383566.0664876 | postgres | record
```

41.9 バックアップ情報

次の使用で、名前付けクラスターに対して作成されたバックアップをリストできます。

```
kubectl get backup -l cnpg.io/cluster=<CLUSTER>
```

41.10 ストレージ情報

次のように、クラスターが使用する StorageClass をダブルチェックして、調査またはトラブルシューティング中により多くのコンテキストを理解すると役立つ場合があります。

```
STORAGECLASS=$(kubectl get pvc <POD> -o jsonpath={.spec.storageClassName})
kubectl get storageclasses $STORAGECLASS -o yaml
```

多くの場合、クラスターはデフォルトの StorageClass を使用して作成されるため、ここではクラスターポッドの 1 つから StorageClass を取得します。

41.11 ノード情報

Kubernetes ノードは、最終的に PostgreSQL ポッドが実行される場所です。それらについてできるだけ多くを知ることが戦略的に重要です。

次の使用で、Kubernetes クラスター内のノードのリストを取得できます。

```
#  look at the worker nodes and their status

kubectl get nodes -o wide
```

さらに、特定のクラスターのポッドが実行されているノードのリストを収集できます。

```
kubectl get pod -l cnpg.io/cluster=<CLUSTER> \
  -L role -n <NAMESPACE> -o wide
```

後者は、ポッドがどこに分散されているかを理解するために重要です。*affinity/anti-affinity rules and/or tolerations* を使用している場合に非常に役立ちます。

41.12 条件

多くのネイティブ kubernetes オブジェクト like here と同様に、クラスターは status.conditions も公開します。これにより、クラスター全体の状態に依存するのではなく、特定のイベントが発生するを「待機」できます。現在利用可能な条件は次のとおりです。

- LastBackupSucceeded
- 継続的アーカイブ
- 準備完了

LastBackupSucceeded は、最新のバックアップのステータスを報告しています。 True に設定されている場合、最後のバックアップは正しく取得されており、それ以外の場合は False に設定されます。

ContinuousArchiving は、WAL アーカイブのステータスを報告しています。True に設定されている場合、最後の WAL アーカイブプロセスは正常に終了しており、それ以外の場合は False に設定されます。

クラスターにユーザーが指定した数のインスタンスがあり、プライマリインスタンスの準備ができている場合、Ready は True です。この条件は、クラスターが作成されるのを待機するスクリプトで使用できます。

41.12.1 特定の条件を待機する方法

- バックアップ

```
$ kubectl wait --for=condition=LastBackupSucceeded cluster/<CLUSTER-NAME> -n
↪<NAMESPACE>
```

- 継続的アーカイブ

```
$ kubectl wait --for=condition=ContinuousArchiving cluster/<CLUSTER-NAME> -n
↪<NAMESPACE>
```

- Ready クラスターの準備ができているかどうか。

```
$ kubectl wait --for=condition=Ready cluster/<CLUSTER-NAME> -n <NAMESPACE>
```

以下は、失敗条件を含む cluster.status のスニペットです。

```
$ kubectl get cluster/<cluster-name> -o yaml
.
.
.
  status:
    conditions:
    - message: unexpected failure invoking barman-cloud-wal-archive: exit status
        2
      reason: ContinuousArchivingFailing
      status: "False"
      type: ContinuousArchiving
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    - message: exit status 2
      reason: LastBackupFailed
      status: "False"
      type: LastBackupSucceeded

    - message: Cluster Is Not Ready
      reason: ClusterIsNotReady
      status: "False"
      type: Ready
```

41.13 ネットワーキング

CloudNativePG には、基本的なネットワーキングと接続が必要です。詳細については、*Networking* セクションをご覧ください。

既存の環境に CloudNativePG をインストールする場合、ネットワークポリシー、またはクラスター専用に作成されたその他のネットワーク構成が存在する可能性があります。これは、オペレーターとクラスターポッド間および/またはポッド間の必要な接続に影響を与える可能性があります。

次のコマンドを使用して、既存のネットワークポリシーを検索できます。

```
kubectl get networkpolicies
```

Kubernetes ネットワーク管理者によって設定された複数のネットワークポリシーが存在する場合があります。

```
$ kubectl get networkpolicies
NAME                   POD-SELECTOR                        AGE
allow-prometheus       cnpg.io/cluster=cluster-example   47m
default-deny-ingress   <none>                              57m
```

41.14 PostgreSQL コアダンプ

まれに、PostgreSQL はクラッシュし、`PGDATA` フォルダーにコアダンプを生成する場合があります。それが発生した場合、通常、それは PostgreSQL のバグであり、ほとんどの場合、既に解決されています。これが、常に PostgreSQL の最新のマイナーバージョンを実行することが重要である理由です。

CloudNativePG では、 `cnpg.io/coredumpFilter` アノテーションを介してコアダンプに含めるものを制御できます。

注釈

Labels and Annotations を参照してください。

CloudNativePG が提供する標準のアノテーションの詳細については、をご覧ください。

デフォルトでは、これがほとんどの場合最も安全なアプローチであるため、ダンプから共有メモリセグメントを除外するために、`cnpg.io/coredumpFilter` は `0x31` に設定されます。

> **注釈**
>
> Core dump filtering settings を参照してください。コアダンプフィルタを制御するビットマスクを設定する方法の詳細については、

> **注釈**
>
> この設定はポッドの起動中にのみ有効になり、アノテーションを変更してもインスタンスの自動ロールアウトはトリガーされないことに注意してください。

あなたはコアダンプの検査に個人的に関わっていないかもしれませんが、Postgres の専門家がそれらを調べることができるようにそれらの提供を求められる場合があります。まず、次のコマンドを使用して、`PGDATA` ディレクトリにコアダンプがあることを確認します。Postgres インスタンスが実行されている正しいポッドに対して実行してください。

```
kubectl exec -ti POD -c postgres \
  -- find /var/lib/postgresql/data/pgdata -name core.*
```

通常、これは空のセットを返すはずです。例、コアダンプファイルがあるとします。

```
/var/lib/postgresql/data/pgdata/core.14177
```

ディスク上の領域が十分であることを確認したら、次のように `kubectl cp` を介してマシンでコアダンプを収集できます。

```
kubectl cp POD:/var/lib/postgresql/data/pgdata/core.14177 core.14177
```

これで、ファイルができました。コアダンプを削除して、サーバー上の領域を解放してください。

41.15 プロファイリングデータの視覚化と分析

CloudNativePG は pprof と統合して、2 つのレベルでプロファイリングデータを収集および分析します。

- **オペレーターレベル** – `--pprof-server=true` オプションをオペレーター展開に追加することにより有効にします *Operator configuration* を参照してください。
- **Postgres クラスターレベル** – `alpha.cnpg.io/enableInstancePprof` アノテーションを `Cluster` リソース以下に説明を追加することにより有効にします。

`alpha.cnpg.io/enableInstancePprof` アノテーションが`"true"` に設定されている場合、各インスタンスポッドは、インスタンスマネージャーが提供する Go pprof HTTP サーバーを公開します。

- サーバーはポッド内の `0.0.0.0:6060` でリッスンします。

- pprof `6060/TCP` という名前のコンテナポートがポッド仕様に自動的に追加されます。

アノテーションを削除するか、`"false"` に設定することにより、いつでも pprof を無効にできます。オペレーターは変更を自動的にロールアウトして、pprof ポートとフラグを削除します。

> **注釈**
>
> pprof サーバーは、ポート `6060` でプレーン HTTP のみを提供します。

41.15.1 例

次のアノテーションを追加して、クラスターで pprof を有効にします。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
  annotations:
    alpha.cnpg.io/enableInstancePprof: "true"
spec:
  instances: 3
  # ...
```

このアノテーションを変更すると、インスタンスポッド仕様が更新されポート `6060` および対応するフラグが追加され、ローリング更新がトリガーされます。

> **警告**
>
> 次の例では、ローカルテストのみに `kubectl port-forward` を使用します。これは、運用環境で機能を公開するための意図された方法ではありません**。 pprof を機密デバッグインターフェイスとして扱い、決して公開しないでください。リモートでアクセスする必要がある場合は、適切なネットワークポリシーとアクセス制御で保護してください。

ポート転送を使用して pprof エンドポイントにアクセスします。

```
kubectl port-forward -n <namespace> pod/<instance-pod> 6060
curl -sS http://localhost:6060/debug/pprof/
go tool pprof http://localhost:6060/debug/pprof/profile?seconds=30
```

http://localhost:6060/debug/pprof/ ブラウザーを使用して pprof にアクセスすることもできます。

41.15.2 障害対応

最初に、クラスターに `alpha.cnpg.io/enableInstancePprof: "true"` アノテーションセットがあることを確認します。

次に、instance manager コマンドに`--pprof-server` フラグが含まれ、ポート `6060/TCP` が公開されていることを確認します。これは、次を実行して行うことができます。

```
kubectl -n <namespace> describe pod <instance-pod>
```

次に、出力の **Command** および **Ports** セクションを確認します。

最後に、ポート転送を使用していない場合は、ネットワークポリシーがポート `6060/TCP` へのアクセスを許可していることを確認します。

41.16 いくつかの既知の問題

41.16.1 ストレージがいっぱいです

ストレージがいっぱいの場合、PostgreSQL ポッドは新しいデータを書き込むことができません。または、WAL セグメントを含むディスクがいっぱいである場合、PostgreSQL はシャットダウンします。

ディスクがいっぱいであることに関するメッセージがログにある場合は、影響を受ける PVC のサイズを増やす必要があります。これは、PVC を編集し、`spec.resources.requests.storage` フィールドを変更することにより行うことができます。その後、新しいサイズでクラスターリソースを更新して、同じ変更をすべてのポッドに適用する必要があります。ドキュメントの **ボリュームの拡張** を参照してください。

WAL セグメントの領域が使い果たされると、ポッドはクラッシュループし、クラスターステータスは `Not enough disk space` と報告されます。PVC、次にクラスターリソースのサイズを増やすと、問題が解決されます。**ディスクフル障害** も参照してください。

41.16.2 ポッドが `Pending` 状態でスタックしている

クラスターのインスタンスが `Pending` フェーズでスタックしている場合、ポッドの `Events` セクションを確認して、この背後にある理由を理解する必要があります。

```
kubectl describe pod -n <NAMESPACE> <POD>
```

この考えられる原因の一部は次のとおりです。

- `nodeSelector` と一致するノードはありません
- Toleration がノードのテイントと一致するように正しく構成されていません
- 利用可能なノードがまったくありません。これは、`cluster-autoscaler` がいくつかの制限に到達したこと、または一時的な問題が発生したことに関連している可能性があります。

この場合、名前空間内のイベントをチェックすることも役立つ場合があります。

```
kubectl get events -n <NAMESPACE>

#  list events in chronological order

kubectl get events -n <NAMESPACE> --sort-by=.metadata.creationTimestamp
```

41.16.3 バックアップが構成されていない場合、レプリカが同期していない

場合によっては、メンテナンスのため、レプリカが少しの間オフになる場合があります Kubernetes ノードがドレインされたときを考えてください。クラスターにバックアップが構成されていない場合、レプリカがバックアップすると、プライマリにはもう存在しない WAL ファイル:ref:``postgresql` セクション <*postgresql* セクション>` で述べているように、WAL 管理ポリシーに従って既にリサイクルされており、フォールアウトする場合があります同期のこと。

同様に、`pg_rewind` が以前のプライマリに存在しない WAL ファイルを必要とする場合、`pg_rewind: error: could not open file` をレポートします。

これらの場合、ポッドの準備ができなくなるため、PVC を削除し、オペレーターにレプリカを再構築してもらう必要があります。

動的にプロビジョニングされた永続ボリュームに依存し、PV 自分自身を削除することに自信がある場合は、次の方法で削除できます。

```
PODNAME=<POD>
VOLNAME=$(kubectl get pv -o json | \
  jq -r .items[]|select(.spec.claimRef.name==\"$PODNAME\")|.metadata.name)

kubectl delete pod/$PODNAME pvc/$PODNAME pvc/$PODNAME-wal pv/$VOLNAME
```

41.16.4 クラスターが Creating new replica でスタックしている

クラスターは「新しいレプリカの作成」でスタックしていますが、ポッドログには関連する問題は表示されません。これは、次の問題**インストールされたネットワークポリシーにより、ネットワーキングが障害されます**に関連していることがわかりました。ネットワークの問題は、次のようにステータス列に反映されます。

```
Instance Status Extraction Error: HTTP communication issue
```

41.16.5 インストールされたネットワークポリシーにより、ネットワーキングが障害されます

Networking で指摘されたように、ローカルネットワークポリシーは、必要な接続の一部を妨げる可能性があります。

接続が障害されていることを示す兆候は、オペレーターログに次のようなメッセージが存在することです。

```
"Cannot extract Pod status", [···snipped···] "Get \"http://<pod IP>:8000/pg/status\":␣
↪dial tcp <pod IP>:8000: i/o timeout"
```

ネットワークポリシーをリストし、接続を制限するポリシーを探す必要があります。

```
$ kubectl get networkpolicies
NAME                   POD-SELECTOR                        AGE
allow-prometheus       cnpg.io/cluster=cluster-example     47m
default-deny-ingress   <none>                              57m
```

たとえば、上記のリストでは、 `default-deny-ingress` が犯人である可能性が高いと思われます。それをドリルダウンできます。

```
$ kubectl get networkpolicies default-deny-ingress -o yaml
<···snipped···>
spec:
  podSelector: {}
  policyTypes:
  - Ingress
```

networking page には、オペレーターがクロスネームスペースをクラスターポッドに接続できるようにする `NetworkPolicy` を作成するようにカスタマイズできるネットワークポリシーファイルがあります。

41.16.6 データディレクトリのブートストラップ中のエラー

クラスターの初期化ジョブが「バスエラーコアダンプされた子プロセスが終了コード 135 で終了しました」でクラッシュした場合、クラスター hugepages 設定を修正する必要がある可能性があります。

その理由は、v2 で修正する必要がある cgroup v1 の huge ページのサポートが不完全であるためです。詳細については、PostgreSQL BUG #17757: Nothonoring huge_pages setting during initdb causes DB crash inKubernetes を確認してください。

huge ページが有効になっているかどうかを確認するには、Kubernetes ノードで `grep HugePages /proc/meminfo` を実行し、hugepage が存在するかどうか、そのサイズ、および空き数を確認します。

huge ページが存在する場合、すべての PostgreSQL ポッドで使用可能な hugepage メモリの量を構成する必要があります。

例

```
postgresql:
  parameters:
    shared_buffers: "128MB"

resources:
  requests:
    memory: "512Mi"
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  limits:
    hugepages-2Mi: "512Mi"
```

クラスター内のすべてのポッドをスケジュールするには、十分な hugepages メモリが必要であることに注意してください。上記の例では、ポッドごとに少なくとも 512MiB を解放する必要があります。

41.16.7 ブートストラップジョブが実行中ステータスでハングする

Running ステータスにあるときにクラスターの初期化ジョブがハングし、メッセージ「API サーバーが到達可能になるのを待機しているときにエラーが発生した場合」は、おそらくネットワークに問題があり、Kubernetes API サーバーとの通信を妨げています。初期化ジョブほとんどのジョブと同様に、Kubernetes API にアクセスする必要があります。ネットワークを確認してください。

もう 1 つの考えられる原因は、サイドカーインジェクションを構成している場合です。Istio などのサイドカーは、起動中にネットワークを一時的に利用できなくなる場合があります。サイドカーインジェクションを有効にしている場合は、インジェクションを無効にして再試行します。

41.16.8 レプリカは、フェールオーバー後の再接続に 2 分以上かかります

プライマリインスタンスに障害が発生すると、オペレーターは最も高度なスタンバイをプライマリロールに昇格させます。他のスタンバイインスタンスは、レプリケーションのために-rw サービスに再接続しようとします。ただし、この再接続プロセス中に、kube-proxy はルーティング情報をまだ更新していない場合があります。その結果、スタンバイインスタンスによって送信された最初の SYN パケットは、目的の宛先に到達しない場合があります。

ネットワークがパケットを拒否するのではなく、サイレントにドロップするように構成されている場合、スタンバイインスタンスは応答を受信せず、指数バックオフ期間の後に接続を再試行します。Linux システムでは、 tcp_syn_retries カーネルパラメーターのデフォルト値は 6 です。これは、システムが断念するまでに約 127 秒間の接続の確立を試行することを意味します。この再試行期間が長くなると、再接続プロセスが大幅に遅延する可能性があります。詳細については、

tcp_syn_retries documentation を参照してください。

Operator configuration で STANDBY_TCP_USER_TIMEOUT を設定することにより、この問題をワークアラウンドできます。これにより、最初の SYN パケットが指定されたタイムアウト内に確認されない場合、スタンバイインスタンスは TCP 接続を閉じ、より迅速に接続を再試行できます。

第42章　Fencing

CloudNativePG のフェンシングは、PostgreSQL クラスターの 1 つ以上、またはすべてのインスタンスに障害が発生しているように見える場合に、データを保護する究極のプロセスです。インスタンスがフェンスされると、PostgreSQL サーバープロセス `postmaster` はシャットダウンが保証されますが、ポッドは実行されたままです。これにより、フェンスが解除されるまで、ポッド上のデータが PostgreSQL によって変更されず、デバッグとトラブルシューティングの目的でファイルシステムを調査できることが保証されます。

42.1 インスタンスをフェンスする方法

CloudNativePG では、次のことをフェンスできます。

- 特定のインスタンス
- インスタンスのリスト
- Postgres 全体 `Cluster`

フェンシングは、`cnpg.io/fencedInstances` アノテーションの内容を介して制御されます。これは、JSON 形式のインスタンス名のリストを想定しています。アノテーションが`'["*"]'`、ワイルドカードを使用したシングルトンリストに設定されている場合、クラスター全体がフェンスされます。アノテーションが空の JSON リストに設定されている場合、オペレーターは、アノテーションが設定されていないかのように動作します。

例

- `cnpg.io/fencedInstances: '["cluster-example-1"]'` は `cluster-example-1` インスタンスのみをフェンスします
- `cnpg.io/fencedInstances: '["cluster-example-1","cluster-example-2"]'` は、`cluster-example-1` および `cluster-example-2` インスタンスをフェンスします
- `cnpg.io/fencedInstances: '["*"]'` は、クラスター内のすべてのインスタンスをフェンスします。

アノテーションは、`kubectl annotate` コマンドを介して、または `kubectl cnpg fencing on` サブコマンドを使用して透過的な方法で、Kubernetes オブジェクトに手動で設定できます。

```
#  to fence only one instance

kubectl cnpg fencing on cluster-example 1

#  to fence all the instances in a Cluster

kubectl cnpg fencing on cluster-example "*"
```

次に、以前にフェンスされたインスタンスを使用した Cluster の例を示します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
    annotations:
      cnpg.io/fencedInstances: ["cluster-example-1"]
[...]
```

42.2 フェンシングのリフティング方法

フェンシングは、注釈をクリアするか、別の値に設定することにより解除できます。

フェンシングに関しては、これは kubectl annotate を使用して手動で行うか、次のように kubectl cnpg fencing サブコマンドを使用して実行できます。

```
#  to lift the fencing only for one instance

#  N.B.: at the moment this wont work if the whole cluster was fenced previously,

#        in that case you will have to manually set the annotation as explained above

kubectl cnpg fencing off cluster-example 1

#  to lift the fencing for all the instances in a Cluster

kubectl cnpg fencing off cluster-example "*"
```

42.3 フェンシングの仕組み

インスタンスがフェンシング用に設定されると、スイッチオーバーの場合と同様に、postmaster プロセスをシャットダウンする手順が開始されます。これは、タイムアウトを.spec.switchoverDelay に設定した最初の高速シャットダウンと、それに続く即時シャットダウンで構成されます。次に

- ポッドは生きたままになります
- ポッドは_Ready_としてマークされません
- Postgres インスタンスを起動する必要がないすべての変更がリコンサイルされます。
- 構成ファイル
- 証明書およびすべての暗号化マテリアル
- 1 に設定される cnpg_collector_fencing_on を除き、メトリックは収集されません

> **警告**
>
> **プライマリインスタンス**がフェンスされている場合、そのポストマスタープロセスはシャットダウンされますが、フェイルオーバーは実行されず、アプリケーションの操作性が中断されます。フェンスが解除されると、プライマリインスタンスはフェイルオーバーを実行せずに再度起動されます。

そのため、厳密に必要な場合にのみプライマリインスタンスをフェンスすることをお勧めします。

フェンスされたインスタンスが削除されると、ポッドは通常通り再作成されますが、ポストマスターは起動されません。これは、インスタンスが `Crashlooping` の場合に非常に役立ちます。

第43章　Declarative hibernation

CloudNativePG は、PostgreSQL クラスターを起動、実行、いつでも利用できるように設計されています。

一部の種類のワークロードは、ワークロードがアクティブなときにのみデータベースを起動する必要があります。バッチ駆動のソリューションは、そのようなケースの 1 つです。

バッチ駆動ソリューションでは、バッチプロセスの実行中にのみデータベースを起動する必要があります。

宣言的ハイバーネーション機能を使用すると、データベース PVC を維持したままデータベースポッドを削除することにより、CPU パワーを節約できます。

43.1 ハイバネーション

クラスターを休止状態にするには、 cnpg.io/hibernation=on アノテーションを設定します。

```
$ kubectl annotate cluster <cluster-name> --overwrite cnpg.io/hibernation=on
```

冬眠したクラスターには実行中のポッドはありませんが、PVC は保持されるため、後でクラスターをリハイドレートできます。レプリカ PVC は、プライマリの PVC に加えて保持されます。

ハイバーネーションプロシージャは、プライマリポッドを削除してからレプリカポッドを削除し、スイッチオーバーを回避して、レプリカの同期が保たれるようにします。

ハイバーネーションステータスは、 cnpg.io/hibernation 条件を探すことにより監視できます。

```
$ kubectl get cluster <cluster-name> -o "jsonpath={.status.conditions[?(.type==\"cnpg.
↪io/hibernation\")]}"

{
        "lastTransitionTime":"2023-03-05T16:43:35Z",
        "message":"Cluster has been hibernated",
        "reason":"Hibernated",
        "status":"True",
        "type":"cnpg.io/hibernation"
}
```

ハイバーネーションステータスは、kubectl の cnpg プラグインの status サブコマンドで読み取ることもできます。

```
$ kubectl cnpg status <cluster-name>
Cluster Summary
Name:               cluster-example
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Namespace:         default
PostgreSQL Image:  ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie
Primary instance:  cluster-example-2
Status:            Cluster in healthy state
Instances:         3
Ready instances:   0

Hibernation
Status   Hibernated
Message  Cluster has been hibernated
Time     2023-03-05 16:43:35 +0000 UTC
[..]
```

43.2 水分補給

クラスターを rehydrate には、 cnpg.io/hibernation アノテーションを off に設定します。

```
$ kubectl annotate cluster <cluster-name> --overwrite cnpg.io/hibernation=off
```

または、完全に設定を解除します。

```
$ kubectl annotate cluster <cluster-name> cnpg.io/hibernation-
```

ポッドが再作成され、クラスターがオペレーションを再開します。

第44章　PostGIS

PostGIS は、 PostgreSQL の非常に人気のオープンソース拡張機能であり、GIS 地理情報システムオブジェクトをデータベースに保存し、SQL を介して照会するためのサポートを導入します。

> **注釈**
>
> このセクションでは、PostGIS に精通していることを前提として、CloudNativePG を介して Kubernetes で PostGIS データベースを使用して新しい PostgreSQL クラスターを作成する方法に関する基本情報を提供します。

44.1 サポートされているインストール方法

環境 PostgreSQL バージョン、Kubernetes バージョン、および CloudNativePG バージョンによっては、PostGIS をプロビジョニングする 2 つの主な方法があります。

1. **Image Volume Extensions** 拡張バイナリを読み取り専用ボリュームとして OCI イメージから直接マウントします PG 18+および Kubernetes 1.35+で推奨。
2. ***PostGIS Operand Images** すでに PostGIS ライブラリを含む事前構築された PostgreSQL イメージを使用します。

以下のいずれかの方法を使用して PostGIS がシステムにプロビジョニングされた後、データベース内で有効にして管理する必要があります以下の **拡張機能の有効化** セクションを参照してください。

44.2 方法 1 イメージボリューム拡張

PostgreSQL 18 および **Kubernetes 1.35** `ImageVolume` 機能ゲートが有効になっている 1.33 および 1.34 以降、 **イメージボリューム拡張を使用したイメージカタログ**を活用できます。

これは、拡張機能の OCI イメージのコンテンツを読み取り専用ボリュームとして Postgres コンテナに直接マウントすることにより、公式の最小限の PostgreSQL イメージを使用し、実行時に PostGIS を「プラグイン」できるため、拡張機能を管理する最新の方法です。これにより、拡張機能のライフサイクルがベースの PostgreSQL イメージから分離され、オペランドイメージをスリムで安全な状態に保ちます。

CloudNativePG コミュニティは、

postgres-extensions-containers を介して PostGIS のスタンドアロン拡張コンテナイメージを配布します

リポジトリ。

44.2.1 イメージカタログを介して CloudNativePG 1.29+の場合

CloudNativePG 1.29 から、 *image catalogs with image volume extensions* を利用できます

これらのバージョンの管理を自動化します。

image volume extensions page を参照してください

postgis キーを使用して、PostgreSQL クラスターに拡張機能を追加する方法については、

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-postgis
spec:
  # ... <snip>
  imageCatalogRef:
    apiGroup: postgresql.cnpg.io
    kind: ClusterImageCatalog
    name: postgresql-minimal-trixie
    major: 18

  postgresql:
    extensions:
      # ... <snip>
      - name: postgis
      # ... <snip>
```

44.2.2 Cluster リソースに直接

次の例は、 Cluster リソースに拡張機能を直接ロードすることにより、PostGIS 3.6.2 を PostgreSQL 18 クラスターに追加する方法を示しています。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-postgis
spec:
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-minimal-trixie
  instances: 1

  storage:
    size: 1Gi

  postgresql:
    extensions:
      - name: postgis
        image:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        reference: ghcr.io/cloudnative-pg/postgis-extension:3.6.2-18-trixie
      ld_library_path:
        - system
```

postgres-extensions-containers を参照してください。

この拡張機能の最新バージョンと手順のプロジェクト。

44.3 方法 2 PostGIS オペランド画像

専用の `postgis-containers` レジストリを使用し続けたいユーザー、またはイメージボリューム拡張をサポートしていない PostgreSQL または Kubernetes の古いバージョンを使用しているユーザーの場合、コミュニティはプリインストールされた PostGIS PostgreSQL Container images の上にビルドされてイメージの維持を続けています。

詳細については、次をご覧ください。

-

postgis-containers

-

postgis-containers

この方法を使用するには、 `.spec.imageName` で目的の PostGIS 対応画像をポイントします。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-postgis
spec:
  instances: 1
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgis:18.4-3.6.2-system-trixie
  storage:
    size: 1Gi
```

44.4 拡張機能の有効化

バイナリが上記のいずれかの方法でプロビジョニングされたら、データベースで拡張機能を有効にする必要があります。

`Database` リソースを使用すると、バージョンのアップグレードを含む拡張機能のライフサイクルの宣言的管理が可能になります。

> **注釈**
>
> 詳細については、 **データベース内の拡張機能の管理** を参照してください。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: cluster-postgis-app
spec:
  name: app
  owner: app
  cluster:
    name: cluster-postgis
  extensions:
    - name: postgis
      version: "3.6.2"
    - name: postgis_raster
    - name: postgis_sfcgal
    - name: fuzzystrmatch
    - name: address_standardizer
    - name: address_standardizer_data_us
    - name: postgis_tiger_geocoder
    - name: postgis_topology
```

Tip

extensions スタンザで `version` を指定することを強くお勧めします。 CloudNativePG は、このバージョンをデータベースに現在インストールされているバージョンと比較します。それらが異なる場合、必要な `ALTER EXTENSION ... UPDATE TO ...` コマンドが自動的に実行されます。

44.5 検証

app データベースに接続し、PostgreSQL カタログを照会することにより、コンテナ内にある PostGIS の利用可能なバージョンを簡単に確認できます。例

```
kubectl cnpg psql cluster-postgis -- app -c \
  "SELECT * FROM pg_available_extensions WHERE name ~ ^postgis ORDER BY 1"
```

これに似たものを返しますこのドキュメントのものとは異なる値を取得する場合があります。

```
          name           | default_version | installed_version |
    comment
- ------------------------+-----------------+-------------------+-------------------
↪----------------------------------------
 postgis                  | 3.6.2           | 3.6.2             | PostGIS geometry␣
↪and geography spatial types and functions
 postgis-3                | 3.6.2           |                   | PostGIS geometry␣
↪and geography spatial types and functions
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
 postgis_raster           | 3.6.2          | 3.6.2              | PostGIS raster␣
↪types and functions
 postgis_raster-3         | 3.6.2          |                    | PostGIS raster␣
↪types and functions
 postgis_sfcgal           | 3.6.2          | 3.6.2              | PostGIS SFCGAL␣
↪functions
 postgis_sfcgal-3         | 3.6.2          |                    | PostGIS SFCGAL␣
↪functions
 postgis_tiger_geocoder   | 3.6.2          | 3.6.2              | PostGIS tiger␣
↪geocoder and reverse geocoder
 postgis_tiger_geocoder-3 | 3.6.2          |                    | PostGIS tiger␣
↪geocoder and reverse geocoder
 postgis_topology         | 3.6.2          | 3.6.2              | PostGIS topology␣
↪spatial types and functions
 postgis_topology-3       | 3.6.2          |                    | PostGIS topology␣
↪spatial types and functions
(10 rows)
```

次のステップは、Database リソースにリストされている拡張機能が app データベースに正しくインストールされていることを確認します。

```
kubectl cnpg psql cluster-postgis -- app -c \dx
```

コマンドは次のようなものを返します。

```
                                    List of installed extensions
            Name             | Version | Default version |   Schema   |
   Description
- ------------------------------+---------+-----------------+------------+-------------
↪-----------------------------------
 address_standardizer         | 3.6.2   | 3.6.2           | public     | Used to␣
↪parse an address into constituent ...
 address_standardizer_data_us | 3.6.2   | 3.6.2           | public     | Address␣
↪Standardizer US dataset example
 fuzzystrmatch                | 1.2     | 1.2             | public     | determine␣
↪similarities and distance between...
 plpgsql                      | 1.0     | 1.0             | pg_catalog | PL/pgSQL␣
↪procedural language
 postgis                      | 3.6.2   | 3.6.2           | public     | PostGIS␣
↪geometry and geography spatial type...
 postgis_raster               | 3.6.2   | 3.6.2           | public     | PostGIS␣
↪raster types and functions
 postgis_sfcgal               | 3.6.2   | 3.6.2           | public     | PostGIS␣
↪SFCGAL functions
 postgis_tiger_geocoder       | 3.6.2   | 3.6.2           | tiger      | PostGIS␣
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
↪tiger geocoder and reverse geocoder
 postgis_topology             | 3.6.2   | 3.6.2           | topology   | PostGIS␣
↪topology spatial types and functions
(9 rows)
```

最後に

```
kubectl cnpg psql cluster-postgis -- app -c SELECT postgis_full_version()
```

戻る

```
                                                    postgis_full_version
- ----------------------------------------------------------------------------------------
↪-----------------------------------
 POSTGIS="3.6.2 08d9b9f" [EXTENSION] PGSQL="180" GEOS="3.13.1-CAPI-1.19.2"
 SFCGAL="SFCGAL 2.0.0, CGAL 6.0, BOOST 1.83.0"
 PROJ="9.6.0 NETWORK_ENABLED=OFF URL_ENDPOINT= USER_WRITABLE_DIRECTORY=/tmp/proj"
 (compiled against PROJ 9.6.0)
 GDAL="GDAL 3.10.3, released 2025/04/01 GDAL_DATA not found"
 LIBXML="2.9.14" LIBJSON="0.18" LIBPROTOBUF="1.5.1" WAGYU="0.5.0 (Internal)"
 TOPOLOGY RASTER
(1 row)
```

第45章　End-to-End Tests

CloudNativePG は、オペレーターが PostgreSQL クラスターを正しく展開および管理していることを確認する一連の**エンドツーエンド E2E テスト**または統合テストを介して、各コミットの後に自動的にテストされます。

Kubernetes バージョン 1.31〜1.35、および PostgreSQL バージョン 14〜18 は、コミットごとにテストされ、開発プロセスの初期段階でバグを検出するのに役立ちます。

Kubernetes と PostgreSQL のテストされたバージョンごとに、kind を使用して Kubernetes クラスターが作成され、GitHub Actions プラットフォームで実行され、そのクラスターで次の E2E テストスイートが実行されます。

- **基本 オペレーターのインストール** クラスターの作成*データストレージのための永続ボリュームの使用
- **サービス接続 読み取り専用を含むサービスを介した接続**ユーザー提供のサーバーおよび/またはクライアント証明書を介した接続 * PgBouncer
- **自己修復 フェールオーバー** スイッチオーバー *10* **秒未満のフェールオーバーの場合のプライマリエンドポイントスイッチ** 20 秒未満のスイッチオーバーの場合のプライマリエンドポイントスイッチ *60* **秒未満の機能低下状態からのリカバリー** PVC の削除 * 破損した PVC
- **バックアップとリストアボリュームスナップショットからのバックアップと復元** S3 での Barman Cloud を使用したバックアップとスケジュールバックアップの実行 *Azure* **ブロブストレージでの** *Barman Barman* **を使用してバックアップから復元**からの復元 Azure BLOB ストレージで Barman Cloud を使用したバックアップ *Azure* **でのポイントインタイムリカバリ** *PITR*、*S3* **ストレージ** Wal-Restore シークエンシャル/パラレル
- **オペレーター オペレーター展開** ConfigMap を介したオペレーター構成**オペレーターポッドの削除** オペレーターポッドのエビクション**オペレーターのアップグレード** オペレーターの高可用性
- **可観測性 メトリック収集** PgBouncer メトリック* JSON ログ形式
- **レプリケーション レプリケーションスロット** 同期レプリケーション**クラスターのスケールアップとスケールダウン**宣言的なパブリケーション/サブスクリプションを介した論理レプリケーション
- **レプリカクラスターバックアップからのレプリカクラスターのブートストラップ**ストリーミングを介したレプリカクラスターのブートストラップ**ボリュームスナップショットを介したブートストラップ**レプリカクラスターの切断
- **プラグイン** *CNPG* **プラグインを使用したクラスターハイバネーション**フェンシング * 接続証明書の作成
- **Postgres 構成** *PostgreSQL* **の構成変更の管理** PostgreSQL イメージを変更する際のローリング更新 *ImageCatalog/ClusterImageCatalog* **イメージを変更する際のローリング更新**ホットスタンバイ依存の

パラメーター変更のローリング更新 * InitDB を介したデータベースの初期化

- **ポッドのスケジューリング 許容範囲とテイント** `NodeSelector` を使用したポッドアフィニティ *PodSpec* **ドリフト検出のローリングアップデート**インプレースアップグレード *マルチアーチの可用性
- **クラスターメタデータ クラスターラベルとアノテーションの** *ConfigMap* オブジェクトメタデータ
- **リカバリ データの破損** pg_basebackup
- **データベースのインポート マイクロサービスアプローチ**モノリスアプローチ
- **ストレージ ストレージ拡張** 専用 PG_WAL 永続ボリューム
- **セキュリティ** * AppArmor アノテーションの伝播。 Azure 環境でのみ実行
- **メンテナンス メンテナンスウィンドウを使用したノードドレイン**ポッド中断バジェットの有無にかかわらず、シングルインスタンスクラスターを使用したノードドレイン
- **冬眠** *宣言的ハイバーネーション/リハイドレーション
- **ボリュームスナップショットコールドおよびオンラインスナップショットのバックアップ/リストア**コールドおよびオンラインスナップショットのポイントインタイムリカバリー PITR **コールドおよびオンラインスナップショットのプラグインを介したバックアップ**コールドおよびオンラインスナップショットの宣言的バックアップ
- **管理対象ロール 管理対象ロールの作成と更新** Kubernetes シークレットを使用したパスワードのメンテナンス
- **テーブルスペース テーブルスペースの宣言的作成**一時テーブル領域の宣言的作成**オブジェクトストレージからのバックアップ/リカバリー**ボリュームスナップショットからのバックアップ/リカバリー
- **宣言的データベースデフォルトの** *retain* **再利用ポリシーを使用したデータベースの宣言的作成**削除再利用ポリシーを使用したデータベースの宣言的作成
- **メジャーバージョンのアップグレード***最新のメジャーバージョンにアップグレードします

第46章　Container Image Requirements

Kubernetes の CloudNativePG オペレーターは、次の要件を満たす互換性のある PostgreSQL コンテナイメージで動作するように設計されています。

- PostgreSQL 実行可能ファイルはシステムパスで利用できる必要があります。
- `initdb`
- `postgres`
- `pg_ctl`
- `pg_controldata`
- `pg_basebackup`
- 適切なロケール設定が構成済み

オプションのコンポーネント

- PGAudit 拡張機能監査ログが必要な場合にのみ必要
- du `kubectl cnpg status` に使用

> **注釈**
>
> PostgreSQL versions officially supported by PGDG のみが許可されます。

> **注釈**
>
> Barman Cloud 実行可能ファイルは、CloudNativePG では必要なくなりました。推奨されるアプローチは、専用の Barman Cloud Plugin を使用することです。

イメージ定義にエントリーポイントもコマンドも必要ありません。CloudNativePG は、インスタンスマネージャーで自動的にオーバーライドします。

> **警告**
>
> CloudNativePG は、PostgreSQL アプリケーションコンテナイメージの**マルチプル/オプショナルのホットスタンバイサーバーアーキテクチャを備えたプライマリ**のみをサポートしています。

CloudNativePG コミュニティは、 public PostgreSQL container images を提供および保守します

CloudNativePG と完全な互換性があります。これらの画像は ghcr.io で公開されています。

46.1 イメージタグの要件

オペレーターが情報に基づいた決定を下せるように、PostgreSQL メジャーバージョンを正確に検出する必要があります。この検出は 2 つの方法で発生できます。

1. `imageCatalogRef` の `major` フィールドが定義されている場合、それを利用します。
2. 明示的に指定されていない場合、`imageName` のイメージタグからメジャーバージョンを自動検出します。

自動検出が機能するには、イメージタグが特定の形式に準拠している必要があります。これは、有効な PostgreSQL メジャーバージョン番号 15.6 または 16 などで始まり、オプションでドットとパッチレベルが続く必要があります。

これに続いて、タグには、Docker タグで受け入れられる有効な文字の組み合わせを含めることができ、前にドット、アンダースコア、またはマイナス記号が続きます。

受け入れられるイメージタグの例

- `12.1`
- `13.3.2.1-1`
- `13.4`
- `14`
- `15.5-10`
- `16.0`

警告

latest は、画像の有効なタグとは見なされません。

注釈

イメージタグ要件は、カタログで定義されたイメージには適用されません。

第47章　Image Volume Extensions

CloudNativePG は、*Kubernetes `ImageVolume* feature <https://kubernetes.io/docs/tasks/configure-pod-container/image-volumes/>`_ を使用して、ポッドの起動時に `Cluster` への **PostgreSQL 拡張機能の動的ロード** をサポートします

PostgreSQL 18 で導入された `extension_control_path` GUC とともに、CloudNativePG プロジェクトが貢献した機能。

この機能を使用すると、OCI 準拠のコンテナイメージとしてパッケージされた PostgreSQL extension を、実行中のポッド内の指定されたファイルシステムパスに読み取り専用で不変のボリュームとしてマウントできます。

`CREATE EXTENSION` コマンドを介してデータベースレベルのインストールが必要な拡張機能の場合、**アプリケーションデータベースの構成**

すべての PostgreSQL データベースで一貫した自動セットアップを保証します。

47.1 公式拡張機能のイメージとカタログ

CloudNativePG コミュニティは、pgvector を含む拡張コンテナイメージスイートを維持しています

および postgres-extensions-containers の一部としての PostGIS 。これらのイメージは、*official PostgreSQL `minimal* images <https://github.com/cloudnative-pg/postgres-containers?tab=readme-ov-file#minimal-images>`_ の上にビルドされます。

> **注釈**
>
> このドキュメントは、サードパーティが独自のイメージとカタログをビルドするために必要な技術仕様を提供しますが、次の手順では、公式の拡張機能イメージとカタログの展開と使用に特に焦点を当てています。

47.2 メリット

この機能は、PostgreSQL オペランドイメージから拡張機能のディストリビューションを分離することにより、コンテナで PostgreSQL を実行する際の重要な障壁を取り除きます。ビルド時に拡張機能を埋め込む必要がなくなり、公式の最小限のオペランドイメージを使用し、必要な拡張機能のみを `Cluster` 定義に直接または **イメージカタログを使用する** を介して追加できます。

このアプローチでは、コアデータベースコンテナに操作に必要な重要なバイナリのみが含まれるようにすることにより、データベースクラスターの攻撃対象領域を大幅に削減します。不要な拡張機能、ライブラリ、およびビルド時の依存関係を除外することにより、エクスプロイトの潜在的なエントリーポイントを

最小限に抑え、脆弱性管理を簡素化します。このアーキテクチャは、データワークロードの不変の最小限のベースイメージを維持することにより、サプライチェーンのセキュリティを強化し、運用オーバーヘッドを削減します。

important 拡張イメージは、**画像の仕様** に従ってビルドする必要があります。

47.3 要件

CloudNativePG でイメージボリューム拡張を使用するには、以下が必要です。

- **PostgreSQL 18 以降** `extension_control_path` サポートに必要です。
- **Kubernetes 1.35 以降** `ImageVolume` 機能はデフォルトで有効になっています。 Kubernetes 1.33 および 1.34 のユーザーは、`ImageVolume` 機能ゲートを手動で有効にする必要があります。
- **``ImageVolume`` サポートを備えたコンテナランタイム**
- `containerd` v2.1.0 以降、or
- `CRI-O` v1.31 以降。
- **CloudNativePG 互換の拡張コンテナイメージ** 、以下を保証します。
- `Cluster` リソースの PostgreSQL メジャーバージョンと一致します。
- `Cluster` リソースの互換性のあるオペレーティングシステムディストリビューション。
- `Cluster` リソースの CPU アーキテクチャと一致します。

47.4 その仕組み

`.spec.postgresql.extensions` スタンザを使用して、拡張イメージを新しいまたは既存の `Cluster` リソースに追加できます。

重要 新しい拡張機能が実行中の `Cluster` に追加されると、CloudNativePG は自動的に *Rolling updates* をトリガーして、新しいイメージボリュームを各ポッドにアタッチします。実稼働環境に新しい拡張機能を追加する前に、ステージング環境で完全にテストして、PostgreSQL クラスターを異常な状態にする可能性のある構成の問題を防止してください。

> **注釈**
>
> フィールドレベルの詳細については、 API reference for `ExtensionConfiguration <API Reference>` を参照してください。

47.4.1 構成ソースと優先順位

`extensions` スタンザは、エントリのリストを受け入れます。各エントリは、クラスター内で一意である必要がある `name` を必要とします。

重要 `name` は、小文字の英数字、アンダースコア_ またはハイフン- で構成され、英数字で開始および終了する必要があります。59 文字に制限されており、拡張機能の Kubernetes ボリューム名を導き出すときに

CloudNativePG が追加するプレフィックス用の余地を残しています 63 文字の RFC 1123 制限で制限されています。

各エントリは、コンテナイメージの構成を定義し、PostgreSQL が拡張機能を見つけてロードするために必要なオプションを指定します。

- **Via Image Catalog** クラスターが、現在の PostgreSQL メジャーバージョンの拡張機能を定義する `ImageCatalog` を参照する場合、これらの定義はデフォルト構成として機能します。これにより、カタログは `image.reference` を一元管理できますが、クラスターは単に名前で拡張機能を有効にするだけです。
- **クラスター内に直接**クラスターがイメージカタログを使用しない場合、`image.reference` フィールドは必須で、拡張機能イメージの有効なコンテナレジストリパスを明示的に指定する必要があります。`image` スタンザは

*Kubernetes `ImageVolume* API <https://kubernetes.io/docs/concepts/storage/volumes/#image>`_ の後にあります。

_“convention over configuration”_パラダイムに従って、CloudNativePG は完全な柔軟性を提供します。`image.reference` を含むカタログから継承した値は、特定のローカル要件を満たすように `Cluster` 定義内で選択的にオーバーライドできます。

47.4.2 マウンティングと PostgreSQL の構成

各拡張機能は、ポッド内の`/extensions/<EXTENSION_NAME>` に読み取り専用ボリュームとしてマウントされます。

デフォルトでは、CloudNativePG は次の設定により、関連する GUC を自動的に管理します。

- `extension_control_path` ～`/extensions/<EXTENSION_NAME>/share` 、 PostgreSQL が`/extensions/<EXTENSION_NAME>/share/extension` 内の拡張制御ファイルを見つけられるようにします
- `dynamic_library_path` ～`/extensions/<EXTENSION_NAME>/lib`

> **注釈**
>
> アンダースコアを含む拡張名たとえば `pg_ivm` は、RFC 1123 DNS ラベル要件に準拠するように Kubernetes ボリューム名にハイフンたとえば `pg-ivm` を使用するように変換されます。サニタイズ後に同じになる拡張名は使用しないでくださいたとえば、*pg_ivm* と `pg-ivm` は両方とも `pg-ivm` にサニタイズします。 Webhook 検証は、このような競合を防ぎます。

これらの値は、拡張機能が `extensions` リストで定義された順序で追加され、PostgreSQL 内の決定論的なパスの解決が保証されます。これにより、PostgreSQL は、ポッド内の手動構成を必要とせずに拡張機能を検出してロードできます。

カスタム画像レイアウトに一致するようにこれらのパスを手動で調整できますが、公式 CloudNativePG カタログは、これらのオプションを各拡張機能の正しい値に事前構成し、すぐに機能することを保証します。

important 拡張イメージに共有ライブラリが含まれる場合、オペランドイメージと同じ PostgreSQL メジャーバージョン、オペレーティングシステムディストリビューション、および CPU アーキテクチャ用にコン

パイルする必要があります。公式の CloudNativePG カタログを使用すると、この互換性が自動的に保証されます。カタログは、クラスターの特定の環境と一致するように設計され、ライブラリまたはアーキテクチャの不一致によって発生するランタイムの問題を防ぎます。

47.4.3 データベースへのインストール

データベース内の拡張機能の管理 を活用できます

標準の PostgreSQL `CREATE EXTENSION` メカニズムをサポートする拡張機能の最終的なアクティブ化を自動化します。

拡張機能イメージがマウントされ、GUC が構成されると、拡張機能は PostgreSQL インスタンスで利用できるようになりますが、特定のデータベース内ではまだアクティブになっていません。インストールするには、`Database` リソースを定義します。次の例では、*official `postgres-extensions-containers* project <https://github.com/cloudnative-pg/postgres-extensions-containers/tree/main/pgvector>`_ の実装標準に従って、`pgvector` を使用します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: cluster-example-app
spec:
  name: app
  owner: app
  cluster:
    name: cluster-example
  extensions:
    - name: vector
      version: "<VERSION>"
```

CloudNativePG は、ターゲットデータベース内で `CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS vector` を実行することにより、このリソースを自動的にリコンサイルします。これにより、目的の状態が維持され、すべてのインスタンスに一貫して適用されます。

> **注釈**
>
> 一部の PostgreSQL コンポーネントはモジュールと呼ばれることがあり、 *CREATE EXTENSION* メカニズムを使用しません。これらは通常、サーバーの起動時に `shared_preload_libraries` を介してロードする必要がある共有ライブラリで構成されます。イメージカタログを使用してこれらのバイナリの配布を簡素化する場合でも、ライブラリ名を *shared_preload_libraries* に手動で追加する必要があります

`Cluster` 定義で変更して、メモリにロードされるようにします。

47.5 Postgres クラスターへの拡張機能の追加

以前に予想されたように、CloudNativePG は、拡張機能イメージを定義する 2 つの方法を提供します。どちらもポッドレベルで同じ結果を達成しますが、一貫した運用準備が整ったサプライチェーンを維持するには、イメージカタログを使用することをお勧めします。

47.5.1 画像カタログ経由推奨

> **注釈**
>
> イメージカタログの拡張コンテナイメージのサポートは CloudNativePG 1.29 で導入されました。

image catalog that covers extensions を使用する場合

official ones のような

コミュニティが提供するシステムでは、特定のコンテナイメージ `reference` や必要なファイルシステムパスなどの複雑な構成の詳細が一元管理されます。

`Cluster` 定義は、名前で拡張機能に「オプトイン」するだけでよいため、クリーンで宣言的なままです。オペレーターは、カタログの定義に基づいて、画像の解像度と必要な PostgreSQL 設定を自動的に処理します。

カタログから `pgvector` のような拡張機能を有効にするには、次の抜粋のように、クラスターの `extensions` リストに追加します。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  # ... <snip>
  imageCatalogRef:
    apiGroup: postgresql.cnpg.io
    kind: ClusterImageCatalog
    name: postgresql-minimal-trixie
    major: 18

  postgresql:
    extensions:
      - name: pgvector # Resolves all details, including the image reference, from␣
↪the catalog
      # ... <snip>
```

この方法により、拡張イメージは、同じカタログエントリで定義された PostgreSQL オペランドイメージと常に互換性があることが保証されます。

47.5.2 クラスター内に直接

> **注釈**
>
> *Cluster* リソースに拡張機能を直接定義するのがオリジナルの方法で、CloudNativePG 1.29 より前のバージョンの唯一のオプションのままです。現在のカタログに存在しない拡張機能を使用する必要がある場合、またはカスタムイメージをテストする場合にも役立ちます。

カタログを使用せずに `Cluster` リソース内で拡張機能を直接定義できます。この場合、イメージ `reference` を明示的に提供する必要があります。

次の例は、公式コンテナイメージを明示的に指定することにより `pgvector` を追加する方法を示しています。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  # ... <snip>
  postgresql:
    extensions:
      - name: pgvector
        image:
          reference: ghcr.io/cloudnative-pg/pgvector:<TAG>
```

> **Tip**
>
> *Cluster* で直接提供された構成が優先されることに注意してください。カタログを参照しているが、*Cluster* スタンザでも同じ拡張名を定義している場合、 *Cluster* の設定がカタログの設定をオーバーライドします。 *ExtensionConfiguration* のすべてのフィールド

`Cluster` レベルでオーバーライドして、完全な柔軟性を提供できます。`name` フィールドは例外です。

> **警告**
>
> *name* は一意の識別子として機能します。それを変更すると、カタログから既存の拡張機能エントリをオーバーライドするのではなく、新しい拡張機能エントリが定義されます。

47.5.3 拡張機能ステータスの確認

拡張機能はイメージカタログと直接クラスター定義の両方からソースできるため、CloudNativePG は `Cluster` ステータスで構成の「解決済み」ビューを提供します。これは、オペレーターがポッドをプロビジョニングするために使用する最終的な有効な状態です。

`status.pgDataImageInfo.extensions` フィールドを検査して、継承またはオーバーライドの結果を確認できます。

```
#  ... <snip>

status:
  # ... <snip>
  pgDataImageInfo:
    image: # registry path for your PostgreSQL image
    majorVersion: 18
    extensions:
      - name: foo
        image:
          reference: # registry path for your `foo` extension image
      - name: bar
        image:
          reference: # registry path for your `bar` extension image
    # ... <snip>
```

このセクションは、次の場合に特に役立ちます。

- **解決策の検証** Cluster の名前で要求された拡張機能が、関連するカタログから image.reference を正しくプルしたことの確認。
- **オーバーライドの確認**クラスターレベルのオーバーライド特定のイメージバージョンなどによって、カタログのデフォルト値が正常に置き換えられたことを確認します。
- **トラブルシューティング**ポッドがローリング更新される前に、目的のすべての拡張機能がオペレーターによって認識されることを確認します。

47.6 PostgreSQL クラスターからの拡張機能の削除

拡張機能の削除には、インフラストラクチャとデータベースのメタデータの両方をクリーンアップする 2 段階のプロセスが含まれます。

「library not found」エラーを回避するために、最初にデータベースから拡張機能を削除する必要があります。宣言的管理を使用している場合は、拡張機能に ensure: absent を設定して Database リソースを更新します。

```
spec:
  # ... <snip>
  extensions:
    - name: pgvector
      ensure: absent
    # ... <snip>
```

これにより、CloudNativePG がデータベース内で DROP EXTENSION を実行します。

拡張機能が shared_preload_libraries に追加された場合、Cluster 構成から削除する必要があります。

次に、 Cluster リソースの.spec.postgresql.extensions リストから拡張エントリを削除します。オペレーターは、ローリング更新を実行して ImageVolume を切断し、関連する GUC パスを更新します。

47.7 高度なトピック

場合によっては、特に次の場合、デフォルトの予想される構造では拡張機能イメージには不十分である可能性があります。

- 拡張機能には追加のシステムライブラリが必要です。
- 複数の拡張機能が同じイメージにバンドルされています。
- イメージはカスタムディレクトリ構造を使用します。
- 拡張機能が正常に機能するには、外部バイナリが必要です。
- 拡張機能には、特定の環境変数を設定する必要があります。

_“convention over configuration”_パラダイムに従って、CloudNativePG では、次のフィールドを介して各拡張機能イメージの構成を細かく制御できます。

- `extension_control_path` PostgreSQL の `extension_control_path` に追加されるコンテナイメージ内の相対パスのリスト、拡張子制御ファイルを見つけられるようにします。
- `dynamic_library_path` PostgreSQL の `dynamic_library_path` に追加されるコンテナイメージ内の相対パスのリスト、拡張機能の共有ライブラリファイルを見つけられるようにします。
- `ld_library_path` Postgres プロセスの `LD_LIBRARY_PATH` 環境変数に追加されるコンテナイメージ内の相対パスのリストにより、PostgreSQL は実行時に必要なシステムライブラリを見つけられます。
- `bin_path` Postgres プロセスの `PATH` 環境変数に追加されるコンテナイメージ内の相対パスのリストにより、PostgreSQL は実行時にバイナリを見つけられます。
- `env` Postgres プロセス内の環境変数として設定される `name` および `value` ペアのリスト。

この柔軟性により、明瞭性と予測可能性を維持しながら、複雑なまたは非標準の拡張画像をサポートできます。

47.7.1 カスタムパスの設定

拡張イメージがライブラリと制御ファイルにデフォルトの `lib` および `share` ディレクトリを使用しない場合、`extension_control_path` および `dynamic_library_path` を明示的に設定することによりデフォルトをオーバーライドできます。

例

```
spec:
  # ... <snip>
  postgresql:
    extensions:
      - name: my-extension
        extension_control_path:
          - my/share/path
        dynamic_library_path:
          - my/lib/path
        image:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        reference: # registry path for your extension image
    # ... <snip>
  # ... <snip>
# ... <snip>
```

CloudNativePG は以下を使用して PostgreSQL を構成します。

- `extension_control_path` に`/extensions/my-extension/my/share/path` を追加
- `dynamic_library_path` に`/extensions/my-extension/my/lib/path` を追加

これにより、PostgreSQL は、標準以外のレイアウトでも、拡張機能の制御ファイルと共有ライブラリを正しく検出できます。

47.7.2 マルチ拡張子画像

同じコンテナイメージ内に複数の拡張機能を含め、各拡張機能のファイルが独自のサブディレクトリに存在する構造を採用する必要がある場合があります。

たとえば、PostGIS と pgRouting を単一のイメージに、それぞれが独自のサブディレクトリにパッケージ化するには。

```
#  ...

spec:
  # ... <snip>
  postgresql:
    extensions:
      - name: geospatial
        extension_control_path:
          - postgis/share
          - pgrouting/share
        dynamic_library_path:
          - postgis/lib
          - pgrouting/lib
        # ... <snip>
        image:
          reference: # registry path for your geospatial image
      # ... <snip>
    # ... <snip>
  # ... <snip>
```

47.7.3 システムライブラリを含める

PostGIS などの一部の拡張機能は、ベースの PostgreSQL イメージに存在しない場合があるシステムライブラリを必要とします。これらの要件をサポートするには、拡張機能コンテナイメージ内に必要なライブラリをパッケージし、`ld_library_path` フィールドを使用して PostgreSQL で利用できるようにします。

たとえば、拡張機能イメージに、必要なライブラリを含む `system` ディレクトリが含まれる場合

```
#  ...

spec:
  # ... <snip>
  postgresql:
    extensions:
      - name: postgis
        # ... <snip>
        ld_library_path:
          - system
        image:
          reference: # registry path for your PostGIS image
      # ... <snip>
    # ... <snip>
  # ... <snip>
```

CloudNativePG は、 `/extensions/postgis/system` を含むように `LD_LIBRARY_PATH` 環境変数を設定し、PostgreSQL が実行時にこれらのシステムライブラリを見つけてロードできるようにします。

重要 PostgreSQL プロセスの開始時に `ld_library_path` を設定する必要があるため、この値を変更するには、新しい値を有効にするには**クラスターの再起動** が必要です。CloudNativePG は現在、この再起動を自動的にトリガーしません。`ld_library_path` を変更した後、クラスターを手動で再起動する必要がありますたとえば、`cnpg restart` を使用して

47.7.4 外部バイナリを含める

一部の拡張機能は、拡張機能自分自身と対話するために必要なバイナリを提供する必要がある場合があります。これらの要件をサポートするには、拡張機能コンテナイメージ内に必要なバイナリをパッケージし、`bin_path` フィールドを使用して PostgreSQL で利用できるようにします。

たとえば、拡張機能イメージに、必要なバイナリを含む `bin` ディレクトリが含まれる場合

```
#  ...

spec:
  # ... <snip>
  postgresql:
    extensions:
      - name: my-extension
        # ... <snip>
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      bin_path:
        - bin
      image:
        reference: # registry path for your extension image
    # ... <snip>
  # ... <snip>
# ... <snip>
```

CloudNativePG は、Postgres プロセスの PATH 環境変数に/extensions/my-extension/bin を追加し、PostgreSQL が実行時にこれらのバイナリを見つけられるようにします。

> **警告**
>
> PostgreSQL プロセスの開始時に `bin_path` を設定する必要があるため、この値を変更するには、**クラスターの再起動**して新しい値を有効にする必要があります。 CloudNativePG は現在、この再起動を自動的にトリガーしません。 *bin_path* を変更した後、クラスターを手動で再起動する必要がありますたとえば、*cnpg restart* を使用して

47.7.5 拡張機能の環境変数

特定の拡張機能が正常に機能するには、PostgreSQL プロセス内で特定の環境変数を設定する必要があります。拡張機能の構成内の env フィールドを使用して、これらの変数を定義できます。

次の例は、静的変数 FOO とプレースホルダーを使用した変数 BAR を設定する方法を示しています。

```
#  ...

spec:
  # ... <snip>
  postgresql:
    # ... <snip>
    extensions:
      - name: my-extension
        image:
          reference: "ghcr.io/org/my-extension:latest"
        env:
          - name: FOO
            value: "static_value"
          - name: BAR
            value: "${image_root}/lib"
      # ... <snip>

#  ...
```

47.7.6 動的プレースホルダー展開

value フィールドは、プレースホルダー展開をサポートし、拡張機能の環境に基づいて動的構成を可能にします。次のプレースホルダーが現在サポートされています。

Placeholder	Description
${image_root}	拡張機能のボリューム`/extensions/my-extension`などの絶対マウントパスに解決します。

${image_root} プレースホルダーは、拡張イメージ内のアプリケーションまたは共有ライブラリが、独自のマウントされたボリューム内の特定のサブディレクトリまたはファイルをポイントする環境変数が必要な場合に特に役立ちます。

上記の例では、拡張機能が/extensions/my-extension にマウントされている場合、変数 BAR は/extensions/my-extension/lib に解決され、オペレーターが選択した特定のマウントパスに関係なく、ライブラリがその依存関係を見つけられるようにします。

Tip

認識されないプレースホルダーたとえば *${typo}* は、入場時に拒否されます。値にリテラル`${...}` が必要な場合は、ドル記号を 2 倍にしてエスケープします`$${...}` 。たとえば、値`$${not_expanded}` はリテラル文字列`${not_expanded}` を生成します。

47.7.7 優先順位と競合の解決

PostgreSQL プロセスの環境変数は、複数の場所で定義できます。同じ変数名が複数の場所に出現する場合、次の優先順位が適用されます最後に最も高い優先順位。

1. **``spec.env`` / ``spec.envFrom``** クラスターレベルで定義された変数は、Kubernetes によってコンテナ環境に注入され、ベースとして機能します。
2. **拡張機能 ``env``** 各拡張機能の env フィールドで定義された変数は、同じ名前のクラスターレベル変数をオーバーライドします。
3. **拡張オーダー**複数の拡張が同じ変数を定義している場合、extensions 配列の最後にリストされている拡張が優先されます。

CloudNativePG は、拡張機能環境変数が以前の拡張機能によって既に設定された値を上書きすると、インスタンスマネージャーログに警告を発し、潜在的な競合の診断に役立ちます。

important **予約変数**オペレーター使用のために予約されている環境変数 PG または CNPG_ 、および POD_NAME 、NAMESPACE 、および CLUSTER_NAME で始まる名前および専用フィールドによって管理される変数 bin_path を介した PATH 、LD_LIBRARY_PATH を介して ld_library_path は、 env フィールドに入力され、入場時に拒否されます。

警告

手動再起動が必要 PostgreSQL プロセスの開始時に環境変数が挿入されるため、 *env* セクションを変更するには**クラスターの再起動が必要です**。 CloudNativePG は、これらの変更のロールアウトを自動的にトリガーしません**。マニフェストの `env` フィールドを更新した後、新しい値を有効にするには、クラスターを手動で再起動するたとえば *kubectl cnpg restart* を使用する必要があります。

47.8 画像の仕様

CloudNativePG の標準の拡張コンテナイメージには、ルートに 2 つの必須ディレクトリが含まれます。

- `/share/` 拡張制御ファイルたとえば `<EXTENSION>.control` および対応する SQL ファイルを含む `extension` サブディレクトリが含まれています。
- `/lib/` 拡張機能の共有ライブラリたとえば `<EXTENSION>.so` およびその他の必要なライブラリが含まれています。

この構造に従うと、手動構成を必要とせずに、CloudNativePG 内の PostgreSQL で拡張機能が自動的に検出可能で使用できるようになります。

重要 PostgreSQL 拡張機能開発者とサードパーティプロバイダーは、このレイアウトに従って OCI 準拠の拡張機能イメージを公開することをお勧めします。実際の実装の詳細については、公式の CloudNativePG 拡張イメージをビルドするためのリファレンスとして機能する postgres-extensions-containers を確認することをお勧めします。

理想的には、拡張機能画像には次のことを行う必要があります。

- 特定のオペレーティングシステムディストリビューションと CPU アーキテクチャのセットをターゲットとします。
- 特定の PostgreSQL メジャーバージョンに関連付けられること。
- ディストリビューションのネイティブパッケージシステムたとえば `.deb` または`.rpm` パッケージなどを使用してビルドして、クラスターで使用される PostgreSQL オペランドイメージとの一貫性、セキュリティ、および互換性を保証します。::

47.9 注意事項

現在、拡張機能イメージを追加、削除、または更新すると、PostgreSQL ポッドの再起動がトリガーされます。この動作は、image volumes の方法から継承されます

Kubernetes での作業。

拡張機能の更新を実行する前に、次のことを確認します。

- ステージング環境で更新プロセスを徹底的にテストしました。
- 拡張イメージには、現在インストールされているバージョンとターゲットバージョン間の必要なアップグレードパスが含まれていることを確認しました。
- 関連する `Database` リソース定義の拡張機能の `version` フィールドを更新して、イメージの新しいバージョンに合わせて調整します。

これらの手順は、拡張機能の更新中に PostgreSQL クラスターでのダウンタイムまたはデータの不一貫性を防ぐのに役立ちます。

第48章　CNPG-I

CloudNativePG インターフェイス CNPG-I は、コアコードベースを変更せずに CloudNativePG を拡張およびカスタマイズする標準の方法です。

48.1 なぜ CNPG-I なのか？

CloudNativePG は幅広いユースケースをサポートしていますが、そのビルトイン機能では十分でない場合、または特定の機能をメインプロジェクトに直接追加するのは現実的ではありません。

CNPG-I が登場するまで、ユーザーには 2 つの主なオプションがありました。

- プロジェクトをフォークしてカスタム動作を追加する、または
- 上流のコードベースにカスタムコンポーネントを記述することにより、上流のコードベースを拡張します。

どちらのアプローチも、メンテナンスのオーバーヘッドが発生し、アップグレードが遅く、重要な機能のデリバリーが遅延します。

CNPG-I は、コアプロジェクトを中断せずに、クラスターのライフサイクルの重要なポイントバックアップ、リカバリー、サブリソースのリコンシリエーションなどで CloudNativePG を拡張するための安定した gRPC ベースの統合ポイントを提供することにより、これらの問題を解決します。

CNPG-I は以下を拡張できます。

- 演算子、および/または
- PostgreSQL ポッド内で実行されているインスタンスマネージャー。

48.2 プラグインの登録

CNPG-I は、Kubernetes

Container Storage Interface (CSI) からインスピレーションを得ています。オペレーターは、CNPG-I protocol に従って、 **gRPC** を使用して登録されたプラグインと通信します。

2 つの方法のいずれかでプラグインを登録できます。

- サイドカーコンテナ – オペレーターの展開内でプラグインを実行します
- スタンドアロン展開 – 同じ名前空間内の別のワークロードとしてプラグインを実行します

どちらの場合も、プラグインはコンテナイメージとしてパッケージ化する必要があります。

48.2.1 サイドカーコンテナ

サイドカープラグインは、オペレーターのスタートアップに 1 回検出されます。

プラグインは、 **Unix ドメインソケット**を介して gRPC サーバーを公開する必要があります。このソケットは、オペレーターコンテナと共有するディレクトリに配置し、PLUGIN_SOCKET_DIR デフォルト/plugin で設定したパスにマウントする必要があります。

例

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: controller-manager
spec:
  template:
    spec:
      containers:
      - image: cloudnative-pg:latest
        [...]
        name: manager
        volumeMounts:
        - mountPath: /plugins
          name: cnpg-i-plugins

      - image: cnpg-i-plugin-example:latest
        name: cnpg-i-plugin-example
        volumeMounts:
        - mountPath: /plugins
          name: cnpg-i-plugins
      volumes:
      - name: cnpg-i-plugins
        emptyDir: {}
```

48.2.2 スタンドアロン展開推奨

プラグインを独自の展開として実行すると、そのライフサイクルがオペレーターのライフサイクルから分離され、独立したスケーリングが可能になります。この設定では、プラグインは、安全な通信のための **mTLS** を使用して、サービスの背後にある TCP gRPC エンドポイントを公開します。スタンドアロンプラグインは、必要なラベルとアノテーションを持つサービスを監視することにより、動的に検出されます。オペレーターの再起動は必要ありません。

スタンドアロンプラグインのポッドがロールされるとたとえば、イメージをアップグレードした後、オペレーターはプラグインサービスをバッキングするエンドポイントスライスを介して変更を検出し、そのプラグインを使用してすべてのクラスターをリコンサイルとするため、待機するのではなく、すぐに新しいポッドとの対話を開始します。定期的な再同期。

展開例

```yaml
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: cnpg-i-plugin-example
spec:
  template:
    [...]
    spec:
      containers:
      - name: cnpg-i-plugin-example
        image: cnpg-i-plugin-example:latest
        ports:
        - containerPort: 9090
          protocol: TCP
```

プラグインの関連サービスには以下を含める必要があります。

- ラベル `cnpg.io/plugin: <plugin-name>` —CloudNativePG がプラグインを検出するために必要
- アノテーション `cnpg.io/pluginPort: <port>` - プラグインの gRPC サーバーが公開されるポートを指定します

サービス例

```yaml
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  annotations:
    cnpg.io/pluginPort: "9090"
  labels:
    cnpg.io/pluginName: cnpg-i-plugin-example.my-org.io
  name: cnpg-i-plugin-example
spec:
  ports:
    - port: 9090
      protocol: TCP
      targetPort: 9090
  selector:
    app: cnpg-i-plugin-example
```

48.2.3 TLS 証明書の構成

プラグインが `Deployment` として実行される場合、CloudNativePG との通信はネットワーク経由で発生します。それを保護するために、**mTLS が適用され** 、両方の側に TLS 証明書が必要です。

証明書は Kubernetes TLS Secrets として保存する必要があります

およびプラグインのサービスアノテーション cnpg.io/pluginClientSecret および cnpg.io/pluginServerSecret で参照されます。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  annotations:
    cnpg.io/pluginClientSecret: cnpg-i-plugin-example-client-tls
    cnpg.io/pluginServerSecret: cnpg-i-plugin-example-server-tls
    cnpg.io/pluginPort: "9090"
  name: barman-cloud
  namespace: postgresql-operator-system
spec: [...]
```

> **注釈**
>
> 独自の証明書バンドルを提供できますが、 Cert-manager を使用することをお勧めします。

48.2.4 証明書の DNS 名のカスタマイズ

デフォルトでは、CloudNativePG は、プラグインへの接続時に TLS 検証のサーバー名としてサービス名を使用します。ご使用の環境により、証明書に別の DNS 名 barman-cloud.svc などが必要な場合、 cnpg.io/pluginServerName アノテーションを使用してカスタマイズできます。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  annotations:
    cnpg.io/pluginClientSecret: cnpg-i-plugin-example-client-tls
    cnpg.io/pluginServerSecret: cnpg-i-plugin-example-server-tls
    cnpg.io/pluginPort: "9090"
    cnpg.io/pluginServerName: barman-cloud.svc
  name: barman-cloud
  namespace: postgresql-operator-system
spec: [...]
```

これにより、オペレーターは、デフォルトのサービス名ではなく指定された DNS 名と比較してプラグインの証明書を検証できます。サーバー証明書には、この DNS 名がサブジェクト代替名 SAN に含まれている必要があります。

48.3 プラグインを使用する

プラグインを有効にするには、 Cluster リソースの.spec.plugins セクションを構成します。完全な PluginConfiguration については、CloudNativePG API リファレンスを参照してください。

仕様。

例

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-with-plugins
spec:
  instances: 1
  storage:
    size: 1Gi
  plugins:
    - name: cnpg-i-plugin-example.my-org.io
      enabled: true
      parameters:
        key1: value1
        key2: value2
```

各プラグインは独自のパラメーターを持つ場合があります。詳細については、プラグインのドキュメントを確認してください。`spec.plugins` の `name` フィールドは、プラグインが展開される方法によって異なります。

- サイドカーコンテナ Unix ソケットファイル名を使用します
- Deployment サービスの `cnpg.io/pluginName` label の値を使用します

48.4 コミュニティプラグイン

CNPG-I プロトコルは、コアプロジェクトを保守可能に保ちながら CloudNativePG を拡張するための証明された信頼性の高いパターンになりました。時間の経過とともに、コミュニティは実世界のニーズに対応し、開発者の例として機能するプラグインを構築および共有してきました。

CNPG-I でビルドされたプラグインの完全な最新のリストについては、CNPG-I GitHub page を参照してください。

第 49 章　Operator capability levels

これらの機能は CloudNativePG によって実装され、Operator SDK definition of Capability Levels を使用して分類されました

フレームワーク。

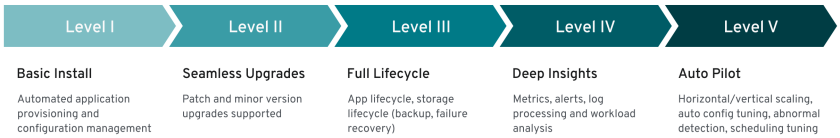


図 1: Operator Capability Levels

> **注釈**
>
> *Operator Capability Levels model* に基づいて、CloudNativePG オペレーターからの「レベル V - 自動パイロット」機能セットを期待できます。

各機能レベルは、オペレーターが提供する特定の管理機能のセットに関連付けられています。

1. 基本的なインストール
2. シームレスなアップグレード
3. 完全なライフサイクル
4. 深い洞察
5. オートパイロット

> **注釈**
>
> 私たちは、このフレームワークを、オペレーターでの将来の作業と実装のガイドと考えます。

49.1 レベル 1 基本インストール

機能レベル 1 には、オペレーターのインストールと構成が含まれます。このカテゴリには、オペレーターや PostgreSQL クラスター構成との対話方法の改善など、使いやすさとユーザーエクスペリエンスの強化が含まれています。

> **注釈**
>
> 情報セキュリティはこのレベルの一部であると考えられます。

49.1.1 宣言的構成を介した Operator の展開

オペレーターは、PostgreSQL ライフサイクルの管理に必要なコア `CustomResourceDefinition` オブジェクトを定義する Kubernetes マニフェストを使用して、宣言的な方法でインストールされます。これらには次のものが含まれます。

- **構成とトポロジ** `Cluster` 、`Pooler` 、`ImageCatalog` 、および `ClusterImageCatalog` 。
- **ID とスキーマ** `DatabaseRole` および `Database` 。
- **事業継続性** `Backup` 、`ScheduledBackup` 、`Publication` 、および `Subscription` 。
- **ランタイムオーケストレーション** `FailoverQuorum` 自動フェイルオーバー中にコンセンサスのためにオペレーターが使用します。

49.1.2 宣言的構成を介した PostgreSQL クラスターの展開

`Cluster` カスタムリソースを使用して、完全な宣言的方法で PostgreSQL クラスターオペランドを定義します。PostgreSQL バージョンは、CR で定義されたオペランドコンテナイメージによって決定されます。これは、要求されたレジストリから自動的に取得されます。

オペレーターは、標準の Kubernetes リソース `Pod` 、`Service` 、`Secret` 、`ConfigMap` 、`PersistentVolumeClaim` 、`PodDisruptionBudget` 、`ServiceAccount` 、`RoleBinding` 、および `Role` を作成および管理することにより展開を調整し、`Database` や edb_などのユーザー定義の CNPG リソースを調整してデータベース 1 環境 1 目的の状態と一致します。

オプションで、 `Cluster` と `Pooler` リソースの両方に既存のサービスアカウントを提供できます。この共有 ServiceAccount サポートにより、クラウドネイティブの ID プロバイダーとのシームレスな統合が可能になり、クラスターごとではなくインフラストラクチャレベルで IAM ロールと権限を管理できます。

49.1.3 CRD を介したオペランドイメージのオーバーライド

オペレーターは、PostgreSQL を含むオペランドコンテナイメージをサポートしています。`ghcr.io` では、最新のコミュニティでサポートされているメジャーバージョンの最新の安定したマイナーバージョンがデフォルトですが、`Cluster` リソースで`.spec.imageName` 属性を設定することにより、これをオーバーライドできます。このダイレクト方法は、プライベートレジストリの `imagePullSecrets` をサポートし、タグと SHA256 ダイジェストの両方を使用してコンテナの不変性を保証します。

または、*image catalogs* を活用して、PostgreSQL メジャーバージョンを参照するだけで、イメージをより効果的に管理できます。このアプローチは、イメージサプライチェーンの管理を一元化するため、実稼働環境に優れています。

コアの PostgreSQL エンジンを超えて、イメージカタログでオペランドイメージとともに *extension volumes* を定義できるようになりました。これにより、データベースとその関連モジュールが常に互換性があり、バージョンが調整され、インフラストラクチャ全体で単一の凝集ユニットとして扱われることが保証されます。同じカタログメカニズムが *PgBouncerIntegrationStatus* も管理します

プーラーイメージ、イメージカタログを、オペレーターが管理する PostgreSQL スタック全体にわたる統合されたサプライチェーンプリミティブにします。

49.1.4 ラベルとアノテーション

クラスターのメタデータで定義されたラベルとアノテーションの継承をサポートするようにオペレーターを構成できます。目標は、Kubernetes インフラストラクチャでの CloudNativePG 展開の構成を改善することです。

49.1.5 自己完結型インスタンスマネージャー

Patroni や Stolon などの Kubernetes クラスターポッド内の PostgreSQL インスタンスを調整する外部ツールに依存する代わりに、オペレーターは各ポッド内の`/controller/manager` という名前のファイルにオペレーター実行可能ファイルを注入します。アプリケーションは、基になる PostgreSQL インスタンスを制御し、PostgreSQL クラスタートポロジに基づいてインスタンスとポッドステータスを調整するために使用されます。インスタンスマネージャーは、プローブの `kubelet` によって呼び出される Web サーバーも起動します。 `kubelet` によって呼び出される Unix シグナルは、インスタンスマネージャーによってフィルタリングされます。必要に応じて、それらは `postgres` プロセスに転送され、外部イベントに対する高速で制御された反応が行われます。インスタンスマネージャーは Go で書かれており、外部依存関係はありません。

49.1.6 ストレージ構成

ストレージは、データベースワークロードの重要なコンポーネントです。オペレーターは、ストレージに関する Kubernetes のネイティブ機能とリソースを利用して、基になる Kubernetes 環境が提供できるものに基づいて、ワークロード要件に適切なストレージを選択するための十分な柔軟性を提供します。これは、パブリッククラウド環境で特定のストレージクラスを選択するか、CR の `storage` パラメーターの PVC テンプレートを介して生成された PVC を微調整することを意味します。

パフォーマンスの向上とより詳細な制御のために、クラスターのログ先行書き込み WAL、`pg_wal` としても知られるを別のボリューム、できれば別のストレージでホストすることを選択することもできます。ドキュメントの *Benchmarking* セクションでは、運用前にストレージとデータベースの両方をベンチマークする方法の詳細な手順を提供します。`cnpg` プラグインに依存して、最適なパフォーマンスと信頼性を保証します。

49.1.7 レプリカ構成

オペレーターは、`instances` と呼ばれる単一のパラメーターを介してクラスター内のレプリカを検出します。1 に設定されている場合、クラスターは、レプリカのない単一のプライマリ PostgreSQL インスタンスで構成されます。1 より高い場合、オペレーターは自動フェイルオーバーを介した高可用性 HA、スイッチオーバー操作を介したローリング更新を含む `instances -1` レプリカを管理します。

CloudNativePG は、高可用性クラスター内のすべてのレプリカのレプリケーションスロットを管理します。また、プライマリでユーザー定義の物理レプリケーションスロットをサポートし、論理デコードフェイルオーバーを有効にします。PostgreSQL 17 以降ではネイティブに `sync_replication_slots` を使用し、以前のバージョンの場合は `pg_failover_slots` 拡張機能を介して。

49.1.8 サービス構成

デフォルトでは、CloudNativePG は 3 つの Kubernetes *ManagedServices* を作成します

アプリケーションがネットワークを介してクラスターにアクセスする場合

- 読み取り/書き込み操作のプライマリを指すもの。
- 読み取り専用クエリーのレプリカを指すもの。
- 読み取り操作のインスタンスを指す汎用的なもの。

構成を介して読み取り専用および読み取りサービスを無効にできます。さらに、サービステンプレート機能を活用して、ロードバランサーを含むカスタムサービスリソースを作成し、Kubernetes 外部の PostgreSQL にアクセスできます。これは、DBaaS の目的で特に役立ちます。

49.1.9 ポッドセレクターを介した動的なネットワークアクセス制御

CloudNativePG は、 `podSelectorRefs` の宣言定義をサポートして、`pg_hba.conf` ルールを動的に管理します。ラベルセレクターを使用してクライアントポッドを識別することにより、オペレーターは自動的にエフェメラル IP アドレスを解決し、それに応じて PostgreSQL ホストベースの認証ルールを更新します。これにより、同じ名前空間内の許可されたワークロードのみがデータベースに接続できるようになり、手動の IP 管理または静的 CIDR レンジが必要なくなります。

49.1.10 データベース構成

オペレーターは、単一のデータベースで PostgreSQL クラスターをブートストラップするように設計されています。オペレーターは、読み取り書き込み、読み取り、および読み取り専用のワークロード用にプロビジョニングおよび管理される 3 つの Kubernetes サービスを介して、クラスターへのネットワークアクセスを透過的に管理します。構成より規約のアプローチを使用して、オペレーターは `app` と呼ばれるデータベースを作成します。デフォルトでは、同じ名前の通常の Postgres ユーザーが所有します。必要に応じて、ブートストラップの一部としてデータベース名とユーザー名の両方を指定できます。

`Database` CRD を使用して、*declarative database management* を介して追加のデータベースを作成または管理できます。拡張機能、スキーマ、外部データラッパー FDW、および外部サーバーもサポートしています。

クラスターを実行するための構成は必要ありませんが、 CR の `postgresql` セクションで PostgreSQL ランタイム構成と PostgreSQL ホストベースの認証ルールの両方をカスタマイズできます。

49.1.11 Postgres のロール、ユーザー、およびグループの構成

CloudNativePG は *comprehensive management of PostgreSQL roles, users, and groups* をサポート

2 つの宣言的メソッドを介して

- `DatabaseRole` CRD 推奨きめ細かいライフサイクル管理のためのスタンドアロンリソース。これには、Kubernetes リソースが削除されたときにデータベースロールをドロップするかどうかを定義する `databaseRoleReclaimPolicy` `retain` または `delete` をサポートが含まれています。
- `managed` スタンザ より単純な要件の場合、`Cluster` リソースの `.spec.managed.roles` セクション内でロールをインラインで定義できます。

どちらの方法も、ロール属性たとえば `login`、`superuser`、`connectionLimit` などの自動調整と、Kubernetes Secret を介した安全なバージョン化されたパスワード管理を提供します。パスワードは PostgreSQL に送信される前にオペレーター側で SCRAM-SHA-256 エンコードされるため、クリアテキスト値がサーバーログまたは拡張機能に到達することはありません。`DatabaseRole` は、オペレーターが自動的に生成および更新する TLS クライアント証明書をさらに要求でき、パスワードなしの `cert` 認証を有効にします。

49.1.12 Postgres 拡張機能の構成

CloudNativePG は、各ポッドに読み取り専用の *extension volumes* としてマウントすることにより、PostgreSQL 拡張機能を管理するための宣言サポートを提供します。バージョン 1.29 以降、推奨されるアプローチは *ImageCatalogSpec* を活用することです。これにより、オペレーターは PostgreSQL バージョンに基づいてイメージ参照とディレクトリパスを自動的に解決できます。イメージボリュームには、`extension_control_path` パラメーター PostgreSQL 18 以降と `ImageVolume` 機能 Kubernetes 1.35 以降、またはフィーチャーゲート付き 1.33 以降が必要です。これらの要件が満たされない場合、拡張子をオペランドイメージに直接含める必要があります。システムで利用可能になると、**アプリケーションデータベースの構成**

`CREATE EXTENSION` SQL ライフサイクルを自動化します。

49.1.13 ポッドのセキュリティ標準

InfoSec 要件の場合、オペレーターはコンテナに特権モードを必要としません。読み取り専用のルートファイルシステムを適用して、オペレーターとオペランドの両方のポッドのコンテナの不変性を保証します。また、必要なセキュリティコンテキストも明示的に設定します。

49.1.14 アフィニティ

クラスターの `affinity` セクションでは、ポッドと永続ボリュームなどの関連リソースを Kubernetes クラスターのノード全体でスケジュールする方法を微調整できます。特に、オペレーターは以下をサポートしています。

- ポッドのアフィニティとアンチアフィニティ
- ノードセレクター
- テイントと許容範囲

49.1.15 トポロジスプレッドコンストレイン

クラスターの `topologySpreadConstraints` セクションにより、トポロジ全体でポッドのスケジューリングの追加制御が有効になり、アフィニティとアンチアフィニティが提供できる内容が強化されます。

49.1.16 コマンドラインインターフェイス

CloudNativePG には、独自のコマンドラインインターフェイスがありません。`cnpg` と呼ばれるプラグインを提供することにより、Kubernetes に最適なコマンドラインインターフェイス kubectl に依存しています。このプラグインは、PostgreSQL クラスター管理エクスペリエンスを強化および簡素化します。

49.1.17 クラスターの現在のステータス

オペレーターは、クラスターの観察されたステータスで CR のステータスセクションを継続的に更新します。PostgreSQL クラスター全体のステータスは、各ポッドで実行されているインスタンスマネージャーによって継続的に監視されます。インスタンスマネージャーは、制御される PostgreSQL インスタンスに必要な変更を適用して、クラスターの必要なステータスに収束します。たとえば、クラスターステータスがポッド-1 がプライマリであることをレポートする場合、ポッド -1 は自分自身を昇格させる必要がありますが、他のポッドはポッド -1 に従う必要があります。

49.1.18 オペレーターの認証局

オペレーターは、自分自身の認証局を作成します。Webhook サーバーが使用するリーフ証明書を作成し、オペレーター認証局で署名します。この証明書は、Kubernetes API サーバーとオペレーター間の安全な通信を保証します。

49.1.19 クラスターの認証局

オペレーターは、すべての PostgreSQL クラスターの証明機関を作成します。この認証局は、ストリーミングレプリケーションスタンバイサーバーパスワードの代わりにを含むクライアントの認証のための TLS 証明書を発行および更新するために使用されます。クライアント証明書のカスタム認証局のサポートは、シークレットを介して利用できます。これには、cert-manager との統合も含まれます。証明書は、kubectl の cnpg プラグインを使用して発行できます。

49.1.20 TLS 接続

オペレーターは、TLS / SSL 接続を透過的にサポートし、クラスターの認証局を使用してクライアント/サーバー通信を暗号化し、セキュリティを向上させます。カスタムサーバー証明書のサポートは、シークレットを介して利用できます。これには、cert-manager との統合も含まれます。

49.1.21 ストリーミングレプリケーションの証明書認証

スタンバイサーバーからのストリーミングレプリケーション接続を承認するために、オペレーターは TLS クライアント証明書認証に依存します。この方法は、パスワードおよびシークレットに依存する代わりに使用されます。

49.1.22 継続的な構成管理

オペレーターを使用すると、PostgreSQL 構成の `Cluster` リソース YAML セクションに変更を適用できます。構成オプションによっては、すべてのインスタンスが適切にリロードまたは再起動されていることも確認します。

> **注釈**
>
> *ALTER SYSTEM* による変更は検出されません。つまり、クラスター状態が適用されません。

49.1.23 既存の PostgreSQL データベースのインポート

オペレーターは、オフライン移行を使用して、既存の Postgres データベースを Kubernetes の新しい CloudNativePG クラスターにインポートする宣言的方法を提供します。同じ機能は、PostgreSQL データベースのオフラインメジャーアップグレードもカバーしています。オフラインとは、データベースがインポートされるまで、アプリケーションがソースで書き込み操作を停止する必要があることを意味します。この機能は、`initdb` ブートストラップ方法を拡張して、別の PostgreSQL データベースで使用可能なデータの論理スナップショットを使用して、新しい PostgreSQL クラスターを作成します。このデータは、スーパーユーザー接続を介してネットワークを介してアクセスできます。インポートは、サポートされている Postgres のバージョンからです。これは、操作の一部であるすべてのデータベース、および要求に応じてロールの新しいクラスタープライマリから実行される `pg_dump` および `pg_restore` に依存しています。

49.1.24 PostGIS クラスター

CloudNativePG は、 *PostGIS クラスター*

地理データベースのオープンソース拡張機能。この拡張機能は、PostgreSQL の最も人気のある拡張機能の 1 つです。

49.1.25 PostgreSQL の基本的な LDAP 認証

オペレーターを使用すると、 LDAP authentication section of the PostgreSQL documentation で説明しているように、_simplebind_または_search+bind_モードを使用して、PostgreSQL クライアントの LDAP 認証を構成できます。

49.1.26 複数のインストール方法

オペレーターは、`kubectl apply` を介して Kubernetes マニフェストを介してインストールでき、パブリックおよびプライベートクラウド環境での従来の Kubernetes インストールで使用できます。CloudNativePG は、OperatorHub.io からの Helm チャートまたは OLM バンドルを介したインストールもサポートしています。

49.1.27 構成より規約

オペレーターは、規約より構成パラダイムをサポートし、標準のデフォルト値を決定しながら、オーバーライドおよびカスタマイズができます。数行の YAML コードで `Cluster` CRD を使用して、PostgreSQL クラスターのデプロイメントを指定できます。

49.2 レベル 2 シームレスなアップグレード

機能レベル 2 は、オペレーターと実際のワークロード、この場合 PostgreSQL サーバーの更新を有効にすることに関するものです。これには、PostgreSQL のマイナーリリース更新通常はセキュリティとバグ修正が含まれ、メジャーオンラインアップグレードが含まれます。

49.2.1 オペレーターのアップグレード

オペレーターのアップグレードはシームレスで、新しい展開として実行できます。コントローラをアップグレードした後、展開されたすべての PostgreSQL クラスターのローリング更新が開始されます。すべてのクラスターを同時に更新するか、時間の経過とともにアップグレードを分散することを選択できます。

インスタンスマネージャーのインジェクションのおかげで、オペレーターのアップグレードにオペランドの変更が必要ないため、オペレーターは古いバージョンを管理できます。

さらに、CloudNativePG は **インスタンスマネージャーのインプレース更新** をサポート

オペレーターのアップグレード後。インプレース更新では、ローリング更新またはその後のクラスターのスイッチオーバーは必要ありません。

49.2.2 管理対象ワークロードのアップグレード

オペランドは、`Cluster` リソースを更新することにより、宣言的アプローチを介してアップグレードされます。具体的には`.spec.imageName` パラメーターを介して、または**イメージカタログを使用する** のバージョン参照を更新します。このプロセスは、通常、セキュリティパッチまたは新しい PostgreSQL マイナーバージョンによってトリガーされます。スタンバイサーバーを使用するクラスターでは、オペレーターはレプリカから開始してローリング更新を実行します。既存のポッドを削除し、基になるストレージを再利用しながら、更新されたイメージを使用して新しいポッドに置き換えます。`primaryUpdateStrategy` によっては、オペレーターは元のプライマリ `unsupervised` を更新する前にスイッチオーバーを自動的に実行するか、`cnpg` プラグイン `supervised` を介してユーザーが開始する手動スイッチオーバーを待機できます。この戦略により、組織は、スイッチオーバーに必要なワークロードに応じて数秒から分の範囲の短いダウンタイムと、ビジネス要件のバランスを保つことができます。

49.2.3 PostgreSQL のオフラインインプレースメジャーアップグレード

CloudNativePG は、より高い PostgreSQL メジャーバージョンを使用した新しいオペランドコンテナイメージが適用される場合、宣言的オフラインインプレースメジャーアップグレードをサポートします。このアップグレードは、`.spec.imageName` を直接更新することにより、またはイメージカタログ内の新しいメジャーバージョンを選択することによりトリガーできます。イメージカタログの使用は、関連する *extension volumes* が新しい PostgreSQL メジャーバージョンと互換性のあるバージョンに同時に更新されるため、特に有益です。

プロセス中に、オペレーターはすべてのクラスターポッドをシャットダウンしてデータの一貫性を維持し、ジョブを開始してアップグレード条件を検証し、`pg_upgrade` を実行します。このジョブは、レプリカを再作成する前に、`PGDATA` 、WAL ファイル、およびテーブルスペースに必要な新しいディレクトリを作成します。この構造化されたワークフローは、メジャーバージョン移行の信頼できるパスを提供し、ユーザーが障害後にイメージを元に戻したときの自動ロールバッククリーンアップをサポートします。イメージボリューム拡張機能を使用するクラスターもサポートされています。ソースバージョンとターゲットバージョンの拡張イメージは、アップグレードジョブ中にサイドバイサイドでマウントされるため、古いサーバーはライブラリを保持し、失敗したアップグレードはきれいに元に戻ります。

49.2.4 アップグレード中にクラスターの可用性ステータスを表示する

任意の時点で、クラスターの高可用性ステータスたとえば、`Setting up primary` 、`Creating a new replica`、`Cluster in healthy state`、`Switchover in progress`、`Failing over`、`Upgrading cluster`、および `Upgrading Postgres major version` などを伝えます。

49.3 レベル 3 完全なライフサイクル

機能レベル 3 では、オペレーターはビジネスの継続性とスケーラビリティの側面を管理する必要があります。

_ディザスターリカバリー_は、データベースのバックアップとリカバリーの両方が正常に動作することを必要とするビジネス継続コンポーネントです。出発点として、目標は *RPO* < 5 分を達成することですが、長期的な目標は RPO=0 のバックアップソリューションを実装することです。_高可用性_は、ビジネス継続性のもう 1 つの重要なコンポーネントです。PostgreSQL ネイティブ物理レプリケーションとホットスタンバイレプリカを介して、オペレーターはフェールオーバーとスイッチオーバー操作を実行できます。この領域には、次の機能の強化が含まれます。

- 同期レプリケーション、カスケードレプリケーションクラスターなどの PostgreSQL 物理レプリケーションの制御
- 接続プーリング、pgBouncer を使用した接続プーリングレイヤーを介してパフォーマンスと制御を向上させます

49.3.1 PostgreSQL WAL アーカイブ

オペレーターは、オブジェクトストア AWS S3 および S3 互換、Azure Blob Storage、Google Cloud Storage、および MinIO のようなゲートウェイへの WAL ファイルの PostgreSQL 継続的アーカイブをサポートしています。

WAL アーカイブは、クラスター定義の `backup` パラメーターを介して、クラスターレベルで宣言的に定義されます。これは、S3 プロトコルの宛先 URL たとえば、AWS S3 バケットの特定のフォルダーをポイントするなど、オプションで汎用エンドポイント URL を指定することにより実行されます。

継続的バックアップの前提条件である WAL アーカイブには、それ以上のユーザーアクションは必要ありません。オペレーターは、`barman-cloud-wal-archive` に依存して WAL ファイルを定義されたエンドポイントに出荷するように `archive_command` を透過的に設定します。圧縮アルゴリズムと、アーカイブ内の WAL ファイルを同時にアップロードする並列ジョブの数を決定できます。さらに、`Instance Manager` は、WAL ファイルの最初のセットの出荷を開始する前に `barman-cloud-check-wal-archive` コマンドを実行して、アーカイブの宛先の正しさをチェックします。

49.3.2 PostgreSQL のバックアップ

CloudNativePG は、PostgreSQL のネイティブ物理バックアップメカニズム、つまりベースバックアップと継続的 WAL アーカイブを使用してアプリケーションレベルのバックアップを管理するためのプラガブルインターフェイス CNPG-I を提供します。このデザインにより、一貫性とパフォーマンスを保証しながら、柔軟性と拡張性が可能になります。

CloudNativePG コミュニティは、Barman Cloud Plugin を公式にサポートしています。これにより、オブジェクトストアへの継続的な物理バックアップと、完全なポイントインタイムリカバリ PITR 機能が可能になります。

CNPG-I プラグインに加えて、CloudNativePG は、基になるストレージクラスと CSI ドライバーでサポートされている場合、Kubernetes ボリュームスナップショットを使用したバックアップもネイティブにサポートします。

ベースバックアップは 2 つの方法で開始できます。

- オンデマンド、`Backup` カスタムリソースを使用
- `ScheduledBackup` カスタムリソースを使用し、cron のようなスケジュール形式でスケジュール

ボリュームスナップショットは Kubernetes API を活用し、速度とストレージ効率の点で非常に大規模なデータベース VLDB に特に効果的です。

ボリュームスナップショットと CNPG-I ベースのバックアップは両方とも以下をサポートしています。

- ホットバックアップ PostgreSQL の実行中に取得され、中断を最小限に抑えます。
- コールドバックアップ必要に応じて、PostgreSQL を一時的に停止して、完全に一貫したスナップショットを保証することにより実行されます。

49.3.3 スタンバイからのバックアップ

オペレーターは、データベースの *RPO* に影響を与えることなく、スタンバイへのベースバックアップのオフロードをサポートします。これにより、標準のデータベース操作のためにプライマリにリソース、特に I/O を保存できます。

49.3.4 バックアップからの完全な復元

オペレーターを使用すると、ボリュームスナップショット、オブジェクトストア、またはプラグインを介して、既存のアクセス可能なバックアップから新しいクラスターとその設定をブートストラップできます。

ブートストラッププロセスが完了すると、オペレーターはリカバリモードでインスタンスを起動します。指定されたアーカイブから使用可能なすべての WAL ファイルを再生し、リカバリを終了してプライマリとして起動します。次に、オペレーターは、要求された数のスタンバイインスタンスをプライマリからクローン作成します。CloudNativePG は、アーカイブからの並列 WAL 取得をサポートしています。

49.3.5 バックアップからのポイント インタイム リカバリー PITR

オペレーターを使用すると、既存のバックアップをタイムスタンプ、ラベル、またはトランザクション ID で定義された特定の時点にリカバリーすることにより、新しい PostgreSQL クラスターを作成できます。この機能は、完全なリストアのものの上に構築され、PostgreSQL for PITR で使用可能なすべてのオプションをサポートしています。

49.3.6 同期レプリケーションを介したゼロデータ損失クラスター

CloudNativePG は、同期レプリケーションとオプションの *Failover Quorum* クォーラムベースのフェールオーバー を組み合わせることにより、_zero-data-loss RPO=0_高可用性クラスターを有効にします。任意の時点で使用する必要がある同期スタンバイレプリカの数を定義でき、データが安全な場合にのみフェールオーバーを続行できますレプリケートされました。クォーラムベースと優先度ベースの両方の同期レプリケーションがサポートされており、オペレーターは、耐久性とパフォーマンスの要件に一致するように `synchronous_standby_names` 設定を構成する際に完全な柔軟性を提供します。

49.3.7 レプリカクラスター

ネイティブストリーミングとカスケードレプリケーションの力を利用して、PostgreSQL クラスター用の堅牢なクロス Kubernetes クラスタートポロジを確立します。`replica` オプションを使用すると、同じメジャーバージョンの別の PostgreSQL ソースからデータを一貫してレプリケートするように自律クラスターを構成できます。WAL ファイルを取得するための WAL アーカイブ、または 2 つのエンドポイント間の TLS を介した直接ストリーミング接続にアクセスできる場合、このソースはどこにでもあります。

特に、ソースの PostgreSQL インスタンスは、物理的設定か仮想設定かにかかわらず、Kubernetes 環境の外部に存在できます。

レプリカクラスターは、ボリュームスナップショット、リカバリオブジェクトストア Barman Cloud バックアップ形式を使用、`pg_basebackup` を使用したストリーミングなどのさまざまな方法を介してインスタンス化できます。WAL ファイルシッピングと WAL ストリーミングの両方がサポートされています。レプリカクラスターの展開により、Kubernetes 内の PostgreSQL データベースのビジネス継続体制が大幅に向上し、マルチプルのデータセンターに拡張され、ハイブリッドおよびマルチクラウドのセットアップが促進されます。Kubernetes フェデレーションネイティブ機能を想定していますが、データセンター間の手動スイッチオーバーは引き続き必要です。

さらに、柔軟性は、プライマリクラスターから意図的に遅延して作成される遅延レプリカクラスターにまで及びます。この意図的な遅延は、誤った `DELETE` または `UPDATE` SQL 操作などの意図しないエラーが発生した場合の復旧時間目標 **バックアップ頻度と** *RTO* を最小限に抑えることを目的としています。

49.3.8 分散データベーストポロジ

レプリカクラスターを活用して **分散データベーストポロジ** を定義する

さまざまな Kubernetes クラスターにまたがる PostgreSQL に対応し、ハイブリッドおよびマルチクラウドの展開を促進します。CloudNativePG を使用すると、次のような強力な機能を獲得できます。

- **宣言的プライマリ制御**どの PostgreSQL クラスターがプライマリとして機能するかを簡単に指定します。
- **シームレスなプライマリスイッチオーバー**現在のプライマリを簡単に降格し、通常は別のリージョンにある別の PostgreSQL クラスターを昇格させます。以前のプライマリを再クローンする必要はありません。

このセットアップは、2 つ以上のリージョンにまたがって効率的に動作でき、レプリケーションをオブジェクトストアに完全に依存でき、最大 5 分の RPO 目標リカバリポイントを保証します。この高度な機能は CloudNativePG が独自に提供し、多様な環境にわたって堅牢なデータの完全性と継続性を保証します。

49.3.9 テーブルスペースのサポート

CloudNativePG は、個々の永続ボリュームの宣言的定義を容易にすることにより、PostgreSQL テーブルスペースの堅牢なサポートをシームレスに統合します。この革新的な機能により、さまざまなストレージデバイスに I/O 操作を効率的に分散できます。CloudNativePG は、テーブルスペースの透過的なオーケストレーションを通じて、PostgreSQL データベースのパフォーマンスとスケーラビリティを強化し、クラウドネイティブ環境で大規模なデータストレージを管理するための合理化され最適化されたエクスペリエンスを保証します。一時テーブルスペースのサポートも含まれています。

49.3.10 カスタマイズ可能なスタートアップ、ライブネス、および準備状況プローブ

CloudNativePG は、Kubernetes kubelet によって管理される PostgreSQL コンテナのスタートアップ、ライブネス、および準備状況プローブを構成します。これらのプローブは、インスタンスマネージャーの Web サーバーによって公開される`/startupz` 、`/healthz` 、および`/readyz` エンドポイントと対話して、ポッドの状態と準備状況をモニタします。

すべてのプローブはデフォルト設定で構成されますが、特定のニーズを満たすように完全にカスタマイズでき、環境やワークロードに合わせて微調整が可能です。

詳細な構成オプションと高度な使用方法については、*Postgres Instance Manager* ドキュメントを参照してください。

49.3.11 ローリング展開

オペレーターは、ローリング展開をサポートして、ダウンタイムを最小限に抑えます。PostgreSQL クラスターが一般に公開されている場合、サービスは、初期化または更新中に使用可能なポッドにのみ読み取り専用トラフィックをロードバランシングします。

49.3.12 レプリカのスケールアップとスケールダウン

演算子を使用すると、PostgreSQL クラスター内のインスタンスの数をスケールアップおよびダウンできます。新しいレプリカはプライマリサーバーから起動され、クラスターの HA インフラストラクチャに参加します。CRD は、`kubectl scale` コマンドを使用できるようにする「scale」サブリソースを宣言します。また、scale サブリソースは、管理対象インスタンスポッドのラベルセレクターを公開し、オートスケーラーがそれらを検出できるようにします。*Vertical Pod Autoscaler integration* を参照してください

推奨される使用方法、および *Horizontal Pod Autoscaler integration*

HPA に適用される注意事項については、

49.3.13 Kubernetes ノードのメンテナンスウィンドウと PodDisruptionBudget

オペレーターは`PodDisruptionBudget` リソースを作成して、同時中断数を 1 つのプライマリインスタンスに制限します。この構成により、メンテナンス操作でクラスター内のすべてのポッドが削除されるのを防ぎ、指定された数のインスタンスを作成できます。PodDisruptionBudget は、ノードドレイン操作中に適用され、クラスターサービスの中断を防ぎます。

この戦略は、ストレージがすべてのワーカーノードで共有される Kubernetes クラスターには正しいですが、ローカルストレージを使用するクラスター、またはプライベートクラウドにインストールされたクラスターには、最適なソリューションではない可能性があります。オペレーターを使用すると、メンテナンスウィンドウを指定し、基になるノードのエビクションへの反応を構成できます。メンテナンスウィンドウセクションの`ReusePVC` オプションを使用すると、使用するストラテジーを指定できます。削除されたインスタンスの別の PVC に新しいストレージを割り当てるか、基になるノードが再び利用できるようになるのを待ちます。

49.3.14 フェンシング

フェンシングは、PostgreSQL クラスターの 1 つ以上、またはすべてのインスタンスに障害があると思われる場合に、データを保護するプロセスです。インスタンスがフェンスされると、PostgreSQL サーバープロセスは保証的にシャットダウンされますが、ポッドは実行されたままです。これにより、フェンスが解除されるまで、ポッド上のデータは PostgreSQL によって変更されず、デバッグとトラブルシューティングの目的でファイルシステムを調査できます。

49.3.15 ハイバネーション

CloudNativePG は *hibernation of a running PostgreSQL cluster* をサポート

`cnpg.io/hibernation` アノテーションを介して宣言的な方法で。ハイバネーションでは、データベース PVC を維持したままデータベースポッドを削除することにより、CPU パワーを節約できます。この機能は、0 インスタンスへのスケーリングをシミュレートします。

49.3.16 ポッドの永続ボリュームストレージの再利用

ユーザーによって削除されたポッド、または Kubernetes メンテナンスオペレーションによって削除されたポッドをオペレーターが作成する必要がある場合、`PersistentVolumeClaim` 可能な場合は再利用します。この機能により、プライマリからデータを再度クローン作成する必要がなくなります。

49.3.17 CPU とメモリの要求と制限

オペレーターを使用すると、管理者は、マニフェストの `resources` セクションでクラスターのポッドによるリソースの使用を制御および管理できます。特に、CPU と RAM の両方に `requests` および `limits` 値を設定できます。 `Cluster` は、scale サブリソースを介してラベルセレクターを公開するため、**垂直ポッドオートスケーラー *VPA* との統合** のターゲットとして使用することもできます。

推奨専用モードで、これらの値のサイズの提案を取得します。

49.3.18 PgBouncer を使用した接続プーリング

CloudNativePG は、PostgreSQL で最も人気のあるオープンソース接続プーラーの 1 つである *PgBouncer-IntegrationStatus* を使用した接続プーリングのネイティブサポートを提供します。アーキテクチャの観点から、PgBouncer 接続プーラーのネイティブ実装は、データベースにアクセスするための新しいレイヤーを導入します。これにより、インスタンスへのクエリフローが最適化され、基になる PostgreSQL リソースの使用がより効率的になります。PostgreSQL サービスに直接接続する代わりに、アプリケーションは PgBouncer サービスに接続し、既存の接続の再利用を開始できるようになりました。PgBouncer イメージは、`ImageCatalog` または `ClusterImageCatalog` `spec.pgbouncer.imageCatalogRef` を介して一元管理でき、オプションで `Pooler` メトリックエンドポイントを TLS で提供できます。

49.3.19 論理レプリケーション

CloudNativePG は、 `Publication` および `Subscription` カスタムリソース定義を使用して、宣言的方法で PostgreSQL の論理レプリケーションをサポートします。

論理レプリケーションは、次の場合に特に役立ちます。

- オンラインデータの移行最小限のダウンタイムで外部の PostgreSQL インスタンスまたはパブリック DBaaS ソリューションからデータを移動します。
- PostgreSQL のメジャーアップグレードメジャーバージョン間のほぼゼロのダウンタイムのアップグレードを促進します。
- 選択的なデータ分散レポートまたはローカライズされたワークロードのために、さまざまなクラスターにわたって特定のテーブルまたはデータセットを複製します。

49.4 レベル 4 深い洞察

機能レベル 4 は、_observability_モニタリング、アラート、トレンド、ログ処理に関するものです。これには、Prometheus、Grafana、Fluent Bit などの外部ツール、および JSON 形式で直接エラーログを出力するための PostgreSQL エンジンの拡張機能の使用が含まれる場合があります。

CloudNativePG は、柔軟なモニタリングとロギングのための業界標準のコミュニティで認められたツールと簡単に統合するために必要なすべてを提供するように設計されました。

49.4.1 構成可能なクエリを備えた Prometheus エクスポータ

インスタンスマネージャーは、プラグ可能なフレームワークを提供します。`metrics` ポート 9187 でリッスンする独自の Web サーバーを介して、 Prometheus モニタリングおよびアラートツールのメトリックをエクスポートするエンドポイントを公開します。オペレーターは、postgres_exporter と互換性のある構文を使用して、`ConfigMap` または `Secret` オブジェクトとして定義されたカスタムモニタリングクエリーをサポートします。CloudNativePG は、コンテキストに統合して適応できる PostgreSQL の基本的なモニタリングクエリセットを提供します。

49.4.2 Grafana ダッシュボード

CloudNativePG には、PostgreSQL クラスターのすべての重要な側面を監視し、カスタマイズするためのベースとして使用できる Grafana ダッシュボードが付属しています。

49.4.3 JSON 形式の PostgreSQL エラーメッセージの標準出力ログ

すべてのログメッセージは JSON 形式で標準出力に配信されます。最初のレベルは、タイムスタンプ、ログレベル、および正規の PostgreSQL エラーメッセージチャネルの `postgres` などのログエントリのタイプの定義です。その結果、CloudNativePG によって管理されるすべてのポッドは、ソースデータ型として JSON をサポートするダウンストリームログ処理スタックと簡単かつ直接統合できます。

49.4.4 リアルタイムクエリモニタリング

CloudNativePG は以下を透過的かつネイティブにサポートします。

- 必須の pg_stat_statements 、PostgreSQL サーバーによって実行されるすべての SQL ステートメントの計画と実行統計の追跡を有効にします
- auto_explain 、 `EXPLAIN` を手動で実行することなく、遅いステートメントの実行プランを自動的にログに記録する手段を提供します最適化されていないクエリーを追跡するのに役立ちます

49.4.5 監査

CloudNativePG を使用すると、データベースとセキュリティの管理者、監査人、およびオペレーターは、PostgreSQL の PGAudit を使用してデータベースアクティビティを追跡および分析できます。このようなアクティビティは JSON ログで直接フローし、Fluentd のような一般的なログブローカーを使用して正しいダウンストリームターゲットに適切にルーティングできます。

49.4.6 Kubernetes イベント

リソースの作成、ノードの削除、アップグレードなど、Kubernetes API で想定されているメジャーイベントを記録します。 `kubectl describe` 、`kubectl get events` コマンドを使用してイベントを表示できます。

49.5 レベル 5 自動操縦

機能レベル 5 は、オブザーバビリティレイヤーから現れた異常と洞察の発見を介した自動スケーリング、修復、および調整に焦点を当てています。

49.5.1 自己修復のための自動フェイルオーバー

プライマリで障害が検出された場合、オペレーターは、最も調整されたレプリカを新しいターゲットプライマリとして設定することにより、クラスターのステータスを変更します。その結果、各生きているポッドのインスタンスマネージャーは、必要なプロシージャを開始して、クラスターの要求されたステータスに自分自身を調整します。これは、新しいプライマリになるか、フォローすることにより実行されます。元のプライマリが復旧した場合、同じメカニズムにより、アプリケーションがそれに到達しないようにし、サーバーで `pg_rewind` を実行し、スタンバイとして再起動することにより、スプリットブレインを回避します。オペレーターはさらに、ミューテックスとして機能するクラスターごとの Kubernetes `Lease` を介してプライマリプロモーションを調整し、任意の時点で最大 1 つのインスタンスがプロモートするように保証します。インスタンスはプライマリとして機能する前にリースを保持し、クリーンシャットダウンでリリースする必要があるため、レプリカ完全な TTL を待たずに昇格できます。同期フェイルオーバークォーラムが有効になっている場合、オペレーターの「オートパイロット」ロジックはさらに洗練されたものになります。レプリカのクォーラムがトランザクション状態を検証できない場合、プロモーションをアクティブにブロックします。これにより、プライマリとその同期スタンバイの両方に影響を与えるネットワークパーティションなど、複雑な障害シナリオ中の偶発的なデータの損失が防止されます。

49.5.2 スタンバイの自動再作成

スタンバイをホスティングするポッドが削除された場合、オペレーターはスタンバイサーバーを再作成する手順を開始します。

第50章　Custom Pod Controller

Kubernetes は Controller pattern を使用します

をクリックして、現在のクラスターの状態を目的の状態に調整します。

ステートフルアプリケーションは、通常、StatefulSet で管理されます

コントローラ、同じ仕様から構築されたポッドのセットを作成および調整し、それらにスティッキー ID を割り当てます。

CloudNativePG は、`StatefulSet` コントローラに依存するのではなく、PostgreSQL インスタンスを管理するための独自のカスタムコントローラを実装します。このデザインの選択により、実装がより複雑になる一方で、PostgreSQL クラスターのトポロジについて透過的でありながら、クラスターの管理方法についてより柔軟にオペレーターに提供されます。

デザイン領域の多くの選択と同様に、ものが異なると他の妥協が発生します。以下のセクションでは、このデザインの選択により CloudNativePG の実装の信頼性が向上し、理解しやすくなったと考えられるいくつかのポイントについて説明します。

50.1 PVC のサイズ変更

これは `StatefulSet` のよく知られた制限です。PVC のサイズ変更はサポートされていません。これはデータベースにとって不便です。ボリュームのサイズを変更するには、複雑な回避策が必要です。

対照的に、CloudNativePG は、構成されたストレージクラスを活用して、基になる PVC を直接管理し、ストレージクラスがサポートしている場合は PVC のサイズ変更を処理できます。

50.2 プライマリインスタンスとレプリカ

`StatefulSet` コントローラは、1 つのテンプレートからポッドのセットを作成するように設計されています。PostgreSQL インスタンスごとに 1 つの `Pod` を使用することを考えると、2 種類のポッドがあります。

1. プライマリインスタンス 1 つだけ
2. レプリカマルチプル、オプショナル

この違いは、特定の操作に対して実行する正しい展開戦略を決定する際に関連します。

一部の操作は、最初にレプリカで実行し、次にプライマリで実行する必要がありますが、更新されたレプリカが新しいプライマリとして昇格した後にのみです。たとえば、別の PostgreSQL イメージバージョンを適用する場合、または `max_connections` treated specially by PostgreSQL because CloudNativePG uses hot standbyreplicas のような構成パラメーターを増加する場合。

その際、CloudNativePG は、シリアル番号だけでなく、PostgreSQL インスタンスのロールを考慮します。

場合によっては、オペレーターは逆のプロセスに従う必要があります。最初にプライマリで作業し、次にレプリカで作業します。例、max_connections を下げた場合。その場合、CloudNativePG は次のことを行います。

- 新しい設定をプライマリインスタンスに適用します
- 再起動します
- レプリカに新しい設定を適用します

StatefulSet コントローラはアプリケーションに依存しないため、PostgreSQL のネイティブレプリケーションテクノロジーに固有のこの動作を組み込むことができません。

50.3 PVC のコヒーレンス

PostgreSQL インスタンスは、複数の PVC で動作するように構成できます。これが、WAL ストレージを PGDATA から分離する方法です。

2 つのデータストアは、同時に使用されるため、PostgreSQL の観点から一貫性がある必要があります。インスタンスの WAL ストレージに対応する PVC を削除すると、PGDATA が保存されている PVC は使用できなくなります。

この動作は PostgreSQL に固有であり、StatefulSet コントローラには実装されていません - 後者はアプリケーション固有ではありません。

ユーザーが PVC をドロップした後、StatefulSet はそれを再作成するだけで、破損した PostgreSQL インスタンスが発生します。

CloudNativePG は、代わりに残りの PVC を使用不可として分類し、別のインスタンスがクラスターに正しく参加するように新しい PVC ペアの作成を開始します。

50.4 ローカルストレージ、リモートストレージ、およびデータベースのサイズ

場合によっては、アップグレードを行うために Kubernetes ノードをダウンする必要がある場合があります。アップグレード後、アップグレード戦略によっては、更新されたノードが再び起動するか、新しいノードに置き換えられる場合があります。

使用できないノードが PostgreSQL インスタンスをホストしていたと仮定すると、データベースのサイズとクラウドインフラストラクチャによっては、次のいずれかのアクションを選択することができます。

1. ダウンしたノードにある PVC とポッドをドロップします。別の PVC からデータのクローンを作成する新しい PVC を作成します。その後、そのためのポッドをスケジュールします
2. ポッドをドロップし、別のノードでポッドをスケジュールし、そこから PVC をマウントします
3. ポッドと PVC をそのままにして、ノードがバックアップされるのを待ちます。

最初の解決策は、データベースのサイズが許可する場合に実用的で、目的の数のレプリカをすぐに戻すことができます。

2 番目の解決策は、ローカルノードのストレージを使用していない場合にのみ実行可能であり、別のホストでの PVC の再マウントは合理的な時間で可能ですあなたとあなたの組織のみが知っています。

3 番目のソリューションは、データベースが大規模で、パフォーマンスとデータの耐久性を最大化するためにローカルノードストレージを使用する場合に適しています。

CloudNativePG コントローラは、これらの戦略をすべて実装して、ユーザーがクラスターレベルで優先される動作を選択できるようにします。詳細については、*Kubernetes upgrade and maintenance* セクションを読んでください。

`StatefulSet` は汎用であるため、このレベルのカスタマイズはできません。

第51章　Examples

例は、PostgreSQL クラスターをセットアップするための構成ファイルを示しています。

クイックスタート で説明しているように、Minikube または Kind を使用して個人の Kubernetes クラスターで実行できます。::

```
.. note::[参考] 使用可能なオプションのリストについては、
```

API Reference を参照してください。 ::

51.1 基本

基本的なクラスター

cluster-example.yaml

クラスターの基本的な例。

カスタムクラスター

cluster-example-custom.yaml

デフォルトのストレージクラスとカスタムパラメーターを使用する基本的なクラスター `postgresql.conf` および `pg_hba.conf` ファイル。

動的 pg_hba アドレス解決を使用したクラスター

cluster-example-pod-selector-refs.yaml

`podSelectorRefs` を使用して、 `${podselector:NAME}` 構文を介して `pg_hba` ルールのポッド IP を動的に解決するクラスター。

カスタマイズされたストレージクラスを使用したクラスター

cluster-storage-class.yaml `standard` の指定されたストレージクラスを使用する基本クラスター。

永続的なボリューム要求 PVC テンプレートが構成されたクラスター

cluster-pvc-template.yaml 明示的な永続ボリューム要求テンプレートを使用した基本クラスター。

拡張構成例

cluster-example-full.yaml 使用可能なオプションのほとんどを設定するクラスター。

SQL ファイルを使用したブートストラップクラスター

cluster-example-initdb-sql-refs.yaml データベースが作成された直後に、シークレットと `ConfigMap` で定義されたクエリーセットを実行するクラスター例。

カスタマイズされた ``pg_hba`` 構成を使用したサンプルクラスター

cluster-example-pg-hba.yaml ユーザアプリが証明書を使用して認証できるようにする基本的なクラスター。

投影されたボリュームテンプレートを使用してマウントされたシークレットと ConfigMap を含むサンプルクラスター

cluster-example-projected-volume.yaml

投影されたボリュームマウントを使用して Postgres ポッドにマウントされた既存の `Secret` および `ConfigMap` を含む基本的なクラスター。

51.2 セキュリティ

カスタムセキュリティコンテキストを使用したサンプルクラスター

cluster-example-security-context.yaml

ポッドとコンテナの両方のセキュリティコンテキストをカスタマイズする方法を示すクラスター。これは、ポッドセキュリティ標準を使用する場合、または特定のセキュリティ要件を満たす場合に役立ちます。

51.3 バックアップ

カスタマイズされたストレージクラスとバックアップ

前提条件バケットストレージが利用できる必要があります。サンプル構成は AWS 用です。セットアップに合わせて変更します。

cluster-storage-class-with-backup.yaml

バックアップが構成されたクラスター。

バックアップ

Prerequisites *cluster-storage-class-with-backup.yaml*

応用されて健康的。

backup-example.yaml 前のサンプルに対して実行されるバックアップの例。

minio 用にバックアップが構成された単純なクラスター

Prerequisites この構成は、minio が実行されて動作していることを前提としています。minio パラメーターまたはクラウドソリューションで `backup.barmanObjectStore` を更新します。

cluster-example-with-backup.yaml

バックアップが構成された基本的なクラスター。

Scaleway Object Storage 用に構成されたバックアップを含む単純なクラスター

Prerequisites この構成では、Scaleway Object Storage バケットが存在することを前提としています。`backup.barmanObjectStore` を Scaleway パラメーターで更新します。

cluster-example-with-backup-scaleway.yaml

Scaleway Object Storage で動作するように構成されたバックアップを含む基本的なクラスター。

51.4 レプリカクラスター

オブジェクトストアからのバックアップによるレプリカクラスター

Prerequisites *cluster-storage-class-with-backup.yaml*

適用され、正常な、およびバックアップ *cluster-example-trigger-backup.yaml*

適用されて完了しました。

cluster-example-replica-from-backup-simple.yaml バックアップが構成されたクラスターに続くレプリカクラスター。

ボリュームスナップショットによるレプリカクラスター

Prerequisites *cluster-example-with-volume-snapshot.yaml*

適用され、正常な、およびボリュームスナップショット *backup-with-volume-snapshot.yaml*

適用されて完了しました。

cluster-example-replica-from-volume-snapshot.yaml ボリュームスナップショットが構成されたクラスターに続くレプリカクラスター。

ストリーミング pg_basebackup を介したレプリカクラスター

Prerequisites *cluster-example.yaml*

応用されて健康的。

cluster-example-replica-streaming.yaml ストリーミングレプリケーションを使用した `cluster-example` に続くレプリカクラスター。

51.5 PostGIS

画像ボリューム拡張機能を使用した PostGIS の例

postgis-example.yaml イメージボリューム拡張を使用した PostGIS クラスターの例。詳細は、*PostGIS クラスター* を参照してください。

51.6 管理対象ロール

宣言的ロール管理を使用したクラスター

cluster-example-with-roles.yaml `managed` スタンザを使用してロールを宣言します。Kubernetes シークレットを使用したパスワード管理が含まれます。

``DatabaseRole`` リソースを使用した宣言的ロール管理

role-examples.yaml 既存のクラスターをターゲットとするスタンドアロンの `DatabaseRole` リソース。Kubernetes シークレットによるパスワード管理を含む。

51.7 管理対象サービス

管理対象サービスを使用したクラスター

cluster-example-managed-services.yaml managed スタンザを使用してサービスを宣言します。デフォルトサービスが無効になり、定義された LoadBalancer タイプの新しい rw サービステンプレートが含まれます。

51.8 宣言的テーブルスペース

宣言的テーブルスペースを使用したクラスター

cluster-example-with-tablespaces.yaml

宣言的テーブルスペースとバックアップを使用したクラスター

Prerequisites この構成は、minio が実行されて動作していることを前提としています。minio パラメーターまたはクラウドソリューションで backup.barmanObjectStore を更新します。

cluster-example-with-tablespaces-backup.yaml

オブジェクトストアからテーブルスペースを使用して復元されたクラスター

Prerequisites 以前のクラスターが適用され、ベースバックアップが完了しました。bootstrap.recovery.backup.name をバックアップ名で更新することを忘れないでください。

cluster-restore-with-tablespaces.yaml

使用可能なオプションのリストについては、*API Reference* を参照してください。

51.9 プーラー構成

カスタムサービス構成を使用したプーラー

pooler-external.yaml

51.10 宣言的なパブリケーションおよびサブスクリプションオブジェクトを介した論理レプリケーション

2 つのテストマニフェストには、論理レプリケーションのセットアップに必要なすべてが含まれています。

パブリケーションを含むソースクラスター

cluster-example-logical-source.yaml

app データベースで作成されたいくつかのテーブルを使用してクラスター cluster-example をセットアップし、重要なことに_app user_にレプリケーションを追加します。app データベースにクラスターのパブリケーションが作成されます。パブリケーションは、クラスターのプライマリが起動して実行された後にのみリコンサイルされることに注意してください。

サブスクリプションを使用した宛先クラスター

Prerequisites 上記のように定義された、パブリケーションを含むソースクラスター。

cluster-example-logical-destination.yaml

次を使用してクラスター `cluster-example-dest` を設定します。

- `externalClusters` スタンザで定義されたソースクラスター。 `app` ロールを使用して接続することに注意してください。これは、ソースクラスターが `replication` 特権を付与していることを前提としています。
- `schemaOnly` が有効になったマイクロサービスタイプのブートストラップインポート

サブスクリプションは宛先クラスターで作成されます。サブスクリプションは、宛先クラスターのプライマリが起動して実行された後にのみ調整されることに注意してください。

両方のクラスターがリコンサイルされた後、パブリケーションオブジェクトとサブスクリプションオブジェクトとともに、ソースクラスターのテーブルとそのデータが宛先クラスターでレプリケートされたことを確認できます。

さらに、いくつかのスタンドアロンのマニフェストの例があります。

すべてのテーブルをターゲットとしたプレーンなパブリケーション

Prerequisites 既存のクラスター `cluster-example` 。

Publication-example.yaml

制約されたパブリケーションターゲットを含むパブリケーション

Prerequisites 既存のクラスター `cluster-example` 。

Publication-example-objects.yaml

プレーンなサブスクリプション

前提条件 パブリケーション `pub-all` を使用して、ソースとして設定された既存のクラスター `cluster-example` 。宛先クラスターとして設定されたクラスター `cluster-example-dest` 。レプリケーション特権を持つロールを含む、ソースクラスターへの接続パラメーターを含む `externalClusters` スタンザを含みます。

subscription-example.yaml

上記のマニフェストはすべて、`app` データベースにパブリケーションまたはサブスクリプションを作成します。Database CRD は、データベースを宣言的に作成する便利な方法を提供します。これを使用すると、任意のデータベースに論理レプリケーションを設定できます。次のセクションに進みます。

51.11 Postgres データベースの宣言的管理

プレーンなデータベース

Prerequisites 既存のクラスター `cluster-example` 。

Database-example.yaml

ICU ローカル仕様のデータベース

Prerequisites Postgres 16 以降を実行している既存のクラスター `cluster-example` 。

Database-example-icu.yaml

51.11.1 cluster-example.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi
```

51.11.2 cluster-example-custom.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-custom
spec:
  instances: 3

  # Parameters and pg_hba configuration will be append
  # to the default ones to make the cluster work
  postgresql:
    parameters:
      max_worker_processes: "60"
    pg_hba:
      # To access through TCP/IP you will need to get username
      # and password from the secret cluster-example-custom-app
      - host all all all md5

  # Example of rolling update strategy:
  # - unsupervised: automated update of the primary once all
  #                 replicas have been upgraded (default)
  # - supervised: requires manual supervision to perform
  #               the switchover of the primary
  primaryUpdateStrategy: unsupervised

  # Require 1Gi of space per instance using default storage class
  storage:
    size: 1Gi
```

51.11.3 cluster-example-pod-selector-refs.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-pod-selector-refs
spec:
  instances: 3

  # Define named pod label selectors for dynamic pg_hba address resolution.
  # The operator resolves matching pod IPs and expands ${podselector:NAME}
  # references in pg_hba rules into one line per IP with /32 (IPv4) or /128 (IPv6)␣
↪masks.
  podSelectorRefs:
    - name: app-pods
      selector:
        matchLabels:
          app: myapp
    - name: monitoring
      selector:
        matchLabels:
          role: monitoring

  postgresql:
    pg_hba:
      # These rules use ${podselector:NAME} syntax to reference podSelectorRefs.
      # Each reference is expanded to one line per matching pod IP.
      - "hostssl mydb myuser ${podselector:app-pods} scram-sha-256"
      - "hostssl postgres monitor ${podselector:monitoring} scram-sha-256"
      # Standard rules without expansion are passed through unchanged.
      - host all all 10.244.0.0/16 md5

  primaryUpdateStrategy: unsupervised

  storage:
    size: 1Gi
```

51.11.4 cluster-storage-class.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-storage-class
spec:
  instances: 3
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  # Example of rolling update strategy:
  # - unsupervised: automated update of the primary once all
  #                 replicas have been upgraded (default)
  # - supervised: requires manual supervision to perform
  #               the switchover of the primary
  primaryUpdateStrategy: unsupervised

  # Persistent storage configuration
  storage:
    storageClass: standard
    size: 1Gi
```

51.11.5 cluster-pvc-template.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-pvc-template
spec:
  instances: 3

  # Example of rolling update strategy:
  # - unsupervised: automated update of the primary once all
  #                 replicas have been upgraded (default)
  # - supervised: requires manual supervision to perform
  #               the switchover of the primary
  primaryUpdateStrategy: unsupervised

  # Persistent storage configuration
  storage:
    size: 1Gi
    pvcTemplate:
      accessModes:
        - ReadWriteOnce
      resources:
        requests:
          storage: 1Gi
      storageClassName: standard
      volumeMode: Filesystem
```

51.11.6 cluster-example-full.yaml

```
#  Example of definition of a test cluster using all the elements available

#  in the CRD. Please change values appropriately for your environment.

#  Remember that you can take advantage of convention over configuration

#  and normally you dont need to use all these definitions.

apiVersion: v1
data:
  password:␣
↪VHhWZVE0bk44MlNTaVlIb3N3cU9VUlp2UURhTDRLcE5FbHNDRUVlOWJ3RHhNZDczS2NrSWVYelM1Y1U2TGlDMg==
  username: YXBw
kind: Secret
metadata:
  name: cluster-example-app-user
type: kubernetes.io/basic-auth
- --
apiVersion: v1
data:
  password:␣
↪dU4zaTFIaDBiWWJDYzRUeVZBYWNCaG1TemdxdHpxeG1PVmpBbjBRSUNoc0pyU211OVBZMmZ3MnE4RUtLTHBaOQ==
  username: cG9zdGdyZXM=
kind: Secret
metadata:
  name: cluster-example-superuser
type: kubernetes.io/basic-auth
- --
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: backup-creds
data:
  ACCESS_KEY_ID: a2V5X2lk
  ACCESS_SECRET_KEY: c2VjcmV0X2tleQ==
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-full
spec:
  description: "Example of cluster"
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-system-trixie
  # imagePullSecret is only required if the images are located in a private registry
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# imagePullSecrets:
#   - name: private_registry_access
instances: 3
startDelay: 300
stopDelay: 300
primaryUpdateStrategy: unsupervised

postgresql:
  parameters:
    shared_buffers: 256MB
    pg_stat_statements.max: "10000"
    pg_stat_statements.track: all
    auto_explain.log_min_duration: "10s"
  pg_hba:
    - host all all 10.244.0.0/16 md5

bootstrap:
  initdb:
    database: app
    owner: app
    secret:
      name: cluster-example-app-user
  # Alternative bootstrap method: start from a backup
  #recovery:
  #  backup:
  #    name: backup-example

enableSuperuserAccess: true
superuserSecret:
  name: cluster-example-superuser

storage:
  storageClass: standard
  size: 1Gi

backup:
  barmanObjectStore:
    destinationPath: s3://cluster-example-full-backup/
    endpointURL: http://custom-endpoint:1234
    s3Credentials:
      accessKeyId:
        name: backup-creds
        key: ACCESS_KEY_ID
      secretAccessKey:
        name: backup-creds
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
          key: ACCESS_SECRET_KEY
      wal:
        compression: gzip
        encryption: AES256
      data:
        compression: gzip
        encryption: AES256
        immediateCheckpoint: false
        jobs: 2
    retentionPolicy: "30d"

  resources:
    requests:
      memory: "512Mi"
      cpu: "1"
    limits:
      memory: "1Gi"
      cpu: "2"

  affinity:
    enablePodAntiAffinity: true
    topologyKey: failure-domain.beta.kubernetes.io/zone

  nodeMaintenanceWindow:
    inProgress: false
    reusePVC: false
```

51.11.7 cluster-example-initdb-sql-refs.yaml

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: post-init-sql-configmap
data:
  configmap.sql: |
    create table configmaps (i integer);
    insert into configmaps (select generate_series(1,10000));
- --
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: post-init-sql-secret
stringData:
  secret.sql: |
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    create table secrets (i integer);
    insert into secrets (select generate_series(1,10000));
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-initdb
spec:
  instances: 3

  bootstrap:
    initdb:
      database: appdb
      owner: appuser
      postInitSQL:
        - create table numbers (i integer)
        - insert into numbers (select generate_series(1,10000))
      postInitTemplateSQL:
        - create extension intarray
      postInitApplicationSQL:
        - create table application_numbers (i integer)
        - insert into application_numbers (select generate_series(1,10000))
      postInitApplicationSQLRefs:
        configMapRefs:
          - name: post-init-sql-configmap
            key: configmap.sql
        secretRefs:
          - name: post-init-sql-secret
            key: secret.sql

  storage:
    size: 1Gi
```

51.11.8 cluster-example-pg-hba.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  postgresql:
    pg_hba:
      - hostssl app all all cert
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  storage:
    size: 1Gi
```

51.11.9 cluster-example-projected-volume.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-projected-volume
spec:
  instances: 3
  projectedVolumeTemplate:
    sources:
      - secret:
          name: sample-secret
          items:
            - key: tls.crt
              path: certificate/tls.crt
            - key: tls.key
              path: certificate/tls.key
      - configMap:
          name: sample-configmap
          items:
            - key: key1
              path: config/key1
            - key: key2
              path: config/key2
  storage:
    size: 1Gi

- --
apiVersion: v1
data:
  tls.crt:␣
↪LS0tLS1CRUdJTiBDRVJUSUZJQ0FURS0tLS0tCk1JSUNqekNDQWVXZ0F3SUJBZ0lRSHVDY2lKcDVkZis0dHZBcDBrTk9rekFLQmdr
  tls.key:␣
↪LS0tLS1CRUdJTiBFQyBQUklWQVRFIEtFWS0tLS0tCk1IY0NBUUVFSUtucWxVQjFqU2sxWW5VZzAyb0tGbXlRdDJLUEZwaFc0K1lm
kind: Secret
metadata:
  name: sample-secret
type: kubernetes.io/tls
- --
apiVersion: v1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
data:
  key1: value1
  key2: value2
  key3: value3
kind: ConfigMap
metadata:
  name: sample-configmap
```

51.11.10 cluster-example-security-context.yaml

```
#  Example of PostgreSQL cluster with custom security contexts

#

#  This example demonstrates how to customize both PodSecurityContext and

#  Container SecurityContext for a PostgreSQL cluster. This is particularly

#  useful when working with Pod Security Standards (PSS) or when you need

#  to meet specific security requirements.

#
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1

kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-security-context
spec:
  instances: 3

  # Storage configuration
  storage:
    size: 1Gi

  # Custom PodSecurityContext
  # This will be applied to all pods in the cluster and merged with operator defaults.
  # Only RunAsUser, RunAsGroup, and SeccompProfile are merged from defaults if not␣
↪specified.
  podSecurityContext:
    runAsUser: 26
    runAsGroup: 26
    fsGroup: 26
    runAsNonRoot: true
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    supplementalGroups: [1000, 2000]
    fsGroupChangePolicy: "OnRootMismatch"

  # Custom Container SecurityContext
  # This will be applied to all containers in the cluster pods and merged with␣
↪operator defaults.
  # The operator provides secure defaults for all fields, which will be used if not␣
↪explicitly set.
  securityContext:
    allowPrivilegeEscalation: false
    # Note: capabilities are not merged with operator defaults.
    # If specified, they fully replace any defaults.
    capabilities:
      drop:
        - ALL
      add:
        - NET_BIND_SERVICE
    privileged: false
    readOnlyRootFilesystem: true
    runAsNonRoot: true
```

51.11.11 cluster-storage-class-with-backup.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: pg-backup
spec:
  instances: 3

  # Example of rolling update strategy:
  # - unsupervised: automated update of the primary once all
  #                 replicas have been upgraded (default)
  # - supervised: requires manual supervision to perform
  #               the switchover of the primary
  primaryUpdateStrategy: unsupervised

  # Persistent storage configuration
  storage:
    storageClass: standard
    size: 1Gi

  # Backup properties
  backup:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    barmanObjectStore:
      destinationPath: s3://BUCKET_NAME/path/to/folder
      s3Credentials:
        accessKeyId:
          name: aws-creds
          key: ACCESS_KEY_ID
        secretAccessKey:
          name: aws-creds
          key: ACCESS_SECRET_KEY
      wal:
        compression: gzip
```

51.11.12 backup-example.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: pg-backup-example
spec:
  cluster:
    name: pg-backup
```

51.11.13 cluster-example-with-backup.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-with-backup
spec:
  instances: 3
  primaryUpdateStrategy: unsupervised

  # Persistent storage configuration
  storage:
    storageClass: csi-hostpath-sc
    size: 1Gi

  # Backup properties
  # This assumes a local minio setup
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: s3://backups/
      endpointURL: http://minio:9000
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    s3Credentials:
      accessKeyId:
        name: minio
        key: ACCESS_KEY_ID
      secretAccessKey:
        name: minio
        key: ACCESS_SECRET_KEY
    wal:
      compression: gzip
    data:
      additionalCommandArgs:
        - "--min-chunk-size=5MB"
        - "--read-timeout=60"
        - "-vv"
```

51.11.14 cluster-example-with-backup-scaleway.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: pg-backup-scaleway
spec:
  instances: 3
  storage:
    storageClass: standard
    size: 1Gi
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "s3://<bucket>/backups/" # change <bucket> with your buckets␣
↪name.
      endpointURL: "https://s3.<region>.scw.cloud" # change <region> with your␣
↪buckets location/region.
      s3Credentials:
        accessKeyId:
          name: scaleway
          key: ACCESS_KEY_ID
        secretAccessKey:
          name: scaleway
          key: ACCESS_SECRET_KEY
        region:
          name: scaleway
          key: ACCESS_REGION
```

51.11.15 cluster-example-trigger-backup.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: cluster-example-trigger-backup
spec:
  cluster:
    name: cluster-example-with-backup
```

51.11.16 cluster-example-replica-from-backup-simple.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-replica-from-backup-simple
spec:
  instances: 1

  bootstrap:
    recovery:
      source: cluster-example-backup

  replica:
    enabled: true
    source: cluster-example-backup

  storage:
    size: 1Gi

  externalClusters:
    - name: cluster-example-backup
      barmanObjectStore:
        destinationPath: s3://backups/
        endpointURL: http://minio:9000
        s3Credentials:
          accessKeyId:
            name: minio
            key: ACCESS_KEY_ID
          secretAccessKey:
            name: minio
            key: ACCESS_SECRET_KEY
```

51.11.17 cluster-example-with-volume-snapshot.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-with-volume-snapshot
spec:
  instances: 3
  primaryUpdateStrategy: unsupervised

  # Persistent storage configuration
  storage:
    storageClass: csi-hostpath-sc
    size: 1Gi
  walStorage:
    storageClass: csi-hostpath-sc
    size: 1Gi

  # Backup properties
  backup:
    volumeSnapshot:
      className: csi-hostpath-snapclass
    barmanObjectStore:
      destinationPath: s3://backups/
      endpointURL: http://minio:9000
      s3Credentials:
        accessKeyId:
          name: minio
          key: ACCESS_KEY_ID
        secretAccessKey:
          name: minio
          key: ACCESS_SECRET_KEY
      wal:
        compression: gzip
```

51.11.18 backup-with-volume-snapshot.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: backup-with-volume-snapshot
spec:
  method: volumeSnapshot
  cluster:
    name: cluster-example-with-volume-snapshot
```

51.11.19 cluster-example-replica-from-volume-snapshot.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-replica-from-snapshot
spec:
  instances: 1

  storage:
    storageClass: csi-hostpath-sc
    size: 1Gi
  walStorage:
    storageClass: csi-hostpath-sc
    size: 1Gi

  bootstrap:
    recovery:
      source: cluster-example-with-volume-snapshot
      volumeSnapshots:
        storage:
          name: cluster-example-with-volume-snapshot-2-1692618163
          kind: VolumeSnapshot
          apiGroup: snapshot.storage.k8s.io
        walStorage:
          name: cluster-example-with-volume-snapshot-2-wal-1692618163
          kind: VolumeSnapshot
          apiGroup: snapshot.storage.k8s.io

  replica:
    enabled: true
    source: cluster-example-with-volume-snapshot

  externalClusters:
    - name: cluster-example-with-volume-snapshot

      connectionParameters:
        host: cluster-example-with-volume-snapshot-rw.default.svc
        user: postgres
        dbname: postgres
      password:
        name: cluster-example-with-volume-snapshot-superuser
        key: password

      barmanObjectStore:
        destinationPath: s3://backups/
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      endpointURL: http://minio:9000
      s3Credentials:
        accessKeyId:
          name: minio
          key: ACCESS_KEY_ID
        secretAccessKey:
          name: minio
          key: ACCESS_SECRET_KEY
      wal:
        maxParallel: 8
```

51.11.20 cluster-example-replica-streaming.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-replica-example
spec:
  instances: 1

  bootstrap:
    pg_basebackup:
      source: cluster-example

  replica:
    enabled: true
    source: cluster-example

  storage:
    size: 1Gi
  # note the namespace default in the host name `cluster-example-rw.default.svc`
  # remember to change accordingly with the namespace of the main cluster
  externalClusters:
    - name: cluster-example
      connectionParameters:
        host: cluster-example-rw.default.svc
        user: streaming_replica
        sslmode: verify-full
        dbname: postgres
      # NOTE: if this cluster is created in a different namespace than the main␣
↪cluster
      # remember to create the `-replication` and `-ca` secrets in the follower␣
↪namespace
      # before creating the follower cluster
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    sslKey:
      name: cluster-example-replication
      key: tls.key
    sslCert:
      name: cluster-example-replication
      key: tls.crt
    sslRootCert:
      name: cluster-example-ca
      key: ca.crt
```

51.11.21 postgis-example.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgis-example
spec:
  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:18.4-minimal-trixie
  instances: 1

  storage:
    size: 1Gi

  postgresql:
    extensions:
      - name: postgis
        image:
          reference: ghcr.io/cloudnative-pg/postgis-extension:3.6.1-18-trixie
        ld_library_path:
          - system
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: postgis-example-app
spec:
  name: app
  owner: app
  cluster:
    name: postgis-example
  extensions:
    - name: postgis
      version: "3.6.1"
    - name: postgis_raster
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    - name: postgis_sfcgal
    - name: fuzzystrmatch
    - name: address_standardizer
    - name: address_standardizer_data_us
    - name: postgis_tiger_geocoder
    - name: postgis_topology
```

51.11.22 cluster-example-with-roles.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-with-roles
spec:
  instances: 3
  storage:
    size: 1Gi

  managed:
    roles:
      - name: app
        createdb: true
        login: true
      - name: dante
        ensure: present
        comment: my database-side comment
        login: true
        superuser: false
        createdb: true
        createrole: false
        inherit: false
        replication: false
        bypassrls: false
        connectionLimit: 4
        validUntil: "2053-04-12T15:04:05Z"
        inRoles:
          - pg_monitor
          - pg_signal_backend
        passwordSecret:
          name: cluster-example-dante
- --
apiVersion: v1
data:
  username: ZGFudGU=
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  password: ZGFudGU=
kind: Secret
metadata:
  name: cluster-example-dante
type: kubernetes.io/basic-auth
```

51.11.23 role-examples.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: DatabaseRole
metadata:
  name: cluster-example-reporting
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  name: reporting
  login: true
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: DatabaseRole
metadata:
  name: role-dante
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  name: dante
  comment: my database-side comment
  login: true
  superuser: false
  createdb: true
  createrole: false
  inherit: false
  clientCertificate:
    enabled: true
  replication: false
  bypassrls: false
  connectionLimit: 4
  validUntil: "2053-04-12T15:04:05Z"
  inRoles:
    - pg_monitor
    - pg_signal_backend
  passwordSecret:
    name: cluster-example-dante
- --
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
apiVersion: v1
data:
  username: ZGFudGU=
  password: ZGFudGU=
kind: Secret
metadata:
  name: cluster-example-dante
  labels:
    cnpg.io/reload: "true"
type: kubernetes.io/basic-auth
```

51.11.24 cluster-example-managed-services.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-managed-services
spec:
  instances: 1
  storage:
    size: 1Gi

  managed:
    services:
      ## disable the default services
      disabledDefaultServices: ["ro", "r"]
      additional:
        - selectorType: rw
          serviceTemplate:
            metadata:
              name: "test-rw"
              labels:
                test-label: "true"
              annotations:
                test-annotation: "true"
            spec:
              type: LoadBalancer
```

51.11.25 cluster-example-with-tablespaces.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  name: cluster-example-with-tablespaces
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi

  tablespaces:
    - name: atablespace
      storage:
        size: 1Gi
        storageClass: standard
      temporary: true
    - name: another_tablespace
      storage:
        size: 2Gi
        storageClass: standard
      temporary: true
    - name: tablespacea1
      storage:
        size: 2Gi
        storageClass: standard
```

51.11.26 cluster-example-with-tablespaces-backup.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-with-tablespaces
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi

  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: s3://backups/
      endpointURL: http://minio:9000
      s3Credentials:
        accessKeyId:
          name: minio
          key: ACCESS_KEY_ID
        secretAccessKey:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        name: minio
        key: ACCESS_SECRET_KEY
    wal:
      compression: gzip

  tablespaces:
    - name: atablespace
      storage:
        size: 1Gi
        storageClass: standard
    - name: another_tablespace
      storage:
        size: 2Gi
        storageClass: standard
    - name: tablespacea1
      storage:
        size: 2Gi
        storageClass: standard
```

51.11.27 cluster-restore-with-tablespaces.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-restore-with-tablespaces
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi

  bootstrap:
    recovery:
      backup:
        name: cluster-example-with-tablespaces-20231128093940

  tablespaces:
    atablespace:
      storage:
        size: 1Gi
        storageClass: standard
    another_tablespace:
      storage:
        size: 2Gi
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        storageClass: standard
    tablespacea1:
      storage:
        size: 2Gi
        storageClass: standard
```

51.11.28 pooler-external.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Pooler
metadata:
  name: pooler-example-rw
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  instances: 3
  type: rw
  serviceTemplate:
    metadata:
      labels:
        app: pooler
    spec:
      type: LoadBalancer
  pgbouncer:
    poolMode: session
    parameters:
      max_client_conn: "1000"
      default_pool_size: "10"
```

51.11.29 cluster-example-logical-source.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: DatabaseRole
metadata:
  name: cluster-example-app
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  name: app
  login: true
  replication: true
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  imageName: ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql:17

  storage:
    size: 1Gi

  bootstrap:
    initdb:
      postInitApplicationSQL:
        - CREATE TABLE numbers (i SERIAL PRIMARY KEY, m INTEGER)
        - INSERT INTO numbers (m) (SELECT generate_series(1,10000))
        - ALTER TABLE numbers OWNER TO app
        - CREATE TABLE numbers_two (i SERIAL PRIMARY KEY, m INTEGER)
        - INSERT INTO numbers_two (m) (SELECT generate_series(1,10000))
        - ALTER TABLE numbers_two OWNER TO app
        - CREATE SCHEMA another_schema
        - ALTER SCHEMA another_schema OWNER TO app
        - CREATE TABLE another_schema.numbers_three (i SERIAL PRIMARY KEY, m INTEGER)
        - INSERT INTO another_schema.numbers_three (m) (SELECT generate_series(1,
↪10000))
        - ALTER TABLE another_schema.numbers_three OWNER TO app

  replicationSlots:
    highAvailability:
      synchronizeLogicalDecoding: true

  postgresql:
    parameters:
      hot_standby_feedback: "on"
      sync_replication_slots: "on"

- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: cluster-example-pub
spec:
  name: pub
  dbname: app
  cluster:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    name: cluster-example
  target:
    allTables: true
```

51.11.30 cluster-example-logical-destination.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-dest
spec:
  instances: 1

  storage:
    size: 1Gi

  bootstrap:
    initdb:
      import:
        type: microservice
        schemaOnly: true
        databases:
          - app
        source:
          externalCluster: cluster-example

  externalClusters:
    - name: cluster-example
      connectionParameters:
        host: cluster-example-rw.default.svc
        user: app
        dbname: app
      password:
        name: cluster-example-app
        key: password
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Subscription
metadata:
  name: cluster-example-dest-sub
spec:
  cluster:
    name: cluster-example-dest
  name: sub
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  dbname: app
  publicationName: pub
  externalClusterName: cluster-example
  parameters:
    failover: "true"
```

51.11.31 Publication-example.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: publication-example
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  name: pub-all
  dbname: app
  target:
    allTables: true
```

51.11.32 Publication-example-objects.yaml

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: publication-example-objects
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  name: pub-objects
  dbname: app
  target:
    objects:
      - tablesInSchema: public
      - table:
          schema: another_schema
          name: numbers_three
          only: true
```

51.11.33 subscription-example.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Subscription
metadata:
  name: subscription-sample
spec:
  name: sub
  dbname: app
  publicationName: pub-all
  cluster:
    name: cluster-example-dest
  externalClusterName: cluster-example
```

51.11.34 Database-example.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: db-one
spec:
  name: one
  owner: app
  cluster:
    name: cluster-example
```

51.11.35 Database-example-icu.yaml

```yaml
#  NOTE: this manifest will only work properly if the Postgres version supports

#  ICU locales and rules (version 16 and newer)

apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: db-icu
spec:
  name: declarative-icu
  owner: app
  encoding: UTF8
  localeProvider: icu
  icuLocale: en
  icuRules: fr
  template: template0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
cluster:
  name: cluster-example
```

第52章　Networking

CloudNativePG は、基になる Kubernetes クラスターに必要な接続が既に設定されていることを前提としています。Kubernetes でのネットワーキングは、重要かつ拡張されたトピックです。詳細については、

Kubernetes documentation を参照してください。

クイックスタートガイドに従ってローカルの KinD または K3d クラスターに CloudNativePG をインストールしている場合、どちらのプラットフォームもデフォルトでネットワーク制限を追加しないため、ネットワークの問題は発生しないはずです。

ただし、既存のインフラストラクチャに CloudNativePG を展開する場合、ネットワーク制限が適用される場合があり、オペレーターと PostgreSQL クラスターとの通信を損なう可能性があります。具体的には、既存の Network Policies

特定の種類のトラフィックを制限する場合があります。

または、セキュリティを強化するために環境にネットワークポリシーを追加することに興味がある場合があります。*security document* で述べたように、オペレーターがポート 8000 および 5432 ですべてのクラスターポッドに到達でき、ポッドが相互に接続できることを確認してください。

52.1 オペレーターのクロス名前空間ネットワークポリシー

クイックスタートガイドに従うか、展開に helm チャートを使用すると、オペレーターが専用の名前空間デフォルトで `cnpg-system` にインストールされます。クラスターは別の名前空間に作成することをお勧めします。

オペレーターはクラスターポッドに接続できる必要があります。これは、名前空間を越えたトラフィックを制限する `NetworkPolicy` がある場合、妨げられる可能性があります。

例、kubernetes guide on network policies

デフォルトですべての入力トラフィックを拒否するポリシーの例が含まれています。

ローカル kubernetes セットアップにこの種の制限的なネットワークポリシーがある場合、`NetworkPolicy` を作成して、オペレーター名前空間とポッドからクラスター名前空間とポッドへの接続を明示的に許可する必要があります。このリポジトリの *networkpolicy-example.yaml* ファイルに例があります。特定のセットアップに一致するようにクラスター名とクラスター名前空間を調整する必要があることに注意してください。デフォルトの名前空間でない場合は、オペレーター名前空間も調整する必要があります。

52.2 クロスクラスターネットワーキング

別のクラスターから レプリカクラスターのブートストラップ を使用している間、または externalClusters セクションを使用している場合、関係するすべてのクラスター、オブジェクトストア、および名前空間間の接続を確認します。

繰り返しになりますが、Kubernetes documentation を参照してください。

セットアップ情報については。

52.2.1 networkpolicy-example.yaml

```yaml
#  This network policy allows ingress from the CNPG operator

#  installed in namespace cnpg-system into the pods corresponding

#  to a cluster named cluster-example

apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: allow-operator
spec:
  podSelector:
    matchLabels:
      cnpg.io/cluster: cluster-example # The label value must be the cluster name
  ingress:
    - from:
        - namespaceSelector:
            matchLabels:
              kubernetes.io/metadata.name: cnpg-system # Namespace where the operator␣
↪is deployed
          podSelector:
            matchLabels:
              app.kubernetes.io/name: cloudnative-pg # Matches the Operator pod
      ports:
        - port: 8000
        - port: 5432
```

第53章　Benchmarking

CNPG kubectl プラグインは、CloudNativePG を使用して Kubernetes で PostgreSQL 展開をベンチマークする簡単な方法を提供します。

ベンチマークは、2 つの側面に焦点を当てています。

- **データベース** 、 pgbench に依存すること
- **ストレージ** fio に依存すること

> **注釈**
>
> *pgbench* および `fio` は、ステージングまたは実稼働前環境で実行する必要があります。運用環境ではこれらのプラグインを使用しないでください。データベースと、同じ共有環境で実行される他のワークロード/アプリケーションに壊滅的な結果をもたらす可能性があります。

53.1 pgbench

`kubectl` CNPG プラグインコマンド `pgbench` は、既存の Postgres クラスターに対してユーザー定義の `pgbench` ジョブを実行します。

`--dry-run` フラグを介して、後の変更/実行のためにジョブのマニフェストを生成できます。

`pgbench` を使用した一般的なコマンド構造は次のとおりです。

```
kubectl cnpg pgbench \
  -n <namespace> <cluster-name> \
  --job-name <pgbench-job> \
  --db-name <db-name> \
  -- <pgbench options>
```

> **注釈**
>
> pgbench を参照してください。

ジョブで使用される特定のオプションについては、

この例では、 `pgbench` OLTP のような目的で、スケールファクター 1000 を使用して `cluster-example` という名前の `Cluster` の `app` データベースを初期化する `pgbench-init` というジョブを作成します。

```
kubectl cnpg pgbench \
  --job-name pgbench-init \
  cluster-example \
  -- --initialize --scale 1000
```

> **注釈**
>
> これにより、100000000 レコードを含むデータベースが生成され、ディスク上に約 13GB の領域が必要です。

ジョブの進行状況は次の方法で確認できます。

```
kubectl logs jobs/pgbench-run
```

次の例では、単一の接続を使用して、以前に初期化されたデータベースに対して 30 秒間 pgbench を実行する pgbench-run というジョブを作成します。

```
kubectl cnpg pgbench \
  --job-name pgbench-run \
  cluster-example \
  -- --time 30 --client 1 --jobs 1
```

次の例では、 --db-name フラグと pgbench 名前空間を使用して、既存のデータベースに対して pgbench を実行します。

```
kubectl cnpg pgbench \
  --db-name pgbench \
  --job-name pgbench-job \
  cluster-example \
  -- --time 30 --client 1 --jobs 1
```

デフォルトでは、ジョブに有効期限はありません。 --ttl フラグを使用して自動削除を有効にできます。ジョブは指定された期間秒単位で削除されます。

```
kubectl cnpg pgbench \
  --job-name pgbench-run \
  --ttl 600 \
  cluster-example \
  -- --time 30 --client 1 --jobs 1
```

特定のワーカーノードで pgbench ジョブを実行する場合は、--node-selector オプションを使用できます。 workload=pgbench ラベルを持つノードで以前の初期化ジョブを実行する場合、次のことを実行できます。

```
kubectl cnpg pgbench \
  --db-name pgbench \
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  --job-name pgbench-init \
  --node-selector workload=pgbench \
  cluster-example \
  -- --initialize --scale 1000
```

ジョブステータスは、次のコマンドを実行して取得できます。

```
kubectl get job/pgbench-job -n <namespace>

NAME       COMPLETIONS   DURATION   AGE
job-name   1/1           15s        41s
```

ジョブが完了すると、次のことを実行して結果を収集できます。

```
kubectl logs job/pgbench-job -n <namespace>
```

53.2 fio

kubectl CNPG プラグインコマンド `fio` は、デフォルト値と読み取り操作を使用して fio ジョブを実行します。`--dry-run` フラグを介して、後の変更/実行のためにジョブのマニフェストを生成できます。

> **注釈**
>
> kubectl プラグインコマンド `fio` は、ConfigMap を使用して事前定義された fio ジョブ値を使用してデプロイメントを作成します。カスタムジョブ値を提供する場合は、 *--dry-run* フラグを使用してマニフェストを生成し、生成された ConfigMap でカスタムジョブ値を提供することをお勧めします。

デフォルトの使用例

```
kubectl cnpg fio <fio-name>
```

カスタム値を使用した例

```
kubectl cnpg fio <fio-name> \
  -n <namespace>  \
  --storageClass <name> \
  --pvcSize <size>
```

`fio` 名前空間の `standard` および `pvcSize:  2Gi` という名前の `StorageClass` に対して `fio` コマンドを実行する方法の例

```
kubectl cnpg fio fio-job \
  -n fio  \
  --storageClass standard \
  --pvcSize 2Gi
```

展開ステータスは、次のコマンドを実行して取得できます。

```
kubectl get deployment/fio-job -n fio

NAME          READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
fio-job        1/1     1            1           14s
```

kubectl プラグインコマンド `fio` を実行した後。

それは次のことを行います。

1. PVC を作成する
2. fio ジョブの構成を表す ConfigMap を作成します
3. 単一のポッドで構成される fio 展開を作成し、PVC で fio を実行し、ベンチマークの完了後にグラフを作成し、ウェブサーバーで生成されたファイルの提供を開始します。そのためには、fio-tools イメージを使用します。

デプロイメントによって作成されたポッドは、結果の提供を開始すると準備が整います。デプロイメントによって作成されるポッドのポートを転送できます

```
kubectl port-forward -n <namespace> deployment/<fio-name> 8000
```

次に、ブラウザを使用して `http://localhost:8000/` に接続してデータを取得します。

PostgreSQL ワークロードをエミュレートするために、デフォルトの 8k ブロックサイズが選択されました。使用可能な IOPS の量を制限するディスクは、このパラメーターを変更すると、非常に異なるスループット値を示す場合があります。

以下は、専用の Kubernetes ノードにマウントされたローカルディスクへのシークエンシャル書き込みの図の例 1 時間ベンチマーク。

すべてのテストが完了したら、fio 展開とリソースを次の方法で削除できます。

```
kubectl cnpg fio <fio-job-name> --dry-run | kubectl delete -f -
```

fio 展開の作成に使用したものと同じ名前を使用して、必要に応じて名前空間を追加します。

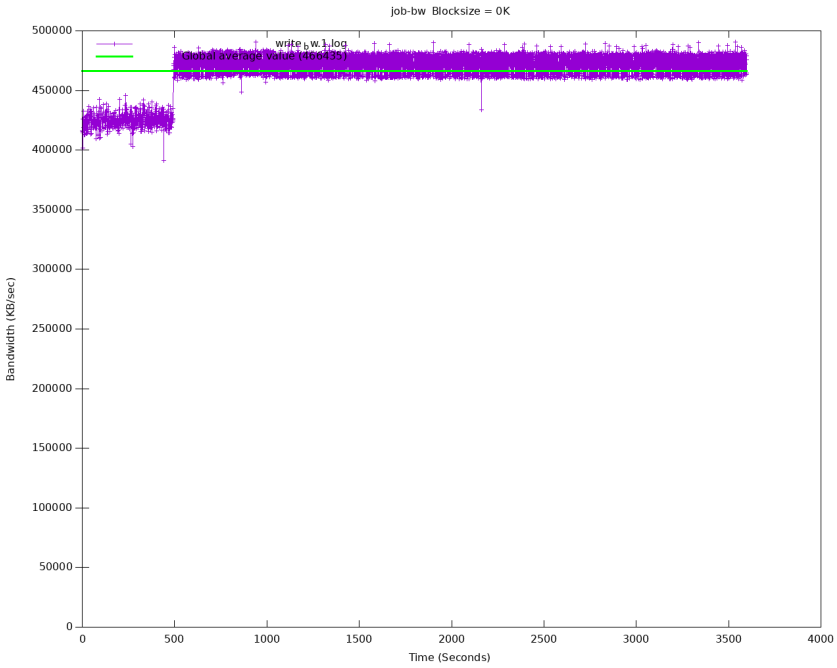


図 1: Sequential writes bandwidth

第54章　Frequently Asked Questions (FAQ)

54.1 KubernetesでのPostgreSQLの実行

**PostgreSQLのようなステートフルワークロードはKubernetesでは実行できないことは誰もが知っています。なぜ逆に言うのですか？*

2021年9月の _independent research survey commissioned by the Data on KubernetesCommunity_ では、回答者の半数が運用ワークロードのほとんどをKubernetesで実行していることが明らかになりました。90％がKubernetesがステートフルワークロードに対応する準備ができていると考えており、70％が本番環境でデータベースを実行しています。Postgresのようなデータベース。しかし、彼らによると、知識ギャップ一般にKubernetesとクラウドネイティブは急な学習曲線を持っていますや、Kubernetesオペレーターの品質など、重要な課題が残っています。後者は、CloudNativePGのようなオペレーターがプロジェクトの成功に大きく貢献すると信じる理由です。

私たちのようなデータベース愛好家にとって、真のゲームチェンジャーは、_Kubernetes 1.14 in April 2019_ でのローカル永続ボリュームのサポートの導入でした。

CloudNativePGは、不変のアプリケーションコンテナに基づいて構築されています。それはどういう意味ですか？

マイクロサービスアーキテクチャパターンによると、コンテナは単一のアプリケーションまたはプロセスを実行するように設計されています。その結果、このようなコンテナイメージは、メインアプリケーションを単一のエントリポイントいわゆるPID 1プロセスとして実行するようにビルドされます。

Kubernetesの用語では、アプリケーションはワークロードと呼ばれます。ワークロードは、Webアプリケーションサーバーのようなステートレスまたはデータベースのようなステートフルにすることができます。この概念をPostgreSQLにマッピングすると、不変アプリケーションコンテナは、実行され、単一の特定のバージョン不変コンテナイメージ内のバージョンに関連付けられている単一の「postgres」プロセスです。

SSH、systemd、またはsyslogなどの他のプロセスは許可されません。

不変のアプリケーションコンテナは、依然としてコンテナを解釈して使用する非常に一般的な方法である可変システムコンテナとは対照的です。

不変とは、コンテナがその存続期間中に変更されないことを意味します。更新、パッチ、構成変更はありません。アプリケーションコードを更新するか、パッチを適用する必要がある場合は、新しいイメージをビルドして再展開します。不変性により、展開がより安全で反復可能になります。

詳細については、 _"Why EDB chose immutable application containers"_ を参照してください。

クラウドネイティブとはどういう意味ですか?

Cloud Native Computing Foundationは、用語「 _Cloud Native_ 」を定義しています。ただし、2ndQuadrantでCloud Native PostgreSQL / CloudNativePGオペレーターが開始されて以来、開発チームはクラウドネイティブを3つの主要なコンセプトとして解釈してきました。

1. 人、および原則とプロセスに基づいた、既存の健全で、本物の、豊かな DevOps 文化。これにより、チームと組織がチームのチームとして継続的に変化し、結果と成果の提供を革新および加速できます。より安全、より効率、そしてより魅力的な方法でビジネスの価値を引き出します
2. 不変のアプリケーションコンテナに基づいたマイクロサービスアーキテクチャ
3. Kubernetes などのこれらのコンテナを管理およびオーケストレーションする方法

現在、コンテナオーケストレーションのデファクト標準は Kubernetes であり、クラウドネイティブアプリケーションの展開、管理、およびスケーラビリティを自動化します。

私たちの共鳴をもたらすクラウドネイティブのもう 1 つの定義は、_"Kubernetes Patterns", published by O'Reilly_ で Ibryam と Huß によって定義されたものです。

> コンテナ化されたマイクロサービスを大規模に自動化するための原則、パターン、ツール

ベアメタル Kubernetes で CloudNativePG を実行できますか?

はい、確かに。ベアメタルで Kubernetes を実行できます。また、ローカルに接続されたストレージを使用する 1 つ以上の物理ワーカーノードを PostgreSQL ワークロード専用にすると、最大かつ予測可能な I/O パフォーマンスを実現できます。

CloudNativePG の元となる実際のクラウドネイティブ PostgreSQL プロジェクトは、同じベアメタルサーバー上のストレージと PostgreSQL を、最初に Linux で直接、次に Kubernetes 内でベンチマークした 2019 年のパイロットプロジェクトの後に生まれました。予想されたように、実験では、ローカル永続ボリュームを介して Kubernetes で実行されているコンテナによってもたらされたパフォーマンスへのごくわずかな影響のみが示されたため、クラウドネイティブイニシアチブを続行できます。

ファイルシステムレプリケーションの代わりに PostgreSQL レプリケーションを使用する必要があるのはなぜですか?

Architecture: Synchronizing the state をお読みください

セクション。

PostgreSQL をコンテナとして実行する代わりに、オペレーターを使用する必要があるのはなぜですか?

Kubernetes で PostgreSQL を実行するための最も基本的なアプローチは、Kubernetes での展開の最小単位であるポッドを使用し、レプリカのない Postgres コンテナを実行することです。Postgres データディレクトリをホスティングするボリュームはポッドにマウントされ、通常はネットワークストレージにあります。この場合、Kubernetes は問題が発生した場合にポッドを再起動するか、別の Kubernetes ノードに移動します。

最も洗練されたアプローチは、演算子を使用して PostgreSQL を実行することです。オペレーターは Kubernetes コントローラーの拡張機能であり、ビジネス継続性のコンテキストで複雑なアプリケーションがどのように動作するかを定義します。演算子パターンは、この目的のための Kubernetes の現在最先端の技術です。オペレーターは、自動化されたプログラム的な方法で人間のオペレーターの作業をシミュレートします。

Postgres は複雑なアプリケーションであり、オペレーターはクラスターを展開する最初のステップだけでなく、予期しないイベントの後に適切に対応する必要があります。典型的な例は、フェイルオーバーの例です。

オペレーターは、自己修復、スケーラビリティ、レプリケーション、高可用性、バックアップ、リカバリー、更新、アクセス、リソース制御、ストレージ管理などの機能で Kubernetes に依存しています。また、ログ管理および監視インフラストラクチャへの PostgreSQL クラスターの統合も促進します。

CloudNativePG は、宣言的構成を介して PostgreSQL クラスターの目的の状態を定義できます。Kubernetes は、Kubernetes コントローラによって開始される調整ループを介して、インフラストラクチャの現在の状態が目的の状態と一致することを継続的に確認します。目的の状態と実際の状態が一致しない場合、調整ループは自己修復プロシージャーをトリガーします。そこで、CloudNativePG のようなオペレーターが登場します。

Postgres の他の演算子はありますか?

はい、もちろんです。そして、私たちのアドバイスは、決定を行う前に、それらをすべて見て CloudNativePG と比較することです。これらのオペレーターのほとんどは、外部フェールオーバー管理ツール Patroni または同様のツールを使用し、StatefulSet に依存していることがわかります。

これは、GitHub での公開からの時系列での非完全なリストです。

- Crunchy Data Postgres Operator 2017
- Zalando Postgres Operator 2017
- Stackgres 2020
- Percona Operator for PostgreSQL 2021
- Kubegres 2021

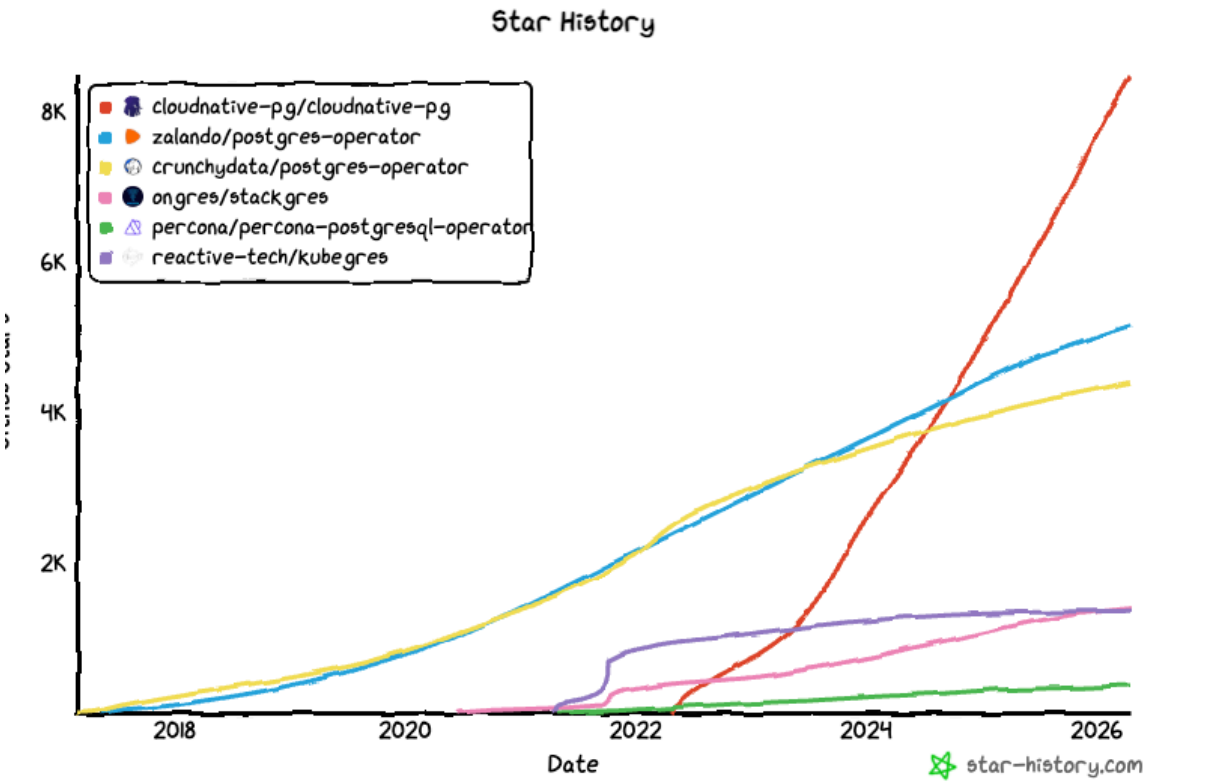


図 1: star history

関連する欠落エントリを PR としてご自由に報告してください。

> **注釈**
>
> Data on Kubernetes Community

メンテナーの一部を含むは、 Operator Feature Matrix と呼ばれるオペレーターをリストする独立したベンダー中立プロジェクトに取り組んでいます。

CloudNativePG は完全な宣言的演算子であると言います。それはどういう意味ですか？

最も簡単な方法は、命令的構成との違いを強調する例を介して宣言的構成を説明することです。命令的コンテキストでは、状態は順番に実行される一連のタスクとして定義されます。したがって、最初のインスタンスを作成し、レプリケーションの構成、2 番目のインスタンス、3 番目のインスタンスのクローンを作成することにより、3 ノードの PostgreSQL クラスターを取得できます。

宣言的アプローチでは、システムの状態は構成を使用して定義されます。つまり、2 つのレプリカを持つ PostgreSQL 18 クラスターがあります。このアプローチは、変更管理操作を非常に簡素化し、これらが Git のようなソース制御システムに保存されると、Infrascriptor as Code 機能が有効になります。そして、Kubernetes は、私たちの要求が常に満たされることを保証するため、展開よりもさらに進んでいます。

Kubernetes で PostgreSQL を実行するために必要なスキルは何ですか?

Kubernetes で PostgreSQL を実行するには、DevOps チームに PostgreSQL と Kubernetes の両方のスキルが必要です。最高のエクスペリエンスは、データベース管理者が Kubernetes のコア概念を理解し、Kubernetes 管理者と対話できる場合です。

私たちのアドバイスは、クラウドネイティブ PostgreSQL を完全に活用して、CNCF 認定プログラムから「Certified Kubernetes AdministratorCKA」ステータスを取得したいと考えているすべての人を対象としています。

CloudNativePG はステートフルセットを使用しないのはなぜですか?

CloudNativePG は `StatefulSet` リソースに依存せず、代わりに、動的プロビジョニング用に選択されたストレージクラスを活用して、基になる PVC を直接管理します。この決定の背後にある理由と詳細については、*Custom Pod Controller* セクションを参照してください。

54.2 高可用性

オペレーターポッドが停止するか、特定の時間使用できない場合、PostgreSQL クラスターはどうなりますか?

CloudNativePG オペレーターは、特に、自己修復機能を担当します。そのため、オペレーターの停止中は利用できない場合があります。

ただし、停止が PostgreSQL クラスターが実行されているノードに影響を与えないと仮定すると、データベースは、関連する Kubernetes サービスを介して通常の操作を提供し続けます。さらに、各 PostgreSQL ポッド内で実行される **インスタンスマネージャーのインプレース更新** は引き続き動作し、ロギング、メトリックのエクスポート、WAL ファイルの継続的アーカイブなどのアクセサリサービスを含む、データベースサーバーがアップしていることを確認します。

要約すると

オペレーターの停止は、必ずしも PostgreSQL データベースの停止を意味するわけではありません。それは、DBA またはシステム管理者なしでデータベースを実行するようなものです。

CloudNativePG が Patroni、repmgr、Stolon のようなフェールオーバー管理ツールに依存しない理由は何ですか?

CloudNativePG を開発するチームの一部は、過去に repmgr に深く関わっていましたが、私たちは別のアプローチを取って Kubernetes コントローラを直接拡張し、Kubernetes API サーバーに依存して Postgres クラスターのステータスを保持し、使用することにしました。以下の真実の唯一の情報源として

- 主に自動フェイルオーバーとスイッチオーバーを介して Postgres クラスターの高可用性を制御し、インスタンスマネージャーのインプレース更新 と調整します
- Kubernetes サービス、つまりアプリケーションのエントリポイントを制御します

フェールオーバーに続いて、元のプライマリを新しいプライマリと手動で再同期する必要がありますか?

いいえ。オペレーターはそれを自動的に行い、 `pg_rewind` に依存して元のプライマリと新しいプライマリを同期します。

第55章　API Reference

55.1 Packages

- *postgresql.cnpg.io/v1*

55.2 postgresql.cnpg.io/v1

パッケージ v1 には、postgresql v1 API グループの API スキーマ定義が含まれています

55.2.1 Resource Types

- *Appendix A - Backup on object stores*
- マルチアベイラビリティーゾーン *Kubernetes* クラスター
- *ClusterImageCatalog*
- アプリケーションデータベースの構成
- *DatabaseRole*
- *DatabaseRoleList*
- *FailoverQuorum*
- *ClusterImageCatalog*
- *Pooler*
- *Publication*
- *ScheduledBackup*
- *Subscription*

55.2.2 AffinityConfiguration

AffinityConfiguration には、ポッドのアフィニティルールを作成するために必要な情報が含まれています

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
enablePodAntiAffinity _boolean_	ポッドのアンチアフィニティをアクティブにします。このフィールドが明示的に false に設定されていない限り、オペレーターはポッドのアンチアフィニティを定義します			
topologyKey _string_	アンチアフィニティ構成に使用するトポロジキー。その詳細については、k8s ドキュメントを参照してください			
nodeSelector _object (keys:string, values:string)_	NodeSelector は、ポッドを実行できるノードを定義するために使用されるキーと値ペアのマップです。詳細 https://kubernetes.io/docs/concepts/configuration/assign-pod-node/			
nodeAffinity _ NodeAffinity _	NodeAffinity は、ポッドのノードアフィニティスケジューリングルールを説明します。詳細 https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/assign-pod-node/#node-affinity			
tolerations _ 許容範囲 **array**_	Tolerations は、汚染されたノードで実行できるようにするために、すべてのポッドに設定する必要がある許容範囲のリストです。詳細情報 https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/taint-and-toleration/			
podAntiAffinityType _string_	PodAntiAffinityType を使用すると、ユーザーは、クラスターインスタンス間のポッドアンチアフィニティを、スケジュール中に強い要件と見なす必要があるかどうかを決定できます。使用できる値は「preferred」空の場合のデフォルトまたは「required」です。 「required」に設定すると、既存のすべてのノードが必要なポッドのアンチアフィニティルールと一致しない場合、新しい kubernetes ノードが追加されるまでインスタンスが保留されたままになる可能性があります。詳細 https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/assign-pod-node/#inter-pod-affinity-and-anti-affinity			

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
additionalPodAntiAffinity _ PodAntiAffinity _	AdditionalPodAntiAffinity では、 EnablePodAntiAffinity が true デフォルトに設定されている場合にオペレーターが生成した用語に追加するポッドアンチアフィニティ用語、false に設定されている場合に排他的に使用されるポッドアンチアフィニティ用語を指定できます。			
additionalPodAffinity _ PodAffinity _	AdditionalPodAffinity では、すべてのクラスターのポッドに渡されるポッドアフィニティ用語を指定できます。			

55.2.3 AvailableArchitecture

AvailableArchitecture は、クラスターのアーキテクチャの状態を表します

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
goArch _string_	GoArch は実行可能アーキテクチャの名前です	True		
hash _string_	ハッシュは実行可能ファイルのハッシュです	True		

55.2.4 Backup

バックアップリソースは、ユーザーによる PostgreSQL バックアップの要求です。

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*Backup*	True		
metadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		

次のページに続く

表 3 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
spec _ *BackupSpec* _	バックアップの目的の動作の仕様。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status	True		
status _ *BackupStatus* _	最近観察されたバックアップのステータス。このデータは最新でない可能性があります。システムによって設定されます。読み取り専用。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status			

55.2.5 BackupConfiguration

BackupConfiguration は、クラスターのバックアップを取得する方法を定義します。サポートされているバックアップ方法は、BarmanObjectStore と VolumeSnapshot です。詳細と例については、ドキュメントのバックアップとリカバリーセクションを参照してください。

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
volumeSnapshot _ *VolumeSnapshotConfiguration* _	VolumeSnapshot は、ボリュームスナップショットバックアップを実行するための構成を提供します。			
barmanObjectStore _ BarmanObjectStoreConfiguration _	barman-cloud ツールスイートの構成			
retentionPolicy _string_	RetentionPolicy は、バックアップと WAL つまり '60d' に使用される保持ポリシーです。保持ポリシーは`XXu`の形式で表されます。ここで、*XX*`は正の整数、`*u*`は `*[dwm]*-日、週、月です。現在、BarmanObjectStore メソッドを使用する場合にのみ適用されます。			Pattern: *^[1-9][0-9]*[dwm]$*

次のページに続く

表 4 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
target _ BackupTarget _	バックアップを実行するインスタンスを決定するポリシー。使用可能なオプションは空の文字列で、デフォルトで `prefer-standby`ポリシー、バックアップを常にプライマリインスタンスで実行する `primary`、可能な場合は最も更新されたスタンバイでバックアップを実行する `prefer-standby`です。		prefer-standby	Enum: [primary prefer-standby]

55.2.6 BackupMethod

Underlying type: string

BackupMethod は、選択した PostgreSQL インスタンスの物理ベースのバックアップを実行する方法を定義します

登場場所:

- *BackupSpec*
- *BackupStatus*
- *ClusterStatus*
- *ScheduledBackupSpec*

Field	Description
volumeSnapshot	バックアップ方法ボリュームスナップショットとは、ボリュームスナップショット Kubernetes 機能を使用することを意味します
barmanObjectStore	BackupMethodBarmanObjectStore とは、barman を使用して PostgreSQL クラスターをバックアップすることを意味します
plugin	BackupMethodPlugin は、このバックアップをプラグインで処理する必要があることを意味します

55.2.7 BackupPhase

Underlying type: string

BackupPhase はバックアップのフェーズです

登場場所:

- *BackupStatus*

55.2.8 BackupPluginConfiguration

BackupPluginConfiguration には、バックアッププラグインが使用するバックアップ構成が含まれます

登場場所:

- *BackupSpec*
- *ScheduledBackupSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	Name は、このバックアップを管理するプラグインの名前です	True		
parameters _object (keys:string, values:string)_	パラメーターは、このバックアップのバックアッププラグインに渡される構成パラメーターです。			

55.2.9 BackupSnapshotElementStatus

BackupSnapshotElementStatus は、ボリュームスナップショット方式バックアップの一部であるボリュームスナップショットです

登場場所:

- *BackupSnapshotStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	Name はスナップショットリソース名です	True		
type _string_	タイプは、クラスター内のスナップショットのロールです。PG_DATA、PG_WAL、PG_TABLESPACE など	True		
tablespaceName _string_	TablespaceName は、スナップショットされたテーブルスペースの名前です。タイプが PG_TABLESPACE の場合にのみ設定されます			

55.2.10 BackupSnapshotStatus

BackupSnapshotStatus volumeSnapshot 方法のバックアップ専用のフィールド

登場場所:

- *BackupStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
elements _ *BackupSnapshotElementStatus* **array**_	収集されたボリュームスナップショットが設定された要素リスト			

55.2.11 BackupSource

BackupSource には、復元する必要があるバックアップと、それを正しく復元するために必要な情報が含まれています。

登場場所:

- *BootstrapRecovery*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	参照先の名前。	True		
endpointCA _ SecretKeySelector _	EndpointCA は、バーマンエンドポイントの CA バンドルを保存します。自己署名証明書を使用して、証明書の発行者と barman-cloud-wal-archive でのエラーを回避する場合に役立ちます。			

55.2.12 BackupSpec

BackupSpec は、バックアップの望ましい状態を定義します

登場場所:

- *Appendix A - Backup on object stores*

Field	Description	Required	Default	Validation
cluster _ LocalObjectReference _	バックアップするクラスター	True		

次のページに続く

表 10 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
target _ *BackupTarget* _	このバックアップを実行するインスタンスを決定するポリシー。空の場合、デフォルトの `cluster.spec.backup.target`になります。使用可能なオプションは、空の文字列、`primary`および`prefer-standby`です。 `primary`は常にプライマリインスタンスでバックアップを実行します。`prefer-standby`は、可能な場合は最も更新されたスタンバイでバックアップを実行します。			Enum: [primary prefer-standby]
method _ *BackupMethod* _	使用するバックアップ方法、可能なオプションは`barmanObjectStore`、*volumeSnapshot*`または`*plugin*`です。デフォルト`*barmanObjectStore*		barmanObjectStore	Enum: [barmanObjectStore volumeSnapshot plugin]
pluginConfiguration _ *BackupPluginConfiguration* _	このバックアップを管理するプラグインに渡される構成パラメーター			
online _boolean_	ボリュームスナップショットを使用したバックアップのデフォルトのタイプがオンライン/ホット *true*、default またはオフライン/コールド *false* かどうか クラスターフィールド '.spec.backup.volumeSnapshot.online' で指定されたデフォルト設定をオーバーライドします			
onlineConfiguration _ *OnlineConfiguration* _	ボリュームスナップショットを使用してオンライン/ホットバックアップを制御する構成パラメーター クラスターで指定されたデフォルト設定をオーバーライドします '.backup.volumeSnapshot.onlineConfiguration' スタンザ			

55.2.13 BackupStatus

BackupStatus は、バックアップの監視された状態を定義します

登場場所:

- *Appendix A - Backup on object stores*

Field	Description	Required	Default	Validation
googleCredentials _ GoogleCredentials _	Google Cloud Storage にデータをアップロードするために使用する資格情報			
s3Credentials _ S3Credentials _	S3 にデータをアップロードするために使用する資格情報			
azureCredentials _ AzureCredentials _	Azure Blob Storage にデータをアップロードするために使用する資格情報			
majorVersion _integer_	バックアップが作成されたときに実行されていた PostgreSQL メジャーバージョン。	True		
endpointCA _ SecretKeySelector _	EndpointCA は、バーマンエンドポイントの CA バンドルを保存します。自己署名証明書を使用して、証明書の発行者と barman-cloud-wal-archive でのエラーを回避する場合に役立ちます。			
endpointURL _string_	クラウドにデータをアップロードするために使用されるエンドポイント、自動エンドポイント検出をオーバーライドする			
destinationPath _string_	バックアップを保存するパスつまり s3://bucket/path/to/folder このパスは、さまざまな宛先フォルダーで、WAL とデータに使用されます。これは、エラーが発生した場合に入力されない場合があります。			
serverName _string_	このパラメータが省略された場合、S3 のサーバー名、クラスター名が使用されます			
encryption _string_	S3 API に必要な暗号化方法			
backupId _string_	Barman バックアップの ID			
backupName _string_	Barman のバックアップの名前			
phase _ *BackupPhase* _	前回のバックアップステータス			
startedAt _ **バックアップからのポイント インタイム リカバリー** *PITR* _	バックアップツールによってバックアップの実行が開始されたとき			
stoppedAt _ **バックアップからのポイント インタイム リカバリー** *PITR* _	バックアップツールによってバックアップの実行が終了されたとき			
reconciliationStartedAt _ **バックアップからのポイント インタイム リカバリー** *PITR* _	オペレーターによってバックアッププロセスが開始されたとき			
reconciliationTerminatedAt _ **バックアップからのポイント インタイム リカバリー** *PITR* _	調整がオペレーターによって終了されたとき成功または失敗			
beginWal _string_	開始する WAL			
endWal _string_	エンディング WAL			

次のページに続く

表 11 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
beginLSN _string_	スタート xlog			
endLSN _string_	エンディング xlog			
error _string_	検出されたエラー			
commandOutput _string_	未使用。古いバージョンとの互換性のために保持されています。			
commandError _string_	エラーが発生した場合の backup コマンド出力			
backupLabelFile _integer **array**_	オンラインホットバックアップの場合に Postgres から返されたラベルファイルのコンテンツをバックアップします			
tablespaceMapFile _integer **array**_	オンラインホットバックアップの場合に Postgres によって返されるテーブルスペースマップファイルのコンテンツ			
instanceID _*InstanceID*_	バックアップが取得されたインスタンスを識別する情報			
snapshotBackupStatus _*BackupSnapshotStatus*_	ボリュームのステータススナップショットバックアップ			
method _*BackupMethod*_	使用されているバックアップ方法			
online _boolean_	バックアップがオンライン/ホット *true* またはオフライン/コールド *false*			
pluginMetadata _object (keys:string, values:string)_	プラグインのメタデータを含むマップ			

55.2.14 BackupTarget

Underlying type: string

BackupTarget は、バックアップの優先ターゲットを説明します

登場場所:

- *BackupConfiguration*
- *BackupSpec*
- *ScheduledBackupSpec*

55.2.15 BootstrapConfiguration

BootstrapConfiguration には、PostgreSQL クラスターの作成方法に関する情報が含まれています。サポートされているブートストラップ方法のうち、1 つのブートストラップ方法のみを定義できます。`initdb` は、指定しない場合、ブートストラップ方法として使用されます。詳細については、ドキュメントの Bootstrap ページを参照してください。

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
initdb _ *BootstrapInitDB* _	initdb を介してクラスターをブートストラップする			
recovery _ *BootstrapRecovery* _	バックアップからクラスターをブートストラップする			
pg_basebackup _ *BootstrapPgBaseBackup* _	互換性のある別の PostgreSQL インスタンスの物理バックアップを取得してクラスターをブートストラップする			

55.2.16 BootstrapInitDB

BootstrapInitDB は、initdb が使用される場合のブートストラッププロセスの構成です。詳細については、ドキュメントの Bootstrap ページを参照してください。

登場場所:

- *BootstrapConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
database _string_	アプリケーションが使用するデータベースの名前。デフォルト `app`			
owner _string_	アプリケーションが使用するインスタンス内のデータベースの所有者の名前。`database`キーの値のデフォルト。			
secret _ LocalObjectReference _	ユーザーデータベースの所有者の初期資格情報を含むシークレットの名前。空の場合、新しいシークレットは最初から作成されます			
options _string **array**_	クラスターの作成時に initdb に渡す必要があるオプションのリスト。非推奨これは、一貫性のない構成を引き起こす可能性があります。代わりに明示的に提供されたパラメーターを使用してください。定義されている場合、明示的な値は無視されます。			
dataChecksums _boolean_	*-k* `オプションを *initdb* に渡し、データページのチェックサムを有効にするかどうかデフォルト *false*			
encoding _string_	initdb のオプション`--encoding`として渡される値デフォルト `UTF8`			

次のページに続く

表 13 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
localeCollate _string_	initdb のオプション`--lc-collate`として渡される値デフォルト`C`			
localeCType _string_	initdb のオプション`--lc-ctype`として渡される値デフォルト`C`			
locale _string_	新しいデータベースにデフォルトの照合順序と文字分類を設定します。			
localeProvider _string_	このオプションは、新しいクラスターで作成されるデータベースのロケールプロバイダーを設定します。 PostgreSQL 16 から利用できます。			
icuLocale _string_	ICU プロバイダーを使用する場合に、ICU ロケールを指定します。このオプションでは、`localeProvider`を`icu`に設定する必要があります。 PostgreSQL 15 から利用できます。			
icuRules _string_	追加の照合ルールを指定して、デフォルトの照合順序の動作をカスタマイズします。このオプションでは、 `localeProvider`を`icu`に設定する必要があります。 PostgreSQL 16 から利用できます。			
builtinLocale _string_	ビルトインプロバイダーを使用する場合にロケール名を指定します。このオプションでは、 `localeProvider`を`builtin`に設定する必要があります。 PostgreSQL 17 から利用できます。			
walSegmentSize _integer_	initdb の`--wal-segsize`オプションに渡されるメガバイト単位の値 1〜1024 デフォルト空、PostgreSQL のデフォルト 16MB になります			Maximum: 1024 Minimum: 1
postInitSQL _string **array**_	クラスターが作成された直後に `postgres`データベースでスーパーユーザーとして実行される SQL クエリーのリスト - 細心の注意を払って使用しますデフォルトでは空			
postInitApplicationSQL _string **array**_	クラスターが作成された直後にアプリケーションデータベースでスーパーユーザーとして実行される SQL クエリーのリスト - 細心の注意を払って使用しますデフォルトでは空			

次のページに続く

表 13 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
postInitTemplateSQL _string **array**_	クラスターが作成された直後に `template1`データベースでスーパーユーザーとして実行される SQL クエリーのリスト - 細心の注意を払って使用しますデフォルトでは空			
import _ *Import* _	論理バックアップ `pg_dump`および`pg_restore`を使用して既存の PostgreSQL インスタンスからデータをインポートすることにより、新しいクラスターをブートストラップします			
postInitApplicationSQLRefs _ *SQLRefs* _	クラスターが作成された直後にアプリケーションデータベースでスーパーユーザーとして実行される SQL ファイルを含む ConfigMap または Secret への参照のリスト。参照は特定の順序で処理されます。最初にすべてのシークレットが処理され、次にすべての ConfigMap が処理されます。各グループ内での処理順序は、それぞれの配列で指定されたシーケンスに従います。デフォルトでは空			
postInitTemplateSQLRefs _ *SQLRefs* _	クラスターが作成された直後に `template1`データベースでスーパーユーザーとして実行される SQL ファイルを含む ConfigMap または Secret への参照のリスト。参照は特定の順序で処理されます。最初にすべてのシークレットが処理され、次にすべての ConfigMap が処理されます。各グループ内での処理順序は、それぞれの配列で指定されたシーケンスに従います。デフォルトでは空			
postInitSQLRefs _ *SQLRefs* _	クラスターが作成された直後に `postgres`データベースでスーパーユーザーとして実行される SQL ファイルを含む ConfigMap または Secret への参照のリスト。参照は特定の順序で処理されます。最初にすべてのシークレットが処理され、次にすべての ConfigMap が処理されます。各グループ内での処理順序は、それぞれの配列で指定されたシーケンスに従います。デフォルトでは空			

55.2.17 BootstrapPgBaseBackup

BootstrapPgBaseBackup には、既存の PostgreSQL クラスターの物理バックアップを取得するために必要な構成が含まれています

登場場所:

- *BootstrapConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
source _string_	物理的バックアップを取得する必要があるサーバーの名前	True		MinLength: 1
database _string_	アプリケーションが使用するデータベースの名前。デフォルト `app`			
owner _string_	アプリケーションが使用するインスタンス内のデータベースの所有者の名前。`database`キーの値のデフォルト。			
secret _ LocalObjectReference _	ユーザーデータベースの所有者の初期資格情報を含むシークレットの名前。空の場合、新しいシークレットは最初から作成されます			

55.2.18 BootstrapRecovery

BootstrapRecovery には、外部クラスター、ボリュームスナップショット、またはバックアップオブジェクトの 3 つの方法論を使用して既存のクラスターから復元するために必要な構成が含まれています。フルリカバリーとポイントインタイムリカバリーがサポートされています。この方法は、継続的リカバリーのクラスターレプリカクラスターを作成するために使用することもでき、次の場合にカスケードレプリケーションをサポートします `instances` >

1. クラスターがリカバリーを終了すると、スーパーユーザーのパスワードは、提供されたシークレットを介して変更されます。詳細については、ドキュメントの Bootstrap ページを参照してください。

登場場所:

- *BootstrapConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
backup _ *BackupSource* _	リカバリ手順を開始する物理ベースバックアップを含むバックアップオブジェクト。`source`および `volumeSnapshots`と相互排他的。			

次のページに続く

表 15 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
source _string_	バックアップを復元する外部クラスター。これは、バックアップが保存されるフォルダーの名前としても使用されるため、ソースクラスターの名前に設定する必要があります `backup` と相互排他的。			
volumeSnapshots _ *DataSource* _	リカバリ手順を開始する静的 PVC データソース。現在、既存の PVC グループをマッピングする `VolumeSnapshot` および `PersistentVolumeClaim` リソースをサポートしており、CloudNativePG と互換性があり、フェンスされた Postgres インスタンスのコールドバックアップコピーで取得されます将来的にオンラインバックアップが実装されるときに削除される制限。 `backup` と相互排他的。			
recoveryTarget _ *RecoveryTarget* _	デフォルトでは、復旧プロセスは、アーカイブ内の使用可能なすべての WAL ファイルを適用します完全復旧。ただし、一貫した状態に到達するとすぐにリカバリーを終了するか、PostgreSQL で予想されるように `RecoveryTarget` オブジェクトつまりタイムスタンプ、トランザクション ID、LSN、.. を指定することにより、ポイントインタイム PITR にリカバリーすることもできます。 .)。詳細 https://www.postgresql.org/docs/current/runtime-config-wal.html#RUNTIME-CONFIG-WAL-RECOVERY-TAI			
database _string_	アプリケーションが使用するデータベースの名前。デフォルト `app`			
owner _string_	アプリケーションが使用するインスタンス内のデータベースの所有者の名前。 `database` キーの値のデフォルト。			
secret _ LocalObjectReference _	ユーザーデータベースの所有者の初期資格情報を含むシークレットの名前。空の場合、新しいシークレットは最初から作成されます			

55.2.19 CatalogComponentImage

CatalogComponentImage は、非 PostgreSQL コンポーネントの名前付け画像エントリです。

登場場所:

- *ImageCatalogSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
key _string_	Key は、カタログ内のこの画像の一意の識別子です。	True		MaxLength: 63 Pattern: ^ *:ref: `a-z0-9 <[-a-z0-9]*[a-z0-9]>* ?$`
image _string_	Image はコンテナイメージ参照です。	True		

55.2.20 CatalogImage

CatalogImage はイメージとメジャーバージョンを定義します

登場場所:

- *ImageCatalogSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
image _string_	画像参照	True		
major _integer_	イメージの PostgreSQL メジャーバージョン。カタログ内で一意である必要があります。	True		Minimum: 10
extensions _ *ExtensionConfiguration* **array**_	追加する拡張機能の構成			

55.2.21 CertificatesConfiguration

CertificatesConfiguration には、サーバー証明書を処理するために必要な構成が含まれています。

登場場所:

- *CertificatesStatus*
- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
serverCASecret _string_	Server CA 証明書を含むシークレット。定義されていない場合、新しいシークレットは自己署名 CA で作成され、TLS 証明書 ServerTLSSecret の生成に使用されます。 - *ca.crt* サーバー証明書の検証に使用する CA。クライアント接続文字列で `sslrootcert`として使用されます。 - *ca.key* サーバー SSL 証明書を生成するために使用されるキー。ServerTLSSecret が提供されている場合、これは省略できます。			
serverTLSSecret _string_	サーバー TLS 証明書とキーを含む kubernetes.io/tls タイプのシークレット。クライアントが postgres に安全に接続できるように`ssl_cert_file`および`ssl_key_file`として設定されます。定義されていない場合、ServerCASecret は`ca.key`も提供する必要があり、提供された CA を使用して新しいシークレットが作成されます。			
replicationTLSSecret _string_	`streaming_replica`ユーザーとして認証するためのクライアント証明書を含む kubernetes.io/tls タイプのシークレット。定義されていない場合、 ClientCASecret は`ca.key`も提供する必要があり、新しいシークレットは、提供された CA を使用して作成されます。			
clientCASecret _string_	クライアント CA 証明書を含むシークレット。定義しない場合、自己署名 CA で新しいシークレットが作成され、すべてのクライアント証明書を生成するために使用されます。 - *ca.crt* クライアントを検証するために使用する CA 証明書。すべてのインスタンスの`ssl_ca_file`として使用されます。 - *ca.key* クライアント証明書の生成に使用されるキー。ReplicationTLSSecret が提供されている場合、これは省略できます。			
serverAltDNSNames _string **array**_	必要に応じて、生成されたサーバー TLS 証明書に追加されるサーバー代替 DNS 名のリスト。			

55.2.22 CertificatesStatus

CertificatesStatus には、構成証明書と関連する有効期限が含まれています。

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
serverCASecret _string_	Server CA 証明書を含むシークレット。定義されていない場合、新しいシークレットは自己署名 CA で作成され、TLS 証明書 ServerTLSSecret の生成に使用されます。- *ca.crt* サーバー証明書の検証に使用する CA。クライアント接続文字列で `sslrootcert`として使用されます。 - *ca.key* サーバー SSL 証明書を生成するために使用されるキー。ServerTLSSecret が提供されている場合、これは省略できます。			
serverTLSSecret _string_	サーバー TLS 証明書とキーを含む kubernetes.io/tls タイプのシークレット。クライアントが postgres に安全に接続できるように`ssl_cert_file`および`ssl_key_file`として設定されます。定義されていない場合、ServerCASecret は `ca.key`も提供する必要があり、提供された CA を使用して新しいシークレットが作成されます。			
replicationTLSSecret _string_	`streaming_replica`ユーザーとして認証するためのクライアント証明書を含む kubernetes.io/tls タイプのシークレット。定義されていない場合、 ClientCASecret は `ca.key`も提供する必要があり、新しいシークレットは、提供された CA を使用して作成されます。			
clientCASecret _string_	クライアント CA 証明書を含むシークレット。定義しない場合、自己署名 CA で新しいシークレットが作成され、すべてのクライアント証明書を生成するために使用されます。 - *ca.crt* クライアントを検証するために使用する CA 証明書。すべてのインスタンスの`ssl_ca_file`として使用されます。- *ca.key* クライアント証明書の生成に使用されるキー。ReplicationTLSSecret が提供されている場合、これは省略できます。			

次のページに続く

表 19 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
serverAltDNSNames _string **array**_	必要に応じて、生成されたサーバー TLS 証明書に追加されるサーバー代替 DNS 名のリスト。			
expirations _object (keys:string, values:string)_	すべての証明書の有効期限。			

55.2.23 ClientCertificateConfiguration

ClientCertificateConfiguration は、データベースロールの TLS クライアント証明書のオペレーター管理の発行を構成します。

登場場所:

- *DatabaseRoleSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
enabled _boolean_	Enabled は、このロールのクライアント証明書の発行をオンにします。 true の場合、ロールでログインを有効にする必要があります。ブロックが存在する場合、デフォルトは true です。		true	

55.2.24 ClientCertificateState

ClientCertificateState は、生成された TLS クライアント証明書の観察された状態を保持します。

登場場所:

- *DatabaseRoleStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
expiration _string_	Expiration は、RFC3339 形式で、生成されたクライアント証明書の有効期限です。			
message _string_	メッセージには、発行がスキップされた理由、既存のシークレットが変更されない理由など、現在の証明書ステータスに関する人間が判読できる説明が含まれています。			

55.2.25 Cluster

クラスターは、CloudNativePG によって管理される高可用性の PostgreSQL データベースクラスターの API スキーマを定義します。

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*Cluster*	True		
metadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
spec _ *ClusterSpec* _	クラスターの目的の動作の仕様。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status	True		
status _ *ClusterStatus* _	最近観察されたクラスターのステータス。このデータは最新でない可能性があります。システムによって設定されます。読み取り専用。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status			

55.2.26 ClusterImageCatalog

ClusterImageCatalog は、 clusterimagecatalogs API のスキーマです

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*ClusterImageCatalog*	True		
metadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
spec _ *ImageCatalogSpec* _	ClusterImageCatalog の目的の動作の仕様。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status	True		

55.2.27 ClusterMonitoringTLSConfiguration

ClusterMonitoringTLSConfiguration は、クラスターのモニタリングの TLS 構成を含むタイプです

登場場所:

- *MonitoringConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
enabled _boolean_	監視エンドポイントの TLS を有効にします。このオプションを変更すると、すべてのインスタンスのロールアウトが強制されます。		false	

55.2.28 ClusterSpec

ClusterSpec は、CloudNativePG によって管理される PostgreSQL クラスターの望ましい状態を定義します。

登場場所:

- マルチアベイラビリティーゾーン *Kubernetes* クラスター

Field	Description	Required	Default	Validation
description _string_	この PostgreSQL クラスターの説明			
inheritedMetadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	クラスターに関連するすべてのオブジェクトが継承するメタデータ			
imageName _string_	コンテナイメージの名前、タグ *<image>:<tag>* と決定的で反復可能な展開用のダイジェスト *<image>:<tag>@sha256:<digestValue>* の両方をサポート			
imageCatalogRef _ *ImageCatalogRef* _	イメージカタログ内で使用する PostgreSQL のメジャーバージョンを定義します			
imagePullPolicy _ PullPolicy _	イメージプルポリシー。*Always*、`Never`または`IfNotPresent`のいずれか。定義されていない場合、デフォルトの`IfNotPresent`が使用されます。更新できません。詳細 https://kubernetes.io/docs/concepts/containers/images#updating-images			

次のページに続く

表 25 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
schedulerName _string_	指定した場合、ポッドは指定された Kubernetes スケジューラーによってディスパッチされます。指定しない場合、ポッドはデフォルトのスケジューラーによってディスパッチされます。詳細 https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/kube-scheduler/			
postgresUID _integer_	画像内の`postgres`ユーザーの UID、デフォルトは`26`		26	
postgresGID _integer_	画像内の`postgres`ユーザーの GID、デフォルトは`26`		26	
instances _integer_	クラスターで必要なインスタンスの数	True	1	Minimum: 1
minSyncReplicas _integer_	プライマリとの同期レプリケーションで必要なインスタンスの最小数。未定義または 0 では、使用可能なスタンバイがない場合に書き込みを完了できます。		0	Minimum: 0
maxSyncReplicas _integer_	同期レプリケーションクォーラムのターゲット値。準備ができているスタンバイの数がこれよりも少ない場合、削減できます。未定義または 0 は、同期レプリケーションを無効にします。		0	Minimum: 0
postgresql _*PostgresConfiguration*_	PostgreSQL サーバーの構成			
podSelectorRefs _*PodSelectorRef* **array**_	PodSelectorRefs は、アドレスフィールドで${podselector:NAME}構文を使用して pg_hba ルールで参照できる名前付けのポッドラベルセレクターを定義します。オペレーターは一致するポッド IP を解決し、インスタンスマネージャーはそれに応じて pg_hba 行を展開します。クラスター自分自身の名前空間のポッドのみが考慮されます。			
replicationSlots _*ReplicationSlotsConfiguration*_	レプリケーションスロット管理構成		{ high-Availability: { enabled:true } }	
bootstrap _*BootstrapConfiguration*_	このクラスターをブートストラップする手順			

次のページに続く

表 25 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
replica _ *ReplicaClusterConfiguration* _	レプリカクラスター構成			
superuserSecret _ LocalObjectReference _	スーパーユーザーのパスワードを含むシークレット。定義されていない場合、ランダムに生成されたパスワードで新しいシークレットが作成されます			
enableSuperuserAccess _boolean_	このオプションが有効になっている場合、オペレーターは`SuperuserSecret`を使用して`postgres`ユーザーパスワードを更新しますシークレットが存在しない場合、オペレーターは自動的に作成します。このオプションが無効になっている場合、オペレーターは`SuperuserSecret`コンテンツを無視し、自動的に作成されたら削除し、`NULL`に設定して`postgres`ユーザーのパスワードを空白にします。デフォルトでは無効になっています。		false	
certificates _ *CertificatesConfiguration* _	CA および関連する証明書の構成			
imagePullSecrets _ LocalObjectReference **array**_	イメージのプルに使用されるプルシークレットのリスト			
storage _ *StorageConfiguration* _	インスタンスのストレージの構成			
serviceAccountTemplate _ *ServiceAccountTemplate* _	サービスアカウントの世代を構成する			
serviceAccountName _string_	クラスターに使用する同じ名前空間内の既存のサービスアカウントの名前。指定されると、オペレーターは新しいサービスアカウントを作成せず、提供されたサービスアカウントを使用します。これは、複数のクラスターにわたって単一のサービスアカウントを共有する場合たとえば、クラウド IAM 構成の場合に役立ちます。指定しない場合、クラスター名で ServiceAccount が作成されます。 ServiceAccountTemplate と相互排他的。			MaxLength: 253 Pattern: ^ *:ref:`a-z0-9 <[-a-z0-9]*[a-z0-9]> ?$`*
walStorage _ *StorageConfiguration* _	PostgreSQL WAL のストレージの構成書き込み先行ログ			

次のページに続く

表 25 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
ephemeralVolumeSource _ EphemeralVolumeSource _	Ephemeral VolumeSource を使用すると、ユーザーはエフェメラルボリュームのソースを構成できます。			
startDelay _integer_	PostgreSQL インスタンスが正常に起動するまでの秒単位の時間デフォルト 3600。起動プローブ障害しきい値は、次の式 ceiling(startDelay / 10) を使用してこの値から導き出されます。		3600	
stopDelay _integer_	PostgreSQL インスタンスが正常にシャットダウンできるまでの秒単位の時間デフォルト 1800		1800	
smartShutdownTimeout _integer_	Postgres のスマートシャットダウンが完了するために予約された時間枠を制御する秒単位の時間。オペレーターが Postgres の高速シャットダウンを要求するための十分な時間を予約してください *stopDelay* - *smartShutdownTimeout* 。デフォルトは 180 秒です。		180	
switchoverDelay _integer_	スイッチオーバー中にプライマリ PostgreSQL インスタンスが正常にシャットダウンできる秒単位の時間。デフォルト値は 3600 秒 1 時間です。		3600	
failoverDelay _integer_	クラスター内のプライマリ PostgreSQL インスタンスが異常であることが検出された後、フェールオーバーをトリガーするまで待機する時間秒		0	
livenessProbeTimeout _integer_	LivenessProbeTimeout は、PostgreSQL インスタンスが liveness プローブデフォルト 30 に正常に応答するまでに許可される時間秒単位です。 Liveness プローブの障害しきい値は、次の式を使用してこの値から導き出されます。ceiling(livenessProbe / 10)			
affinity _ *AffinityConfiguration* _	ポッドのアフィニティ/アンチアフィニティルール			
topologySpreadConstraints _ TopologySpreadConstraint **array**_	TopologySpreadConstraints は、指定されたトポロジ間で一致するポッドを分散する方法を指定します。詳細 https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/topology-spread-constraints/			

次のページに続く

表 25 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
resources _ ResourceRequirements _	生成されたすべてのポッドのリソース要件。詳細については、https://kubernetes.io/docs/concepts/configuration/manage-resources-containers/ を参照してください。			
ephemeralVolumesSizeLimit _ *EphemeralVolumesSizeLimitConfiguration* _	Ephemeral VolumesSizeLimit を使用すると、ユーザーは一時ボリュームの制限を設定できます			
priorityClassName _string_	生成されたすべてのポッドで使用される優先度クラスの名前。指定された PriorityClass が存在しない場合、ポッドはスケジュールできません。詳細については、https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/pod-priority-preemption/#priorityclass を参照してください。			
primaryUpdateStrategy _ *PrimaryUpdateStrategy* _	すべてのレプリカが正常に更新された後、ローリング更新手順中にプライマリサーバーをアップグレードするために従う展開戦略。自動化できます *unsupervised* - デフォルトまたは手動`supervised`		unsupervised	Enum: [unsupervised supervised]
primaryUpdateMethod _ *PrimaryUpdateMethod* _	すべてのレプリカが正常に更新された後、ローリング更新手順中にプライマリサーバーをアップグレードするために従う方法。スイッチオーバー *switchover* またはインプレース *restart* - デフォルトを使用できます。注 `switchover`を使用する場合、オペレーターはイメージ名と PostgreSQL 構成パラメーターの両方を同時に変更する更新を拒否して、スイッチオーバープロセス中の構成の不一致を回避します。		restart	Enum: [switchover restart]
backup _ *BackupConfiguration* _	バックアップに使用される構成			
nodeMaintenanceWindow _ *NodeMaintenanceWindow* _	Kubernetes ノードのメンテナンスウィンドウを定義する			
monitoring _ *MonitoringConfiguration* _	このクラスターの監視インフラストラクチャの構成			

次のページに続く

表 25 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
externalClusters _ :ref:``externalClusters` セクション<*externalClusters* セクション>` **array**_	構成で使用される外部クラスターのリスト			
logLevel _string_	インスタンスのログレベル、次の値のいずれか Error、Warning、info デフォルト、debug、trace		info	Enum: [error warning info debug trace]
projectedVolumeTemplate _ ProjectedVolumeSource _	投影ボリュームを定義するために使用されるテンプレート。投影ボリュームは `/projected`ベースフォルダーの下にマウントされます			
env _ *ExtensionEnvVar* **array**_	Env は、 Env 形式に従って、クラスター内に作成されたポッドに環境変数を渡します			
envFrom _ EnvFromSource **array**_	EnvFrom は、EnvFrom フォーマットに従って、環境変数ソースを Env が使用するポッドに渡します			
managed _ *ManagedConfiguration* _	インスタンスマネージャーによって管理される PostgreSQL の部分で使用される構成			
seccompProfile _ SeccompProfile _	すべてのポッドとコンテナに適用される Seccomp プロファイル。デフォルト `RuntimeDefault`			
podSecurityContext _ *archive_timeout* _	クラスターのすべてのポッドに適用される PodSecurityContext をオーバーライドします。これは、設定されると、クラスターのオペレーターのデフォルトの PodSecurityContext をオーバーライドします。省略すると、演算子のデフォルトが使用されます。SecurityContextConstraints が存在する場合、このフィールドは効果がありません。			
securityContext _ *archive_timeout* _	クラスターのポッド内のすべてのコンテナに適用される SecurityContext をオーバーライドします。これは設定されると、オペレーターのデフォルトのコンテナセキュリティコンテキストをオーバーライドします。省略すると、演算子のデフォルトが使用されます。			
tablespaces _ *TablespaceConfiguration* **array**_	テーブルスペース構成			

次のページに続く

表 25 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
enablePDB _boolean_	クラスター内の `PodDisruptionBudget`リソースを管理します。`true`デフォルト設定として構成されている場合、ポッド中断バジェットは、プライマリノードが終了されないように安全に保護されます。逆に、`false`に設定すると、`PodDisruptionBudget`リソースが存在せず、PostgreSQL クラスターをホストするすべてのノードのシャットダウンが許可されます。この後者の構成は、開発/ステージングの目的で使用される PostgreSQL クラスターにお勧めします。		true	
plugins _ *BackupPluginConfiguration* **array**_	プラグイン構成。対応する構成でロードされるプラグインを含む			
probes _ *ProbesConfiguration* _	PostgreSQL ポッドに挿入されるプローブの構成。			
primaryLease _ *PrimaryLeaseConfiguration* _	クラスター内の安全なプライマリ選択を調整するために使用される Kubernetes `Lease`の構成。省略すると、演算子はビルトインのデフォルトを適用します。フェールオーバーのタイミングの影響を理解している場合にのみ、これらの値を調整します。			

55.2.29 ClusterStatus

ClusterStatus は、CloudNativePG によって管理される PostgreSQL クラスターの観察された状態を定義します。

登場場所:

- マルチアベイラビリティーゾーン *Kubernetes* クラスター

Field	Description	Required	Default	Validation
instances _integer_	クラスター内で検出された PVC グループの合計数。既存のインスタンスポッドの数とは異なる場合があります。			
readyInstances _integer_	クラスター内の準備ができているインスタンスの合計数。これは、準備ができているインスタンスポッドの数と同じです。			

次のページに続く

表 26 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
selector _string_	Selector は、このクラスターによって管理されるポッドを識別するラベルセレクターのシリアル化された形式です。オペレーターによって設定され、スケールサブリソースを介して公開されるため、オートスケーラー HPA または VPA などは、管理対象インスタンスポッドを検出できます。			
instancesStatus _object (keys: *PodStatus* , values:string array)_	InstancesStatus は、インスタンスがどのステータスを示します			
instancesReportedState _object (keys: *PodName* , values: *InstanceReportedState*)_	最後の調整ループ中に報告されたインスタンスの状態			
managedRolesStatus _ *ManagedRoles* _	ManchedRolesStatus は、クラスター内の管理対象ロールの状態を報告します			
tablespacesStatus _ *TablespaceState* **array**_	TablespacesStatus は、クラスター内の宣言的表領域の状態をレポートします			
podSelectorRefs _ *PodSelectorRefStatus* **array**_	PodSelectorRefs には、spec.podSelectorRefs で定義された各名前付けセレクターの解決されたポッド IP が含まれています。			
timelineID _integer_	Postgres クラスターのタイムライン			
topology _ *PodTopologyLabels* _	インスタンスのトポロジ。			
latestGeneratedNode _integer_	最後に生成されたノードの ID ノード名の衝突を回避するために使用されます非推奨: このフィールドはもう設定されていません			
currentPrimary _string_	現在のプライマリインスタンス			
targetPrimary _string_	ターゲットプライマリインスタンス、これは、スイッチオーバーまたはフェイルオーバー中の以前のインスタンスとは異なります。			
lastPromotionToken _string_	LastPromotionToken は、レプリカクラスターをプロモートするために使用された最後の検証されたプロモーショントークンです			
pvcCount _integer_	このクラスターによって作成された PVC の数			
jobCount _integer_	このクラスターによって作成されたジョブの数			

次のページに続く

表 26 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
danglingPVC _string **array**_	このクラスターによって作成され、ポッドに接続されていないまだ使用可能なすべての PVC のリスト			
resizingPVC _string **array**_	ResizingPVC 条件を持つすべての PVC のリスト。			
initializingPVC _string **array**_	このクラスターによって初期化されているすべての PVC のリスト			
healthyPVC _string **array**_	ハングリングも初期化もしていないすべての PVC のリスト			
unusablePVC _string **array**_	別の PVC が欠落しているため使用できないすべての PVC のリスト			
writeService _string_	現在の書き込みポッド			
readService _string_	読み取りポッドの現在のリスト			
phase _string_	クラスターの現在のフェーズ			
phaseReason _string_	現在のフェーズの理由			
secretsResourceVersion _*SecretsResourceVersion*_	オペレーターによって管理されているシークレットのリソースバージョンのリスト。ここでのすべての変更は、インスタンスマネージャーの利益のために行われ、シークレットデータが更新されます			
configMapResourceVersion _*ConfigMapResourceVersion*_	オペレーターによって管理される、構成マップのリソースバージョンのリスト。ここでのすべての変更は、インスタンスマネージャーの利益のために行われ、構成マップデータが更新されます			
certificates _*CertificatesStatus*_	CA および関連する証明書の構成。デフォルトで初期化されます。			
firstRecoverabilityPoint _string_	最初の復旧可能ポイント。RFC3339 形式の日付として保存されます。このフィールドは、FirstRecoverabilityPointByMethod のコンテンツから計算されます。非推奨: フィールドはバックアッププラグインに設定されていません。			
firstRecoverabilityPointByMethod _object (keys: *BackupMethod*, values: **バックアップからのポイント インタイム リカバリー** *PITR*)_	バックアップ方法タイプごとに、RFC3339 形式の日付として保存される最初の復旧可能ポイント。非推奨: フィールドはバックアッププラグインに設定されていません。			

次のページに続く

表 26 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
lastSuccessfulBackup _string_	最後に成功したバックアップ、RFC3339 形式の日付として保存されます。このフィールドは、LastSuccessfulBackupByMethod のコンテンツから計算されます。非推奨: フィールドはバックアッププラグインに設定されていません。			
lastSuccessfulBackupByMethod _object (keys: *BackupMethod* , values: **バックアップからのポイント インタイム リカバリー** *PITR*)_	最後に成功したバックアップ。バックアップ方法タイプごとに、RFC3339 形式の日付として保存されます。非推奨: フィールドはバックアッププラグインに設定されていません。			
lastFailedBackup _string_	最後に失敗したバックアップ、RFC3339 形式の日付として保存されます。非推奨: フィールドはバックアッププラグインに設定されていません。			
cloudNativePGCommitHash _string_	このオペレーターが実行しているコミットハッシュ番号			
currentPrimaryTimestamp _string_	最後にプライマリへの実際の昇格が発生したタイムスタンプ			
currentPrimaryFailingSinceTimestamp _string_	プライマリが異常であることが検出されたときのタイムスタンプ このフィールドは、`.spec.failoverDelay`が設定されたとき、またはオンラインアップグレード中に報告されます			
targetPrimaryTimestamp _string_	新しいプライマリの最後の要求が発生したタイムスタンプ			
poolerIntegrations _ *PoolerIntegrations* _	クラスターを参照するプーラーに必要な統合			
cloudNativePGOperatorHash _string_	オペレーターのバイナリのハッシュ			
operatorCertificateFingerprint _string_	OperatorCertificateFingerprint は、オペレーターのメモリ内クライアント証明書公開キーの SHA256 フィンガープリントです。インスタンスマネージャーは、このフィンガープリントを固定して、オペレーターからの要求を認証します。			
availableArchitectures _ *AvailableArchitecture* **array**_	AvailableArchitectures は、クラスターの使用可能なアーキテクチャをレポートします			
conditions _ **条件** **array**_	クラスターオブジェクトの条件			

次のページに続く

表 26 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
instanceNames _string **array**_	クラスター内のインスタンス名のリスト			
onlineUpdateEnabled _boolean_	OnlineUpdateEnabled は、クラスター内でオンラインアップグレードが有効になっているかどうかを示します			
image _string_	イメージには、ポッドが使用するイメージ名が含まれています			
pgDataImageInfo _ *ImageInfo* _	PGDataImageInfo には、現在のデータディレクトリで実行された最新のイメージの詳細が含まれています。			
targetPgDataImageInfo _ *ImageInfo* _	TargetPGDataImageInfo には、進行中のメジャーアップグレードのターゲットイメージの詳細が含まれています。これは、アップグレードジョブが作成される前に設定され、正常に完了すると、またはアップグレードがロールバックされたときにクリアされます。			
pluginStatus _ *PluginStatus* **array**_	PluginStatus は、ロードされたプラグインのステータスです			
switchReplicaClusterStatus _ *SwitchReplicaClusterStatus* _	SwitchReplicaClusterStatus は、レプリカクラスターへのスイッチのステータスです			
demotionToken _string_	DemotionToken は、データベースシステム識別子、最新のチェックポイントの TimeLineID、最新のチェックポイントの REDO 場所、最新のチェックポイントの REDO WAL ファイル、最新のチェックポイントの時間などの pg_controldata からの情報を含む JSON トークン			
systemID _string_	SystemID は、最後に検出された PostgreSQL のシステム ID です			

55.2.30 ConfigMapResourceVersion

ConfigMapResourceVersion は、オペレーターが管理するシークレットのリソースバージョンです

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
metrics _object (keys:string, values:string)_	メトリックを渡すために使用されるすべての構成マップのバージョンを含むマップ。マップキーは構成マップ名であり、マップ値はバージョンです			

55.2.31 DataDurabilityLevel

Underlying type: string

DataDurabilityLevel は、クラスターインスタンスが使用できないときに同期レプリケーションをどれだけ厳密に適用するかを指定します。オプションは `required` または `preferred` です。

登場場所:

- *SynchronousReplicaConfiguration*

Field	Description
required	DataDurabilityLevelRequired は、データの耐久性が厳密に適用されることを意味します
preferred	DataDurabilityLevelPreferred は、正常なレプリカが利用可能な場合にのみデータの耐久性が適用されることを意味します

55.2.32 DataSource

データソースには、既存のストレージから PostgreSQL クラスターをブートストラップするために必要な構成が含まれています

登場場所:

- *BootstrapRecovery*

Field	Description	Required	Default	Validation
storage _ TypedLocalObjectReference _	インスタンスのストレージの構成	True		
walStorage _ TypedLocalObjectReference _	PostgreSQL WAL のストレージの構成書き込み先行ログ			
tablespaceStorage _object (keys:string, values:TypedLocalObjectReference)_	PostgreSQL テーブルスペースのストレージの構成			

55.2.33 Database

データベースはデータベース API のスキーマです

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*Database*	True		
metadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
spec _ *DatabaseSpec* _	目的のデータベースの仕様。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status	True		
status _ *DatabaseStatus* _	最近観察されたデータベースのステータス。このデータは最新でない可能性があります。システムによって設定されます。読み取り専用。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status			

55.2.34 DatabaseObjectSpec

DatabaseObjectSpec には、すべてのデータベースオブジェクトに共通のフィールドが含まれています

登場場所:

- *ExtensionSpec*
- *FDWSpec*
- *SchemaSpec*
- *ServerSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	オブジェクトの名前拡張子、スキーマ、FDW、サーバー	True		

次のページに続く

表 31 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
ensure _ *EnsureOption* _	オブジェクトスキーマなど、データベースに存在するかどうかを指定します。`present`に設定されている場合、オブジェクトが存在しない場合は作成されます。`absent`に設定している場合、拡張機能/スキーマが存在する場合は削除されます。		present	Enum: [present absent]

55.2.35 DatabaseObjectStatus

DatabaseObjectStatus は、管理対象データベースオブジェクトのステータスです

登場場所:

- *DatabaseStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	オブジェクトの名前	True		
applied _boolean_	オブジェクトはデータベースに正常にインストールされました	True		
message _string_	メッセージはオブジェクトリコンシリエーションメッセージです			

55.2.36 DatabaseReclaimPolicy

Underlying type: string

DatabaseReclaimPolicy は、データベースのサポート終了のメンテナンスのポリシーを説明します。

登場場所:

- *DatabaseSpec*

Field	Description
delete	DatabaseReclaimDelete は、データベースが要求から解放されると PostgreSQL クラスターから削除されることを意味します。
retain	DatabaseReclaimRetain は、管理者による手動再生のためにデータベースが現在のフェーズに残されることを意味します。デフォルトのポリシーは Retain です。

55.2.37 DatabaseRole

DatabaseRole は、データベースロール API のスキーマです

登場場所:

- *DatabaseRoleList*

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*DatabaseRole*	True		
metadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
spec _ *DatabaseRoleSpec* _	目的のデータベースロールの仕様。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status	True		
status _ *DatabaseRoleStatus* _	データベースロールの最近観察されたステータス。このデータは最新でない可能性があります。システムによって設定されます。読み取り専用。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status			

55.2.38 DatabaseRoleList

DatabaseRoleList には、データベースロールのリストが含まれます

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*DatabaseRoleList*	True		
metadata _ ListMeta _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
items _ *DatabaseRole* **array**_	NA	True		

55.2.39 DatabaseRoleReclaimPolicy

Underlying type: string

DatabaseRoleReclaimPolicy は、ロールのサポートが終了したメンテナンスのポリシーを説明します。

登場場所:

- *DatabaseRoleSpec*

Field	Description
delete	DatabaseRoleReclaimDelete は、クレームからの解放時にロールが Kubernetes から削除されることを意味します。
retain	DatabaseRoleReclaimRetain は、管理者による手動再利用のためにロールが現在のフェーズに残されることを意味します。デフォルトのポリシーは Retain です。

55.2.40 DatabaseRoleRef

DatabaseRoleRef は、PostgreSQL 内で使用可能なロールの参照です

登場場所:

- *TablespaceConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	NA			

55.2.41 DatabaseRoleSpec

DatabaseRoleSpec は Postgres のロールを表します

登場場所:

- *DatabaseRole*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	ロールの名前	True		
comment _string_	ロールの説明			

次のページに続く

表 38 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
ensure _ *EnsureOption* _	ロールが `present`または `absent`であることを確認します-デフォルトは「present」です		present	Enum: [present absent]
passwordSecret _ LocalObjectReference _	ロールのパスワードを含むシークレット存在する場合。 null の場合、DisablePassword が設定されていない限りパスワードは無視されます。設定する場合、シークレットは `kubernetes.io/basic-auth`フォーマットに従い、`username`および `password`フィールドの両方を含む必要があります。			
connectionLimit _integer_	ロールがログインできる場合、これはロールが確立できる同時接続の数を指定します。`-1`デフォルトは制限なしを意味します。		-1	
validUntil _ **バックアップからのポイント インタイム リカバリー** *PITR* _	ロールのパスワードが有効でなくなる日時。省略すると、パスワードの有効期限はありませんデフォルト。			
inRoles _string **array**_	このロールが新しいメンバーとしてすぐに追加される 1 つ以上の既存のロールのリスト。デフォルトは空。リストの変更は、ロールの作成時だけでなく、`GRANT`および `REVOKE`ステートメントを介して既存のロールに適用されます。			
inherit _boolean_	ロールが、そのメンバーであるロールの特権を「継承」するかどうか。デフォルトは `true`です。		true	
disablePassword _boolean_	DisablePassword は、Postgres でロールのパスワードを NULL に設定する必要があることを示します			
superuser _boolean_	ロールがデータベース内のすべてのアクセス制限をオーバーライドできる `superuser`かどうか - スーパーユーザーステータスは危険であり、本当に必要な場合にのみ使用する必要があります。新しいスーパーユーザーを作成するには、自分自身がスーパーユーザーである必要があります。デフォルトは `false`です。			
createdb _boolean_	`true`に設定すると、定義されるロールは新しいデータベースを作成できます。`false`デフォルトを指定すると、ロールがデータベースを作成する機能が拒否されます。			

次のページに続く

表 38 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
createrole _boolean_	ロールが他のロールのメンバーシップを作成、変更、ドロップ、コメント、セキュリティラベルの変更、および他のロールのメンバーシップを付与または取り消しできるかどうか。デフォルトは`false`です。			
login _boolean_	ロールにログインを許可するかどうか。`login`属性を持つロールはユーザーと考えられます。この属性のないロールは、データベース特権の管理に役立ちますが、通常の意味でのユーザーではありません。デフォルトは`false`です。			
replication _boolean_	ロールがレプリケーションロールであるかどうか。レプリケーションモード物理または論理レプリケーションでサーバーに接続し、レプリケーションスロットを作成またはドロップできるようにするには、ロールがこの属性を持つか、スーパーユーザーである必要があります。 `replication`属性を持つロールは非常に高い特権ロールであり、レプリケーションに実際に使用されるロールでのみ使用する必要があります。デフォルトは`false`です。			
bypassrls _boolean_	ロールがすべての行レベルセキュリティ RLS ポリシーをバイパスするかどうか。デフォルトは`false`です。			
cluster _ LocalObjectReference _	対応するクラスター	True		
databaseRoleReclaimPolicy _ *DatabaseRoleReclaimPolicy* _	このロールのサポートが終了したメンテナンスのポリシー		retain	Enum: [delete retain]
clientCertificate _ *ClientCertificateConfiguration* _	ClientCertificate は、クラスターのクライアント CA によって署名された、このロールの TLS クライアント証明書を生成および更新するようにオペレーターを構成します。証明書は、`<databaserole-name>-client-cert`という名前のシークレットに保存されます。ログインが true である必要があります。			

55.2.42 DatabaseRoleStatus

DatabaseRoleStatus は、データベースロールの観察された状態を定義します

登場場所:

- *DatabaseRole*

Field	Description	Required	Default	Validation
observedGeneration _integer_	同期された最新の目的の状態を表すシーケンス番号			
applied _boolean_	ロールが正しくリコンサイルされた場合、Apply は true です			
message _string_	メッセージはリコンシリエーションエラーメッセージです			
secretResourceVersion _string_	SecretResourceVersion は、ロールに最後に適用されたパスワードシークレットのリソースバージョンです。それを変更すると、調整がトリガーされます。			
clientCertificate _*ClientCertificateState*_	ClientCertificate は、クライアント証明書の発行が有効になっているときに、生成された TLS クライアント証明書の観察された状態を保持します。			
conditions _ 条件 **array**_	DatabaseRole オブジェクトの条件			

55.2.43 DatabaseSpec

DatabaseSpec は、Postgresql データベースの仕様であり、PostgreSQL の `CREATE DATABASE`、`ALTER DATABASE`、および `DROP DATABASE` SQL コマンドを中心に構築されています。

登場場所:

- アプリケーションデータベースの構成

Field	Description	Required	Default	Validation
cluster _ LocalObjectReference _	データベースをホストする PostgreSQL クラスターの名前。	True		
ensure _ *EnsureOption* _	PostgreSQL データベースが`present`または`absent`であることを確認します。デフォルトは「present」です。		present	Enum: [present absent]
name _string_	PostgreSQL 内に作成するデータベースの名前。この設定は変更できません。	True		

次のページに続く

表 40 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
owner _string_	`CREATE DATABASE`の `OWNER`パラメーターにマッピングされます。`ALTER DATABASE`の`OWNER TO`コマンドにマッピングされます。 PostgreSQL 内のデータベースを所有するユーザーのロール名。	True		
template _string_	`CREATE DATABASE`の `TEMPLATE`パラメーターにマッピングされます。この設定は変更できません。このデータベースを作成するテンプレートの名前。			
encoding _string_	`CREATE DATABASE`の `ENCODING`パラメーターにマッピングされます。この設定は変更できません。データベースで使用する文字セットエンコーディング。			
locale _string_	`CREATE DATABASE`の `LOCALE`パラメーターにマッピングされます。この設定は変更できません。新しいデータベースにデフォルトの照合順序と文字分類を設定します。			
localeProvider _string_	`CREATE DATABASE`の `LOCALE_PROVIDER`パラメーターにマッピングされます。この設定は変更できません。このオプションは、新しいクラスターで作成されるデータベースのロケールプロバイダーを設定します。 PostgreSQL 16 から利用できます。			
localeCollate _string_	`CREATE DATABASE`の `LC_COLLATE`パラメーターにマッピングされます。この設定は変更できません。			
localeCType _string_	`CREATE DATABASE`の `LC_CTYPE`パラメーターにマッピングされます。この設定は変更できません。			
icuLocale _string_	`CREATE DATABASE`の `ICU_LOCALE`パラメーターにマッピングされます。この設定は変更できません。 ICU プロバイダーを使用する場合に、ICU ロケールを指定します。このオプションでは、 `localeProvider`を `icu`に設定する必要があります。 PostgreSQL 15 から利用できます。			

次のページに続く

表 40 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
icuRules _string_	`CREATE DATABASE`の`ICU_RULES`パラメーターにマッピングされます。この設定は変更できません。追加の照合ルールを指定して、デフォルトの照合順序の動作をカスタマイズします。このオプションでは、`localeProvider`を`icu`に設定する必要があります。 PostgreSQL 16 から利用できます。			
builtinLocale _string_	`CREATE DATABASE`の`BUILTIN_LOCALE`パラメーターにマッピングされます。この設定は変更できません。ビルトインプロバイダーを使用する場合にロケール名を指定します。このオプションでは、`localeProvider`を`builtin`に設定する必要があります。 PostgreSQL 17 から利用できます。			
collationVersion _string_	`CREATE DATABASE`の`COLLATION_VERSION`パラメーターにマッピングされます。この設定は変更できません。			
isTemplate _boolean_	`CREATE DATABASE`および`ALTER DATABASE`の`IS_TEMPLATE`パラメーターにマッピングされます。 true の場合、このデータベースはテンプレートとみなされ、`CREATEDB`権限を持つすべてのユーザーがクローンを作成できます。			
allowConnections _boolean_	`CREATE DATABASE`および`ALTER DATABASE`の`ALLOW_CONNECTIONS`パラメーターにマッピングされます。 false の場合、誰もこのデータベースに接続できません。			
connectionLimit _integer_	`CREATE DATABASE`および`ALTER DATABASE`の`CONNECTION LIMIT`句にマップします。このデータベースへの同時接続の数。 -1 デフォルトは制限なしを意味します。			

次のページに続く

表 40 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
tablespace _string_	`CREATE DATABASE`の`TABLESPACE`パラメーターにマッピングされます。`ALTER DATABASE`の`SET TABLESPACE`コマンドにマッピングされます。新しいデータベースに関連付けられるテーブルスペース PostgreSQL の名前。このテーブルスペースは、このデータベースで作成されるオブジェクトに使用されるデフォルトのテーブルスペースになります。			
databaseReclaimPolicy _ *DatabaseReclaimPolicy* _	このデータベースのサポートが終了したメンテナンスのポリシー。		retain	Enum: [delete retain]
schemas _ *SchemaSpec* **array**_	データベースで管理するスキーマのリスト			
extensions _ *ExtensionSpec* **array**_	データベースで管理する拡張機能のリスト			
fdws _ *FDWSpec* **array**_	データベースで管理する外部データラッパーのリスト			
servers _ *ServerSpec* **array**_	データベースで管理する外部サーバーのリスト			

55.2.44 DatabaseStatus

DatabaseStatus は、データベースの観察された状態を定義します

登場場所:

- アプリケーションデータベースの構成

Field	Description	Required	Default	Validation
observedGeneration _integer_	同期された最新の目的の状態を表すシーケンス番号			
applied _boolean_	データベースが正しくリコンサイルされた場合、Applied は true です			
message _string_	Message はリコンシリエーション出力メッセージです			
schemas _ *DatabaseObjectStatus* **array**_	Schemas は、管理対象スキーマのステータスです			

次のページに続く

表 41 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
extensions _ *DatabaseObjectStatus* **array**_	Extensions は、管理対象拡張機能のステータスです			
fdws _ *DatabaseObjectStatus* **array**_	FDWs は、管理対象 FDW のステータスです			
servers _ *DatabaseObjectStatus* **array**_	Servers は、管理対象サーバーのステータスです			

55.2.45 EmbeddedObjectMetadata

EmbeddedObjectMetadata には、クラスターに関連するすべてのリソースによって継承されるメタデータが含まれています

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
labels _object (keys:string, values:string)_	NA			
annotations _object (keys:string, values:string)_	NA			

55.2.46 EnsureOption

Underlying type: string

EnsureOption は、PostgreSQL インスタンスにロールの存在または不存在を強制するかどうかを表します

登場場所:

- *DatabaseObjectSpec*
- *DatabaseRoleSpec*
- *DatabaseSpec*
- *ExtensionSpec*
- *FDWSpec*
- *OptionSpec*

- *RoleConfiguration*
- *SchemaSpec*
- *ServerSpec*

Field	Description
present	NA
absent	NA

55.2.47 EphemeralVolumesSizeLimitConfiguration

Ephemeral VolumesSizeLimitConfiguration には、エフェメラルストレージの構成が含まれます

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
shm _ Quantity _	Shm は、共有メモリボリュームのサイズ制限です			
temporaryData _ Quantity _	TemporaryData は、一時データボリュームのサイズ制限です			

55.2.48 ExtensionConfiguration

ExtensionConfiguration は、PostgreSQL 拡張機能をクラスターに追加するために使用される構成です。

登場場所:

- *CatalogImage*
- *ImageInfo*
- *PostgresConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	拡張機能の名前。必須。 59 文字の制限により、拡張機能の Kubernetes ボリューム名 63 文字制限を取得するときにオペレーターが追加するプレフィックス用の余地が残ります。	True		MaxLength: 59 MinLength: 1 Pattern: ^ *:ref:`a-z0-9 <[-a-z0-9_]*[a-z0-9]> ?$`*
image _ ImageVolumeSource _	拡張機能を含む画像。			
extension_control_path _string **array**_	extension_control_path に追加するイメージ内のディレクトリのリスト。定義されていない場合、デフォルトの「/share」になります。			
dynamic_library_path _string **array**_	Dynamic_library_path に追加するイメージ内のディレクトリのリスト。定義されていない場合、デフォルトの「/lib」。			
ld_library_path _string **array**_	ld_library_path に追加するイメージ内のディレクトリのリスト。			
bin_path _string **array**_	PostgreSQL プロセスの `PATH` 環境変数に追加されるイメージ内のディレクトリのリスト。			
env _ *ExtensionEnvVar* **array**_	Env は、この拡張機能の PostgreSQL プロセスで設定されるカスタム環境変数のリストです。変数が特定の拡張機能に対して正しいことを確認するのはクラスター管理者の責任です。これらの変数の変更を有効にするには、クラスターを手動で再起動する必要があることに注意してください。			

55.2.49 ExtensionEnvVar

ExtensionEnvVar は、特定の拡張イメージボリュームの環境変数を定義します。

登場場所:

- *ExtensionConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	PostgreSQL プロセスに挿入される環境変数の名前。	True		MinLength: 1 Pattern: ^*[a-zA-Z_][a-zA-Z0-9_]*$*
value _string_	環境変数の値。 CloudNativePG は、プレースホルダー展開のサポートを使用して、この値の直接置換を実行します。 ${*image_root*}プレースホルダーは、拡張機能のボリューム `/extensions/my-extension`などの絶対マウントパスに解決されます。これは、アプリケーションまたはライブラリがマウントされたイメージ内の特定のディレクトリを見つけられるようにする場合に特に役立ちます。認識されないプレースホルダーは拒否されます。値にリテラル${...}を含めるには、$${...}としてエスケープします。	True		MinLength: 1

55.2.50 ExtensionSpec

ExtensionSpec はデータベースに拡張機能を構成します

登場場所:

- *DatabaseSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	オブジェクトの名前拡張子、スキーマ、FDW、サーバー	True		
ensure _ *EnsureOption* _	オブジェクトスキーマなど、データベースに存在するかどうかを指定します。 `present`に設定されている場合、オブジェクトが存在しない場合は作成されます。 `absent`に設定している場合、拡張機能/スキーマが存在する場合は削除されます。		present	Enum: [present absent]

次のページに続く

表 47 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
version _string_	インストールする拡張機能のバージョン。空の場合、オペレーターはデフォルトバージョン拡張機能の制御ファイルで指定されたものをインストールします	True		
schema _string_	拡張機能がコンテンツを再配置できる場合、拡張機能のオブジェクトをインストールするスキーマの名前。指定されない場合デフォルト、および拡張機能の制御ファイルもスキーマを指定しない場合、現在のデフォルトのオブジェクト作成スキーマが使用されます。	True		

55.2.51 ExternalCluster

外部クラスターは、構成の他のセクションで使用される外部クラスターへの接続パラメーターを表します

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	サーバー名必須	True		
connectionParameters _object (keys:string, values:string)_	dbname、ホスト、ユーザー名などの接続パラメーターのリスト			
sslCert _ SecretKeySelector _	このインスタンスへの接続に使用される SSL 証明書への参照			
sslKey _ SecretKeySelector _	このインスタンスへの接続に使用される SSL プライベートキーへの参照			
sslRootCert _ SecretKeySelector _	このインスタンスへの接続に使用される SSL CA 公開キーへの参照			

次のページに続く

表 48 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
password _ SecretKeySelector _	サーバーへの接続に使用されるパスワードへの参照。パスワードが指定された場合、CloudNativePG は `/controller/external/NAME/pass`で PostgreSQL パスファイルを作成します"NAME"はクラスターの名前です。このパスファイルは、現在の PostgreSQL `Cluster`からリモート PostgreSQL サーバーへの接続を確立するときに、接続文字列で自動的に参照されます。これにより、外部クラスターの安全で効率的なパスワード管理が保証されます。			
barmanObjectStore _ BarmanObjectStoreConfiguration _	barman-cloud ツールスイートの構成			
plugin _ *BackupPluginConfiguration* _	この外部クラスターの WAL アーカイブとバックアップを処理するプラグインの構成	True		

55.2.52 FDWSpec

FDWSpec はデータベースに外部データラッパーを構成します

登場場所:

- *DatabaseSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	オブジェクトの名前拡張子、スキーマ、FDW、サーバー	True		
ensure _ *EnsureOption* _	オブジェクトスキーマなど、データベースに存在するかどうかを指定します。`present`に設定されている場合、オブジェクトが存在しない場合は作成されます。`absent`に設定している場合、拡張機能/スキーマが存在する場合は削除されます。		present	Enum: [present absent]
handler _string_	ハンドラーファンクションの名前たとえば、"postgres_fdw_handler"。ハンドラーが指定されない場合、これは空になります。その場合、デフォルトのハンドラーは、FDW 拡張機能の作成時に登録されます。			

次のページに続く

表 49 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
validator _string_	バリデーターファンクションの名前たとえば、"postgres_fdw_validator"。バリデーターが指定されない場合、これは空になります。その場合、デフォルトのバリデーターは、FDW 拡張機能の作成時に登録されます。			
owner _string_	Owner は、外部データラッパーを所有するデータベースロールを指定します。ロールには、ターゲットデータベースにおけるスーパーユーザー権限が必要です。			
options _ *OptionSpec* **array**_	Options は、FDW の構成オプションを指定します。			
usage _ *UsageSpec* **array**_	FDW の `USAGE`特権が付与または取り消されるロールのリスト。			

55.2.53 FailoverQuorum

FailoverQuorum には、PG クラスターの現在のフェールオーバークォーラムステータスに関する情報が含まれています。これは、プライマリノードのインスタンスマネージャーによって更新され、オペレーターによってゼロにリセットされて更新をトリガーします。

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*FailoverQuorum*	True		
metadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
status _ *FailoverQuorumStatus* _	最近観察されたフェールオーバークォーラムのステータス。			

55.2.54 FailoverQuorumStatus

FailoverQuorumStatus は、PG クラスターのフェールオーバークォーラムの最新の観察されたステータスです。

登場場所:

- *FailoverQuorum*

Field	Description	Required	Default	Validation
method _string_	最新に報告されたメソッド値が含まれています。			
standbyNames _string **array**_	StandbyNames は、同期する可能性のあるインスタンス名のリストです。			
standbyNumber _integer_	StandbyNumber は、トランザクションが応答を待機する必要がある同期スタンバイの数です。			
primary _string_	Primary は、このオブジェクトを最後に更新したプライマリインスタンスの名前です。			

55.2.55 ImageCatalog

ImageCatalog は、imagecatalogs API のスキーマです

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*ImageCatalog*	True		
metadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
spec _ *ImageCatalogSpec* _	ImageCatalog の目的の動作の仕様。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status	True		

55.2.56 ImageCatalogComponentRef

ImageCatalogComponentRef は、ImageCatalog または ClusterImageCatalog の componentImages リスト内の名前付けイメージを識別します。

登場場所:

- *PgBouncerSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
apiGroup _string_	APIGroup は、参照されるリソースのグループです。 APIGroup が指定されない場合、指定された Kind はコア API グループにある必要があります。他のサードパーティタイプの場合、APIGroup が必要です。			
kind _string_	Kind は、参照されるリソースのタイプです	True		
name _string_	Name は参照されるリソースの名前です	True		
key _string_	Key は、カタログの componentImages リスト内のエントリを識別します。	True		MaxLength: 63 Pattern: ^ *:ref: `a-z0-9 <[-a-z0-9]*[a-z0-9]> ?$`

55.2.57 ImageCatalogRef

ImageCatalogRef は、ImageCatalog 内のメジャーバージョンへの参照を定義します

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
apiGroup _string_	APIGroup は、参照されるリソースのグループです。 APIGroup が指定されない場合、指定された Kind はコア API グループにある必要があります。他のサードパーティタイプの場合、APIGroup が必要です。			
kind _string_	Kind は、参照されるリソースのタイプです	True		
name _string_	Name は参照されるリソースの名前です	True		
major _integer_	ImageCatalog から使用する PostgreSQL のメジャーバージョン	True		

55.2.58 ImageCatalogSpec

ImageCatalogSpec は、目的のイメージカタログを定義します

登場場所:

- *ClusterImageCatalog*

- *ClusterImageCatalog*

Field	Description	Required	Default	Validation
images _ *CatalogImage* **array**_	カタログで使用可能なカタログ画像のリスト	True		MaxItems: 8 MinItems: 1
componentImages _ *CatalogComponentImage* **array**_	ComponentImages は、PostgreSQL 以外のコンポーネント pgbouncer などの名前付けイメージのリストです。キーはカタログ内で一意である必要があります。			MaxItems: 32

55.2.59 ImageInfo

ImageInfo には、PostgreSQL イメージに関する情報が含まれています

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
image _string_	Image はイメージ名です	True		
majorVersion _integer_	MajorVersion はイメージのメジャーバージョンです	True		
extensions _ *ExtensionConfiguration* **array**_	Extensions には、現在のイメージで使用可能なコンテナイメージ拡張機能が含まれています			

55.2.60 Import

インポートには、外部クラスターの論理スナップショットからデータベースを初期化する構成が含まれています

登場場所:

- *BootstrapInitDB*

Field	Description	Required	Default	Validation
source _ *ImportSource* _	輸入元	True		

次のページに続く

表 57 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
type _ *SnapshotType* _	インポートタイプ。 `microservice`または`monolith`です。	True		Enum: [microservice monolith]
databases _string **array**_	インポートするデータベース	True		
roles _string **array**_	インポートするロール			
postImportApplicationSQL _string **array**_	インポートされた直後にアプリケーションデータベースでスーパーユーザーとして実行される SQL クエリのリスト。細心の注意を払って使用されますデフォルトでは空。マイクロサービスタイプでのみ使用できます。			
schemaOnly _boolean_	true に設定されている場合、 *pg_restore* `の`*pre-data* `および`*post-data* `セクションのみが呼び出され、データのインポートが回避されます。デフォルト` *false*			
pgDumpExtraOptions _string **array**_	`pg_dump`コマンドに渡すカスタムオプションのリスト。重要 使用には注意してください。オペレーターはこれらのオプションを検証せず、特定のフラグは意図された機能またはデザインを妨げる可能性があります。提供されたオプションが環境および目的の動作と互換性があることを確認するのは自分の責任です。			
pgRestoreExtraOptions _string **array**_	`pg_restore`コマンドに渡すカスタムオプションのリスト。重要 使用には注意してください。オペレーターはこれらのオプションを検証せず、特定のフラグは意図された機能またはデザインを妨げる可能性があります。提供されたオプションが環境および目的の動作と互換性があることを確認するのは自分の責任です。			

次のページに続く

表 57 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
pgRestorePredataOptions _string **array**_	`pre-data`セクションで`pg_restore`コマンドに渡すカスタムオプション。この設定は、汎用の`pgRestoreExtraOptions`値をオーバーライドします。重要 使用には注意してください。オペレーターはこれらのオプションを検証せず、特定のフラグは意図された機能またはデザインを妨げる可能性があります。提供されたオプションが環境および目的の動作と互換性があることを確認するのは自分の責任です。			
pgRestoreDataOptions _string **array**_	`data`セクションで`pg_restore`コマンドに渡すカスタムオプション。この設定は、汎用の`pgRestoreExtraOptions`値をオーバーライドします。重要 使用には注意してください。オペレーターはこれらのオプションを検証せず、特定のフラグは意図された機能またはデザインを妨げる可能性があります。提供されたオプションが環境および目的の動作と互換性があることを確認するのは自分の責任です。			
pgRestorePostdataOptions _string **array**_	`post-data`セクションで`pg_restore`コマンドに渡すカスタムオプション。この設定は、汎用の`pgRestoreExtraOptions`値をオーバーライドします。重要 使用には注意してください。オペレーターはこれらのオプションを検証せず、特定のフラグは意図された機能またはデザインを妨げる可能性があります。提供されたオプションが環境および目的の動作と互換性があることを確認するのは自分の責任です。			

55.2.61 ImportSource

ImportSource は、論理スナップショットのソースを説明します

登場場所:

- *Import*

Field	Description	Required	Default	Validation
externalCluster _string_	インポートに使用される外部クラスターの名前	True		

55.2.62 InstanceID

InstanceID には、インスタンスを識別する情報が含まれます

登場場所:

- *BackupStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
podName _string_	ポッド名			
ContainerID _string_	コンテナ ID			
sessionID _string_	インスタンスマネージャーのセッション ID。これは、インスタンスマネージャーの起動時に生成され、再起動のたびに変更されますコンテナのリブートを含む。実行中のバックアッププロセスを終了するバックアップなどの長時間実行操作中にインスタンスマネージャーが再起動されたかどうかを検出するために使用されます。			

55.2.63 InstanceReportedState

InstanceReportedState は、調整ループ中に最後に報告されたインスタンスの状態を説明します

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
isPrimary _boolean_	インスタンスがプライマリかどうかを示します	True		
timeLineID _integer_	インスタンスがどの TimelineId にあるかを示します			
ip _string_	インスタンスの IP アドレス	True		

55.2.64 IsolationCheckConfiguration

IsolationCheckConfiguration には、liveness プローブの分離チェック機能の構成が含まれています

登場場所:

- *LivenessProbe*

Field	Description	Required	Default	Validation
enabled _boolean_	liveness プローブのプライマリ分離チェックが有効になっているかどうか		true	
requestTimeout _integer_	プライマリ分離チェック中の要求のミリ秒単位のタイムアウト		1000	
connectionTimeout _integer_	プライマリ分離チェック中の接続のミリ秒単位のタイムアウト		1000	

55.2.65 LDAPBindAsAuth

LDAPBindAsAuth は、LDAP のバインド認証を使用するための必須フィールドを提供します

登場場所:

- *LDAPConfig*

Field	Description	Required	Default	Validation
prefix _string_	バインド認証オプションのプレフィックス			
suffix _string_	バインド認証オプションのサフィックス			

55.2.66 LDAPBindSearchAuth

LDAPBindSearchAuth は、バインド+検索 LDAP 認証プロセスを使用するための必須フィールドを提供します

登場場所:

- *LDAPConfig*

Field	Description	Required	Default	Validation
baseDN _string_	ユーザー検索を開始するルート DN			
bindDN _string_	ディレクトリにバインドするユーザーの DN			

次のページに続く

表 63 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
bindPassword _ SecretKeySelector _	ディレクトリにバインドするユーザーのパスワードを使用したシークレット			
searchAttribute _string_	ユーザー名と一致する属性			
searchFilter _string_	検索+バインド認証を実行するときに使用する検索フィルター			

55.2.67 LDAPConfig

LDAPConfig には、LDAP 認証に必要なパラメーターが含まれています

登場場所:

- *PostgresConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
server _string_	LDAP ホスト名または IP アドレス			
port _integer_	LDAP サーバーポート			
scheme _ *LDAPScheme* _	使用する LDAP スキーマ、使用可能なオプションは`ldap`および`ldaps`です			Enum: [ldap ldaps]
bindAsAuth _ *LDAPBindAsAuth* _	認証構成としてバインド			
bindSearchAuth _ *LDAPBindSearchAuth* _	バインド+サーチ認証構成			
tls _boolean_	LDAP over TLS を有効にするには、 'true' に設定します。 'false' がデフォルトです			

55.2.68 LDAPScheme

Underlying type: string

LDAPScheme は、 LDAP の使用可能なスキームを定義します

登場場所:

- *LDAPConfig*

Field	Description
ldap	NA
ldaps	NA

55.2.69 LivenessProbe

LivenessProbe は liveness プローブの構成です

登場場所:

- *ProbesConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
initialDelaySeconds _integer_	コンテナが起動してから liveness プローブが開始されるまでの秒数。詳細 https://kubernetes.io/docs/concepts/workloads/pods/pod-lifecycle#container-probes			
timeoutSeconds _integer_	プローブがタイムアウトになるまでの秒数。デフォルト 1 秒。最小値は 1 です。詳細情報 https://kubernetes.io/docs/concepts/workloads/pods/pod-lifecycle#container-probes			
periodSeconds _integer_	プローブを実行する頻度秒単位。デフォルト 10 秒。最小値は 1 です。			
successThreshold _integer_	失敗した後に成功したとみなされるプローブの最小連続成功数。デフォルト 1。活性およびスタートアップの場合は 1 である必要があります。最小値は 1 です。			
failureThreshold _integer_	成功した後に失敗したと考えられるプローブの最小連続失敗数。デフォルト 3。最小値は 1 です。			

次のページに続く

表 66 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
terminationGracePeriodSeconds _integer_	プローブが失敗したときにポッドが正常に終了する必要がある秒単位のオプションの期間。猶予期間は、ポッドで実行されているプロセスに終了信号が送信された後の秒単位の期間と、プロセスが kill 信号で強制的に停止される時間です。この値を、プロセスの予想されるクリーンアップ時間よりも長く設定します。この値が nil の場合、ポッドの terminationGracePeriodSeconds が使用されます。それ以外の場合、この値はポッド仕様が提供する値をオーバーライドします。値は負でない整数である必要があります。値 0 は、kill 信号を介してすぐに停止することを示しますシャットダウンの機会なし。これはベータフィールドであり、ProbeTerminationGracePeriod 機能ゲートを有効にする必要があります。最小値は 1 です。未設定の場合、spec.terminationGracePeriodSeconds が使用されます。			
isolationCheck _ *IsolationCheckConfiguration* _	プライマリインスタンスの liveness プローブを拡張する機能を構成します。基本的なチェックに加えて、プライマリが Kubernetes API サーバーおよびそのレプリカから分離されているかどうかを検証し、ネットワークパーティションまたは API の使用不可が検出された場合に安全にシャットダウンできることを保証します。デフォルトで有効になっています。			

55.2.70 ManagedConfiguration

ManageConfiguration は、インスタンスマネージャーによって管理される PostgreSQL の部分を表します

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
roles _ *RoleConfiguration* **array**_	`Cluster`によって管理されるデータベースロール			
services _ *ManagedServices* _	`Cluster`によって管理されるサービスロール			

55.2.71 ManagedRoles

ManageRoles は、クラスターの管理対象ロールのステータスを追跡します

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
byStatus _object (keys: *DatabaseRoleStatus* , values:string array)_	ByStatus は、各状態のロールのリストを提供します			
cannotReconcile _object (keys:string, values:string array)_	CannotReconcile は、調整できないロールとその原因の説明をリストします。障害は、PostgreSQL たとえば、オブジェクトを所有するロールのドロップなど、または Kubernetes たとえば、参照されたパスワード Secret は取得できないなどに発生する可能性があります。			
passwordStatus _object (keys:string, values: *PasswordState*)_	PasswordStatus は、各管理対象ロールの最後のトランザクション ID とパスワードのシークレットバージョンを提供します			

55.2.72 ManagedService

ManchedService は、クラスターによって管理される特定のサービスを表します。これには、サービスの種類とそれに関連するテンプレート仕様が含まれます。

登場場所:

- *ManagedServices*

Field	Description	Required	Default	Validation
selectorType _ *ServiceSelectorType* _	SelectorType は、サービスが持つセレクターのタイプを指定します。有効な値は「rw」、「r」、および「ro」で、読み取り書き込み、読み取り、および読み取り専用サービスを表します。	True		Enum: [rw r ro]
updateStrategy _ *ServiceUpdateStrategy* _	UpdateStrategy は、サービスの違いを調整する方法を説明します		patch	Enum: [patch replace]
serviceTemplate _ *ServiceTemplateSpec* _	ServiceTemplate は、サービスのテンプレート仕様です。	True		

55.2.73 ManagedServices

ManagedServices は、クラスターによって管理されるサービスを表します。

登場場所:

- *ManagedConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
disabledDefaultServices _ *ServiceSelectorType* **array**_	DisabledDefaultServices は、デフォルトで無効になっているサービスタイプのリストです。有効な値は「r」および「ro」で、読み取りおよび読み取り専用サービスを表します。			Enum: [rw r ro]
additional _ *ManagedService* **array**_	Additional は、ユーザーが指定した追加の管理サービスのリストです。			

55.2.74 Metadata

メタデータは metav1.ObjectMeta に似た構造ですが、controller-gen によって解析され、ユーザーに適切な CRD を作成できます。PodTemplateSpec のコメントには、コアデータ型を使用しない理由の説明があります。

登場場所:

- *PodTemplateSpec*
- *ServiceAccountTemplate*
- *ServiceTemplateSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	リソースの名前。特定のタイプでのみサポートされています			
labels _object (keys:string, values:string)_	オブジェクトを整理および分類および選択するために使用できる文字列キーと値のマップ。レプリケーションコントローラとサービスのセレクターと一致する場合があります。詳細 http://kubernetes.io/docs/user-guide/labels			
annotations _object (keys:string, values:string)_	アノテーションは、リソースと共に保存される非構造化キー値マップであり、任意のメタデータを保存および取得する外部ツールによって設定される場合があります。これらは照会不可であり、オブジェクトを変更するときに保存する必要があります。詳細 http://kubernetes.io/docs/user-guide/annotations			

55.2.75 MonitoringConfiguration

MonitoringConfiguration は、特定のクラスターのすべての監視構成を含むタイプです

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
disableDefaultQueries _boolean_	デフォルトのクエリーを挿入するかどうか。クラスターにデフォルトのクエリーを挿入したくない場合は、`true`に設定します。デフォルト false。		false	
customQueriesConfigMap _ ConfigMapKeySelector **array**_	カスタムクエリを含む構成マップのリスト			
customQueriesSecret _ SecretKeySelector **array**_	カスタムクエリーを含むシークレットのリスト			
enablePodMonitor _boolean_	`PodMonitor`を有効または無効にする 非推奨 この機能は、今後のリリースで削除される予定です。この機能が必要な場合は、PodMonitor を手動で作成できます。		false	

次のページに続く

表 72 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
tls _ *ClusterMonitoringTLSConfiguration* _	メトリックエンドポイントの TLS 通信を構成します。 tls.enabled オプションを変更すると、すべてのインスタンスのロールアウトが強制されます。			
podMonitorMetricRelabelings _ *archive_timeout* **array**_	`PodMonitor`のメトリックの再ラベル付けのリスト。摂取する前にサンプルに適用されます。非推奨この機能は、今後のリリースで削除される予定です。この機能が必要な場合は、PodMonitor を手動で作成できます。			
podMonitorRelabelings _ *archive_timeout* **array**_	`PodMonitor`の再ラベル付けのリスト。スクレイピングの前にサンプルに適用されます。非推奨この機能は、今後のリリースで削除される予定です。この機能が必要な場合は、PodMonitor を手動で作成できます。			
metricsQueriesTTL _ Duration _	クエリから計算されたメトリックが最新であると考えられる間隔。これを超えると、新しいスクレイピングがクエリの再実行をトリガーします。設定されていない場合、Prometheus スクレイピングのデフォルトに合わせて、デフォルトの 30 秒になります。これをゼロに設定すると、キャッシュメカニズムが無効になり、PostgreSQL サーバーに高負荷が発生する可能性があります。			

55.2.76 NodeMaintenanceWindow

NodeMaintenanceWindow には、基になるノードのアップグレード中にオペレーターが使用する情報が含まれています。

このオプションは、選択したストレージがポッドをノード間で自由に移動できない場合にのみ役立ちます。

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
reusePVC _boolean_	既存の PVC を再利用するノードが再び起動するまで待機するかどうか他の場所で再作成します-*instances* >1 の場合		true	

次のページに続く

表 73 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
inProgress _boolean_	進行中のノードのメンテナンスアクティビティはありますか?		false	

55.2.77 OnlineConfiguration

OnlineConfiguration には、オンラインボリュームスナップショットの構成パラメーターが含まれています

登場場所:

- *BackupSpec*
- *ScheduledBackupSpec*
- *VolumeSnapshotConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
waitForArchive _boolean_	false の場合、ファンクションは、バックアップが完了すると、WAL がアーカイブされるのを待たずに、すぐに返されます。この動作は、WAL アーカイブを個別に監視するバックアップソフトウェアでのみ役立ちます。そうしないと、バックアップの一貫性を保つために必要な WAL が欠落し、バックアップが役に立たなくなる可能性があります。デフォルトでは、またはこのパラメータが true の場合、アーカイブが有効になっているときに pg_backup_stop は WAL がアーカイブされるまで待機します。スタンバイでは、これは archive_mode = Always の場合にのみ待機することを意味します。プライマリの書き込みアクティビティが低い場合、プライマリで pg_switch_wal を実行して、即時セグメントスイッチをトリガーすると役立つ場合があります。		true	

次のページに続く

表 74 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
immediateCheckpoint _boolean_	PostgreSQL サーバーの `checkpoint_completion_target`設定に従って、バックアップの初期チェックポイントのI/O ワークロードを制限するかどうかを制御します。 true に設定されている場合、即時チェックポイントが使用されます。つまり、PostgreSQL ができるだけ早くチェックポイントを完了します。デフォルトでは`false`。			

55.2.78 OptionSpec

OptionSpec は、オプションの名前、値、保証フィールドを保持します

登場場所:

- *FDWSpec*
- *ServerSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	オプションの名前	True		
value _string_	オプションの値	True		
ensure _ *EnsureOption* _	データベースにオプションが存在するかどうかを指定します。 `present`に設定されている場合、オプションは存在しない場合は作成されます。 `absent`に設定されている場合、オプションは存在する場合は削除されます。		present	Enum: [present absent]

55.2.79 PasswordState

PasswordState は、管理対象ロール構成のパスワードの状態を表します

登場場所:

- *ManagedRoles*

Field	Description	Required	Default	Validation
transactionID _integer_	PostgreSQL のロール定義に影響を与える最後のトランザクション ID			
resourceVersion _string_	パスワードシークレットのリソースバージョン			

55.2.80 PgBouncerIntegrationStatus

PgBouncerIntegrationStatus は、クラスターを参照する pgbouncer プーラーに必要な統合をカプセル化します

登場場所:

- *PoolerIntegrations*

Field	Description	Required	Default	Validation
secrets _string **array**_	NA			

55.2.81 PgBouncerPoolMode

Underlying type: string

PgBouncerPoolMode は PgBouncer のモードです

検証

- 列挙型 [セッショントランザクション]

登場場所:

- *PgBouncerSpec*

55.2.82 PgBouncerSecrets

PgBouncerSecrets には、pgbouncer が使用するシークレットのバージョンが含まれています

登場場所:

- *PoolerSecrets*

Field	Description	Required	Default	Validation
authQuery _ *SecretVersion* _	認証クエリーのシークレットバージョン			

55.2.83 PgBouncerSpec

PgBouncerSpec は、PgBouncer の構成方法を定義します

登場場所:

- *PoolerSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
poolMode _ *PgBouncerPoolMode* _	プールモード。デフォルト `session`		session	Enum: [session transaction]
serverTLSSecret _ LocalObjectReference _	ServerTLSSecret は、TLS シークレットを指す場合、PostgreSQL に対して認証するときに使用される pgbouncer の `server_tls_key_file`および `server_tls_cert_file`を提供します。			
serverCASecret _ LocalObjectReference _	ServerCASecret は、PostgreSQL 証明書を検証するためのルート CA である PgBouncer の server_tls_ca_file を提供します			
clientCASecret _ LocalObjectReference _	ClientCASecret は、PgBouncer の client_tls_ca_file、クライアントを検証するためのルート CA を提供します証明書			
clientTLSSecret _ LocalObjectReference _	ClientTLSSecret は、クライアントを受け入れるために使用される PgBouncer の client_tls_key_file プライベートキーと client_tls_cert_file 証明書を提供します			
authQuerySecret _ LocalObjectReference _	認証クエリーに使用する必要があるユーザーの資格情報。指定される場合、AuthQuery たとえば、 "SELECT username, passwd FROM pg_catalog.pg_shadow WHERE usename=$1" を指定する必要があり、自動 CNPG クラスター統合はトリガーされません。非推奨。			
authQuery _string_	特定のユーザーのパスワードのハッシュをダウンロードするために使用されるクエリー。デフォルト「SELECT username, passwd FROM public.user_search($1)」。指定される場合、AuthQuerySecret も指定する必要があり、自動 CNPG クラスター統合はトリガーされません。			

次のページに続く

表 79 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
parameters _object (keys:string, values:string)_	PgBouncer に渡される追加パラメーター-構成可能なオプションのリストについては、CNPG ドキュメントを確認してください			
pg_hba _string **array**_	PostgreSQL ホストベースの認証ルール pg_hba.conf ファイルに追加される行			
paused _boolean_	`true`に設定すると、PgBouncer は PostgreSQL サーバーから切断し、最初にすべてのクエリが完了するのを待機し、この値が`false`デフォルトに設定されるまで、すべての新しいクライアント接続を一時停止します。内部的には、オペレーターは PgBouncer の`PAUSE`および`RESUME`コマンドを呼び出します。		false	
image _string_	Image は、使用する pgbouncer コンテナイメージです。設定されると、ImageCatalogRef および演算子のデフォルトより優先されますが、ポッドテンプレートで設定された明示的なイメージによってオーバーライドされます。			
imageCatalogRef _*ImageCatalogComponentRef* _	ImageCatalogRef は、ImageCatalog または ClusterImageCatalog のエントリを指します。 Image と相互排他的。			

55.2.84 PluginConfiguration

PluginConfiguration は、このクラスターをリコンサイルするためにロードする必要があるプラグインを指定します

登場場所:

- *ClusterSpec*
- :ref:``externalClusters` セクション <*externalClusters* セクション>`

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	Name はプラグイン名です	True		
enabled _boolean_	このプラグインを使用する場合、 Enabled は true		true	

次のページに続く

表 80 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
isWALArchiver _boolean_	プラグインを WAL アーカイバーとしてマークします。最大で 1 つのプラグインを WAL アーカイバーとして指定できます。 `.spec.backup.barmanObjectStore`構成が存在する場合、これは有効にできません。		false	
parameters _object (keys:string, values:string)_	Parameters はプラグインの構成です			

55.2.85 PluginStatus

PluginStatus は、ロードされたプラグインのステータスです

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	Name はプラグインの名前です	True		
version _string_	バージョンは、最新の調整ループによってロードされたプラグインのバージョンです	True		
capabilities _string **array**_	Capacity は、プラグインの機能のリストです。			
operatorCapabilities _string **array**_	OperatorCapabilities は、リコンサイラーに関するプラグインの機能のリストです。			
walCapabilities _string **array**_	WALCapabilities は、WAL 管理に関するプラグインの機能のリストです。			
backupCapabilities _string **array**_	BackupCapabilities は、バックアップ管理に関するプラグインの機能のリストです。			
restoreJobHookCapabilities _string **array**_	RestoreJobHookCapabilities は、RestoreJobHook 管理に関するプラグインの機能のリストです。			
status _string_	ステータスには、 SetStatusInCluster インターフェイスを介してプラグインによって報告されたステータスが含まれます			

55.2.86 PodName

Underlying type: string

PodName はポッドの名前です

登場場所:

- *ClusterStatus*
- *PodTopologyLabels*

55.2.87 PodSelectorRef

PodSelectorRef は、pg_hba ルールで使用する名前付けポッドラベルセレクターを定義します。クラスターの名前空間のセレクターと一致するポッドの IP は解決され、`${podselector:NAME}` 構文を介した pg_hba アドレス拡張で利用できるようになります。

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	Name は、アドレスフィールドの${podselector:NAME}構文を介して pg_hba ルールでこのセレクターを参照するために使用される識別子です。	True		MinLength: 1 Pattern: ^ *:ref:`a-z <[a-z0-9_-]*[a-z0-9]> ?$`*
selector _ LabelSelector _	Selector は、IP を解決する必要があるポッドを識別するラベルセレクターです。クラスターの名前空間内のポッドのみが考慮されます。	True		

55.2.88 PodSelectorRefStatus

PodSelectorRefStatus には、名前付けセレクターの解決されたポッド IP が含まれています。

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	Name は、仕様の PodSelectorRef の名前に対応します。	True		
ips _string **array**_	IPs は、セレクターと一致するポッド IP のリストです。各 IP は単一のアドレス CIDR 表記なしです。			

55.2.89 PodStatus

Underlying type: string

PodStatus は、ポッドの考えられるステータスを表します

登場場所:

- *ClusterStatus*

55.2.90 PodTemplateSpec

PodTemplateSpec は、ユーザーが Pod 生成のテンプレートを設定できる構造です。

残念ながら、生成された CRD にはメタデータセクションのフィールドが含まれないため、corev1.PodTemplateSpec タイプは使用できません。

参考 https://github.com/kubernetes-sigs/controller-tools/issues/385 https://github.com/kubernetes-sigs/controller-tools/issues/448 https://github.com/prometheus- Operator/prometheus-operator/issues/3041

登場場所:

- *PoolerSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
metadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。			
spec _ PodSpec _	ポッドの目的の動作の仕様。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status			

55.2.91 PodTopologyLabels

基になるタイプ *object*

PodTopologyLabels は、ポッドのトポロジを表します。map[labelName]labelValue

登場場所:

- *PodTopologyLabels*

55.2.92 Pooler

Pooler は、プーラー API のスキーマです

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*Pooler*	True		
metadata _*EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
spec _ *PoolerSpec* _	プーラーの目的の動作の仕様。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status	True		
status _ *PoolerStatus* _	プーラーの最近観察されたステータス。このデータは最新でない可能性があります。システムによって設定されます。読み取り専用。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status			

55.2.93 PoolerIntegrations

PoolerIntegrations は、クラスターを参照するプーラーに必要な統合をカプセル化します

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
pgBouncerIntegration _ *PgBouncerIntegrationStatus* _	NA			

55.2.94 PoolerMonitoringConfiguration

PoolerMonitoringConfiguration は、特定のプーラーのすべての監視構成を含むタイプです。

クラスターのモニタリング構成をミラーしますが、今のところカスタムクエリ部分はありません。

登場場所:

- *PoolerSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
enablePodMonitor _boolean_	`PodMonitor`を有効または無効にする 非推奨 この機能は、今後のリリースで削除される予定です。この機能が必要な場合は、PodMonitor を手動で作成できます。		false	
podMonitorMetricRelabelings _ *archive_timeout* **array**_	`PodMonitor`のメトリックの再ラベル付けのリスト。摂取する前にサンプルに適用されます。非推奨この機能は、今後のリリースで削除される予定です。この機能が必要な場合は、PodMonitor を手動で作成できます。			
podMonitorRelabelings _ *archive_timeout* **array**_	`PodMonitor`の再ラベル付けのリスト。スクレイピングの前にサンプルに適用されます。非推奨この機能は、今後のリリースで削除される予定です。この機能が必要な場合は、PodMonitor を手動で作成できます。			
tls _ *PoolerMonitoringTLSConfiguration* _	メトリックエンドポイントの TLS 通信を構成します。 tls.enabled オプションを変更すると、すべてのインスタンスのロールアウトが強制されます。			

55.2.95 PoolerMonitoringTLSConfiguration

PoolerMonitoringTLSConfiguration は、プーラーモニタリングの TLS 構成を含むタイプです

登場場所:

- *PoolerMonitoringConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
enabled _boolean_	監視エンドポイントの TLS を有効にします。このオプションを変更すると、すべてのインスタンスのロールアウトが強制されます。		false	

55.2.96 PoolerPhase

Underlying type: string

PoolerPhase は、プーラーのライフサイクルフェーズを表します。

検証

- 列挙型 [アクティブな一時停止、非アクティブな失敗]

登場場所:

- *PoolerStatus*

Field	Description
active	PoolerPhaseActive は、プーラーが通常に実行されており、トラフィックを処理していることを意味します。
paused	PoolerPhasePaused は、PgBouncer が起動して実行されているが、spec.pgbouncer.paused が true であるため、新しいクライアント接続をキューに保持していることを意味します。展開は調整を続けます。一時停止を解除すると、トランジションがアクティブに戻ります。
inactive	PoolerPhaseInactive は、前提条件リソースクラスター、シークレット、証明書が欠落しているため、プーラーが進行できないことを意味します。コントローラは、前提条件が表示されるまで定期的に再試行します。特定の原因については、status.phaseReason を確認します。
failed	PoolerPhaseFailed は、構成エラーのためプーラーを調整できないことを意味します。詳細については、status.phaseReason を確認してください。

55.2.97 PoolerSecrets

PoolerSecrets には、使用されるすべてのシークレットのバージョンが含まれています

登場場所:

- *PoolerStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
clientTLS _ *SecretVersion* _	クライアント TLS シークレットバージョン			
serverTLS _ *SecretVersion* _	サーバー TLS シークレットバージョン			
serverCA _ *SecretVersion* _	サーバー CA シークレットバージョン			
clientCA _ *SecretVersion* _	クライアント CA シークレットバージョン			
pgBouncerSecrets _ *PgBouncerSecrets* _	PgBouncer が使用するシークレットのバージョン			

55.2.98 PoolerSpec

PoolerSpec は、プーラーの目的の状態を定義します

登場場所:

- *Pooler*

Field	Description	Required	Default	Validation
cluster _ LocalObjectReference _	これは、プーラーが動作するクラスター参照です。プール名は、同じ名前空間内のクラスター名と決して一致しないはずです。	True		
type _ *PoolerType* _	トラフィックの転送先のサービスの種類。デフォルト `rw`		rw	Enum: [rw ro r]
instances _integer_	必要なレプリカの数。デフォルト 1		1	
template _ *PodTemplateSpec* _	作成する Pod のテンプレート			
pgbouncer _ *PgBouncerSpec* _	PgBouncer 構成	True		
deploymentStrategy _ DeploymentStrategy _	pgbouncer で既存のポッドを新しいポッドに置き換えるために使用する展開戦略			
monitoring _ *PoolerMonitoringConfiguration* _	このプーラーの監視インフラストラクチャの構成。			
serviceTemplate _ *ServiceTemplateSpec* _	作成するサービスのテンプレート			
serviceAccountName _string_	プーラーに使用する同じ名前空間内の既存のサービスアカウントの名前。指定されると、オペレーターは新しいサービスアカウントを作成せず、提供されたサービスアカウントを使用します。これは、複数のプーラー間で単一のサービスアカウントを共有する場合たとえば、クラウド IAM 構成の場合に役立ちます。指定しない場合、プーラー名で ServiceAccount が作成されます。			MaxLength: 253 Pattern: ^ *:ref: `a-z0-9 <[-a-z0-9]*[a-z0-9]> ?$`

55.2.99 PoolerStatus

PoolerStatus は、プーラーの観察された状態を定義します

登場場所:

- *Pooler*

Field	Description	Required	Default	Validation
secrets _ *PoolerSecrets* _	config オブジェクトのリソースバージョン			
instances _integer_	スケジュールしようとしているポッドの数			
phase _ *PoolerPhase* _	フェーズは、プーラーの全体的なライフサイクル状態を要約します。			Enum: [active paused inactive failed]
phaseReason _string_	PhaseReason は、現在のフェーズの人間が判読可能な説明です。			
image _string_	Image は、オペレーターがこのプーラーに使用している解決された pgbouncer コンテナイメージです。spec.template からのオーバーライドを含みます。フェーズがアクティブまたは一時停止している場合、このフィールドは実際に実行される展開を反映します。フェーズが非アクティブまたは失敗している間、最後に正常に解決された値を引き継ぐ場合がありますまたは、プーラーが一度も正常にリコンサイルしていない場合は空になる場合があります。			
error _string_	Error は最新の入場検証エラーです			

55.2.100 PoolerType

Underlying type: string

PoolerType は接続プールのタイプ、つまりターゲットとしているサービスを意味します。使用できる値は `rw` および `ro` です。

検証

- 列挙型 [rw ro r]

登場場所:

- *PoolerSpec*

55.2.101 PostgresConfiguration

PostgresConfiguration は PostgreSQL 構成を定義します

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
parameters _object (keys:string, values:string)_	PostgreSQL 構成オプション postgresql.conf			
synchronous _ *SynchronousReplicaConfiguration* _	PostgreSQL 同期レプリケーション機能の構成			
pg_hba _string **array**_	PostgreSQL ホストベースの認証ルール pg_hba.conf ファイルに追加される行。${podselector:NAME}構文を使用して、ポッドセレクターを参照します。ルールは、そのセレクターと一致するポッド IP ごとに展開されます。			
pg_ident _string **array**_	PostgreSQL のユーザー名マップルール pg_ident.conf ファイルに追加される行			
syncReplicaElectionConstraint _ *SyncReplicaElectionConstraints* _	同期レプリカが満たす要件。これは、"synchronous_standby_names"パラメーターの設定方法に影響します。			
shared_preload_libraries _string **array**_	デフォルトのライブラリに追加する共有プリロードライブラリのリスト			
ldap _ *LDAPConfig* _	LDAP 構成を指定するオプション			
promotionTimeout _integer_	インスタンスをプライマリに昇格するときに待機する最大秒数を指定します。デフォルト値は 40000000 で、秒単位で 1 年より大きく、無限タイムアウトをシミュレートするのに十分な大きさです			
enableAlterSystem _boolean_	このパラメーターが true の場合、ユーザーはこの CloudNativePG クラスターで`ALTER SYSTEM`を呼び出すことができます。これは、デバッグとトラブルシューティングの場合にのみ使用してください。デフォルト false。			
extensions _ *ExtensionConfiguration* **array**_	追加する拡張機能の構成			

55.2.102 PrimaryLeaseConfiguration

PrimaryLeaseConfiguration は、プライマリインスタンスが保持および更新する Kubernetes `Lease` のタイミングを構成し、安全なプライマリ選挙を調整します。これらの値は、基になる Kubernetes のリーダー選択パラメーターに直接マッピングされます。

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
leaseDurationSeconds _integer_	プライマリリースが有効期限が切れて別のインスタンスがそれを取得するまでに有効であると考えられる秒単位の時間。`renewDeadlineSeconds`より大きい必要があります。デフォルト 15		15	Minimum: 1
renewDeadlineSeconds _integer_	現在のプライマリがあきらめて停止するまでに、リースの更新を再試行し続ける秒単位の時間。`leaseDurationSeconds`より小さい必要があります。デフォルト 10		10	Minimum: 1
retryPeriodSeconds _integer_	非ホルダーインスタンスがリースの取得または更新を再試行する頻度の秒単位。デフォルト 2		2	Minimum: 1
releasedLeaseDurationSeconds _integer_	プライマリがクリーンシャットダウン時にリースを明示的に解放するときに書き込まれる秒単位の TTL。これにより、レプリカは、完全なリース期間の有効期限が切れるのを待たずに昇格できます。デフォルト 1		1	Minimum: 1

55.2.103 PrimaryUpdateMethod

Underlying type: string

PrimaryUpdateMethod は、ローリング更新の一部としてクラスターのプライマリインスタンスをアップグレードするときに使用する方法を定義します。デフォルトの方法は「restart」です

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description
switchover	PrimaryUpdateMethodSwitchover は、プライマリインスタンスをアップグレードする必要がある場合に、オペレーターが別の更新されたレプリカにスイッチオーバーすることを意味します。注この方法を使用する場合、オペレーターはイメージ名と PostgreSQL 構成パラメーターの両方を同時に変更する更新を拒否して、スイッチオーバープロセス中の構成の不一致を回避します。
restart	PrimaryUpdateMethodRestart は、オペレーターがアップグレードが必要な場合にプライマリインスタンスをインプレースで再起動することを意味します

55.2.104 PrimaryUpdateStrategy

Underlying type: string

PrimaryUpdateStrategy には、ローリング更新の一部としてクラスターのプライマリサーバーをアップグレードするときに従うべき戦略が含まれています

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description
supervised	PrimaryUpdateStrategySupervised は、オペレーターがプライマリサーバー `supervised` を更新する前に、ユーザーがスイッチオーバー要求を手動で発行するのを待機する必要があることを意味します
unsupervised	PrimaryUpdateStrategyUnsupervised は、オペレーターが選択した PrimaryUpdateMethod を別の更新されたレプリカに続行し、プライマリサーバー `unsupervised`、デフォルトを自動的に更新することを意味します

55.2.105 Probe

プローブは、コンテナに対して実行されるヘルスチェックを記述して、コンテナが生きているか、トラフィックを受信する準備ができているかを判断します。

登場場所:

- *LivenessProbe*
- *ProbeWithStrategy*

Field	Description	Required	Default	Validation
initialDelaySeconds _integer_	コンテナが起動してから liveness プローブが開始されるまでの秒数。詳細 https://kubernetes.io/docs/concepts/workloads/pods/pod-lifecycle#container-probes			
timeoutSeconds _integer_	プローブがタイムアウトになるまでの秒数。デフォルト 1 秒。最小値は 1 です。詳細情報 https://kubernetes.io/docs/concepts/workloads/pods/pod-lifecycle#container-probes			

次のページに続く

表 97 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
periodSeconds _integer_	プローブを実行する頻度秒単位。デフォルト 10 秒。最小値は 1 です。			
successThreshold _integer_	失敗した後に成功したとみなされるプローブの最小連続成功数。デフォルト 1。活性およびスタートアップの場合は 1 である必要があります。最小値は 1 です。			
failureThreshold _integer_	成功した後に失敗したと考えられるプローブの最小連続失敗数。デフォルト 3。最小値は 1 です。			
terminationGracePeriodSeconds _integer_	プローブが失敗したときにポッドが正常に終了する必要がある秒単位のオプションの期間。猶予期間は、ポッドで実行されているプロセスに終了信号が送信された後の秒単位の期間と、プロセスが kill 信号で強制的に停止される時間です。この値を、プロセスの予想されるクリーンアップ時間よりも長く設定します。この値が nil の場合、ポッドの terminationGracePeriodSeconds が使用されます。それ以外の場合、この値はポッド仕様が提供する値をオーバーライドします。値は負でない整数である必要があります。値 0 は、kill 信号を介してすぐに停止することを示しますシャットダウンの機会なし。これはベータフィールドであり、ProbeTerminationGracePeriod 機能ゲートを有効にする必要があります。最小値は 1 です。未設定の場合、spec.terminationGracePeriodSeconds が使用されます。			

55.2.106 ProbeStrategyType

Underlying type: string

ProbeStrategyType は、PostgreSQL インスタンスの準備ができていることを宣言するために使用されるストラテジーのタイプです

登場場所:

- *ProbeWithStrategy*

Field	Description
pg_isready	ProbeStrategyPgIsReady は、pg_isready ツールを使用して、PostgreSQL が起動されているかどうかを判断することを意味します
streaming	ProbeStrategyStreaming は、 pg_isready がポジティブで、レプリカがストリーミングレプリケーションを介して現在のプライマリに接続され、遅延が指定されている場合、制限内であることを意味します。
query	ProbeStrategyQuery は、サーバーがスーパーユーザーデータベースに接続でき、「-- ping」のような単純なクエリーを実行できることを意味します

55.2.107 ProbeWithStrategy

ProbeWithStrategy は、スタートアッププローブの構成です

登場場所:

- *ProbesConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
initialDelaySeconds _integer_	コンテナが起動してから liveness プローブが開始されるまでの秒数。詳細 https://kubernetes.io/docs/concepts/workloads/pods/pod-lifecycle#container-probes			
timeoutSeconds _integer_	プローブがタイムアウトになるまでの秒数。デフォルト 1 秒。最小値は 1 です。詳細情報 https://kubernetes.io/docs/concepts/workloads/pods/pod-lifecycle#container-probes			
periodSeconds _integer_	プローブを実行する頻度秒単位。デフォルト 10 秒。最小値は 1 です。			
successThreshold _integer_	失敗した後に成功したとみなされるプローブの最小連続成功数。デフォルト 1。活性およびスタートアップの場合は 1 である必要があります。最小値は 1 です。			
failureThreshold _integer_	成功した後に失敗したと考えられるプローブの最小連続失敗数。デフォルト 3。最小値は 1 です。			

次のページに続く

表 99 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
terminationGracePeriodSeconds _integer_	プローブが失敗したときにポッドが正常に終了する必要がある秒単位のオプションの期間。猶予期間は、ポッドで実行されているプロセスに終了信号が送信された後の秒単位の期間と、プロセスが kill 信号で強制的に停止される時間です。この値を、プロセスの予想されるクリーンアップ時間よりも長く設定します。この値が nil の場合、ポッドの terminationGracePeriodSeconds が使用されます。それ以外の場合、この値はポッド仕様が提供する値をオーバーライドします。値は負でない整数である必要があります。値 0 は、kill 信号を介してすぐに停止することを示しますシャットダウンの機会なし。これはベータフィールドであり、ProbeTerminationGracePeriod 機能ゲートを有効にする必要があります。最小値は 1 です。未設定の場合、spec.terminationGracePeriodSeconds が使用されます。			
type _ *ProbeStrategyType* _	プローブ戦略			Enum: [pg_isready streaming query]
maximumLag _ Quantity _	遅延制限。`streaming`ストラテジーにのみ使用されます			

55.2.108 ProbesConfiguration

ProbesConfiguration は、PostgreSQL ポッドに注入されるプローブの構成を表します

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
startup _ *ProbeWithStrategy* _	起動プローブ構成	True		
liveness _ *LivenessProbe* _	liveness プローブ構成	True		

次のページに続く

表 100 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
readiness _ *ProbeWithStrategy* _	Readiness Probe 構成	True		

55.2.109 Publication

パブリケーションは、パブリケーション API のスキーマです

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*Publication*	True		
metadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
spec _ *PublicationSpec* _	NA	True		
status _ *PublicationStatus* _	NA	True		

55.2.110 PublicationReclaimPolicy

Underlying type: string

PublicationReclaimPolicy は、パブリケーションのサポートが終了したメンテナンスのポリシーを定義します。

登場場所:

- *PublicationSpec*

Field	Description
delete	PublicationReclaimDelete は、クレームからの解放時にパブリケーションが Kubernetes から削除されることを意味します。
retain	PublicationReclaimRetain は、管理者による手動再生のためにパブリケーションが現在のフェーズに残されることを意味します。デフォルトのポリシーは Retain です。

55.2.111 PublicationSpec

PublicationSpec は、パブリケーションの望ましい状態を定義します

登場場所:

- *Publication*

Field	Description	Required	Default	Validation
cluster _ LocalObjectReference _	「パブリッシャー」を識別する PostgreSQL クラスターの名前	True		
name _string_	PostgreSQL 内のパブリケーションの名前	True		
dbname _string_	パブリケーションが「パブリッシャー」クラスターにインストールされるデータベースの名前	True		
parameters _object (keys:string, values:string)_	PostgreSQL で想定される `WITH` 句のパブリケーションパラメーターの一部 `CREATE PUBLICATION` コマンド			
target _ *PublicationTarget* _	PostgreSQL `CREATE PUBLICATION` コマンドで予想されるパブリケーションのターゲット	True		
publicationReclaimPolicy _ *PublicationReclaimPolicy* _	この出版物のサポートが終了したメンテナンスのポリシー		retain	Enum: [delete retain]

55.2.112 PublicationStatus

PublicationStatus は、パブリケーションの観察された状態を定義します

登場場所:

- *Publication*

Field	Description	Required	Default	Validation
observedGeneration _integer_	同期された最新の目的の状態を表すシーケンス番号			
applied _boolean_	パブリケーションが正しくリコンサイルされた場合、Apply は true です			
message _string_	Message はリコンシリエーション出力メッセージです			

55.2.113 PublicationTarget

PublicationTarget は、このパブリケーションが公開するものです

登場場所:

- *PublicationSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
allTables _boolean_	データベース内のすべてのテーブル、今後作成されるテーブルを含む変更をレプリケートするパブリケーションとしてマークします。 PostgreSQL の `FOR ALL TABLES`に対応します。			
objects _ *PublicationTargetObject* **array**_	次のスキーマオブジェクトのみ			MaxItems: 100000

55.2.114 PublicationTargetObject

PublicationTargetObject は、パブリッシュするオブジェクトです

登場場所:

- *PublicationTarget*

Field	Description	Required	Default	Validation
tablesInSchema _string_	指定されたスキーマのリスト内のすべてのテーブル、今後作成されるテーブルを含むすべてのテーブルの変更をレプリケートするパブリケーションとしてマークします。 PostgreSQL の `FOR TABLES IN SCHEMA`に対応します。			
table _ *PublicationTargetTable* _	パブリケーションに追加するテーブルのリストを指定します。 PostgreSQL の `FOR TABLE`に対応します。			

55.2.115 PublicationTargetTable

PublicationTargetTable は、パブリッシュするテーブルです

登場場所:

- *PublicationTargetObject*

Field	Description	Required	Default	Validation
only _boolean_	テーブルのみに制限するか、そのすべての子孫を含めるか			
name _string_	テーブル名	True		

次のページに続く

表 107 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
schema _string_	スキーマ名			
columns _string **array**_	公開する列			

55.2.116 RecoveryTarget

RecoveryTarget を使用すると、復旧プロセスが停止する瞬間を構成できます。TargetTLI を除くすべてのターゲットオプションは相互排他的です。

登場場所:

- *BootstrapRecovery*

Field	Description	Required	Default	Validation
backupID _string_	リカバリプロセスを開始するバックアップの ID。空の場合デフォルト、オペレーターは指定されている場合、targetTime または targetLSN に基づいて、バックアップを自動的に検出します。それ以外の場合は、使用可能な最新のバックアップを時系列で使用します。			
targetTLI _string_	ターゲットタイムライン「latest」または正の整数			
targetXID _string_	ターゲットトランザクション ID			
targetName _string_	ターゲット名`pg_create_restore_point`で事前に作成します			
targetLSN _string_	ターゲット LSN ログシーケンス番号			
targetTime _string_	RFC3339 形式または PostgreSQL タイムスタンプ形式のタイムスタンプとしてのターゲット時間。明示的なタイムゾーンのないタイムスタンプは UTC として解釈されます。			
targetImmediate _boolean_	一貫した状態に到達すると、リカバリーを終了します			
exclusive _boolean_	ターゲットを排他的に設定します。省略した場合、デフォルトの false になるため、Postgres では `recovery_target_inclusive`が true になります			

55.2.117 ReplicaClusterConfiguration

ReplicaClusterConfiguration は、レプリカクラスターの構成をカプセル化します

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
self _string_	このクラスターの名前を自己定義します。`primary`と比較して、これがプライマリクラスターであるかレプリカクラスターであるかを判断するために使用されます			
primary _string_	Primary は、 externalClusters で指定されたトポロジに基づいて、分散 PostgreSQL クラスターのプライマリとして定義されるクラスターを定義します			
source _string_	レプリケーション元の外部クラスターの名前	True		MinLength: 1
enabled _boolean_	レプリカモードが有効になっている場合、このクラスターは既存のクラスターのレプリカになります。レプリカクラスターは、リカバリオブジェクトストアから、または pg_basebackup を介したストリーミングを介して作成できます。詳細については、ドキュメントのレプリカクラスターページを参照してください。			
promotionToken _string_	プロモーション要件が満たされているかどうかを確認するために使用される外部クラスターによって生成された降格トークン。			
minApplyDelay _ Duration _	レプリカモードが有効になっている場合、このパラメーターを使用すると、システム時間が少なくとも構成された時間コミット時間を経過している場合にのみトランザクションを再生できます。これにより、データ損失エラーを修正する機会が提供されます。このパラメーターが設定されている場合、プロモーショントークンは使用できないことに注意してください。			

55.2.118 ReplicationSlotsConfiguration

ReplicationSlotsConfiguration は、レプリケーションスロットの構成をカプセル化します

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
highAvailability _ *ReplicationSlotsHAConfiguration* _	高可用性構成のレプリケーションスロット		{ enabled:true }	
updateInterval _integer_	スタンバイは、`updateInterval`秒ごとにローカルレプリケーションスロットのステータスを更新しますデフォルト 30。		30	Minimum: 1
synchronizeReplicas _ *SynchronizeReplicasConfiguration* _	ユーザー定義の物理レプリケーションスロットの同期を構成します			

55.2.119 ReplicationSlotsHAConfiguration

ReplicationSlotsHAConfiguration は、オペレーターが自動的に管理するレプリケーションスロットの構成をカプセル化して、高可用性 HA を目的としてスタンバイインスタンスとのストリーミングレプリケーション接続を制御します。レプリケーションスロットは、PostgreSQL の機能であり、ストリーミングクライアントこの特定の場合、HA クラスターの一部であるレプリカが切断されたときに、PostgreSQL が WAL ファイルをプライマリに自動的に保持するようにします。

登場場所:

- *ReplicationSlotsConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
enabled _boolean_	有効になっているデフォルト場合、オペレーターはプライマリインスタンスのレプリケーションスロットを自動的に管理し、HA クラスターの一部であるすべてのスタンバイインスタンスとのストリーミングレプリケーション接続でそれらを使用します。無効にすると、オペレーターはレプリカとのストリーミング接続でレプリケーションスロットを利用しません。この機能は、指定されたプライマリからそのカスケードレプリカまで、レプリカクラスター内のレプリケーションスロットも制御します。		true	
slotPrefix _string_	HA のオペレーターが管理するレプリケーションスロットのプレフィックス。小文字、数字、アンダースコア文字のみを含めることができます。これは、作成時にのみ設定できます。デフォルトでは`_cnpg_`に設定されます。		_cnpg_	Pattern: *^[0-9a-z_]*$*
synchronizeLogicalDecoding _boolean_	オペレーターは、有効にすると、高可用性クラスター全体の論理デコードレプリケーションスロットの同期を自動的に管理します。次のいずれかの条件が必要です。- PostgreSQL バージョン 17 以降 - pg_failover_slots 拡張機能が有効になっている PostgreSQL バージョン<17			

55.2.120 RoleConfiguration

RoleConfiguration は、追加フィールド Ensure を備えた PostgreSQL ロールの Kubernetes での表現形式であり、データベース内のロールの存在または不在を保証するかどうかを指定します

CREATE ROLE コマンドのデフォルトが適用されます 参考 https://www.postgresql.org/docs/current/sql-createrole.html

登場場所:

- *DatabaseRoleSpec*
- *ManagedConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	ロールの名前	True		

次のページに続く

表 112 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
comment _string_	ロールの説明			
ensure _ *EnsureOption* _	ロールが `present`または `absent`であることを確認します-デフォルトは「present」です		present	Enum: [present absent]
passwordSecret _ LocalObjectReference _	ロールのパスワードを含むシークレット存在する場合。 null の場合、DisablePasswordが設定されていない限りパスワードは無視されます。設定する場合、シークレットは `kubernetes.io/basic-auth`フォーマットに従い、`username`および `password`フィールドの両方を含む必要があります。			
connectionLimit _integer_	ロールがログインできる場合、これはロールが確立できる同時接続の数を指定します。`-1`デフォルトは制限なしを意味します。		-1	
validUntil _ バックアップからのポイント インタイム リカバリー *PITR* _	ロールのパスワードが有効でなくなる日時。省略すると、パスワードの有効期限はありませんデフォルト。			
inRoles _string **array**_	このロールが新しいメンバーとしてすぐに追加される 1 つ以上の既存のロールのリスト。デフォルトは空。リストの変更は、ロールの作成時だけでなく、`GRANT`および `REVOKE`ステートメントを介して既存のロールに適用されます。			
inherit _boolean_	ロールが、そのメンバーであるロールの特権を「継承」するかどうか。デフォルトは `true`です。		true	
disablePassword _boolean_	DisablePassword は、Postgres でロールのパスワードを NULL に設定する必要があることを示します			
superuser _boolean_	ロールがデータベース内のすべてのアクセス制限をオーバーライドできる `superuser`かどうか - スーパーユーザーステータスは危険であり、本当に必要な場合にのみ使用する必要があります。新しいスーパーユーザーを作成するには、自分自身がスーパーユーザーである必要があります。デフォルトは `false`です。			
createdb _boolean_	`true`に設定すると、定義されるロールは新しいデータベースを作成できます。`false`デフォルトを指定すると、ロールがデータベースを作成する機能が拒否されます。			

次のページに続く

表 112 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
createrole _boolean_	ロールが他のロールのメンバーシップを作成、変更、ドロップ、コメント、セキュリティラベルの変更、および他のロールのメンバーシップを付与または取り消しできるかどうか。デフォルトは`false`です。			
login _boolean_	ロールにログインを許可するかどうか。`login`属性を持つロールはユーザーと考えられます。この属性のないロールは、データベース特権の管理に役立ちますが、通常の意味でのユーザーではありません。デフォルトは`false`です。			
replication _boolean_	ロールがレプリケーションロールであるかどうか。レプリケーションモード物理または論理レプリケーションでサーバーに接続し、レプリケーションスロットを作成またはドロップできるようにするには、ロールがこの属性を持つか、スーパーユーザーである必要があります。 `replication`属性を持つロールは非常に高い特権ロールであり、レプリケーションに実際に使用されるロールでのみ使用する必要があります。デフォルトは`false`です。			
bypassrls _boolean_	ロールがすべての行レベルセキュリティ RLS ポリシーをバイパスするかどうか。デフォルトは`false`です。			

55.2.121 RoleStatus

Underlying type: string

RoleStatus は、クラスター内の管理対象ロールのステータスを表します

登場場所:

- *ManagedRoles*

Field	Description
reconciled	RoleStatusReconciled は、DB のロールが仕様と一致することを示します
not-managed	RoleStatusNotManated は、ロールが仕様にないため、管理対象でないことを示します

次のページに続く

表 113 – 前のページからの続き

Field	Description
pending-reconciliation	RoleStatusPendingReconciliation は、仕様のロールが DB の更新/作成が必要であることを示します
reserved	RoleStatusReserved は、これがオペレーターによって予約されたロールの 1 つであることを示します。例 `postgres`

55.2.122 SQLRefs

SQLRefs は、SQL ファイルを含む ConfigMap または Secret への参照を保持します。参照は特定の順序で処理されます。最初にすべてのシークレットが処理され、次にすべての ConfigMap が処理されます。各グループ内での処理順序は、それぞれの配列で指定されたシーケンスに従います。

登場場所:

- *BootstrapInitDB*

Field	Description	Required	Default	Validation
secretRefs _ SecretKeySelector **array**_	SecretRefs は、シークレットへの参照のリストを保持します			
configMapRefs _ ConfigMapKeySelector **array**_	ConfigMapRefs は、ConfigMaps への参照のリストを保持します			

55.2.123 ScheduledBackup

ScheduledBackup は、スケジュールされたバックアップ API のスキーマです

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*ScheduledBackup*	True		
metadata _ *EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
spec _ *ScheduledBackupSpec* _	ScheduledBackup の目的の動作の仕様。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status	True		

次のページに続く

表 115 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
status _ *ScheduledBackupStatus* _	ScheduledBackup の最近観察されたステータス。このデータは最新でない可能性があります。システムによって設定されます。読み取り専用。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status			

55.2.124 ScheduledBackupSpec

ScheduledBackupSpec は、 ScheduledBackup の目的の状態を定義します

登場場所:

- *ScheduledBackup*

Field	Description	Required	Default	Validation
suspend _boolean_	このバックアップが一時停止されているかどうか			
immediate _boolean_	最初のバックアップを作成後にすぐに開始する必要があるかどうか			
schedule _string_	スケジュールは、追加の秒指定子が含まれるため、Kubernetes の Cron ジョブで使用される形式に従いません。https://pkg.go.dev/github.com/robfig/cron#hdr-CRON_Expression_Format を参照してください。	True		
cluster _ LocalObjectReference _	バックアップするクラスター	True		
backupOwnerReference _string_	作成したバックアップリソース内にどの ownerReference を配置するかを示します。 - none 作成されたバックアップオブジェクトの所有者参照なしフィールドが導入される前と同じ動作 - self スケジュールされたバックアップオブジェクトをバックアップの所有者として設定します - cluster クラスターをバックアップの所有者として設定します		none	Enum: [none self cluster]

次のページに続く

表 116 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
target _ *BackupTarget* _	このバックアップを実行するインスタンスを決定するポリシー。空の場合、デフォルトの `cluster.spec.backup.target`になります。使用可能なオプションは、空の文字列、`primary`および`prefer-standby`です。`primary`は常にプライマリインスタンスでバックアップを実行します。`prefer-standby`は、可能な場合は最も更新されたスタンバイでバックアップを実行します。			Enum: [primary prefer-standby]
method _ *BackupMethod* _	使用するバックアップ方法、可能なオプションは`barmanObjectStore`、*volumeSnapshot*`または`*plugin*`です。デフォルト`*barmanObjectStore*		barmanObjectStore	Enum: [barmanObjectStore volumeSnapshot plugin]
pluginConfiguration _ *BackupPluginConfiguration* _	このバックアップを管理するプラグインに渡される構成パラメーター			
online _boolean_	ボリュームスナップショットを使用したバックアップのデフォルトのタイプがオンライン/ホット *true*、default またはオフライン/コールド *false* かどうか クラスターフィールド '.spec.backup.volumeSnapshot.online' で指定されたデフォルト設定をオーバーライドします			
onlineConfiguration _ *OnlineConfiguration* _	ボリュームスナップショットを使用してオンライン/ホットバックアップを制御する構成パラメーター クラスターで指定されたデフォルト設定をオーバーライドします '.backup.volumeSnapshot.onlineConfiguration' スタンザ			

55.2.125 ScheduledBackupStatus

ScheduledBackupStatus は、 ScheduledBackup の観察された状態を定義します

登場場所:

- *ScheduledBackup*

Field	Description	Required	Default	Validation
lastCheckTime _ バックアップからのポイントインタイム リカバリー *PITR* _	最新のスケジュール			
lastScheduleTime _ バックアップからのポイントインタイム リカバリー *PITR* _	そのバックアップが最後に正常にスケジュールされたときの情報。			
nextScheduleTime _ バックアップからのポイントインタイム リカバリー *PITR* _	次回バックアップを実行します			
error _string_	Error は最新の入場検証エラーです			

55.2.126 SchemaSpec

SchemaSpec はデータベースにスキーマを構成します

登場場所:

- *DatabaseSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	オブジェクトの名前拡張子、スキーマ、FDW、サーバー	True		
ensure _ *EnsureOption* _	オブジェクトスキーマなど、データベースに存在するかどうかを指定します。`present`に設定されている場合、オブジェクトが存在しない場合は作成されます。`absent`に設定している場合、拡張機能/スキーマが存在する場合は削除されます。		present	Enum: [present absent]
owner _string_	PostgreSQL 内のスキーマを所有するユーザーのロール名。これは、 `CREATE SCHEMA`の `AUTHORIZATION`パラメーターと `ALTER SCHEMA`の `OWNER TO`コマンドにマッピングされます。	True		

55.2.127 SecretVersion

SecretVersion には、シークレット名とそのリソースバージョンが含まれます

登場場所:

- *PgBouncerSecrets*
- *PoolerSecrets*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	シークレットの名前			
version _string_	シークレットのリソースバージョン			

55.2.128 SecretsResourceVersion

SecretsResourceVersion は、オペレーターが管理するシークレットのリソースバージョンです。

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
superuserSecretVersion _string_	"postgres"ユーザーシークレットのリソースバージョン			
replicationSecretVersion _string_	「streaming_replica」ユーザーシークレットのリソースバージョン			
applicationSecretVersion _string_	"app"ユーザーシークレットのリソースバージョン			
managedRoleSecretVersion _object (keys:string, values:string)_	管理対象ロールシークレットのリソースバージョン			
caSecretVersion _string_	未使用。古いバージョンとの互換性のために保持されています。			
clientCaSecretVersion _string_	PostgreSQL のリソースバージョンクライアントサイドの CA シークレットバージョン			
serverCaSecretVersion _string_	PostgreSQL のリソースバージョンサーバーサイド CA シークレットバージョン			
serverSecretVersion _string_	PostgreSQL のリソースバージョンサーバーサイドシークレットバージョン			

次のページに続く

表 120 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
barmanEndpointCA _string_	Barman エンドポイント CA のリソースバージョンが提供されている場合			
externalClusterSecretVersion _object (keys:string, values:string)_	外部クラスターシークレットのリソースバージョン			
metrics _object (keys:string, values:string)_	メトリックを渡すために使用されるすべてのシークレットのバージョンを含むマップ。マップキーはシークレット名であり、マップ値はバージョンです			

55.2.129 ServerSpec

ServerSpec は外部データラッパーのサーバーを構成します

登場場所:

- *DatabaseSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	オブジェクトの名前拡張子、スキーマ、FDW、サーバー	True		
ensure _ *EnsureOption* _	オブジェクトスキーマなど、データベースに存在するかどうかを指定します。`present`に設定されている場合、オブジェクトが存在しない場合は作成されます。`absent`に設定している場合、拡張機能/スキーマが存在する場合は削除されます。		present	Enum: [present absent]
fdw _string_	外部データラッパー FDW の名前	True		
options _ *OptionSpec* **array**_	Options はサーバーの構成オプションを指定しますキーはオプション名、value はオプション値です。			
usage _ *UsageSpec* **array**_	サーバー上の`USAGE`特権が付与または取り消されるロールのリスト。			

55.2.130 ServiceAccountTemplate

ServiceAccountTemplate には、サービスアカウントを生成するために必要なテンプレートが含まれています

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
metadata _*EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		

55.2.131 ServiceSelectorType

Underlying type: string

ServiceSelectorType は、サービスセレクターを生成するための有効な値を説明します。読み取り/書き込み、読み取り、読み取り専用など、セレクターが適用されるサービスの種類を示します

検証

- 列挙型 [rw r ro]

登場場所:

- *ManagedService*
- *ManagedServices*

Field	Description
rw	ServiceSelectorTypeRW は、読み取り/書き込みサービスを選択します。
r	ServiceSelectorTypeR は読み取りサービスを選択します。
ro	ServiceSelectorTypeRO は、読み取り専用サービスを選択します。

55.2.132 ServiceTemplateSpec

ServiceTemplateSpec は、ユーザーがサービス生成のテンプレートを設定できる構造です。

登場場所:

- *ManagedService*
- *PoolerSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
metadata _*EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。			

次のページに続く

表 124 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
spec _ ServiceSpec _	サービスの目的な動作の仕様。詳細情報 https://git.k8s.io/community/contributors/devel/sig-architecture/api-conventions.md#spec-and-status			

55.2.133 ServiceUpdateStrategy

Underlying type: string

ServiceUpdateStrategy は、管理対象サービスへの変更を処理する方法を説明します

検証

- 列挙型 [patch replace]

登場場所:

- *ManagedService*

55.2.134 SnapshotOwnerReference

Underlying type: string

SnapshotOwnerReference は、スナップショットの所有者の参照タイプを定義します。これは、処理されたリソースがどの所有者に関連するかを指定します。

登場場所:

- *VolumeSnapshotConfiguration*

Field	Description
none	SnapshotOwnerReferenceNone は、スナップショットに所有者参照がないことを示します。
backup	SnapshotOwnerReferenceBackup は、スナップショットがバックアップリソースによって所有されていることを示します。
cluster	SnapshotOwnerReferenceCluster は、スナップショットがクラスターリソースによって所有されていることを示します。

55.2.135 SnapshotType

Underlying type: string

SnapshotType は許可されるインポートのタイプです

登場場所:

- *Import*

Field	Description
monolith	MonolithSnapshotType は、モノリスクローンタイポロジを実行することを示します
microservice	MicroserviceSnapshotType は、マイクロサービスクローンタイポロジを実行することを示します

55.2.136 StorageConfiguration

StorageConfiguration は、PVC の作成と調整に使用される構成であり、WAL ボリューム、PGDATA ボリューム、またはテーブルスペースに使用できます

登場場所:

- *ClusterSpec*
- *TablespaceConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
storageClass _string_	PVC に使用する StorageClass。可能な場合は、PVC テンプレートを評価した後に適用されます。指定しない場合、生成された PVC はデフォルトのストレージクラスを使用します			
size _string_	ストレージのサイズ。 PVC テンプレートでまだ指定されていない場合は必須。このフィールドへの変更は、作成された PVC に自動的に再適用されます。サイズを小さくすることはできません。			
resizeInUseVolumes _boolean_	既存の PVC のサイズを変更します、デフォルトは true		true	
pvcTemplate _ PersistentVolumeClaimSpec _	Persistent Volume Claim を生成するために使用されるテンプレート			

55.2.137 Subscription

サブスクリプションは、サブスクリプション API のスキーマです

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion _string_	*postgresql.cnpg.io/v1*	True		
kind _string_	*Subscription*	True		
metadata _*EmbeddedObjectMetadata* _	`metadata`のフィールドについては、Kubernetes API ドキュメントを参照してください。	True		
spec _*SubscriptionSpec* _	NA	True		
status _ *SubscriptionStatus* _	NA	True		

55.2.138 SubscriptionReclaimPolicy

Underlying type: string

SubscriptionReclaimPolicy は、サブスクリプションのサポートが終了したメンテナンスのポリシーを説明します。

登場場所:

- *SubscriptionSpec*

Field	Description
delete	SubscriptionReclaimDelete は、サブスクリプションが、要求からの解放時に Kubernetes から削除されることを意味します。
retain	SubscriptionReclaimRetain は、管理者による手動再生のために、サブスクリプションが現在のフェーズに残されることを意味します。デフォルトのポリシーは Retain です。

55.2.139 SubscriptionSpec

SubscriptionSpec は、サブスクリプションの目的の状態を定義します

登場場所:

- *Subscription*

Field	Description	Required	Default	Validation
cluster _ LocalObjectReference _	「サブスクライバー」を識別する PostgreSQL クラスターの名前	True		
name _string_	PostgreSQL 内のサブスクリプションの名前	True		

次のページに続く

表 130 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
dbname _string_	パブリケーションが「サブスクライバー」クラスターにインストールされるデータベースの名前	True		
parameters _object (keys:string, values:string)_	PostgreSQL `CREATE SUBSCRIPTION`コマンドの `WITH`句に含まれるサブスクリプションパラメーター。ほとんどのパラメーターは、サブスクリプションの作成後に変更できません。後で変更しても無視されます。次の文書に記載されている限定セットを除きます。 <a href="https://www.postgresql.org/docs/current/sql-altersubscription.html#SQL-ALTERSUBSCRIPTION-PARAMS-SE			/current/sql-
	altersubscription.html# SQL-ALTERSUBSCRIPTION- PARAMS-SET			
publicationName _string_	「パブリッシャー」の PostgreSQL データベース内のパブリケーションの名前	True		
publicationDBName _string_	外部クラスター上のパブリケーションを含むデータベースの名前。デフォルトは外部クラスター定義のものです。			
externalClusterName _string_	パブリケーション「パブリッシャー」を含む外部クラスターの名前	True		
subscriptionReclaimPolicy _ *SubscriptionReclaimPolicy* _	このサブスクリプションのサポートが終了したメンテナンスのポリシー		retain	Enum: [delete retain]

55.2.140 SubscriptionStatus

SubscriptionStatus は、サブスクリプションの観察された状態を定義します

登場場所:

- *Subscription*

Field	Description	Required	Default	Validation
observedGeneration _integer_	同期された最新の目的の状態を表すシーケンス番号			
applied _boolean_	サブスクリプションが正しく調整された場合、Apply は true です			

次のページに続く

表 131 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
message _string_	Message はリコンシリエーション出力メッセージです			

55.2.141 SwitchReplicaClusterStatus

SwitchReplicaClusterStatus には、クラスターからレプリカクラスターへのスイッチに関するすべてのステータスが含まれています

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
inProgress _boolean_	InProgress は、クラスターをレプリカクラスターに切り替える進行中の手順があるかどうかを示します。			

55.2.142 SyncReplicaElectionConstraints

SyncReplicaElectionConstraints には、同期レプリカ選択のコンストレインが含まれています。

アンチアフィニティパラメーターの場合、すべてのラベル値が一致する場合、2 つのインスタンスは同じ場所にあるとみなされます。

将来的には、名前による同期レプリカ選択制限がサポートされる予定です。

登場場所:

- *PostgresConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
nodeLabelsAntiAffinity _string **array**_	抽出および比較して、ポッドが同じトポロジに存在するかどうかを評価するノードラベル値のリスト			
enabled _boolean_	このフラグは、同期レプリカのコンストレインを有効にします		True	

55.2.143 SynchronizeReplicasConfiguration

SynchronizeReplicasConfiguration には、ユーザー定義の物理レプリケーションスロットの同期のための構成が含まれています

登場場所:

- *ReplicationSlotsConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
enabled _boolean_	true に設定すると、プライマリにあるすべてのレプリケーションスロットが各スタンバイで同期されます	True	true	
excludePatterns _string array_	除外するレプリケーションスロットの名前と一致する正規表現パターンのリストデフォルトでは空			

55.2.144 SynchronousReplicaConfiguration

SynchronousReplicaConfiguration には、PostgreSQL 同期レプリケーション機能の構成が含まれています。重要現時点では、 `.spec.minSyncReplicas` および `.spec.maxSyncReplicas` も考慮する必要があります。

登場場所:

- *PostgresConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
method _ *SynchronousReplicaConfigurationMethod* _	'any' クォーラムベースの同期レプリケーションまたは'first' プライオリティベースの同期レプリケーションを値として受け入れて、リストされたサーバーから同期レプリケーションスタンバイを選択する方法。	True		Enum: [any first]
number _integer_	トランザクションが応答を待機する必要がある同期スタンバイサーバーの数を指定します。	True		
maxStandbyNamesFromCluster _integer_	PostgreSQL の `synchronous_standby_names`オプションに自動的に含めることができるローカルクラスターポッドの最大数を指定します。			

次のページに続く

表 135 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
standbyNamesPre _string **array**_	ローカルクラスターポッドの前に `synchronous_standby_names`に追加されるアプリケーション名のユーザー定義のリストこの順序は、優先度ベースの同期レプリケーションの場合にのみ役立ちます。			
standbyNamesPost _string **array**_	ローカルクラスターポッドの後に `synchronous_standby_names`に追加されるアプリケーション名のユーザー定義のリストこの順序は、優先度ベースの同期レプリケーションの場合にのみ役立ちます。			
dataDurability _*DataDurabilityLevel*_	「必須」に設定されている場合、データの耐久性は厳密に適用されます。同期コミット設定`on`、*remote_write*、または`remote_apply`を使用した書き込み操作は、正常なレプリカが不十分な場合にブロックされ、データの永続性が保証されます。「preferred」に設定されている場合、正常なレプリカが利用可能な場合、データの耐久性は維持されますが、レプリカが利用できなくなると、必要なインスタンスの数は動的に調整されます。この設定は、厳密な耐久性の適用を緩和して、操作の継続性を可能にします。この設定は、`standbyNamesPre`と`standbyNamesPost`の両方が設定されていない空の場合にのみ適用されます。			Enum: [required preferred]
failoverQuorum _boolean_	FailoverQuorum は、フェールオーバーの前にクォーラムベースのチェックを有効にし、CloudNativePG で管理される PostgreSQL クラスターでのフェールオーバーイベント中のデータの耐久性と安全性を向上させます。			

55.2.145 SynchronousReplicaConfigurationMethod

Underlying type: string

SynchronousReplicaConfigurationMethod は、クォーラムベースのレプリケーションまたは優先リストを使用するかどうかを構成します

登場場所:

- *SynchronousReplicaConfiguration*

55.2.146 TablespaceConfiguration

TablespaceConfiguration はテーブルスペースの構成であり、テーブルスペースのストレージ仕様が含まれます

登場場所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	テーブルスペースの名前	True		
storage _ *StorageConfiguration* _	テーブルスペースのストレージ構成	True		
owner _ *DatabaseRoleRef* _	所有者は、テーブルスペースを所有する PostgreSQL ユーザーです			
temporary _boolean_	true に設定すると、テーブルスペースが PostgreSQL の `temp_tablespaces`エントリとして追加され、一時データベースオブジェクトまたはその他の一時ファイルを自動的に収容するために利用できます。*temp_tablespaces* GUC の詳細については、PostgreSQL ドキュメントを参照してください。		false	

55.2.147 TablespaceState

TablespaceState は、クラスター内のテーブルスペースの状態を表します

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	Name はテーブルスペースの名前です	True		
owner _string_	所有者は、テーブルスペースを所有する PostgreSQL ユーザーです			
state _ *TablespaceStatus* _	状態は最新の調整状態です	True		
error _string_	Error はリコンシリエーションエラーである場合			

55.2.148 TablespaceStatus

Underlying type: string

TablespaceStatus は、クラスター内のテーブルスペースのステータスを表します

登場場所:

- *TablespaceState*

Field	Description
reconciled	TablespaceStatusReconciled は、DB のテーブルスペースが仕様と一致することを示します
pending	TablespaceStatusPendingReconciliation は、仕様のテーブルスペースが DB での作成が必要であることを示しています

55.2.149 Topology

トポロジにはクラスタートポロジが含まれます

登場場所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
instances _object (keys: *PodName* , values: *PodTopologyLabels*)_	インスタンスには、インスタンスのポッドトポロジが含まれます			
nodesUsed _integer_	Nodes Used は、インスタンスを収容する個別のノードの数を表します。値「1」は、すべてのインスタンスが単一のノードでホストされることを示し、高可用性 HA が存在しないことを示します。理想的には、この値は Postgres HA クラスターのインスタンスの数と同じである必要があり、コンピューティング側でシェアードナッシングアーキテクチャを意味します。			
successfullyExtracted _boolean_	SuccessquietlyExtracted は、トポロジデータが抽出されたかどうかを示します。障害が発生した場合に、同期レプリカ選択でフォールバック動作を制定すると役立ちます			

55.2.150 UsageSpec

UsageSpec は、外部データラッパーの使用法を構成します

登場場所:

- *FDWSpec*
- *ServerSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name _string_	使用の名前	True		
type _ *UsageSpecType* _	使用の種類		grant	Enum: [grant revoke]

55.2.151 UsageSpecType

Underlying type: string

UsageSpecType は、 `Database` オブジェクトの `usage` フィールドで指定された使用のタイプを説明します。

登場場所:

- *UsageSpec*

Field	Description
grant	GrantUsageSpecType は、付与された使用権限を示します。デフォルトの使用権限は grant です。
revoke	RevokeUsageSpecType は、取り消し使用権限を示します。

55.2.152 VolumeSnapshotConfiguration

VolumeSnapshotConfiguration は、スナップショットバックアップを実行するための構成を表します。

登場場所:

- *BackupConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
labels _object (keys:string, values:string)_	ラベルは、.metadata.labels スナップショットリソースに追加されるキーと値のペアです。			

次のページに続く

表 142 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
annotations _object (keys:string, values:string)_	.metadata.annotations スナップショットリソースに追加される注釈のキーと値のペア。			
className _string_	ClassName は、PG_DATA Persistent VolumeClaim に使用されるスナップショットクラスを指定します。特定のクラスが存在しない場合、それは他のタイプのデフォルトクラスです			
walClassName _string_	WalClassName は、PG_WAL Persistent VolumeClaim に使用されるスナップショットクラスを指定します。			
tablespaceClassName _object (keys:string, values:string)_	TablespaceClassName は、テーブルスペースに使用されるスナップショットクラスを指定します。デフォルトで PGDATA スナップショットクラスが設定されている場合			
snapshotOwnerReference _ *SnapshotOwnerReference* _	SnapshotOwnerReference は、スナップショットが持つ必要がある所有者参照のタイプを示します		none	Enum: [none cluster backup]
online _boolean_	ボリュームスナップショットを使用したバックアップのデフォルトのタイプがオンライン/ホット *true*、default またはオフライン/コールド *false*		true	
onlineConfiguration _ *OnlineConfiguration* _	ボリュームスナップショットを使用してオンライン/ホットバックアップを制御する構成パラメーター		{ immediateCheckpoint:false waitForArchive:true }	

第56章　Supported releases

_このページには、CloudNativePG_の現在サポートされているリリースのステータス、タイムライン、ポリシーがリストされています。

私たちは、最新のマイナーリリースのサポートを提供することに尽力し、3 か月ごとに新しいマイナーリリースをリリースすることに専念しています。*CloudNativePG* **リリースのサポートステータス** で概要を示しているように、各リリースは、指定された「サポート終了」日に達するまで完全にサポートされ続けます。これには、シームレスなアップグレード計画を促進するための追加の 3 か月のアシスタンスウィンドウが含まれます。

CloudNativePG のサポートされているリリースには、アクティブなメンテナンス期間にあり、セキュリティとバグ修正のためのパッチが適用されているリリースが含まれます。

マイナーリリースの後続のパッチリリースには、下位互換性の変更のみが含まれます。

- **サポートポリシー**
- **命名スキーム**
- *CloudNativePG* **リリースのサポートステータス**
- **サポートとは**

56.1 サポートポリシー

CloudNativePG は、コミットごとに新しいビルドを生成します。

約 2 か月ごとに、いくつかの追加テストと完全なリリース認定プロセスを受けるマイナーリリースを作成します。サポートされているマイナーリリースで見つかった問題のパッチバージョンをリリースします。

公式リリースの前に、少なくとも 1 つのリリース候補 RC が *preview testing* 用にビルドされます。新しいバグが発見された場合、追加のリリース候補が発行される場合があります。リリース候補は Slack チャンネルで発表され、最終リリースの前にコミュニティテストを促進します。メンテナはコミュニティテストに 1〜2 週間を提供し、異議が提起されない場合、最終リリースが発表されます。

さまざまなタイプのリリースは、さまざまなレベルの製品品質と CloudNativePG コミュニティからの支援を表しています。コミュニティが提供するサポートの詳細については、**サポートとは** を参照してください。

Type	Support level	Quality and recommended Use
Development Build	No support	Dangerous, might not be fully reliable. Useful to experiment with.
Release Candidate	No support	*archive_timeout* . Released for experimentation and testing.
Minor Release	Support provided until 3 months after the N+1 minor release (ex. 1.23 supported until 3 months after 1.24.0 is released)	
Patch	Same as the corresponding minor release	Users are encouraged to adopt patch releases as soon as they are available for a given release.
Security Patch	Same as a patch, however, it doesn't contain any additional code other than the security fix from the previous patch	Given the nature of security fixes, users are **strongly** encouraged to adopt security patches after release.

利用可能なリリースは releases page で見つけることができます。

1.14.0 **以前のリリースノート**では、各マイナーリリースとパッチリリースの高レベルの詳細情報を見つけることができます。

もちろん、これは名前付けスキームセクションの改良バージョンです。

56.2 命名スキーム

命名スキームは Semantic Versioning 2.0.0 に従い、次のような構造になっています。

```
<major>.<minor>.<patch>
```

- `<minor>` は、リリースごとにインクリメントされます。
- `<patch>` は、現在の`<minor>` リリースのパッチの数をカウントし、`<minor>` リリースと比較して小さな変更を表します。

リリース候補は、Semantic Versioning 2.0.0 - item #9 で指定されているように、パッチバージョンの後に追加の`-<pre-release>` 識別子で示されます。

バージョンの Git タグには、先頭に `v` が付きます。

56.3 CloudNativePG リリースのサポートステータス

Version	Currently supported	Release date	End of life	Supported Kubernetes versions	Tested, but not supported	Supported Postgres versions
1.30.x	Yes	29 Jun 2026	~ Dec 2026	1.34, 1.35, 1.36	1.33, 1.32, 1.31, 1.30	14 - 18
1.29.x	Yes	31 Mar 2026	29 Sep 2026	1.33, 1.34, 1.35	1.36, 1.32, 1.31	14 - 18
main	No, development only					13 - 18

表内のサポートされている Kubernetes バージョンのリストは、CloudNativePG メンテナーが何をサポートおよびテストするのが合理的であると考えているかによって異なります。

現在、CloudNativePG コミュニティは、Red Hat OpenShift など、標準/バニラを超える Kubernetes ディストリビューションを公式にサポートまたはテストしていません。これは将来的に変更される可能性があり、その場合、CloudNativePG メンテナーはそれに応じて公式ポリシーを更新します。

Red Hat OpenShift に CloudNativePG を展開する予定がある場合は、EDB からの完全なサポートが付属する certified operator provided by EDB を使用できます。

56.3.1 サポートされている PostgreSQL バージョン

前の表でサポートされている Postgres バージョンのリストは、一般に、CloudNativePG のマイナーバージョンがリリースされたときにコミュニティでサポートされていた PostgreSQL バージョンによって異なります。

PostgreSQL を参照してください Versioning Policy

サポートされているバージョンの詳細については、ページをご覧ください。

> **注釈**
>
> 2025 年 11 月 13 日から Postgres 13 is no longer supported 。

また、アップグレードしないのはアップグレードするよりリスクが高いため、PostgreSQL オペランドイメージを定期的に更新し、使用しているメジャーバージョンの最新のマイナーリリースを使用することをお勧めします。その結果、PostgreSQL の古いマイナーバージョンに関する問題をオープンする場合、私たちはあなたを助けることができない場合があります。

56.4 今後のリリース

Version	Release date	End of life
1.31.0	~ Sep, 2026	~ Mar, 2027
1.32.0	~ Dec, 2026	~ Jun, 2027
1.33.0	~ Mar, 2027	~ Sep, 2027

注釈

機能のフリーズはリリースの 1〜2 週間前に発生し、その時点で、前述のようにリリース候補バージョンがビルドおよびテスト用に配布されます。

注釈

将来の日付は不確定であり、変更される可能性があります。これは、Kubernetes バージョンにも適用されます。リリーススケジュールの更新と変更は、 Release updates で通知されます

メイン GitHub リポジトリでのディスカッション。

56.5 古いリリース

Version	Release date	End of life	Supported Kubernetes versions
1.28.x	December, 9 2025	June 30, 2026	1.32, 1.33, 1.34, 1.35
1.27.x	August, 12 2025	March 9, 2026	1.31, 1.32, 1.33
1.26.x	May 23, 2025	November 12, 2025	1.30, 1.31, 1.32, 1.33
1.25.x	Dec 23, 2024	August 22, 2025	1.29, 1.30, 1.31, 1.32
1.24.x	Aug 22, 2024	May 23, 2025	1.28, 1.29, 1.30, 1.31
1.23.x	April 24, 2024	November 24, 2024	1.27, 1.28, 1.29
1.22.x	December 21, 2023	July 24, 2024	1.26, 1.27, 1.28
1.21.x	October 12, 2023	Jun 12, 2024	1.25, 1.26, 1.27, 1.28
1.20.x	April 27, 2023	January 21, 2024	1.24, 1.25, 1.26, 1.27
1.19.x	February 14, 2023	November 3, 2023	1.23, 1.24, 1.25, 1.26
1.18.x	Nov 10, 2022	June 12, 2023	1.23, 1.24, 1.25, 1.26, 1.27
1.17.x	September 6, 2022	March 20, 2023	1.22, 1.23, 1.24
1.16.x	July 7, 2022	December 21, 2022	1.22, 1.23, 1.24
1.15.x	April 21, 2022	October 6, 2022	1.21, 1.22, 1.23

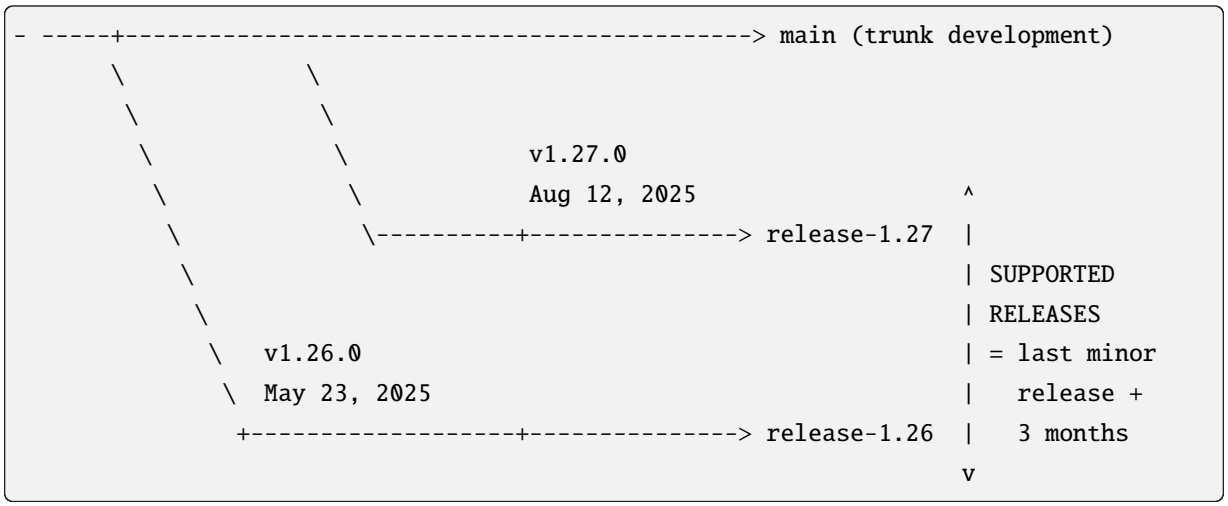
56.6 サポートとは

2、3 か月ごとに新しい最終リリースを生成することを考えると、サポートウィンドウは、各リリースブランチ最新のマイナーリリース、および追加 3 か月ごとに約 5/6 か月です。

次の図では、`release-1.27` はリリースブランチの例です。

たとえば、最新のリリースが `v1.27.0` の場合、以前のリリース `v1.26.x` の補助 3 か月サポート期間が期待できます。

各ブランチの最後のパッチリリースのみがサポートされています。



私たちは 2 種類のサポートを提供します。

テクニカルサポート

テクニカルサポートはベストエフォートベースで提供され、サポートされているリリースのみに制限されています。ヘルプが必要な場合は、#cloudnativepg-users を介してコミュニティに連絡できます。

CNCF Slack ワークスペースのチャンネルまだメンバーでない場合は、join the workspace できます。または、GitHub Discussions に質問を投稿することもできます。

CloudNativePG リポジトリのセクション。

セキュリティとバグ修正

重要なバグ修正セキュリティ修正を含むを、現在サポートされているすべてのリリースにバックポートします。パッチをバックポートする前に、私たちは自分自身に問います。**“既にリリースされたバージョンの安定性を本当に重視していることを念頭に置いて、このバックポートは ``*CloudNativePG*`` を向上させますか*?*”**

専門的なサポートが必要な場合は、Support page on our website を参照してください。そこにリストされているベンダーは、サポート期間の延長や追加サービスを含むサービスレベル契約 SLA を提供する場合があります。

第57章　Preview Versions

CloudNativePG 候補リリースは、コミュニティが新しい一般利用可能な GA リリースを発行する前に、テストに利用できるプレリリースバージョンです。これらのバージョンは機能が凍結されており、新しい機能が追加されず、最終リリースの前に公開テストを対象としています。

> **警告**
>
> CloudNativePG リリース候補は、**実稼働**システムでの使用を想定していません。これらは、ステージングまたは専用のテスト環境にのみ展開する必要があります。

57.1 現在のプレビューバージョン

現在、利用可能なプレビューバージョンはありません。

<!– 現在のプレビューバージョンは **1.31.0-rc1** です。

現在のプレビューバージョンとテスト方法の詳細については、以下のリンクを参照してください。

- Announcement
- Documentation
- ->

57.2 リリース候補の目的

リリース候補は、公式リリースの前に広範なテストのためにコミュニティに提供されます。リリース候補は、CloudNativePG の新しいマイナーバージョンの最初のリリースと同一であることを目指していますが、GA リリース前に追加の変更が実装される場合があります。

57.2.1 重大な問題の軽減

RC の主な目的は、自動テストと内部手動チェックが見逃す可能性のある重大な欠陥と回帰をキャッチすることです。**特に、コミュニティテストは、次のような現実のシナリオを検証するために非常に貴重です。**

- **アップグレードパス**既存の CloudNativePG クラスターを以前の安定したマイナーバージョンから RC バージョンにアップグレードするプロセスのテスト。これにより、多くの場合、PVC の所有権に影響を与える問題など、既存の多様なユーザー設定でのみ確実にテストできる重要な互換性または移行の問題が明らかになります。
- **一意の構成**標準テストマトリックスでカバーされていない特定の Kubernetes バージョン、ストレージプロバイダー、ネットワークセットアップ、またはカスタム PostgreSQL 拡張機能との互換性の検証。

- **現実のワークロード**実際のアプリケーションのワークロードとトラフィックパターンで RC を実行して、パフォーマンスの低下または競合状態を明らかにします。

57.3 コミュニティへの参加: どのように支援するか

各 CloudNativePG マイナーリリースの安定性は、ワークロードとツールで次のバージョンをテストするコミュニティの努力に大きく依存しています。ユーザーテストを介してバグとリグレッションを特定することは、リリースを完成できる時期を決定する上で重要です。

57.3.1 行動喚起

リリース候補が利用可能な場合は、非実稼働環境で次のテストを実行することをお勧めします。

- **新しい展開テスト** RC バージョンを使用して、新しい CloudNativePG クラスターを展開します。
- **アップグレードテスト重要な 既存のクラスター**を以前の安定したマイナーバージョンから RC バージョンにアップグレードし、すべての主要な操作面スケーリング、フェールオーバー、バックアップ/リストアが正しく機能することを確認します。
- **基本操作**ローリングアップデート、バックアップ/復元、インスタンスフェイルオーバー、接続プーリング機能などの主要機能が期待どおりに動作することを確認します。
- **問題の報告** GitHub の問題を開き、 ``**Release Candidate**`` タグまたはラベル、および RC バージョン番号たとえば `1.31.0-rc1` で明確にマーキングすることにより、問題または予期せぬ動作をすぐに報告します** 。

57.4 使用アドバイザリー

CloudNativePG コミュニティは、運用環境またはアクティブな開発プロジェクトで CloudNativePG のプレビューバージョンを使用しないことを強くお勧めします。CloudNativePG は大規模な自動および手動テストを受けていますが、ベータリリースには重大なバグが含まれる場合があります。プレビューバージョンの機能は、下位互換性のない方法で変更される場合があり、完全に削除される可能性があります。

リリース候補をテストすることにより、潜在的に重大なバグが GA リリース時にコミュニティ全体に影響を与えるのを防ぐことに役立ちます。

第58章　Release notes

CloudNativePG のユーザーに表示される変更の履歴、マイナーリリースごとに分類されます。

- *Release notes for CloudNativePG 1.30*
- **イメージカタログを介して** *CloudNativePG 1.29+***の場合**

CloudNativePG のコミュニティサポートポリシーの詳細については、*Supported releases* を参照してください。

古いリリース

- *Release notes for CloudNativePG 1.28*
- *Release notes for CloudNativePG 1.27*
- *Release notes for CloudNativePG 1.26*
- *Release notes for CloudNativePG 1.25*
- *Release notes for CloudNativePG 1.24*
- *Release notes for CloudNativePG 1.23*
- *Release notes for CloudNativePG 1.22*
- *Release notes for CloudNativePG 1.21*
- *Release notes for CloudNativePG 1.20*
- *Release notes for CloudNativePG 1.19*
- *Release notes for CloudNativePG 1.18*
- *Release notes for CloudNativePG 1.17*
- *Release notes for CloudNativePG 1.16*
- *Release notes for CloudNativePG 1.15*

また、CloudNativePG の前身であるすべての *release notes from 1.0.0 to 1.14.0 of Cloud Native PostgreSQL by EDB* の記録も保持しています。

58.1 Release notes for CloudNativePG 1.30

CloudNativePG の 1.30 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

58.1.1 バージョン 1.30.0

発売日 2026 年 6 月 29 日

重要な変更

- ネイティブツリー内 Barman Cloud サポートの非推奨通知を更新して、1.30.0 ではなく CloudNativePG 1.31.0 で削除されることを反映しています。ユーザーは引き続き Barman Cloud プラグインに移行することをお勧めします。 (#11083)
- `cluster` 参照は、`Database` 、`Pooler` 、`Publication` 、`Subscription` 、および `ScheduledBackup` リソースで不変になりました。別のクラスターでこれらのオブジェクトのいずれかをポイントすることには、明確に定義されたセマンティクスがなく、以前はコントローラを一貫性のない状態のままにしました。更新は、CEL 検証ルールを介して API サーバーで拒否されるようになりました。(#10743)

機能

- **安全なプライマリ選挙のためのプライマリ ``Lease``** プライマリプロモーションをシリアル化するミューテックスとして機能する Kubernetes `Lease` オブジェクトクラスターにちなんで命名されました。インスタンスマネージャーは、プライマリとして機能する前にリースを保持する必要があり、クリーンシャットダウン時にリリースする必要があるためレプリカは、完全な TTL を待たずに昇格できます。タイミングは、新しい`.spec.primaryLease` スタンザを介して構成できます。リースはプロモーションゲートであり、フェンスではありません。一次隔離は引き続きフェンシングを担当します。#10627
- **宣言的ロール管理のための ``DatabaseRole`` CRD** `Cluster` の `.spec.managed.roles` スタンザでインライン宣言するのではなく、スタンドアロンの Kubernetes オブジェクトとして PostgreSQL ロールを管理する `DatabaseRole` カスタムリソースを導入しました。各ロールは、独自のライフサイクル、ステータス、および RBAC を取得します。これにより、GitOps ワークフローに適合し、ロール定義を所有するアプリケーションの横に存在します。仕様はインラインメソッドと同じ `RoleConfiguration` 構造を再利用するため、ロールの移行は、スタンザを独自のマニフェストに移動することです。`databaseRoleReclaimPolicy` フィールド `retain` 、デフォルト、または `delete` は、リソースが削除され、永続ボリュームをミラーリングしたときにロールに何が起こるかを制御します。#6155
- **宣言的ロールの TLS クライアント証明書** `DatabaseRole` に `clientCertificate` ブロックを含めて、クラスターのクライアント CA によって署名され、`<databaserole-name>-client-cert` シークレットに保存される TLS クライアント証明書をオペレーターが自動的に生成および更新できるようになりました。これにより、パスワードなしの PostgreSQL `cert` 認証が有効になります。シークレットは、機能が無効になるか、`DatabaseRole` が削除されるとクリーンアップされます。 #10896
- **イメージカタログを介した PgBouncer イメージ管理** `Pooler` リソースは、新しい `spec.pgbouncer.imageCatalogRef` フィールドを介して `ImageCatalog` または `ClusterImageCatalog` のエントリーを参照できるようになり、PgBouncer イメージ管理を一元化できます。カタログエントリが更新されると、参照しているすべての `Poolers` が自動的にリコンサイルされ、仕様を変更せずに新しいイメージをロールアウトします。解決された画像は `status.image` でレポートされ、新しい `status.phase` `active` 、`paused` 、`inactive` 、または `failed` も `kubectl get pooler` の `Phase` 列として表示され、ライフサイクルを概要します。#10568

機能強化

- PostgreSQL 19 の pg_upgrade に追加された拡張パスのサポートに基づいて、イメージボリューム拡張を使用するクラスターで PostgreSQL 19 以降への pg_upgrade インプレースメジャーアップグレードを有効にしました。アップグレード中に Job 、ソースおよびターゲットバージョンの拡張イメージはサイドバイサイドでマウントされるため、古いサーバーはライブラリを保持し、失敗したアップグレードはきれいに元に戻ります。#10366)

- .spec.monitoring.tls.enabled を介して Pooler メトリックエンドポイントの TLS サポートを追加しました。有効にすると、メトリックサーバーは HTTPS で提供され、.spec.pgbouncer.clientTLSSecret から証明書とキーを再利用し、ハンドシェイクのたびにリロードして、再起動なしのローテーションをサポートします。生成された PodMonitor は、それに応じて https をスクレイピングします。 #10466

- ラベルセレクターを Cluster スケールサブリソース status.selector に追加し、Cluster を垂直ポッドオートスケーラー VPA および水平ポッドオートスケーラー HPA の有効な targetRef にします。Cluster をインスタンスポッドにマッピングできるようになりました。@sebv004 による寄稿。(#8996)

- プライマリポッドが kubelet パースペクティブから Ready であるが、オペレーターの/pg/status チェックが失敗し、フェイルオーバーが遅延される場合、オペレーターは Cluster で Warning PrimaryStatusCheckFailed イベントを発行するようになり、ユーザーに kubectl describe cluster を介して遅延を可視化します。 (#10509)

- ENABLE_WEBHOOK_NAMESPACE_SUFFIX フラグを追加しました。これは、オペレーターの Webhook 構成名の後に-<OPERATOR_NAMESPACE> を付けて、複数のオペレーターインスタンスが同じクラスターに共存できるようにします。オペレーターはこれらの構成を検索するだけです。ユーザーはそれらを作成および保守する必要があります。@maxlengdell による寄稿。 (#10420)

- オペレーターは、ポッドがロールされたときに CNPG-i プラグインを自動的にリロードするようになりました。EndpointSlices バッキングプラグイン Services を監視し、新しいポッドが Ready になるとプラグインを使用してすべてのクラスターを再エンキューするため、アップグレードされたプラグインは待機せずに選択されます次の再同期。(#10836)

- インスタンスのシリアル番号は、常にグローバルカウンターをインクリメントするのではなく、既存のインスタンス名の中で最も低い空きスロットを再利用することにより割り当てられるようになりました。ポッドと PVC の名前は、インスタンスが再作成されても安定したままであり、たとえば、ノードドレイン後に再作成されるインスタンスは同じ名前で戻ってきて、削除されたインスタンスによって解放されたシリアルは再利用されます。新しい Initialized クラスター条件は、クラスターが最初のブートストラップを完了したかどうかをレポートし、status.latestGeneratedNode は非推奨です。それはもう書き込まれませんが、下位互換性のために CRD に保存されます。#10548

- デフォルトと検証は、アドミッション Webhook が使用できない場合、または障害を無視するように構成された場合のフォールバックとして、調整中に実行されるようになったため、オペレーターは無効または不完全な仕様をリコンサイルしなくなりました。欠落しているデフォルトは直接適用され、検証失敗は後でサイレントに失敗するのではなく、リソースステータスに表示されます。#10874

セキュリティ

- **``CVE-2026-55769`` / ``GHSA-x8c2-3p4r-v9r6`` オペレーター発行の接続での ``search_path`` ピンニング**データベース所有者は `public` スキーマにオーバーロードされたビルトイン演算子を植え、`search_path` を変更して、クラスタースーパーユーザーとして実行される演算子イントロスペクションプローブがこれらのオーバーロードを解決できるように `pg_catalog` の前に、 `COPY ... FROM PROGRAM` を介してポッド内 RCE につながる可能性がある `CWE-426` 特権エスカレーションチェーン `CVE-2018-1058` と同じクラス。オペレーターは、プールされたすべての接続に `search_path = pg_catalog, public, pg_temp` を固定するため、起動メッセージで出荷され、テナント制御のデフォルトより優先されます。(#10774 、

GHSA-x8c2-3p4r-v9r6)

- **``GHSA-7qwx-x8ff-3px9`` 認証されたオペレーターからインスタンスマネージャーへの呼び出し**インスタンスマネージャーのリモートウェブサーバーは、オペレーター専用の制御エンドポイントの認証ではなくネットワーク分離に依存しているため、ポッドのステータスポートに到達できる当事者はそれらを呼び出すことができます、バックアップオーケストレーションと WAL アーカイブを中断し、運用メタデータを読み取ります。アップグレードエンドポイントは SHA-256 固定されているため、任意のコードの実行は許可されません。インスタンスマネージャーは、一致する証明書を提示しない機密エンドポイントへの要求を拒否します。この強化はバックポートされません。以前のリリースでは、`NetworkPolicy` でステータスポートを制限し続ける必要があります。 (#10579 、 GHSA-7qwx-x8ff-3px9)

- **``CVE-2026-55765`` / ``GHSA-w3gf-xc94-wvmj`` オペレーターサイドの SCRAM-SHA-256 パスワードエンコーディング**オペレーターは現在 SCRAM-SHA-256 が `CREATE /ALTER ROLE ... PASSWORD` を発行する前にクリアテキストロールパスワードをエンコードするため、リテラル PostgreSQL が解析および `pg_stat_statements` などの拡張機能または `pgaudit` がキャプチャする場合があります）は、平文シークレットではなく SCRAM ベリファイアです。事前ハッシュされた MD5 または SCRAM 値は変更せずに転送され、シークレットごとのアノテーション `cnpg.io/passwordPassthrough: "enabled"` はオプトアウトします。 (#10724 、

GHSA-w3gf-xc94-wvmj)

変更

- Kubernetes 1.36 のサポートを追加しました。 (#10900)
- デフォルトの PostgreSQL バージョンを 18.4 に更新しました。 (#10719)
- パブリッククラウドプロバイダーでオペレーターのテストに使用される Kubernetes バージョンを更新しました。(#10720 , #10563 , #11033)

修正

- クラスターがレプリカに降格された後、古いプライマリ側のステータスを報告する宣言的な `Database` 、`Publication` 、および `Subscription` オブジェクトを修正しました。コントローラはレプリカの状態を再チェックし、`Cluster` を監視するようにして、降格がすぐに検出されるようにします。 (#10871)

- 対応する Job および PVC が作成される前にインスタンスシリアルカウンタが進められたことが原因で発生した非シークエンシャルのポッド名たとえば-1 、-3 を修正した。バンプは、これらのリソースが存在した場合にのみ持続されるようになりました。(#10491)

- ファイナライザーリコンサイラーの前にレプリカゲートが実行され、ファイナライザーがリリースされない、レプリカクラスターの Terminating で行き詰まった Database 、Publication 、または Subscription の削除を修正しました。レプリカでは、PostgreSQL オブジェクトはプライマリクラスターに残されます。(#10853)

- 生き残った CR が所有する PostgreSQL オブジェクトをドロップする delete 再利用ポリシーと競合する重複 Database または Subscription を修正しました。ドロップは、記録された調整に基づいてゲートされるようになりました。(#10870)

- キャッシュされたシークレットバージョンが無効化されず、パスワードが再適用されなかったため、スーパーユーザーアクセスが無効になってから再度有効になった後、postgres スーパーユーザーがロックアウトされたままになる問題を修正した。@mhartmann-jaconi によって診断されました。(#10834)

- バックアップが running に到達する前に、バックアップを実行しているインスタンスマネージャーが再起動された場合たとえば、オペレーターのアップグレードに続くインプレースアップグレードによって、バックアップが started フェーズでスタックする問題を修正した。調整が再スケジュールされるため、失われたセッションが検出されます。(#10859)

- SPDY フォールバックと WebSocket をネゴシエートするように exec / attach ストリーミングを修正し、SPDY を削除した Kubernetes バージョンと、WebSocket exec アップグレードを拒否する OpenShift などのプラットフォームの両方との互換性を復元します。@bartscheers による寄稿。(#10876 、#10933)

- 並列 Backup オブジェクトが競合した場合のリソースリークを修正しました。バックアップは厳密に作成時の順序で実行されるようになりました、したがって、既に実行中のバックアップが新しいバックアップにプリエンプトされることはなく、そのレプリケーションスロットと PostgreSQL セッションは、プライマリで孤立しなくなりました。@GabriFedi97 による寄稿。(#10747)

- 参照されたシークレットを取得できなかった場合に、PostgreSQL ロールのパスワードをクリアするロール調整を修正しました。シークレットが利用可能になるまでロールは変更されず、アクションごとのエラーが集計されて可視性が向上します。(#10053)

- メトリックエクスポーターのセットアップエラー一般的にコントローラとの重複キーレースがロールバックし streaming_replica 作成とウェッジレプリカ参加をロールバックしたブートストラップ障害を修正しました。metrics-exporter ステップが別のトランザクションで実行されるようになりました。@BlaiseAntony による寄稿。(#10749)

- Backup は作成されたが、そのステータスパッチが着地しなかったときに発生する ScheduledBackup コントローラループを修正しました。コントローラは、次の反復に AlreadyExists でループする代わりに、既存の Backup を採用するようになりました。(#10612)

- Cluster が削除された Pooler をリコンサイルするときの nil ポインターパニックを修正しました。(#10667)

- すべての名前付けログパイプ postgres 、postgres.csv 、および postgres.json が WithActiveInstance 中にコンシューマを取得し、名前付けパイプの代わりに通常のファイルが作成されないようにブートストラップログ処理を修正しました。(#10043)

- アドレスを角かっこで囲むことにより、無効な IPv6 URL の生成を修正しました。 @Infinoid による寄稿。 (#10682)
- 構成が `enabled: false` を設定している場合、外部クラスタープラグインがアクティブなものとして扱われるのを修正しました。(#10932)
- 復元ジョブが古い `Cluster` プライマリがまだ記録されておらず、タイムラインがまだ設定されていないを読み取り、その`.history` ファイルがスプリットブレインガードによって拒否される可能性があるオブジェクトストアからのブートストラップリカバリ中のレースを修正しました。これが発生すると、リカバリはベースバックアップのタイムラインで停止し、後のタイムラインでコミットされたトランザクションをサイレントにドロップしました。クラスタータイムラインが設定されていないときに履歴ファイルを使用できるようになりました。@dennispidun による寄稿。 (#10818)
- インスタンスの PVC を削除すると、インスタンスが永久にスタックしたままになる可能性があるレースを修正しました。WAL PVC がまだ終了中にデータ PVC が削除された場合、オペレーターは終了ボリュームにバインドされたインスタンスを再作成し、ポッドをスケジュール不可のままにして、それ以降のすべてのリコンシリエーションをブロックします。オペレーターは、インスタンスを再作成または再接続する前に、終了 PVC が完全に削除されるのを待機するようになり、ログラインとクラスターフェーズを介して待機を表面化します。#11017
- サーバーとクライアント CA が同じシークレットデフォルトに解決する場合、クラスター作成中のキャッシュレースを修正しました。古いインフォーマーキャッシュは、`AlreadyExists` で失敗した冗長 `Create` をトリガーし、クラスターが `Unable to create required cluster objects` でスタックしたままになる可能性がありました。オペレーターは、名前が一致する場合、既に取得した CA シークレットを再利用するようになりました。(#10989)
- 他のブートストラップ方法で既に適用されているのと同じプリフライトディレクトリチェックを強制することにより、既存の `PGDATA` たとえばレプリカポッドの再起動後を上書きまたは失敗する `pg_basebackup` ブートストラップパスを修正しました。これにより、静的にプロビジョニングされた PVC がサイレントに上書きされるのを防ぎます。(#11006)
- リコンサイル後のプラグインフックがエラーを返したときの `Healthy` とプラグイン障害フェーズ間の `Cluster` フェーズのフラッピングを修正しました。 `Healthy` フェーズは、成功したリコンシリエーションの最後のステップとして登録されるため、プラグインエラーで終了するループは `Healthy` を報告しません。 @GabriFedi97 による寄稿。 (#10421)
- 外部サーバーのシークレットがローテーションされた後の古い証明書データと部分的な読み取りを修正しましたたとえば、2 つの証明書から 1 つに縮小する CA バンドル。ファイルはアトミックに書き込まれるようになったため、libpq は常に古い値または新しい値を読み取ります。ミックスする。@Anand-240 による寄稿。 (#10975)
- 短い名前の代わりにプラグイン `Service` FQDN を使用するようにプラグインの接続を修正し、クラスターレベルのプロキシがポッドに自動的に注入される際の障害を回避します。@kdautrey による寄稿。 (#10921)
- 要求ごとの `Cluster` 作成/更新検証 Webhook メッセージからの過剰なオペレーターログノイズを修正し、`info` ではなく `debug` にログに記録されるようになりました。 (#10984)
- 有効な PostgreSQL パラメーター名ではないキーを受け入れる `spec.postgresql.parameters` を修正しました。これにより、`postgresql.conf` に任意の指示子を注入する可能性があります。キー名が Webhook によって検証されるようになりました。(#11029)

- WAL-archiver プラグインが既存のクラスターで有効になっている場合のスイッチオーバーデッドロックを修正しました。`primaryUpdateMethod: switchover` では、クリーンな降格にはまだ不足しているアーカイバーサイドカーが必要であるため、プライマリをロールアウトできませんでした。オペレーターはプライマリポッドを再作成するため、サイドカーが挿入され、アーカイブが再開されます。このチェックは、Barman Cloud プラグインなどのネイティブサイドカー `restartPolicy: Always` を備えた init コンテナとしてアーカイバーを注入するプラグインもカバーしています。(#11032 , #11059)

- インスタンス作成ジョブがバックオフ制限を使い果たしたときに、クラスターが `Setting up primary` に無期限に滞在する問題を修正した。オペレーターは、ターミナルジョブの障害を検出し、クラスターを回復不可としてマークし、失敗したジョブに名前を付け、そのログをポイントします。(#11035)

- データ PVC が作成された後、初期化ジョブが開始される前に、ステータスパッチが競合するファーストプライマリブートストラップデッドロックを修正しました。孤立した保留中の PVC がインスタンスとしてカウントされ、ブートストラップゲートをブロックしたままになります。PVC 状態リコンサイラーは、割り当てられたシリアルを再利用してブートストラップジョブを再作成します。(#11039)

- 外部クラスター名とシークレットセレクター参照が検証なしでファイルシステムパスに結合されるのを修正し、インスタンスマネージャーが接続マテリアルをダンプするときに`..` コンポーネントまたはパスセパレーターが外部シークレットディレクトリをエスケープします。これらの値は検証 Webhook で拒否され、書き込みサイトで再チェックされます。@r0binak によって報告されました。 (#11045)

- `pending` で永久にスタックするバックアップを修正しました。コンカレントバックアップゲートはリコンサイルごとに実行され、インスタンスマネージャーによって非同期で書き込まれた既に完了したフェーズを上書きする可能性があります。ゲートは、バックアップフェーズがまだ設定されていない場合または `pending` である場合にのみ実行されます。 (#11056)

- 古いキャッシュにより、オペレーターが既にプロビジョニングしたスナップショットを再作成し、`AlreadyExists` で失敗した場合、失敗として永久にマークされる宣言的 `VolumeSnapshot` バックアップが修正されました。既存のスナップショットがこのバックアップのラベルを運び、それを採用する場合、オペレーターは衝突を許容するようになりました。外部スナップショットとの衝突は引き続きエラーとして表面化します。(#11071)

- スナップショットが既にプロビジョニングされている場合でも、ファイナライズステップ中に一時的なインスタンスマネージャー接続エラーたとえば、短いポッドネットワークの中断からのダイヤルタイムアウトで破棄されるボリュームスナップショットバックアップを修正した。このようなネットワークエラーは、ターミナルとして扱われる代わりに再試行されるようになりました。(#11069)

- トークンの保存と移行メタデータのクリーンアップの間でリコンサイルが再キューイングされたときに、`status.demotionToken` を失うレプリカスイッチオーバーを修正しましたたとえば、不安定な Webhook に対して失敗したクリーンアップパッチ。空の変更なしトークンは、格納されている値をパッチして戻されません。(#11075)

- `cnpg` プラグイン:

- Windows で `kubectl cnpg psql` を修正しました。実行は Unix 専用のシステムコールに依存し、「Windows ではサポートされていません」で失敗しました。Windows は子プロセスとして `kubectl exec` を起動するようになりました。 @Utkarsh-sharma47 による寄稿。#10972 !– 1.29 1.28 1.25 –>

- ロググループごとのタイマーが解放されなかった、ビジークラスターでの `kubectl cnpg logs -f` の無制限のメモリリークを修正しました。タイマーが反復にわたって再利用されるようになりまし

た。@Anand-240 による寄稿。(#10976)

サポートされているバージョン

- Kubernetes 1.36、1.35、および 1.34
- PostgreSQL 18、17、16、15、および 14 - PostgreSQL 18.4 がデフォルトイメージです。PostgreSQL 14 のサポートは 2026 年 11 月 12 日に終了します

58.2 Release notes for CloudNativePG 1.29

CloudNativePG の 1.29 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

58.2.1 バージョン 1.29.2

発売日 2026 年 6 月 29 日

重要な変更

- ネイティブツリー内 Barman Cloud サポートの非推奨通知を更新して、1.30.0 ではなく CloudNativePG 1.31.0 で削除されることを反映しています。ユーザーは引き続き Barman Cloud プラグインに移行することをお勧めします。(#11083)
- `cluster` 参照は、`Database` 、`Pooler` 、`Publication` 、`Subscription` 、および `ScheduledBackup` リソースで不変になりました。別のクラスターでこれらのオブジェクトのいずれかをポイントすることには、明確に定義されたセマンティクスがなく、以前はコントローラを一貫性のない状態のままにしました。更新は、CEL 検証ルールを介して API サーバーで拒否されるようになりました。(#10743)

機能強化

- PostgreSQL 19 の `pg_upgrade` に追加された拡張パスのサポートに基づいて、イメージボリューム拡張を使用するクラスターで PostgreSQL 19 以降への `pg_upgrade` インプレースメジャーアップグレードを有効にしました。アップグレード中に `Job` 、ソースおよびターゲットバージョンの拡張イメージはサイドバイサイドでマウントされるため、古いサーバーはライブラリを保持し、失敗したアップグレードはきれいに元に戻ります。#10366)
- ラベルセレクターを `Cluster` スケールサブリソース `status.selector` に追加し、`Cluster` を垂直ポッドオートスケーラー VPA および水平ポッドオートスケーラー HPA の有効な `targetRef` にします。`Cluster` をインスタンスポッドにマッピングできるようになりました。@sebv004 による寄稿。(#8996)
- プライマリポッドが kubelet パースペクティブから `Ready` であるが、オペレーターの`/pg/status` チェックが失敗し、フェイルオーバーが遅延される場合、オペレーターは `Cluster` で `Warning PrimaryStatusCheckFailed` イベントを発行するようになり、ユーザーに `kubectl describe cluster` を介して遅延を可視化します。(#10509)

- オペレーターは、ポッドがロールされたときに CNPG-i プラグインを自動的にリロードするようになりました。EndpointSlices バッキングプラグイン Services を監視し、新しいポッドが Ready になるとプラグインを使用してすべてのクラスターを再エンキューするため、アップグレードされたプラグインは待機せずに選択されます次の再同期。(#10836)

セキュリティとサプライチェーン

- **``CVE-2026-55769`` / ``GHSA-x8c2-3p4r-v9r6`` オペレーター発行の接続での ``search_path`` ピンニング**データベース所有者は public スキーマにオーバーロードされたビルトイン演算子を植え、search_path を変更して、クラスタースーパーユーザーとして実行される演算子イントロスペクションプローブがこれらのオーバーロードを解決できるように pg_catalog の前に、 COPY ... FROM PROGRAM を介してポッド内 RCE につながる可能性がある CWE-426 特権エスカレーションチェーン CVE-2018-1058 と同じクラス。オペレーターは、プールされたすべての接続に search_path = pg_catalog, public, pg_temp を固定するため、起動メッセージで出荷され、テナント制御のデフォルトより優先されます。(#10774 、

GHSA-x8c2-3p4r-v9r6)

- **``CVE-2026-55765`` / ``GHSA-w3gf-xc94-wvmj`` オペレーターサイドの SCRAM-SHA-256 パスワードエンコーディング**オペレーターは現在 SCRAM-SHA-256 が CREATE /ALTER ROLE ... PASSWORD を発行する前にクリアテキストロールパスワードをエンコードするため、リテラル PostgreSQL が解析および pg_stat_statements などの拡張機能または pgaudit がキャプチャする場合があります）は、平文シークレットではなく SCRAM ベリファイアです。事前ハッシュされた MD5 または SCRAM 値は変更せずに転送され、シークレットごとのアノテーション cnpg.io/passwordPassthrough: "enabled" はオプトアウトします。(#10724 、

GHSA-w3gf-xc94-wvmj)

変更

- Kubernetes 1.36 のサポートを追加しました。(#10900)
- デフォルトの PostgreSQL バージョンを 18.4 に更新しました。(#10719)
- パブリッククラウドプロバイダーでオペレーターのテストに使用される Kubernetes バージョンを更新しました。(#10720 , #10563 , #11033)

修正

- 有効な PostgreSQL パラメーター名ではないキーを受け入れる spec.postgresql.parameters を修正しました。これにより、postgresql.conf に任意の指示子を注入する可能性があります。キー名が Webhook によって検証されるようになりました。(#11029)
- クラスターがレプリカに降格された後、古いプライマリ側のステータスを報告する宣言的な Database 、Publication 、および Subscription オブジェクトを修正しました。コントローラはレプリカの状態を再チェックし、Cluster を監視するようにして、降格がすぐに検出されるようにします。(#10871)
- 対応する Job および PVC が作成される前にインスタンスシリアルカウンタが進められたことが原因で発生した非シークエンシャルのポッド名たとえば-1 、-3 を修正した。バンプは、これらのリソースが存在した場合にのみ持続されるようになりました。(#10491)

- WAL-archiver プラグインが既存のクラスターで有効になっている場合のスイッチオーバーデッドロックを修正しました。`primaryUpdateMethod: switchover` では、クリーンな降格にはまだ不足しているアーカイバーサイドカーが必要であるため、プライマリをロールアウトできませんでした。オペレーターはプライマリポッドを再作成するため、サイドカーが挿入され、アーカイブが再開されます。このチェックは、Barman Cloud プラグインなどのネイティブサイドカー `restartPolicy: Always` を備えた init コンテナとしてアーカイバーを注入するプラグインもカバーしています。(#11032 , #11059)

- インスタンス作成ジョブがバックオフ制限を使い果たしたときに、クラスターが `Setting up primary` に無期限に滞在する問題を修正した。オペレーターは、ターミナルジョブの障害を検出し、クラスターを回復不可としてマークし、失敗したジョブに名前を付け、そのログをポイントします。(#11035)

- ファイナライザーリコンサイラーの前にレプリカゲートが実行され、ファイナライザーがリリースされない、レプリカクラスターの `Terminating` で行き詰まった `Database` 、`Publication` 、または `Subscription` の削除を修正しました。レプリカでは、PostgreSQL オブジェクトはプライマリクラスターに残されます。(#10853)

- 生き残った CR が所有する PostgreSQL オブジェクトをドロップする `delete` 再利用ポリシーと競合する重複 `Database` または `Subscription` を修正しました。ドロップは、記録された調整に基づいてゲートされるようになりました。(#10870)

- キャッシュされたシークレットバージョンが無効化されず、パスワードが再適用されなかったため、スーパーユーザーアクセスが無効になってから再度有効になった後、`postgres` スーパーユーザーがロックアウトされたままになる問題を修正した。@mhartmann-jaconi によって診断されました。(#10834)

- バックアップが `running` に到達する前に、バックアップを実行しているインスタンスマネージャーが再起動された場合たとえば、オペレーターのアップグレードに続くインプレースアップグレードによって、バックアップが `started` フェーズでスタックする問題を修正した。調整が再スケジュールされるため、失われたセッションが検出されます。(#10859)

- SPDY フォールバックと WebSocket をネゴシエートするように `exec` / `attach` ストリーミングを修正し、SPDY を削除した Kubernetes バージョンと、WebSocket exec アップグレードを拒否する OpenShift などのプラットフォームの両方との互換性を復元します。@bartscheers による寄稿。(#10876 、#10933)

- 並列 `Backup` オブジェクトが競合した場合のリソースリークを修正しました。バックアップは厳密に作成時の順序で実行されるようになりました、したがって、既に実行中のバックアップが新しいバックアップにプリエンプトされることはなく、そのレプリケーションスロットと PostgreSQL セッションは、プライマリで孤立しなくなりました。@GabriFedi97 による寄稿。(#10747)

- 参照されたシークレットを取得できなかった場合に、PostgreSQL ロールのパスワードをクリアするロール調整を修正しました。シークレットが利用可能になるまでロールは変更されず、アクションごとのエラーが集計されて可視性が向上します。(#10053)

- メトリックエクスポーターのセットアップエラー一般的にコントローラとの重複キーレースがロールバックし `streaming_replica` 作成とウェッジレプリカ参加をロールバックしたブートストラップ障害を修正しました。metrics-exporter ステップが別のトランザクションで実行されるようになりました。@BlaiseAntony による寄稿。(#10749)

- Backup は作成されたが、そのステータスパッチが着地しなかったときに発生する ScheduledBackup コントローラループを修正しました。コントローラは、次の反復に AlreadyExists でループする代わりに、既存の Backup を採用するようになりました。(#10612)
- Cluster が削除された Pooler をリコンサイルするときの nil ポインターパニックを修正しました。(#10667)
- すべての名前付けログパイプ postgres 、postgres.csv 、および postgres.json が WithActiveInstance 中にコンシューマを取得し、名前付けパイプの代わりに通常のファイルが作成されないようにブートストラップログ処理を修正しました。(#10043)
- アドレスを角かっこで囲むことにより、無効な IPv6 URL の生成を修正しました。 @Infinoid による寄稿。 (#10682)
- 構成が enabled: false を設定している場合、外部クラスタープラグインがアクティブなものとして扱われるのを修正しました。(#10932)
- 復元ジョブが古い Cluster プライマリがまだ記録されておらず、タイムラインがまだ設定されていないを読み取り、その.history ファイルがスプリットブレインガードによって拒否される可能性があるオブジェクトストアからのブートストラップリカバリ中のレースを修正しました。これが発生すると、リカバリはベースバックアップのタイムラインで停止し、後のタイムラインでコミットされたトランザクションをサイレントにドロップしました。クラスタータイムラインが設定されていないときに履歴ファイルを使用できるようになりました。@dennispidun による寄稿。 (#10818)
- サーバーとクライアント CA が同じシークレットデフォルトに解決する場合、クラスター作成中のキャッシュレースを修正しました。古いインフォーマーキャッシュは、AlreadyExists で失敗した冗長 Create をトリガーし、クラスターが Unable to create required cluster objects でスタックしたままになる可能性がありました。オペレーターは、名前が一致する場合、既に取得した CA シークレットを再利用するようになりました。(#10989)
- 他のブートストラップ方法で既に適用されているのと同じプリフライトディレクトリチェックを強制することにより、既存の PGDATA たとえばレプリカポッドの再起動後を上書きまたは失敗する pg_basebackup ブートストラップパスを修正しました。これにより、静的にプロビジョニングされた PVC がサイレントに上書きされるのを防ぎます。(#11006)
- リコンサイル後のプラグインフックがエラーを返したときの Healthy とプラグイン障害フェーズ間の Cluster フェーズのフラッピングを修正しました。 Healthy フェーズは、成功したリコンシリエーションの最後のステップとして登録されるため、プラグインエラーで終了するループは Healthy を報告しません。 @GabriFedi97 による寄稿。 (#10421)
- 外部サーバーのシークレットがローテーションされた後の古い証明書データと部分的な読み取りを修正しましたたとえば、2 つの証明書から 1 つに縮小する CA バンドル。ファイルはアトミックに書き込まれるようになったため、libpq は常に古い値または新しい値を読み取ります。ミックスする。@Anand-240 による寄稿。 (#10975)
- 短い名前の代わりにプラグイン Service FQDN を使用するようにプラグインの接続を修正し、クラスターレベルのプロキシがポッドに自動的に注入される際の障害を回避します。@kdautrey による寄稿。 (#10921)
- 要求ごとの Cluster 作成/更新検証 Webhook メッセージからの過剰なオペレーターログノイズを修正し、info ではなく debug にログに記録されるようになりました。 (#10984)

- データ PVC が作成された後、初期化ジョブが開始される前に、ステータスパッチが競合するファーストプライマリブートストラップデッドロックを修正しました。孤立した保留中の PVC がインスタンスとしてカウントされ、ブートストラップゲートをブロックしたままになります。PVC 状態リコンサイラーは、割り当てられたシリアルを再利用してブートストラップジョブを再作成します。(#11039)

- 外部クラスター名とシークレットセレクター参照が検証なしでファイルシステムパスに結合されるのを修正し、インスタンスマネージャーが接続マテリアルをダンプするときに.. コンポーネントまたはパスセパレーターが外部シークレットディレクトリをエスケープします。これらの値は検証 Webhook で拒否され、書き込みサイトで再チェックされます。@r0binak によって報告されました。 (#11045)

- pending で永久にスタックするバックアップを修正しました。コンカレントバックアップゲートはリコンサイルごとに実行され、インスタンスマネージャーによって非同期で書き込まれた既に完了したフェーズを上書きする可能性があります。ゲートは、バックアップフェーズがまだ設定されていない場合または pending である場合にのみ実行されます。 (#11056)

- 古いキャッシュにより、オペレーターが既にプロビジョニングしたスナップショットを再作成し、AlreadyExists で失敗した場合、失敗として永久にマークされる宣言的 VolumeSnapshot バックアップが修正されました。既存のスナップショットがこのバックアップのラベルを運び、それを採用する場合、オペレーターは衝突を許容するようになりました。外部スナップショットとの衝突は引き続きエラーとして表面化します。(#11071)

- スナップショットが既にプロビジョニングされている場合でも、ファイナライズステップ中に一時的なインスタンスマネージャー接続エラーたとえば、短いポッドネットワークの中断からのダイヤルタイムアウトで破棄されるボリュームスナップショットバックアップを修正しました。このようなネットワークエラーは、ターミナルとして扱われる代わりに再試行されるようになりました。(#11069)

- トークンの保存と移行メタデータのクリーンアップの間でリコンサイルが再キューイングされたときに、status.demotionToken を失うレプリカスイッチオーバーを修正しましたたとえば、不安定な Webhook に対して失敗したクリーンアップパッチ。空の変更なしトークンは、格納されている値をパッチして戻されません。(#11075)

- cnpg プラグイン:

- Windows で kubectl cnpg psql を修正しました。実行は Unix 専用のシステムコールに依存し、「Windows ではサポートされていません」で失敗しました。Windows は子プロセスとして kubectl exec を起動するようになりました。 @Utkarsh-sharma47 による寄稿。#10972)

- ロググループごとのタイマーが解放されなかった、ビジークラスターでの kubectl cnpg logs -f の無制限のメモリリークを修正しました。タイマーが反復にわたって再利用されるようになりました。@Anand-240 による寄稿。 (#10976)

58.2.2 バージョン 1.29.1

発売日 2026 年 5 月 8 日

セキュリティとサプライチェーン

- **``CVE-2026-44477`` / ``GHSA-423p-g724-fr39`` メトリックエクスポーター特権エスカレーション**メトリックエクスポーターは postgres スーパーユーザーとして認証されなくなりました。 pg_monitor 特権のみを持つ専用の cnpg_metrics_exporter ロールを使用し、低特権のデータベースユーザーが PostgreSQL スーパーユーザーを取得するチェーンを閉じます。(

GHSA-423p-g724-fr39)

アップグレードの影響ユーザー所有テーブルを読み取るカスタムモニタリングクエリー、または PUBLIC CONNECT が取り消されたデータベースに対して target_databases: '*' を使用するカスタムモニタリングクエリーは、 cnpg_metrics_exporter に対する明示的な GRANT ステートメントが必要です。*Custom query privileges and safety* および *Manually creating the metrics exporter role* を参照

モニタリング文書で。

レプリカクラスターの場合、ソースプライマリクラスターを使用するレプリカクラスターの前に、ソースプライマリクラスターをアップグレードします。cnpg_metrics_exporter ロールはソースプライマリで作成され、ダウンストリームに複製されます。最初にアップグレードされたレプリカクラスターは、ソースプライマリがアップグレードされるまで、不足しているロールをスクレイピングします。上記のリンクのある manual-recovery セクションでは、レプリカクラスターについてもカバーしています。

- **デフォルトのモニタリングクエリーのスキーマ修飾カタログ参照**すべての pg_catalog オブジェクトを明示的に修飾することにより、出荷されたモニタリング構成とドキュメントサンプルを強化しました。非修飾の参照は、search_path を介して解決されます。データベースユーザーはこれを操作して、ビルトインオブジェクトをシャドウできます。(#10576)
- **検出可能な SBOM と来歴証明書**オペレーターコンテナイメージに添付される SBOM および SLSA 来歴が OCI 1.1 リファラー仕様に従うようになったため、標準のレジストリツールとサプライチェーンスキャナーでそれらを自動的に検出できます。(#10601)
- **``github.com/jackc/pgx/v5`` の CVE 修正** CVE-2026-33816 pgproto3 のメモリセーフティと GHSA-j88v-2chj-qfwx 単純プロトコルのドル引用符で囲まれた文字列処理を介した SQL インジェクションのアップストリームの修正をピックアップするために v5.9.2 にバンプされました。(#10437 、 #10499)
- **Go ランタイムの CVE 修正** crypto/x509 、crypto/tls 、net/http 、および net のアップストリームの修正をピックアップするために Go 1.26.3 でビルドされています。CVE-2026-32280、CVE-2026-32281、CVE-2026-33810 、CVE-2026-33814、CVE-2026-33811、CVE-2026-39825)。 (#10463 、 #10647)
- **ビルドパイプラインの強化** Go 1.26.3 バンプは CVE-2026-42501 cmd/go モジュールチェックサム検証にも対処し、リリースビルド中のサプライチェーンのエクスポージャを削減します。影響を受けるコードパスには、実行中のオペレーターから到達できません。(#10647)

変更

- TLS ピア検証を VerifyPeerCertificate から VerifyConnection に切り替えました。これは、完了したハンドシェイクごとに実行されます前者は、再開された TLS 1.3 セッションでスキップされます。現在、CloudNativePG ではセッションの再開が有効になっていないため、これに目に見える効果はありませんが、後でセッションキャッシュが導入された場合の将来的な検証になります。(#10478)

修正

- 元のプライマリがプライマリラベルを保持したフェールオーバーウィンドウを修正しました。フェイルオーバー中に一時的なネットワーク分割の後などに返された場合、-rw サービスはそれにルーティングし続け、レプリカは再接続でき、コミットされた書き込みは pg_rewind に失われます。古いプ

ライマリには unhealthy のラベルが付けられ、フェールオーバー中にサービストラフィックから分離されます。(#10409)

- プライマリをホストするノードが到達不能になったときにトリガーされないフェールオーバーを修正しました。オペレーターは、そのシナリオでは True として古いままである ContainersReady ではなく、ポッドの Ready 条件 kubelet がレポートを停止するとノードコントローラによって False に反転されるを読み取るようになりました。スプリアスフェールオーバーガード#10445 と組み合わせると、Kubernetes 自分自身がポッドを準備ができていないことをマークした場合にのみフェールオーバーがトリガーされます。(#10448)
- プライマリの HTTP ステータスエンドポイントでの一時的な障害によって発生した偽のフェイルオーバーを修正しました。(#10445)
- PostgreSQL 構成値のバックスラッシュと制御文字のエスケープを修正しました。以前は、log_line_prefix のようなパラメーターのこのような文字は、構成ファイルを破損するか、実行時にサイレントに削除される可能性がありました。(#10515)
- 各引数をシェル引用符で囲むように restore_command コンストラクトを修正しました。空白を含む destinationPath たとえば s3://my bucket/wal などの値は、POSIX シェルによってワード分割され、別の引数として WAL 復元ツールに渡されました。(#10518)
- 入場 Web フックの recoveryTarget 検証の強化 targetXID は負でない 32 ビット整数であり、targetName は 64 バイト未満で ASCII 制御文字が含まれていない必要があります。不正な値は、後の PostgreSQL 復旧中に失敗するのではなく、受付時に拒否されます。(#10565)
- 残りの pgsql_tmp* ディレクトリがデータディレクトリに存在する場合、スナップショットのリストアが失敗する問題を修正しました。(#10447)
- PVC ストレージサイズとリソース要求が同時に変更された場合に発生するデッドロックを修正しました。(#10427)

58.2.3 バージョン 1.29.0

発売日 2026 年 3 月 31 日

重要な変更

- ネイティブツリー内 Barman Cloud サポートの非推奨通知を更新して、1.29.0 ではなく CloudNativePG 1.30.0 で削除されることを反映しています。ユーザーは引き続き Barman Cloud プラグインに移行することをお勧めします。 (#10167)

機能

- **イメージカタログの PostgreSQL 拡張機能** PostgreSQL 拡張機能をサポートするように ImageCatalog 機能を拡張しました。これにより、ユーザーはカタログ内の拡張機能固有のイメージを定義および管理でき、カスタマイズされた PostgreSQL ビルドの展開が簡素化されます。#9781
- **ポッドセレクターを介した動的なネットワークアクセス制御** pg_hba.conf ルールを動的に管理するために podSelectorRefs の宣言的定義を導入しました。ラベルセレクターを使用してクライアントポッドを識別することにより、オペレーターは自動的にエフェメラル IP アドレスを解決し、それに応じて PostgreSQL ホストベースの認証ルールを更新します。これにより、同じ名前空間内の許可さ

れたワークロードのみがデータベースに接続できるようになり、手動の IP 管理または静的 CIDR レンジが必要なくなります。#10148

- **共有 ``ServiceAccount`` サポート**オプションの `serviceAccountName` フィールドを `Cluster` および `Pooler` 仕様の両方に追加しました。これにより、複数のリソースが既存のサービスアカウントを共有でき、すべてのクラスターとプーラーにわたってワンタイム IAM 構成 AWS IRSA、GCP Workload Identity、または Azure Workload Identity などを容易にします。 @bozkayasalihx による寄稿。 #9287

機能強化

- TLS 暗号スイートと最小/最大 TLS バージョンの詳細な構成のサポートにより `Pooler` CRD を改善しました。これにより、管理者は、プーラーからクライアント、およびプーラーからサーバーへの接続に関する厳密なセキュリティコンプライアンス要件を満たすことができます。@alex1989hu による投稿。 (#9571)

- アップグレードジョブで `BackoffLimit=0` を設定することにより、メジャーアップグレードの信頼性が向上し、失敗した `pg_upgrade` の不必要な再試行を防止します。ユーザーがコンテナイメージを元に戻すときに、オペレーターは失敗したジョブを自動的に削除するため、クラスターが元のバージョンで正常に再起動できます。(#10104 、 #10298)

- 調整ループの主要なフェーズ中にネイティブ Kubernetes イベントを発行することにより、オペレーターの可観測性を向上させ、オペレーターの意思決定プロセスと管理リソースのライフサイクルを `kubectl get events` を介して直接可視化します。 #10040

- バックアップリソースの `cnpg.io/reconciliationDisabled` アノテーションのサポートの拡張。これにより、管理者は、特定のバックアップオブジェクトのオペレーターの調整ロジックを一時的にフリーズできます。@GabriFedi97 による寄稿。 #10020

- `bin_path` フィールドを `postgresql.extensions` スタンザ、および `ImageCatalog` および `ClusterImageCatalog` リソースに追加しました。これにより、拡張機能は Postgres プロセスの `PATH` 環境変数に自動的に追加される外部バイナリのディレクトリパスを指定できます。#10250

- `env` フィールドを `postgresql.extensions` スタンザ、および `ImageCatalog` および `ClusterImageCatalog` リソースに追加しました。これにより、クラスター管理者は Postgres プロセスのカスタム環境変数を定義できます。このフィールドは、拡張機能の絶対マウントパスに動的に解決する `${image_root}` プレースホルダーをサポートしています。 #10375

- プラグインのファイナライザーを実装して、対応するサービスが削除されたときにプラグインによって管理されているリソースが正常にクリーンアップされるようにします。#9560

- 各調整サイクルの前にインスタンスがプライマリであることを確認することによりロール管理を向上させ、読み取り専用レプリカでの不要な調整試行と偽のエラーメッセージを回避します。(#9971)

- オペレーターは、クラスターに新しい PVC を追加するときに `primaryUpdateMethod` を優先するようになりました、ストレージの拡張または追加中にロールアウト戦略たとえば、スイッチオーバー対リスタートが尊重されるようにします。(#9720)

- `alpha.cnpg.io/unrecoverable` アノテーションロジックを洗練して、`Ready` 状態にまだ到達していないポッドでも機能できるようにし、スタックしたインスタンスのリカバリーを容易にします。(#9968)

- 回復不能な問題無効な資格情報または存在しないクラウドバケットなどが発生したバックアップ用の「ターミナルエラー」フェーズを導入しました。これにより、オペレーターは運命の操作の再試行を停止し、リソースの枯渇を防止し、ステータスですぐに明確なフィードバックを提供します。#9353

- Backup ステータスに reconciliationStartedAt および reconciliationTerminatedAt フィールドを導入することにより、長時間実行バックアップのモニタリングが向上しました。この変更により、オペレーターの内部ライフサイクルが実際のバックアップツールの実行タイミング startedAt / stoppedAt から分離され、ユーザーはオペレーターが要求の処理を開始したときを追跡できます。#9351

- Pending フェーズを Backup ステータスに追加して、バックアップがキューに入れられ、利用可能なワーカーまたはインスタンスの可用性を待機しているときを明示的に示します。#9364

セキュリティとサプライチェーン

- **セキュリティベストプラクティスの統合** OpenSSF ベースラインスキャナーを統合し、SECURITY-INSIGHTS.yaml ファイルをリポジトリに追加して、業界標準のセキュリティレポートと調整します。(#10054 , #10062)

- **SLSA 来歴と SBOM** リリースバイナリとコンテナイメージに SLSA サプライチェーンレベルソフトウェアアーティファクトの来歴を追加しました。さらに、GoReleaser パイプライン内のソフトウェア部品表 SBOM 生成を有効にして、依存関係の透明性を向上させました。(#10048 , #10074)

- **パスワード漏洩防止** PostgreSQL が特定の調整フェーズ中にログにロールパスワードを漏洩する可能性がある潜在的なセキュリティリスクを修正しました。(#9950)

変更

- デフォルトの PostgreSQL バージョンを 18.3 イメージ 18.3-system-trixie に更新しました。(#10090)

修正

- 同期レプリケーションを使用するクラスターに影響を与えるオペレーターのアップグレード中のデッドロックを修正しました。新旧のオペレーターバージョンを実行するポッドが異なる PostgreSQL 構成ハッシュを計算し、均一性チェックが無期限にブロックされ、ローリング更新とインプレースアップグレードの両方の進行を防ぎます。(#10342)

- ディスク領域チェックがインスタンスマネージャーの起動をブロックしたため、WAL ディスクがいっぱいになったときにフェンシングアノテーションを処理できない問題を修正しました。チェックは、ライフサイクルループの後半で、フェンシングが評価された後、実行されるようになりました。(#10302)

- 初期ブートストラップに使用される VolumeSnapshot が削除されている場合、レプリカが Pending 状態でスタックしてしまう問題を修正しました。オペレーターは、使用前にスナップショットの存在を検証するようになりました。スナップショットが見つからない場合は、次の利用可能な候補を使用しようとするか、pg_basebackup にフォールバックします。(#10192)

- 「監視対象プライマリ」ロールアウト戦略が、以前にスケジュールされた更新の遅延を引き起こしていた、使用可能なすべてのロールアウトスロットを消費しないようにしました。@ermakov-oleg による寄稿。(#9977)

- 特定のホットスタンバイパラメーターの変更がレプリカクラスターに正しく適用されなかった問題を修正しました。(#9952)
- 「Continue」結果が返されたときに後続のプラグインをスキップする可能性がある CNPG-I リコンサイラーフックのバグを修正しました。@sharifmshaker による寄稿。 (#9978)
- 現在ポッドに接続されていない PVC のファイルシステムのサイズを変更しようとしたときに発生したデッドロックシナリオを修正しました。@jmealo による寄稿。 (#9981)
- `ConnectionParameters` で構成された外部クラスターを受け入れるようにブートストラップリカバリソースの Webhook 検証を修正しました `pg_basebackup` ベースのリカバリーの場合。以前は、Barman オブジェクトストアまたは CNPG-i プラグインも構成されていない限り、これらは誤って拒否されました。(#10268)
- 拡張機能とテーブルスペースのボリューム名に接頭辞が付けられ、標準のクラスターボリュームとの名前の衝突を回避します。(#9973)
- 正常でないクラスターを冬眠させる場合、オペレーターは `WaitingForHealthy` 条件を報告するようになり、`cnpg status` を介して遅延されたハイバーネーション状態を可視化します。 (#10193)
- ターゲットポッドが存在しない場合でも、フェンシングが正しく動作するように修正しました。フェンシングはクラスターレベルのアノテーションで動作し、ポッドの存在に依存しないでください。インスタンス名の検証は、`cnpg fencing on` コマンドでのみ実行されます。 (#10035)
- クラスターおよびプーラーサービスリコンサイラーを修正して、パッチ更新戦略を使用するときにすべての仕様フィールドの変更を正しく処理します。リコンサイラーは RFC 7386 JSON マージパッチを使用するようになり、クラウドプロバイダー設定フィールド `loadBalancerClass` など 誤って削除されるのを防ぎます。 (#10190 、 #10311)
- パラレル WAL リストアに影響を与える非推奨のツリー内 Barman Cloud バックアップ実装の競合状態を修正しました。ここで、プリフェッチされたファイルはダウンロード中に読み取られる可能性があり、「invalid Checkpoint Record」エラーで PostgreSQL のリカバリーが失敗します。 (#10285)
- タイムライン履歴ファイルの検証を修正して、プラグインベースの WAL リストアにも適用されます。以前は、 #9650 で導入された保護はツリー内リストアのみをカバーしており、プラグインがチェックをバイパスして将来のタイムライン履歴ファイルをダウンロードできるため、レプリカでタイムライン不一致エラーが発生していました。(#9849)
- cnpg プラグイン
- cnpg プラグインは、ImagePullSecret を `pgbench` ジョブポッドテンプレートに正しく伝播するようになりました。 (#10174)

サポートされているバージョン

- Kubernetes 1.35、1.34、および 1.33
- PostgreSQL 18、17、16、15、および 14 - PostgreSQL 18.3 がデフォルトイメージです。 PostgreSQL 14 support ends on November 12, 2026

58.3 Release Notes - Old

58.3.1 Release notes for CloudNativePG 1.15

CloudNativePG の 1.15 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

> **警告**
>
> これは、1.15.X シリーズの最後のリリースになる予定です。ユーザーは、すぐに新しいマイナーバージョンに更新することをお勧めします。

バージョン 1.15.5

発売日 2022 年 10 月 6 日

機能強化

- コントローラマネージャーに `leaseDuration` および `renewDeadline` パラメーターを導入して、オペレーター展開でのリーダー選択の構成を強化します#759
- 初めて WAL ファイルをアーカイブする前に、バックアップオブジェクトストアが空であることを確認するメカニズムを改善します。正常にアーカイブされました

セキュリティ

- `nonroot:nonroot` ユーザーを使用して、`distroless/static:nonroot` コンテナイメージにコピーされるインスタンスマネージャーバイナリの権限を明示的に設定します#754

修正

- クラスターの条件を `metav1.Conditions` 構造体と互換性のあるものにする#720
- プライマリに昇格した後、スタンバイでアクティブな接続をドロップします#737
- ネイティブ Prometheus エクスポーターでの `MAPPEDMETRIC` および `DURATION` メトリックタイプの変換を尊重します #765

バージョン 1.15.4

発売日 2022 年 9 月 6 日

機能強化

- PgBouncer 接続プーラー実装での下位ネットワーク TCP 設定の構成を有効にする#584
- `cnpg.io/instanceName` および `cnpg.io/podRole` ラベルが常にポッドと PVC に存在することを確認します#632 および#680
- インスタンスの `role` ラベルを基になる PVC に伝播する #634

修正

- 別のプロセスが進行中であるかどうかをアトミックにチェックすることにより、オペレーターの複数のインプレースアップグレードプロセスが同時に実行されないようにします#655
- 新しくアップロードされたインスタンスマネージャーを保存するためのハードコードされたファイル名の使用を避け、オペレーターのオンラインアップグレード中に発生する可能性のある競合状態を防止します。#660
- `GetAllAccessibleDatabases` 呼び出し時にパニックが発生しないようにします#641

バージョン 1.15.3

発売日 2022 年 8 月 12 日

機能強化

- PostgreSQL の `huge_pages` オプションの構成を有効にする#456
- 昇格と降格中の、フェールオーバーまたはスイッチオーバー後の、昇格の要求と書き込みの実際の可用性の間で経過時間を印刷することにより、ログを強化します#371
- `instanceName` および `clusterName` ラベルをジョブ、ポッド、および PVC に追加して、これらのリソースとの相互作用を向上させます#534
- PostGIS クラスターを作成する方法に関する説明を追加します #570

セキュリティ

- `securityContext` を `Pooler` 展開に明示的に割り当てます #485
- 読み取りタイムアウト値を内部 Web サーバーに追加して、Slowloris DDoS を防止します #437

修正

- 再起動 `stopDelay` とスイッチオーバー `switchoverDelay` は、以前に誤ってスワップされたため、正しい遅延を使用します。`switchoverDelay` が設定されず、デフォルト値 40000000 秒を使用する場合、無期限に再起動をブロックする可能性があるため、これは重要な修正です。#531
- クエリがエラーを返したときにメトリックコレクターがパニックを発生させないようにしました#396
- 未チェックのポインターを参照していた安全でないデバッグメッセージを削除し、場合によっては、ログレベルに関係なくセグメンテーションフォールトを発生させます#491
- クラスターにアノテーションがない場合、フェンシング時のパニックを防止#512
- TLS 証明書が変更されない場合は、CRD の更新を回避する #501
- CRD に証明書を挿入しながら競合を処理する #547
- バックアップとリカバリー - Google Cloud でオブジェクトストアの資格情報を正しく渡す #454

マイナーな変更

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 15.0 に設定します

バージョン 1.15.2

リリース日 2022 年 7 月 7 日パッチリリース

機能強化

- スイッチオーバーとフェイルオーバー中のインスタンスマネージャーのログを改善します
- バックアップとリカバリーでの PostgreSQL 15 の将来のサポートには Barman > = 3.0.0 が必要です

変更点

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 15.0 に設定します

修正

- PostgreSQL サーバーの CSV ログパイプを開始する `WithActiveInstance` ファンクション内の初期化順序を修正し、クラスター初期化フェーズでの適切なロギングを保証します。これは、バックアップからのリカバリーのようなブートストラップ操作が失敗している場合に特に役立ちますこのパッチの前には、このようなログ標準出力チャンネルに送信されず、永久に失われました)
- ホットスタンバイの依存パラメーターが減少し、プライマリが既に再起動している場合、不必要なスイッチオーバーを回避します
- `ALTER ROLE` ステートメントでロール名を適切に引用符で囲む
- バックアップとリカバリー
- 要求されたリカバリタイムスタンプとバックアップの開始とを比較していた PITR の最も近い Barman バックアップを検出するアルゴリズムを修正します b_tran_9 トランザクション ID、名前付けリストアポイント、または `recoveryTarget` セクションに `backupID` と呼ばれる新しいフィールドを提供することにより「即時」ターゲット
- `barman-cloud-wal-archive` および `barman-cloud-backup` コマンドを呼び出す暗号化パラメーターを修正します
- 現在のクラスター名と一致しないサーバー名を使用してバックアップオブジェクトストアからリカバリするときに `barmanObjectStore.serverName` オプションを無視するのをやめる
- `cnpg` プラグイン
- プラグインが user
- で指定されたときに`-n` パラメーターに準拠していることを確認します `status` コマンドを修正して結果をソートし、出力のばらつきを削除します

バージョン 1.15.1

リリース日 2022 年 5 月 27 日パッチリリース

マイナーな変更

- PostgreSQL の `archive_timeout` 設定の構成を有効にします。これは以前は固定パラメーターでしたデフォルトで 5 分に設定

- scheduledBackup リソースに backupOwnerReference と呼ばれる新しいフィールドを導入して、作成したバックアップリソースの所有権参照を設定します。使用可能な値は none デフォルト、self スケジュールされたバックアップオブジェクトが所有するオブジェクト、および cluster Postgres クラスターが所有オブジェクト)
- ネイティブ Prometheus エクスポーターに PostgreSQL 14 以降の pg_stat_wal メトリックの自動収集を導入します
- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 15.0 に設定します

修正

- postgres に関連する孤立したプロセスを強制終了してフェンシングを修正する
- WithActiveInstance ファンクション内の CSV ログパイプを有効にして、リカバリブートストラップジョブからログを収集し、トラブルシューティングフェーズに役立ちます
- 空ではないバックアップオブジェクトストアを使用した新しいクラスターのブートストラップを防止し、既存のバックアップを上書きするリスクを排除します
- recovery ブートストラップ方法では、既存のバックアップが上書きされないように、リカバリオブジェクトストアとバックアップオブジェクトストアが異なることを確認します
- バックアップの RBAC がまだ作成されていない場合、調整ループを再キューイングします
- バックアップに関する問題と、クラスター名プロパティの誤った仕様を修正します
- 複数のレプリカを使用した高可用性のオペレーターの展開の場合、オペレーターポッドが常に最新の証明書を持つように保証
- cnpg report operator コマンドを修正して、複数のレプリカを使用した高可用性のオペレーターの展開の場合を正しく処理する
- クラスターの inheritedMetadata ラベルとアノテーションの変更を、再起動を必要とせずにクラスターの関連リソースに適切に伝播します
- デフォルト値だけに依存するのではなく、オペレーターの展開で定義されたカスタム構成マップとシークレット名を正しく解析するように cnpg プラグインを修正
- mkdocs の minidocks/mkdocs イメージを使用して、ドキュメントのローカルビルドを修正

バージョン 1.15.0

発売日 2022 年 4 月 21 日

特徴

- **フェンシング** cnpg.io/fencedInstances アノテーションを介したクラスターまたは特定の PostgreSQL インスタンスのフェンシング機能の導入。空でない場合、クラスター内のスイッチオーバー/フェールオーバーを無効にします。フェンスされたインスタンスはシャットダウンされ、ポッドは検査と緊急事態に備えて準備ができていないと考えられて実行され続けます。
- **LDAP 認証** pg_hba.conf の LDAP Simple Bind および Search+Bind 構成オプションを Postgres クラスター仕様で宣言的に定義できるようにし、ldapbindpasswd などの機密オプションに Kubernetes シークレットのオプションで使用を有効にします

- primaryUpdateMethod オプションの導入、 switchover デフォルトと restart の値を受け入れ、教師なし primaryUpdateStrategy の場合に使用されます。このメソッドは、ローリング更新プロシージャ中にプライマリインスタンスに何が起こるかを制御します
- オペレーターと特定の Postgres クラスターの両方の診断とより効果的なトラブルシューティングを行うための kubectl cnp プラグインの新しい report コマンド
- バックアップオブジェクトストアにない Backup オブジェクトをプルーニング
- ポイントインタイムリカバリーブートストラップ方式でのターゲットタイムラインと LSN の仕様
- sessionToken オプションを介した AWS S3 での AWS_SESSION_TOKEN 認証トークンのサポート
- quay.io/enterprisedb/pgbouncer:1.17.0 に設定された Pooler ポッドの PgBouncer のデフォルトのイメージ名

修正

- 以前は、使用可能な最新のバックアップより前のターゲットが不可能であったため、targetTime を介したポイントインタイムリカバリーのベースバックアップ検出が正しく機能するようになりました。検出アルゴリズムは、開始点として最後のバックアップを選択することにより常に間違っていました。
- オペレーターが pg_controldata から収集した値に依存することにより、ホットスタンバイの影響を受けやすいパラメーターの復元力が向上しました
- 無効な証明書エラーをスローする代わりに、無効なエントリを適切に破棄することにより、中間証明書の処理が改善されました
- データベース内の Prometheus エクスポーターメトリック収集クエリーがロールバックの代わりにコミットされるようになりましたこれにより、ダウンストリームダッシュボードから可視されるロールバックトランザクションの数が変更される場合があります該当する場合

バージョン 1.15.0 は、CloudNativePG の最初のリリースです。以前は、このソフトウェアは EDB Cloud Native PostgreSQL 現在は EDB Postgres for Kubernetes と呼ばれていました。以前のリリースに関する情報をお探しの場合は、EDB documentation を参照してください。

58.3.2 Release notes for CloudNativePG 1.16

CloudNativePG の 1.16 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.16.5

発売日 2022 年 12 月 21 日

> **警告**
>
> これは、1.16.X シリーズの最後のリリースになる予定です。ユーザーは、すぐに新しいマイナーバージョンに更新することをお勧めします。

重要なお知らせ

- Armando Ruocco @armru を、一貫したインパクトのある貢献により新しい CloudNativePG メンテナーとして表彰#1167
- ARMv7 サポートの削除 #1092
- 1.16 の最終パッチリリース 1.16.5。リリース 1.16 はサポート終了となります。

機能強化

- kubectl-cnpg プラグインの rpm/deb パッケージを追加します#1008
- 新しいクラスター定義のデフォルトの PostgreSQL バージョンを 15.1 に更新します#908
- Documentation
- CNPG サンドボックスへの参照を削除します#1120-クイックスタートドキュメントでのモニタリングに関する指示を優先して、CNPG サンドボックスは非推奨になりました
- “Release upgrade”ディスカッションへのリンク#1148-リリース更新ディスカッションがデフォルトになりますリリースの発表とディスカッションのためのチャンネル
- GOVERNANCE.md のメンテナーの名誉ステータスを文書#1033 - メンテナーがコントリビューションを続行する準備ができていない場合に続行する方法を説明します
- プルリクエストの作成手順の改善#1132
- 緊急バックアップのトラブルシューティング指示# 1184)

修正

- ブートストラップの PGDATA 権限が適切に 750 に設定されていることを確認します#1164
- シークレットとサービスが見つからない場合にのみ作成するようにします#1145
- 復元時に設定済みの pg-wal を尊重する #1216
- nodeToClusters マップからレプリカをフィルタリングする #1194

技術的な強化

- テストの概要に `ciclops` を使用する #1064 ciclops GitHub アクションに依存して、E2E スイートの概要を提供し、そのプロジェクトから改善を継承します
- バックポートプル要求ワークフローを追加します #965 - 注釈が付けられている場合、リリースブランチにパッチを自動的にバックポートします
- e2e テストスイートでオペレーターログレベルを構成可能にする #1094
- ラベルに基づいてテストの実行を有効にする #951
- Go バージョンを 1.18 から 1.19 に更新します#1166

バージョン 1.16.4

発売日 2022 年 11 月 10 日

セキュリティ

- SeccomProfile をポッドとコンテナに追加します #888

機能強化

- cnpg プラグインの status コマンド
- フェンスされたクラスターの表示を明確にします #886
- レプリカクラスターの表示を改善します #871
- ドキュメント
- モニタリングページを改善し、プロメテウスとグラファナを使用してローカルシステムで CloudNativePG の可観測性機能を評価する方法に関する手順を提供します#968
- カスタムコントローラのデザイン理由に関するページを追加します #918

修正

- plpgsql ファンクションを使用したデータベースのインポート #974
- ポイントインタイムリカバリーを実行するときに最も近いバックアップを適切に見つけます#949
- ScheduledBackup 形式が Kubernetes CronJob 形式に従っていないことを明確にします #883
- 古い可能性がある Kubernetes ポッドの準備状況ではなく、インスタンスマネージャーからの Postgres 情報に基づいてフェイルオーバーロジックをベースにします#890
- 新しく作成されるクラスターごとにアーカイブする WAL があることを確認します。これがないため、バックアップが機能しない可能性があります#897
- ドキュメントの barmanObjectStore の YAML キー名を修正しました #877
- krew リリースを修正#866

バージョン 1.16.3

発売日 2022 年 10 月 6 日

機能強化

- コントローラマネージャーに leaseDuration および renewDeadline パラメーターを導入して、オペレーター展開でのリーダー選択の構成を強化します#759
- 初めて WAL ファイルをアーカイブする前に、バックアップオブジェクトストアが空であることを確認するメカニズムを改善します。正常にアーカイブされました

セキュリティ

- nonroot:nonroot ユーザーを使用して、distroless/static:nonroot コンテナイメージにコピーされるインスタンスマネージャーバイナリの権限を明示的に設定します#754

修正

- プライマリに昇格した後、スタンバイでアクティブな接続をドロップします#737
- ネイティブ Prometheus エクスポーターでの MAPPEDMETRIC および DURATION メトリックタイプの変換を尊重します#765

バージョン 1.16.2

発売日 2022 年 9 月 6 日

機能強化

- PgBouncer 接続プーラー実装での下位ネットワーク TCP 設定の構成を有効にする#584
- `cnpg.io/instanceName` および `cnpg.io/podRole` ラベルが常にポッドと PVC に存在することを確認します#632 および#680
- インスタンスの `role` ラベルを基になる PVC に伝播する #634

修正

- 新しいクラスターのプライマリをブートストラップするときに `shared_preload_libraries` を使用する #642
- 別のプロセスが進行中であるかどうかをアトミックにチェックすることにより、オペレーターの複数のインプレースアップグレードプロセスが同時に実行されないようにします#655
- 新しくアップロードされたインスタンスマネージャーを保存するためのハードコードされたファイル名の使用を避け、オペレーターのオンラインアップグレード中に発生する可能性のある競合状態を防止します。#660
- `GetAllAccessibleDatabases` 呼び出し時にパニックが発生しないようにします#641

バージョン 1.16.1

発売日 2022 年 8 月 12 日

機能強化

- PostgreSQL の `huge_pages` オプションの構成を有効にする#456
- 昇格と降格中の、フェールオーバーまたはスイッチオーバー後の、昇格の要求と書き込みの実際の可用性の間で経過時間を印刷することにより、ログを強化します#371
- クラスターステータスに PostgreSQL クラスターのタイムラインを導入する#462
- `instanceName` および `clusterName` ラベルをジョブ、ポッド、および PVC に追加して、これらのリソースとの相互作用を向上させます#534
- PostGIS クラスターを作成する方法に関する説明を追加します #570

セキュリティ

- `securityContext` を `Pooler` 展開に明示的に割り当てます #485
- 読み取りタイムアウト値を内部 Web サーバーに追加して、Slowloris DDoS を防止します #437

修正

- 再起動 stopDelay とスイッチオーバー switchoverDelay は、以前に誤ってスワップされたため、正しい遅延を使用します。switchoverDelay が設定されず、デフォルト値 40000000 秒を使用する場合、無期限に再起動をブロックする可能性があるため、これは重要な修正です。#531
- クエリがエラーを返したときにメトリックコレクターがパニックを発生させないようにしました#396
- 未チェックのポインターを参照していた安全でないデバッグメッセージを削除し、場合によっては、ログレベルに関係なくセグメンテーションフォールトを発生させます#491
- クラスターにアノテーションがない場合、フェンシング時のパニックを防止#512
- TLS 証明書が変更されない場合は、CRD の更新を回避する #501
- CRD に証明書を挿入しながら競合を処理する #547
- データベースインポート
- データベースインポートで pg_restore を実行しているときに postgres ユーザーを使用します #411
- モノリスインポートケースで sslmode を明示的に設定してオリジン外部サーバーとの SSL 接続を制御する要件を文書化します#572
- 妨げたバグを修正 connectionParameters で dbname が指定された場合のインポート作業からのインポート #569
- バックアップとリカバリー - Google Cloud でオブジェクトストアの資格情報を正しく渡す #454

マイナーな変更

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 15.0 に設定します

バージョン 1.16.0

リリース日 2022 年 7 月 7 日マイナーリリース

特徴

- **PostgreSQL のオフラインデータのインポートとメジャーアップグレード** bootstrap.initdb.import セクションを導入して、PostgreSQL 論理バックアップコンセプトを使用して、新しい CloudNativePG クラスター内の既存の PostgreSQL インスタンス Kubernetes の外部でも、ネットワークを介してオブジェクトをインポートする方法を提供します pg_dump /pg_restore 同じ方法を使用して、新しいクラスターでメジャー PostgreSQL のアップグレードを実行できます。この機能では、2 種類のインポート microservice 新しいクラスターに 1 つのデータベースのみをインポートしますと monolith 既存のインスタンスから選択したデータベースとロールをインポートします。
- ラベルに基づいた同期レプリケーションのアンチアフィニティルールアベイラビリティーゾーンなど、プライマリが実行されているノードとは異なる特性を持つノードで同期レプリカが実行されていることを確認します

機能強化

- 1 つ以上のインスタンスがフェンスされている場合にフェイルオーバーを無効にする既存の制限を削除することにより、フェンシングを向上させます
- DROP EXTENSION IF EXISTS を不必要に実行する代わりに、カタログに拡張機能が存在するかどうかを確認することにより、自動拡張機能管理フレームワークを強化します

- スイッチオーバーとフェイルオーバー中のインスタンスマネージャーのログを改善します
- オブジェクトストアからリカバリするとき、または pg_basebackup を介してインスタンスのクローンを作成するときに、アプリケーションのデータベースの名前、その所有者、および関連シークレットの再定義を有効にしますこれはこれまで initdb ブートストラップでのみ可能でした
- バックアップとリカバリー
- PostgreSQL 15
- の将来のサポートには Barman > = 3.0.0 が必要です inheritFromAzureAD オプションを介して Barman クラウドバックアップの Azure AD ワークロード ID を有効にします b_tran_5 barmanObjectStore.s3Credentials.region を導入して、バックアップとリカバリーオブジェクトストアの両方に AWS のリージョン AWS_DEFAULT_REGION を定義します
- Kubernetes 1.24 のサポート

変更点

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 15.0 に設定します
- バックアップと WAL アーカイブに独自の実装に依存するのではなく、Kubernetes API の条件を使用します

修正

- PostgreSQL サーバーの CSV ログパイプを開始する WithActiveInstance ファンクション内の初期化順序を修正し、クラスター初期化フェーズでの適切なロギングを保証します。これは、バックアップからのリカバリーのようなブートストラップ操作が失敗している場合に特に役立ちますこのパッチの前には、このようなログ標準出力チャンネルに送信されず、永久に失われました)
- ホットスタンバイの依存パラメーターが減少し、プライマリが既に再起動している場合、不必要なスイッチオーバーを回避します
- ALTER ROLE ステートメントでロール名を適切に引用符で囲む
- バックアップとリカバリー
- 要求されたリカバリタイムスタンプとバックアップの開始とを比較していた PITR の最も近い Barman バックアップを検出するアルゴリズムを修正します b_tran_9 トランザクション ID、名前付けリストアポイント、または recoveryTarget セクションに backupID と呼ばれる新しいフィールドを提供することにより「即時」ターゲット
- barman-cloud-wal-archive および barman-cloud-backup コマンドを呼び出す暗号化パラメーターを修正します
- 現在のクラスター名と一致しないサーバー名を使用してバックアップオブジェクトストアからリカバリするときに barmanObjectStore.serverName オプションを無視するのをやめる
- cnpg プラグイン - ユーザーが指定したときにプラグインが-n パラメーターに準拠していることを確認します - status コマンドを修正して結果を並べ替え、出力のばらつきを削除します

58.3.3 Release notes for CloudNativePG 1.17

CloudNativePG の 1.17 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.17.5

発売日 2023 年 3 月 20 日

> **警告**
>
> これは、1.17.X シリーズの最後のリリースになる予定です。ユーザーは、すぐに新しいマイナーバージョンに更新することをお勧めします。

機能強化

- debug クラスターのログレベルを `initdb` ジョブに拡張します#1503
- PgBouncer プーラーの IPv6 とカスタム `pg_hba` をサポート#1395
- インスタンスマネージャーからのドキュメント API 呼び出し #1641
- Helm を介して展開名を明確にする #1505
- `psql` コマンドを `kubectl` #1668 の `cnpg` プラグインに追加して、ユーザーはポッドデフォルトでプライマリとの `psql` セッションを開始できます。

技術的な強化

- 依存関係の追跡/更新に Renovate を採用する #1367、#1473

修正

- プローブのエラー処理でパニックを防止 #1716
- `cnpg` プラグインの `status` コマンドで WAL アーカイブ情報を適切に表示する #1666

バージョン 1.17.4

発売日 2023 年 2 月 14 日

特徴

- Kubernetes の予測ボリュームのサポート #1269
- PostgreSQL サーバープロセスをより詳細に制御するためのカスタム環境変数をサポート#1275

機能強化

- `kubectl` の `cnpg` プラグインに `backup` コマンドを導入して、クラスターの新しいベースバックアップを発行します#1348

- `streaming_replica` ユーザーにデータベースコメントを追加します #1349
- GKE の Webhook でのファイアウォールの問題を文書化する #1364
- `recovery` の postgresql.conf に関するノートを追加#1211
- パッケージを使用してプラグインのインストールに関する手順を追加します#1357
- 各マイナーリリースでサポートされている Postgres バージョンを指定する#1355
- CloudNativePG の PVC グループの意味を明確にします#1344
- DigitalOcean S3 互換スペースの例を追加します #1289

技術的な強化

- リリースブランチの毎日のエンドツーエンドスモークテストを追加しました#1235

修正

- PVC ロールが常に一貫していることを確認します #1380
- `pvcTemplate` を使用するときに `walStorage` のサイズ変更を許可します #1315
- Prometheus がインストールされていない場合は `PodMonitor` リコンサイルを回避する #1238
- 必要がない場合は `PodMonitor` の検索を回避します #1213

バージョン 1.17.3

発売日 2022 年 12 月 21 日

重要なお知らせ

- Armando Ruocco @armru を、一貫したインパクトのある貢献により新しい CloudNativePG メンテナーとして表彰#1167
- ARMv7 サポートの削除 #1092
- 1.16 の最終パッチリリース 1.16.5。リリース 1.16 はサポート終了となります。

機能強化

- Istio との互換性の向上 Istio の quit エンドポイントのサポートを追加して、Istio サイドカーを使用したジョブが無期限に実行されないように#967
- kubectl-cnpg プラグインの rpm/deb パッケージを追加します#1008
- 新しいクラスター定義のデフォルトの PostgreSQL バージョンを 15.1 に更新します#908
- Documentation
- CNPG サンドボックスへの参照を削除します#1120-クイックスタートドキュメントでのモニタリングに関する指示を優先して、CNPG サンドボックスは非推奨になりました
- “Release upgrade”ディスカッションへのリンク#1148-リリース更新ディスカッションがデフォルトになりますリリースの発表とディスカッションのためのチャンネル

- GOVERNANCE.md のメンテナーの名誉ステータスを文書#1033 - メンテナーがコントリビューションを続行する準備ができていない場合に続行する方法を説明します
- プルリクエストの作成手順の改善#1132
- 緊急バックアップのトラブルシューティング指示# 1184)
- アーキテクチャドキュメント#1432 で Kubernetes レイヤーを詳細にカバーしています

修正

- ブートストラップの PGDATA 権限が適切に 750 に設定されていることを確認します#1164
- クラスターをスケールダウンするときに WAL を含む PVC が削除されるように保証#1135
- シークレットとサービスが見つからない場合にのみ作成するようにします#1145
- 復元時に設定済みの pg-wal を尊重する #1216
- nodeToClusters マップからレプリカをフィルタリングする #1194

技術的な強化

- テストの概要に `ciclops` を使用する #1064 ciclops GitHub アクションに依存して、E2E スイートの概要を提供し、そのプロジェクトから改善を継承します
- バックポートプル要求ワークフローを追加します #965 - 注釈が付けられている場合、リリースブランチにパッチを自動的にバックポートします
- e2e テストスイートでオペレーターログレベルを構成可能にする #1094
- ラベルに基づいてテストの実行を有効にする #951
- Go バージョンを 1.18 から 1.19 に更新します#1166

バージョン 1.17.2

発売日 2022 年 11 月 10 日

セキュリティ

- `SeccomProfile` をポッドとコンテナに追加します #888

機能強化

- `cnpg` プラグインの `status` コマンド
- フェンスされたクラスターの表示を明確にします #886
- レプリカクラスターの表示を改善します #871
- ドキュメント
- モニタリングページを改善し、プロメテウスとグラファナを使用してローカルシステムで CloudNativePG の可観測性機能を評価する方法に関する手順を提供します#968
- カスタムコントローラのデザイン理由に関するページを追加します #918
- PostgreSQL 15.0 を新しいデフォルトバージョンとして設定します #821

修正

- plpgsql ファンクションを使用したデータベースのインポート #974
- ポイントインタイムリカバリーを実行するときに最も近いバックアップを適切に見つけます#949
- ScheduledBackup 形式が Kubernetes CronJob 形式に従っていないことを明確にします #883
- 古い可能性がある Kubernetes ポッドの準備状況ではなく、インスタンスマネージャーからの Postgres 情報に基づいてフェイルオーバーロジックをベースにします#890
- 新しく作成されるクラスターごとにアーカイブする WAL があることを確認します。これがないため、バックアップが機能しない可能性があります#897
- ドキュメントの barmanObjectStore の YAML キー名を修正しました #877
- krew リリースを修正#866

バージョン 1.17.1

発売日 2022 年 10 月 6 日

機能強化

- コントローラマネージャーに leaseDuration および renewDeadline パラメーターを導入して、オペレーター展開でのリーダー選択の構成を強化します#759
- 初めて WAL ファイルをアーカイブする前に、バックアップオブジェクトストアが空であることを確認するメカニズムを改善します。正常にアーカイブされました

セキュリティ

- nonroot:nonroot ユーザーを使用して、distroless/static:nonroot コンテナイメージにコピーされるインスタンスマネージャーバイナリの権限を明示的に設定します#754

修正

- プライマリに昇格した後、スタンバイでアクティブな接続をドロップします#737
- ネイティブ Prometheus エクスポーターでの MAPPEDMETRIC および DURATION メトリックタイプの変換を尊重します #765
- PostgreSQL 形式を使用してマイクロ秒の精度で指定されたタイムスタンプが正しく解析されることを確認します#741

バージョン 1.17.0

リリース日 2022 年 9 月 6 日マイナーリリース

特徴

- **WAL ファイルの別のボリューム**書き込み先行ログ WAL とデータベースデータファイルを別のディスクに分離することのサポート。データディレクトリの I/O 負荷を軽減することにより、大量の書き込みシステムのパフォーマンスの向上につながる可能性があります。このオプションは、メインで必須の storage セクション#513 で定義された PGDATA とは別の、専用ボリュームで WAL ファイル pg_wal を分離するオプションの walStorage セクションの導入で制御されます。現在の制限 walStorage

は、クラスターの作成時にのみ設定でき、クラスターが稼働しているときに追加または削除することはできません。

機能強化

- PgBouncer 接続プーラー実装での下位ネットワーク TCP 設定の構成を有効にする#584
- `cnpg.io/instanceName` および `cnpg.io/podRole` ラベルが常にポッドと PVC に存在することを確認します#632 および#680
- インスタンスの `role` ラベルを基になる PVC に伝播する #634
- インスタンスと関連するすべての PVC の削除に役立つ `kubectl cnpg destroy` コマンドの導入 #643

修正

- 新しいクラスターのプライマリをブートストラップするときに `shared_preload_libraries` を使用する #642
- 別のプロセスが進行中であるかどうかをアトミックにチェックすることにより、オペレーターの複数のインプレースアップグレードプロセスが同時に実行されないようにします#655
- 新しくアップロードされたインスタンスマネージャーを保存するためのハードコードされたファイル名の使用を避け、オペレーターのオンラインアップグレード中に発生する可能性のある競合状態を防止します。#660
- `GetAllAccessibleDatabases` 呼び出し時にパニックが発生しないようにします#641

58.3.4 Release notes for CloudNativePG 1.18

CloudNativePG の 1.18 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.18.5

発売日 2023 年 6 月 12 日

> **警告**
>
> これは、1.18.X シリーズの最後のリリースになる予定です。ユーザーは、すぐに新しいマイナーバージョンに更新することをお勧めします。

機能強化

- `snapshot` コマンドを `cnpg` プラグインに追加して、Kubernetes `VolumeSnapshot` 標準リソースを使用してスタンバイからクラスターの一貫したコールドバックアップを作成します#1960
- `.spec.bootstrap.recovery.volumeSnapshot` スタンザを介した CSI VolumeSnapshot リソースのセットからのリカバリの最初の実装#1960

- `pg_failover_slots` をマネージド拡張機能に追加します #2057
- ドキュメントとクイックスタートガイドの指示を更新した Grafana ダッシュボードを改善しました #1916
- `import` スタンザに `schemaOnly` オプションを導入して、1 つ以上の既存のデータベースから新しい Postgres クラスターをブートストラップするときにデータのエクスポートおよびインポートを回避します#2234
- インスタンスポッドのスケジュールを管理するための TopologySpreadConstraints のサポートを追加します#2202
- PgBouncer の `Pooler` に `PodMonitor` サポートを追加します#2034
- デフォルトの Kubernetes スケジューラーをオーバーライドするオプションを追加します#2013
- `Pooler` リソースのデプロイメント戦略の構成を許可します #1983
- デフォルトの PostgreSQL バージョンを 15.3 に更新します#2022
- デフォルトで PgBouncer 1.19 を使用する#2018

技術的な強化

- 更新された k8s 種類のテスト済みバージョン#2054
- 別のトランザクションを使用して、ロールの資格情報を調整します。このパッチの前は、オペレーターは、いずれかが失敗した場合、すべてのロールの同期を元に戻していました#2004
- クラスターの復元中にフェンシングが削除されることを確認します #1987
- ポッド削除時のロギングを改善します #2136

修正

- K3 でのセットアップを妨げる可能性がある k3s エンジンのバインドされていない変数を修正しました#2157
- メトリックで正しい PG バージョンをレポートする #2126
- ドキュメントで正しい walStorage キーを使用する #2140
- オペレーターがインスタンスに接続できない場合に調整を停止し、このような場合に明確な診断を提供します。これは、ネットワークの問題が CloudNativePG の通常のオペレーションを妨げるケースを明確にするのに役立ちます#2145、#2233、および#2242

バージョン 1.18.4

発売日 2023 年 4 月 27 日

> **注釈**
>
> PostgreSQL 10 が 2022 年 11 月にサポート終了 EOL に達したため、CloudNativePG は PostgreSQL 10 のサポートを終了します。バージョン 11 以降がサポートされています。できるだけ早く PostgreSQL 15 への移行を計画してください。 Importing Postgres databases を参照してください

PostgreSQL のメジャーオフラインアップグレードの詳細については、

機能強化

- kubectl の cnpg プラグインの report コマンドの--logs オプションを改善して、可能な場合は以前のログも含めます #1811
- -any サービスがデフォルトで無効になりました #1755

セキュリティ

- ローカルファイルを介したオーバーライドを介して SeccompProfile のカスタマイズを有効にします #1827

修正

- サーバーが初めて起動される前に、initdb ブートストラップフェーズ中にユーザーが提供した PostgreSQL 構成を適用します#1858

バージョン 1.18.3

発売日 2023 年 3 月 20 日

機能強化

- debug クラスターのログレベルを initdb ジョブに拡張します#1503
- PgBouncer プーラーの IPv6 とカスタム pg_hba をサポート#1395
- 2 つの新しいメトリックとステータスの追加情報でバックアップの可観測性を強化します#1428
- インスタンスマネージャーからのドキュメント API 呼び出し #1641
- Helm を介して展開名を明確にする #1505
- psql コマンドを kubectl #1668 の cnpg プラグインに追加して、ユーザーはポッドデフォルトでプライマリとの psql セッションを開始できます。

技術的な強化

- 依存関係の追跡/更新に Renovate を採用する #1367、#1473
- オペレーターイメージにサポートされているすべてのアーキテクチャのバイナリを注入します#1513
- バックアップ名を使用してバックアップオブジェクトストアのリソースと一致する#1650 Barman 3.3 で導入された--name オプションを活用して、バックアップとオブジェクトストアの関連付けをより堅牢にします。

修正

- プローブのエラー処理でパニックを防止 #1716
- HTTP パッケージとコントローラのランタイムログが JSON 形式であることを確認します#1442
- 単一インスタンスのクラスターに WAL ストレージを追加します クラスター#1570
- バックアップコードをより堅牢にするためのさまざまな改善#1536、#1564、#1588、#1466、#1647
- cnpg プラグインの status コマンドで WAL アーカイブ情報を適切に表示する #1666

- AdditionalPodAffinity および AdditionalPodAntiAffinity が設定されていない場合でも、nodeAffinity が適用されるように保証#1663

バージョン 1.18.2

発売日 2023 年 2 月 14 日

機能強化

- Kubernetes の予測ボリュームのサポートを紹介します #1269
- PostgreSQL サーバープロセスをより詳細に制御するためのサポートカスタム環境変数を導入します #1275
- kubectl の cnpg プラグインに backup コマンドを導入して、クラスターの新しいベースバックアップを発行します#1348
- ユーザーが WAL ファイルを既存の Postgres クラスター上の専用ボリュームに移動できるようにすることにより、個別の WAL ボリューム機能のサポートを向上させます#1066
- min_wal_size 、max_wal_size 、keep_wal_size 、wal_keep_segments に相当する値、および専用ボリュームに保存できる WAL の最大数を含む Prometheus エクスポータの追加メトリックで WAL の可観測性を強化#1382
- streaming_replica ユーザーにデータベースコメントを追加します #1349
- GKE の Webhook でのファイアウォールの問題を文書化する #1364
- recovery の postgresql.conf に関するノートを追加#1211
- パッケージを使用してプラグインのインストールに関する手順を追加します#1357
- 各マイナーリリースでサポートされている Postgres バージョンを指定する#1355
- CloudNativePG の PVC グループの意味を明確にします#1344
- DigitalOcean S3 互換スペースの例を追加します #1289

技術的な強化

- リリースブランチの毎日のエンドツーエンドスモークテストを追加しました#1235

修正

- streaming_replica ユーザーとしての CHECKPOINT の実行をスキップする #1408
- waitForWalArchiveWorking の接続エラーに対する耐性を高める #1399
- PVC ロールが常に一貫していることを確認します #1380
- pvcTemplate を使用するときに walStorage のサイズ変更を許可します #1315
- ExecCommand がタイムアウトに従っていることを確認します#1242
- Prometheus がインストールされていない場合は PodMonitor リコンサイルを回避する #1238
- 必要がない場合は PodMonitor の検索を回避します #1213

バージョン 1.18.1

発売日 2022 年 12 月 21 日

重要なお知らせ

- CNPG クラスターを識別するラベルとしての `postgresql` の差し迫った非推奨に関するアラート。このラベルを使用したリモートケースでは、代わりに `cnpg.io/cluster` ラベルの使用を開始してください #1130
- Armando Ruocco @armru を、一貫したインパクトのある貢献により新しい CloudNativePG メンテナーとして表彰#1167
- ARMv7 サポートの削除 #1092
- 1.16 の最終パッチリリース 1.16.5。リリース 1.16 はサポート終了となります。

機能強化

- サービスアカウントのラベルと注釈をカスタマイズする例、IRSA を介した GKE または EKS の ID 管理を介した認証を簡単にするために使用できるサービスアカウントテンプレートを追加します#1105
- `nodeAffinity` サポートを追加します#1182-より豊富なスケジュールオプションが可能になります
- Istio との互換性の向上 Istio の quit エンドポイントのサポートを追加して、Istio サイドカーを使用したジョブが無期限に実行されないように#967
- JSON ログのフィールドのリマッピングを許可します `level` および `ts` フィールドが既存のロギングを妨げる可能性があるユースケースに役立ちます#843
- `fio` コマンドを kubectl-cnpg プラグインに追加します #1097
- kubectl-cnpg プラグインの rpm/deb パッケージを追加します#1008
- 新しいクラスター定義のデフォルトの PostgreSQL バージョンを 15.1 に更新します#908
- Documentation
- CNPG サンドボックスへの参照を削除します#1120-クイックスタートドキュメントでのモニタリングに関する指示を優先して、CNPG サンドボックスは非推奨になりました
- “Release upgrade”ディスカッションへのリンク#1148-リリース更新ディスカッションがデフォルトになりますリリースの発表とディスカッションのためのチャンネル
- GOVERNANCE.md のメンテナーの名誉ステータスを文書#1033 - メンテナーがコントリビューションを続行する準備ができていない場合に続行する方法を説明します
- プルリクエストの作成手順の改善#1132
- 緊急バックアップのトラブルシューティング指示# 1184)
- アーキテクチャドキュメント#1432 で Kubernetes レイヤーを詳細にカバーしています

修正

- ブートストラップの PGDATA 権限が適切に 750 に設定されていることを確認します#1164
- クラスターをスケールダウンするときに WAL を含む PVC が削除されるように保証#1135

- `--dry-run` を使用する場合、pgbench マニフェストで欠落している ApiVersion と Kind を修正します #1088
- シークレットとサービスが見つからない場合にのみ作成するようにします#1145
- 復元時に設定済みの pg-wal を尊重する #1216
- nodeToClusters マップからレプリカをフィルタリングする #1194

技術的な強化

- テストの概要に `ciclops` を使用する #1064 ciclops GitHub アクションに依存して、E2E スイートの概要を提供し、そのプロジェクトから改善を継承します
- バックポートプル要求ワークフローを追加します #965 - 注釈が付けられている場合、リリースブランチにパッチを自動的にバックポートします
- e2e テストスイートでオペレーターログレベルを構成可能にする #1094
- ラベルに基づいてテストの実行を有効にする #951
- Go バージョンを 1.18 から 1.19 に更新します#1166

バージョン 1.18.0

発売日 2022 年 11 月 10 日

特徴

- **高可用性のためのクラスター管理物理レプリケーションスロット**プライマリとスタンバイの両方で、高可用性クラスター内の各ホットスタンバイレプリカの物理レプリケーションスロットを自動的に管理します#740
- **Postgres クラスターハイバーネーション** 新しいサブコマンド `kubectl cnpg hibernate on/off/status <cluster-name>` を使用して、プラグインを介してクラスターハイバーネーションを導入します。ハイバネーションは、PostgreSQL プライマリインスタンスに属する PVC を除き、クラスターによって生成されたすべてのリソースを破壊します#782

セキュリティ

- `SeccomProfile` をポッドとコンテナに追加します #888

機能強化

- `pvcTemplate` でサイズ要求がある場合、クラスター仕様でストレージサイズを省略できるようにしました#914
- `cnpg` プラグインの `status` コマンド
- レプリケーションスロット情報を追加します #873
- フェンスされたクラスターの表示を明確にします #886
- レプリカクラスターの表示を改善します #871
- ドキュメント

- モニタリングページを改善し、プロメテウスとグラファナを使用してローカルシステムで CloudNativePG の可観測性機能を評価する方法に関する手順を提供します#968
- カスタムコントローラのデザイン理由に関するページを追加します #918
- 最後までの更新- to エンドテストスイートページ #945
- cnpg プラグインの新しいサブコマンド
- pgbench は、クラスターに対して pgbench を実行するジョブ定義を生成します#958
- install は、オペレーターのインストールマニフェストを生成します#944
- PostgreSQL 15.0 を新しいデフォルトバージョンとして設定します #821

修正

- plpgsql ファンクションを使用したデータベースのインポート #974
- ポイントインタイムリカバリーを実行するときに最も近いバックアップを適切に見つけます#949
- ScheduledBackup 形式が Kubernetes CronJob 形式に従っていないことを明確にします #883
- 古い可能性がある Kubernetes ポッドの準備状況ではなく、インスタンスマネージャーからの Postgres 情報に基づいてフェイルオーバーロジックをベースにします#890
- 新しく作成されるクラスターごとにアーカイブする WAL があることを確認します。これがないため、バックアップが機能しない可能性があります#897
- ドキュメントの barmanObjectStore の YAML キー名を修正しました #877
- krew リリースを修正#866

58.3.5 Release notes for CloudNativePG 1.19

CloudNativePG の 1.19 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.19.6

発売日 2023 年 11 月 3 日

> **警告**
>
> これは、1.19.X シリーズの最後のリリースになる予定です。ユーザーは、すぐに新しいマイナーバージョンに更新することをお勧めします。

機能強化

- アクティブなストリーミングベースバックアップの進行状況情報を使用して、kubectl の cnpg プラグインの status コマンドを強化します#3101

- pgBouncer `Pooler` リソースを使用した `max_prepared_statements` の構成を許可します #3174

修正

- スイッチオーバー中に WAL アーカイブを一時停止し、完了時に再開します#3227
- PostgreSQL クラスターを管理するときにインスタンスマネージャーが常に `synchronous_commit = local` を使用するように保証#3143
- `.spec.certificates.replicationTLSSecret` を介したストリーミングレプリケーションユーザーのカスタム証明書が機能するようになりました#3209
- `cnpg.io/cluster` ラベルを `Pooler` ポッドに設定します #3153

変更点

- Postgres レプリケーション設定を制御するために PGDATA 内の `postgresql.auto.conf` ファイルの使用を停止し、`override.conf` (#2812) という名前のファイルに置き換えます。

技術的な強化

- インスタンスマネージャーで PostgreSQL の拡張クエリプロトコルを使用する#3152

バージョン 1.19.5

発売日 2023 年 10 月 11 日

> **警告**
>
> バージョン 1.19 は、2023 年 11 月 9 日にサポート終了 EOL に達します。まだ行っていない場合は、できるだけ早くアップグレードの計画を開始してください。

重要な変更

- `stopDelay` のデフォルト値を 30 秒ではなく 1800 秒に変更します #2848
- Postgres のスマートシャットダウンが完了するために予約された時間枠を制御するための `smartShutdownTimeout` と呼ばれる新しいパラメーターを導入します。Postgres を停止するまでの全体的なタイムアウトを計算する一般的な式は `max(stopDelay - smartShutdownTimeout, 30)` #2848
- `startDelay` のデフォルト値を 30 秒ではなく 3600 に変更します #2847
- livenessProbe の初期遅延をより適切な Kubernetes 起動プローブに置き換えて、Postgres サーバーの起動に対処する#2847
- `switchoverDelay` のデフォルト値を 40000000 秒ではなく 3600 秒に変更します #2846
- `postgresql` label のサポートを停止します - 1.18 の `cnpg.io/cluster` に置き換えられました#2744

セキュリティ

- デフォルトの `seccompProfile` をオペレーター展開に追加します #2926

機能強化

- cnpg.io/coredumpFilter アノテーションを導入して、PostgreSQL クラッシュが発生した場合に生成されるコアダンプの内容を制御します。デフォルトでは、ダンプから共有メモリセグメントを除外するように設定されています#2733
- 共有メモリと一時データのエフェメラルボリュームのエフェメラルストレージ制限を構成できます #2830
- Webhook を介したリソース制限と要求を検証する #2663
- PostgreSQL の shared_buffers がポッドの割り当てられたメモリリソースとコヒーレントであることを確認します#2840
- 資格情報シークレットに uri および jdbc-uri フィールドを追加して、開発者がアプリケーションをデータベースに接続するときに容易にします#2186
- レプリカの準備が整うのを待機するクラスターの状態をより詳細に制御するための新しいフェーズ Waiting for the instances to become active を追加します #2612
- podSpec アノテーションを介したポッドのロールアウト条件の検出を向上させます#2243
- プライマリタイムスタンプとアップタイムを kubectl プラグインの status コマンドに追加します #2953

修正

- プライマリロールで準備ができている PVC を優先することにより、プライマリインスタンスが常に最初に再作成されるようにします#2544
- リカバリー中に cnpg.io/skipEmptyWalArchiveCheck アノテーションを尊重して、空の WAL アーカイブのチェックをバイパスします#2731
- PostgreSQL サーバーはダウンしているが、ポッドがプライマリでアップしているときに、クラスターがスタックするのを防ぐ#2966
- レプリケーションスロットが有効になっているときに、レプリカクラスターの指定されたプライマリを通常の HA レプリカとして扱わないようにします#2960
- セレクターが変更されるたび、またはラベル/注釈を変更する必要がある場合にサービスを調整します#2918
- リカバリブートストラップ中に所有者とデータベースの両方をデフォルト app に設定する #2957
- キャッシュされたクラスターでの書き込み-読み取りの同時実行を回避する#2884
- 空の項目を削除し、一意に作成し、生成されたロールの ResourceName セクションでソート #2875
- エラーが発生した場合に、ContinuousArchiving 条件が適切に’failed’に設定されていることを確認します #2625
- バックアップが完了または失敗した場合にのみ停止することにより、中断に対する Backup リソース調整サイクルの復元力を高めます #2591
- PodMonitor labels および annotations を調整する #2583
- Role オブジェクトの RBAC resourceNames の欠落によるバックアップ失敗を修正しました #2956
- 可観測性

- TCP ポートラベルをデフォルトの pg_stat_replication メトリックに追加します #2961
- プロメテウスの pg_wal_stat デフォルトメトリックを修正します #2569
- プロメテウスの pg_replication のデフォルトメトリックを改善します#2744 および#2750
- 代わりに edb_traned_13 edb_13 を使用します提供された Grafana ダッシュボード
- メトリック収集で standard_conforming_strings を適用する #2888

変更点

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.0 に設定します
- フェンシングは、スマートシャットダウンの代わりに PostgreSQL の高速シャットダウンを使用してインスタンスを停止するようになりました#3051
- Webhook の名前を kb.io から cnpg.io グループに変更します #2851
- cnpg hibernate プラグインコマンドで PVC の ClusterManifestAnnotationName および PgControldataAnnotationName アノテーションを使用させましょう #2657
- cnpg.io/instanceRole ラベルを追加しますが、既存の role ラベルを非推奨にします #2915

技術的な強化

- API リファレンスドキュメントを自動的にビルドするように k8s-api-docgen を gen-crd-api-reference-docs に置き換えます #2606

バージョン 1.19.4

発売日 2023 年 7 月 27 日

機能強化

- kubectl プラグインの新しい logs コマンド、クラスター内のすべてのポッドのログを取得または追跡する #2375
- ポッドで priorityClassName を指定するサポートを追加し、Kubernetes のスケジュール決定を支援します#2043
- CloudNativePG クラスターによるノードの使用状況をモニタするためのメトリックとステータスフィールドを追加します#2257
- ドキュメントのさまざまな機能強化
- hugepages に関連するトラブルシューティング手順を追加します#1390
- FAQ ページを拡張します#2344

技術的な強化

- 復元プロセスの先頭にチェックを追加して、続行できることを確認します。できない場合は、改善されたエラー診断を提供します#2419

修正

- リカバリターゲット設定のロジックが Postgres のロジックと一致することを確認します#2460

- サービスアカウントの作成中にのみ ownerMetadata を設定することにより、クラスターが所有していないサービスアカウントの引き継ぎを防止します#2462
- initdb およびリストアのための PGDATA ディレクトリの正しいアクセス許可を確認します#2384
- 構成のリロード中にインスタンスマネージャーのクラッシュの可能性を防止#2393
- 失敗したバックアップの後に新しいバックアップが成功した場合に、LastFailedArchiveTime アラートがトリガーされないようにしました #1751
- サービスが非インスタンスポッドをターゲットとしないようにする #2336

セキュリティ

- すべてのプロジェクトの依存関係を最新バージョンに更新しました

バージョン 1.19.3

発売日 2023 年 6 月 12 日

機能強化

- `snapshot` コマンドを `cnpg` プラグインに追加して、Kubernetes `VolumeSnapshot` 標準リソースを使用してスタンバイからクラスターの一貫したコールドバックアップを作成します#1960
- `.spec.bootstrap.recovery.volumeSnapshot` スタンザを介した CSI VolumeSnapshot リソースのセットからのリカバリの最初の実装#1960
- `pg_failover_slots` をマネージド拡張機能に追加します #2057
- ドキュメントとクイックスタートガイドの指示を更新した Grafana ダッシュボードを改善しました #1916
- `import` スタンザに `schemaOnly` オプションを導入して、1 つ以上の既存のデータベースから新しい Postgres クラスターをブートストラップするときにデータのエクスポートおよびインポートを回避します#2234
- インスタンスポッドのスケジュールを管理するための TopologySpreadConstraints のサポートを追加します#2202
- PgBouncer の `Pooler` に `PodMonitor` サポートを追加します#2034
- デフォルトの Kubernetes スケジューラーをオーバーライドするオプションを追加します#2013
- `Pooler` リソースのデプロイメント戦略の構成を許可します #1983
- デフォルトの PostgreSQL バージョンを 15.3 に更新します#2022
- デフォルトで PgBouncer 1.19 を使用する#2018

技術的な強化

- 更新された k8s 種類のテスト済みバージョン#2054
- 別のトランザクションを使用して、ロールの資格情報を調整します。このパッチの前は、オペレーターは、いずれかが失敗した場合、すべてのロールの同期を元に戻していました#2004
- クラスターの復元中にフェンシングが削除されることを確認します #1987

- ポッド削除時のロギングを改善します #2136

修正

- k3d でのセットアップを妨げる可能性がある k3d エンジンでのバインドされていない変数を修正しました#2157
- メトリックで正しい PG バージョンをレポートする #2126
- ドキュメントで正しい walStorage キーを使用する #2140
- オペレーターがインスタンスに接続できない場合に調整を停止し、このような場合に明確な診断を提供します。これは、ネットワークの問題が CloudNativePG の通常のオペレーションを妨げるケースを明確にするのに役立ちます#2145、#2233、および#2242

バージョン 1.19.2

発売日 2023 年 4 月 27 日

機能強化

- `kubectl` の `cnpg` プラグインの `report` コマンドの`--logs` オプションを改善して、可能な場合は以前のログも含めます #1811
- `-any` サービスがデフォルトで無効になりました #1755

セキュリティ

- ローカルファイルを介したオーバーライドを介して `SeccompProfile` のカスタマイズを有効にします #1827

修正

- サーバーが初めて起動される前に、`initdb` ブートストラップフェーズ中にユーザーが提供した PostgreSQL 構成を適用します#1858

バージョン 1.19.1

発売日 2023 年 3 月 20 日

機能強化

- デフォルトのバックアップターゲットポリシー#1602 のオーバーライドを許可します。以前は、すべてのバックアップとスケジュールされたバックアップがクラスターレベルのターゲットポリシーを使用していました
- `debug` クラスターのログレベルを `initdb` ジョブに拡張します#1503
- PgBouncer プーラーの IPv6 とカスタム `pg_hba` をサポート#1395
- 2 つの新しいメトリックとステータスの追加情報でバックアップの可観測性を強化します#1428
- インスタンスマネージャーからのドキュメント API 呼び出し #1641
- Helm を介して展開名を明確にする #1505

- psql コマンドを kubectl #1668 の cnpg プラグインに追加して、ユーザーはポッドデフォルトでプライマリとの psql セッションを開始できます。

技術的な強化

- 依存関係の追跡/更新に Renovate を採用する #1367、#1473
- オペレーターイメージにサポートされているすべてのアーキテクチャのバイナリを注入します#1513
- バックアップ名を使用してバックアップオブジェクトストアのリソースと一致する#1650 Barman 3.3 で導入された--name オプションを活用して、バックアップとオブジェクトストアの関連付けをより堅牢にします。

修正

- プローブのエラー処理でパニックを防止 #1716
- HTTP パッケージとコントローラのランタイムログが JSON 形式であることを確認します#1442
- 単一インスタンスのクラスターに WAL ストレージを追加します クラスター#1570
- バックアップコードをより堅牢にするためのさまざまな改善#1536、#1564、#1588、#1466、#1647
- cnpg プラグインの status コマンドで WAL アーカイブ情報を適切に表示する #1666
- AdditionalPodAffinity および AdditionalPodAntiAffinity が設定されていない場合でも、nodeAffinity が適用されるように保証#1663
- オンラインアップグレードフェーズ中にフェールオーバー遅延を導入する#1728 以前は、オンラインアップグレードプロセスが不必要にフェールオーバーロジックをトリガーする場合がありました。

バージョン 1.19.0

発売日 2023 年 2 月 14 日

重要なお知らせ

- PostgreSQL バージョン 10 は、EOL に達したため、サポートされません。バージョン 11 以降がサポートされています。できるだけ早く PostgreSQL 15 への移行を計画してください。 Importing Postgres databases を参照してください

PostgreSQL のメジャーオフラインアップグレードの詳細については、

特徴

- スタンバイからのバックアップ prefer-standby に設定すると実行されることを受け入れる.spec.backup.target オプションを導入し、最も調整されたレプリカから物理ベースのバックアップを取得します#1162
- 遅延フェイルオーバープライマリの異常が検出されると、フェイルオーバープロセスを遅延するための failoverDelay パラメーターを導入します #1366

機能強化

- Kubernetes の予測ボリュームのサポートを紹介します #1269

- PostgreSQL サーバープロセスをより詳細に制御するためのサポートカスタム環境変数を導入します #1275
- kubectl の cnpg プラグインに backup コマンドを導入して、クラスターの新しいベースバックアップを発行します#1348
- ユーザーが WAL ファイルを既存の Postgres クラスター上の専用ボリュームに移動できるようにすることにより、個別の WAL ボリューム機能のサポートを向上させます#1066
- min_wal_size 、max_wal_size 、keep_wal_size 、wal_keep_segments に相当する値、および専用ボリュームに保存できる WAL の最大数を含む Prometheus エクスポータの追加メトリックで WAL の可観測性を強化#1382
- streaming_replica ユーザーにデータベースコメントを追加します #1349
- GKE の Webhook でのファイアウォールの問題を文書化する #1364
- recovery の postgresql.conf に関するノートを追加#1211
- パッケージを使用してプラグインのインストールに関する手順を追加します#1357
- 各マイナーリリースでサポートされている Postgres バージョンを指定する#1355
- CloudNativePG の PVC グループの意味を明確にします#1344
- DigitalOcean S3 互換スペースの例を追加します #1289
- 新しいクラスター定義のデフォルトの PostgreSQL バージョンを 15.2 に更新します#1430
- アーキテクチャドキュメント#1432 で Kubernetes レイヤーを詳細にカバーしています

技術的な強化

- リリースブランチの毎日のエンドツーエンドスモークテストを追加しました#1235

修正

- streaming_replica ユーザーとしての CHECKPOINT の実行をスキップする #1408
- waitForWalArchiveWorking の接続エラーに対する耐性を高める #1399
- PVC ロールが常に一貫していることを確認します #1380
- pvcTemplate を使用するときに walStorage のサイズ変更を許可します #1315
- ExecCommand がタイムアウトに従っていることを確認します#1242
- Prometheus がインストールされていない場合は PodMonitor リコンサイルを回避する #1238
- 必要がない場合は PodMonitor の検索を回避します #1213

58.3.6 Release notes for CloudNativePG 1.20

CloudNativePG の 1.20 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.20.6

発売日 2024 年 2 月 2 日

> **警告**
>
> これは、1.20.X シリーズの最後のリリースになる予定です。ユーザーは、すぐに新しいマイナーバージョンに更新することをお勧めします。

機能強化

- `ephemeralVolumeSource` オプションからクレームテンプレートを使用して、Postgres クラスターの一時ボリュームストレージを調整する#3678
- `kubectl` の `cnpg` プラグインに `pgadmin4` コマンドを導入し、特定のデータベースクラスターへの接続をデモンストレーションし、種類などのローカル環境でそのコンテンツをナビゲートする簡単な方法を提供します- 評価目的のみ #3701
- ユーザー名マップのリストを介して、`.spec.postgresql.pg_ident` スタンザを介して PostgreSQL の ident マップファイルのカスタマイズを許可します#3534

修正

- `ALTER SYSTEM` SQL コマンドが無効になっているクラスターで `postgresql.auto.conf` が読み取り専用であるため、 `pg_rewind` が失敗するという回復不能な問題を防ぐ - デフォルト #3728
- インポートプロセス中に PostgreSQL インスタンスの耐久性設定を無効にすることにより、`initdb` ブートストラップ方法のインポート機能を使用する際のディスク領域不足のリスクを削減します。#3743
- 誤ったリソース量の比較によるポッドの再起動を回避します。 “1 != 1000m”#3706
- `pgpass` 接続フィールドの予約文字を適切にエスケープする #3713
- `.spec.projectedVolumeTemplate.sources` でゼロと nil の異なる値を考慮することにより、ポッドの体系的なロールアウトを防止#3647

バージョン 1.20.5

発売日 2023 年 12 月 21 日

セキュリティ

- デフォルトでは、TLSv1.3 はすべての PostgreSQL 12 以降のインストールに適用されます。さらに、ユーザーは `ssl_ciphers` 、`ssl_min_protocol_version` 、および `ssl_max_protocol_version` GUC#3408 を構成できます。
- セキュリティ対策を強化するための Docker イメージスキャンの Dockle および Snyk の統合#3300

機能強化

- 外部クラスターのリコンシリエーションの向上#3533
- `ALTER SYSTEM` コマンドを有効/無効にする機能の導入 #3535

- Cluster および Pooler リソースの.spec.monitoring スタンザの podMonitorMetricRelabelings および podMonitorRelabelings オプションを介した Prometheus の動的なリラベル付けのサポート #3075
- PostgreSQL へのネットワーク接続を確立する際の PGPASSFILE 環境変数の使用を削除 #3522
- クラスターの PVC を収集することにより cnpg report プラグインコマンドを改善しました #3357
- cnpg status プラグインコマンドの強化、アラートを含む管理対象ロールに関する情報を提供します#3310
- 接続プーラー
- Pooler リソースのインスタンスを 0 にスケールダウンすることが可能になりました#3517.
- 値が’pooler’である cnpg.io/podRole ラベルをすべてのプーラー展開に追加し、インスタンスポッドと区別します#3396

修正

- PodDisruptionBudget リソース#3312 および#3434 のメタデータ、アノテーション、およびラベルの調整。
- 管理対象資格情報シークレットのメタデータの調整 #3316
- 本文の読み取りエラーが全体的なエラーとして処理され、バックアッププロセスが無期限にスタックしたままになるバックアップスナップショットコードのバグの解決#3321。
- immediate-checkpoint または wait-for-archive オプションが要求された場合の cnpg backup プラグインコマンドを使用したオンラインバックアップの暗黙的な設定#3449
- pg_basebackup を介して参加する場合の wal_sender_timeout の無効化 #3586
- 外部クラスターが使用するシークレットのリロード #3565
- 接続プーラー
- コントローラーが Pooler リソースが所有するすべてのシークレットを監視するように保証#3428.
- Pooler リソースの RoleBinding の調整#3391.
- Pooler リソースの imagePullSecret の調整#3389 Reconciliation of16_service Pooler の、必要なラベルの追加#3349.
- ポッドだけでなく展開への Pooler ラベルの拡張#3350。

変更点

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.1#3270 に設定します。

バージョン 1.20.4

発売日 2023 年 11 月 3 日

機能強化

- アクティブなストリーミングベースバックアップの進行状況情報を使用して、kubectl の cnpg プラグインの status コマンドを強化します#3101

- pgBouncer Pooler リソースを使用した max_prepared_statements の構成を許可します #3174

修正

- スイッチオーバー中に WAL アーカイブを一時停止し、完了時に再開します#3227
- PostgreSQL クラスターを管理するときにインスタンスマネージャーが常に synchronous_commit = local を使用するように保証#3143
- .spec.certificates.replicationTLSSecret を介したストリーミングレプリケーションユーザーのカスタム証明書が機能するようになりました#3209
- cnpg.io/cluster ラベルを Pooler ポッドに設定します #3153

変更点

- Postgres レプリケーション設定を制御するために PGDATA 内の postgresql.auto.conf ファイルの使用を停止し、override.conf という名前のファイルに置き換えます #2812

技術的な強化

- インスタンスマネージャーで PostgreSQL の拡張クエリプロトコルを使用する#3152

バージョン 1.20.3

発売日 2023 年 10 月 11 日

重要な変更

- stopDelay のデフォルト値を 30 秒ではなく 1800 秒に変更します #2848
- Postgres のスマートシャットダウンが完了するために予約された時間枠を制御するための smartShutdownTimeout と呼ばれる新しいパラメーターを導入します。Postgres を停止するまでの全体的なタイムアウトを計算する一般的な式は max(stopDelay - smartShutdownTimeout, 30) #2848
- startDelay のデフォルト値を 30 秒ではなく 3600 に変更します #2847
- livenessProbe の初期遅延をより適切な Kubernetes 起動プローブに置き換えて、Postgres サーバーの起動に対処する#2847
- switchoverDelay のデフォルト値を 40000000 秒ではなく 3600 秒に変更します #2846
- postgresql label のサポートを停止します - 1.18 の cnpg.io/cluster に置き換えられました#2744

セキュリティ

- デフォルトの seccompProfile をオペレーター展開に追加します #2926

機能強化

- cnpg.io/coredumpFilter アノテーションを導入して、PostgreSQL クラッシュが発生した場合に生成されるコアダンプの内容を制御します。デフォルトでは、ダンプから共有メモリセグメントを除外するように設定されています#2733
- 共有メモリと一時データのエフェメラルボリュームのエフェメラルストレージ制限を構成できます #2830

- Webhook を介したリソース制限と要求を検証する #2663
- PostgreSQL の shared_buffers がポッドの割り当てられたメモリリソースとコヒーレントであることを確認します#2840
- 資格情報シークレットに uri および jdbc-uri フィールドを追加して、開発者がアプリケーションをデータベースに接続するときに容易にします#2186
- レプリカの準備が整うのを待機するクラスターの状態をより詳細に制御するための新しいフェーズ Waiting for the instances to become active を追加します #2612
- podSpec アノテーションを介したポッドのロールアウト条件の検出を向上させます#2243
- プライマリタイムスタンプとアップタイムを kubectl プラグインの status コマンドに追加します #2953

修正

- プライマリロールで準備ができている PVC を優先することにより、プライマリインスタンスが常に最初に再作成されるようにします#2544
- リカバリー中に cnpg.io/skipEmptyWalArchiveCheck アノテーションを尊重して、空の WAL アーカイブのチェックをバイパスします#2731
- PostgreSQL サーバーはダウンしているが、ポッドがプライマリでアップしているときに、クラスターがスタックするのを防ぐ#2966
- レプリケーションスロットが有効になっているときに、レプリカクラスターの指定されたプライマリを通常の HA レプリカとして扱わないようにします#2960
- セレクターが変更されるたび、またはラベル/注釈を変更する必要がある場合にサービスを調整します#2918
- リカバリブートストラップ中に所有者とデータベースの両方をデフォルト app に設定する #2957
- キャッシュされたクラスターでの書き込み-読み取りの同時実行を回避する#2884
- 空の項目を削除し、一意に作成し、生成されたロールの ResourceName セクションでソート #2875
- エラーが発生した場合に、ContinuousArchiving 条件が適切に’failed’に設定されていることを確認します #2625
- バックアップが完了または失敗した場合にのみ停止することにより、中断に対する Backup リソース調整サイクルの復元力を高めます #2591
- PodMonitor labels および annotations を調整する #2583
- Role オブジェクトの RBAC resourceNames の欠落によるバックアップ失敗を修正しました #2956
- 可観測性
- TCP ポートラベルをデフォルトの pg_stat_replication メトリックに追加します #2961
- プロメテウスの pg_wal_stat デフォルトメトリックを修正します #2569
- プロメテウスの pg_replication のデフォルトメトリックを改善します#2744 および#2750
- 代わりに edb_traned_13 edb_13 を使用します提供された Grafana ダッシュボード

- メトリック収集で standard_conforming_strings を適用する #2888

変更点

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.0 に設定します
- フェンシングは、スマートシャットダウンの代わりに PostgreSQL の高速シャットダウンを使用してインスタンスを停止するようになりました#3051
- Webhook の名前を kb.io から cnpg.io グループに変更します #2851
- kubectl プラグインの cnpg snapshot コマンドを cnpg backup -m volumeSnapshot に置き換えます
- cnpg hibernate プラグインコマンドで PVC の ClusterManifestAnnotationName および PgControldataAnnotationName アノテーションを使用させましょう #2657
- cnpg.io/instanceRole ラベルを追加しますが、既存の role ラベルを非推奨にします #2915

技術的な強化

- API リファレンスドキュメントを自動的にビルドするように k8s-api-docgen を gen-crd-api-reference-docs に置き換えます #2606

バージョン 1.20.2

発売日 2023 年 7 月 27 日

機能強化

- kubectl プラグインの新しい logs コマンド、クラスター内のすべてのポッドのログを取得または追跡する #2375
- ポッドで priorityClassName を指定するサポートを追加し、Kubernetes のスケジュール決定を支援します#2043
- CloudNativePG クラスターによるノードの使用状況をモニタするためのメトリックとステータスフィールドを追加します#2257
- ドキュメントのさまざまな機能強化
- hugepages に関連するトラブルシューティング手順を追加します#1390
- FAQ ページを拡張します#2344

技術的な強化

- 復元プロセスの先頭にチェックを追加して、続行できることを確認します。できない場合は、改善されたエラー診断を提供します#2419
- 管理対象ロールでの無期限パスワードの処理を改善します#2334

修正

- リカバリターゲット設定のロジックが Postgres のロジックと一致することを確認します#2460
- サービスアカウントの作成中にのみ ownerMetadata を設定することにより、クラスターが所有していないサービスアカウントの引き継ぎを防止します#2462

- initdb およびリストアのための PGDATA ディレクトリの正しいアクセス許可を確認します#2384
- 構成のリロード中にインスタンスマネージャーのクラッシュの可能性を防止#2393
- 失敗したバックアップの後に新しいバックアップが成功した場合に、LastFailedArchiveTime アラートがトリガーされないようにしました #1751
- サービスが非インスタンスポッドをターゲットとしないようにする #2336

セキュリティ

- すべてのプロジェクトの依存関係を最新バージョンに更新しました

バージョン 1.20.1

発売日 2023 年 6 月 12 日

機能強化

- `snapshot` コマンドを `cnpg` プラグインに追加して、Kubernetes `VolumeSnapshot` 標準リソースを使用してスタンバイからクラスターの一貫したコールドバックアップを作成します#1960
- `.spec.bootstrap.recovery.volumeSnapshot` スタンザを介した CSI VolumeSnapshot リソースのセットからのリカバリの最初の実装#1960
- `pg_failover_slots` をマネージド拡張機能に追加します #2057
- ドキュメントとクイックスタートガイドの指示を更新した Grafana ダッシュボードを改善しました #1916
- `import` スタンザに `schemaOnly` オプションを導入して、1 つ以上の既存のデータベースから新しい Postgres クラスターをブートストラップするときにデータのエクスポートおよびインポートを回避します#2234
- インスタンスポッドのスケジュールを管理するための TopologySpreadConstraints のサポートを追加します#2202
- PgBouncer の `Pooler` に `PodMonitor` サポートを追加します#2034
- デフォルトの Kubernetes スケジューラーをオーバーライドするオプションを追加します#2013
- `Pooler` リソースのデプロイメント戦略の構成を許可します #1983
- デフォルトの PostgreSQL バージョンを 15.3 に更新します#2022
- デフォルトで PgBouncer 1.19 を使用する#2018

技術的な強化

- 更新された k8s 種類のテスト済みバージョン#2054
- 宣言的ロールはパスワードが設定されていない場合を無視し、以前に存在したロールの管理を容易にする必要があります#2029
- 別のトランザクションを使用して、ロールの資格情報を調整します。このパッチの前は、オペレーターは、いずれかが失敗した場合、すべてのロールの同期を元に戻していました#2004
- クラスターの復元中にフェンシングが削除されることを確認します #1987

- ポッド削除時のロギングを改善します #2136

修正

- K3 でのセットアップを妨げる可能性がある k3s エンジンのバインドされていない変数を修正しました#2157
- メトリックで正しい PG バージョンをレポートする #2126
- ドキュメントで正しい walStorage キーを使用する #2140
- オペレーターがインスタンスに接続できない場合に調整を停止し、このような場合に明確な診断を提供します。これは、ネットワークの問題が CloudNativePG の通常のオペレーションを妨げるケースを明確にするのに役立ちます#2145、#2233、および#2242

バージョン 1.20.0

発売日 2023 年 4 月 27 日

> **注釈**
>
> CloudNativePG 1.20 では、以前のバージョンのオペレーターと比較して、新しく作成された `Cluster` リソースのいくつかの機能のデフォルト動作にいくつかの変更を導入しました。これらの変更の目的は、構成よりも規約を通じて、すぐに使える Postgres クラスターの復元力を向上させることです。 1 つ以上のレプリカを持つクラスターの場合

- `target` が明示的に `primary` に設定されていない限り、スタンバイからのバックアップがデフォルトで有効になるようになりました- プライマリの再起動が、教師なしローリング更新手順を完了するデフォルトの方法になりました `primaryUpdateMethod` は、明示的に `switchover` に設定されていない限り、`restart` のデフォルトになります。

詳細については、「インストールとアップグレード」セクションを参照してください。

特徴

- **宣言的ロール管理** `Cluster` 仕様に `managed.roles` スタンザを導入して、`CREATE ROLE` や `ALTER ROLE` などの PostgreSQL の関連 DDL コマンドに抽象化を提供することにより、データベースロールの完全なライフサイクル管理を提供します#1524、#1793 および#1815)
- **PostgreSQL クラスターの宣言的ハイバーネーション** `cnpg.io/hibernation` と呼ばれる新しいアノテーションを導入して、すべてのポッドを削除し、PVC のみを保持することにより PostgreSQL クラスターを宣言的に冬眠させます。この機能は、インバースプロシージャも実装します#1657

機能強化

- `kubectl` の `cnpg` プラグインの `report` コマンドの`--logs` オプションを改善して、可能な場合は以前のログも含めます #1811
- `-any` サービスがデフォルトで無効になりました #1755

セキュリティ

- ローカルファイルを介したオーバーライドを介して `SeccompProfile` のカスタマイズを有効にします #1827

修正

- サーバーが初めて起動される前に、initdb ブートストラップフェーズ中にユーザーが提供した PostgreSQL 構成を適用します#1858

58.3.7 Release notes for CloudNativePG 1.21

CloudNativePG の 1.21 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.21.6

発売日 2024 年 6 月 12 日

> **警告**
>
> これは、1.21.X シリーズの最後のリリースになる予定です。ユーザーは、すぐに新しいマイナーバージョンに更新することをお勧めします。

機能強化

- 物理バックアップを使用したリカバリー中のスタンバイ依存パラメーターの構成を有効にしました#4564
- .spec.livenessProbeTimeout オプションを介した liveness プローブタイムアウトの構成を有効にしました#4719
- kubectl :
- の cnpg プラグイン --color オプションを追加することにより、プラグインでの ANSI カラーのサポートを強化しました。これは、always 、never 、および auto デフォルトを受け入れます。#4775
- macOS ユーザーの Homebrew でプラグインが利用できるようになりました。#4602)

修正

- フェンスされたインスタンスが不要なループに入り、使用可能なすべての CPU を消費するのを防ぎました#4625
- プライマリのインスタンスマネージャーが、停止操作に続いて障害が発生した後、インスタンスが起動するのを無期限に待機する問題を解決しました#4434
- hot_standby_feedback と管理対象クラスターレベルのレプリケーションスロット間の相互作用により、自動バキュームが正しく動作しない問題を修正しました。この問題は、ディスク領域がデッドタプルによって占有されたままになっている原因でした#4811
- ポッドコンテナのステータスが欠落しているときに発生したバックアップコントローラのパニックを修正しました#4765

- インスタンスマネージャーの不要なシャットダウンを防止 #4670
- PostgreSQL 構成が変更されない場合の不必要なリロードを防止#4531
- コンテンツを書き込む一貫した一意の方法を保証することにより、ident マップの不必要なリロードを防止しました#4648
- リソースのステータスを更新する代わりにパッチを適用することにより、フェーズ登録中の競合を回避しました#4637
- PostgreSQL を再起動し、フェンシングをリフティングするときにタイムアウトを実装しました#4504
- アーカイブモードを適切に設定するための昇格後にレプリカクラスターが再起動されるようにした #4399
- ボリュームスナップショットバックアップでランダムな障害を引き起こしていた不要なコンカレントキープアライブルーチンを削除しました#4768
- `pgaudit.log_rows` オプションが有効になっているときに返される追加行フィールドの正しい解析を保証し、監査ログが通常のログストリームに誤ってルーティングされるのを防ぎます#4394
- `kubectl` 用の `cnpg` プラグイン
- `cnpg status` コマンドを使用した PDB のリストに関する問題を解決しました #4530

変更

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.3 に設定した#4584
- 名前空間オブジェクトのすべての RBAC 要件を削除しました #4753

バージョン 1.21.5

発売日 2024 年 4 月 24 日

機能強化

- ユーザーは `wal_log_hints` PostgreSQL パラメーターを構成できるようになりました #4218 #4218
- 自動的に生成されたシークレットの URI の完全修飾ドメイン名 FQDN #4095
- クラスターの復元中にクラスターが所有していないインスタンスポッドのクリーンアップ#4141
- `recovery` ブートストラップで `barman-cloud-wal-restore` を呼び出す際のエラー検出 #4101

修正

- スイッチオーバーの前に、選択されたレプリカがストリーミングレプリケーションにあることを確認しました#4288
- インスタンスの LSN をソートするときにその解析エラーを正しく処理する#4283
- 昇格できる正常なスタンバイがない場合は、プライマリポッドを再作成します#4132
- リストアジョブが失敗した場合の `PGDATA` のクリーンアップ #4151

- 構成の更新時に証明書をリロードします #3705
- kubectl の cnpg プラグイン
- destroy 、fencing 、および promote プラグインコマンドの引数処理を改善します#4280
- cnpg status のバックアップの進行状況のパーセンテージを正しく処理します#4131
- 13b_tran にシーケンスのないデータベース
- #4346)

変更点

- Grafana ダッシュボードは次の場所にあります。https://github.com/cloudnative-pg/grafana-dashboards #4154

バージョン 1.21.4

発売日 2024 年 3 月 14 日

機能強化

- PostgreSQL で wal_level GUC のカスタマイズを許可する #4020
- cnpg.io/skipWalArchiving アノテーションを追加して、enabled に設定されている場合に WAL アーカイブを無効にします #4055
- publication および subscription コマンドグループで kubectl の cnpg プラグインを強化して、PostgreSQL ネイティブ論理レプリケーションを強制的にセットアップする#4052
- オペレーターによって処理される TLS 証明書の自動管理のために CERTIFICATE_DURATION および EXPIRING_CHECK_THRESHOLD のカスタマイズを許可します #3686
- kubectl の cnpg プラグインを使用したタブ補完の初期サポートを導入します #3875
- インプレース更新中に、実行中のオペレーターイメージの対応するカタログから正しいアーキテクチャのバイナリを取得し、オペレーターがサポートされているアーキテクチャを備えたポッドに正しいバイナリを注入できるようにします#3840

修正

- PVC グループラベルをポッド上のラベルと適切に同期します。すべてのポッドが削除され、オペレーターが最初にどのポッドを再作成するかを決定する必要がある場合に重要な側面#3930
- レプリカのクローンを作成するときに wal_sender_timeout を無効にして、接続が遅いことによるタイムアウトエラーを防ぐ #4080
- リカバリブートストラップ手順を開始する前にボリュームスナップショットの準備ができていることを確認し、不完全なバックアップによるリカバリがエラーループに入るエラー状態を防止します #3663
- 管理対象ロールで接続制限の設定を解除するときのエラーループの防止 #3832

- インスタンスポッドは削除されたが、クラスターステータスのハイバーネーション状態条件が false に設定されたままである、ハイバーネーションのコーナーケースを解決します#3970
- Barman Cloud の Google Cloud 機能を正しく検出する #3931

セキュリティ

- OLM のオペレーター権限に `ClusterRole` の代わりに `Role` を使用し、名前空間ごとにインストールするときに必要な特権が少なくなります#3855、#3990
- PgBouncer プーラーの SQL クエリーで完全修飾オブジェクト名を適用する #4080

変更

- Kubernetes の推奨事項に従って、マニフェストのクライアントサイドからサーバーサイドのアプリケーションに切り替えます。オペレーター#3729 のインストール時に、デフォルトで`--server-side` オプションが必要です。
- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.2#3823 に設定します。

バージョン 1.21.3

発売日 2024 年 2 月 2 日

機能強化

- `ephemeralVolumeSource` オプションからクレームテンプレートを使用して、Postgres クラスターの一時ボリュームストレージを調整する#3678
- `kubectl` の `cnpg` プラグインに `pgadmin4` コマンドを導入し、特定のデータベースクラスターへの接続をデモンストレーションし、種類などのローカル環境でそのコンテンツをナビゲートする簡単な方法を提供します- 評価目的のみ #3701
- ユーザー名マップのリストを介して、`.spec.postgresql.pg_ident` スタンザを介して PostgreSQL の ident マップファイルのカスタマイズを許可します#3534

修正

- `ALTER SYSTEM` SQL コマンドが無効になっているクラスターで `postgresql.auto.conf` が読み取り専用であるため、 `pg_rewind` が失敗するという回復不能な問題を防ぐ - デフォルト #3728
- インポートプロセス中に PostgreSQL インスタンスの耐久性設定を無効にすることにより、`initdb` ブートストラップ方法のインポート機能を使用する際のディスク領域不足のリスクを削減します。#3743
- 誤ったリソース量の比較によるポッドの再起動を回避します。 “1 != 1000m”#3706
- `pgpass` 接続フィールドの予約文字を適切にエスケープする #3713
- `.spec.projectedVolumeTemplate.sources` でゼロと nil の異なる値を考慮することにより、ポッドの体系的なロールアウトを防止#3647

- override.conf に組み込まれたオプションを postgresql.auto.conf からプルーニングすることにより、構成の一貫性を確保します #3773

バージョン 1.21.2

発売日 2023 年 12 月 21 日

セキュリティ

- デフォルトでは、TLSv1.3 はすべての PostgreSQL 12 以降のインストールに適用されます。さらに、ユーザーは ssl_ciphers 、ssl_min_protocol_version 、および ssl_max_protocol_version GUC#3408 を構成できます。
- セキュリティ対策を強化するための Docker イメージスキャンの Dockle および Snyk の統合#3300

機能強化

- 外部クラスターのリコンシリエーションの向上#3533
- ALTER SYSTEM コマンドを有効/無効にする機能の導入 #3535
- Cluster および Pooler リソースの.spec.monitoring スタンザの podMonitorMetricRelabelings および podMonitorRelabelings オプションを介した Prometheus の動的なリラベル付けのサポート #3075
- オブジェクトストアバックアップ#2940 とともにボリュームスナップショットを考慮することにより、最初の復旧可能ポイントと最後に成功したバックアップの計算を強化しました。
- PostgreSQL へのネットワーク接続を確立する際の PGPASSFILE 環境変数の使用を削除 #3522
- クラスターの PVC を収集することにより cnpg report プラグインコマンドを改善しました #3357
- cnpg status プラグインコマンドの強化、アラートを含む管理対象ロールに関する情報を提供します#3310
- OLM 展開に適した、オペレーター用の Red Hat UBI 8 コンテナイメージの導入。
- 接続プーラー
- Pooler リソースのインスタンスを 0 にスケールダウンすることが可能になりました#3517.
- 値が’pooler’である cnpg.io/podRole ラベルをすべてのプーラー展開に追加し、インスタンスポッドと区別します#3396

修正

- PodDisruptionBudget リソース#3312 および#3434 のメタデータ、アノテーション、およびラベルの調整。
- 管理対象資格情報シークレットのメタデータの調整 #3316
- 本文の読み取りエラーが全体的なエラーとして処理され、バックアッププロセスが無期限にスタックしたままになるバックアップスナップショットコードのバグの解決#3321。

- immediate-checkpoint または wait-for-archive オプションが要求された場合の cnpg backup プラグインコマンドを使用したオンラインバックアップの暗黙的な設定#3449
- pg_basebackup を介して参加する場合の wal_sender_timeout の無効化 #3586
- 外部クラスターが使用するシークレットのリロード #3565
- 接続プーラー
- コントローラーが Pooler リソースが所有するすべてのシークレットを監視するように保証#3428.
- Pooler リソースの RoleBinding の調整#3391.
- Pooler リソースの imagePullSecret の調整#3389 Reconciliation of16_service Pooler の、必要なラベルの追加#3349.
- ポッドだけでなく展開への Pooler ラベルの拡張#3350。

変更点

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.1#3270 に設定します。

バージョン 1.21.1

発売日 2023 年 11 月 3 日

機能強化

- 物理的オンラインベースバックアップ用の PostgreSQL API を使用して、ボリュームスナップショットを使用したオンライン/ホットバックアップのサポートを導入します。特定の Postgres クラスターのホット/コールドバックアップのデフォルト構成は、online オプションと .spec.backup.volumeSnapshot の onlineConfiguration スタンザを介して制御できます。明示的に設定しない限り、ボリュームスナップショットのバックアップはデフォルトでオンラインで取得されるようになりました#3102
- ScheduledBackup および Backup リソースを使用して、ボリュームスナップショットバックアップで上記のデフォルト設定をオーバーライドする機能を導入します#3208、#3226
- ターゲットインスタンススタンバイまたはプライマリがフェンスされる時間枠を削減することにより、ボリュームスナップショットのコールドバックアップを強化します。ボリュームスナップショットがカットおよびプロビジョニングされたらすぐにリフトすることにより、ボリュームスナップショットのコールドバックアップを強化します#3210
- ボリュームスナップショットからのリカバリー中に、既存のラベルと注釈を検証することにより、提供されたボリュームスナップショットがコヒーレントであることを確認します
- kubectl の cnpg プラグインの backup コマンドは、--online 、--immediate-checkpoint 、および--wait-for-archive ランタイムオプションを介してボリュームスナップショットバックアップエクスペリエンスを向上させます
- アクティブなストリーミングベースバックアップの進行状況情報を使用して、kubectl の cnpg プラグインの status コマンドを強化します#3101
- pgBouncer Pooler リソースを使用した max_prepared_statements の構成を許可します #3174

修正

- スイッチオーバー中に WAL アーカイブを一時停止し、完了時に再開します#3227
- PostgreSQL クラスターを管理するときにインスタンスマネージャーが常に `synchronous_commit = local` を使用するように保証#3143
- `.spec.certificates.replicationTLSSecret` を介したストリーミングレプリケーションユーザーのカスタム証明書が機能するようになりました#3209
- `cnpg.io/cluster` ラベルを `Pooler` ポッドに設定します #3153
- `VolumeSnapshots` リソースのラベルの数を減らし、より適切なアノテーションにレンダリングします#3151

変更点

- 1.21.0 で導入されたボリュームスナップショットバックアップは、デフォルトでオンライン/ホットになりました。オフライン/コールドバックアップを復元するには、`.spec.backup.volumeSnapshot` を `false` に設定します
- Postgres レプリケーション設定を制御するために PGDATA 内の `postgresql.auto.conf` ファイルの使用を停止し、`override.conf` という名前のファイルに置き換えます #2812

技術的な強化

- インスタンスマネージャーで PostgreSQL の拡張クエリプロトコルを使用する#3152

バージョン 1.21.0

発売日 2023 年 10 月 12 日

> **注釈**
>
> このリリースには、事前定義された値を介して一般的な安定性とセキュリティを向上させることを目的として、CloudNativePG のデフォルト設定へのいくつかの変更が含まれています。以前のバージョンからアップグレードする場合は、以下の「重要な変更」セクションとアップグレードドキュメントを注意深くお読みください。

機能

- **バックアップとリカバリーのボリュームスナップショットのサポート**ボリュームスナップショットで標準の Kubernetes API を活用して、バックアップとリカバリー操作の両方でインクリメンタルおよび差分コピーなどの機能を利用します。スタンバイからのコールドバックアップをカバーするこの最初のステップは、1.22 でも継続され、PostgreSQL API とテーブルスペースを使用したホットバックアップのサポートになります。
- **OLM インストール方法**_stable_チャネルを介して最新のマイナーリリースの最新パッチバージョンの OperatorHub.io を介して Operator Lifecycle Manager のサポートを導入します。「EDB Postgres for Kubernetes 」オペレーターのバンドルを寄付し、CloudNativePG に適応させてくださった EDB に感謝します。

重要な変更

- `stopDelay` のデフォルト値を 30 秒ではなく 1800 秒に変更します #2848
- Postgres のスマートシャットダウンが完了するために予約された時間枠を制御するための `smartShutdownTimeout` と呼ばれる新しいパラメーターを導入します。Postgres を停止するまでの全体的なタイムアウトを計算する一般的な式は `max(stopDelay - smartShutdownTimeout, 30)` #2848
- `startDelay` のデフォルト値を 30 秒ではなく 3600 に変更します #2847
- livenessProbe の初期遅延をより適切な Kubernetes 起動プローブに置き換えて、Postgres サーバーの起動に対処する#2847
- `switchoverDelay` のデフォルト値を 40000000 秒ではなく 3600 秒に変更します #2846
- セキュリティのためにデフォルトでスーパーユーザーアクセスを無効にする#2905
- デフォルトで HA のレプリケーションスロットを有効にする #2903
- `postgresql` label のサポートを停止します - 1.18 の `cnpg.io/cluster` に置き換えられました#2744

セキュリティ

- デフォルトの `seccompProfile` をオペレーター展開に追加します #2926

機能強化

- ボリュームスナップショットの一貫したセットからのレプリカクラスターのブートストラップを有効にする#2647
- 一貫したボリュームスナップショットのセットからの完全なポイントインタイムリカバリーを有効にする#2390
- `cnpg.io/coredumpFilter` アノテーションを導入して、PostgreSQL クラッシュが発生した場合に生成されるコアダンプの内容を制御します。デフォルトでは、ダンプから共有メモリセグメントを除外するように設定されています#2733
- 共有メモリと一時データのエフェメラルボリュームのエフェメラルストレージ制限を構成できます #2830
- Webhook を介したリソース制限と要求を検証する #2663
- PostgreSQL の `shared_buffers` がポッドの割り当てられたメモリリソースとコヒーレントであることを確認します#2840
- 資格情報シークレットに `uri` および `jdbc-uri` フィールドを追加して、開発者がアプリケーションをデータベースに接続するときに容易にします#2186
- レプリカの準備が整うのを待機するクラスターの状態をより詳細に制御するための新しいフェーズ `Waiting for the instances to become active` を追加します #2612
- `podSpec` アノテーションを介したポッドのロールアウト条件の検出を向上させます#2243
- プライマリタイムスタンプとアップタイムを kubectl プラグインの `status` コマンドに追加します #2953

修正

- プライマリロールで準備ができている PVC を優先することにより、プライマリインスタンスが常に最初に再作成されるようにします#2544
- リカバリー中に `cnpg.io/skipEmptyWalArchiveCheck` アノテーションを尊重して、空の WAL アーカイブのチェックをバイパスします#2731
- PostgreSQL サーバーはダウンしているが、ポッドがプライマリでアップしているときに、クラスターがスタックするのを防ぐ#2966
- レプリケーションスロットが有効になっているときに、レプリカクラスターの指定されたプライマリを通常の HA レプリカとして扱わないようにします#2960
- セレクターが変更されるたび、またはラベル/注釈を変更する必要がある場合にサービスを調整します#2918
- リカバリブートストラップ中に所有者とデータベースの両方をデフォルト `app` に設定する #2957
- キャッシュされたクラスターでの書き込み-読み取りの同時実行を回避する#2884
- 空の項目を削除し、一意に作成し、生成されたロールの `ResourceName` セクションでソート #2875
- エラーが発生した場合に、`ContinuousArchiving` 条件が適切に'failed'に設定されていることを確認します #2625
- バックアップが完了または失敗した場合にのみ停止することにより、中断に対する `Backup` リソース調整サイクルの復元力を高めます #2591
- PodMonitor `labels` および `annotations` を調整する #2583
- `Role` オブジェクトの RBAC `resourceNames` の欠落によるバックアップ失敗を修正しました #2956
- 可観測性
- TCP ポートラベルをデフォルトの `pg_stat_replication` メトリックに追加します #2961
- プロメテウスの `pg_wal_stat` デフォルトメトリックを修正します #2569
- プロメテウスの `pg_replication` のデフォルトメトリックを改善します#2744 および#2750
- 代わりに edb_traned_13 edb_13 を使用します提供された Grafana ダッシュボード
- メトリック収集で `standard_conforming_strings` を適用する #2888

変更点

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.0 に設定します
- フェンシングは、スマートシャットダウンの代わりに PostgreSQL の高速シャットダウンを使用してインスタンスを停止するようになりました#3051
- Webhook の名前を kb.io から cnpg.io グループに変更します #2851
- `kubectl` プラグインの `cnpg snapshot` コマンドを `cnpg backup -m volumeSnapshot` に置き換えます

- cnpg hibernate プラグインコマンドで PVC の ClusterManifestAnnotationName および PgControldataAnnotationName アノテーションを使用させましょう #2657
- cnpg.io/instanceRole ラベルを追加しますが、既存の role ラベルを非推奨にします #2915

技術的な強化

- API リファレンスドキュメントを自動的にビルドするように k8s-api-docgen を gen-crd-api-reference-docs に置き換えます #2606

58.3.8 Release notes for CloudNativePG 1.22

CloudNativePG の 1.22 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.22.5

発売日 2024 年 7 月 29 日

> **警告**
>
> これは、1.22.X シリーズの最後のリリースになる予定です。ユーザーは、すぐに新しいマイナーバージョンに更新することをお勧めします。

機能強化

- PostgreSQL 17 の allow_alter_system パラメーターの透過的なサポートを追加し、.spec.postgresql.enableAlterSystem オプションを介して ALTER SYSTEM コマンドを有効または無効にします#4921
- Cluster および Pooler リソースに reconcilePodSpec アノテーションを導入して、ポッド仕様の変更に続いてポッドのリスタートを制御します#5069
- Pooler メトリックコレクター#5044 で PgBouncer 1.23 で導入された新しいメトリックをサポートします。

修正

- 終了されたが、エビクションプロセス中に削除されなかったポッドを検出するメカニズムを強化し、メンテナンスウィンドウ中にクリーンアッププロセスを拡張して、reusePVC フラグが false に設定されている場合にスケジュール不可のポッドを含めます#2056
- WAL ファイルに新しいシャットダウンチェックポイントエントリが導入されるのを回避するために、ブートストラップ中に VolumeSnapshot を使用する新しく作成されたレプリカの pg_rewind 実行を無効にします。これにより、レプリカは問題なくプライマリに再接続できます。それ以外の場合、追加のチェックポイントエントリ#5081 によって妨げられます。

- 新しいインスタンスの初期化中の障害を正常に処理します。失敗した初期化からの残りのデータは、削除されるか、有効な PostgreSQL データディレクトリである場合は、バックアップの場所に移動して、データ損失の可能性を回避します。#5112
- 初期バックアップ失敗#4982 時の再試行ロジックを実装することにより、即時バックアップリコンサイラーの堅牢性を強化します。
- `postmaster` を再度起動する前に、`postmaster` がシャットダウンするのを待ってください #4938
- `pg_database` メトリックモニタリングとアラートプロセスから不変データベースを除外します#4980
- オペレーターサービスアカウント#4911 から不要な権限を削除しました。
- オペレーターイメージがアップグレードされたときに、オペレーターが `Pooler` インスタンスのロールアウトを開始するように保証 #5006
- `postmaster` にアクセスできた場合でも、PostgreSQL の再起動後に readness probe が誤って「notready」を表示する原因となる競合状態を修正しました#4920
- `Pooler` #4967 によって所有されていないリソースのリコンシリエーションを防止します。
- DNS サブジェクト代替名 SAN が更新されたときに、オペレーターが管理する証明書を更新します #3269、#3319。
- 未指定の場合にのみテンプレートに PVC デフォルト `AccessModes` を設定します #4845
- 満足できないバックアップスケジュール#5109 を正常に処理します。
- `cnpg` プラグイン
- `status` コマンドの実行中にエラーを適切に処理します。
- `status` コマンドで TLS をサポート#4915

バージョン 1.22.4

発売日 2024 年 6 月 12 日

> **警告**
>
> バージョン 1.22 は、2024 年 7 月 24 日にエンドオブライフ EOL が近づいています。まだ行っていない場合は、速やかにアップグレードの計画を開始して、継続的なサポートとセキュリティを確保してください。

機能強化

- 物理バックアップを使用したリカバリー中のスタンバイ依存パラメーターの構成を有効にしました #4564
- `.spec.livenessProbeTimeout` オプションを介した liveness プローブタイムアウトの構成を有効にしました#4719
- `kubectl` :

- の cnpg プラグイン --color オプションを追加することにより、プラグインでの ANSI カラーのサポートを強化しました。これは、always 、never 、および auto デフォルトを受け入れます。#4775
- macOS ユーザーの Homebrew でプラグインが利用できるようになりました。#4602)

修正

- フェンスされたインスタンスが不要なループに入り、使用可能なすべての CPU を消費するのを防ぎました#4625
- プライマリのインスタンスマネージャーが、停止操作に続いて障害が発生した後、インスタンスが起動するのを無期限に待機する問題を解決しました#4434
- hot_standby_feedback と管理対象クラスターレベルのレプリケーションスロット間の相互作用により、自動バキュームが正しく動作しない問題を修正しました。この問題は、ディスク領域がデッドタプルによって占有されたままになっている原因でした#4811
- ポッドコンテナのステータスが欠落しているときに発生したバックアップコントローラのパニックを修正しました#4765
- インスタンスマネージャーの不要なシャットダウンを防止 #4670
- PostgreSQL 構成が変更されない場合の不必要なリロードを防止#4531
- コンテンツを書き込む一貫した一意の方法を保証することにより、ident マップの不必要なリロードを防止しました#4648
- リソースのステータスを更新する代わりにパッチを適用することにより、フェーズ登録中の競合を回避しました#4637
- PostgreSQL を再起動し、フェンシングをリフティングするときにタイムアウトを実装しました#4504
- アーカイブモードを適切に設定するための昇格後にレプリカクラスターが再起動されるようにした #4399
- ボリュームスナップショットバックアップでランダムな障害を引き起こしていた不要なコンカレントキープアライブルーチンを削除しました#4768
- pgaudit.log_rows オプションが有効になっているときに返される追加行フィールドの正しい解析を保証し、監査ログが通常のログストリームに誤ってルーティングされるのを防ぎます#4394
- kubectl 用の cnpg プラグイン
- cnpg status コマンドを使用した PDB のリストに関する問題を解決しました #4530

変更

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.3 に設定した#4584
- 名前空間オブジェクトのすべての RBAC 要件を削除しました #4753

バージョン 1.22.3

発売日 2024 年 4 月 24 日

機能強化

- ユーザーは `wal_log_hints` PostgreSQL パラメーターを構成できるようになりました #4218 #4218
- 自動的に生成されたシークレットの URI の完全修飾ドメイン名 FQDN #4095
- クラスターの復元中にクラスターが所有していないインスタンスポッドのクリーンアップ#4141
- `recovery` ブートストラップで `barman-cloud-wal-restore` を呼び出す際のエラー検出 #4101

修正

- スイッチオーバーの前に、選択されたレプリカがストリーミングレプリケーションにあることを確認しました#4288
- インスタンスの LSN をソートするときにその解析エラーを正しく処理する#4283
- 昇格できる正常なスタンバイがない場合は、プライマリポッドを再作成します#4132
- リストアジョブが失敗した場合の `PGDATA` のクリーンアップ #4151
- 構成の更新時に証明書をリロードします #3705
- `kubectl` の `cnpg` プラグイン
- `destroy` 、 `fencing` 、および `promote` プラグインコマンドの引数処理を改善します#4280
- `cnpg status` のバックアップの進行状況のパーセンテージを正しく処理します#4131
- 13b_tran にシーケンスのないデータベース
- #4346)

変更点

- Grafana ダッシュボードは次の場所にあります。https://github.com/cloudnative-pg/grafana-dashboards #4154

バージョン 1.22.2

発売日 2024 年 3 月 14 日

機能強化

- PostgreSQL で `wal_level` GUC のカスタマイズを許可する #4020
- `cnpg.io/skipWalArchiving` アノテーションを追加して、`enabled` に設定されている場合に WAL アーカイブを無効にします #4055
- `publication` および `subscription` コマンドグループで `kubectl` の `cnpg` プラグインを強化して、PostgreSQL ネイティブ論理レプリケーションを強制的にセットアップする#4052

- オペレーターによって処理される TLS 証明書の自動管理のために CERTIFICATE_DURATION および EXPIRING_CHECK_THRESHOLD のカスタマイズを許可します #3686
- インプレース更新中に、実行中のオペレーターイメージの対応するカタログから正しいアーキテクチャのバイナリを取得し、オペレーターがサポートされているアーキテクチャを備えたポッドに正しいバイナリを注入できるようにします#3840
- kubectl の cnpg プラグインを使用したタブ補完の初期サポートを導入します #3875

修正

- PVC グループラベルをポッド上のラベルと適切に同期します。すべてのポッドが削除され、オペレーターが最初にどのポッドを再作成するかを決定する必要がある場合に重要な側面#3930
- レプリカのクローンを作成するときに wal_sender_timeout を無効にして、接続が遅いことによるタイムアウトエラーを防ぐ #4080
- リカバリブートストラップ手順を開始する前にボリュームスナップショットの準備ができていることを確認し、不完全なバックアップによるリカバリがエラーループに入るエラー状態を防止します #3663
- 管理対象ロールで接続制限の設定を解除するときのエラーループの防止 #3832
- インスタンスポッドは削除されたが、クラスターステータスのハイバーネーション状態条件が false に設定されたままである、ハイバーネーションのコーナーケースを解決します#3970
- Barman Cloud の Google Cloud 機能を正しく検出する #3931

セキュリティ

- OLM のオペレーター権限に ClusterRole の代わりに Role を使用し、名前空間ごとにインストールするときに必要な特権が少なくなります#3855、#3990
- PgBouncer プーラーの SQL クエリーで完全修飾オブジェクト名を適用する #4080

変更

- Kubernetes の推奨事項に従って、マニフェストのクライアントサイドからサーバーサイドのアプリケーションに切り替えます。オペレーター#3729 のインストール時に、デフォルトで--server-side オプションが必要です。
- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.2#3823 に設定します。

バージョン 1.22.1

発売日 2024 年 2 月 2 日

機能強化

- ephemeralVolumeSource オプションからクレームテンプレートを使用して、Postgres クラスターの一時ボリュームストレージを調整する#3678

- kubectl の cnpg プラグインに pgadmin4 コマンドを導入し、特定のデータベースクラスターへの接続をデモンストレーションし、種類などのローカル環境でそのコンテンツをナビゲートする簡単な方法を提供します- 評価目的のみ #3701
- ユーザー名マップのリストを介して、.spec.postgresql.pg_ident スタンザを介して PostgreSQL の ident マップファイルのカスタマイズを許可します#3534

修正

- ALTER SYSTEM SQL コマンドが無効になっているクラスターで postgresql.auto.conf が読み取り専用であるため、 pg_rewind が失敗するという回復不能な問題を防ぐ - デフォルト #3728
- ボリュームスナップショットからのテーブルスペースの適切なリカバリー#3682
- インポートプロセス中に PostgreSQL インスタンスの耐久性設定を無効にすることにより、initdb ブートストラップ方法のインポート機能を使用する際のディスク領域不足のリスクを削減します。#3743
- 誤ったリソース量の比較によるポッドの再起動を回避します。 “1 != 1000m”#3706
- pgpass 接続フィールドの予約文字を適切にエスケープする #3713
- .spec.projectedVolumeTemplate.sources でゼロと nil の異なる値を考慮することにより、ポッドの体系的なロールアウトを防止#3647
- override.conf に組み込まれたオプションを postgresql.auto.conf からプルーニングすることにより、構成の一貫性を確保します #3773

バージョン 1.22.0

発売日 2023 年 12 月 21 日

> **注釈**
>
> このリリースでは、重要な変更を導入し、PostgreSQL での `ALTER SYSTEM` コマンドのデフォルトの使用を無効にします。古い動作を保持したい以前のバージョンからアップグレードするユーザーの場合、詳細な手順については、 *upgrade documentation* を参照してください。

機能

- **宣言的テーブルスペース** Cluster 仕様に tablespaces スタンザを導入し、PostgreSQL テーブルスペースの包括的なライフサイクル管理を有効にして、垂直スケーラビリティを強化します#3410
- **一時テーブルスペース** .spec.tablespaces[*].temporary オプションを追加して、名前を temp_tablespaces PostgreSQL パラメーター#3464 に組み込むことにより、一時的なデータベース操作でのテーブルスペースの利用を促進します。

セキュリティ

- デフォルトでは、TLSv1.3 はすべての PostgreSQL 12 以降のインストールに適用されます。さらに、ユーザーは `ssl_ciphers` 、`ssl_min_protocol_version` 、および `ssl_max_protocol_version` GUC#3408 を構成できます。
- セキュリティ対策を強化するための Docker イメージスキャンの Dockle および Snyk の統合#3300

機能強化

- 外部クラスターのリコンシリエーションの向上#3533
- `ALTER SYSTEM` コマンドを有効/無効にする機能の導入 #3535
- `Cluster` および `Pooler` リソースの `.spec.monitoring` スタンザの `podMonitorMetricRelabelings` および `podMonitorRelabelings` オプションを介した Prometheus の動的なリラベル付けのサポート #3075
- オブジェクトストアバックアップ#2940 とともにボリュームスナップショットを考慮することにより、最初の復旧可能ポイントと最後に成功したバックアップの計算を強化しました。
- PostgreSQL へのネットワーク接続を確立する際の `PGPASSFILE` 環境変数の使用を削除 #3522
- クラスターの PVC を収集することにより `cnpg report` プラグインコマンドを改善しました #3357
- `cnpg status` プラグインコマンドの強化、アラートを含む管理対象ロールに関する情報を提供します#3310
- OLM 展開に適した、オペレーター用の Red Hat UBI 8 コンテナイメージの導入。
- 接続プーラー
- `Pooler` リソースのインスタンスを 0 にスケールダウンすることが可能になりました#3517.
- 値が’pooler’である `cnpg.io/podRole` ラベルをすべてのプーラー展開に追加し、インスタンスポッドと区別します#3396

修正

- `PodDisruptionBudget` リソース#3312 および#3434 のメタデータ、アノテーション、およびラベルの調整。
- 管理対象資格情報シークレットのメタデータの調整 #3316
- 本文の読み取りエラーが全体的なエラーとして処理され、バックアッププロセスが無期限にスタックしたままになるバックアップスナップショットコードのバグの解決#3321。
- `immediate-checkpoint` または `wait-for-archive` オプションが要求された場合の `cnpg backup` プラグインコマンドを使用したオンラインバックアップの暗黙的な設定#3449
- pg_basebackup を介して参加する場合の wal_sender_timeout の無効化 #3586
- 外部クラスターが使用するシークレットのリロード #3565
- 接続プーラー
- コントローラーが `Pooler` リソースが所有するすべてのシークレットを監視するように保証#3428.

- Pooler リソースの RoleBinding の調整#3391.
- Pooler リソースの imagePullSecret の調整#3389 Reconciliation of16_service Pooler の、必要なラベルの追加#3349.
- ポッドだけでなく展開への Pooler ラベルの拡張#3350。

変更点

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.1#3270 に設定します。
- ALTER SYSTEM コマンドはデフォルトで無効になりました#3545

58.3.9 Release notes for CloudNativePG 1.23

CloudNativePG の 1.23 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.23.6

発売日 2024 年 12 月 23 日

> **警告**
>
> これは、1.23.x シリーズの最後のリリースです。 1.23 はサポートされなくなったため、新しいマイナーバージョンにアップグレードすることを強くお勧めします。

機能強化

- .spec.probes スタンザを介してスタートアップ、ライブネス、および準備状況プローブのカスタマイズを有効にします。(#6266)
- 事前定義されたユーザー、具体的には superuser および app 用に生成されたシークレットに cnpg.io/userType ラベルを追加します。 (#4392)
- ScheduledBackups の spec.schedule フィールドの検証が向上し、潜在的な構成ミスの警告が生成されます。(#5396)
- cnpg プラグイン - API サーバーとの HTTP 要求の User-Agent ヘッダーを尊重します。 (#6153)

バグ修正

- レプリカとして再同期する前に、元のプライマリが WAL ファイルキューをアーカイブにフラッシュすることにより、復旧時間を削減し、フェールオーバー中のデータの一貫性を強化します。(#6141)
- ブートストラップ中に PGDATA ボリュームとともに WAL ボリュームをクリーンアップします。 (#6265)
- 以前に生成された PersistentVolumeClaims がすべて欠落している場合、クラスターフェーズを Unrecoverable に設定するようにオペレーターを更新します。 (#6170)

- .spec.postgresql.synchronous.method が first に設定されている場合の synchronous_standby_names GUC の解析を修正しました。 (#5955)
- CRD ステータスの特定の条件にパッチを適用する際の潜在的な競合状態を解決し、同時更新の信頼性を向上させます。(#6328)
- ロールの変更を修正して、データベースコンテキストではなくトランザクションレベルで適用します。(#6064)
- プライマリ上の override.conf ファイルから primary_slot_name 定義を削除して、常に空になるようにします。 (#6219)
- PgBouncer ポッドで PGHOST を含む libpq 環境変数を構成して、コンテナ内から psql を使用して pgbouncer 仮想データベースへのシームレスなアクセスを有効にします。 (#6247)
- イメージカタログの変更を確認するときに、クラスターステータスの不要な更新を削除します。(#6277)
- 適切なバックアップ構成なしで外部サーバーからのリカバリー中のパニックを防止します。(#6300)
- 2 つの異なる値のログに名前フィールドが一貫して使用されない、構造化ログのキー衝突の問題を解決しました。(#6324)
- SQL ステートメントの inRoles フィールドの適切な引用符を確認して、ロール管理中に生成された SQL の構文エラーを防ぎます。(#6346)
- cnpg プラグイン:
- kubectl コンテキストが psql コマンドに適切に渡されることを確認します。 (#6257)
- status コマンドで空のときに物理バックアップブロックを表示しないようにします。(#5998)

バージョン 1.23.5

発売日 2024 年 10 月 16 日

機能強化

- PGDATA ディレクトリ全体をスキャンしてデータベースサイズを計算することにより、リソース使用率が高くなる原因となったため、ステータスプローブから pg_database_size の使用を削除します。kubectl status プラグインは du に依存して、詳細なサイズ情報の取得を提供するようになりました #5689
- PostgreSQL で full_page_writes パラメーターを構成する機能を追加します。この設定は、PostgreSQL の推奨事項#5516 に従って、デフォルトの on です。
- プラグイン
- cnpg プラグインに logs pretty コマンドを追加して、標準入力からログストリームを読み取り、人間が判読可能な形式で出力します。ログエントリをフィルタリングするオプションを使用します。
- 複数の-v オプションを増加できるようにして、status コマンドを機能強化します。
- pgadmin4 プラグインコマンドの--image フラグを使用してカスタム Docker イメージを指定するサポートを追加し、ユーザーが pgAdmin4 展開に使用される Docker イメージを制御できるようにします#5515

修正

- プライマリを指定されたプライマリに降格する際の同時ステータス更新の問題を解決し、クラスターロールの変更中のよりスムーズな移行を保証します#5755
- 2 つのインスタンスにスケールダウンするときにレプリカ PodDisruptionBudgetPDB が削除されるようにし、レプリカをホストするノードのメンテナンスを簡単にします#5487
- インプレースリスタートよりも完全なロールアウトを優先します #5407
- 接続が失われた場合に二重フェイルオーバーが発生する可能性のある問題を修正します#5788
- ポッドとジョブの `TMPDIR` および `PSQL_HISTORY` 環境変数を正しく設定し、一時ファイルと履歴の管理を改善します #5503
- プラグイン
- `logs cluster` コマンド#5775 の競合状態を解決します。
- `status` プラグイン#5533 で `potential` 同期ステータスを表示します。
- `pgadmin4` コマンドによって展開されたポッドに書き込み可能なホームがなかった問題を修正しますディレクトリ#5800。

サポートされているバージョン

- PostgreSQL 17 PostgreSQL 17.0 がデフォルトイメージです。

バージョン 1.23.4

発売日 2024 年 8 月 22 日

機能強化

- `cnpg` プラグインの更新
- `--control-plane` オプションを追加して `install generate` コマンドを強化し、ノードアフィニティと許容範囲を設定することによりコントロールプレーンノードにオペレーターの展開を許可します。
- `destroy` コマンドを強化して、に関連するジョブも削除しますターゲットインスタンス#5298。

修正

- 同期レプリケーション自己修復チェックは、終了したポッドを除外し、アクティブで機能的なポッドにのみ焦点を当てます#5210。
- インスタンスマネージャーは、レプリカクラスター#5209 のロールの変更に続いて、既存のすべてのオペレーター関連のレプリケーション接続を終了するようになりました。
- `smartShutdownTimeout` をゼロに設定して、即時高速シャットダウンを有効にし、必要に応じてスマートシャットダウンプロセスをバイパスできるようにします#5347

バージョン 1.23.3

発売日 2024 年 7 月 29 日

機能強化

- PostgreSQL 17 の `allow_alter_system` パラメーターの透過的なサポートを追加し、`.spec.postgresql.enableAlterSystem` オプションを介して `ALTER SYSTEM` コマンドを有効または無効にします#4921
- `Cluster` および `Pooler` リソースに `reconcilePodSpec` アノテーションを導入して、ポッド仕様の変更に続いてポッドのリスタートを制御します#5069
- `Pooler` メトリックコレクター#5044 で PgBouncer 1.23 で導入された新しいメトリックをサポートします。

修正

- 終了されたが、エビクションプロセス中に削除されなかったポッドを検出するメカニズムを強化し、メンテナンスウィンドウ中にクリーンアッププロセスを拡張して、`reusePVC` フラグが false に設定されている場合にスケジュール不可のポッドを含めます#2056
- WAL ファイルに新しいシャットダウンチェックポイントエントリが導入されるのを回避するために、ブートストラップ中に VolumeSnapshot を使用する新しく作成されたレプリカの `pg_rewind` 実行を無効にします。これにより、レプリカは問題なくプライマリに再接続できます。それ以外の場合、追加のチェックポイントエントリ#5081 によって妨げられます。
- 新しいインスタンスの初期化中の障害を正常に処理します。失敗した初期化からの残りのデータは、削除されるか、有効な PostgreSQL データディレクトリである場合は、バックアップの場所に移動して、データ損失の可能性を回避します。#5112
- 初期バックアップ失敗#4982 時の再試行ロジックを実装することにより、即時バックアップリコンサイラーの堅牢性を強化します。
- `postmaster` を再度起動する前に、`postmaster` がシャットダウンするのを待ってください #4938
- `Pooler` サービステンプレートがデフォルトサービス#4846 をオーバーライドできることを確認します。
- `pg_database` メトリックモニタリングとアラートプロセスから不変データベースを除外します#4980
- オペレーターサービスアカウント#4911 から不要な権限を削除しました。
- `ClusterImageCatalogs` #5034 のクラスターロール権限を修正します。
- オペレーターイメージがアップグレードされたときに、オペレーターが `Pooler` インスタンスのロールアウトを開始するように保証 #5006
- `postmaster` にアクセスできた場合でも、PostgreSQL の再起動後に readness probe が誤って「notready」を表示する原因となる競合状態を修正しました#4920
- `Pooler` #4967 によって所有されていないリソースのリコンシリエーションを防止します。
- DNS サブジェクト代替名 SAN が更新されたときに、オペレーターが管理する証明書を更新します #3269、#3319。

- 未指定の場合にのみテンプレートに PVC デフォルト `AccessModes` を設定します #4845
- 満足できないバックアップスケジュール#5109 を正常に処理します。
- `cnpg` プラグイン
- `status` コマンドの実行中にエラーを適切に処理します。
- `status` コマンドで TLS をサポート#4915

バージョン 1.23.2

発売日 2024 年 6 月 12 日

機能強化

- 物理バックアップを使用したリカバリー中のスタンバイ依存パラメーターの構成を有効にしました #4564
- `.spec.livenessProbeTimeout` オプションを介した liveness プローブタイムアウトの構成を有効にしました#4719
- `kubectl` :
- の `cnpg` プラグイン `--color` オプションを追加することにより、プラグインでの ANSI カラーのサポートを強化しました。これは、`always` 、`never` 、および `auto` デフォルトを受け入れます。#4775
- macOS ユーザーの Homebrew でプラグインが利用できるようになりました。#4602)

修正

- フェンスされたインスタンスが不要なループに入り、使用可能なすべての CPU を消費するのを防ぎました#4625
- プライマリのインスタンスマネージャーが、停止操作に続いて障害が発生した後、インスタンスが起動するのを無期限に待機する問題を解決しました#4434
- `hot_standby_feedback` と管理対象クラスターレベルのレプリケーションスロット間の相互作用により、自動バキュームが正しく動作しない問題を修正しました。この問題は、ディスク領域がデッドタプルによって占有されたままになっている原因でした#4811
- ポッドコンテナのステータスが欠落しているときに発生したバックアップコントローラのパニックを修正しました#4765
- インスタンスマネージャーの不要なシャットダウンを防止 #4670
- PostgreSQL 構成が変更されない場合の不必要なリロードを防止#4531
- コンテンツを書き込む一貫した一意の方法を保証することにより、ident マップの不必要なリロードを防止しました#4648
- リソースのステータスを更新する代わりにパッチを適用することにより、フェーズ登録中の競合を回避しました#4637
- PostgreSQL を再起動し、フェンシングをリフティングするときにタイムアウトを実装しました#4504

- アーカイブモードを適切に設定するための昇格後にレプリカクラスターが再起動されるようにした #4399
- ボリュームスナップショットバックアップでランダムな障害を引き起こしていた不要なコンカレントキープアライブルーチンを削除しました#4768
- `pgaudit.log_rows` オプションが有効になっているときに返される追加行フィールドの正しい解析を保証し、監査ログが通常のログストリームに誤ってルーティングされるのを防ぎます#4394
- `kubectl` 用の `cnpg` プラグイン
- `cnpg status` コマンドを使用した PDB のリストに関する問題を解決しました #4530

変更

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.3 に設定した#4584
- 名前空間オブジェクトのすべての RBAC 要件を削除しました #4753

バージョン 1.23.1

発売日 2024 年 4 月 29 日

修正

- 回帰のために失敗していた `PodMonitor` リソースのリコンシリエーションを修正します #4286

バージョン 1.23.0

発売日 2024 年 4 月 24 日

> **注釈**
>
> サポートポリシーを更新して、一度に 2 つではなく 1 つのサポートされているマイナーリリースに焦点を合理化しました。さらに、以前のマイナーリリースの補助サポート期間を 3 か月に延長しました。

機能

- **PostgreSQL イメージカタログ** PostgreSQL メジャーバージョンに基づいてオペランドコンテナイメージを管理するための `ClusterImageCatalog` および `ImageCatalog` CRD を導入しました。これは、`Cluster` の `.spec.imageCatalogRef stanza` を介して促進されます。この機能は、imageName オプションの代替を提供し、最終的にオペランドコンテナイメージを定義するデフォルトの方法として置き換えます。
- **ユーザー定義のレプリケーションスロット**物理的レプリケーションスロットの同期を強化して、新しく導入されたスタンザ `replicationSlots.synchronizeReplicas` を介して、プライマリのユーザー定義のレプリケーションスロットをカバーします。
- **ポッド中断バジェット PDB の構成** `.spec.enablePDB` フィールドを導入して、プライマリインスタンスで PDB を無効にし、メンテナンス操作中にポッドの適切なエビクションを可能にします。これ

は、単一インスタンスの展開に特に役立ちます。この機能は、ノードのメンテナンスウィンドウ機能を置き換えることを目的としています。

機能強化

- ユーザーは既存のクラスターをレプリカモードに移行し、クロスデータセンターのスイッチオーバー操作を簡素化できる機能を備えています#4261
- ユーザーは、タイプ、ラベル、注釈を含む接続プーラーサービスをカスタマイズできるようになりました#3384
- ユーザーは `wal_log_hints` PostgreSQL パラメーターを構成できるようになりました #4218 #4218
- 自動的に生成されたシークレットの URI の完全修飾ドメイン名 FQDN #4095
- クラスターの復元中にクラスターが所有していないインスタンスポッドのクリーンアップ#4141
- PDB のステータスを表示するプラグインの `status` コマンドのコマンド出力 #4319
- `recovery` ブートストラップで `barman-cloud-wal-restore` を呼び出す際のエラー検出 #4101

修正

- スイッチオーバーの前に、選択されたレプリカがストリーミングレプリケーションにあることを確認しました#4288
- インスタンスの LSN をソートするときにその解析エラーを正しく処理する#4283
- 昇格できる正常なスタンバイがない場合は、プライマリポッドを再作成します#4132
- リストアジョブが失敗した場合の `PGDATA` のクリーンアップ #4151
- 構成の更新時に証明書をリロードします #3705
- `kubectl` の `cnpg` プラグイン
- `destroy` 、 `fencing` 、および `promote` プラグインコマンドの引数処理を改善します#4280
- `cnpg status` のバックアップの進行状況のパーセンテージを正しく処理します#4131
- 13b_tran にシーケンスのないデータベース
- #4346)

変更点

- オペレーターイメージが `gcr.io/distroless/static-debian12:nonroot` #4201
- Grafana ダッシュボードは次の場所にあります。https://github.com/cloudnative-pg/grafana-dashboards #4154

58.3.10 Release notes for CloudNativePG 1.24

CloudNativePG の 1.24 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.24.4

発売日 2025 年 5 月 23 日

> **警告**
>
> これは、1.24.x シリーズの最後のリリースです。 1.24 はサポートされなくなったため、新しいマイナーバージョンにアップグレードすることを強くお勧めします。

重要な変更

- **CloudNativePG は公式に CNCF プロジェクトになりました** CloudNativePG は Cloud Native Computing FoundationCNCF に受け入れられ、その進化の重要なマイルストーンを示しました。この移行の一環として、プロジェクトは現在 **CloudNativePG、シリーズの LF プロジェクト、LLC** の下で管理され、長期的な持続可能性とコミュニティ主導のイノベーションを保証します。(#7203)

機能強化

- `KUBERNETES_CLUSTER_DOMAIN` 構成オプションをオペレーターに追加し、ユーザーが Kubernetes クラスター内で生成された完全修飾ドメイン名 FQDN のドメインサフィックスを指定できるようにします。設定されていない場合、デフォルトの `cluster.local` が使用されます。 (#6989)
- `cnpg.io/validation` アノテーションを実装し、ユーザーが CloudNativePG 管理リソースで検証 Webhook を無効にできるようにします。無制限の変更が許可されるため、使用には注意してください。(#7196)
- PostgreSQL 18 での `pg_stat_wal` メトリックの収集のサポートを追加しました。 #7005
- Barman Cloud _非推奨_を介して WAL ファイルをアーカイブする場合の LZ4、XZ、および Z 標準圧縮方法のサポートを追加しました。(#7151)

セキュリティ

- オペレーター展開の `imagePullPolicy` を `Always` に設定して、イメージが常にレジストリから取得されるようにし、古いまたは安全でない可能性のあるローカルイメージを使用するリスクを削減します。(#7250)

修正

- レプリカ構成で `dbname` パラメーターを `primary_conninfo` に追加することにより、PostgreSQL 17 のネイティブレプリケーションスロット同期と論理レプリケーションフェイルオーバーを修正しました#7298

- WAL アーカイブにフェイルファストメカニズムを導入することにより、バックアップ効率が向上し、予期しないプライマリ降格をより迅速に検出でき、不必要な再試行を回避できます#7483
- 要求された数を超えて 1 つの追加のワーカープロセスが生成される可能性があるパラレル WAL アーカイブの off-by-one エラーを修正しました#7389
- PostgreSQL 構成を更新するときにオペレーターが 2 つのスイッチオーバーを実行する原因となった競合状態を解決しました。(#6991)
- ターゲットプーラーおよびクラスターポッドの `matchLabels` スコープを調整することにより、`PodMonitor` 構成を修正しました。以前は、 `matchLabels` の範囲が広すぎるため、誤ってクラスターからラベルを継承し、意図しないターゲットからデータ収集が発生していました。(#7063)
- `shared_buffers` 構成で欠落している単位 MB、GB などのクラスターの Webhook 警告を追加しました。これは、将来のリリースではエラーになります。ユーザーは構成を更新して、明示的なユニットたとえば、`512` の代わりに `512MB` などを含める必要があります。 (#7160)
- CloudNativePG インターフェイス CNPG-I
- プラグインの TLS 証明書が変更された場合の自動リロードを実装しました。(#7029)
- プラグインを使用してバックアップを実行するときに、オペレーターがプラグイン接続を適切に閉じるようにしました。(#7095、#7096)
- ローカルプラグイン操作のタイムアウトを削除し、より長いバックアップまたは WAL アーカイブの実行中の障害を回避することにより、CNPG-I のパフォーマンスと復元力を向上させました#7496。
- `cnpg` プラグイン
- `primaryUpdateMethod` が `restart` に設定されている場合、強制的再起動中にプライマリポッドが再作成され、その定義をレプリカと調整します。(#7122)

変更

- 新しいクラスター定義に合わせて、デフォルトの PostgreSQL バージョンを 17.5 に更新しました。(#7556)
- 新しい `Pooler` 展開#7399 用に、デフォルトの PgBouncer バージョンを **1.24.1** に更新しました。

バージョン 1.24.3

発売日 2025 年 2 月 28 日

機能強化

- オペレーターのスタートアッププローブを導入して、信頼性を向上させ、初期化中の早期の活性プローブの障害を防止します。(#7008)
- プーラーでの`-r` サービスを使用するためのサポートを追加しました。(#6868)
- `pgbench` プラグインのオプションの`--ttl` フラグを導入し、ユーザー定義の期間の後に完了したジョブの自動削除を有効にします。(#6701)

- ボリュームスナップショットの Azure CSI ドライバーからの既知のエラーメッセージを再試行可能としてマークし、復元力を向上させます。(#6906)
- 新しいクラスター定義に向けて、デフォルトの PostgreSQL バージョンを 17.4 に更新しました。(#6960)

セキュリティ

- オペレーターイメージビルドプロセスが強化され、セキュリティと透明性が強化されました。イメージは `cosign` で署名され、ソフトウェア部品表 SBOM と来歴データを組み込んだ OCI 証明書が生成されます。さらに、OCI アノテーションが追加されて、トレーサビリティを向上させ、イメージの完全性を保証します。

バグ修正

- `.spec.probes` が定義されている場合のデフォルトのプローブノブ値の一貫性のない動作を修正し、ユーザーが `failureThreshold` を含むすべての設定をオーバーライドできるようにします。起動プローブで指定されない場合、`failureThreshold` は `.spec.startupDelay / periodSeconds` デフォルト `10` 、オーバーライド可能になりました。同じロジックが `.spec.livenessProbeTimeout` を介して liveness プローブに適用されます。 (#6656)
- 管理対象サービスポートが、デフォルトのオペレーター定義のポートより優先されるようになりました。(#6474)
- インスタンスの再起動後、構成変更が適用されるまで、WAL メトリックを利用できない問題を修正しました。(#6816)
- モノリシックデータベースのインポートで、ロールが指定されていない場合にロールのインポートがスキップされる問題を修正しました。(#6646)
- PgBouncer 1.24 で導入された新しいメトリックのサポートを追加しました。(#6630)
- プライマリサーバー再起動後のタイムリーな調整を保証することにより、レプリケーション依存のパラメーター削減の処理が向上しました。(#6440)
- CNPG-I プラグイン構成に新しい `isWALArchiver` フラグを導入し、ユーザーはプラグインを WAL アーカイバーとして指定できます。これにより、WAL アーカイブの一貫性を維持しながら、ツリー内 Barman Cloud サポートからプラグインへのシームレスな移行が可能になります。(#6593)
- レプリカクラスターのブートストラップ中に `override.conf` が一貫して `postgresql.conf` に含まれるように保証、構成設定の欠落によるレプリケーション障害を防ぎます。(#6808)
- プライマリロールの変更中の障害を防ぐために、`pg_rewind` を呼び出す前に `override.conf` が正しく初期化されていることを確認しました。 (#6670)
- Webhook 応答を強化して、該当する場合は警告とエラーの両方を結果、診断の精度を向上させます。(#6579)
- オペレーターバージョンが正しくリコンサイルされていることを確認しました。(#6496)
- データディレクトリのより正確なチェックを使用することにより、PostgreSQL バージョンの検出が向上しました。(#6659)
- ボリュームスナップショットバックアップ

- 未使用のバックアップ接続が適切にクリーンアップされない問題を修正しました。(#6882)
- インスタンスマネージャーが、失敗したボリュームスナップショットバックアップによって残された古い PostgreSQL 接続を閉じるようにしました。(#6879)
- 別のボリュームが既に進行中であるときに、オペレーターが新しいボリュームスナップショットバックアップを開始できないようにしました。(#6890)
- cnpg プラグイン:
- promote プラグインコマンドの機能を復元しました。 (#6476)
- サイドカーを含むすべてのコンテナからログを収集するように kubectl cnpg report --logs <cluster> を強化しました。 (#6636)
- Cluster が ImageCatalog を使用するときに pgbench ジョブを実行できるようにしました。 (#6868)

技術的な機能強化

- Kubernetes client-gen のサポートを追加し、すべての CloudNativePG CRD の Go クライアントの自動生成を有効にします。 (#6695)

バージョン 1.24.2

発売日 2024 年 12 月 23 日

機能強化

- .spec.probes スタンザを介してスタートアップ、ライブネス、および準備状況プローブのカスタマイズを有効にします。(#6266)
- 事前定義されたユーザー、具体的には superuser および app 用に生成されたシークレットに cnpg.io/userType ラベルを追加します。 (#4392)
- ScheduledBackups の spec.schedule フィールドの検証が向上し、潜在的な構成ミスの警告が生成されます。(#5396)
- cnpg プラグイン - API サーバーとの HTTP 要求の User-Agent ヘッダーを尊重します。 (#6153)

バグ修正

- レプリカとして再同期する前に、元のプライマリが WAL ファイルキューをアーカイブにフラッシュすることにより、復旧時間を削減し、フェールオーバー中のデータの一貫性を強化します。(#6141)
- ブートストラップ中に PGDATA ボリュームとともに WAL ボリュームをクリーンアップします。 (#6265)
- 以前に生成された PersistentVolumeClaims がすべて欠落している場合、クラスターフェーズを Unrecoverable に設定するようにオペレーターを更新します。 (#6170)
- .spec.postgresql.synchronous.method が first に設定されている場合の synchronous_standby_names GUC の解析を修正しました。 (#5955)
- CRD ステータスの特定の条件にパッチを適用する際の潜在的な競合状態を解決し、同時更新の信頼性を向上させます。(#6328)

- ロールの変更を修正して、データベースコンテキストではなくトランザクションレベルで適用します。(#6064)
- プライマリ上の `override.conf` ファイルから `primary_slot_name` 定義を削除して、常に空になるようにします。 (#6219)
- PgBouncer ポッドで `PGHOST` を含む libpq 環境変数を構成して、コンテナ内から `psql` を使用して `pgbouncer` 仮想データベースへのシームレスなアクセスを有効にします。 (#6247)
- イメージカタログの変更を確認するときに、クラスターステータスの不要な更新を削除します。(#6277)
- 適切なバックアップ構成なしで外部サーバーからのリカバリー中のパニックを防止します。(#6300)
- 2 つの異なる値のログに名前フィールドが一貫して使用されない、構造化ログのキー衝突の問題を解決しました。(#6324)
- SQL ステートメントの inRoles フィールドの適切な引用符を確認して、ロール管理中に生成された SQL の構文エラーを防ぎます。(#6346)
- `cnpg` プラグイン:
- `kubectl` コンテキストが `psql` コマンドに適切に渡されることを確認します。 (#6257)
- `status` コマンドで空のときに物理バックアップブロックを表示しないようにします。(#5998)

バージョン 1.24.1

発売日 2024 年 10 月 16 日

機能強化

- `PGDATA` ディレクトリ全体をスキャンしてデータベースサイズを計算することにより、リソース使用率が高くなる原因となったため、ステータスプローブから `pg_database_size` の使用を削除します。`kubectl status` プラグインは `du` に依存して、詳細なサイズ情報の取得を提供するようになりました #5689
- PostgreSQL で `full_page_writes` パラメーターを構成する機能を追加します。この設定は、PostgreSQL の推奨事項#5516 に従って、デフォルトの `on` です。
- プラグイン
- `cnpg` プラグインに `logs pretty` コマンドを追加して、標準入力からログストリームを読み取り、人間が判読可能な形式で出力します。ログエントリをフィルタリングするオプションを使用します。
- 複数の`-v` オプションを増加できるようにして、`status` コマンドを機能強化します。
- `pgadmin4` プラグインコマンドの`--image` フラグを使用してカスタム Docker イメージを指定するサポートを追加し、ユーザーが pgAdmin4 展開に使用される Docker イメージを制御できるようにします#5515

修正

- プライマリを指定されたプライマリに降格する際の同時ステータス更新の問題を解決し、クラスターロールの変更中のよりスムーズな移行を保証します#5755
- 2 つのインスタンスにスケールダウンするときにレプリカ PodDisruptionBudgetPDB が削除されるようにし、レプリカをホストするノードのメンテナンスを簡単にします#5487
- インプレースリスタートよりも完全なロールアウトを優先します #5407
- `.spec.postgresql.synchronous` を使用する場合、レプリカに到達できない場合でも、`synchronous_standby_names` パラメーターが正しく設定されていることを確認します #5831
- 接続が失われた場合に二重フェイルオーバーが発生する可能性のある問題を修正します#5788
- ポッドとジョブの `TMPDIR` および `PSQL_HISTORY` 環境変数を正しく設定し、一時ファイルと履歴の管理を改善します #5503
- プラグイン
- `logs cluster` コマンド#5775 の競合状態を解決します。
- `status` プラグイン#5533 で `potential` 同期ステータスを表示します。
- `pgadmin4` コマンドによって展開されたポッドに書き込み可能なホームがなかった問題を修正しますディレクトリ#5800。

サポートされているバージョン

- PostgreSQL 17 PostgreSQL 17.0 がデフォルトイメージです。

バージョン 1.24.0

発売日 2024 年 8 月 22 日

重要な変更

- `cnpg.io/instanceRole` を優先して、`Service` および `PodDisruptionBudget` リソースのセレクターの `role` ラベルを非推奨にします。#4897
- PostgreSQL ポッドのデフォルトの PodAntiAffinity 構成を修正し、アンチアフィニティ構成が `required` #5156 に設定されている場合に、PostgreSQL とプーラーインスタンスを同じノードで共存できます。

> **警告**
>
> PodAntiAffinity の変更は、オンラインアップグレードが有効になっている場合でも、オペレーターがアップグレードされるときにすべてのインスタンスのロールアウトをトリガーします。

機能

- **分散 PostgreSQL トポロジ**レプリカクラスター機能を強化して、マルチプルの Kubernetes クラスターにまたがる PostgreSQL の分散データベーストポロジを作成し、ハイブリッドおよびマルチクラウドの展開を有効にします。この機能は以下をサポートします。
- **宣言的プライマリ制御**分散セットアップ#4388 でプライマリとして機能する PostgreSQL クラスターを簡単に指定します。
- **シームレスなスイッチオーバー**現在のプライマリを簡単に降格し、選択したレプリカクラスターをプロモートします、通常は別のリージョンにあり、元のプライマリを再構築する必要はありません。これにより、多様な環境での高可用性と復元力が保証されます#4411
- **管理サービス** `managed.services` スタンザ#4769 および#4952 を介して管理サービスを導入し、次のことができます。
- configuration.
- を介して読み取り専用および読み取りサービスを無効にするサービステンプレート機能を活用してカスタムサービスリソースを作成する、ロードバランサーを含む、Kubernetes の外部の PostgreSQL にアクセスするための DBaaS 目的に特に役立ちます。
- **同期レプリケーションの拡張 API** 同期レプリケーションの明示的な構成のための改良された API を導入し、クォーラムベースと優先リスト戦略の両方をサポートします。この更新では、`synchronous_standby_names` オプションの完全なカスタマイズが可能になり、より優れた制御と柔軟性を提供します#5148
- **WAL ディスク領域の枯渇** PostgreSQL が WAL ファイルを保存するディスク領域を使い果たしたときにクラスターを安全に停止し、関連ボリュームのサイズを増やすことにより復旧を簡単にします #4404

機能強化

- PostgreSQL の `recovery_min_apply_delay` 機能 #5181 を活用して、`.spec.replica.minApplyDelay` オプションを導入することにより、遅延レプリカのサポートを追加します。
- `postInitSQLRefs` および `postInitTemplateSQLRefs` を導入して、ユーザーが `postInit` および `postInitTemplate` 指示を 1 つ以上の構成マップまたはシークレットとして定義できるようにします#5074
- PostgreSQL 17 の `allow_alter_system` パラメーターの透過的なサポートを追加し、`.spec.postgresql.enableAlterSystem` オプションを介して `ALTER SYSTEM` コマンドを有効または無効にします#4921
- `name` キー/値ペアを使用して、クエリメトリック名と列の名前をオーバーライドできます。これは、親キーから自動的に継承された名前を置き換えることができます#4779
- 同じトランザクション内で実行され、`predicate_query` フィールドで定義されたカスタムクエリによって返される値の対象とすることにより、エクスポートされたメトリックの制御が強化されました。#4503
- 追加の引数を `barman-cloud-wal-archive` および `barman-cloud-wal-restore` に渡せるようにしました#5099

- Cluster および Pooler リソースに reconcilePodSpec アノテーションを導入して、ポッド仕様の変更に続いてポッドのリスタートを制御します#5069
- 準備状況プローブは、プライマリインスタンスに接続されたことのないストリーミングレプリカに対して失敗するようになったため、一貫性のないレプリカを迅速に検出できます#5206。
- Pooler メトリックコレクター#5044 で PgBouncer 1.23 で導入された新しいメトリックをサポートします。
- cnpg プラグインの更新
- --control-plane オプションを追加して install generate コマンドを強化し、ノードアフィニティと許容範囲を設定することによりコントロールプレーンノードにオペレーターの展開を許可します。
- destroy コマンドを強化して、に関連するジョブも削除しますターゲットインスタンス#5298.
- 利用可能な場合は demotionToken および promotionToken を表示するように status コマンドを強化し、分散トポロジ#5149 でのより詳細な操作の洞察を提供します。
- publication および subscription サブコマンドでのリモートデータベース名のカスタマイズのサポートを追加しました。この機能強化により、外部クラスターから複数のデータベース#5113 とデータを同期する際の柔軟性が向上します。

セキュリティ

- オペレーターとインスタンスマネージャー間の TLS 通信を追加します #4442
- インスタンスメトリックエクスポーター#4927 のオプションの TLS 通信を追加します。

修正

- 終了されたが、エビクションプロセス中に削除されなかったポッドを検出するメカニズムを強化し、メンテナンスウィンドウ中にクリーンアッププロセスを拡張して、reusePVC フラグが false に設定されている場合にスケジュール不可のポッドを含めます#2056
- WAL ファイルに新しいシャットダウンチェックポイントエントリが導入されるのを回避するために、ブートストラップ中に VolumeSnapshot を使用する新しく作成されたレプリカの pg_rewind 実行を無効にします。これにより、レプリカは問題なくプライマリに再接続できます。それ以外の場合、追加のチェックポイントエントリ#5081 によって妨げられます。
- 新しいインスタンスの初期化中の障害を正常に処理します。失敗した初期化からの残りのデータは、削除されるか、有効な PostgreSQL データディレクトリである場合は、バックアップの場所に移動して、データ損失の可能性を回避します。#5112
- 初期バックアップ失敗#4982 時の再試行ロジックを実装することにより、即時バックアップリコンサイラーの堅牢性を強化します。
- postmaster を再度起動する前に、postmaster がシャットダウンするのを待ってください #4938
- Pooler サービステンプレートがデフォルトサービス#4846 をオーバーライドできることを確認します。
- pg_database メトリックモニタリングとアラートプロセスから不変データベースを除外します#4980

- オペレーターサービスアカウント#4911 から不要な権限を削除しました。
- `ClusterImageCatalogs` #5034 のクラスターロール権限を修正します。
- オペレーターイメージがアップグレードされたときに、オペレーターが `Pooler` インスタンスのロールアウトを開始するように保証 #5006
- `postmaster` にアクセスできた場合でも、PostgreSQL の再起動後に readness probe が誤って「notready」を表示する原因となる競合状態を修正しました#4920
- `Pooler` #4967 によって所有されていないリソースのリコンシリエーションを防止します。
- DNS サブジェクト代替名 SAN が更新されたときに、オペレーターが管理する証明書を更新します #3269、#3319。
- 未指定の場合にのみテンプレートに PVC デフォルト `AccessModes` を設定します #4845
- 満足できないバックアップスケジュール#5109 を正常に処理します。
- 同期レプリケーション自己修復チェックは、終了したポッドを除外し、アクティブで機能的なポッドにのみ焦点を当てます#5210。
- インスタンスマネージャーは、レプリカクラスター#5209 のロールの変更に続いて、既存のすべてのオペレーター関連のレプリケーション接続を終了するようになりました。
- `smartShutdownTimeout` をゼロに設定して、即時高速シャットダウンを有効にし、必要に応じてスマートシャットダウンプロセスをバイパスできるようにします#5347
- `cnpg` プラグイン
- `status` コマンドの実行中にエラーを適切に処理します。
- `status` コマンドで TLS をサポート#4915

サポートされているバージョン

- Kubernetes 1.31、1.30、1.29、および 1.28
- PostgreSQL 16、15、14、13、および 12 - PostgreSQL 16.4 がデフォルトイメージです。PostgreSQL 12 のサポートは 2024 年 11 月 12 日に終了します

58.3.11 Release notes for CloudNativePG 1.25

CloudNativePG の 1.25 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.25.4

発売日 2025 年 10 月 23 日

> **警告**
>
> これは、1.25.x シリーズの最後のリリースです。 1.25 はサポートされていないため、新しいマイナーバージョンにアップグレードすることを強くお勧めします。

変更

- `postgres-containers` および `postgis-containers` イメージとイメージカタログアーティファクトの新しい形式を採用し、デフォルトの PostgreSQL バージョンを `18.0-system-trixie` に **更新** PostgreSQL 18 がサポートされるようになりました。 (#8578 、 #8760 、 #8558)

- `Cluster` および `Pooler` リソースの `monitoring.enablePodMonitor` フィールドを非推奨にしました。このフィールドは、将来のリリースでは削除される予定です。`PodMonitor` リソースに依存するユーザーは、代わりに手動で作成する必要があります。#8753

機能強化

- 以前にハードコードされた PgBouncer `auth_type` 、`server_tls_sslmode` 、および `client_tls_sslmode` 設定をオーバーライドするサポートを追加しました。デフォルト値は以前の動作と一貫性のあるままですが、必要に応じてカスタマイズできるようになりました。#8674

- PostgreSQL のスマートで高速なシャットダウンの前に `CHECKPOINT` ステップを追加して、特に `checkpoint_timeout` が高いシステムで、シャットダウン時間とレプリカプロモーション時間を削減します。#8867

- 公式 `postgres-containers` プロジェクトに基づいて、非推奨またはサポートされていない OS バージョンのインスタンスマネージャーに警告を追加しました。#8601

- 証明書解析エラーレポートが改善されました。障害は、汎用メッセージの代わりに特定のエラーをログに記録するようになりました、トラブルシューティングを支援します。これは、Go 1.25.2 および 1.24.8 の CVE-2025-58187 修正後に特に関連しており、無効な DNS SAN の解析失敗をトリガーする可能性があります。 #8801

- 他のブートストラップ方法と一貫して、 `pg_basebackup` 方法を使用してクラスターをブートストラップするときに、宛先 WAL アーカイブパスが空であることを確認するチェックを追加しました。#8895

- 休止状態のクラスターでバックアップが実行されないように検証を追加しました。このようなクラスターで試行されたバックアップは、標準の前提条件チェックパターンに従って、`ClusterIsHibernated` の理由で失敗するようになりました。 #8870

- `pprof` プロファイリングのサポートを追加しました。インスタンスは、高度なデバッグのために `Cluster` リソースに `alpha.cnpg.io/enableInstancePprof` アノテーションを追加することにより、`pprof` ツールを有効にできるようになりました。 #7876

- `cnpg` プラグイン:

- Ryan Wallner が提供した、フレキシブル I/O テスター FIO イメージを `wallnerryan/fiotools-aio:v2` に更新しました。 #8847

- `cnpg status backup` コマンドを強化して、`barman-cloud` ベースのバックアッププラグインを使用する場合のより詳細なステータス情報を提供します。(#8780 、 #8690)

修正

- パラレル WAL リカバリーでカスタム WAL セグメントサイズを使用する場合のバックアップ復元の失敗を修正しました。オペレーターは、復元中に WAL の終わりファイルマーカーを管理しないため、バックアップが複数の WAL セグメントにまたがる場合のエラーを防ぎます。#8873
- 以前のマイナーバージョンからのボリュームスナップショットが誤って使用され、レプリカ作成を最適化する可能性があるメジャーアップグレードのバグを修正しました。#8475
- 新しいクラスターをブートストラップする前にアプリケーションユーザーのシークレットを待機するように `initdb` を修正し、潜在的な競合状態を防止します。 #8663
- `cnpgi` プラグインの接続再試行ロジックを修正しました。調整ループは、接続プールの変更を正しく検出し、指数バックオフを使用して「クローズドプール」エラーを削減します。#8554
- バックアッププラグインと連携するように、レプリカのスケーリング中のボリュームスナップショットの使用を修正しました。以前は、この最適化はツリー内バックアップ実装でのみ利用できましたが、バックアッププラグインを使用するクラスターは、新しいレプリカを作成するときにボリュームスナップショットを活用できるようになりました。#8506
- ブートストラップコントローラの init コンテナの設定を正しく継承するように `Pooler` テンプレートを修正しました。 #8394
- Webhook エラーを修正して、`Pooler` の正しい API グループ `postgresql.cnpg.io` とバックアップ Webhook を使用し、一貫した API エラーレポートを保証します。#8485
- エラーを処理する際のハイバーネーションリコンサイラーの潜在的な nil ポインター逆参照を修正しました。@PascalBourdier による寄稿。 #8756
- 呼び出し元が誤って共有データを変更する可能性がある環境キャッシュの問題を修正しました。`LoadEnv` ファンクションは、キャッシュされた環境スライスのコピーを結果、ミューテーションがキャッシュに影響を与えるのを防ぐようになりました。#8880

バージョン 1.25.3

発売日 2025 年 7 月 25 日

- DJ Walker-Morgan を偲んで .*

変更

- `cnpg` プラグインビルドマトリックスから `386` および ARM v5/v6/v7 アーキテクチャを削除し、公開されたバイナリ #7648 の数を削減します。

機能強化

- `HugePages` 設定を正しく考慮することにより、`shared_buffers` の検証を向上させ、正確なメモリ構成チェック #7864 を保証します。
- PostgreSQL ワーカープロセスの `oom_score_adj` を設定して、メモリ不足が発生した場合の優先順位付けを向上させます#7891 。

- ユーザーシークレットに fqdn-uri および fqdn-jdbc-uri フィールドを追加して、アプリケーションの接続文字列管理を簡素化し、DNS ベースの接続のベストプラクティス#7852 に合わせます。
- PostgreSQL システム識別子を追跡するために、Cluster ステータスに systemID フィールドと関連条件を追加しました。#7717 。

修正

- 接続プーラーにミューテックスを追加して、接続マップへの同時アクセスを保護し、高同時実行環境#7804 での安定性が向上しました。
- 指定されたプライマリを正しく検出し、レプリカクラスターの安定性とスイッチオーバー操作を向上させることにより、レプリカクラスターインスタンスの順序を修正しました#8108 。
- PVC の VolumeAttributesClass のリコンサイル、ストレージの互換性とライフサイクル管理を強化する#7885 のサポートを追加しました。
- 内部ウェブサーバールーチンをノンブロッキングにして、負荷時の応答性を向上させました#8071 。
- ensureReplicationClientLeafCertificate エラーが not found メッセージ#8086 に正しい secretName を表示しない問題を修正しました。
- PostgreSQL でサポートされているパラメーターのみを更新することにより、無効な ALTER SUBSCRIPTION ステートメントを防止しました。 copy_data のようなサポートされていないオプションは、リコンシリエーションの失敗 7844 を回避するために無視されます。
- 接続プーラーの bootstrap-controller が resources 設定を正しく適用しない問題を修正しました #7922 。
- バックアップ中に targetPod が異常になった場合、オンラインバックアップはきれいに失敗するように保証、部分的または誤解を招くバックアップ#7944 。
- 障害後にバックアップリソースステータスが適切に設定されるように保証、オブザーバビリティとスクリプトの信頼性が向上します#7898 。

バージョン 1.25.2

発売日 2025 年 5 月 23 日

重要な変更

- **CloudNativePG は公式に CNCF プロジェクトになりました** CloudNativePG は Cloud Native Computing FoundationCNCF に受け入れられ、その進化の重要なマイルストーンを示しました。この移行の一環として、プロジェクトは現在 **CloudNativePG、シリーズの LF プロジェクト、LLC** の下で管理され、長期的な持続可能性とコミュニティ主導のイノベーションを保証します。(#7203)

機能強化

- KUBERNETES_CLUSTER_DOMAIN 構成オプションをオペレーターに追加し、ユーザーが Kubernetes クラスター内で生成された完全修飾ドメイン名 FQDN のドメインサフィックスを指定できるようにします。設定されていない場合、デフォルトの cluster.local が使用されます。 (#6989)

- cnpg.io/validation アノテーションを実装し、ユーザーが CloudNativePG 管理リソースで検証 Webhook を無効にできるようにします。無制限の変更が許可されるため、使用には注意してください。(#7196)
- PostgreSQL 18 での pg_stat_wal メトリックの収集のサポートを追加しました。 #7005
- Barman Cloud _非推奨_を介して WAL ファイルをアーカイブする場合の LZ4、XZ、および Z 標準圧縮方法のサポートを追加しました。(#7151)
- CloudNativePG インターフェイス CNPG-I
- プラグインは、 EVALUATE 動詞を実装することによりインスタンスのロールアウトをトリガーできるようになり、プラグインによる変更が適切にリコンサイルされるように保証します。(#7126)
- スナップショットの復元中に CNPG-I プラグインを介して WAL リカバリーのサポートを導入しました。(#7284)

セキュリティ

- オペレーター展開の imagePullPolicy を Always に設定して、イメージが常にレジストリから取得されるようにし、古いまたは安全でない可能性のあるローカルイメージを使用するリスクを削減します。(#7250)

修正

- レプリカ構成で dbname パラメーターを primary_conninfo に追加することにより、PostgreSQL 17 のネイティブレプリケーションスロット同期と論理レプリケーションフェイルオーバーを修正しました#7298
- プラグインが WAL ファイルの検索に失敗した場合、externalCluster ソースで定義されたツリー内 barmanObjectStore 構成へのフォールバックを防止する WAL 復元操作の回帰を修正しました #7507
- WAL アーカイブにフェイルファストメカニズムを導入することにより、バックアップ効率が向上し、予期しないプライマリ降格をより迅速に検出でき、不必要な再試行を回避できます#7483
- 要求された数を超えて 1 つの追加のワーカープロセスが生成される可能性があるパラレル WAL アーカイブの off-by-one エラーを修正しました#7389
- PostgreSQL 構成を更新するときにオペレーターが 2 つのスイッチオーバーを実行する原因となった競合状態を解決しました。(#6991)
- ターゲットプーラーおよびクラスターポッドの matchLabels スコープを調整することにより、PodMonitor 構成を修正しました。以前は、 matchLabels の範囲が広すぎるため、誤ってクラスターからラベルを継承し、意図しないターゲットからデータ収集が発生していました。(#7063)
- shared_buffers 構成で欠落している単位 MB、GB などのクラスターの Webhook 警告を追加しました。これは、将来のリリースではエラーになります。ユーザーは構成を更新して、明示的なユニットたとえば、512 の代わりに 512MB などを含める必要があります。 (#7160)
- ボリュームスナップショットの作成中のタイムアウトエラーを再試行可能なものとして扱い、不要なバックアップの失敗を防ぎました。(#7010)
- OLM での UI 問題を回避するために、.spec.postgresql.synchronous.dataDurability のデフォルトロジックを CRD から Webhook に移動しました。 (#7600)

- CloudNativePG インターフェイス CNPG-I
- プラグインの TLS 証明書が変更された場合の自動リロードを実装しました。(#7029)
- プラグインを使用してバックアップを実行するときに、オペレーターがプラグイン接続を適切に閉じるようにしました。(#7095、#7096)
- ローカルプラグイン操作のタイムアウトを削除し、より長いバックアップまたは WAL アーカイブの実行中の障害を回避することにより、CNPG-I のパフォーマンスと復元力を向上させました#7496。
- `cnpg` プラグイン
- `logs pretty` コマンドのバッファサイズを増加して、より大きなログ出力をより適切に処理します #7281。
-
- `plugin-name` パラメーターはプラグインベースのバックアップに必要であり、非プラグインバックアップ方法では許可されないように保証#7506
- `primaryUpdateMethod` が `restart` に設定されている場合、命令的再起動中にプライマリポッドが再作成され、その定義をレプリカと調整します。(#7122)

変更

- 新しいクラスター定義に合わせて、デフォルトの PostgreSQL バージョンを 17.5 に更新しました。(#7556)
- 新しい `Pooler` 展開#7399 用に、デフォルトの PgBouncer バージョンを **1.24.1** に更新しました。

バージョン 1.25.1

発売日 2025 年 2 月 28 日

機能強化

- オペレーターのスタートアッププローブを導入して、信頼性を向上させ、初期化中の早期の活性プローブの障害を防止します。(#7008)
- プーラーでの`-r` サービスを使用するためのサポートを追加しました。(#6868)
- `pgbench` プラグインのオプションの`--ttl` フラグを導入し、ユーザー定義の期間の後に完了したジョブの自動削除を有効にします。(#6701)
- ボリュームスナップショットの Azure CSI ドライバーからの既知のエラーメッセージを再試行可能としてマークし、復元力を向上させます。(#6906)
- 新しいクラスター定義に向けて、デフォルトの PostgreSQL バージョンを 17.4 に更新しました。(#6960)

セキュリティ

- オペレーターイメージビルドプロセスが強化され、セキュリティと透明性が強化されました。イメージは cosign で署名され、ソフトウェア部品表 SBOM と来歴データを組み込んだ OCI 証明書が生成されます。さらに、OCI アノテーションが追加されて、トレーサビリティを向上させ、イメージの完全性を保証します。

バグ修正

- .spec.probes が定義されている場合のデフォルトのプローブノブ値の一貫性のない動作を修正し、ユーザーが failureThreshold を含むすべての設定をオーバーライドできるようにします。起動プローブで指定されない場合、failureThreshold は.spec.startupDelay / periodSeconds デフォルト 10 、オーバーライド可能になりました。同じロジックが.spec.livenessProbeTimeout を介して liveness プローブに適用されます。 (#6656)
- 管理対象サービスポートが、デフォルトのオペレーター定義のポートより優先されるようになりました。(#6474)
- インスタンスの再起動後、構成変更が適用されるまで、WAL メトリックを利用できない問題を修正しました。(#6816)
- モノリシックデータベースのインポートで、ロールが指定されていない場合にロールのインポートがスキップされる問題を修正しました。(#6646)
- PgBouncer 1.24 で導入された新しいメトリックのサポートを追加しました。(#6630)
- クラスターリハイドレーション後に Database 、Publication 、および Subscription CRD が cluster resource has been deleted, skipping reconciliation でスタックする問題を解決しました。このパッチは、status.observedGeneration を強制的にゼロにし、適切なリコンシリエーションを保証します。 (#6607)
- プライマリサーバー再起動後のタイムリーな調整を保証することにより、レプリケーション依存のパラメーター削減の処理が向上しました。(#6440)
- CNPG-I プラグイン構成に新しい isWALArchiver フラグを導入し、ユーザーはプラグインを WAL アーカイバーとして指定できます。これにより、WAL アーカイブの一貫性を維持しながら、ツリー内 Barman Cloud サポートからプラグインへのシームレスな移行が可能になります。(#6593)
- レプリカクラスターのブートストラップ中に override.conf が一貫して postgresql.conf に含まれるように保証、構成設定の欠落によるレプリケーション障害を防ぎます。(#6808)
- プライマリロールの変更中の障害を防ぐために、pg_rewind を呼び出す前に override.conf が正しく初期化されていることを確認しました。 (#6670)
- Webhook 応答を強化して、該当する場合は警告とエラーの両方を結果、診断の精度を向上させます。(#6579)
- オペレーターバージョンが正しくリコンサイルされていることを確認しました。(#6496)
- データディレクトリのより正確なチェックを使用することにより、PostgreSQL バージョンの検出が向上しました。(#6659)
- ボリュームスナップショットバックアップ

- 未使用のバックアップ接続が適切にクリーンアップされない問題を修正しました。(#6882)
- インスタンスマネージャーが、失敗したボリュームスナップショットバックアップによって残された古い PostgreSQL 接続を閉じるようにしました。(#6879)
- 別のボリュームが既に進行中であるときに、オペレーターが新しいボリュームスナップショットバックアップを開始できないようにしました。(#6890)
- cnpg プラグイン:
- promote プラグインコマンドの機能を復元しました。 (#6476)
- サイドカーを含むすべてのコンテナからログを収集するように kubectl cnpg report --logs <cluster> を強化しました。 (#6636)
- Cluster が ImageCatalog を使用するときに pgbench ジョブを実行できるようにしました。 (#6868)

技術的な機能強化

- Kubernetes client-gen のサポートを追加し、すべての CloudNativePG CRD の Go クライアントの自動生成を有効にします。 (#6695)

バージョン 1.25.0

発売日 2024 年 12 月 23 日

機能

- **宣言的データベース管理** Database カスタムリソース定義 CRD を導入し、ユーザーはクラスター内で PostgreSQL データベースを宣言的に作成および管理できます。(#5325)
- **論理レプリケーション管理** PostgreSQL 論理レプリケーションの宣言管理用に Publication および Subscription CRD を追加します。これらにより、レプリケーションのセットアップが簡素化され、CloudNativePG へのオンライン移行が容易になります。(#5329)
- **CNPG-I の実験サポート**サードパーティのプラグインを介して CloudNativePG 機能を拡張し、CNPG エコシステムの成長を促進するように設計された標準化フレームワークである CNPG-I CloudNativePG インターフェイスの紹介。Barman Cloud Plugin はライブ例として機能し、バックアップとリカバリーのワークフローを強化するためにプラグインを開発する方法を示しています。CNPG-I サポートは現在実験的ですが、PostgreSQL 拡張機能に似ており、オペレーターのコアコードを変更せずに CloudNativePG を拡張する強力なアプローチを提供します。このエキサイティングな新機能を形作るためのコミュニティのフィードバックと貢献を歓迎します。

機能強化

- dataDurability オプションを.spec.postgresql.synchronous スタンザに追加し、ユーザーが同期レプリケーションで required デフォルトまたは preferred の耐久性を選択できるようにします。(#5878)
- .spec.probes スタンザを介してスタートアップ、ライブネス、および準備状況プローブのカスタマイズを有効にします。(#6266)

- 追加の pg_dump および pg_restore オプションをサポートして、データベースのインポートの柔軟性を強化します。(#6214)
- CloudNativePG コントローラに maxConcurrentReconciles のサポートを追加し、デフォルトを 10 に設定して、オペレーターがすぐに大規模な展開を効率的に管理する能力を向上させます。(#5678)
- 事前定義されたユーザー、具体的には superuser および app 用に生成されたシークレットに cnpg.io/userType ラベルを追加します。 (#4392)
- ScheduledBackups の spec.schedule フィールドの検証が向上し、潜在的な構成ミスの警告が生成されます。(#5396)
- cnpg プラグイン:
- プラグインをサポートするように backup コマンドを強化します。(#6045)
- API サーバーでの HTTP 要求の User-Agent ヘッダーを尊重します。(#6153)

バグ修正

- レプリカとして再同期する前に、元のプライマリが WAL ファイルキューをアーカイブにフラッシュすることにより、復旧時間を削減し、フェールオーバー中のデータの一貫性を強化します。(#6141)
- ブートストラップ中に PGDATA ボリュームとともに WAL ボリュームをクリーンアップします。 (#6265)
- 以前に生成された PersistentVolumeClaims がすべて欠落している場合、クラスターフェーズを Unrecoverable に設定するようにオペレーターを更新します。 (#6170)
- .spec.postgresql.synchronous.method が first に設定されている場合の synchronous_standby_names GUC の解析を修正しました。 (#5955)
- CRD ステータスの特定の条件にパッチを適用する際の潜在的な競合状態を解決し、同時更新の信頼性を向上させます。(#6328)
- ロールの変更を修正して、データベースコンテキストではなくトランザクションレベルで適用します。(#6064)
- プライマリ上の override.conf ファイルから primary_slot_name 定義を削除して、常に空になるようにします。 (#6219)
- PgBouncer ポッドで PGHOST を含む libpq 環境変数を構成して、コンテナ内から psql を使用して pgbouncer 仮想データベースへのシームレスなアクセスを有効にします。 (#6247)
- イメージカタログの変更を確認するときに、クラスターステータスの不要な更新を削除します。(#6277)
- 適切なバックアップ構成なしで外部サーバーからのリカバリー中のパニックを防止します。(#6300)
- 2 つの異なる値のログに名前フィールドが一貫して使用されない、構造化ログのキー衝突の問題を解決しました。(#6324)
- SQL ステートメントの inRoles フィールドの適切な引用符を確認して、ロール管理中に生成された SQL の構文エラーを防ぎます。(#6346)
- cnpg プラグイン:
- kubectl コンテキストが psql コマンドに適切に渡されることを確認します。 (#6257)

- `status` コマンドで空のときに物理バックアップブロックを表示しないようにします。(#5998)

サポートされているバージョン

- **Kubernetes** 1.32、1.31、1.30、および 1.29
- **PostgreSQL** 17、16、15、14、および 13 -デフォルトイメージ PostgreSQL 17.2 - PostgreSQL 12 のサポートを公式に終了しました - PostgreSQL 13 のサポートは 2025 年 11 月 12 日に終了します

58.3.12 Release notes for CloudNativePG 1.26

CloudNativePG の 1.26 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.26.3

発売日 2025 年 12 月 9 日

> **警告**
>
> これは、1.26.x シリーズの最後のリリースです。 1.26 はサポートされていないため、新しいマイナーバージョンにアップグレードすることを強くお勧めします。

変更

- デフォルトの PostgreSQL バージョンを `18.1-system-trixie` に更新しました。 (#9178)
- 新しい `Pooler` 展開用に、デフォルトの PgBouncer バージョンを **1.25.1** に更新しました。 (#9367)

機能強化

- 識別と管理を簡単にするために、PostgreSQL `majorVersion` を `Backup` オブジェクトのステータスに追加しました。 (#8464)
- `PGBOUNCER_IMAGE_NAME` オペレーター構成パラメーターを追加して、デフォルトの PgBouncer イメージをオーバーライドできるようにします。これは、エアギャップ環境または内部レジストリを使用する場合に役立ちます。(#9232)
- cnpg プラグイン
- `cnpg report` を改善して、よりシェルフレンドリーなファイル名を生成します。 (#8984)

修正

- CNPG-I バックアップ/WAL プラグイン `plugin-barman-cloud` などを使用してボリュームスナップショットから復元するときに正しく実行されるように `CheckEmptyWalArchive` セーフガードを修正しました。以前は、このチェックはプラグインベースの実装でスキップされていました。(#9306)

- cnpg.io/pluginServerName アノテーションを追加することにより、CNPG-I プラグインに接続する際の TLS 証明書検証の問題を修正しました。これにより、プラグインの証明書がサービス名とは別の DNS 名を使用する環境で、証明書の検証に使用される DNS 名をカスタマイズできます。(#9222)
- インスタンスマネージャーコントローラがエラーの後に再起動に失敗し、「コントローラは既に存在します」メッセージを報告する問題を修正しました。コントローラは、後続の初期化試行に SkipNameValidation を使用するようになりました。 @mateusoliveira43 による寄稿。 (#9123)
- 宛先パスが絶対である場合、プラグインでの誤った WAL 復元パスの処理を修正し、パスの重複の問題を防ぎます。@Endevir による寄稿。 (#9093)
- PostgreSQL 13+との下位互換性があるように、マルチテーブルパブリケーションの CREATE PUBLICATION SQL 生成を修正しました。以前に生成された構文は PostgreSQL 15+でのみ有効であり、古いバージョンでは構文エラーが発生しました。 (#8888)
- インデックスではなく名前で postgres コンテナを確実に選択することにより、複雑なポッド定義でのバックアップの失敗を修正しました。@Joda89 による寄稿。 (#8964)
- cnpg プラグイン
- cnpg report ログ収集、特に以前のログを取得する場合のバグを修正しました。コレクターは、以前のログと現在のログを別の要求で正しく取得し、欠落している以前のログたとえば、再起動履歴のないコンテナを適切に処理し、現在のログが常に収集されるようにします。(#8992)

バージョン 1.26.2

発売日 2025 年 10 月 23 日

変更

- Barman Cloud のネイティブインコアサポートの廃止を少なくともバージョン 1.29 に遅延しました。#8670
- postgres-containers および postgis-containers イメージとイメージカタログアーティファクトの新しい形式を採用し、デフォルトの PostgreSQL バージョンを 18.0-system-trixie に **更新** PostgreSQL 18 がサポートされるようになりました。 (#8578 、 #8760 、 #8558)
- Cluster および Pooler リソースの monitoring.enablePodMonitor フィールドを非推奨にしました。このフィールドは、将来のリリースでは削除される予定です。PodMonitor リソースに依存するユーザーは、代わりに手動で作成する必要があります。#8753

機能強化

- 以前にハードコードされた PgBouncer auth_type 、server_tls_sslmode 、および client_tls_sslmode 設定をオーバーライドするサポートを追加しました。デフォルト値は以前の動作と一貫性のあるままですが、必要に応じてカスタマイズできるようになりました。#8674
- PostgreSQL のスマートで高速なシャットダウンの前に CHECKPOINT ステップを追加して、特に checkpoint_timeout が高いシステムで、シャットダウン時間とレプリカプロモーション時間を削減します。#8867

- 公式 postgres-containers プロジェクトに基づいて、非推奨またはサポートされていない OS バージョンのインスタンスマネージャーに警告を追加しました。#8601
- 証明書解析エラーレポートが改善されました。障害は、汎用メッセージの代わりに特定のエラーをログに記録するようになりました、トラブルシューティングを支援します。これは、Go 1.25.2 および 1.24.8 の CVE-2025-58187 修正後に特に関連しており、無効な DNS SAN の解析失敗をトリガーする可能性があります。 #8801
- 他のブートストラップ方法と一貫して、 pg_basebackup 方法を使用してクラスターをブートストラップするときに、宛先 WAL アーカイブパスが空であることを確認するチェックを追加しました。#8895
- 休止状態のクラスターでバックアップが実行されないように検証を追加しました。このようなクラスターで試行されたバックアップは、標準の前提条件チェックパターンに従って、ClusterIsHibernated の理由で失敗するようになりました。 #8870
- pprof プロファイリングのサポートを追加しました。インスタンスは、高度なデバッグのために Cluster リソースに alpha.cnpg.io/enableInstancePprof アノテーションを追加することにより、pprof ツールを有効にできるようになりました。 #7876
- cnpg プラグイン:
- Ryan Wallner が提供した、フレキシブル I/O テスター FIO イメージを wallnerryan/fiotools-aio:v2 に更新しました。 #8847
- cnpg status backup コマンドを強化して、barman-cloud ベースのバックアッププラグインを使用する場合のより詳細なステータス情報を提供します。(#8780 、 #8690)

修正

- パラレル WAL リカバリーでカスタム WAL セグメントサイズを使用する場合のバックアップ復元の失敗を修正しました。オペレーターは、復元中に WAL の終わりファイルマーカーを管理しないため、バックアップが複数の WAL セグメントにまたがる場合のエラーを防ぎます。#8873
- 以前のマイナーバージョンからのボリュームスナップショットが誤って使用され、レプリカ作成を最適化する可能性があるメジャーアップグレードのバグを修正しました。#8475
- 新しいクラスターをブートストラップする前にアプリケーションユーザーのシークレットを待機するように initdb を修正し、潜在的な競合状態を防止します。 #8663
- cnpgi プラグインの接続再試行ロジックを修正しました。調整ループは、接続プールの変更を正しく検出し、指数バックオフを使用して「クローズドプール」エラーを削減します。#8554
- バックアッププラグインと連携するように、レプリカのスケーリング中のボリュームスナップショットの使用を修正しました。以前は、この最適化はツリー内バックアップ実装でのみ利用できましたが、バックアッププラグインを使用するクラスターは、新しいレプリカを作成するときにボリュームスナップショットを活用できるようになりました。#8506
- ブートストラップコントローラの init コンテナの設定を正しく継承するように Pooler テンプレートを修正しました。 #8394
- Webhook エラーを修正して、Pooler の正しい API グループ postgresql.cnpg.io とバックアップ Webhook を使用し、一貫した API エラーレポートを保証します。#8485

- エラーを処理する際のハイバーネーションリコンサイラーの潜在的な nil ポインター逆参照を修正しました。@PascalBourdier による寄稿。 #8756
- 呼び出し元が誤って共有データを変更する可能性がある環境キャッシュの問題を修正しました。`LoadEnv` ファンクションは、キャッシュされた環境スライスのコピーを結果、ミューテーションがキャッシュに影響を与えるのを防ぐようになりました。#8880

バージョン 1.26.1

発売日 2025 年 7 月 25 日

- DJ Walker-Morgan を偲んで .*

重要な変更

CloudNativePG は、プラグインベースのバックアップとリカバリーにとらわれないアーキテクチャに向けて動いています Barman Cloud の 1.26.0 で開始されました。この移行の一環として、`Cluster` リソースの `.status` セクションの次のフィールドは非推奨になりました。

- `firstRecoverabilityPoint`
- `firstRecoverabilityPointByMethod`
- `lastSuccessfulBackup`
- `lastSuccessfulBackupByMethod`
- `lastFailedBackup`

さらに、次の Prometheus メトリックは非推奨です。

- `cnpg_collector_first_recoverability_point`
- `cnpg_collector_last_available_backup_timestamp`
- `cnpg_collector_last_failed_backup_timestamp`

これらのフィールドとメトリックは、プラグインベースのバックアップたとえば、CNPG-I を介した Barman Cloud などを使用する場合、更新されません。これらは、インコア Barman Cloud とボリュームスナップショットバックアップをまだ使用しているユーザーの場合、機能し続けます。

> **注**メンテナーとして、1.26.0 リリース中にこの変更を強調表示しなかったことにより発生したご迷惑をお詫び申し上げます。プラグインベースのバックアップおよびリカバリーアーキテクチャへの移行に伴い、プロダクション**に移動する前にステージング環境で選択したプラグインを徹底的にテストし、ニーズを満たすようにワークフローと可観測性の統合が継続されることを確認することをお勧めします。。CloudNativePG がよりモジュール化された堅牢なエクスペリエンスを提供するように進化するにあたり、ご理解とご協力をいただきありがとうございます。

変更

- cnpg プラグインビルドマトリックスから 386 および ARM v5/v6/v7 アーキテクチャを削除し、公開されたバイナリ #7648 の数を削減します。

機能強化

- HugePages 設定を正しく考慮することにより、shared_buffers の検証を向上させ、正確なメモリ構成チェック #7864 を保証します。
- PostgreSQL ワーカープロセスの oom_score_adj を設定して、メモリ不足が発生した場合の優先順位付けを向上させます#7891 。
- ユーザーシークレットに fqdn-uri および fqdn-jdbc-uri フィールドを追加して、アプリケーションの接続文字列管理を簡素化し、DNS ベースの接続のベストプラクティス#7852 に合わせます。
- PostgreSQL システム識別子を追跡するために、Cluster ステータスに systemID フィールドと関連条件を追加しました。#7717 。

修正

- 接続プーラーにミューテックスを追加して、接続マップへの同時アクセスを保護し、高同時実行環境#7804 の安定性を向上させます。
- 指定されたプライマリを正しく検出することにより、レプリカクラスターインスタンスの順序を修正し、レプリカクラスターの安定性とスイッチオーバー操作を向上させました#8108 。
- PVC の VolumeAttributesClass のリコンサイル、ストレージの互換性とライフサイクル管理を強化する#7885 のサポートを追加しました。
- 内部ウェブサーバールーチンをノンブロッキングにして、負荷時の応答性を向上させました#8071 。
- ensureReplicationClientLeafCertificate エラーが not found メッセージ#8086 に正しい secretName を表示しない問題を修正しました。
- PostgreSQL でサポートされているパラメーターのみを更新することにより、無効な ALTER SUBSCRIPTION ステートメントを防止しました。 copy_data のようなサポートされていないオプションは、リコンシリエーションの失敗 7844 を回避するために無視されます。
- 接続プーラーの bootstrap-controller が resources 設定を正しく適用しない問題を修正しました #7922 。
- バックアップ中に targetPod が異常になった場合、オンラインバックアップはきれいに失敗するように保証、部分的または誤解を招くバックアップ#7944 。
- 障害後にバックアップリソースステータスが適切に設定されるように保証、オブザーバビリティとスクリプトの信頼性が向上します#7898 。
- liveness プローブの処理を改善して、不要な場合に不必要なタイムアウトを回避します#7902 。

バージョン 1.26.0

発売日 2025 年 5 月 23 日

重要な変更

- **CloudNativePG は公式に CNCF プロジェクトになりました** CloudNativePG は Cloud Native Computing FoundationCNCF に受け入れられ、その進化の重要なマイルストーンを示しました。この移行の一環として、プロジェクトは現在 **CloudNativePG、シリーズの LF プロジェクト、LLC** の下で管理され、長期的な持続可能性とコミュニティ主導のイノベーションを保証します。(#7203)

- **ネイティブ Barman クラウドサポートの非推奨** Barman Cloud のバックアップとリカバリーのネイティブサポートは非推奨であり、CloudNativePG バージョン 1.28.0 で完全に削除されます。現在のリリースでも引き続き利用できますが、スムーズでシームレスな移行を保証には、既存のクラスターから新しい Barman Cloud Plugin への移行を開始することを強くお勧めします。プラグインは、すべての新しい展開にも使用する必要があります。この変更は、CloudNativePG をバックアップに依存しないソリューションにするための最初のステップを示しており、ボリュームスナップショットのサポートもプラグインベースのアーキテクチャに移動したときに完全に実現します。(#6876)

- **Barman 3.4 以前のサポート終了** CloudNativePG は、機能検出フレームワークを含む Barman バージョン 3.4 以前をサポートしなくなりました。古いオペランドバージョン 2023 年 4 月より前を実行しているユーザーは、互換性の問題を回避するために、オペレーターをアップグレードする前にオペランドを更新する必要があります。(#7220)

- **ハイバネーションコマンドの変更** `kubectl` の `cnpg` プラグインの `hibernate on` および `hibernate off` コマンドは、宣言的ハイバーネーションのショートカットとして機能するようになりました。以前の命令的アプローチは、このメソッドを優先して削除されました。さらに、`hibernate status` コマンドは、その機能が標準の `status` コマンドでカバーされているため、削除されました。 **警告**宣言的ハイバーネーション方法に移行する準備ができている場合を除き、プラグインとオペレーターの両方をバージョン 1.26 にアップグレードしないでください。(#7155)

機能

- **PostgreSQL の宣言的オフラインインプレースメジャーアップグレード**より高い PostgreSQL メジャーバージョンを使用した新しいオペランドコンテナイメージがクラスターに適用される場合、オフラインインプレースメジャーアップグレードのサポートを導入しました。アップグレード中に、すべてのクラスターポッドがシャットダウンして、データの一貫性を保証します。新しいジョブが作成され、アップグレード条件を検証し、`pg_upgrade` を実行し、必要に応じて `PGDATA` の新しいディレクトリ、WAL ファイル、およびテーブルスペースをセットアップします。アップグレードが完了すると、レプリカが再作成されます。失敗したアップグレードは宣言的にロールバックできます。(#6664)

- **レプリカのスタートアップと準備状況プローブの改善** PostgreSQL インスタンスでの Kubernetes のスタートアップと準備状況プローブのサポートを強化し、ストリーミングラグに基づいてレプリカの制御を強化します。(#6623)

- **拡張機能とスキーマの宣言管理**データベースリソースに `extensions` および `schemas` スタンザを導入して、データベース内で PostgreSQL 拡張機能とスキーマを宣言的に作成、変更、およびドロップします。(#7062)

機能強化

- プライマリインスタンスのネットワーク分離検出を使用して liveness プローブを強化するオプトイン実験機能を導入しました。この機能は、`alpha.cnpg.io/livenessPinger` アノテーション#7466 を介して有効にできます。
- `STANDBY_TCP_USER_TIMEOUT` オペレーター構成設定を導入し、ユーザーはオペレーターによって管理されるすべてのスタンバイインスタンスで `tcp_user_timeout` パラメーターを指定できます。 (#7036)
- `DRAIN_TAINTS` オペレーター構成オプションを導入し、ユーザーがどのノードテイントがノードがドレインされていることを示すかをカスタマイズできます。これは、`node.kubernetes.io/unschedulable` をドレイン信号としてのみ認識する以前の修正された動作を置き換えます。(#6928)
- 最新の既知の Pod IP #7546 を追跡するために、 `Cluster` リソースの `status` に新しいフィールドを追加しました。
- `pg_extensions` メトリックを追加し、インストールされた PostgreSQL 拡張機能とその利用可能な最新バージョンに関する情報を提供します。(#7195)
- `KUBERNETES_CLUSTER_DOMAIN` 構成オプションをオペレーターに追加し、ユーザーが Kubernetes クラスター内で生成された完全修飾ドメイン名 FQDN のドメインサフィックスを指定できるようにします。設定されていない場合、デフォルトの `cluster.local` が使用されます。 (#6989)
- `cnpg.io/validation` アノテーションを実装し、ユーザーが CloudNativePG 管理リソースで検証 Webhook を無効にできるようにします。無制限の変更が許可されるため、使用には注意してください。(#7196)
- JSON パッチで `cnpg.io/podPatch` アノテーションを使用して PostgreSQL インスタンスポッドにパッチを適用するサポートを追加しました。これにより、オペレーターの予想と Kubernetes の動作の間の相違が発生する可能性があるため、注意して使用する必要があります。(#6323)
- PostgreSQL 18 での `pg_stat_wal` メトリックの収集のサポートを追加しました。 #7005
- Azure ボリュームのサイズを正しく変更する必要がなくなったため、`ENABLE_AZURE_PVC_UPDATES` 構成を削除しました。 Azure CSI ドライバーには、バージョン 1.11.0 の時点で必要な修正が含まれています。 (#7297)
- `.spec.backup.barmanObjectStore` および`.spec.backup.retentionPolicy` フィールドは、外部 Barman Cloud プラグインを優先して非推奨になり、これらのフィールドが `Cluster` 仕様#7500 で使用される場合、アドミッション Webhook によって警告が出力されるようになりました。
- Barman Cloud _非推奨_を介して WAL ファイルをアーカイブする場合の LZ4、XZ、および Z 標準圧縮方法のサポートを追加しました。(#7151)
- CloudNativePG インターフェイス CNPG-I
- プラグインは、 `EVALUATE` 動詞を実装することによりインスタンスのロールアウトをトリガーできるようになり、プラグインによる変更が適切にリコンサイルされるように保証します。(#7126)
- スナップショットの復元中に CNPG-I プラグインを介して WAL リカバリーのサポートを導入しました。(#7284)

セキュリティ

- オペレーター展開の `imagePullPolicy` を `Always` に設定して、イメージが常にレジストリから取得されるようにし、古いまたは安全でない可能性のあるローカルイメージを使用するリスクを削減します。(#7250)

修正

- レプリカ構成で `dbname` パラメーターを `primary_conninfo` に追加することにより、PostgreSQL 17 のネイティブレプリケーションスロット同期と論理レプリケーションフェイルオーバーを修正しました#7298
- プラグインが WAL ファイルの検索に失敗した場合、`externalCluster` ソースで定義されたツリー内 `barmanObjectStore` 構成へのフォールバックを防止する WAL 復元操作の回帰を修正しました #7507
- WAL アーカイブにフェイルファストメカニズムを導入することにより、バックアップ効率が向上し、予期しないプライマリ降格をより迅速に検出でき、不必要な再試行を回避できます#7483
- 要求された数を超えて 1 つの追加のワーカープロセスが生成される可能性があるパラレル WAL アーカイブの off-by-one エラーを修正しました#7389
- PostgreSQL 構成を更新するときにオペレーターが 2 つのスイッチオーバーを実行する原因となった競合状態を解決しました。(#6991)
- ターゲットプーラーおよびクラスターポッドの `matchLabels` スコープを調整することにより、`PodMonitor` 構成を修正しました。以前は、 `matchLabels` の範囲が広すぎるため、誤ってクラスターからラベルを継承し、意図しないターゲットからデータ収集が発生していました。(#7063)
- `shared_buffers` 構成で欠落している単位 MB、GB などのクラスターの Webhook 警告を追加しました。これは、将来のリリースではエラーになります。ユーザーは構成を更新して、明示的なユニットたとえば、`512` の代わりに `512MB` などを含める必要があります。 (#7160)
- ボリュームスナップショットの作成中のタイムアウトエラーを再試行可能なものとして扱い、不要なバックアップの失敗を防ぎました。(#7010)
- OLM での UI 問題を回避するために、`.spec.postgresql.synchronous.dataDurability` のデフォルトロジックを CRD から Webhook に移動しました。 (#7600)
- CloudNativePG インターフェイス CNPG-I
- プラグインの TLS 証明書が変更された場合の自動リロードを実装しました。(#7029)
- プラグインを使用してバックアップを実行するときに、オペレーターがプラグイン接続を適切に閉じるようにしました。(#7095, #7096)
- プラグインを使用する場合、以前のプライマリノードで WAL をアーカイブできない問題を修正しました。(#6964)
- ローカルプラグイン操作のタイムアウトを削除し、より長いバックアップまたは WAL アーカイブの実行中の障害を回避することにより、CNPG-I のパフォーマンスと復元力を向上させました#7496。
- `cnpg` プラグイン
- `logs pretty` コマンドのバッファサイズを増加して、より大きなログ出力をより適切に処理します #7281。

-

- `plugin-name` パラメーターはプラグインベースのバックアップに必要であり、非プラグインバックアップ方法では許可されないように保証#7506
- `primaryUpdateMethod` が `restart` に設定されている場合、命令的再起動中にプライマリポッドが再作成され、その定義をレプリカと調整します。(#7122)

変更

- 新しいクラスター定義に合わせて、デフォルトの PostgreSQL バージョンを 17.5 に更新しました。(#7556)
- 新しい `Pooler` 展開#7399 用に、デフォルトの PgBouncer バージョンを **1.24.1** に更新しました。

サポートされているバージョン

- Kubernetes 1.33、1.32、1.31、および 1.30
- PostgreSQL 17、16、15、14、および 13 - PostgreSQL 17.5 がデフォルトのイメージです。PostgreSQL 13 のサポートは 2025 年 11 月 12 日に終了します

58.3.13 Release notes for CloudNativePG 1.27

CloudNativePG の 1.27 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.27.4

発売日 2026 年 3 月 31 日

> **警告**
>
> これは、1.27.x シリーズの最後のリリースです。 1.27 はサポートされていないため、新しいマイナーバージョンにアップグレードすることを強くお勧めします。

重要な変更

- ネイティブツリー内 Barman Cloud サポートの非推奨通知を更新して、1.29.0 ではなく CloudNativePG 1.30.0 で削除されることを反映しています。ユーザーは引き続き Barman Cloud プラグインに移行することをお勧めします。 (#10167)

機能強化

- TLS 暗号スイートと最小/最大 TLS バージョンの詳細な構成のサポートにより `Pooler` CRD を改善しました。これにより、管理者は、プーラーからクライアント、およびプーラーからサーバーへの接続に関する厳密なセキュリティコンプライアンス要件を満たすことができます。@alex1989hu による投稿。 (#9571)

- アップグレードジョブで `BackoffLimit=0` を設定することにより、メジャーアップグレードの信頼性が向上し、失敗した `pg_upgrade` の不必要な再試行を防止します。ユーザーがコンテナイメージを元に戻すときに、オペレーターは失敗したジョブを自動的に削除するため、クラスターが元のバージョンで正常に再起動できます。(#10104 、 #10298)
- 各調整サイクルの前にインスタンスがプライマリであることを確認することによりロール管理を向上させ、読み取り専用レプリカでの不要な調整試行と偽のエラーメッセージを回避します。(#9971)
- 1.29 で導入された `extensions` 、`bin_path` 、および `env` フィールドを受け入れるように `Cluster` 、`ImageCatalog` 、および `ClusterImageCatalog` の CRD スキーマを拡張しました。オペレーターは古いバージョンでこれらのフィールドを無視しますが、スキーマでそれらを受け入れることにより、ユーザーは異なる CNPG バージョンを実行しているクラスター間で単一のマニフェストを共有できます。(#10131 、 #10387)
- オペレーターは、クラスターに新しい PVC を追加するときに `primaryUpdateMethod` を優先するようになりました、ストレージの拡張または追加中にロールアウト戦略たとえば、スイッチオーバー対リスタートが尊重されるようにします。(#9720)

セキュリティとサプライチェーン

- **セキュリティベストプラクティスの統合** OpenSSF ベースラインスキャナーを統合し、`SECURITY-INSIGHTS.yaml` ファイルをリポジトリに追加して、業界標準のセキュリティレポートと調整します。(#10054 , #10062)
- **SLSA 来歴と SBOM** リリースバイナリとコンテナイメージに SLSA サプライチェーンレベルソフトウェアアーティファクトの来歴を追加しました。さらに、GoReleaser パイプライン内のソフトウェア部品表 SBOM 生成を有効にして、依存関係の透明性を向上させました。(#10048 , #10074)
- **パスワード漏洩防止** PostgreSQL が特定の調整フェーズ中にログにロールパスワードを漏洩する可能性がある潜在的なセキュリティリスクを修正しました。(#9950)

変更

- デフォルトの PostgreSQL バージョンを 18.3 イメージ `18.3-system-trixie` に更新しました。(#10090)

修正

- ディスク領域チェックがインスタンスマネージャーの起動をブロックしたため、WAL ディスクがいっぱいになったときにフェンシングアノテーションを処理できない問題を修正しました。チェックは、ライフサイクルループの後半で、フェンシングが評価された後、実行されるようになりました。(#10302)
- 初期ブートストラップに使用される `VolumeSnapshot` が削除されている場合、レプリカが `Pending` 状態でスタックしてしまう問題を修正しました。オペレーターは、使用前にスナップショットの存在を検証するようになりました。スナップショットが見つからない場合は、次の利用可能な候補を使用しようとするか、`pg_basebackup` にフォールバックします。(#10192)
- 「監視対象プライマリ」ロールアウト戦略が、以前にスケジュールされた更新の遅延を引き起こしていた、使用可能なすべてのロールアウトスロットを消費しないようにしました。@ermakov-oleg による寄稿。(#9977)

- 特定のホットスタンバイパラメーターの変更がレプリカクラスターに正しく適用されなかった問題を修正しました。(#9952)
- 「Continue」結果が返されたときに後続のプラグインをスキップする可能性がある CNPG-I リコンサイラーフックのバグを修正しました。@sharifmshaker による寄稿。 (#9978)
- 現在ポッドに接続されていない PVC のファイルシステムのサイズを変更しようとしたときに発生したデッドロックシナリオを修正しました。@jmealo による寄稿。 (#9981)
- `ConnectionParameters` で構成された外部クラスターを受け入れるようにブートストラップリカバリソースの Webhook 検証を修正しました `pg_basebackup` ベースのリカバリーの場合。以前は、Barman オブジェクトストアまたは CNPG-i プラグインも構成されていない限り、これらは誤って拒否されました。(#10268)
- 拡張機能とテーブルスペースのボリューム名に接頭辞が付けられ、標準のクラスターボリュームとの名前の衝突を回避します。(#9973)
- 正常でないクラスターを冬眠させる場合、オペレーターは `WaitingForHealthy` 条件を報告するようになり、`cnpg status` を介して遅延されたハイバーネーション状態を可視化します。 (#10193)
- ターゲットポッドが存在しない場合でも、フェンシングが正しく動作するように修正しました。フェンシングはクラスターレベルのアノテーションで動作し、ポッドの存在に依存しないでください。インスタンス名の検証は、`cnpg fencing on` コマンドでのみ実行されます。 (#10035)
- クラスターおよびプーラーサービスリコンサイラーを修正して、パッチ更新戦略を使用するときにすべての仕様フィールドの変更を正しく処理します。リコンサイラーは RFC 7386 JSON マージパッチを使用するようになり、クラウドプロバイダー設定フィールド `loadBalancerClass` など 誤って削除されるのを防ぎます。 (#10190 、 #10311)
- パラレル WAL リストアに影響を与える非推奨のツリー内 Barman Cloud バックアップ実装の競合状態を修正しました。ここで、プリフェッチされたファイルはダウンロード中に読み取られる可能性があり、「invalid Checkpoint Record」エラーで PostgreSQL のリカバリーが失敗します。 (#10285)
- タイムライン履歴ファイルの検証を修正して、プラグインベースの WAL リストアにも適用されます。以前は、 #9650 で導入された保護はツリー内リストアのみをカバーしており、プラグインがチェックをバイパスして将来のタイムライン履歴ファイルをダウンロードできるため、レプリカでタイムライン不一致エラーが発生していました。(#9849)
- cnpg プラグイン
- cnpg プラグインは、ImagePullSecret を `pgbench` ジョブポッドテンプレートに正しく伝播するようになりました。 (#10174)

バージョン 1.27.3

発売日 2026 年 2 月 5 日

機能強化

- バックアップおよびリカバリ操作のための Azure の `DefaultAzureCredential` 認証メカニズムのサポートを追加しました。これは、バックアップ構成で `azureCredentials.useDefaultAzureCredentials: true` を設定することにより有効にでき、明示的なストレージアカウントキーまたは SAS トークンを必要とせずに Azure 環境での認証を簡素化します。(#9468)

修正

- アンダースコアを含む PostgreSQL 拡張機能名の検証を修正しましたたとえば `pg_partman` 、`pg_ivm` 。アンダースコアを含む拡張機能名は、マウントパスに元の名前を保持しながら、Kubernetes ボリューム名にハイフンを使用するように自動的にサニタイズされます。Webhook 検証は、サニタイズ後の名前の競合を防ぎます。@shusaan さんからの投稿。 (#9386)

- メジャーバージョンのアップグレード後に、クラスターステータスの `TimelineID` が 1 にリセットされない重要な問題を修正しました。 `pg_upgrade` は新しいタイムラインを初期化するため、古い ID たとえばタイムライン 2 を保持すると、レプリカがオブジェクトストレージから互換性のない履歴ファイルを復元しようとし、致命的な「要求されたタイムラインはこのサーバーの履歴の子ではありません」エラーが発生しました。(#9830)

- レプリカが将来のタイムラインからタイムライン履歴ファイルをダウンロードしようとすることにより、クラッシュループに入る可能性があるバグを修正しました。これは、古いファイルが以前のクラスターライフから WAL アーカイブに残り、レプリカがリカバリ中に誤ってそれらを取得しようとした場合に発生しました。(#9650)

- 指定されたプライマリ移行中の `replica_cluster` セットアップの競合状態を修正し、レプリカクラスターでの一時的な「プライマリなし」状態を防止します。(#9601)

- バックアップコントローラは、一意のインスタンスセッション ID を使用して、インスタンスマネージャーの再起動を検出するようになりました。これにより、基になるコンテナがクラッシュして再起動した場合、オペレーターがバックアップがまだ進行中であると誤って仮定するのを防ぎます。これにより、以前は孤立したバックアップオブジェクトが発生しました。(#9370)

- 明示的な資格情報ストレージキーまたは SAS トークンなどを使用する場合に `storageAccount` が必要とされなかった Azure オブジェクトストア構成の検証ギャップを修正しました。オペレーターは、これらの場合にストレージアカウント名が提供され、`connectionString` が他の認証パラメーターと相互排他的であることを適用するようになりました。(#9604)

- クラスターが削除対象としてマークされると、オペレーターがすぐにリソースのクリーンアップを開始するように、削除パスを最適化しました。これにより、内部調整ループの待機中にクラスターが `Terminating` ステータスに留まる時間が大幅に削減されます。 (#9555)

- 機能が無効になっている場合、またはクラスターが再構成されているときに、レプリケーションスロットがレプリカから適切にドロップされない問題を修正しました。これにより、未使用のスロットがプライマリで WAL のビルドアップを発生させないようになります。(#9381)

- `Pooler` 用に作成された `ServiceAccount` に `imagePullSecrets` が追加されない問題を修正しました。以前は、これらのシークレットは展開には適用されましたが、SA には適用されなかったため、特定のセキュリティポリシーを使用して制限された環境でイメージのプルに失敗しました。(#9427)

- オペレーターが `PodMonitor` を削除する前に、所有権を確認するチェックを追加しました。これにより、オペレーターが、予想される CNPG リソースと名前を共有する手動管理モニタリングリソースを誤って削除するのを防ぎます。@juliamertz による寄稿。 (#9340)

- `pg_stat_archiver` メトリックが、スイッチオーバー後にスタンバイインスタンスで古いデータを報告し続けるバグを修正しました。PostgreSQL はプライマリで有効なアーカイバー統計のみを提供するため、エクスポーターはスタンバイでこれらのメトリックをスキップするようになりました。(#9411)

- リカバリー `targetTime` のタイムスタンプ形式の解釈を明確にしました。明示的なタイムゾーンなしで提供されたタイムスタンプは、一貫して UTC として解釈されるようになりました。@pchovelon による寄稿。 (#8937)
- バックアップステータスの更新を修正して、コンカレント更新中の「リソースが変更されました」エラーを防ぎます。(#9551)
- バックアップポッドが見つからない場合に、正しいポッド名を使用するようにイベントレポートを修正しました。(#9552)
- 非常に多くの履歴バックアップを持つクラスターのスケジュールされたバックアップ操作のパフォーマンスの向上。(#9489)
- `Database` オブジェクトのファイナライザーを削除する際のエラー処理を修正しました。(#9431)
- cnpg プラグイン:
- `skipWalArchiving` アノテーションがクラスターに存在する場合に「Disabled」を表示するように `status` コマンドを更新しました。これは、WAL アーカイブが意図的にバイパスされる場合の、混乱を招く「起動中」または「不明」状態を置き換えます。#9709 !– 1.27 1.25 –>
- `logs --follow` コマンドを修正して、現在のログストリームがすべて完了したときに途中で終了するのではなく、新しいポッドのポーリングを継続します。(#9599)

バージョン 1.27.2

発売日 2025 年 12 月 9 日

> **警告**
>
> バージョン 1.27 は 2026 年 3 月 9 日までサポートされます。

変更

- デフォルトの PostgreSQL バージョンを `18.1-system-trixie` に更新しました。 (#9178)
- 新しい `Pooler` 展開用に、デフォルトの PgBouncer バージョンを **1.25.1** に更新しました。 (#9367)

機能強化

- 識別と管理を簡単にするために、PostgreSQL `majorVersion` を `Backup` オブジェクトのステータスに追加しました。 (#8464)
- `PGBOUNCER_IMAGE_NAME` オペレーター構成パラメーターを追加して、デフォルトの PgBouncer イメージをオーバーライドできるようにします。これは、エアギャップ環境または内部レジストリを使用する場合に役立ちます。(#9232)
- cnpg プラグイン:
- クラスターサイズの計算などのファイルシステム操作のタイムアウトを構成するための `kubectl cnpg status` コマンドに`--timeout` フラグを追加しました。デフォルトは 10 秒のままですが、操作に時間がかかる場合がある大規模なクラスターの場合、調整できます。#9201)

- cnpg report を改善して、よりシェルフレンドリーなファイル名を生成しました。(#8984)

修正

- 一時的な Kubernetes API サーバーの接続問題に対するすべてのプローブタイプライブネス、準備状況、およびスタートアップの復元力の向上。プローブは、短時間のネットワークの中断中にキャッシュされたクラスター定義にフォールバックするキャッシュメカニズムを使用するようになり、不必要なポッドの再起動とプローブの失敗を防ぎます。(#9148)

- CNPG-I バックアップ/WAL プラグイン plugin-barman-cloud などを使用してボリュームスナップショットから復元するときに正しく実行されるように CheckEmptyWalArchive セーフガードを修正しました。以前は、このチェックはプラグインベースの実装でスキップされていました。(#9306)

- ImageCatalog の取得が失敗した場合のエラー報告を改善しました。オペレーターは Warning イベントを発行し、NotFound エラーだけでなくすべての障害タイプのエラーをログに記録するようになり、構成の問題の可視性が向上しました。(#9266)

- cnpg.io/pluginServerName アノテーションを追加することにより、CNPG-I プラグインに接続する際の TLS 証明書検証の問題を修正しました。これにより、プラグインの証明書がサービス名とは別の DNS 名を使用する環境で、証明書の検証に使用される DNS 名をカスタマイズできます。(#9222)

- インスタンスマネージャーコントローラがエラーの後に再起動に失敗し、「コントローラは既に存在します」メッセージを報告する問題を修正しました。コントローラは、後続の初期化試行に SkipNameValidation を使用するようになりました。 @mateusoliveira43 による寄稿。 (#9123)

- 宛先パスが絶対である場合、プラグインでの誤った WAL 復元パスの処理を修正し、パスの重複の問題を防ぎます。@Endevir による寄稿。 (#9093)

- PostgreSQL 13+との下位互換性があるように、マルチテーブルパブリケーションの CREATE PUBLICATION SQL 生成を修正しました。以前に生成された構文は PostgreSQL 15+でのみ有効であり、古いバージョンでは構文エラーが発生しました。 (#8888)

- インデックスではなく名前で postgres コンテナを確実に選択することにより、複雑なポッド定義でのバックアップの失敗を修正しました。@Joda89 による寄稿。 (#8964)

- cnpg プラグイン

- cnpg report ログ収集、特に以前のログを取得する場合のバグを修正しました。コレクターは、以前のログと現在のログを別の要求で正しく取得し、欠落している以前のログたとえば、再起動履歴のないコンテナを適切に処理し、現在のログが常に収集されるようにします。(#8992)

バージョン 1.27.1

発売日 2025 年 10 月 23 日

変更

- Barman Cloud のネイティブインコアサポートの廃止を少なくともバージョン 1.29 に遅延しました。#8670

- postgres-containers および postgis-containers イメージとイメージカタログアーティファクトの新しい形式を採用し、デフォルトの PostgreSQL バージョンを 18.0-system-trixie に **更新** PostgreSQL 18 がサポートされるようになりました。 (#8578 、 #8760 、 #8558)

- Cluster および Pooler リソースの monitoring.enablePodMonitor フィールドを非推奨にしました。このフィールドは、将来のリリースでは削除される予定です。PodMonitor リソースに依存するユーザーは、代わりに手動で作成する必要があります。#8753

機能強化

- 以前にハードコードされた PgBouncer auth_type 、server_tls_sslmode 、および client_tls_sslmode 設定をオーバーライドするサポートを追加しました。デフォルト値は以前の動作と一貫性のあるままですが、必要に応じてカスタマイズできるようになりました。#8674
- PostgreSQL のスマートで高速なシャットダウンの前に CHECKPOINT ステップを追加して、特に checkpoint_timeout が高いシステムで、シャットダウン時間とレプリカプロモーション時間を削減します。#8867
- 公式 postgres-containers プロジェクトに基づいて、非推奨またはサポートされていない OS バージョンのインスタンスマネージャーに警告を追加しました。#8601
- 証明書解析エラーレポートが改善されました。障害は、汎用メッセージの代わりに特定のエラーをログに記録するようになりました、トラブルシューティングを支援します。これは、Go 1.25.2 および 1.24.8 の CVE-2025-58187 修正後に特に関連しており、無効な DNS SAN の解析失敗をトリガーする可能性があります。 #8801
- 他のブートストラップ方法と一貫して、 pg_basebackup 方法を使用してクラスターをブートストラップするときに、宛先 WAL アーカイブパスが空であることを確認するチェックを追加しました。#8895
- 休止状態のクラスターでバックアップが実行されないように検証を追加しました。このようなクラスターで試行されたバックアップは、標準の前提条件チェックパターンに従って、ClusterIsHibernated の理由で失敗するようになりました。 #8870
- pprof プロファイリングのサポートを追加しました。インスタンスは、高度なデバッグのために Cluster リソースに alpha.cnpg.io/enableInstancePprof アノテーションを追加することにより、pprof ツールを有効にできるようになりました。 #7876
- cnpg プラグイン:
- Ryan Wallner が提供した、フレキシブル I/O テスター FIO イメージを wallnerryan/fiotools-aio:v2 に更新しました。 #8847
- cnpg status backup コマンドを強化して、barman-cloud ベースのバックアッププラグインを使用する場合のより詳細なステータス情報を提供します。(#8780 、 #8690)

修正

- パラレル WAL リカバリーでカスタム WAL セグメントサイズを使用する場合のバックアップ復元の失敗を修正しました。オペレーターは、復元中に WAL の終わりファイルマーカーを管理しないため、バックアップが複数の WAL セグメントにまたがる場合のエラーを防ぎます。#8873
- 以前のマイナーバージョンからのボリュームスナップショットが誤って使用され、レプリカ作成を最適化する可能性があるメジャーアップグレードのバグを修正しました。#8475
- 新しいクラスターをブートストラップする前にアプリケーションユーザーのシークレットを待機するように initdb を修正し、潜在的な競合状態を防止します。 #8663

- 同期レプリケーションを使用する 2 つのインスタンスのみを含むクラスターで正常に動作するようにクォーラムベースのフェイルオーバーを修正しました。#8680
- 内部構成フィールドを無視するように構成ハッシュ計算を修正し、不必要な調整を防ぎます。#8868
- cnpgi プラグインの接続再試行ロジックを修正しました。調整ループは、接続プールの変更を正しく検出し、指数バックオフを使用して「クローズドプール」エラーを削減します。#8554
- バックアッププラグインと連携するように、レプリカのスケーリング中のボリュームスナップショットの使用を修正しました。以前は、この最適化はツリー内バックアップ実装でのみ利用できましたが、バックアッププラグインを使用するクラスターは、新しいレプリカを作成するときにボリュームスナップショットを活用できるようになりました。#8506
- ブートストラップコントローラの init コンテナの設定を正しく継承するように Pooler テンプレートを修正しました。 #8394
- Webhook エラーを修正して、Pooler の正しい API グループ postgresql.cnpg.io とバックアップ Webhook を使用し、一貫した API エラーレポートを保証します。#8485
- エラーを処理する際のハイバーネーションリコンサイラーの潜在的な nil ポインター逆参照を修正しました。@PascalBourdier による寄稿。 #8756
- 呼び出し元が誤って共有データを変更する可能性がある環境キャッシュの問題を修正しました。LoadEnv ファンクションは、キャッシュされた環境スライスのコピーを結果、ミューテーションがキャッシュに影響を与えるのを防ぐようになりました。#8880

バージョン 1.27.0

発売日 2025 年 8 月 12 日

重要な変更

- *Liveness Probe* のデフォルト動作が更新されました。 *isolated primary is now forcibly shut down*

設定された livenessProbeTimeout デフォルト 30 秒以内。

機能

- **PostgreSQL 拡張機能の動的なロード** OCI 準拠のコンテナイメージとしてパッケージされた PostgreSQL 拡張機能を、インスタンスポッド内の読み取り専用の不変ボリュームとしてマウントするための .spec.postgresql.extensions スタンザを導入しました。これにより、ベースイメージを再構築せずに動的な拡張機能管理が可能になります。#7991 。
- **HA クラスターでの論理デコードスロットの同期** spec.replicationSlots.highAvailability の下に synchronizeLogicalDecoding フィールドを追加して、高可用性クラスター全体で論理デコードスロットの自動同期を有効にし、パブリッシャーフェイルオーバー#7931 後に論理レプリケーションサブスクライバーがシームレスに継続できるようにします。
- **プライマリ分離チェック** 1.26 で導入された liveness pinger 実験機能を安定版に昇格させ、.spec.probes.liveness.isolationCheck セクションを追加してデフォルトで liveness プローブのプライマリ分離チェックを有効にします。これにより、Kubernetes 環境#7845 でのプライマリ接続問題の検出と処理が向上します。

機能強化

- クォーラムベースのフェイルオーバーを有効にして、フェイルオーバーイベント中の安全性とデータの耐久性を向上させるオプトイン実験機能を導入しました。この機能はフェイルオーバークォーラムとも呼ばれ、`alpha.cnpg.io/failoverQuorum` アノテーションを介してアクティブ化できます。#7572 。
- `streaming_replica` などの事前定義されたユーザーのユーザーマップのサポートを追加し、厳密なポリシーまたは共有 CA を持つ環境で異なるコモンネームを持つ自己管理クライアント証明書を使用できますが、レプリカは引き続き有効にします `streaming_replica` ロール #7725 を使用してクラスターに参加できます。
- `Cluster` ステータスに新しい `PhaseFailurePlugin` フェーズを追加して、プラグイン関連の障害 #7988 の可観測性を向上させます。
- `Backup.spec` フィールドを作成後に不変にし、バックアップ操作の一貫性と予測可能性を保証します#7904 。
- ユーザーシークレットに `fqdn-uri` および `fqdn-jdbc-uri` フィールドを追加して、完全修飾ドメイン名ベースの接続文字列#7852 の取得を簡素化します。
- CNPG-I
- `Postgres` インターフェイスのサポートを CNPG-I オペレーターに追加し、プラグインベースのアーキテクチャ#7179 に向けた移行を継続します。
- `metrics` 機能を CNPG-I インスタンスウェブサーバーに追加し、インスタンスから直接メトリックの公開を有効にします可観測性の向上#8033 。

修正

- `switchover` ストラテジーを使用して `barman-cloud` プラグインに移行する場合のブロック解除されたロールアウト。プラグインサポートの欠如により WAL アーカイブが失敗した後、元のプライマリポッドが正常に再起動するようになりました。#8236

サポートされているバージョン

- Kubernetes 1.33、1.32、および 1.31
- PostgreSQL 17、16、15、14、および 13 - PostgreSQL 17.5 がデフォルトのイメージです。PostgreSQL 13 のサポートは 2025 年 11 月 12 日に終了します

58.3.14 Release notes for CloudNativePG 1.28

CloudNativePG の 1.28 マイナーリリースのユーザーに表示される変更の履歴。

変更の完全なリストについては、 commits を参照してください。

GitHub のリリースブランチで。

バージョン 1.28.4

発売日 2026 年 6 月 29 日

> **警告**
>
> これは、1.28.x シリーズの最後のリリースです。 1.28 はサポートされていないため、新しいマイナーバージョンにアップグレードすることを強くお勧めします。

重要な変更

- ネイティブツリー内 Barman Cloud サポートの非推奨通知を更新して、1.30.0 ではなく CloudNativePG 1.31.0 で削除されることを反映しています。ユーザーは引き続き Barman Cloud プラグインに移行することをお勧めします。 (#11083)
- `cluster` 参照は、`Database` 、`Pooler` 、`Publication` 、`Subscription` 、および `ScheduledBackup` リソースで不変になりました。別のクラスターでこれらのオブジェクトのいずれかをポイントすることには、明確に定義されたセマンティクスがなく、以前はコントローラを一貫性のない状態のままにしました。更新は、CEL 検証ルールを介して API サーバーで拒否されるようになりました。(#10743)

機能強化

- ラベルセレクターを `Cluster` スケールサブリソース `status.selector` に追加し、`Cluster` を垂直ポッドオートスケーラー VPA および水平ポッドオートスケーラー HPA の有効な `targetRef` にします。`Cluster` をインスタンスポッドにマッピングできるようになりました。@sebv004 による寄稿。(#8996)
- プライマリポッドが kubelet パースペクティブから `Ready` であるが、オペレーターの/pg/status チェックが失敗し、フェイルオーバーが遅延される場合、オペレーターは `Cluster` で `Warning PrimaryStatusCheckFailed` イベントを発行するようになり、ユーザーに `kubectl describe cluster` を介して遅延を可視化します。 (#10509)
- オペレーターは、ポッドがロールされたときに CNPG-i プラグインを自動的にリロードするようになりました。`EndpointSlices` バッキングプラグイン `Services` を監視し、新しいポッドが `Ready` になるとプラグインを使用してすべてのクラスターを再エンキューするため、アップグレードされたプラグインは待機せずに選択されます次の再同期。(#10836)

セキュリティとサプライチェーン

- **``CVE-2026-55769`` / ``GHSA-x8c2-3p4r-v9r6`` オペレーター発行の接続での ``search_path`` ピンニング**データベース所有者は `public` スキーマにオーバーロードされたビルトイン演算子を植え、`search_path` を変更して、クラスタースーパーユーザーとして実行される演算子イントロスペクションプローブがこれらのオーバーロードを解決できるように `pg_catalog` の前に、 `COPY ... FROM PROGRAM` を介してポッド内 RCE につながる可能性がある `CWE-426` 特権エスカレーションチェーン `CVE-2018-1058` と同じクラス。オペレーターは、プールされたすべての接続に `search_path = pg_catalog, public, pg_temp` を固定するため、起動メッセージで出荷され、テナント制御のデフォルトより優先されます。(#10774 、

GHSA-x8c2-3p4r-v9r6)

- **``CVE-2026-55765`` / ``GHSA-w3gf-xc94-wvmj`` オペレーターサイドの SCRAM-SHA-256 パスワードエンコーディング**オペレーターは現在 SCRAM-SHA-256 が `CREATE/ALTER ROLE ... PASSWORD` を発行する前にクリアテキストロールパスワードをエンコードするため、リテラル PostgreSQL が解析および `pg_stat_statements` などの拡張機能または `pgaudit` がキャプチャする場合があります）は、平文シークレットではなく SCRAM ベリファイアです。事前ハッシュされた MD5 または SCRAM 値は変更せずに転送され、シークレットごとのアノテーション `cnpg.io/passwordPassthrough: "enabled"` はオプトアウトします。 (#10724 、

GHSA-w3gf-xc94-wvmj)

変更

- Kubernetes 1.35 のサポートを追加し、Kubernetes 1.36 での単体テストを有効にしました。 (#10900)
- デフォルトの PostgreSQL バージョンを 18.4 に更新しました。 (#10719)
- パブリッククラウドプロバイダーでオペレーターのテストに使用される Kubernetes バージョンを更新しました。(#10720 , #10563 , #11033)

修正

- 有効な PostgreSQL パラメーター名ではないキーを受け入れる `spec.postgresql.parameters` を修正しました。これにより、`postgresql.conf` に任意の指示子を注入する可能性があります。キー名が Webhook によって検証されるようになりました。(#11029)
- クラスターがレプリカに降格された後、古いプライマリ側のステータスを報告する宣言的な `Database` 、`Publication` 、および `Subscription` オブジェクトを修正しました。コントローラはレプリカの状態を再チェックし、`Cluster` を監視するようにして、降格がすぐに検出されるようにします。 (#10871)
- 対応する `Job` および PVC が作成される前にインスタンスシリアルカウンタが進められたことが原因で発生した非シークエンシャルのポッド名たとえば`-1` 、`-3` を修正した。バンプは、これらのリソースが存在した場合にのみ持続されるようになりました。(#10491)
- WAL-archiver プラグインが既存のクラスターで有効になっている場合のスイッチオーバーデッドロックを修正しました。`primaryUpdateMethod: switchover` では、クリーンな降格にはまだ不足しているアーカイバーサイドカーが必要であるため、プライマリをロールアウトできませんでした。オペレーターはプライマリポッドを再作成するため、サイドカーが挿入され、アーカイブが再開されます。このチェックは、Barman Cloud プラグインなどのネイティブサイドカー `restartPolicy: Always` を備えた init コンテナとしてアーカイバーを注入するプラグインもカバーしています。(#11032 , #11059)
- インスタンス作成ジョブがバックオフ制限を使い果たしたときに、クラスターが `Setting up primary` に無期限に滞在する問題を修正した。オペレーターは、ターミナルジョブの障害を検出し、クラスターを回復不可としてマークし、失敗したジョブに名前を付け、そのログをポイントします。(#11035)
- ファイナライザーリコンサイラーの前にレプリカゲートが実行され、ファイナライザーがリリースされない、レプリカクラスターの `Terminating` で行き詰まった `Database` 、`Publication` 、または `Subscription` の削除を修正しました。レプリカでは、PostgreSQL オブジェクトはプライマリクラスターに残されます。(#10853)

- 生き残った CR が所有する PostgreSQL オブジェクトをドロップする `delete` 再利用ポリシーと競合する重複 `Database` または `Subscription` を修正しました。ドロップは、記録された調整に基づいてゲートされるようになりました。(#10870)
- キャッシュされたシークレットバージョンが無効化されず、パスワードが再適用されなかったため、スーパーユーザーアクセスが無効になってから再度有効になった後、`postgres` スーパーユーザーがロックアウトされたままになる問題を修正した。@mhartmann-jaconi によって診断されました。(#10834)
- バックアップが `running` に到達する前に、バックアップを実行しているインスタンスマネージャーが再起動された場合たとえば、オペレーターのアップグレードに続くインプレースアップグレードによって、バックアップが `started` フェーズでスタックする問題を修正した。調整が再スケジュールされるため、失われたセッションが検出されます。(#10859)
- 並列 `Backup` オブジェクトが競合した場合のリソースリークを修正しました。バックアップは厳密に作成時の順序で実行されるようになりました、したがって、既に実行中のバックアップが新しいバックアップにプリエンプトされることはなく、そのレプリケーションスロットと PostgreSQL セッションは、プライマリで孤立しなくなりました。@GabriFedi97 による寄稿。(#10747)
- 参照されたシークレットを取得できなかった場合に、PostgreSQL ロールのパスワードをクリアするロール調整を修正しました。シークレットが利用可能になるまでロールは変更されず、アクションごとのエラーが集計されて可視性が向上します。(#10053)
- メトリックエクスポーターのセットアップエラー一般的にコントローラとの重複キーレースがロールバックし `streaming_replica` 作成とウェッジレプリカ参加をロールバックしたブートストラップ障害を修正しました。metrics-exporter ステップが別のトランザクションで実行されるようになりました。@BlaiseAntony による寄稿。(#10749)
- `Backup` は作成されたが、そのステータスパッチが着地しなかったときに発生する `ScheduledBackup` コントローラループを修正しました。コントローラは、次の反復に `AlreadyExists` でループする代わりに、既存の `Backup` を採用するようになりました。(#10612)
- `Cluster` が削除された `Pooler` をリコンサイルするときの nil ポインターパニックを修正しました。(#10667)
- すべての名前付けログパイプ `postgres` 、`postgres.csv` 、および `postgres.json` が `WithActiveInstance` 中にコンシューマを取得し、名前付けパイプの代わりに通常のファイルが作成されないようにブートストラップログ処理を修正しました。(#10043)
- アドレスを角かっこで囲むことにより、無効な IPv6 URL の生成を修正しました。 @Infinoid による寄稿。(#10682)
- 構成が `enabled: false` を設定している場合、外部クラスタープラグインがアクティブなものとして扱われるのを修正しました。(#10932)
- 復元ジョブが古い `Cluster` プライマリがまだ記録されておらず、タイムラインがまだ設定されていないを読み取り、その `.history` ファイルがスプリットブレインガードによって拒否される可能性があるオブジェクトストアからのブートストラップリカバリ中のレースを修正しました。これが発生すると、リカバリはベースバックアップのタイムラインで停止し、後のタイムラインでコミットされたトランザクションをサイレントにドロップしました。クラスタータイムラインが設定されていないときに履歴ファイルを使用できるようになりました。@dennispidun による寄稿。(#10818)

- サーバーとクライアント CA が同じシークレットデフォルトに解決する場合、クラスター作成中のキャッシュレースを修正しました。古いインフォーマーキャッシュは、`AlreadyExists` で失敗した冗長 `Create` をトリガーし、クラスターが `Unable to create required cluster objects` でスタックしたままになる可能性がありました。オペレーターは、名前が一致する場合、既に取得した CA シークレットを再利用するようになりました。(#10989)

- 他のブートストラップ方法で既に適用されているのと同じプリフライトディレクトリチェックを強制することにより、既存の `PGDATA` たとえばレプリカポッドの再起動後を上書きまたは失敗する `pg_basebackup` ブートストラップパスを修正しました。これにより、静的にプロビジョニングされた PVC がサイレントに上書きされるのを防ぎます。(#11006)

- リコンサイル後のプラグインフックがエラーを返したときの `Healthy` とプラグイン障害フェーズ間の `Cluster` フェーズのフラッピングを修正しました。 `Healthy` フェーズは、成功したリコンシリエーションの最後のステップとして登録されるため、プラグインエラーで終了するループは `Healthy` を報告しません。 @GabriFedi97 による寄稿。(#10421)

- 外部サーバーのシークレットがローテーションされた後の古い証明書データと部分的な読み取りを修正しましたたとえば、2 つの証明書から 1 つに縮小する CA バンドル。ファイルはアトミックに書き込まれるようになったため、libpq は常に古い値または新しい値を読み取ります。ミックスする。@Anand-240 による寄稿。(#10975)

- 短い名前の代わりにプラグイン `Service` FQDN を使用するようにプラグインの接続を修正し、クラスターレベルのプロキシがポッドに自動的に注入される際の障害を回避します。@kdautrey による寄稿。(#10921)

- 要求ごとの `Cluster` 作成/更新検証 Webhook メッセージからの過剰なオペレーターログノイズを修正し、`info` ではなく `debug` にログに記録されるようになりました。(#10984)

- データ PVC が作成された後、初期化ジョブが開始される前に、ステータスパッチが競合するファーストプライマリブートストラップデッドロックを修正しました。孤立した保留中の PVC がインスタンスとしてカウントされ、ブートストラップゲートをブロックしたままになります。PVC 状態リコンサイラーは、割り当てられたシリアルを再利用してブートストラップジョブを再作成します。(#11039)

- 外部クラスター名とシークレットセレクター参照が検証なしでファイルシステムパスに結合されるのを修正し、インスタンスマネージャーが接続マテリアルをダンプするときに`..` コンポーネントまたはパスセパレーターが外部シークレットディレクトリをエスケープします。これらの値は検証 Webhook で拒否され、書き込みサイトで再チェックされます。@r0binak によって報告されました。(#11045)

- 古いキャッシュにより、オペレーターが既にプロビジョニングしたスナップショットを再作成し、`AlreadyExists` で失敗した場合、失敗として永久にマークされる宣言的 `VolumeSnapshot` バックアップが修正されました。既存のスナップショットがこのバックアップのラベルを運び、それを採用する場合、オペレーターは衝突を許容するようになりました。外部スナップショットとの衝突は引き続きエラーとして表面化します。(#11071)

- スナップショットが既にプロビジョニングされている場合でも、ファイナライズステップ中に一時的なインスタンスマネージャー接続エラーたとえば、短いポッドネットワークの中断からのダイヤルタイムアウトで破棄されるボリュームスナップショットバックアップを修正した。このようなネットワークエラーは、ターミナルとして扱われる代わりに再試行されるようになりました。(#11069)

- トークンの保存と移行メタデータのクリーンアップの間でリコンサイルが再キューイングされたときに、`status.demotionToken` を失うレプリカスイッチオーバーを修正しましたたとえば、不安定

な Webhook に対して失敗したクリーンアップパッチ。空の変更なしトークンは、格納されている値をパッチして戻されません。(#11075)

- cnpg プラグイン:
- Windows で `kubectl cnpg psql` を修正しました。実行は Unix 専用のシステムコールに依存し、「Windows ではサポートされていません」で失敗しました。Windows は子プロセスとして `kubectl exec` を起動するようになりました。 @Utkarsh-sharma47 による寄稿。#10972 !– 1.29 1.28 1.25 –>
- ロググループごとのタイマーが解放されなかった、ビジークラスターでの `kubectl cnpg logs -f` の無制限のメモリリークを修正しました。タイマーが反復にわたって再利用されるようになりました。@Anand-240 による寄稿。 (#10976)

バージョン 1.28.3

発売日 2026 年 5 月 8 日

セキュリティとサプライチェーン

- **``CVE-2026-44477`` / ``GHSA-423p-g724-fr39`` メトリックエクスポーター特権エスカレーション**メトリックエクスポーターは `postgres` スーパーユーザーとして認証されなくなりました。 `pg_monitor` 特権のみを持つ専用の `cnpg_metrics_exporter` ロールを使用し、低特権のデータベースユーザーが PostgreSQL スーパーユーザーを取得するチェーンを閉じます。(

GHSA-423p-g724-fr39)

アップグレードの影響ユーザー所有テーブルを読み取るカスタムモニタリングクエリー、または `PUBLIC CONNECT` が取り消されたデータベースに対して `target_databases: '*'` を使用するカスタムモニタリングクエリーは、 `cnpg_metrics_exporter` に対する明示的な `GRANT` ステートメントが必要です。*Custom query privileges and safety* および *Manually creating the metrics exporter role* を参照

モニタリング文書で。

レプリカクラスターの場合、ソースプライマリクラスターを使用するレプリカクラスターの前に、ソースプライマリクラスターをアップグレードします。`cnpg_metrics_exporter` ロールはソースプライマリで作成され、ダウンストリームに複製されます。最初にアップグレードされたレプリカクラスターは、ソースプライマリがアップグレードされるまで、不足しているロールをスクレイピングします。上記のリンクのある manual-recovery セクションでは、レプリカクラスターについてもカバーしています。

- **デフォルトのモニタリングクエリーのスキーマ修飾カタログ参照**すべての `pg_catalog` オブジェクトを明示的に修飾することにより、出荷されたモニタリング構成とドキュメントサンプルを強化しました。非修飾の参照は、`search_path` を介して解決されます。データベースユーザーはこれを操作して、ビルトインオブジェクトをシャドウできます。(#10576)
- **検出可能な SBOM と来歴証明書**オペレーターコンテナイメージに添付される SBOM および SLSA 来歴が OCI 1.1 リファラー仕様に従うようになったため、標準のレジストリツールとサプライチェーンスキャナーでそれらを自動的に検出できます。(#10601)
- **``github.com/jackc/pgx/v5`` の CVE 修正** `CVE-2026-33816` `pgproto3` のメモリセーフティと `GHSA-j88v-2chj-qfwx` 単純プロトコルのドル引用符で囲まれた文字列処理を介した SQL インジェクションのアップストリームの修正をピックアップするために v5.9.2 にバンプされました。(#10436 、 #10498)

- **Go ランタイムの CVE 修正** `crypto/x509` 、`crypto/tls` 、`net/http` 、および `net` のアップストリームの修正をピックアップするために Go 1.26.3 でビルドされています。CVE-2026-32280、CVE-2026-32281、CVE-2026-33810 、CVE-2026-33814、CVE-2026-33811、CVE-2026-39825)。(#10462 、 #10647)
- **ビルドパイプラインの強化** Go 1.26.3 バンプは CVE-2026-42501 `cmd/go` モジュールチェックサム検証にも対処し、リリースビルド中のサプライチェーンのエクスポージャを削減します。影響を受けるコードパスには、実行中のオペレーターから到達できません。(#10647)

変更

- TLS ピア検証を `VerifyPeerCertificate` から `VerifyConnection` に切り替えました。これは、完了したハンドシェイクごとに実行されます前者は、再開された TLS 1.3 セッションでスキップされます。現在、CloudNativePG ではセッションの再開が有効になっていないため、これに目に見える効果はありませんが、後でセッションキャッシュが導入された場合の将来的な検証になります。(#10478)

修正

- 元のプライマリがプライマリラベルを保持したフェールオーバーウィンドウを修正しました。フェイルオーバー中に一時的なネットワーク分割の後などに返された場合、`-rw` サービスはそれにルーティングし続け、レプリカは再接続でき、コミットされた書き込みは `pg_rewind` に失われます。古いプライマリには `unhealthy` のラベルが付けられ、フェールオーバー中にサービストラフィックから分離されます。(#10409)
- プライマリをホストするノードが到達不能になったときにトリガーされないフェールオーバーを修正しました。オペレーターは、そのシナリオでは `True` として古いままである `ContainersReady` ではなく、ポッドの `Ready` 条件 kubelet がレポートを停止するとノードコントローラによって `False` に反転されるを読み取るようになりました。スプリアスフェールオーバーガード#10445 と組み合わせると、Kubernetes 自分自身がポッドを準備ができていないことをマークした場合にのみフェールオーバーがトリガーされます。(#10448)
- プライマリの HTTP ステータスエンドポイントでの一時的な障害によって発生した偽のフェイルオーバーを修正しました。(#10445)
- PostgreSQL 構成値のバックスラッシュと制御文字のエスケープを修正しました。以前は、`log_line_prefix` のようなパラメーターのこのような文字は、構成ファイルを破損するか、実行時にサイレントに削除される可能性がありました。(#10515)
- 各引数をシェル引用符で囲むように `restore_command` コンストラクトを修正しました。空白を含む `destinationPath` たとえば `s3://my bucket/wal` などの値は、POSIX シェルによってワード分割され、別の引数として WAL 復元ツールに渡されました。(#10518)
- 入場 Web フックの `recoveryTarget` 検証の強化 `targetXID` は負でない 32 ビット整数であり、`targetName` は 64 バイト未満で ASCII 制御文字が含まれていない必要があります。不正な値は、後の PostgreSQL 復旧中に失敗するのではなく、受付時に拒否されます。(#10565)
- 残りの `pgsql_tmp*` ディレクトリがデータディレクトリに存在する場合、スナップショットのリストアが失敗する問題を修正しました。(#10447)
- PVC ストレージサイズとリソース要求が同時に変更された場合に発生するデッドロックを修正しました。(#10427)

バージョン 1.28.2

発売日 2026 年 3 月 31 日

重要な変更

- ネイティブツリー内 Barman Cloud サポートの非推奨通知を更新して、1.29.0 ではなく CloudNativePG 1.30.0 で削除されることを反映しています。ユーザーは引き続き Barman Cloud プラグインに移行することをお勧めします。 (#10167)

機能強化

- TLS 暗号スイートと最小/最大 TLS バージョンの詳細な構成のサポートにより `Pooler` CRD を改善しました。これにより、管理者は、プーラーからクライアント、およびプーラーからサーバーへの接続に関する厳密なセキュリティコンプライアンス要件を満たすことができます。@alex1989hu による投稿。 (#9571)
- アップグレードジョブで `BackoffLimit=0` を設定することにより、メジャーアップグレードの信頼性が向上し、失敗した `pg_upgrade` の不必要な再試行を防止します。ユーザーがコンテナイメージを元に戻すときに、オペレーターは失敗したジョブを自動的に削除するため、クラスターが元のバージョンで正常に再起動できます。(#10104 、 #10298)
- 各調整サイクルの前にインスタンスがプライマリであることを確認することによりロール管理を向上させ、読み取り専用レプリカでの不要な調整試行と偽のエラーメッセージを回避します。(#9971)
- 1.29 で導入された `extensions` 、`bin_path` 、および `env` フィールドを受け入れるように `Cluster` 、`ImageCatalog` 、および `ClusterImageCatalog` の CRD スキーマを拡張しました。オペレーターは古いバージョンでこれらのフィールドを無視しますが、スキーマでそれらを受け入れることにより、ユーザーは異なる CNPG バージョンを実行しているクラスター間で単一のマニフェストを共有できます。(#10131 、 #10387)
- オペレーターは、クラスターに新しい PVC を追加するときに `primaryUpdateMethod` を優先するようになりました、ストレージの拡張または追加中にロールアウト戦略たとえば、スイッチオーバー対リスタートが尊重されるようにします。(#9720)
- `alpha.cnpg.io/unrecoverable` アノテーションロジックを洗練して、`Ready` 状態にまだ到達していないポッドでも機能できるようにし、スタックしたインスタンスのリカバリーを容易にします。(#9968)

セキュリティとサプライチェーン

- **セキュリティベストプラクティスの統合** OpenSSF ベースラインスキャナーを統合し、`SECURITY-INSIGHTS.yaml` ファイルをリポジトリに追加して、業界標準のセキュリティレポートと調整します。(#10054 , #10062)
- **SLSA 来歴と SBOM** リリースバイナリとコンテナイメージに SLSA サプライチェーンレベルソフトウェアアーティファクトの来歴を追加しました。さらに、GoReleaser パイプライン内のソフトウェア部品表 SBOM 生成を有効にして、依存関係の透明性を向上させました。(#10048 , #10074)
- **パスワード漏洩防止** PostgreSQL が特定の調整フェーズ中にログにロールパスワードを漏洩する可能性がある潜在的なセキュリティリスクを修正しました。(#9950)

変更

- デフォルトの PostgreSQL バージョンを 18.3 イメージ `18.3-system-trixie` に更新しました。(#10090)

修正

- 同期レプリケーションを使用するクラスターに影響を与えるオペレーターのアップグレード中のデッドロックを修正しました。新旧のオペレーターバージョンを実行するポッドが異なる PostgreSQL 構成ハッシュを計算し、均一性チェックが無期限にブロックされ、ローリング更新とインプレースアップグレードの両方の進行を防ぎます。(#10342)
- ディスク領域チェックがインスタンスマネージャーの起動をブロックしたため、WAL ディスクがいっぱいになったときにフェンシングアノテーションを処理できない問題を修正しました。チェックは、ライフサイクルループの後半で、フェンシングが評価された後、実行されるようになりました。(#10302)
- 初期ブートストラップに使用される `VolumeSnapshot` が削除されている場合、レプリカが `Pending` 状態でスタックしてしまう問題を修正しました。オペレーターは、使用前にスナップショットの存在を検証するようになりました。スナップショットが見つからない場合は、次の利用可能な候補を使用しようとするか、`pg_basebackup` にフォールバックします。(#10192)
- 「監視対象プライマリ」ロールアウト戦略が、以前にスケジュールされた更新の遅延を引き起こしていた、使用可能なすべてのロールアウトスロットを消費しないようにしました。@ermakov-oleg による寄稿。(#9977)
- 特定のホットスタンバイパラメーターの変更がレプリカクラスターに正しく適用されなかった問題を修正しました。(#9952)
- 「Continue」結果が返されたときに後続のプラグインをスキップする可能性がある CNPG-I リコンサイラーフックのバグを修正しました。@sharifmshaker による寄稿。(#9978)
- 現在ポッドに接続されていない PVC のファイルシステムのサイズを変更しようとしたときに発生したデッドロックシナリオを修正しました。@jmealo による寄稿。(#9981)
- `ConnectionParameters` で構成された外部クラスターを受け入れるようにブートストラップリカバリソースの Webhook 検証を修正しました `pg_basebackup` ベースのリカバリーの場合。以前は、Barman オブジェクトストアまたは CNPG-i プラグインも構成されていない限り、これらは誤って拒否されました。(#10268)
- 拡張機能とテーブルスペースのボリューム名に接頭辞が付けられ、標準のクラスターボリュームとの名前の衝突を回避します。(#9973)
- 正常でないクラスターを冬眠させる場合、オペレーターは `WaitingForHealthy` 条件を報告するようになり、`cnpg status` を介して遅延されたハイバーネーション状態を可視化します。(#10193)
- ターゲットポッドが存在しない場合でも、フェンシングが正しく動作するように修正しました。フェンシングはクラスターレベルのアノテーションで動作し、ポッドの存在に依存しないでください。インスタンス名の検証は、`cnpg fencing on` コマンドでのみ実行されます。(#10035)
- クラスターおよびプーラーサービスリコンサイラーを修正して、パッチ更新戦略を使用するときにすべての仕様フィールドの変更を正しく処理します。リコンサイラーは RFC 7386 JSON マージパッチ

を使用するようになり、クラウドプロバイダー設定フィールド `loadBalancerClass` など 誤って削除されるのを防ぎます。 (#10190 、 #10311)

- パラレル WAL リストアに影響を与える非推奨のツリー内 Barman Cloud バックアップ実装の競合状態を修正しました。ここで、プリフェッチされたファイルはダウンロード中に読み取られる可能性があり、「invalid Checkpoint Record」エラーで PostgreSQL のリカバリーが失敗します。 (#10285)
- タイムライン履歴ファイルの検証を修正して、プラグインベースの WAL リストアにも適用されます。以前は、 #9650 で導入された保護はツリー内リストアのみをカバーしており、プラグインがチェックをバイパスして将来のタイムライン履歴ファイルをダウンロードできるため、レプリカでタイムライン不一致エラーが発生していました。(#9849)
- cnpg プラグイン
- cnpg プラグインは、ImagePullSecret を `pgbench` ジョブポッドテンプレートに正しく伝播するようになりました。 (#10174)

バージョン 1.28.1

発売日 2026 年 2 月 5 日

機能強化

- バックアップおよびリカバリ操作のための Azure の `DefaultAzureCredential` 認証メカニズムのサポートを追加しました。これは、バックアップ構成で `azureCredentials.useDefaultAzureCredentials: true` を設定することにより有効にでき、明示的なストレージアカウントキーまたは SAS トークンを必要とせずに Azure 環境での認証を簡素化します。(#9468)

修正

- アンダースコアを含む PostgreSQL 拡張機能名の検証を修正しましたたとえば `pg_partman` 、`pg_ivm` 。アンダースコアを含む拡張機能名は、マウントパスに元の名前を保持しながら、Kubernetes ボリューム名にハイフンを使用するように自動的にサニタイズされます。Webhook 検証は、サニタイズ後の名前の競合を防ぎます。@shusaan さんからの投稿。 (#9386)
- メジャーバージョンのアップグレード後に、クラスターステータスの `TimelineID` が 1 にリセットされない重要な問題を修正しました。 `pg_upgrade` は新しいタイムラインを初期化するため、古い ID たとえばタイムライン 2 を保持すると、レプリカがオブジェクトストレージから互換性のない履歴ファイルを復元しようとし、致命的な「要求されたタイムラインはこのサーバーの履歴の子ではありません」エラーが発生しました。(#9830)
- `Pooler` の古い TLS ステータスフィールドが仕様から削除された後、クリアされなかった問題を修正しました。これは、`ServerTLS` フィールドが再利用され、PgBouncer が誤った証明書を使用し、すべてのアプリケーションの接続をブロックする「unsupportedcertificate」エラーが発生した v1.28.0 にアップグレードする場合に特に重要でした。オペレーターは、構成されなくなった場合に `ServerCA` 、`ClientCA` 、`ClientTLS` 、および `ServerTLS` ステータスフィールドを明示的にクリアするようになりました。#9397
- レプリカが将来のタイムラインからタイムライン履歴ファイルをダウンロードしようとすることにより、クラッシュループに入る可能性があるバグを修正しました。これは、古いファイルが以前のク

ラスターライフから WAL アーカイブに残り、レプリカがリカバリ中に誤ってそれらを取得しようとした場合に発生しました。(#9650)

- 指定されたプライマリ移行中の `replica_cluster` セットアップの競合状態を修正し、レプリカクラスターでの一時的な「プライマリなし」状態を防止します。(#9601)
- バックアップコントローラは、一意のインスタンスセッション ID を使用して、インスタンスマネージャーの再起動を検出するようになりました。これにより、基になるコンテナがクラッシュして再起動した場合、オペレーターがバックアップがまだ進行中であると誤って仮定するのを防ぎます。これにより、以前は孤立したバックアップオブジェクトが発生しました。(#9370)
- 明示的な資格情報ストレージキーまたは SAS トークンなどを使用する場合に `storageAccount` が必要とされなかった Azure オブジェクトストア構成の検証ギャップを修正しました。オペレーターは、これらの場合にストレージアカウント名が提供され、`connectionString` が他の認証パラメーターと相互排他的であることを適用するようになりました。(#9604)
- クラスターが削除対象としてマークされると、オペレーターがすぐにリソースのクリーンアップを開始するように、削除パスを最適化しました。これにより、内部調整ループの待機中にクラスターが `Terminating` ステータスに留まる時間が大幅に削減されます。 (#9555)
- 機能が無効になっている場合、またはクラスターが再構成されているときに、レプリケーションスロットがレプリカから適切にドロップされない問題を修正しました。これにより、未使用のスロットがプライマリで WAL のビルドアップを発生させないようになります。(#9381)
- `Pooler` 用に作成された `ServiceAccount` に `imagePullSecrets` が追加されない問題を修正しました。以前は、これらのシークレットは展開には適用されましたが、SA には適用されなかったため、特定のセキュリティポリシーを使用して制限された環境でイメージのプルに失敗しました。(#9427)
- オペレーターが `PodMonitor` を削除する前に、所有権を確認するチェックを追加しました。これにより、オペレーターが、予想される CNPG リソースと名前を共有する手動管理モニタリングリソースを誤って削除するのを防ぎます。@juliamertz による寄稿。 (#9340)
- `pg_stat_archiver` メトリックが、スイッチオーバー後にスタンバイインスタンスで古いデータを報告し続けるバグを修正しました。PostgreSQL はプライマリで有効なアーカイバー統計のみを提供するため、エクスポーターはスタンバイでこれらのメトリックをスキップするようになりました。(#9411)
- リカバリー `targetTime` のタイムスタンプ形式の解釈を明確にしました。明示的なタイムゾーンなしで提供されたタイムスタンプは、一貫して UTC として解釈されるようになりました。@pchovelon による寄稿。 (#8937)
- バックアップステータスの更新を修正して、コンカレント更新中の「リソースが変更されました」エラーを防ぎます。(#9551)
- バックアップポッドが見つからない場合に、正しいポッド名を使用するようにイベントレポートを修正しました。(#9552)
- 非常に多くの履歴バックアップを持つクラスターのスケジュールされたバックアップ操作のパフォーマンスの向上。(#9489)
- `Database` オブジェクトのファイナライザーを削除する際のエラー処理を修正しました。(#9431)
- `cnpg` プラグイン:

- `skipWalArchiving` アノテーションがクラスターに存在する場合に「Disabled」を表示するように `status` コマンドを更新しました。これは、WAL アーカイブが意図的にバイパスされる場合の、混乱を招く「起動中」または「不明」状態を置き換えます。#9709 !– 1.27 1.25 –>
- `logs --follow` コマンドを修正して、現在のログストリームがすべて完了したときに途中で終了するのではなく、新しいポッドのポーリングを継続します。(#9599)

バージョン 1.28.0

発売日 2025 年 12 月 9 日

機能

- **クォーラムベースのフェイルオーバーが安定版に昇格** 1.27.0 で実験的に導入されたクォーラムベースのフェイルオーバー機能を安定した API に昇格させました。このデータ駆動型フェイルオーバーメカニズムは、`spec.postgresql.synchronous.failoverQuorum` フィールドを介して構成され、以前の `alpha.cnpg.io/failoverQuorum` アノテーションから卒業しました。 #8589
- **宣言的外部データ管理** `Database` CRD を拡張することにより、外部データラッパー FDW の包括的な宣言管理を導入しました。この機能は`.spec.fdws` および`.spec.servers` フィールドを追加し、FDW 拡張機能とそれに対応する外部サーバーを `Database` リソースから直接管理できます。この作業は、LFX メンターシッププログラム 2025 第 2 期の一部として、Ying Zhu@EdwinaZhu によって実装されました。 #7942 、 #8401

変更

- デフォルトの PostgreSQL バージョンを `18.1-system-trixie` に更新しました。(#9178)
- 新しい `Pooler` 展開用に、デフォルトの PgBouncer バージョンを **1.25.1** に更新しました。(#9367)

機能強化

- `primaryUpdateMethod: restart` を使用する場合のイメージと構成の同時変更が有効になり、同じ操作でコンテナイメージ PostgreSQL バージョンまたは拡張機能を含むと PostgreSQL 構成設定を更新できます。`primaryUpdateMethod: switchover` を使用する場合でも、イメージと構成の変更を個別に実行して、スイッチオーバープロセス中の構成の不一致を回避する必要があることに注意してください。#8241
- デフォルトの `tcp_user_timeout` を 5 秒に設定することにより、レプリカインスタンスのネットワーク障害の検出が向上しました。この変更により、レプリカはサイレントネットワークドロップをより迅速に検出および回復できます。以前は、レプリカはこのような障害を検出するまでに最大 127 秒待機することができました。新しいタイムアウトでは、5 秒以内にプライマリに再接続します。以前の動作を保持するには、オペレーター構成で `STANDBY_TCP_USER_TIMEOUT` を `0` に設定します。 #9317
- CloudNativePG によって生成されたすべてのリソースクラスター、バックアップ、プーラーなどに標準の Kubernetes 推奨ラベルたとえば `app.kubernetes.io/name` を採用しました。 @JefeDavis による寄稿。#8087
- ポッドレベルで `securityContext` を導入し、個々のコンテナ用に `containerSecurityContext` を導入しました `postgres` 、`init` 、サイドカーを含むこれにより、セキュリティ設定の詳細な制御が提

供され、以前のクラスター全体の postgres および operator ユーザー設定を置き換えます。 @x0ddf による投稿。#6614

- レプリカポッドの alpha.cnpg.io/unrecoverable=true アノテーションを導入しました。このアノテーションは、適用されると、ポッドと PVC を削除することによりインスタンスを完全に削除するようにオペレーターに指示します。その後、プライマリからレプリカを再作成します。#8178
- ユーザー定義のモニタリングクエリーの新しいキャッシュレイヤーを導入して、PostgreSQL データベースの負荷を削減します。#8003
- auth_dbname を pgbouncer データベースに自動的に設定することにより PgBouncer 統合を強化し、認証セットアップを簡素化します。#8671
- データベースのインポート中にステージ固有の pg_restore オプション preRestore 、postRestore 、dataRestore を提供できます。 @hanshal101 による寄稿。 #7690
- 識別と管理を簡単にするために、PostgreSQL majorVersion を Backup オブジェクトのステータスに追加しました。 (#8464)
- 復元プロセスを開始する前に、すべての init コンテナが完了するのを待機するようにクラスターの復元を強化しました。これにより、init コンテナで実行されているバックアップツールは、復元が開始される前にデータの準備を終了します。実装は、RestartPolicy=Always を使用したサイドカーを無視することにより、Kubernetes init コンテナサイドカーを正しく処理します。 #9026
- PGBOUNCER_IMAGE_NAME オペレーター構成パラメーターを追加して、デフォルトの PgBouncer イメージをオーバーライドできるようにします。これは、エアギャップ環境または内部レジストリを使用する場合に役立ちます。(#9232)
- cnpg プラグイン:
- クラスターサイズの計算などのファイルシステム操作のタイムアウトを構成するための kubectl cnpg status コマンドに--timeout フラグを追加しました。デフォルトは 10 秒のままですが、操作に時間がかかる場合がある大規模なクラスターの場合、調整できます。#9201)
- cnpg report を改良して、よりシェルフレンドリーなファイル名を生成しました。 (#8984)

セキュリティ

- PgBouncer の詳細なカスタム TLS 構成を提供できます。 Pooler CRD は、.spec.pgbouncer の下の clientTLSSecret 、clientCASecret 、serverTLSSecret 、および serverCASecret フィールドで拡張されました。これらのフィールドにより、ユーザーはクライアントからプーラー、およびプーラーからサーバーの両方の接続に独自の証明書を提供でき、オペレーターが生成した証明書よりも優先されます。#8692
- オペレーターのメトリックサーバーポート 8080 にオプションの TLS サポートを追加しました。この機能はオプトインであり、METRICS_CERT_DIR 環境変数を設定することにより有効にされます。これは、指定されたディレクトリで tls.crt および tls.key ファイルを探すようにオペレーターに指示します。設定しない場合、サーバーは下位互換性のために HTTP を使用し続けます。#8997
- オペレーターの展開のみを必要とすることにより、cnpg report operator が最小限の権限で動作できるようにしました。他のすべてのリソースポッド、シークレット、構成マップ、イベント、Webhook、および OLM データはオプショナルであり、ベストエフォートベースで収集されます。コマンドは、完全に失敗するのではなく、明確な警告をログに記録し、使用可能なデータでレポート生成を続行す

ることにより、これらのリソースの権限エラーを適切に処理します。これにより、ユーザーが名前空間スコープの権限を制限できる最小特権アクセスが有効になります。#8982

修正

- 一時的な Kubernetes API サーバーの接続問題に対するすべてのプローブタイプライブネス、準備状況、およびスタートアップの復元力の向上。プローブは、短時間のネットワークの中断中にキャッシュされたクラスター定義にフォールバックするキャッシュメカニズムを使用するようになり、不必要なポッドの再起動とプローブの失敗を防ぎます。(#9148)
- CNPG-I バックアップ/WAL プラグイン `plugin-barman-cloud` などを使用してボリュームスナップショットから復元するときに正しく実行されるように `CheckEmptyWalArchive` セーフガードを修正しました。以前は、このチェックはプラグインベースの実装でスキップされていました。(#9306)
- ImageCatalog の取得が失敗した場合のエラー報告を改善しました。オペレーターは Warning イベントを発行し、`NotFound` エラーだけでなくすべての障害タイプのエラーをログに記録するようになり、構成の問題の可視性が向上しました。(#9266)
- `cnpg.io/pluginServerName` アノテーションを追加することにより、CNPG-I プラグインに接続する際の TLS 証明書検証の問題を修正しました。これにより、プラグインの証明書がサービス名とは別の DNS 名を使用する環境で、証明書の検証に使用される DNS 名をカスタマイズできます。(#9222)
- インスタンスマネージャーコントローラがエラーの後に再起動に失敗し、「コントローラは既に存在します」メッセージを報告する問題を修正しました。コントローラは、後続の初期化試行に `SkipNameValidation` を使用するようになりました。 @mateusoliveira43 による寄稿。 (#9123)
- 宛先パスが絶対である場合、プラグインでの誤った WAL 復元パスの処理を修正し、パスの重複の問題を防ぎます。@Endevir による寄稿。 (#9093)
- PostgreSQL 13+との下位互換性があるように、マルチテーブルパブリケーションの `CREATE PUBLICATION` SQL 生成を修正しました。以前に生成された構文は PostgreSQL 15+でのみ有効であり、古いバージョンでは構文エラーが発生しました。 (#8888)
- インデックスではなく名前で `postgres` コンテナを確実に選択することにより、複雑なポッド定義でのバックアップの失敗を修正しました。@Joda89 による寄稿。 (#8964)
- cnpg プラグイン
- `cnpg report` ログ収集、特に以前のログを取得する場合のバグを修正しました。コレクターは、以前のログと現在のログを別の要求で正しく取得し、欠落している以前のログたとえば、再起動履歴のないコンテナを適切に処理し、現在のログが常に収集されるようにします。(#8992)

サポートされているバージョン

- Kubernetes 1.34、1.33、および 1.32
- PostgreSQL 18、17、16、15、および 14 - PostgreSQL 18.1 はデフォルトのイメージです

58.4 EDB Cloud-Native PostgreSQL

58.5 1.14.0 以前のリリースノート

CloudNativePG の最初のパブリックリリースはバージョン 1.15.0 です。それまでは、製品は EDB が完全に所有しており、Cloud Native PostgreSQL という名前で配布されていました。

このページの変更のリストは情報提供のみを目的とており、コミットに加えて製品の履歴を示します。**ここにリストされているバージョンは、CloudNativePG には存在しません。**

58.5.1 バージョン 1.14.0

発売日 2022 年 3 月 25 日

特徴

- Barman Cloud 2.19 で導入された機能を利用して、バックアップとリカバリーのための Google Cloud Storage をネイティブにサポート
- `Cluster` オブジェクトの `LastBackupSucceeded` 条件の導入によるバックアップの可観測性の向上
- ホットスタンバイの重要なパラメーターの更新のサポート `max_connections`、`max_prepared_transactions`、`max_locks_per_transaction`、`max_wal_senders`、`max_worker_processes`
- `Cluster` オブジェクトに `Online upgrade in progress` フェーズを追加して、オペレーターのオンラインアップグレードが進行中の場合を表示します
- S3 オブジェクトストレージの資格情報を提供する別の方法として AWS IAM ロールを継承する機能
- プーラーの authQuerySecret と証明書の不透明なシークレットのサポート
- デフォルトの PostgreSQL バージョンを 14.2 に更新しました
- 新しいコマンドを `maintenance` という名前の `kubectl cnp` プラグインに追加して、Kubernetes クラスター全体の 1 つまたはすべての名前空間のクラスターにメンテナンスウィンドウを設定します

コンテナイメージ

- 最新の PostgreSQL コンテナには Barman Cloud 2.19 が含まれます

セキュリティの強化

- OpenShift を含む Operator Lifecycle Manager を使用した名前空間オペレーターインストールの RBAC 適用の強化。OpenShift ユーザーはこのバージョンに更新することをお勧めします。

修正

- インスタンスマネージャーが元の `pg_control` ファイルのコピーを保存することにより、中断された `pg_rewind` を再試行できます
- `pg_rewind` を実行する前に古い PID ファイルをクリーンアップする
- `primary_conninfo` のキーによるソートを強制して、13 より前の PostgreSQL バージョンでのランダムな再起動を回避します

- リコンシリエーション時に ServiceAccount 変更ラベル、アノテーションなどを保存します
- imagePullPolicy のデフォルト値の適用を無効にする
- WAL セグメントサイズの initDB 検証を改善します
- 指定された LSN でクラスターをリカバリーするときに targetLSN オプションを適切に処理する
- サーバー証明書と CA 証明書の両方で証明書チェーンを許可することにより、カスタム TLS 証明書の検証を修正します

58.5.2 バージョン 1.13.0

リリース日 2022 年 2 月 17 日

特徴

- Snappy 圧縮のサポート。Snappy は、より低い圧縮率を使用してオブジェクトストアへのアップロードの速度を向上させるバックアップの高速圧縮オプションです
- Barman オブジェクトストアにアップロードされたファイルのタグ付けのサポート。この機能には、オペランドイメージに Barman 2.18 が必要です。クラスター削除後のバックアップの数
- status.conditions によるクラスターのステータスの拡張。条件 ContinuousArchiving は、クラスターが WAL ファイルのアーカイブを開始したことを示します
- 追加情報を使用して kubectl の cnp プラグインの status コマンドを改善します。クラスターのステータスを表示する Cluster Summary セクションと、クラスターで使用される証明書のステータスと有効期限までの残り時間を含む Certificates Status セクションを追加します
- 新しいクラスターの作成時に空ではないバックアップ先を検出する新しい barman-cloud-check-wal-archive コマンドをサポート
- Secret を使用して、MONITORING_QUERIES_SECRET 構成変数を介してデフォルトのモニタリングクエリーを追加するサポートを追加します。
- ユーザーが AppArmor を使用してコンテナの権限を制限できるようにします AppArmor サポートで展開された Kubernetes クラスターで
- kubectl の cnp プラグインに Windows プラットフォームのサポートを追加し、プラグインは Windows x86 および ARM で利用できるようになりました
- Kubernetes 1.18 および非推奨の API バージョンのサポートを終了

コンテナイメージ

- PostgreSQL コンテナには Barman 2.18 が含まれます

セキュリティ修正

- 所有者およびスーパーユーザーのシークレット内のユーザー名フィールドの一貫性チェックを追加します。以前は、悪意のあるユーザーがシークレットを使用して PostgreSQL ユーザーのパスワードを変更することができました

修正

- Postgres ポッドからのコード取得ステータスのメモリリークを修正
- クラッシュ後の PostgreSQL の自己再起動を無効にします。インスタンスコントローラは PostgreSQL インスタンスのライフサイクルを処理します
- 検証 Webhook の `.spec.postgresUID` および `.spec.postgresGID` フィールドの変更を防止します。クラスターの作成後にこれらのフィールドを変更すると、PostgreSQL が起動できなくなります
- バックアップおよび WAL アーカイブ処理コードからログの冗長性を削減します
- まだ初期化されていないときにクラスターが `Healthy` としてマークされるバグを修正
- 非常に高い WAL 生産レートのクラスター内のスタンバイサーバーは、調整されるとストリーミングに切り替えることができます
- まれにクラッシュにつながる可能性がある PostgreSQL ポッドの起動中の競合状態を修正します
- クラスター内の最初の PVC の初期化障害を引き起こす可能性のある競合状態を修正
- レプリカとしてクラスターに参加する前に、降格したばかりのプライマリポッドの余分な再起動を削除します
- バックアップから復旧するときにレプリケーション依存の PostgreSQL 構成パラメーターを正しく処理します
- クラスターの作成中に PostgreSQL 構成の検証が欠落していたのを修正

58.5.3 バージョン 1.12.0

発売日 2022 年 1 月 11 日

特徴

- Kubernetes 1.23 をサポートされる Kubernetes ディストリビューションのリストに追加し、2020 年 12 月に Kubernetes プロジェクトによるサポートを終了した 1.17 のエンドツーエンドテストを削除します。
- 2 秒の接続タイムアウトと 30 秒の通信タイムアウトを追加することにより、ネットワークに問題が発生した場合のポッドステータスチェックの応答性を向上させます。この変更は、ポッドが障害が発生したと宣言する前にそのステータスを報告するのをオペレーターが待機する時間に制限を設定し、フェールオーバー操作の堅牢性と予測可能性を強化します
- `.spec.inheritedMetadata` フィールドをクラスターに導入して、ユーザーがクラスターによって生成されたすべてのオブジェクトに適用されるラベルとアノテーションを指定できるようにします
- インスタンスのステータスを計算するときに実行されるクエリの数を削減します
- PgBouncer の準備状況プローブを追加します
- Azure プロトコルを使用する場合、Barman のバックアップオブジェクトストアのエンドポイントのカスタム認証局のサポートを追加

修正

- フェイルオーバー中に、すべての WAL ストリーミング接続が閉じるまで、新しいプライマリの選択を待ちます。オペレーターは、デフォルトで `wal_sender_timeout` および `wal_receiver_timeout`

を 5 秒に設定して、プライマリにネットワークの問題があるかどうかをスタンバイノードがすぐに認識できるようにしました

- レプリカクラスター内の PostgreSQL インスタンスの「archive_mode」を「always」に設定することにより、レプリカクラスターの WAL アーカイブ戦略を変更して、ローリング更新を修正します。次に、現在およびターゲット指定されたプライマリからのみ WAL のアップロードを制限します。WAL は、スイッチオーバー中に 2 回アップロードされる場合がありますが、これは問題ではありません
- レプリカクラスターソースの Barman のバックアップオブジェクトストアのエンドポイントのカスタム認証局のサポートを修正
- クラスター名前空間のデフォルトの監視構成マップの固定名を使用する
- デフォルトの Webhook が何らかの理由で機能していない場合、オペレーターは調整サイクル中にもデフォルトでクラスターを更新するようになりました
- リソース要求と制限の比較を修正して、調整サイクルごとにすべてのポッドの更新につながる稀な問題を修正します
- Webhook からのログメッセージを改善して、オブジェクト名前空間も含めます
- すべての調整ループの開始時に「デフォルト」メッセージのロギングを停止します
- `enablePodMonitor` が false の場合、調整サイクルごとに PodMonitor 削除のロギングを停止します
- ポッドに到達できない場合、アーキテクチャの不一致の可能性について文句を言わないでください

58.5.4 バージョン 1.11.0

発売日 2021 年 12 月 15 日

特徴

- **パラレル WAL アーカイブとリストア** `backupObjectStore.maxParallel` オプションを導入して、大量の書き込みシステムで WAL 生成に追いつくことができます。PostgreSQL の `archive_command` によると、両方の WAL アーカイブ中に実行するパラレルジョブの最大数を設定します。WAL リストア `restore_command` による。並列復元オプションを使用すると、必要な WAL ファイルを取得して、シークエンシャルではなくパラレルで再生することにより、新しく昇格したスタンバイをより速く準備状態に到達できます。
- **モニタリングのためのデフォルトのメトリックセット** `default-monitoring` と呼ばれる新しい `ConfigMap` は、オペレーターの同じ名前空間に自動的に展開され、デフォルトで、既存の Postgres クラスターに追加されます。このような動作は、オペレーターの構成で `MONITORING_QUERIES_CONFIGMAP` パラメーターを設定することによりグローバルに、または `.spec.monitoring.disableDefaultQueries` オプションデフォルトで `false` に設定を介してクラスターレベルで変更できます。
- クラスターのモニタリングセクションに `enablePodMonitor` オプションを導入して、`PodMonitor` リソースを自動的に管理し、Prometheus とシームレスに統合します
- ポッドが Kubernetes によって強制終了される前に、目的の `stopDelay` 時間の前半にスマートシャットダウンを実行し、残りの半分に高速シャットダウンを実行することにより、PostgreSQL のシャットダウンプロシージャを改善します

- switchoverDelay オプションを追加して、以前のプライマリが正常にシャットダウンし、新しいプライマリを昇格する前にすべての WAL ファイルをアーカイブするために与えられた時間を制御しますデフォルトでは、CloudNativePG は無期限に待機して特権データの耐久性
- ローリング更新を発行することにより、PostgreSQL Cluster のリソース要求と制限の変更を処理します
- kubectl の cnp プラグインの status コマンドを改善し、追加情報ストリーミングレプリケーションステータス、データベースの合計サイズ、クラスター内のインスタンスのロール
- PostgreSQL の共有メモリ管理の dynamic_shared_memory_type および shared_memory_type パラメーターの構成を有効にすることにより、多くの並列ワーカーを使用したワークロードのサポートを強化します
- クラスターレベルで定義されたラベルとアノテーションを、ポッドを含む関連リソースに伝播します削除はサポートされていません
- Kubelet によって追い出されたポッドを自動的に削除します
- ENABLE_AZURE_PVC_UPDATES オペレーター構成オプションを介して、必要に応じてクラスターのローリング更新を発行することにより、Azure の永続ボリュームの自動サイズ変更を管理しますデフォルトで無効
- 特定の Postgres クラスターで disabled に設定されている場合、調整ループの実行を防止する cnpg.io/reconciliationLoop アノテーションを導入します
- initdb ブートストラップ方法の一部として postInitApplicationSQL オプションを導入して、クラスターが作成された直後にスーパーユーザーとしてメインアプリケーションデータベースで実行する SQL クエリーのリストを指定します

修正

- Liveness プローブは、PostgreSQL サーバーの起動プロセスを正しく処理するようになりました。これは、少数の顧客から報告された問題を修正し、一貫した状態に到達するために WAL ファイルを復旧する必要がある再起動したスタンバイサーバーに影響しますが、liveness プローブのタイムアウトがキックインする前にそれを行うことができず、ポッドを CrashLoopBackOff に残しましたステータス。
- Liveness プローブは、タイムライン流用後に pg_rewind を使用して現在のプライマリと再調整する必要がある元のプライマリの場合を正しく処理するようになりました。これにより、新しいスタンバイのポッドが Kubernetes によって繰り返し強制終了されないように修正されます。
- Postgres ポッドからクライアントサイドの調整を削減します Waited for 1.182388649s due to client-side throttling, not priority and fairness, request: GET など
- 提供されたものを使用して、OpenShift および OLM インストールでの公開キーインフラストラクチャ PKI の初期化を無効にします
- 再起動が必要な構成パラメーターを変更する場合、常にプライマリを最後のままにしてください
- ジョブが正常に完了した後にのみ準備ができている PVC をマークし、PVC の初期化の競合状態を防ぎます
- 有効期限が切れた Webhook TLS シークレットを更新するときに、正しい公開キーを使用します。

- LSN を解析する際のオーバーフローを修正
- 起動時に古い PID ファイルを削除する
- `Pooler` リソースに、オペレーターで定義された `imagePullSecret` が存在する場合を継承させます

58.5.5 バージョン 1.10.0

発売日 2021 年 11 月 11 日

特徴

- **PgBouncer を使用した接続プーリング** `Pooler` リソースとコントローラを導入して、ローカル PostgreSQL `Cluster` の接続プーラーとして使用される PgBouncer 展開を自動的に管理します。この機能には、TLS クライアント/サーバー接続、パスワード認証、高可用性、ポッドテンプレートのサポート、主要な PgBouncer パラメーターの構成、`PAUSE` / `RESUME` 、JSON 形式のロギング、統計、プール、リストの Prometheus エクスポータが含まれます
- **バックアップリテンションポリシー**バックアップのリカバリウィンドウリテンションポリシーの定義をサポートたとえば、30 日のリカバリウィンドウを保証するための `30d'
- **オペレーターのインプレース更新**インスタンスマネージャーのインプレースオンライン更新を導入します。これにより、オペレーターの更新に続いてクラスター全体のローリング更新を実行する必要がなくなります。デフォルトでは、このオプションは無効になっています。*documentation for more detailed information* を参照してください。
- `initdb` ブートストラップ方法でカスタマイズできるオプションのリストを `dataChecksums` 、`encoding` 、`localeCollate` 、`localeCType` 、`walSegmentSize` に制限します。これにより、`options` 配列は時代遅れになり、v2 API で削除される予定です
- `initdb` ブートストラップ方法の一部として `postInitTemplateSQL` オプションを導入して、クラスターが作成された直後にスーパーユーザーとして `template1` データベースで実行する SQL クエリーのリストを指定します。この機能を使用すると、クラスター内に作成されるすべてのアプリケーションデータベースにデフォルトオブジェクトを含めることができます
- インスタンス Prometheus エクスポーターに新しいデフォルトメトリックを追加しました。バックアップカタログに基づく Postgres バージョン、クラスター名、およびリカバリ可能の最初のポイント
- 障害後のバックアップの再試行
- オペレーターが、頻繁に更新されないオペランドイメージに存在しない最近導入された機能リテンションポリシー、Azure Blob Container ストレージなどを呼び出さないようにするために、 Barman Cloud 機能に関する認識を高めます。
- `cnp` プラグインの `status` コマンドの出力とバックアップに関する情報を統合
- PVC のステータス初期化または準備ができていることを報告する新しいアノテーションを導入します
- `Backup` オブジェクトを含む `Cluster` で生成されたすべてのオブジェクトの `k8s.enterprisedb.io/cluster` ラベルにクラスター名を設定します
- `Cluster` 、`Backup` 、および `ScheduledBackup` 種類での非推奨の API バージョン `postgresql.cnpg.io/v1alpha1` のサポートをドロップ

- デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 14.2 に設定します

セキュリティ

- オペレーターコンテナ securityContext の allowPrivilegeEscalation を `false` に設定します

修正

- シングルインスタンスクラスターでのメンテナンス中にプライマリ PodDisruptionBudget を無効にする
- 復旧操作中に正しい証明書認証局 CA を使用する
- バックアップする前に WAL アーカイブステータスを確認する際の Postgres 接続リークを防止
- ログをフラッディングする一時的なエラーの後、WAL アーカイブ/復元を 100 ミリ秒スリープさせます

58.5.6 バージョン 1.9.2

発売日 2021 年 10 月 15 日

特徴

- 2 つの新しいロガーで JSON ログを強化します。PostgreSQL の `archive_command` の場合は `wal-archive` 、スタンバイの `restore_command` の `wal-restore`

修正

- スタンバイプロモーション中に WAL アーカイブを有効にする `.history` ファイルがアーカイブされるのを防止
- Barman 2.13 以降を使用する場合にのみ`--cloud-provider` オプションを Barman Cloud ツールに渡して、古いオペランドでのエラーを回避します
- バックアップをトリガーする前に、プライマリのポッドの準備が整うのを待ちます

58.5.7 バージョン 1.9.1

発売日 2021 年 9 月 30 日

*このリリースは、 PostgreSQL 14 のローンチを記念するものです

特定のイメージ名を定義せずに新しい `Cluster` が作成されるときに、それをデフォルトのメジャーバージョンにすることにより。*

修正

- `Error while getting barman endpoint CA secret` メッセージがプライマリポッドのログに表示され、バックアップが正しく機能しない問題を修正
- インスタンスマネージャーとの一時的な通信の問題が発生した場合、新しいバックアップの要求を適切に再試行します

58.5.8 バージョン 1.9.0

発売日 2021 年 9 月 28 日

バージョン *1.9.0* は、リリースプロセスとバージョン *1.9.1* のその後のリリースの遅延により、*OpenShift* では利用できません。

特徴

- サポートされている Kubernetes ディストリビューションのリストに Kubernetes 1.22 を追加し、1.16 を削除
- 必要に応じて、バックアップアーカイブから WAL ファイルを取得するために、`pg_rewind` に`--restore-target-wal` オプションのサポートを導入します PostgreSQL 13 以降でのみ利用可能
- 各データベースの `pg_catalog.pg_largeobject` テーブルのページ数を推定する Prometheus エクスポーターのデフォルトメトリックを公開する
- ローカルのインメモリキャッシュを介して、WAL のアーカイブと取得のパフォーマンスを向上させます

修正

- `pg_isready` を呼び出すときに `postgres` ユーザーを明示的に設定します-OpenShift の制限された SCC で必要
- ステータスの `FirstRecoverabilityPoint` を適切に更新します
- バックアップが要求された場合、指定されたプライマリで `archive_mode = always` を設定します
- マイナーなバグ修正

58.5.9 バージョン 1.8.0

発売日 2021 年 9 月 13 日

特徴

- 外部クラスターセクションで定義されたオブジェクトストアから直接フルまたはポイントインタイムリカバリーを介して新しいクラスターをブートストラップし、バックアップ CR を定義するための以前の要件を排除します。
- スケジュールされたバックアップに `immediate` オプションを導入して、最初の Postgres インスタンスが実行された直後にバックアップを要求し、ポイントインタイムリカバリが構成されているときにクラスターの先頭に巻き戻す機能を追加します
- クラスターステータスに `firstRecoverabilityPoint` を追加して、バックアップオブジェクトストアのコンテンツに基づいてリカバリを要求する最も古い一貫したポイントを報告します
- 次の新しいメトリックを公開することにより、PostgreSQL インスタンスのデフォルトの Prometheus エクスポータを強化します。
    1. ディスク上の WAL ファイルの数と計算された合計サイズ b_tran_3 アーカイブステータスフォルダー内の`.ready` および`.done` ファイルの数 b_tran_6 レプリカモードのフラグ
    2. 要求された最小/最大同期の数レプリカ、および予想および実際に観察されたレプリカ

- Prometheus エクスポーターでカスタムメトリックを定義するときに `runonserver` オプションのサポートを追加して、メトリックの収集をさまざまな PostgreSQL バージョンに制限します
- Barman Cloud の Barman 2.13 で導入された機能を利用して、バックアップとリカバリーのための Azure Blob Storage をネイティブにサポート
- liveness プローブに `pg_isready` に依存する
- リカバリターゲット時間のタイムスタンプ仕様の RFC3339 形式をサポート
- `.spec.imagePullPolicy` を導入して、クラスター用に作成されたすべてのポッドとジョブのイメージコンテナのプルポリシーを制御します
- OpenShift 4.5 に代わる OpenShift 4.8 のサポートを追加します
- PostgreSQL 14 ベータ版のサポート
- ストリーミング接続を必要とせず、外部クラスターセクションで定義されたオブジェクトストアからのクラスター間レプリケーションでレプリカクラスター機能を強化します実験
- クラスターの仕様に `logLevel` オプションを導入して、エラー、情報、デバッグ、またはトレースのいずれかのレベルを指定します

セキュリティの強化

- `.spec.enableSuperuserAccess` を導入して、パスワード認証を介して `postgres` ユーザーのネットワークアクセスを有効/無効にします

修正

- クラスターが回復不能な状態になり、人間の介入が必要になると、ユーザーに適切に通知します

58.5.10 バージョン 1.7.1

発売日 2021 年 8 月 11 日

特徴

- 同期レプリケーションに関して構成より自己修復を優先し、クラスターが自己修復操作中に要件を満たせない場合に、オペレーターが `minSyncReplicas` および `maxSyncReplicas` 設定を一時的にオーバーライドできるようにします
- `initdb` ブートストラップ方法の一部として `postInitSQL` オプションを導入して、クラスターが作成された直後にスーパーユーザーとして実行する SQL クエリーのリストを指定します

修正

- プライマリの準備ができていないときにオペレーターがフェイルオーバーを許可します 1.7.0 で導入されたバグ
- `LOCAL` 同期コミットレベルを使用して管理照会を実行します
- PGAudit の複数行のログエントリを正しく解析する

58.5.11 バージョン 1.7.0

発売日 2021 年 7 月 28 日

特徴

- JSON 出力で直接使用可能な pgaudit と呼ばれる新しいタイプの logger を使用して、PGAudit にネイティブサポートを追加します
-
  - によるモニタリングと可観測機能の強化 pg_stat_statements および auto_explain 拡張機能のネイティブサポート
  - 1 つ以上のデータベースでユーザー定義のメトリッククエリーを実行する Prometheus エクスポータの target_databases オプションシェルのようなパターンマッチングを介したデータベースの自動検出を含む)
  - primaryUpdateStrategy が supervised に設定されたクラスターに手動スイッチオーバーが必要かどうかを迅速に報告するための manual_switchover_required メトリックの公開
- pg_audit 、auto_explain 、および pg_stat_statements の shared_preload_libraries の透過的ハンドル
- pg_stat_statements 、pgaudit 、または auto_explain オプションが postgresql パラメーターセクションに追加される場合の PostgreSQL の shared_preload_libraries の自動構成
- cnpg.io/reload ラベルをサポートして、構成マップとシークレットの自動リロードを細かく制御します。プロメテウスエクスポータのカスタムモニタリング/アラートメトリックに使用されるもの、または証明書を保存するために使用されるものを含む
- reload コマンドを kubectl の cnp プラグインに追加して、インスタンスで調整ループをトリガーする
- additionalPodAffinity および additionalPodAntiAffinity を介してポッドアフィニティおよびアンチアフィニティ構成の制御を向上させます
- 任意の時点で、少なくとも 1 つのプライマリインスタンスを実行する必要があることにより、プライマリインスタンス用に別個の PodDisruptionBudget を導入します

セキュリティの強化

- .spec.certificates.clientCASecret および.spec.certificates.replicationTLSSecret オプションを追加して、カスタムクライアント認証局と PostgreSQL サーバーの証明書を定義します。クライアント証明書の認証と PostgreSQL ノード間の安全な通信に使用されます
- .spec.backup.barmanObjectStore.endpointCA オプションを追加して、Barman のバックアップオブジェクトストアのエンドポイントのカスタム認証局バンドルを定義します

修正

- Prometheus エクスポーターでヒストグラムを正しく解析する
- クラスター用にオペレーターが作成したサービスの調整

58.5.12 バージョン 1.6.0

発売日 2021 年 7 月 12 日

特徴

- レプリカモード **実験**ソースクラスターのレプリカとしてクラスターを作成できます。レプリカクラスターには、**指定されたプライマリ** と任意の数のスタンバイがあります。
- `.spec.postgresql.promotionTimeout` パラメーターを追加して、インスタンスをプライマリに昇格するときに待機する最大秒数を指定します。デフォルトは 40000000 秒です。
- `.spec.affinity.podAntiAffinityType` パラメーターを追加します。`preferred` デフォルトに設定して `preferredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution` が使用されるか、`required` に設定して `requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution` になります。

変更点

- PVC とポッドを削除する際の競合状態を修正し、オペレーターが新しいポッドを作成できませんでした。
- マネージャーが構成変更時に PostgreSQL の再起動の必要性を検出できない競合状態を修正しました。
- アノテーションのないクラスターでの `kubectl-cnp` のパニックを修正しました。
- 一部のログメッセージのレベルを `debug` に下げました。
- サーバー CA および TLS インジェクションの E2E テスト。

58.5.13 バージョン 1.5.1

発売日 2021 年 6 月 17 日

変更します

- Red Hat OpenShift でのオペレーター展開での自動更新を防止する CRD 検証のバグを修正
- シークレットを使用してオペレーターの構成を渡すことを許可します。

58.5.14 バージョン 1.5.0

発売日 2021 年 6 月 11 日

特徴

- `pg_basebackup` ブートストラップ方法を導入して、Kubernetes の外部でも、同じメジャーバージョンの既存の PostgreSQL インスタンスのコピーとして新しい PostgreSQL クラスターを作成します
- `Cluster` リソースの `Affinity` セクションに Kubernetes の許容範囲のサポートを追加し、ユーザーは必要なテイントを持つ Kubernetes ノードに PostgreSQL インスタンスを分散できます。
- より決定的で反復可能な展開のために、`<image>:<tag>@sha256:<digestValue>` 形式を介してイメージ名へのダイジェストの仕様を有効にします

セキュリティの強化

- サーバー証明書と、それに署名した関連認証局のシークレットを定義することにより、PostgreSQL サーバーを認証するように TLS 証明書をカスタマイズ
- 内部および自動的に管理されるストリーミングレプリカの WAL レシーバープロセスの `sslmode` を `require` から `verify-ca` に引き上げます

変更点

- `kubectl` の `cnp` プラグインの `promote` サブコマンドを強化して、ポッドの名前全体ではなくノード番号のみを受け入れるようにしました
- クラスター名に DNS-1035 検証スキームを採用サービス名が継承されます
- スタンバイインスタンスのクローンを作成するとき、または `pg_basebackup` メソッドを使用してブートストラップするときにストリーミングレプリケーション接続を強制する
- 物理ベースのバックアップに関して `Backup` リソースを `beginWal` 、`endWal` 、`beginLSN` 、`endLSN` 、`startedAt` 、`stoppedAt` と統合
- ドキュメントの改善
  - オペレーターとオペランドによって公開されるポートのリストを提供します container
  - データベースワークロードのストレージと PostgreSQL のベンチマークのための `cnp-bench` helpm チャートとガイドラインを紹介します
- E2E テストの機能強化
  - Kubernetes 1.21
  - をテストする オペレーターの高可用性のテストを追加します
  - ノードドレインのテストを追加します
- マイナーバグ修正、以下を含むマイナーバグ修正
  - リカバリ操作中の pg_ctl start へのタイムアウトが短すぎます b_tran_8 オペレーターが PVCs で直接イベントを監視していない
  - `barmanObjectStore` バックアップの `immediateCheckpoint` および `jobs` パラメーターの処理を修正します
  - バックアップから復旧するときに空のログ

58.5.15 バージョン 1.4.0

発売日 2021 年 5 月 18 日

特徴

- JSON 形式の PostgreSQL エラーメッセージの標準出力ログ
- Prometheus エクスポーターの PostgreSQL メトリックの基本セットを提供します
- `restart` コマンドを `kubectl` の `cnp` プラグインに追加して、特定の PostgreSQL クラスターのポッドをロールアウト方法で再起動します

セキュリティの強化

- ポッドの `readOnlyRootFilesystem` セキュリティコンテキストを設定します

変更点

- **重要** YAML マニフェストを使用して CloudNativePG オペレーターを展開したことがある場合、新しいバージョンをインストールする前に既存のオペレーター展開を削除する必要があります。これは、オペレーターによって直接管理されるラベルとラベルセレクターの変更に伴う他の Kubernetes API との競合を回避するために必要です。1.4.0 へのアップグレードの詳細については、CloudNativePG ドキュメントを参照してください。
- オペレーターによって自動的に定義されるラベルを修正し、名前を `control-plane: controller-manager` から `app.kubernetes.io/name: cloudnative-pg` に変更します
- Prometheus エクスポーターの TCP ポートに `metrics` 名前を割り当てます
- PostgreSQL のメトリックエクスポータ接続に `application_name` として `cnp_metrics_exporter` を設定します
- 可能な場合は、`postgres` データベースの代わりに Prometheus エクスポータのモニタリングクエリーにアプリケーションデータベースを使用します
- ドキュメントの改善
  - モニタリングクエリーのカスタマイズ
  - Operator のアップグレード手順
- E2E テストの機能強化
- マイナーバグ修正など
  - `pg_basebackup`
  - を呼び出すときに`-R` の使用を回避しますステータスを取得するときにエラーログからスタックトレースを削除します

58.5.16 バージョン 1.3.0

発売日 2021 年 4 月 23 日

特徴

- ラベルとアノテーションの継承
- すべてのコンテナにリソース制限を設定する

セキュリティの強化

- Red Hat OpenShift での制限付きセキュリティコンテキスト制約のサポートで、ポッドの実行を名前空間に割り当てられた UID および SELinux コンテキストに制限します
- 非ルート、非特権、および特権エスカレーションなしで実行するようにオペレーターによって明示的に定義されたポッドセキュリティコンテキスト

変更点

- ポート 9187 でリッスンする Prometheus エクスポータエンドポイントポート 8000 は、API サーバーとのインスタンス調整のために予約されています
- ドキュメントの改善
- GKE 環境を含む E2E テストの機能強化
- マイナーなバグ修正

58.5.17 バージョン 1.2.1

発売日 2021 年 4 月 6 日

- ScheduledBackup はバックアップの所有者でなくなりました。つまり、ScheduledBackup オブジェクトが削除されてもバックアップは削除されません
- RHSA-2021:1024 セキュリティアドバイザリ: 重要を解決するための ubi8-minimal イメージの更新

58.5.18 バージョン 1.2.0

発売日 2021 年 3 月 31 日

- Prometheus の `postgres_exporter` と互換性のある構文を使用して、ConfigMap および Secret オブジェクトとしてカスタムモニタリングクエリの実験的なサポートを導入します
- Operator Lifecycle ManagerOLM 展開をサポートし、その後の OperatorHub.io でのプレゼンス
- 米国国防総省 DoD の国防情報システム局 DISA およびインターネットセキュリティセンター CIS からのガイドラインを適用し、Dockle とのパイプラインで直接検証することにより、コンテナのセキュリティを強化します
- AKS での E2E テストの改善
- マイナーなバグ修正

58.5.19 バージョン 1.1.0

発売日 2021 年 3 月 3 日

- JSON および YAML 出力を含むクラスターのステータスを整形印刷するために `kubectl cnp status` を追加
- `kubectl cnp certificate` を追加して、クライアントアプリケーションの TLS 認証を有効にします
- `-ro` サービスを追加して、使用可能なホットスタンバイレプリカのみに接続をルーティングし、クラスターのプライマリインスタンスからの読み取り専用クエリのオフロードを有効にします
- クラスターを `maxSyncReplicas` より低い値にスケールダウンしたロールバック
- 元のプライマリを降格する前にチェックポイントを要求する
- `SIGINT` 信号高速シャットダウンを `SIGTERM` の PostgreSQL プロセスに送信します
- マイナーなバグ修正

58.5.20 バージョン 1.0.0

発売日 2021 年 2 月 4 日

CloudNativePG の最初のメジャー安定リリースは、API グループ `postgresql.cnpg.io/v1` の `Cluster` 、`Backup` 、および `ScheduledBackup` を実装します。これらのリソースを使用して、次の主な機能を使用して Kubernetes 内で PostgreSQL クラスターを作成および管理します。

- 外部ツールを必要とせずに、高可用性を実現する Kubernetes API サーバーとの直接統合
- 最も調整されたレプリカ
  - レプリカの自動再作成を促進することによるプライマリインスタンスの
  - フェイルオーバーを介した自己修復機能
- 選択したレプリカの昇格によるプライマリインスタンスの計画的なスイッチオーバー
- スケールアップ/ダウン機能
- 任意の数のインスタンスの定義最小 1 - 1 つのプライマリサーバー
- アプリケーションをクラスターの唯一のプライマリサーバーに接続するための**読み取り-書き込み** サービスの定義
- アプリケーションを読み取りワークロードのインスタンスに接続する *read* サービスの定義
- PVC テンプレートを使用したローカル永続ボリュームのサポート
- ポッドの永続ボリュームストレージの再利用
- PostgreSQL のマイナーバージョンとオペレーターのアップグレードのローリングアップデート
- TLS 接続とクライアント証明書認証
- S3 互換オブジェクトストアへの継続的なバックアップ
- S3 互換オブジェクトストアバックアップからのフルリカバリーとポイントインタイムリカバリー
- 同期レプリカのサポート
- `nodeSelector` プロパティを介したノードアフィニティのサポート
- PostgreSQL エラーメッセージの標準出力ログ

第59章　CNCF Projects

59.1 Cilium

59.1.1 について

Cilium は、2021 年にインキュベートプロジェクトとして受け入れられ、2023 年に卒業した CNCF 卒業プロジェクトです。もともと Isovalent によって作成されました。これは、クラウドネイティブ環境のための高度なネットワーキング、セキュリティ、およびオブザーバビリティのソリューションであり、 eBPF テクノロジーに基づいて構築されています。Cilium は、Linux カーネルに eBPF プログラムを動的に注入することにより、Kubernetes クラスターのネットワークトラフィックを管理し、低遅延、高性能通信を有効にし、きめの細かいセキュリティポリシーを適用します。

Cilium の主な機能

- 詳細な L3-L7 セキュリティポリシーによるきめの細かいネットワークトラフィック制御
- eBPF を介した効率的なカーネルレベルのトラフィック管理
- サービスメッシュ統合 Cilium Service Mesh
- Kubernetes NetworkPolicy と CiliumNetworkPolicy の両方のサポート
- ビルトインの可観測性とハッブルによるモニタリング

環境に Cilium をインストールするには、ドキュメントの指示に従ってください。

https://docs.cilium.io/en/stable/gettingstarted/k8s-install-default/

59.1.2 CloudNativePG と Cilium を使用したポッド間のネットワークセキュリティ

Kubernetes のデフォルトの動作は、クラスターネットワーク内の 2 つのポッド間のトラフィックを許可することです。Cilium は、`CiliumNetworkPolicy` リソースを使用して、高度な L3 / L4 ネットワークセキュリティを提供します。これにより、Kubernetes クラスター内のポッド間のネットワークトラフィックのきめの細かい制御が可能になります。これは、アプリケーションのワークロードとバックエンドサービス間の通信を保護するために特に役立ちます。

次の例では、Cilium を使用して、入力トラフィックを許可されたポッドのみに制限することにより、CloudNativePG PostgreSQL インスタンスを保護する方法を示します。

> **注釈**
>
> 続行する前に、*cluster-example* Postgres クラスターが環境で稼働していることを確認してください。

59.1.3 Cilium のデフォルト拒否動作

デフォルトでは、Cilium は明示的に構成されていない限り、すべてのトラフィックを拒否しません**。ポリシーが名前空間に存在すると、デフォルトによる拒否モデルを使用する Kubernetes NetworkPolicy とは対照的に、Cilium はデフォルトの拒否動作をより柔軟に制御します。

Cilium でデフォルトの拒否ポスチャを適用するには、特に許可されない限り、ポッドのセットへのすべてのトラフィックを拒否するポリシーを明示的に作成する必要があります。これは一般に、**空の ``ingress`` セクション** を endpointSelector と組み合わせて使用するか、より広範な適用のために Cilium エージェントレベルで **``--enable-default-deny``** を有効にすることにより実現されます。

デフォルトの拒否ポリシーの最小限の例

```
apiVersion: cilium.io/v2
kind: CiliumNetworkPolicy
metadata:
  name: default-deny
  namespace: default
spec:
  description: "Default deny all ingress traffic to all Pods in this namespace"
  endpointSelector: {}
  ingress: []
```

59.1.4 Cilium ネットワークポリシーを CloudNativePG オペレーターと連携させる

Cilium かどうかにかかわらず、ネットワークポリシーを使用する場合、最初のステップは、オペレーターがターゲット名前空間のポッドに到達できることを確認することです。オペレーターはポッドでチェックとアクションを実行できる必要があり、これらのアクションの 1 つでは、ポッドのポート 8000 にアクセスして、内部で実行されている PostgreSQL インスタンスの現在のステータスを取得する必要があるため、これは重要です。

次の CiliumNetworkPolicy により、オペレーターはターゲット default 名前空間のポッドにアクセスできます。

```
apiVersion: cilium.io/v2
kind: CiliumNetworkPolicy
metadata:
  name: cnpg-operator-access
  namespace: default
spec:
  description: "Allow CloudNativePG operator access to any pod in the target namespace
↪"
  endpointSelector: {}
  ingress:
    - fromEndpoints:
        - matchLabels:
            io.kubernetes.pod.namespace: cnpg-system
      toPorts:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      - ports:
          - port: "8000"
            protocol: TCP
```

> **注釈**
>
> *cnpg-system* 名前空間は、YAML マニフェストを使用する場合のオペレーターのデフォルトの名前空間です。オペレーターが別のプロセス Helm、OLM などを使用してインストールされた場合、名前空間は異なる場合があります。名前空間を適切に調整してください。

59.1.5 クラスターポッド間のアクセスの許可

デフォルトポリシーは「deny all」であるため、同じ名前空間内のクラスターポッド間のアクセスを明示的に許可する必要があります。必要なイングレスルールを追加することにより、以前のポリシーを改善します。

```
apiVersion: cilium.io/v2
kind: CiliumNetworkPolicy
metadata:
  name: cnpg-cluster-internal-access
  namespace: default
spec:
  description: "Allow CloudNativePG operator access and connection between pods in␣
↪the same namespace"
  endpointSelector: {}
  ingress:
    - fromEndpoints:
        - matchLabels:
            io.kubernetes.pod.namespace: cnpg-system
        - matchLabels:
            io.kubernetes.pod.namespace: default
            cnpg.io/cluster: cluster-example
      toPorts:
        - ports:
            - port: "8000"
              protocol: TCP
            - port: "5432"
              protocol: TCP
```

このポリシーは、`cnpg-system` ポッドと、`cluster-example` にも属する `default` 名前空間ポッドからのアクセスを許可します。`matchLabels` セレクターでは、ポッドにリストされたラベルの完全なセットが必要です。ラベルが 1 つだけない場合は、ポッドが一致しないことを意味します。

59.1.6 Cilium を使用して PostgreSQL へのアクセスを制限する

この例では、 default 名前空間の role=backend というラベルのポッドのみが cluster-example という名前の PostgreSQL クラスターに接続することを許可する CiliumNetworkPolicy を定義します。他のすべての入力トラフィックはデフォルトでブロックされます。

```
apiVersion: cilium.io/v2
kind: CiliumNetworkPolicy
metadata:
  name: postgres-access-backend-label
  namespace: default
spec:
  description: "Allow PostgreSQL access on port 5432 from Pods with role=backend"
  endpointSelector:
    matchLabels:
      cnpg.io/cluster: cluster-example
  ingress:
    - fromEndpoints:
        - matchLabels:
            role: backend
      toPorts:
        - ports:
            - port: "5432"
              protocol: TCP
```

この CiliumNetworkPolicy は、 role=backend でラベル付けられたポッドのみが default 名前空間のポート 5432 を介して CloudNativePG によって管理される PostgreSQL インスタンスにアクセスできるようにします。

次のポリシーでは、名前空間のラベル role=backend を持つポッドからのみ、cluster-example という名前の PostgreSQL クラスターのポート 5432 への入力トラフィックを許可する方法を示します。

```
apiVersion: cilium.io/v2
kind: CiliumNetworkPolicy
metadata:
  name: postgres-access-backend-any-ns
  namespace: default
spec:
  description: "Allow PostgreSQL access on port 5432 from Pods with role=backend in␣
↪any namespace"
  endpointSelector:
    matchLabels:
      cnpg.io/cluster: cluster-example
  ingress:
    - fromEndpoints:
        - labelSelector:
            matchLabels:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            role: backend
          matchExpressions:
            - key: io.kubernetes.pod.namespace
              operator: Exists
    toPorts:
      - ports:
          - port: "5432"
            protocol: TCP
```

次の例では、 backend 名前空間のポッドから cluster-example クラスター default 名前空間にありますのポート 5432 への入力トラフィックを許可します。

```
apiVersion: cilium.io/v2
kind: CiliumNetworkPolicy
metadata:
  name: postgres-access-backend-namespace
  namespace: default
spec:
  description: "Allow PostgreSQL access on port 5432 from any Pods in the backend␣
↪namespace"
  endpointSelector:
    matchLabels:
      cnpg.io/cluster: cluster-example
  ingress:
    - fromEndpoints:
        - matchLabels:
            io.kubernetes.pod.namespace: backend
      toPorts:
        - ports:
            - port: "5432"
              protocol: TCP
```

Cilium の L3 / L4 ポリシーモデルを使用して、 backend 名前空間のアプリケーションポッドからのみクラスターポッドへの入力トラフィックを明示的に許可する CiliumNetworkPolicy を定義します。追加ポリシーで明示的に許可されない限り、他のすべてのトラフィックは暗黙的に拒否されます。

次の例では、Kubernetes クラスター内の任意のソースから cluster-example クラスター default 名前空間にありますのポート 5432 への入力トラフィックを許可します。

```
apiVersion: cilium.io/v2
kind: CiliumNetworkPolicy
metadata:
  name: postgres-access-cluster-wide
  namespace: default
spec:
  description: "Allow ingress traffic to port 5432 of the cluster-example from any␣
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
↪pods within the Kubernetes cluster"
  endpointSelector:
    matchLabels:
      cnpg.io/cluster: cluster-example
  ingress:
    - fromEntities:
        - cluster
      toPorts:
        - ports:
            - port: "5432"
              protocol: TCP
```

Cilium ネットワークポリシーの作成と検証を簡素化するビジュアルでインタラクティブツール editor.networkpolicy.io の使用を検討できます。視覚的な方法で表示することにより、構成の間違いを回避し、交通ルールをより明確に理解するのに特に役立ちます。

これらのポリシーにより、PostgreSQL のベースラインのアクセス制御が確立されました。Cilium のポリシー言語を使用して追加の出力または監査ルールを階層化したり、Envoy を使用して L7 適用に拡張したりできます。

59.2 External Secrets

External Secrets は CNCF サンドボックスプロジェクトであり、TAG Security のスポンサーのもとで 2022 年に受け入れられました。

59.2.1 について

外部シークレットオペレーター ESO は、シークレットのストレージを Kubernetes 自分自身から分離することにより、シークレット管理を強化する Kubernetes オペレーターです。これにより、外部シークレット管理システムとネイティブ Kubernetes `Secret` リソース間のシームレスな同期が可能になります。

ESO は、以下を含む幅広いバックエンドをサポートしています。

- HashiCorp Vault
- AWS Secrets Manager
- Google Secret Manager
- Azure Key Vault
- IBM Cloud Secrets Manager

…その他にもたくさん。サポートされているプロバイダーの完全な最新のリストについては、

official External Secrets documentation を参照してください。

59.2.2 PostgreSQL および CloudNativePG との統合

PostgreSQL データベースに関しては、外部シークレットは 2 つの主要なユースケースで CloudNativePG とシームレスに統合します。

- **自動パスワード管理** ESO は、Kubernetes `Secret` リソースに保存されているデータベースユーザーパスワードの自動生成とローテーションを処理でき、クラスター内で実行されているアプリケーションが常に最新の資格情報にアクセスできるようにします。
- **クロスプラットフォームのシークレットアクセス** `SecretStore` リソースを介して外部キー管理サービス KMS とこれらのパスワードの透過的な同期が有効になります。これにより、Kubernetes クラスターの外部のアプリケーションと開発者 Kubernetes シークレットにアクセスできない場合があり、外部 KMS からデータベース資格情報を直接取得できます。

59.2.3 例 外部シークレットを使用した自動パスワード管理

quickstart guide から `cluster-example` Postgres クラスターで `app` ユーザーのパスワードを 24 時間ごとに自動的にローテーションする方法を説明します。

> **注釈**
>
> 続行する前に、*cluster-example* Postgres クラスターが環境で稼働していることを確認してください。

デフォルトでは、CloudNativePG は `cluster-example-app` という名前の Kubernetes `Secret` を生成および管理します。これには、`cluster-example` クラスターの `app` ユーザーの資格情報が含まれています。これについては、*"Connecting from an application" section* で読むことができます。

外部シークレットを使用する場合、目標は次のことです。

1. パスワードの生成方法を指定する `Password` ジェネレーターを定義します。
2. `password` および `pgpass` フィールドのみを更新することにより、`cluster-example-app` シークレットの同期を維持する `ExternalSecret` リソースを作成します。

パスワードジェネレーターの作成

次の例では、 Password

`default` 名前空間の `pg-password-generator` という名前のリソース。ニーズに合わせて名前とプロパティをカスタマイズできます。

```
apiVersion: generators.external-secrets.io/v1alpha1
kind: Password
metadata:
  name: pg-password-generator
spec:
  length: 42
  digits: 5
  symbols: 5
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  symbolCharacters: "-_$@"
  noUpper: false
  allowRepeat: true
```

この仕様は、生成されるパスワードの長さ、数字、記号、大文字の包含などの特性を定義します。

外部シークレットの作成

次の例では、 時間ごとにパスワードを更新する cluster-example-app-secret という名前の ExternalSecret リソースを作成します。 Merge ポリシーを使用して、cluster-example-app シークレットの指定されたフィールド password 、pgpass 、jdbc-uri 、および uri のみを更新します。

```
apiVersion: external-secrets.io/v1
kind: ExternalSecret
metadata:
  name: cluster-example-app-secret
spec:
  refreshInterval: "24h"
  target:
    name: cluster-example-app
    creationPolicy: Merge
    template:
      metadata:
        labels:
          cnpg.io/reload: "true"
      data:
        password: "{{ .password }}"
        pgpass: "cluster-example-rw:5432:app:app:{{ .password }}"
        jdbc-uri: "jdbc:postgresql://cluster-example-rw.default:5432/app?password={{ .
↪password }}&user=app"
        uri: "postgresql://app:{{ .password }}@cluster-example-rw.default:5432/app"
  dataFrom:
    - sourceRef:
        generatorRef:
          apiVersion: generators.external-secrets.io/v1alpha1
          kind: Password
          name: pg-password-generator
```

ラベル cnpg.io/reload: "true" により、シークレットが変更されたときに CloudNativePG がデータベースのユーザーパスワードのリロードをトリガーします。

構成の検証

ExternalSecret が正しく同期していることを確認するには

```
kubectl get es cluster-example-app-secret
```

リアルタイムで更新されるパスワードを観察するには、一時的に refreshInterval を 30s に減らし、次のコマンドを繰り返し実行します。

```
kubectl get secret cluster-example-app \
  -o jsonpath="{.data.password}" | base64 -d
```

30 秒ごとにパスワードが変更され、ローテーションが正しく機能していることを確認します。

他にもあります

上記の例では、CloudNativePG によって作成されたデフォルトの cluster-example-app シークレットに焦点を当てていますが、同じアプローチを拡張して、カスタムシークレットまたはパスワードを定期的にローテーションするように作成する PostgreSQL ユーザーを管理できます。

59.2.4 例外部 KMS との統合

CNCF エコシステムで最も広く使用されているキー管理サービス KMS プロバイダーの 1 つが HashiCorp Vault です。Vault はビジネスソースライセンス BUSL に基づいてライセンスされていますが、完全な互換性がありアクティブにメンテナンスされているオープンソースの代替品 OpenBao が利用できます。 OpenBao は、HashiCorp Vault と同じインターフェイスをすべてサポートしているため、真のドロップイン代替品となります。

この例では、CloudNativePG、外部シークレットオペレーター、および HashiCorp Vault を統合して、PostgreSQL パスワードを自動的にローテーションし、Vault に安全に保存する方法を示します。

> **注釈**
>
> この例では、 HashiCorp Vault が既にインストールされ、環境に適切に構成されており、チームがそれを操作するために必要な専門知識があることを前提としています。 Vault を展開するにはさまざまな方法があり、それらの詳細については CloudNativePG の範囲外です。 Kubernetes 内で Vault を実行することは可能ですが、外部に展開されるのがより一般的です。詳細な手順については、 HashiCorp Vault documentation を参照してください。

前の例から続けて、必要な SecretStore および PushSecret リソースを作成して、Vault との統合を完了します。

SecretStore の作成

この例では、 HashiCorp Vault が http://vault.vault.svc:8200 の名前空間内からアクセスでき、vault-token という名前の Kubernetes Secret が同じ名前空間に存在し、Vault での認証に使用されるトークンを含むことを前提としています。

```yaml
apiVersion: external-secrets.io/v1
kind: SecretStore
metadata:
  name: vault-backend
spec:
  provider:
    vault:
      server: "http://vault.vault.svc:8200"
      path: "secrets"
      # Specifies the Vault KV secret engine version ("v1" or "v2").
      # Defaults to "v2" if not set.
      version: "v2"
      auth:
        # References a Kubernetes Secret that contains the Vault token.
        # See: https://www.vaultproject.io/docs/auth/token
        tokenSecretRef:
          name: "vault-token"
          key: "token"
- --
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: vault-token
data:
  token: aHZzLioqKioqKio= # hvs. ****  ***
```

この構成は、 vault-backend という名前の SecretStore リソースを作成します。

注釈

この例では、基本的なトークンベースの認証を使用します。これは、API および CLI のユースケースをテストするのに適しています。これは Vault で有効になっているデフォルトの方法ですが、運用環境にはお勧めできません。実稼働環境では、より安全な認証方法の使用を検討します。

External Secrets Operator documentation を参照してください

サポートされている認証メカニズムの完全なリストについては、

注釈

HashiCorp Vault は、バージョン `v2` の `secrets` パスで KV シークレットエンジンを有効にする必要があります。 Vault インスタンスが別のパスまたはバージョンを使用している場合、それに応じて `path` および `version` フィールドを更新してください。

PushSecret の作成

PushSecret リソースは、Kubernetes Secret を HashCorp Vault にプッシュするために使用されます。この単純化された例では、サンプルクラスター cluster-example の app ユーザーの資格情報をプッシュします。

PushSecret の構成の詳細については、

External Secrets Operator documentation を参照してください。

```
apiVersion: external-secrets.io/v1alpha1
kind: PushSecret
metadata:
  name: pushsecret-example
spec:
  deletionPolicy: Delete
  refreshInterval: 24h
  secretStoreRefs:
    - name: vault-backend
      kind: SecretStore
  selector:
    secret:
      name: cluster-example-app
  data:
    - match:
        remoteRef:
          remoteKey: cluster-example-app
```

この例では、PushSecret リソースは、cluster-example-app という名前の Kubernetes Secret を HashCorp Vault にプッシュするように外部シークレットオペレーターに指示します。前の例から。remoteKey は、vault-backend という名前の SecretStore を使用して、シークレットを Vault に保存する名前を定義します。

構成の検証

PushSecret が正常に機能していることを確認するには、HashiCorp Vault UI に移動します。パス secrets の kv シークレットエンジンで、上記で定義した remoteKey に対応する cluster-example-app という名前のシークレットを見つけます。

第60章　Appendix

60.1 Appendix A - Backup on object stores

> **警告**
>
> CloudNativePG 1.26 の時点で、** Barman Cloud プラグイン**を優先して、**ネイティブ Barman Cloud サポートは非推奨です**。このページは、参考のために付録に移動しました。現時点ではネイティブ統合は機能し続けていますが、適切なテストの後、プラグインベースのインターフェイスへの段階的な移行を開始することを強くお勧めします。ガイダンスについては、 Migrating from Built-in CloudNativePG Backup を参照してください。

CloudNativePG は、オブジェクトストアでの継続的な物理バックアップと WAL アーカイブを介して、PostgreSQL クラスターの**オンライン/ホットバックアップ**をネイティブにサポートしています。これは、データベースが常に稼働しており、ダウンタイムが必要なく、ポイントインタイムリカバリーが利用できることを意味します。

オペレーターは、Barman Cloud ツールに基づいた継続的なバックアップインフラストラクチャをオーケストレーションできます。多くの PostgreSQL インスタンスをバックアップする Barman サーバーで古典的なアーキテクチャを使用する代わりに、オペレーターは `barman-cloud-wal-archive` 、`barman-cloud-check-wal-archive` 、`barman-cloud-backup` 、`barman-cloud-backup-list` 、および `barman-cloud-backup-delete` ツールに依存します。その結果、ベースバックアップは_tarballs_になります。ベースバックアップと WAL ファイルは両方とも圧縮および暗号化できます。

このためには、 `barman-cli-cloud` が含まれるイメージを使用する必要があります。コミュニティ PostgreSQL イメージと最新の `barman-cli-cloud` パッケージで構成されているため、このスコープにイメージ `ghcr.io/cloudnative-pg/postgresql` を使用できます。

> **注釈**
>
> Barman クラウドで導入された機能強化を利用するために、システムで最新バージョンのオペランドを実行していることを常に確認して、クラスターのセキュリティ面を向上させます。

> **警告**
>
> Barman Cloud 3.16 以降、ほとんどの Barman Cloud コマンドは、ターゲットバケットが既に存在するものと仮定して、ターゲットバケットを自動的に作成しません。現在、*barman-cloud-check-wal-archive* コマンドのみがバケットを作成します。これが空のバケットで実行される最初のオペレーションでない場合、CloudNativePG はエラーをスローします。その結果、信頼性の高い将来性の操作を保証し、潜在

的な問題を回避するために、オブジェクトストアバケットを参照する `Cluster` リソースを作成する前に、オブジェクトストアバケットを作成および構成することを強くお勧めします。

バックアップは、`Cluster` のプライマリまたは指定されたプライマリインスタンスから実行されます**レプリカクラスター** を参照してください

指定されたプライマリインスタンスの詳細については、 **スタンバイからのバックアップ** 。

60.1.1 共通オブジェクトストア

AWS S3 、 *Microsoft Azure Blob Storage* 、 *Google Cloud Storage* 、互換性のあるプロバイダーなどの特定のオブジェクトストア、または互換性のあるプロバイダーを探している場合は、*Appendix C - Common object stores for backups* を参照してください。

60.1.2 WAL アーカイブ

WAL アーカイブは、 *WAL アーカイブ* をフィードするプロセスです

CloudNativePG で。

WAL アーカイブは、`Cluster` リソースの`.spec.backup.barmanObjectStore` スタンザで定義されています。

注釈

BarmanObjectStoreConfiguration を参照してください。

オプションの完全なリストについては、barman-cloud API で 。

必要に応じて、WAL ファイルがアップロードされたらすぐに圧縮および/または暗号化することを選択できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      [...]
      wal:
        compression: gzip
        encryption: AES256
```

バケットに暗号化を直接構成できます。クラスター構成でオーバーライドしない限り、オペレーターはそれを使用します。

PostgreSQL は、シークエンシャルアーカイブスキームを実装しており、アーカイブされるすべての WAL セグメントに対して `archive_command` がシークエンシャルに実行されます。

> **注釈**
>
> デフォルトでは、CloudNativePG は `archive_timeout` を `5min` に設定し、ワークロードが低い場合でも WAL ファイルが少なくとも 5 分ごとに閉じてアーカイブされ、目標リカバリポイント *RPO* の決定論的な時間ベースの値を提供します。 archive_timeout の値を変更する場合でも、私たちの経験から、オペレーターによって設定されたデフォルト値がほとんどのユースケースに適していることが示唆されています。

PostgreSQL インスタンスとオブジェクトストア間の帯域幅で複数の WAL ファイルを並列してアーカイブできる場合、次の例のようにインスタンスマネージャーの並列 WAL アーカイブ機能を使用できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      [...]
      wal:
        compression: gzip
        maxParallel: 8
        encryption: AES256
```

前の例では、インスタンスマネージャーは、PostgreSQL によって要求されたものを含む最大 8 つの準備ができている WAL を並列アーカイブすることにより、WAL アーカイブプロセスを最適化します。

PostgreSQL が、最適化としてインスタンスマネージャーによって既にアーカイブされた WAL のアーカイブを要求する場合、そのアーカイブ要求はポジティブなステータスで却下されるだけです。

60.1.3 リテンション ポリシー

CloudNativePG は、リカバリウィンドウに基づいて **リテンションポリシー**を使用して、バックアップオブジェクトストアからのバックアップファイルの自動削除を管理できます。

内部的には、保持ポリシー機能は `barman-cloud-backup-delete` と `--retention-policy "RECOVERY WINDOW OF {{ retention policy value }} {{ retention policy unit }}"` を使用します。

たとえば、次のように 30 日の保持ポリシーを使用してバックアップを定義できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "<destination path here>"
      s3Credentials:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      accessKeyId:
        name: aws-creds
        key: ACCESS_KEY_ID
      secretAccessKey:
        name: aws-creds
        key: ACCESS_SECRET_KEY
  retentionPolicy: "30d"
```

注釈

リカバリウィンドウリテンションポリシーは、 *current time - recovery window* によって決定される移動ポイントである_Point of **Recoverability**_ *PoR* の概念に焦点を当てています。 _first 有効なバックアップ_は、*PoR* の前に最初に使用可能なバックアップです新しい順に。 CloudNativePG は、最初の有効なバックアップから始めて、*PoR* と最新の正常にアーカイブされた WAL ファイル間の任意の時点でクラスターを復旧できることを保証する必要があります。最初の有効なバックアップよりも古いベースバックアップは_obsolete_としてマークされ、次のバックアップが完了した後に完全に削除されます。

60.1.4 圧縮アルゴリズム

CloudNativePG は、デフォルトでバックアップと WAL ファイルを非圧縮方法でアーカイブします。ただし、`barman-cloud-backup` バックアップ用および `barman-cloud-wal-archive` WAL ファイル用を介して次の圧縮アルゴリズムもサポートします。

- bzip2
- gzip
- lz4
- きびきび
- xx
- zstd

バックアップと WAL の圧縮設定は独立しています。 barman-cloud API リファレンスの DataBackupConfiguration および WALBackupConfiguration セクションを参照してください。

アーカイブ時間、復元時間、およびサイズはアルゴリズムによって異なるため、ユースケースに応じて圧縮アルゴリズムを選択する必要があることに注意してください。

Barman チームは、 Barman Cloud でサポートされているアルゴリズムのパフォーマンスの評価を実行しました。次の表は、ローカルの MinIO 展開でバックアップが作成されるシナリオをまとめています。Barman GitHub プロジェクトには、 deeper analysis が含まれています。

60.1.5 バックアップオブジェクトのタグ付け

Barman 2.18 では、 barman-cloud-backup および barman-cloud-wal-archive を介してオブジェクトストアに保存する際のバックアップリソースのタグ付けのサポートを導入しました。その結果、PostgreSQL コンテナイメージにバージョン 2.18 以降の Barman が含まれる場合、CloudNativePG では、バックアップオブジェクト、つまりベースバックアップ、WAL ファイル、履歴ファイルのキーと値のペアとしてタグを指定できます。

.spec.backup.barmanObjectStore 定義では 2 つのプロパティを使用できます。

- tags バックアップオブジェクトとバックアップオブジェクトストアのアーカイブされた WAL ファイルに追加するキーと値のペアタグ
- historyTags バックアップオブジェクトストアのアーカイブされた履歴ファイルに追加されるキーと値のペアタグ

以下の YAML マニフェストの抜粋は、この機能の使用例を提供します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      [...]
      tags:
        backupRetentionPolicy: "expire"
      historyTags:
        backupRetentionPolicy: "keep"
```

60.1.6 backup および WAL コマンドの追加オプション

.spec.backup.barmanObjectStore.data および.spec.backup.barmanObjectStore.wal セクションの additionalCommandArgs プロパティを使用して、barman-cloud-backup および barman-cloud-wal-archive コマンドに追加オプションを追加できます。これらのプロパティは、barman-cloud-backup および barman-cloud-wal-archive コマンドに追加される文字列のリストです。

たとえば、 --read-timeout=60 を使用して、接続の読み取りタイムアウトをカスタマイズできます。

barman-cloud-backup および barman-cloud-wal-archive コマンドでサポートされる追加オプションについては、公式バーマンドキュメント here を参照してください。

additionalCommandArgs で提供されるオプションが、そのセクション.spec.backup.barmanObjectStore.data または.spec.backup.barmanObjectStore.wal の宣言されたオプションに既に存在する場合、追加のオプションは無視されます。

次に、このプロパティの使用方法の例を示します。

バックアップの場合

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      [...]
      data:
        additionalCommandArgs:
        - "--min-chunk-size=5MB"
        - "--read-timeout=60"
```

WAL ファイルの場合

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      [...]
      wal:
        additionalCommandArgs:
        - "--max-concurrency=1"
        - "--read-timeout=60"
```

60.1.7 オブジェクトストアからのリカバリー

Barman Cloud によって作成され、サポートされているオブジェクトストアに保存されているバックアップから復元できます。`barmanObjectStore` セクションで必要な構成をすべて含む外部クラスターを定義した後、`.spec.recovery.source` オプションで参照する必要があります。

この例では、Azure の BLOB コンテナにリカバリオブジェクトストアを定義します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-restore
spec:
  [...]

  superuserSecret:
    name: superuser-secret

  bootstrap:
    recovery:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    source: clusterBackup

  externalClusters:
    - name: clusterBackup
      barmanObjectStore:
        destinationPath: https://STORAGEACCOUNTNAME.blob.core.windows.net/
↪CONTAINERNAME/
        azureCredentials:
          storageAccount:
            name: recovery-object-store-secret
            key: storage_account_name
          storageKey:
            name: recovery-object-store-secret
            key: storage_account_key
        wal:
          maxParallel: 8
```

前の例では、アプリケーションデータベースとその所有ユーザーの名前がデフォルトで app であることを前提としています。リストアする PostgreSQL クラスターが別の名前を使用している場合、**アプリケーションデータベースの構成** に記載されているように、リカバリフェーズを終了する前にこれらの名前を指定する必要があります。

注釈

デフォルトでは、 *recovery* メソッドは、オブジェクトストア内のバックアップデータのメインフォルダーの名前として、 *externalClusters* セクションのクラスターの `name` を厳密に使用します。この名前は、通常、サーバーの名前用に予約されています。 *barmanObjectStore.serverName* プロパティを使用して、別のフォルダー名を指定できます。

注釈

この例では、並列 WAL リストア機能を利用し、最大 8 つのジョブを専用に作成して、アーカイブから必要な WAL ファイルを同時に取得します。この機能により、復旧時間を大幅に短縮できます。このシナリオを事前に計画し、ご使用の環境に合わせてこのパラメーターの値を正しく調整してください。必要なときに違いを生みますし、そうします。

60.2 Appendix B - Backup on volume snapshots

注釈

サポートされているすべてのサービスのリストについては、Kubernetes の公式ドキュメントを参照してください Container Storage Interface (CSI) drivers

スナップショット機能を提供します。

CloudNativePG は、完全に宣言的な方法で、バックアップとリカバリー操作の両方に Kubernetes ネイティブボリュームスナップショット API を直接利用するデータベースオペレーターの最初の既知のケースの 1 つです。

60.2.1 標準のボリュームスナップショットについて

ボリュームスナップショットは Kubernetes 1.12 (2018) as alpha で最初に導入され、beta in 1.17 (2019) 、および moved to GA in 1.20 (2020) に昇格しました。安定して広く利用可能な標準になり、3 つのカスタムリソース定義 `VolumeSnapshot` 、`VolumeSnapshotContent` 、`VolumeSnapshotClass` を提供します。

この Kubernetes 機能は、次の汎用インターフェイスを定義します。

- PVC から始まる新しいボリュームスナップショットの作成
- 既存のスナップショットの削除
- スナップショットからの新しいボリュームの作成

Kubernetes は、実際の実装を基になる CSI ドライバーに委任しますそれらのすべてがボリュームスナップショットをサポートしているわけではありません。通常、ボリュームスナップショットを提供するストレージクラスは、**アプリケーションの透過的な方法でのインクリメンタルおよび差分ブロックレベルのバックアップ**をサポートします。これにより、スナップショットのクラスター間の可用性を含む、スタックの複雑さと独立した管理を委任できます。

60.2.2 要件

ボリュームスナップショットが CloudNativePG クラスターで動作するには、PostgreSQL ボリュームつまり `storage` および `walStorage` セクションの動的プロビジョニングに使用される各ストレージクラスがボリュームスナップショットをサポートしていることを確認する必要があります。

手順はストレージクラスごとに異なるため、Kubernetes システムに展開した特定のストレージクラスと関連する CSI ドライバーのドキュメントを参照してください。

通常、それは VolumeSnapshotClass です

特定のストレージクラスの永続ボリュームからスナップショットを取得し、`VolumeSnapshot` および `VolumeSnapshotContent` リソースとして管理できることを保証します。

> **注釈**
>
> ボリュームスナップショットがサポートされていることをサードパーティベンダーに確認するのはあなたの責任です。 CloudNativePG は、この問題に関して Kubernetes API とのみ対話し、特定の CSI ドライバーごとにストレージレベルでの問題をサポートすることはできません。

60.2.3 ボリュームスナップショットバックアップを構成する方法

CloudNativePG では、backup.volumeSnapshot スタンザを介したボリュームスナップショットバックアップ用に特定の Postgres クラスターを構成できます。

> **注釈**
>
> *VolumeSnapshotConfiguration* を参照してください。

オプションの完全なリストについては、API リファレンスを参照してください。

ボリュームスナップショットを使用した一般的な例 PGDATA と WAL が同じストレージクラスを共有すると仮定した場合、次のとおりです。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: snapshot-cluster
spec:
  instances: 3

  storage:
    storageClass: @STORAGE_CLASS@
    size: 10Gi
  walStorage:
    storageClass: @STORAGE_CLASS@
    size: 10Gi

  backup:
    # Volume snapshot backups
    volumeSnapshot:
       className: @VOLUME_SNAPSHOT_CLASS_NAME@

  plugins:
  - name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
    isWALArchiver: true
    parameters:
      barmanObjectName: @OBJECTSTORE_NAME@
```

ご覧のとおり、 backup セクションには、 volumeSnapshot スタンザボリュームスナップショットの物理ベースバックアップの制御と plugins スタンザ *WAL アーカイブ* の制御 の両方が含まれています。

> **注釈**
>
> *plugin* を定義すると、ボリュームスナップショットとプラグインバックアップ戦略の両方を同時に使用して物理的バックアップを取ることができます。

volumeSnapshot.className オプションを使用すると、PostgreSQL クラスターで定義したすべてのストレージボリュームに使用されるデフォルトの VolumeSnapshotClass オブジェクトを参照できます。

> **注釈**
>
> *PGDATA* および WAL ファイルに別のストレージクラスを使用している場合、 *walClassName* オプションデフォルトで `className` と同じ値を介してそのボリュームに別個の `VolumeSnapshotClass` を指定できます。

ボリュームスナップショットバックアップ用にクラスターを定義したら、このようなバックアップを定期的に要求する ScheduledBackup リソースを定義する必要があります。

60.2.4 ホットおよびコールドバックアップ

> **警告**
>
> *backup document* で述べたように、プライマリをターゲットとするように明示的に設定されたコールドスナップショットは、バックアップ中にプライマリがフェンスされ、この期間中のクラスターは読み取り専用になります。安全のため、フェンスされたインスタンスが既に含まれているクラスターでは、コールドスナップショットは拒否されます。

デフォルトでは、CloudNativePG は PostgreSQL defaults of the low-level API for base backups を使用して、ボリュームスナップショットのオンライン/ホットバックアップを要求します。

- バックアップ手順の開始時に、即時チェックポイントを要求しません
- バックアップ手順を終了するときに、WAL アーカイバーがバックアップの最後のセグメントをアーカイブするのを待機します

> **注釈**
>
> デフォルト値は、ほとんどの実稼働環境に適しています。ホットバックアップは一貫性があり、スナップショットリカバリーを実行するために使用できます。バックアップの開始から一時レプリケーションスロットを介して WAL の保持を保証します。ただし、そのためにはコールドバックアップに依存することをお勧めします。

Cluster リソースの .spec.backup.volumeSnapshot スタンザの次のオプションを使用して、デフォルトの動作を明示的に変更できます。

- online true デフォルトまたは false を値として受け入れます
- onlineConfiguration.immediateCheckpoint バックアップ手順を開始する前に、即時チェックポイントを要求するかどうか。技術的には、PostgreSQL の pg_backup_start /pg_start_backup() ファンクションに渡す fast 引数に対応し、true デフォルトまたは false を受け入れます
- onlineConfiguration.waitForArchive アーカイバーがバックアップの最後のセグメントを処理するまで待機するかどうか。技術的には、PostgreSQL の pg_backup_stop /pg_stop_backup() ファン

クションに渡す wait_for_archive 引数に対応し、true デフォルトまたは false を受け入れます

デフォルトでコールドバックアップを取得するように Postgres クラスターのデフォルト動作を変更する場合、次のようにマニフェストに online: false オプションを追加するだけです。

```
#  ...

backup:
  volumeSnapshot:
    online: false
    # ...
```

代わりに、デフォルトの動作として即時チェックポイントを要求する場合、このセクションを追加できます。

```
#  ...

backup:
  volumeSnapshot:
    online: true
    onlineConfiguration:
      immediateCheckpoint: true
    # ...
```

デフォルト動作のオーバーライド

Backup または ScheduledBackup オブジェクトの online および必要に応じて onlineConfiguration に別の値を設定することにより、クラスターリソースで定義されたデフォルトの動作を変更できます。

たとえば、オンデマンドのコールドバックアップを発行する場合、.spec.online: false を使用して Backup オブジェクトを作成できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: snapshot-cluster-cold-backup-example
spec:
  cluster:
    name: snapshot-cluster
  method: volumeSnapshot
  online: false
```

同様に、 ScheduledBackup の場合

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: ScheduledBackup
metadata:
  name: snapshot-cluster-cold-backup-example
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
spec:
  schedule: "0 0 0  **  *"
  backupOwnerReference: self
  cluster:
    name: snapshot-cluster
  method: volumeSnapshot
  online: false
```

60.2.5 ボリュームスナップショットオブジェクトの永続化

デフォルトでは、 CloudNativePG によって作成された VolumeSnapshot オブジェクトは、それらを生成した Backup オブジェクトまたはそれらが参照する Cluster を削除した後も保持されます。このような動作は、次の値を受け入れる .spec.backup.volumeSnapshot.snapshotOwnerReference オプションによって制御されます。

- none 所有権が設定されていません。Backup および/または Cluster リソースが削除された後も VolumeSnapshot オブジェクトが持続することを意味します
- backup VolumeSnapshot オブジェクトは、それを生成した Backup リソースが所有しており、バックアップオブジェクトが削除されると、ボリュームスナップショットも削除されます
- cluster VolumeSnapshot オブジェクトは、バックアップされた Cluster リソースが所有しており、Postgres クラスターが削除されると、ボリュームスナップショットも削除されます

VolumeSnapshot が削除される場合、 VolumeSnapshotContent で指定された deletionPolicy が評価されます。

- Retain に設定されている場合、VolumeSnapshotContent オブジェクトは保持されます
- Delete に設定されている場合、VolumeSnapshotContent オブジェクトも削除されます

> **警告**
>
> *VolumeSnapshotContent* オブジェクトは、バックアップと参照するクラスターに関するすべての情報を保持していません *VolumeSnapshot* オブジェクトに含まれる注釈やラベルなど。可能ですが、この種のオブジェクトのみからの復元は簡単ではない場合があります。このため、Kubernetes レベルのデータ保護ソリューションを使用する場合でも、常に `VolumeSnapshot` 定義をバックアップすることをお勧めします。

VolumeSnapshotContent の値は、対応する VolumeSnapshotClass 定義で設定された deletionPolicy によって決定されます。これは、 .spec.backup.volumeSnapshot.className オプションで参照されます。

Kubernetes documentation on Volume Snapshot Classes を参照してください。

この標準の動作の詳細については、

60.2.6 バックアップボリュームのスナップショットの期限

CloudNativePG は、ボリュームスナップショット方法を使用したバックアップをサポートしています。ボリュームスナップショット操作でエラーが発生する場合があり、CloudNativePG は断念する前に構成可能な時間再試行します。

backup.cnpg.io/volumeSnapshotDeadline アノテーションは、バックアップを失敗としてマーキングする前に、CloudNativePG がこれらのエラーの再試行を継続する時間を定義します。

backup.cnpg.io/volumeSnapshotDeadline アノテーションは、Backup および ScheduledBackup リソースの両方に追加できます。ScheduledBackup リソースの場合、このアノテーションは、スケジュールから作成された Backup リソースに自動的に継承されます。

指定しない場合、デフォルトの再試行期限は **10 分** です。

エラー処理

ボリュームスナップショット操作中にエラーが発生した場合

1. CloudNativePG は、最初のエラーの時間を記録します。
2. システムは **10 秒** ごとに操作を再試行します。
3. エラーが指定された期限またはデフォルトの 10 分を超えて続く場合、バックアップは**失敗** としてマークされます。

CSI ドライバーは、スナップショットエラーをフリーテキストとして報告し、永続的な条件たとえば、欠落している VolumeSnapshotClass または無効な資格情報を一時的なものから区別する信頼できる方法がなく、永続的に見える条件は任意の時点で解決可能になる可能性があります。たとえば CloudNativePG が再試行しているときに誰かが欠落しているクラスを作成するか、資格情報を修正した場合。このため、CloudNativePG は、デッドラインに到達するまで、すべてのボリュームスナップショットエラーを同じ方法で再試行します。

例

次のようにして、アノテーションを ScheduledBackup リソースに追加できます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: ScheduledBackup
metadata:
  name: daily-backup-schedule
  annotations:
    backup.cnpg.io/volumeSnapshotDeadline: "20"
spec:
  schedule: "0 0  **  *"
  backupOwnerReference: self
  method: volumeSnapshot
  # other configuration...
```

アノテーションを使用して ScheduledBackup を定義すると、このスケジュールから作成される Backup リソースは、指定されたタイムアウト値を自動的に継承します。

次の例では、スケジュールから作成されたすべてのバックアップには、スナップショットエラーを再試行するために 30 分のタイムアウトがあります。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: ScheduledBackup
metadata:
  name: weekly-backup
  annotations:
    backup.cnpg.io/volumeSnapshotDeadline: "30"
spec:
  schedule: "0 0  **  0" # Weekly backup on Sunday
  method: volumeSnapshot
  cluster:
    name: my-postgresql-cluster
```

または、アノテーションを Backup リソースに直接追加できます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: my-backup
  annotations:
    backup.cnpg.io/volumeSnapshotDeadline: "15"
spec:
  method: volumeSnapshot
  # other backup configuration...
```

60.2.7 ボリュームスナップショットバックアップの例

次の例は、ebs-sc ストレージクラスと csi-aws-vsc ボリュームスナップショットクラスを使用して、AWS の EKS クラスターでボリュームスナップショットベースバックアップを構成する方法を示しています。

> **注釈**
>
> 例のテストに興味がある場合は、ストレージクラスとスナップショットクラスのインストールプロセスの詳細な手順については、 Volume Snapshots <!--wakeignore:rule=master -->を読んでください。

次のマニフェストは、ボリュームスナップショットに使用する準備ができ、サービスアカウント IRSA の IAM ロールを介して S3 バケットに WAL アーカイブを保存するを作成します *AWS S3* を参照してください。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: hendrix
spec:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  instances: 3

  storage:
    storageClass: ebs-sc
    size: 10Gi
  walStorage:
    storageClass: ebs-sc
    size: 10Gi

  backup:
    volumeSnapshot:
       className: csi-aws-vsc

  plugins:
  - name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
    isWALArchiver: true
    parameters:
      barmanObjectName: @OBJECTSTORE_NAME@

  serviceAccountTemplate:
    metadata:
      annotations:
        eks.amazonaws.com/role-arn: "@ARN@"
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: ScheduledBackup
metadata:
  name: hendrix-vs-backup
spec:
  cluster:
    name: hendrix
  method: volumeSnapshot
  schedule: 0 0 0  **  *
  backupOwnerReference: cluster
  immediate: true
```

最後のリソースは、深夜に毎日のボリュームスナップショットバックアップを定義し、クラスターが作成された直後に 1 つを要求します。

60.3 Appendix C - Common object stores for backups

> **警告**
>
> CloudNativePG 1.26 の時点で、** Barman Cloud プラグイン**を優先して、**ネイティブ Barman Cloud**

サポートは非推奨です。現時点ではネイティブ統合は機能し続けていますが、適切なテストの後、プラグインベースのインターフェイスへの段階的な移行を開始することを強くお勧めします。 Barman Cloud Plugin ドキュメントでは、

how to use common object stores について説明しています。

Appendix A - Backup on object stores ファイルは、 Barman Cloud インフラストラクチャでサポートされている任意のサービスに保存できます。つまり

- *AWS S3*
- *Azure Blob Storage*
- *Google Cloud Storage*

サポートされているサービスの互換性のある実装を使用することもできます。

必要なセットアップは、選択したストレージプロバイダーによって異なり、以降のセクションで説明します。

注釈

CloudNativePG は、*barman-cloud* でサポートされているすべての認証方法を独立してテストしているわけではありません。 CloudNativePG の責任は、提供された資格情報を `barman-cloud` に渡すことに制限されており、*barman-cloud* は、独自の実装に従って認証を処理します。ユーザーは Barman Cloud documentation を参照して、選択した認証方法がサポートされ、適切に構成されていることを確認する必要があります。

60.3.1 AWS S3

AWS Simple Storage Service (S3) は、Amazon が提供する非常に人気のオブジェクトストレージサービスです。

CloudNativePG バックアップに関する限り、2 つの方法でバックアップを S3 バケットに保存する権限を定義できます。

- CloudNativePG が EKS で実行されている場合。IRSA authentication method を使用することができます
- または、 `ACCESS_KEY_ID` および `ACCESS_SECRET_KEY` 資格情報を使用できます

AWS アクセスキー

環境に関する次の情報が必要です。

- `ACCESS_KEY_ID` S3 にファイルをアップロードするために使用されるアクセスキーの ID
- `ACCESS_SECRET_KEY` 上記のアクセスキーのシークレット部分
- `ACCESS_SESSION_TOKEN` オプションのセッショントークン、必要な場合

使用されるアクセスキーには、バケットにファイルをアップロードする権限が必要です。そのため、資格情報を使用して Kubernetes シークレットを作成する必要があります。これは、次のコマンドで行うことができます。

```
kubectl create secret generic aws-creds \
  --from-literal=ACCESS_KEY_ID=<access key here> \
  --from-literal=ACCESS_SECRET_KEY=<secret key here>

#  --from-literal=ACCESS_SESSION_TOKEN=<session token here> # if required
```

資格情報は Kubernetes 内に保存され、インストールで保存時の暗号化が構成されている場合、暗号化されます。

そのシークレットが作成されたら、次の例のようにクラスターを構成できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "<destination path here>"
      s3Credentials:
        accessKeyId:
          name: aws-creds
          key: ACCESS_KEY_ID
        secretAccessKey:
          name: aws-creds
          key: ACCESS_SECRET_KEY
```

宛先パスには、インスタンスが WAL ファイルをアップロードできるフォルダーを指す任意の URL を指定できます。`s3://BUCKET_NAME/path/to/folder` .

サービスアカウント IRSA の IAM ロール

IRSA を使用するには、Postgres クラスターの `ServiceAccount` で `annotation` を設定する必要があります。

`serviceAccountTemplate` スタンザを使用してそれらを注入するように CloudNativePG を構成できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
[...]
spec:
  serviceAccountTemplate:
    metadata:
      annotations:
        eks.amazonaws.com/role-arn: arn:[...]
        [...]
```

S3 ライフサイクルポリシー

Barman Cloud は S3 にオブジェクトを書き込み、 Barman Cloud リテンションポリシーによって削除されるまで更新しません。S3 ライフサイクルポリシーで推奨されるアプローチは、オブジェクトの現在のバージョンを Barman 保持ポリシーより数日長く有効期限があり、オブジェクトのバージョニングを有効にし、数日後に非最新バージョンの有効期限を有効にすることです。このようなポリシーは、誤った削除から保護し、CloudNativePG ワークロードへの権限を制限できるように、オブジェクトを完全に削除する権限を付与せずに S3 からオブジェクトを削除できます。

その他の S3 互換オブジェクトストレージプロバイダー

MinIO や **Linode Object Storage** のような S3 互換オブジェクトストレージを使用している場合、デフォルトの S3 のものを使用する代わりにエンドポイントを指定できます。

この例では、リージョン `us-east1` の **Linode** の `bucket` を使用します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "s3://bucket/"
      endpointURL: "https://us-east1.linodeobjects.com"
      s3Credentials:
        [...]
```

Digital Ocean Spaces を使用している場合、Path スタイルの構文を使用する必要があります。この例では、リージョン `SFO3` の **Digital Ocean Spaces** の `bucket` を使用します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "s3://[your-bucket-name]/[your-backup-folder]/"
      endpointURL: "https://sfo3.digitaloceanspaces.com"
      s3Credentials:
        [...]
```

> **注釈**
>
> boto3 implementation の最近の変更

Amazon S3 Data Integrity Protections の

x-amz-content-sha256 エラーが発生する可能性があります。この問題が発生した場合は、spec.env を介してクラスターレベルで特定の環境変数を設定することにより、次の回避策を適用できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  env:
    - name: AWS_REQUEST_CHECKSUM_CALCULATION
      value: when_required
    - name: AWS_RESPONSE_CHECKSUM_VALIDATION
      value: when_required
```

プライベート CA でのオブジェクトストレージの使用

HTTPS 経由で MinIO を使用する場合など、プライベート CA で署名された証明書を使用するオブジェクトストレージプロバイダーを構成するとします。その場合、CA バンドルを含むシークレットを参照する barmanObjectStore 内にオプション endpointCA を設定して、Barman が証明書を正しく検証できるようにする必要があります。*Certificates* ドキュメントの証明書ファイルを使用してシークレットを作成する手順を見つけることができます。シークレットを作成したら、次の例のように endpointCA を設定できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  [...]
  backup:
    barmanObjectStore:
      endpointURL: <myEndpointURL>
      endpointCA:
        name: my-ca-secret
        key: ca.crt
```

注釈

ConfigMaps と Secrets をインスタンスによって**自動的に**リロードしたい場合は、キー`cnpg.io/reload`を持つラベルを Secrets/ConfigMaps に追加できます。それ以外の場合は、 *kubectl cnpg reload* サブコマンドを使用してインスタンスをリロードする必要があります。

60.3.2 Azure Blob Storage

Azure Blob Storage は、Microsoft が提供するオブジェクトストレージサービスです。

CloudNativePG は、Azure Blob Storage の次の認証方法をサポートしています。

-

Connection String

- ストレージアカウント名+

Storage Account Access Key

- ストレージアカウント名+

Storage Account SAS Token

- Azure AD Managed Identity
- Default Azure Credentials

Azure AD マネージド ID を使用すると、資格情報を Kubernetes シークレットに保存せず、次のように `inheritFromAzureAD` を追加するクラスター構成にすることができます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "<destination path here>"
      azureCredentials:
        inheritFromAzureAD: true
```

または、 **デフォルトの Azure 資格情報**認証メカニズムを使用できます。これは、環境変数、管理対象 ID、Azure CLI 資格情報を含む複数の認証方法をサポートすることにより、シームレスな認証エクスペリエンスを提供します。次のように `useDefaultAzureCredentials` フラグを追加します。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "<destination path here>"
      azureCredentials:
        useDefaultAzureCredentials: true
```

一方、 **ストレージアカウントアクセスキー** または**ストレージアカウント SAS トークン**の両方を使用する場合、資格情報を Kubernetes Secret 内に保存し、必要な場合にのみデータエントリを追加する必要があります。次のコマンドはそれを実行します。

```
kubectl create secret generic azure-creds \
  --from-literal=AZURE_STORAGE_ACCOUNT=<storage account name> \
  --from-literal=AZURE_STORAGE_KEY=<storage account key> \
  --from-literal=AZURE_STORAGE_SAS_TOKEN=<SAS token> \
  --from-literal=AZURE_STORAGE_CONNECTION_STRING=<connection string>
```

使用される Kubernetes クラスターでこの機能が有効になっている場合、資格情報は保存時に暗号化されます。

前述のシークレットを踏まえて、提供された資格情報をクラスター構成内に注入できます。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "<destination path here>"
      azureCredentials:
        connectionString:
          name: azure-creds
          key: AZURE_CONNECTION_STRING
        storageAccount:
          name: azure-creds
          key: AZURE_STORAGE_ACCOUNT
        storageKey:
          name: azure-creds
          key: AZURE_STORAGE_KEY
        storageSasToken:
          name: azure-creds
          key: AZURE_STORAGE_SAS_TOKEN
```

Azure Blob Storage を使用する場合、destinationPath は次の構造を満たします。

```
<http|https>://<account-name>.<service-name>.core.windows.net/<resource-path>
```

<resource-path> は<container>/<blob> です。**ストレージアカウント名** とも呼ばれる **アカウント名**は、使用されるホスト名に含まれます。

その他の Azure Blob Storage 互換プロバイダー

Azure Blob Storage API の別の実装を使用している場合、destinationPath は次の構造になります。

```
<http|https>://<local-machine-address>:<port>/<account-name>/<resource-path>
```

その場合、<account-name> はパスの最初のコンポーネントです。

これは、 Azure ストレージエミュレータまたは Azurite を介して Azure サポートをテストする場合に必要です。

60.3.3 Google Cloud Storage

現在、CloudNativePG オペレーターは、Google Cloud Storage の 2 つの認証方法をサポートしています。

- 最初のものは、ポッドが Google Kubernetes Engine クラスター内で実行されていることを前提としています
- 2 つ目は、環境変数 `GOOGLE_APPLICATION_CREDENTIALS` を活用します

Google Kubernetes Engine 内での実行

Google Kubernetes Engine 内で実行されている場合、資格情報を設定せずに Workload Identity に単に依存するようにバックアップを構成できます。特に、次のことを行う必要があります。

- `.spec.backup.barmanObjectStore.googleCredentials.gkeEnvironment` を `true` に設定します
- `serviceAccountTemplate` スタンザに `iam.gke.io/gcp-service-account` アノテーションを設定する

次の例を参考として使用してください。

```
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  [...]
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "gs://<destination path here>"
      googleCredentials:
        gkeEnvironment: true

  serviceAccountTemplate:
    metadata:
      annotations:
        iam.gke.io/gcp-service-account:  [...].iam.gserviceaccount.com
        [...]
```

認証を使用する

instruction from Google をフォローする

認証に必要な情報をすべて含む JSON ファイルを取得します。

JSON ファイルのコンテンツは、次のコマンドで作成できる `Secret` を使用して提供する必要があります。

```
kubectl create secret generic backup-creds --from-file=gcsCredentials=gcs_credentials_
↪file.json
```

これにより、次のように yaml ファイルで使用される `backup-creds` という名前で `Secret` が作成されます。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "gs://<destination path here>"
      googleCredentials:
        applicationCredentials:
          name: backup-creds
          key: gcsCredentials
```

次に、オペレーターは資格情報を使用して Google Cloud Storage に対して認証します。

> **注釈**
>
> この認証方法は、Google Cloud Storage バケットにアクセスするために必要なすべての情報を含む JSON ファイルをコンテナ内に作成します。つまり、誰かがポッドへのアクセスを取得すると、バケットへの書き込み権限もあります。