EDB Postgres for Kubernetes Cluster

リリース *1.29.0*

EnterpriseDB Corporation

2026 年 04 月 28 日

目 次

第 1 章 Introduction and Release notes **1**

1.1 Introduction snd Release 1

1.1.1 CloudNativePG™と共通の主な機能 1

1.1.2 Kubernetes の EDB Postgres に固有の機能 2

1.1.3 ライセンス 2

1.1.4 サポートされているリリースと Kubernetes ディストリビューション 3

1.1.5 このガイドについて 3

1.2 EDB CloudNativePG Cluster release notes 4

1.2.1 EDB CloudNativePG Cluster 1.29.0 release notes 11

1.2.2 EDB CloudNativePG Cluster 1.28.2 release notes 16

1.2.3 EDB CloudNativePG Cluster 1.28.1 release notes 20

1.2.4 EDB CloudNativePG Cluster 1.28.0 release notes 23

1.2.5 EDB CloudNativePG Cluster 1.27.3 release notes 26

1.2.6 EDB CloudNativePG Cluster 1.27.2 release notes 29

1.2.7 EDB CloudNativePG Cluster 1.27.1 release notes 29

1.2.8 EDB CloudNativePG Cluster 1.27.0 release notes 32

1.2.9 EDB CloudNativePG Cluster 1.26.3 release notes 33

1.2.10 EDB CloudNativePG Cluster 1.26.2 release notes 34

1.2.11 EDB CloudNativePG Cluster 1.26.1 release notes 34

1.2.12 EDB CloudNativePG Cluster 1.26.0 release notes 34

1.2.13 EDB CloudNativePG Cluster 1.25.6 release notes 34

1.2.14 EDB CloudNativePG Cluster 1.25.5 release notes 36

1.2.15 EDB CloudNativePG Cluster 1.25.4 release notes 38

1.2.16 EDB CloudNativePG Cluster 1.25.3 release notes 38

1.2.17 EDB CloudNativePG Cluster 1.25.2 release notes 39

1.2.18 EDB Postgres for Kubernetes 1.25.1 release notes 39

1.2.19 EDB Postgres for Kubernetes 1.25.0 release notes 39

1.2.20 EDB CloudNativePG Cluster 1.24.4 release notes 40

1.2.21 EDB Postgres for Kubernetes 1.24.3 release notes 40

1.2.22 EDB Postgres for Kubernetes 1.24.2 release notes 40

1.2.23 EDB Postgres for Kubernetes 1.24.1 release notes 40

1.2.24 EDB Postgres for Kubernetes 1.24.0 release notes 41

1.2.25 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.6 release notes 41

1.2.26 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.5 release notes 41

1.2.27 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.4 release notes 41

1.2.28 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.3 release notes 42

1.2.29 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.2 release notes 42

1.2.30 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.1 release notes 42

1.2.31 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.0 release notes 42

1.2.32 EDB CloudNativePG Cluster 1.22.11 release notes . . . 43
1.2.33 EDB CloudNativePG Cluster 1.22.10 release notes . . . 44
1.2.34 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.9 release notes . . . 45
1.2.35 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.8 release notes . . . 47
1.2.36 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.7 release notes . . . 48
1.2.37 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.6 release notes . . . 49
1.2.38 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.5 release notes . . . 50
1.2.39 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.4 release notes . . . 50
1.2.40 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.3 release notes . . . 50
1.2.41 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.2 release notes . . . 50
1.2.42 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.1 release notes . . . 51
1.2.43 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.0 release notes . . . 51
1.2.44 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.6 release notes . . . 51
1.2.45 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.5 release notes . . . 51
1.2.46 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.4 release notes . . . 52
1.2.47 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.3 release notes . . . 52
1.2.48 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.2 release notes . . . 52
1.2.49 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.1 release notes . . . 52
1.2.50 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.0 release notes . . . 53
1.2.51 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.6 release notes . . . 53
1.2.52 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.5 release notes . . . 53
1.2.53 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.4 release notes . . . 53
1.2.54 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.3 release notes . . . 54
1.2.55 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.2 release notes . . . 54
1.2.56 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.1 release notes . . . 54
1.2.57 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.0 release notes . . . 54
1.2.58 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.6 release notes . . . 55
1.2.59 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.5 release notes . . . 55
1.2.60 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.4 release notes . . . 55
1.2.61 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.3 release notes . . . 55
1.2.62 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.2 release notes . . . 56
1.2.63 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.1 release notes . . . 56
1.2.64 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.0 release notes . . . 56
1.2.65 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.13 release notes . . . 57
1.2.66 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.12 release notes . . . 57
1.2.67 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.11 release notes . . . 58
1.2.68 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.10 release notes . . . 59
1.2.69 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.9 release notes . . . 60
1.2.70 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.8 release notes . . . 61
1.2.71 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.7 release notes . . . 62
1.2.72 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.6 release notes . . . 64
1.2.73 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.5 release notes . . . 64
1.2.74 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.4 release notes . . . 64
1.2.75 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.3 release notes . . . 65
1.2.76 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.2 release notes . . . 65
1.2.77 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.1 release notes . . . 65
1.2.78 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.0 release notes . . . 65

1.2.79 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.5 release notes . . . 66
1.2.80 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.4 release notes . . . 66
1.2.81 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.3 release notes . . . 66
1.2.82 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.2 release notes . . . 66
1.2.83 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.1 release notes . . . 67
1.2.84 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.0 release notes . . . 67
1.2.85 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.5 release notes . . . 68
1.2.86 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.4 release notes . . . 68
1.2.87 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.3 release notes . . . 68
1.2.88 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.2 release notes . . . 69
1.2.89 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.1 release notes . . . 69
1.2.90 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.0 release notes . . . 70
1.2.91 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.5 release notes . . . 72
1.2.92 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.4 release notes . . . 72
1.2.93 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.3 release notes . . . 73
1.2.94 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.2 release notes . . . 73
1.2.95 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.1 release notes . . . 74
1.2.96 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.0 release notes . . . 74
1.2.97 EDB Postgres for Kubernetes 1.14.0 release notes . . . 74
1.2.98 EDB Postgres for Kubernetes 1.13.0 release notes . . . 75
1.2.99 EDB Postgres for Kubernetes 1.12.0 release notes . . . 77
1.2.100 EDB Postgres for Kubernetes 1.11.0 release notes . . . 78
1.2.101 EDB Postgres for Kubernetes 1.10.0 release notes . . . 80
1.2.102 EDB Postgres for Kubernetes 1.9.2 release notes . . . 81
1.2.103 EDB Postgres for Kubernetes 1.9.1 release notes . . . 82
1.2.104 EDB Postgres for Kubernetes 1.9.0 release notes . . . 82
1.2.105 EDB Postgres for Kubernetes 1.8.0 release notes . . . 82
1.2.106 EDB Postgres for Kubernetes 1.7.1 release notes . . . 84
1.2.107 EDB Postgres for Kubernetes 1.7.0 release notes . . . 84
1.2.108 EDB Postgres for Kubernetes 1.6.0 release notes . . . 85
1.2.109 EDB Postgres for Kubernetes 1.5.1 release notes . . . 86
1.2.110 EDB Postgres for Kubernetes 1.5.0 release notes . . . 86
1.2.111 EDB Postgres for Kubernetes 1.4.0 release notes . . . 87
1.2.112 EDB Postgres for Kubernetes 1.3.0 release notes . . . 88
1.2.113 EDB Postgres for Kubernetes 1.2.1 release notes . . . 88
1.2.114 EDB Postgres for Kubernetes 1.2.0 release notes . . . 88
1.2.115 EDB Postgres for Kubernetes 1.1 release notes . . . 89
1.2.116 EDB Postgres for Kubernetes 1.0 release notes . . . 89
1.2.117 EDB Postgres for Kubernetes 0.8 release notes . . . 90
1.2.118 EDB Postgres for Kubernetes 0.7 release notes . . . 90
1.2.119 EDB Postgres for Kubernetes 0.6 release notes . . . 91
1.2.120 EDB Postgres for Kubernetes 0.5 release notes . . . 92
1.2.121 EDB Postgres for Kubernetes 0.4 release notes . . . 92
1.2.122 EDB Postgres for Kubernetes 0.3 release notes . . . 93
1.2.123 EDB Postgres for Kubernetes 0.2 release notes . . . 93
1.2.124 EDB Postgres for Kubernetes 0.1 release notes . . . 94
1.2.125 EDB Postgres for Kubernetes 0.0.1 release notes . . . 94

第 2 章 Getting Started **97**
2.1 Before you start . . . 97
2.1.1 Kubernetes の用語 . . . 97
2.1.2 PostgreSQL の用語 . . . 98
2.1.3 クラウド用語 . . . 99
2.1.4 次に何をするか . . . 100
2.2 Use cases . . . 100
2.2.1 ケース 1Kubernetes 内のアプリケーション . . . 100
2.2.2 ケース 2Kubernetes 外部のアプリケーション . . . 101
2.3 Architecture . . . 102
2.3.1 状態の同期 . . . 102
2.3.2 Kubernetes アーキテクチャ . . . 103
2.3.3 PostgreSQL アーキテクチャ . . . 106
2.3.4 Kubernetes クラスター全体のデプロイメント . . . 108
2.4 Installation and upgrades . . . 110
2.4.1 Kubernetes へのインストール . . . 110
2.4.2 デプロイメントの詳細 . . . 112
2.4.3 アップグレード . . . 112
2.5 Quickstart . . . 114
2.5.1 パート 1-ローカルの Kubernetes / Openshift ローカルプレイグラウンドのセットアップ 115
2.5.2 パート 2 CloudNativePG™クラスターに EDB Postgres ® AI をインストールする . . . 116
2.5.3 パート 3 PostgreSQL クラスターを展開する . . . 117
2.5.4 パート 4 Prometheus と Grafana を使用してクラスターを監視する . . . 118
2.6 Preview Versions . . . 122
2.6.1 現在のプレビューバージョン . . . 122
2.6.2 リリース候補の目的 . . . 122
2.6.3 コミュニティへの参加: どのように支援するか . . . 123
2.6.4 使用アドバイザリー . . . 123

第 3 章 Configuration **125**
3.1 PostgreSQL Configuration . . . 125
3.1.1 `postgresql` セクション . . . 125
3.1.2 `pg_hba` セクション . . . 131
3.1.3 `pg_ident` セクション . . . 134
3.1.4 構成の変更 . . . 135
3.1.5 `ALTER SYSTEM` の有効化 . . . 135
3.1.6 動的共有メモリ設定 . . . 136
3.1.7 固定パラメーター . . . 137
3.2 Operator configuration . . . 141
3.2.1 使用可能なオプション . . . 142
3.2.2 オペレーター構成マップの定義 . . . 144
3.2.3 オペレーターシークレットの定義 . . . 144
3.2.4 オペレーターを再起動して構成をリロードする . . . 145
3.2.5 プロファイリングツール . . . 145
3.3 Instance Pod configuration . . . 146
3.3.1 予測される量 . . . 146
3.3.2 エフェメラルボリューム . . . 147

3.3.3 環境変数 . . . 148
3.4 Examples . . . 150
3.4.1 基本 . . . 150
3.4.2 セキュリティ . . . 151
3.4.3 バックアップ . . . 152
3.4.4 レプリカクラスター . . . 152
3.4.5 PostGIS . . . 153
3.4.6 管理対象ロール . . . 153
3.4.7 管理対象サービス . . . 153
3.4.8 宣言的テーブルスペース . . . 153
3.4.9 プーラー構成 . . . 154
3.4.10 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 . . . 154
3.4.11 Postgres データベースの宣言的管理 . . . 155

第 4 章 Using **183**
4.1 Bootstrap . . . 183
4.1.1 `bootstrap` セクション . . . 184
4.1.2 `externalClusters` セクション . . . 184
4.1.3 空のクラスターをブートストラップする `initdb` . . . 186
4.1.4 別のクラスターからのブートストラップ . . . 192
4.2 Image Catalog . . . 197
4.2.1 カタログのスコーピング . . . 197
4.2.2 カタログ構造 . . . 197
4.2.3 構成例 . . . 198
4.2.4 イメージボリューム拡張を使用したイメージカタログ . . . 199
4.2.5 EDB CloudNativePG クラスターカタログ . . . 200
4.3 Importing Postgres databases . . . 201
4.3.1 その仕組み . . . 202
4.3.2 `microservice` タイプ . . . 202
4.3.3 `monolith` タイプ . . . 205
4.3.4 実際の例 . . . 207
4.3.5 インポートの最適化 . . . 209
4.3.6 `pg_dump` および `pg_restore` 動作のカスタマイズ . . . 209
4.3.7 オンラインインポートとアップグレード . . . 211
4.4 Security . . . 211
4.4.1 コード . . . 211
4.4.2 コンテナ . . . 212
4.4.3 クラスター . . . 213
4.5 Postgres Instance Manager . . . 221
4.5.1 スタートアッププローブ . . . 221
4.5.2 Liveness Probe . . . 223
4.5.3 Readiness Probe . . . 225
4.5.4 シャットダウン制御 . . . 227
4.5.5 フェイルオーバー . . . 228
4.5.6 ディスクフル障害 . . . 228
4.6 Scheduling . . . 228

4.6.1 ポッドアフィニティとアンチアフィニティ . . . 229
4.6.2 nodeSelector によるノード選択 . . . 231
4.6.3 許容範囲 . . . 231
4.6.4 PostgreSQL ワークロードの分離 . . . 231
4.7 Resource management . . . 232
4.8 Failure Modes . . . 234
4.8.1 自己修復 . . . 235
4.8.2 手動介入 . . . 235
4.9 Rolling updates . . . 236
4.9.1 自動更新 unsupervised . . . 237
4.9.2 手動更新 supervised . . . 238
4.10 Replication . . . 238
4.10.1 アプリケーションレベルのレプリケーション . . . 238
4.10.2 非常に成熟したテクノロジー . . . 238
4.10.3 ストリーミングレプリケーションのサポート . . . 239
4.10.4 同期レプリケーション . . . 240
4.10.5 同期レプリケーション非推奨 . . . 246
4.10.6 レプリケーションスロット . . . 247
4.11 Logical Replication . . . 252
4.11.1 出版物 . . . 253
4.11.2 サブスクリプション . . . 256
4.11.3 制限事項 . . . 259
4.11.4 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 259
4.12 Backup . . . 262
4.12.1 メインコンセプト . . . 263
4.12.2 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 . . . 264
4.12.3 スケジュールされたバックアップ . . . 266
4.12.4 オンデマンド バックアップ . . . 267
4.12.5 バックアップ方法 . . . 269
4.12.6 スタンバイからのバックアップ . . . 269
4.12.7 リテンションポリシー . . . 271
4.13 Recovery . . . 271
4.13.1 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 . . . 272
4.13.2 VolumeSnapshot オブジェクトからのリカバリー . . . 273
4.13.3 追加の考慮事項 . . . 275
4.13.4 ポイント インタイム リカバリー PITR . . . 276
4.13.5 アプリケーションデータベースの構成 . . . 280
4.13.6 リカバリーの内部的な仕組み . . . 281
4.13.7 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 . . . 282
4.14 WAL archiving . . . 282
4.14.1 プラグインベースのアーキテクチャ . . . 282
4.14.2 サポートされているプラグイン . . . 282
4.14.3 非推奨の通知 ネイティブ Barman Cloud . . . 283
4.14.4 アーカイブタイムアウトについて . . . 283
4.15 Service management . . . 283
4.15.1 デフォルトサービスの無効化 . . . 284

4.15.2 独自のサービスの追加 . . . 284
4.16 PostgreSQL Role management . . . 285
4.16.1 パスワード管理 . . . 286
4.16.2 実現不可能なロール構成 . . . 289
4.16.3 管理対象ロールのステータス . . . 289
4.17 PostgreSQL Database management . . . 291
4.17.1 主要なコンセプト . . . 292
4.17.2 予約されたデータベース名 . . . 293
4.17.3 調整とステータス . . . 293
4.17.4 データベースの削除 . . . 293
4.17.5 データベース内の拡張機能の管理 . . . 294
4.17.6 データベースでのスキーマの管理 . . . 296
4.17.7 データベースでの外部データラッパー FDW の管理 . . . 297
4.17.8 制限と注意事項 . . . 299
4.18 Tablespaces . . . 301
4.18.1 宣言的テーブルスペース . . . 301
4.18.2 宣言的テーブルスペースの使用 . . . 302
4.18.3 ストレージクラスとテーブルスペース . . . 303
4.18.4 テーブルスペースの所有権 . . . 304
4.18.5 バックアップ リカバリー . . . 305
4.18.6 レプリカクラスター . . . 305
4.18.7 一時テーブルスペース . . . 306
4.18.8 kubectl プラグインのサポート . . . 307
4.18.9 制限事項 . . . 307
4.19 Storage . . . 308
4.19.1 バックアップ リカバリー . . . 309
4.19.2 CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のベンチマーク . . . 309
4.19.3 Persistent Volume Claim Claim PVC . . . 309
4.19.4 ストレージクラスを介した構成 . . . 309
4.19.5 PVC テンプレートを介した構成 . . . 310
4.19.6 WAL のボリューム . . . 311
4.19.7 テーブルスペースのボリューム . . . 312
4.19.8 ボリュームの拡張 . . . 312
4.19.9 永続ボリュームの静的プロビジョニング . . . 313
4.19.10 ブロックストレージの考慮事項 Ceph/Longhorn . . . 314
4.20 Labels and Annotations . . . 315
4.20.1 事前定義されたラベル . . . 315
4.20.2 事前定義されたアノテーション . . . 317
4.20.3 前提条件 . . . 320
4.20.4 クラスターのメタデータの定義 . . . 321
4.20.5 現在の制限 . . . 321
4.21 Monitoring . . . 321
4.21.1 モニタリングインスタンス . . . 321
4.21.2 CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI のモニタリング . . . 339
4.21.3 エクスポートされたメトリックを検査する方法 . . . 341
4.21.4 補助リソース . . . 343
4.21.5 OpenShift でのモニタリング . . . 343

4.22 Logging . . . 356
4.22.1 クラスターログ . . . 357
4.22.2 オペレーターログ . . . 357
4.22.3 PostgreSQL ログ . . . 357
4.22.4 PG 監査ログ . . . 358
4.22.5 EDB Audit log . . . 360
4.22.6 その他のログ . . . 362
4.23 Certificates . . . 362
4.23.1 オペレーター管理モード . . . 363
4.23.2 ユーザー提供の証明書モード . . . 364
4.24 Client TLS/SSL connections . . . 372
4.24.1 新しい証明書の発行 . . . 373
4.24.2 TLS 証明書を介した接続のテスト . . . 373
4.24.3 TLS プロトコルバージョンについて . . . 376
4.25 Connecting from an application . . . 376
4.25.1 DNS 解決 . . . 376
4.25.2 環境変数 . . . 377
4.25.3 シークレット . . . 377
4.26 Connection Pooling . . . 378
4.26.1 アーキテクチャ . . . 378
4.26.2 クイックスタート . . . 379
4.26.3 リソースのライフサイクルのプール化 . . . 379
4.26.4 セキュリティ . . . 380
4.26.5 認証 . . . 380
4.26.6 ポッドテンプレート . . . 382
4.26.7 サービステンプレート . . . 383
4.26.8 高可用性 HA . . . 384
4.26.9 PgBouncer 構成オプション . . . 385
4.26.10 モニタリング . . . 387
4.26.11 ロギング . . . 396
4.26.12 接続の一時停止 . . . 396
4.26.13 制限事項 . . . 397
4.27 Replica clusters . . . 397
4.27.1 基本概念 . . . 398
4.27.2 レプリカクラスターのセットアップ . . . 400
4.27.3 分散トポロジ . . . 401
4.27.4 スタンドアロンレプリカクラスター . . . 404
4.27.5 遅延レプリカ . . . 408
4.28 Kubernetes upgrade and maintenance . . . 409
4.28.1 定期的なアップデートの重要性 . . . 409
4.28.2 クラスター内のメンテナンス操作 . . . 409
4.28.3 一時的な PostgreSQL クラスターの低下 . . . 409
4.28.4 ポッドの中断予算 . . . 410
4.28.5 開発またはテストに使用される PostgreSQL クラスター . . . 410
4.28.6 ノードのメンテナンスウィンドウ . . . 411
4.29 PostgreSQL upgrades . . . 412
4.29.1 マイナーバージョンのアップグレード . . . 412

4.29.2 メジャーバージョンのアップグレード . . . 413
4.29.3 オフラインインプレースメジャーアップグレード . . . 413
4.30 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster Plugin . . . 418
4.30.1 インストール . . . 418
4.30.2 使用する . . . 420
4.30.3 K9s との統合 . . . 444
4.30.4 プラグインに必要な権限 . . . 444
4.31 Automated failover . . . 446
4.31.1 RTO と RPO のインパクト . . . 447
4.31.2 遅延フェイルオーバー . . . 448
4.31.3 Failover Quorum クォーラムベースのフェールオーバー . . . 448
4.32 Fencing . . . 453
4.32.1 インスタンスをフェンスする方法 . . . 453
4.32.2 フェンシングのリフティング方法 . . . 454
4.32.3 フェンシングの仕組み . . . 455
4.33 Declarative hibernation . . . 455
4.33.1 ハイバネーション . . . 456
4.33.2 リハイドレート . . . 457
4.34 PostGIS . . . 457
4.34.1 PostGIS クラスターに関する基本的な概念 . . . 457
4.34.2 PostGIS で新しい PostgreSQL クラスターを作成する . . . 458
4.35 Container Image Requirements . . . 461
4.35.1 イメージタグの要件 . . . 462
4.36 Image Volume Extensions . . . 462
4.36.1 公式拡張機能のイメージとカタログ . . . 463
4.36.2 メリット . . . 463
4.36.3 要件 . . . 464
4.36.4 その仕組み . . . 464
4.36.5 Postgres クラスターへの拡張機能の追加 . . . 467
4.36.6 PostgreSQL クラスターからの拡張機能の削除 . . . 469
4.36.7 高度なトピック . . . 470
4.36.8 画像の仕様 . . . 475
4.37 Custom Pod Controller . . . 476
4.37.1 PVC のサイズ変更 . . . 476
4.37.2 プライマリインスタンスとレプリカ . . . 477
4.37.3 PVC のコヒーレンス . . . 477
4.37.4 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 . . . 478
4.38 Networking . . . 478
4.38.1 オペレーターのクロス名前空間ネットワークポリシー . . . 479
4.38.2 クロスクラスターネットワーキング . . . 479
4.39 Benchmarking . . . 480
4.39.1 pgbench . . . 480
4.39.2 fio . . . 482

第 5 章 EDB Enhancements **485**
5.1 Free evaluation . . . 485
5.1.1 PostgreSQL を使用した評価 . . . 485

5.2 License and License keys . . . 485
5.2.1 会社レベルのライセンスキー . . . 485
5.2.2 クラスターレベルのライセンスキー . . . 486
5.2.3 クラスターレベルでのライセンスキーシークレット . . . 487
5.2.4 ライセンスの有効期限が切れるとどうなるか . . . 487
5.3 EDB private container registry . . . 487
5.3.1 リポジトリ情報 . . . 487
5.3.2 オペランドイメージ . . . 488
5.3.3 EPAS または PGE オペランドを使用してクラスターを展開する方法 . . . 488
5.3.4 EDB プライベートレジストリを使用してオペレーターをインストールする方法 . . . 489
5.4 Red Hat OpenShift . . . 490
5.4.1 アーキテクチャ . . . 491
5.4.2 OpenShift の重要な概念 . . . 492
5.4.3 チャンネル . . . 494
5.4.4 Web コンソールを介したインストール . . . 495
5.4.5 oc CLI を介したインストール . . . 500
5.4.6 事前定義された RBAC オブジェクト . . . 503
5.4.7 ユーザーと権限 . . . 508
5.4.8 ポッドセキュリティ標準 . . . 510
5.4.9 プーラーイメージのカスタマイズ . . . 511
5.4.10 Velero の OADP . . . 511
5.4.11 モニタリングとメトリック . . . 512
5.5 Iron Bank . . . 514
5.5.1 Iron Bank から EDB {{name.short}}とオペランドイメージを取得する . . . 515
5.5.2 Iron Bank イメージを使用した{{name.short}}オペレーターのインストール . . . 515
5.5.3 IronBank イメージを使用した EPAS オペランドを使用したクラスターの展開 . . . 516
5.6 Transparent Data Encryption (TDE) . . . 517
5.6.1 パスフレーズシークレット . . . 518
5.6.2 カスタムパスフレーズコマンド . . . 519
5.6.3 カスタム wrap/unwrap コマンド . . . 519
5.6.4 HashiCorp Vault を使用した例 . . . 520
5.7 Add-ons . . . 523
5.7.1 外部バックアップアダプター . . . 524
5.7.2 カステン . . . 532
5.7.3 ヴェレロ . . . 533

第 6 章 Reference **535**
6.1 Operator capability levels . . . 535
6.1.1 レベル 1 基本インストール . . . 535
6.1.2 レベル 2 シームレスなアップグレード . . . 541
6.1.3 レベル 3 完全なライフサイクル . . . 542
6.1.4 レベル 4 深い洞察 . . . 547
6.1.5 レベル 5 自動操縦 . . . 549
6.2 Frequently Asked Questions (FAQ) . . . 549
6.2.1 Kubernetes での PostgreSQL の実行 . . . 549
6.2.2 高可用性 . . . 552
6.2.3 データベース管理 . . . 553

6.3 Troubleshooting . . . 556
6.3.1 始める前に . . . 556
6.3.2 最初の一歩 . . . 556
6.3.3 バックアップはありますか？ . . . 557
6.3.4 緊急バックアップ . . . 557
6.3.5 ログ . . . 557
6.3.6 オペレーター情報 . . . 558
6.3.7 クラスター情報 . . . 560
6.3.8 ポッド情報 . . . 561
6.3.9 バックアップ情報 . . . 563
6.3.10 ストレージ情報 . . . 563
6.3.11 ノード情報 . . . 564
6.3.12 条件 . . . 564
6.3.13 ネットワーキング . . . 565
6.3.14 PostgreSQL コアダンプ . . . 566
6.3.15 プロファイリングデータの視覚化と分析 . . . 567
6.3.16 いくつかの既知の問題 . . . 568
6.4 Migrating to the unified private EDB container registry . . . 571
6.4.1 何が変わるのか . . . 571
6.4.2 変更の範囲 . . . 572
6.4.3 移行プロセス . . . 572
6.5 API Reference - v1.29.0 . . . 576
6.5.1 Packages . . . 576
6.5.2 postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1 . . . 576
6.6 Backup and Recovery . . . 689
6.7 CNCF Projects Integrations . . . 690
6.7.1 External Secrets . . . 690
6.7.2 Cilium . . . 694

第 7 章 Appendix **701**
7.1 Appendix A - Backup on volume snapshots . . . 701
7.1.1 標準のボリュームスナップショットについて . . . 701
7.1.2 要件 . . . 701
7.1.3 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 . . . 702
7.1.4 ホットおよびコールドバックアップ . . . 703
7.1.5 ボリュームスナップショットオブジェクトの永続化 . . . 705
7.1.6 バックアップボリュームのスナップショットの期限 . . . 705
7.1.7 ボリュームスナップショットバックアップの例 . . . 707
7.2 Appendix B - Backup on object stores . . . 708
7.2.1 共通オブジェクトストア . . . 709
7.2.2 WAL アーカイブ . . . 709
7.2.3 リテンション ポリシー . . . 710
7.2.4 圧縮アルゴリズム . . . 711
7.2.5 バックアップオブジェクトのタグ付け . . . 712
7.2.6 backup および WAL コマンドの追加オプション . . . 712
7.2.7 オブジェクトストアからのリカバリー . . . 713
7.3 Appendix C - Common object stores for backups . . . 714

7.3.1 AWS S3 . . . 715
7.3.2 Azure Blob Storage . . . 718
7.3.3 Google Cloud Storage . . . 720
7.4 CNPG-I . . . 721
7.4.1 なぜ CNPG-I なのか？ . . . 721
7.4.2 プラグインの登録 . . . 722
7.4.3 プラグインを使用する . . . 725
7.4.4 コミュニティプラグイン . . . 726

第1章　Introduction and Release notes

CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI は、CloudNativePG™ に基づくフォークです。 EDB Postgres Advanced Server や IBM Power、OpenShift などの追加サポート対象プラットフォームを使用して、Oracle との互換性などの追加価値を提供します。EDB によって設計、開発、およびサポートされており、ネイティブストリーミングレプリケーションを使用して、プライマリ/スタンバイアーキテクチャで可用性の高い Postgres データベースクラスターのライフサイクルを完全にカバーしています。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、2021 年 2 月 4 日に一般提供されました。以前のバージョンは、GA リリース前に一部の顧客が利用できるようになりました。

> **注釈**
>
> オペレーターの名前がクラウドネイティブ PostgreSQL から変更されました。基になるコンポーネントとリソースが変更されていないため、クラウドネイティブ PostgreSQL の既存のユーザーは何の変更も経験しません。

1.1 Introduction snd Release

1.1.1 CloudNativePG™と共通の主な機能

- 高可用性のための Kubernetes API 統合
  - CloudNativePG™は `postgresql.cnpg.io/v1` API バージョンを使用します
  - CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は `postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1` API バージョンを使用します
- フェイルオーバーを介した自己修復とレプリカの自動再作成
- スケールアップ/ダウン機能を備えたキャパシティ管理
- 定期メンテナンスに向けた計画的なスイッチオーバー
- 読み取り専用および読み取り/書き込みの Kubernetes サービス定義
- Postgres 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
- 継続的なバックアップとポイント インタイム リカバリー
- PgBouncer を使用した接続プーリング
- すぐに使える統合メトリックエクスポーター
- 複数の Kubernetes クラスターにわたる PostgreSQL レプリケーション

- WAL ファイルの別冊

1.1.2 Kubernetes の EDB Postgres に固有の機能

- Long Term Support
- IBM とのパートナーシップを介した IBM Power および z/Linux のサポート
- EDB Postgres Advanced Sever を介した Oracle compatibility
- EDB Postgres Advanced Server を介して Transparent Data Encryption (TDE)
- Kasten および Velero/OADP を使用したコールドバックアップのサポート
- サードパーティの Kubernetes バックアップツール用の汎用アダプター

トライアルサブスクリプションの一部として *evaluate EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster for free* できます。実稼働環境で CloudNativePG™クラスターで EDB Postgres ® AI を使用するには、有効な EDB サブスクリプションが必要です。

> **注釈**
>
> *Operator Capability Levels model* に基づいて、ユーザーは CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI から**「レベル V - 自動パイロット」**機能セットを期待できます。

EDB は、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI の長期サポート LTS バージョンを毎年宣言することに取り組んでいます。1.28 が現在の LTS バージョンです。各 LTS バージョンはメンテナンスリリースを受け取り、最初のリリースから標準の 6 か月を超えてさらに 12 か月、合計 18 か月サポートされます。

たとえば、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI の v1.25 は、2024 年 12 月にリリースされました。LTS バージョンとして宣言されたため、2026 年 6 月まで合計 18 か月間サポートされます。

現在サポートされているバージョンとそのステータスのリストについては、Platform Compatibility を参照してください。

新機能を利用するためにオペレーターの最新バージョンに定期的にアップグレードすることをお勧めしますが、LTS バージョンを使用すると、追加の安定性を必要とするお客様は、アップグレード前に 12〜18 か月間同じバージョンを使用できます。

1.1.3 ライセンス

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、PostgreSQL、EDB Postgres Extended、および EDB Postgres Advanced サーバーの両方で動作し、EDB End User License Agreement の下で利用できます。

トライアルサブスクリプションの一部として *evaluate EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster for free* ができます。実稼働環境で CloudNativePG™クラスターで EDB Postgres ® AI を使用するには、有効な EDB サブスクリプションが必要です。

1.1.4 サポートされているリリースと Kubernetes ディストリビューション

EDB でサポートされている CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のマイナーリリースのリストについては、Platform Compatibility を参照してください。

ページ。ここでは、各 Kubernetes ディストリビューションとバージョン、および EOL 日付がサポートされているものを見つけることもできます。

マルチプルのアーキテクチャ

CloudNativePG™ Cluster Operator コンテナイメージの EDB Postgres ® AI は、次のプラットフォームのマルチアーチフォーマットをサポートしています: `linux/amd64` 、`linux/arm64` 、`linux/ppc64le` 、`linux/s390x` 。

> **警告**
>
> CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI では、Kubernetes クラスター内のすべてのノードが同じ CPU アーキテクチャである必要があります。したがって、ハイブリッド CPU アーキテクチャの Kubernetes クラスターはサポートされていません。さらに、EDB は、OpenShift でのみ `linux/ppc64le` および `linux/s390x` アーキテクチャをサポートしています。

Postgres の次のバージョンは、現在バージョン 1.28 でサポートされています。

- PostgreSQL 14〜18
- EDB Postgres Advanced 14 - 18
- EDB Postgres 拡張 14〜18

PostgreSQL および EDB Postgres Advanced は、次のプラットフォームで利用できます。`linux/amd64` 、`linux/ppc64le` 、`linux/s390x` 。さらに、PostgreSQL は `linux/arm64` でもサポートされています。 EDB Postgres Extended は、`linux/amd64` でのみサポートされています。EDB は、OpenShift でのみ `linux/ppc64le` および `linux/s390x` アーキテクチャのオペランドイメージをサポートしています。

1.1.5 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

> **注釈**
>
> このガイドでは主に Kubernetes について説明していますが、すべての概念を OpenShift に拡張できます。

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。*

1.2 EDB CloudNativePG Cluster release notes

EDB Postgres for Kubernetes ドキュメントでは、マイナーリリースとパッチを含む EDB Postgres for Kubernetes のメジャーバージョンについて説明しています。リリースノートは、各リリースの新機能に関する情報を提供します。マイナーまたはパッチリリースで導入された新機能の場合、コンテンツには、機能を導入したリリースも示されます。

Version	Release date	Upstream merges
1.29.0 または 1.28.x へのアップグレード	31 Mar 2026	Upstream *1.29.0 または 1.28.x へのアップグレード*
EDB CloudNativePG Cluster 1.28.2 release notes	31 Mar 2026	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.28.2 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.28.1 release notes	10 Feb 2026	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.28.1 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.28.0 release notes	16 Dec 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.28.0 release notes*
1.27.4	31 Mar 2026	Upstream 1.27.4
EDB CloudNativePG Cluster 1.27.3 release notes	10 Feb 2026	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.27.3 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.27.2 release notes	16 Dec 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.27.2 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.27.1 release notes	24 Oct 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.27.1 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.27.0 release notes	19 Aug 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.27.0 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.26.3 release notes	16 Dec 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.26.3 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.26.2 release notes	24 Oct 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.26.2 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.26.1 release notes	25 Jul 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.26.1 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.26.0 release notes	23 May 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.26.0 release notes*
1.25.7	02 Apr 2026	None

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Version	Release date	Upstream merges
EDB CloudNativePG Cluster 1.25.6 release notes	10 Feb 2026	None
EDB CloudNativePG Cluster 1.25.5 release notes	16 Dec 2025	None
EDB CloudNativePG Cluster 1.25.4 release notes	24 Oct 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.25.4 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.25.3 release notes	25 Jul 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.25.3 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.25.2 release notes	23 May 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.25.2 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.25.1 release notes	04 Mar 2025	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.25.1 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.25.0 release notes	23 Dec 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.25.0 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.24.4 release notes	23 May 2025	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.24.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.24.3 release notes	04 Mar 2025	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.24.3 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.24.2 release notes	23 Dec 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.24.2 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.24.1 release notes	18 Oct 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.24.1 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.24.0 release notes	26 Aug 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.24.0 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.23.6 release notes	23 Dec 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.23.6 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.23.5 release notes	18 Oct 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.23.5 release notes*

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Version	Release date	Upstream merges
EDB Postgres for Kubernetes 1.23.4 release notes	26 Aug 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.23.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.23.3 release notes	01 Aug 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.23.3 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.23.2 release notes	13 Jun 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.23.2 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.23.1 release notes	29 Apr 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.23.1 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.23.0 release notes	24 Apr 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.23.0 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.22.11 release notes	25 Jul 2025	None
EDB CloudNativePG Cluster 1.22.10 release notes	23 May 2025	None
archive_timeout	04 Mar 2025	None
archive_timeout	23 Dec 2024	None
archive_timeout	18 Oct 2024	None
EDB Postgres for Kubernetes 1.22.6 release notes	26 Aug 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.22.6 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.22.5 release notes	01 Aug 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.22.5 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.22.4 release notes	13 Jun 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.22.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.22.3 release notes	24 Apr 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.22.3 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.22.2 release notes	22 Mar 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.22.2 release notes*
EDB CloudNativePG Cluster 1.22.10 release notes	02 Feb 2024	Upstream *EDB CloudNativePG Cluster 1.22.10 release notes*

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Version	Release date	Upstream merges
EDB Postgres for Kubernetes 1.22.0 release notes	22 Dec 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.22.0 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.21.6 release notes	13 Jun 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.21.6 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.21.5 release notes	24 Apr 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.21.5 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.21.4 release notes	22 Mar 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.21.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.21.3 release notes	02 Feb 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.21.3 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.21.2 release notes	22 Dec 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.21.2 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.21.1 release notes	08 Nov 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.21.1 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.21.0 release notes	18 Oct 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.21.0 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.20.6 release notes	02 Feb 2024	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.20.6 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.20.5 release notes	22 Dec 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.20.5 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.20.4 release notes	08 Nov 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.20.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.20.3 release notes	18 Oct 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.20.3 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.20.2 release notes	27 Jul 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.20.2 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.20.1 release notes	13 Jun 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.20.1 release notes*

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Version	Release date	Upstream merges
EDB Postgres for Kubernetes 1.20.0 release notes	27 Apr 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.20.0 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.19.6 release notes	08 Nov 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.19.6 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.19.5 release notes	18 Oct 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.19.5 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.19.4 release notes	27 Jul 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.19.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.19.3 release notes	13 Jun 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.19.3 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.19.2 release notes	27 Apr 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.19.2 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.19.1 release notes	20 Mar 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.19.1 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.19.0 release notes	14 Feb 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.19.0 release notes*
archive_timeout	13 Jun 2024	None
archive_timeout	24 Apr 2024	None
archive_timeout	22 Mar 2024	None
archive_timeout	02 Feb 2024	None
archive_timeout	22 Dec 2023	None
archive_timeout	08 Nov 2023	None
archive_timeout	18 Oct 2023	None
archive_timeout	27 Jul 2023	None
EDB Postgres for Kubernetes 1.18.5 release notes	13 Jun 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.18.5 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.18.4 release notes	27 Apr 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.18.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.18.3 release notes	20 Mar 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.18.3 release notes*

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Version	Release date	Upstream merges
EDB Postgres for Kubernetes 1.18.2 release notes	14 Feb 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.18.2 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.18.10 release notes	21 Dec 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.18.10 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.18.0 release notes	14 Nov 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.18.0 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.17.5 release notes	20 Mar 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.17.5 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.17.4 release notes	14 Feb 2023	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.17.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.17.3 release notes	21 Dec 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.17.3 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.17.2 release notes	14 Nov 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.17.2 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.17.1 release notes	07 Oct 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.17.1 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.17.0 release notes	06 Sep 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.17.0 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.16.5 release notes	21 Dec 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.16.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.16.4 release notes	14 Nov 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.16.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.16.3 release notes	07 Oct 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.16.3 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.16.2 release notes	06 Sep 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.16.2 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.16.1 release notes	12 Aug 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.16.1 release notes*

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Version	Release date	Upstream merges
EDB Postgres for Kubernetes 1.16.0 release notes	07 Jul 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.16.0 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.15.5 release notes	07 Oct 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.15.5 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.15.4 release notes	06 Sep 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.15.4 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.15.3 release notes	12 Aug 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.15.3 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.15.2 release notes	07 Jul 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.15.2 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.15.1 release notes	27 May 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.15.1 release notes*
EDB Postgres for Kubernetes 1.15.0 release notes	21 Apr 2022	Upstream *EDB Postgres for Kubernetes 1.15.0 release notes*
archive_timeout	25 Mar 2022	NA
archive_timeout	17 Feb 2022	NA
archive_timeout	11 Jan 2022	NA
archive_timeout	15 Dec 2021	NA
archive_timeout	11 Nov 2021	NA
archive_timeout	15 Oct 2021	NA
archive_timeout	30 Sep 2021	NA
archive_timeout	28 Sep 2021	NA
archive_timeout	13 Sep 2021	NA
archive_timeout	11 Aug 2021	NA
archive_timeout	28 Jul 2021	NA
archive_timeout	12 Jul 2021	NA
archive_timeout	11 Jun 2021	NA
archive_timeout	17 Jun 2021	NA
archive_timeout	18 May 2021	NA
archive_timeout	23 Apr 2021	NA
archive_timeout	06 Apr 2021	NA
archive_timeout	31 Mar 2021	NA
archive_timeout	03 Mar 2021	NA
archive_timeout	04 Feb 2021	NA
archive_timeout	29 Jan 2021	NA
archive_timeout	31 Dec 2020	NA

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Version	Release date	Upstream merges
archive_timeout	04 Dec 2020	NA
archive_timeout	20 Nov 2020	NA
archive_timeout	05 Nov 2020	NA
archive_timeout	25 Sep 2020	NA
archive_timeout	11 Aug 2020	NA
archive_timeout	03 Apr 2020	NA
archive_timeout	05 Mar 2020	NA

1.2.1 EDB CloudNativePG Cluster 1.29.0 release notes

リリース日 2026 年 3 月 31 日

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のこのリリースには、次のものが含まれます。

ハイライト

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、Kubernetes 1.30.0 の EDB Postgres で 1.29.0 ではなく 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

Description	Addresses
イメージカタログの PostgreSQL 拡張機能は、 <code>ImageCatalog</code>機能を拡張して、PostgreSQL 拡張機能をサポートしました。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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9781">#9781
ポッドセレクターを介した動的ネットワークアクセス制御では、 <code>podSelectorRefs</code>の宣言的定義を導入して、<code>pg_hba.conf</code>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 レンジの必要がなくなります。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9781">#9781

次のページに続く

表 2 – 前のページからの続き

Description	Addresses
共有<code>ServiceAccount</code>サポートは、オプションの<code>serviceAccountName</code>フィールドを<code>Cluster</code>と<code>Pooler</code>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 による投稿。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9287">#9287

機能強化

Description	Addresses
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、<code>Pooler</code> 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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9571">#9571
アップグレードジョブで<code>BackoffLimit=0</code>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<code>pg_upgrade</code>の不必要な再試行を防ぎます。 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ようになりました。これにより、クラスターは元のバージョンで正常に再起動できます。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10104">#10104 , <a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10298">#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が向上しました。 これにより、<code>kubectl get events</code>を介して直接、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の可視性が提供されます。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10040">#10040
バックアップリソースの<code>k8s.enterprisedb.io/reconciliationDisabled</code>アノテーションのサポートを拡張しました。 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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10020">#10020
<code>bin_path</code>フィールドを<code>postgresql.extensions</code>スタンザと、<code>ImageCatalog</code>および<code>ClusterImageCatalog</code>リソースに追加しました。 これにより、拡張機能は外部バイナリのディレクトリパスを指定できます。これらは Postgres プロセスの<code>PATH</code>環境変数に自動的に追加されます。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10250">#10250

次のページに続く

表 3 – 前のページからの続き

Description	Addresses
<code>env</code>フィールドを<code>postgresql.extensions</code>スタンザと、<code>ImageCatalog</code>および<code>ClusterImageCatalog</code>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ための<code>${image_root}</code>プレースホルダーをサポートしています。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10375">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9560">#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ます。読み取り専用レプリカでの不必要な調整試行と偽のエラーメッセージを回避します。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9971">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9720">#9720
`alpha.k8s.enterprisedb.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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9968">#9968
回復不能な問題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。 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ぎ、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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9353">#9353
<code>reconciliationStartedAt</code>および<code>reconciliationTerminatedAt</フィールドを<code>Backup</code>ステータスに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<code>startedAt</code>/<code>stoppedAt</code>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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9351">#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、使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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9364">#9364

セキュリティ修正

Description	Addresses
セキュリティの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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10054">#10054 , <a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10062">#10062
SLSA の来歴と 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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10048">#10048 , <a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10074">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9950">#9950

の変更

Description	Addresses
デフォルトの PostgreSQL バージョンを 18.3 イメージ`18.3-standard-ubi9`に更新しました。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10090">#10090

バグ修正

Description	Addresses
同期レプリケーションを使用するクラスターに影響す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しているポッドが異なる 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。 /p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10342">#10342

次のページに続く

表 6 – 前のページからの続き

Description	Addresses
WAL ディスクが満杯の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 ... ディスク領域チェックによりインスタンスマネージャーの起動がブロックされたため。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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10302">#10302
初期ブートストラップに使用される<code> VolumeSnapshot</code>が削除されている場合、レプリカが<code>Pending</code>状態でスタックする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、<code>pg_basebackup</code>にフォールバックします。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10192">#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の原因となっていた、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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9977">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9952">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9978">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9981">#9981
<code>ConnectionParameters</code>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<code>pg_basebackup</code>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 プラグインも設定されていない限り、これらは誤って拒否されました。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10268">#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するようになりました。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9973">#9973
正常でないクラスターを休止させると、オペレーターは`WaitingForHealthy`条件を報告するようになり、遅延されたハイバーネーション状態を可視化します	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10193">#10193

次のページに続く

表 6 – 前のページからの続き

Description	Addresses
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、<code>cnp fencing on</code>コマンドでのみ実行されるようになりました。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10035">#10035
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するように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ました。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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10190">#10190 , <a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10311">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10285">#10285
プラグインベースの WAL リストアにも適用されるようにタイムライン履歴ファイルの検証を修正しました。 以前は、<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9650">#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、プラグインはチェックをバイパスし、将来のダウンロードを許可していましたタイムライン履歴ファイル、レプリカでタイムライン不一致エラーの原因となります。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9849">#9849
cnp 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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10174">#10174

1.2.2 EDB CloudNativePG Cluster 1.28.2 release notes

リリース日 2026 年 3 月 31 日

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のこのリリースには、次のものが含まれます。

ハイライト

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、Kubernetes 1.30.0 の EDB Postgres で 1.29.0 ではなく 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

Description	Addresses
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、<code>Pooler</code> 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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9571">#9571
アップグレードジョブで<code>BackoffLimit=0</code>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<code>pg_upgrade</code>の不必要な再試行を防ぎます。 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ようになりました。これにより、クラスターは元のバージョンで正常に再起動できます。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10104">#10104 , <a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10298">#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ます。読み取り専用レプリカでの不必要な調整試行と偽のエラーメッセージを回避します。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9971">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9720">#9720
`alpha.k8s.enterprisedb.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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9968">#9968

セキュリティ修正

Description	Addresses
セキュリティの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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10054">#10054 , <a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10062">#10062

次のページに続く

表 8 – 前のページからの続き

Description	Addresses
SLSA の来歴と 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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10048">#10048 , <a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10074">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9950">#9950

の変更

Description	Addresses
デフォルトの PostgreSQL バージョンを 18.3 イメージ `18.3-standard-ubi9`に更新しました。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10090">#10090

バグ修正

Description	Addresses
同期レプリケーションを使用するクラスターに影響す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しているポッドが異なる 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。 /p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10342">#10342
WAL ディスクが満杯の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 ... ディスク領域チェックによりインスタンスマネージャーの起動がブロックされたため。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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10302">#10302
初期ブートストラップに使用される<code> VolumeSnapshot</code>が削除されている場合、レプリカが<code>Pending</code>状態でスタックする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、<code>pg_basebackup</code>にフォールバックします。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10192">#10192

次のページに続く

表 10 – 前のページからの続き

Description	Addresses
「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の原因となっていた、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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9977">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9952">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9978">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9981">#9981
<code>ConnectionParameters</code>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<code>pg_basebackup</code>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 プラグインも設定されていない限り、これらは誤って拒否されました。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10268">#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するようになりました。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9973">#9973
正常でないクラスターを休止させると、オペレーターは`WaitingForHealthy`条件を報告するようになり、遅延されたハイバーネーション状態を可視化します	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10193">#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、<code>cnp fencing on</code>コマンドでのみ実行されるようになりました。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10035">#10035
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するように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ました。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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10190">#10190 , <a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10311">#10311

次のページに続く

表 10 – 前のページからの続き

Description	Addresses
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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10285">#10285
プラグインベースの WAL リストアにも適用されるようにタイムライン履歴ファイルの検証を修正しました。 以前は、<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9650">#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、プラグインはチェックをバイパスし、将来のダウンロードを許可していましたタイムライン履歴ファイル、レプリカでタイムライン不一致エラーの原因となります。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9849">#9849
cnp 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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/10174">#10174

1.2.3 EDB CloudNativePG Cluster 1.28.1 release notes

リリース日 2025 年 2 月 10 日

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のこのリリースには、次のものが含まれます。

機能強化

Description	Addresses
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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9468">#9468

バグ修正

Description	Addresses
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 *pg_partman*、`pg_ivm`など。 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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9386">#9386

次のページに続く

表 12 – 前のページからの続き

Description	Addresses
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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9830">#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、クリアされない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、`*ServerCA*、*ClientCA*、*ClientTLS*、および `ServerTLS`ステータスフィールドが構成されなくなったときに明示的にクリアするようになりました。**	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9397">#9397
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、レプリカが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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9650">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9601">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9370">#9370
明示的な資格情報ストレージキーや 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強制するようになりました。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9604">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9555">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9381">#9381

次のページに続く

表 12 – 前のページからの続き

Description	Addresses
`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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9427">#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 CNP 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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9340">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9411">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/8937">#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」エラーを防止します。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9551">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9552">#9552
非常に多くの履歴バックアップがある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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9489">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9431">#9431
クラスターに`skipWalArchiving`アノテーションが存在する場合に「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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9709">#9709
`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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9599">#9599

1.2.4 EDB CloudNativePG Cluster 1.28.0 release notes

リリース日 2025 年 12 月 16 日

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のこのリリースには、次のものが含まれます。

ハイライト

'EDB private container registry' を 1 つの場所に統合しました。この変更により、アクセスと展開が簡素化されます。v1.28.0 以降、オペレーターのアップグレードを試行するお客様は、新しい統合リポジトリのプルシークレットを構成する必要があります。詳細と手順については、 *Migrating to the unified private EDB container registry* に従ってください。

機能

Description	Addresses
クォーラムベースのフェー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ー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.k8s.enterprisedb.io/failoverQuorum`アノテーションから卒業しました。	#8589
宣言的な外部データ管理 *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

機能強化

Description	Addresses
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

次のページに続く

表 14 – 前のページからの続き

Description	Addresses
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
Kubernetes の EDB Postgres 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 `app.kubernetes.io/name`などを採用しました。 @JefeDavis による寄稿。	#8087
ポッドレベルで `securityContext`を導入し、個々のコンテナごとに `container-SecurityContext`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.k8s.enterprisedb.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 の統合が強化され、認証設定が簡素化されます。	#8671
データベースのインポート中にステージ固有の `pg_restore`オプションを提供できます。 ステージ固有のオプションは `preRestore`、*postRestore*、`dataRestore`です。	#7690
識別と管理が簡単になるように、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
CNP 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 cnp 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
`cnp 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

セキュリティ修正

Description	Addresses
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 のオプションの 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、`cnp_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

の変更

Description	Addresses
デフォルトの PostgreSQL バージョンを`18.1-standard-ubi9`に更新しました。	#9178
新しいプーラー展開用に、デフォルトの PgBouncer バージョンを 1.25.1 に更新しました。	#9367

バグ修正

Description	Addresses
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

次のページに続く

表 17 – 前のページからの続き

Description	Addresses
CNP-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、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検出とレポートが改善されました。 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す。	#9266
`k8s.enterprisedb.io/pluginServerName`アノテーションを追加することにより、CNP-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」を報告する問題を修正しました。メッセージ。 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止します。 @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。	#8964
`cnp`プラグイン `cnp 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、別の要求で以前のログと現在のログを正しく取得し、不足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

1.2.5 EDB CloudNativePG Cluster 1.27.3 release notes

リリース日 2025 年 2 月 10 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

機能強化

Description	Addresses
バックアップおよびリカバリ操作のための Azure の <code>DefaultAzureCredential</code>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 <code>azureCredentials.useDefaultAzureCredentials:true</code>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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9468">#9468

バグ修正

Description	Addresses
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例、<code>pg_partman</code>、<code>pg_ivm</code> 。 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 による寄稿。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9386">#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 <code>TimelineID</code>が 1 にリセットされない重要な問題を修正しました。 <code>pg_upgrade</code>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子ではありません」が発生します。 history" エラー。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9830">#9830
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、レプリカが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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9650">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9601">#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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9370">#9370
明示的な資格情報ストレージキーや SAS トークンなどを使用する場合、<code>storageAccount</code>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を指定すること、および<code>connectionString</code>が他の認証パラメーターと相互排他的であることを強制するようになりました。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9604">#9604

次のページに続く

表 19 – 前のページからの続き

Description	Addresses
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、内部調整ループを待機している間、クラスターが<code>Terminated</code>ステータスに留まる時間が大幅に削減されます。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9555">#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くなります。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9381">#9381
<code>imagePullSecrets</code>が、 <code>Pooler</code>用に作成された<code>ServiceAccount</code>に追加されなかった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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9427">#9427
オペレーターが<code>PodMonitor</code>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 CNP 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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9340">#9340
スイッチオーバー後に<code>pg_stat_archiver</code>メトリックがスタンバイインスタンスの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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9411">#9411
リカバリー<code>targetTime</code>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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/8937">#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」エラーを防止します。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9551">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9552">#9552
非常に多くの履歴バックアップがある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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9489">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9431">#9431

次のページに続く

表 19 – 前のページからの続き

Description	Addresses
クラスターに<code>skipWalArchiving</code>アノテーションが存在する場合に「Disabled」を表示するように<code>status</code>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、紛らわしい「起動中」または「不明」状態を置き換えます。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9709">#9709
`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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9599">#9599

1.2.6 EDB CloudNativePG Cluster 1.27.2 release notes

リリース日 2025 年 12 月 16 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

ハイライト

'EDB private container registry' を 1 つの場所に統合しました。この変更により、アクセスと展開が簡素化されます。v1.27.2 以降、オペレーターのアップグレードを試行するお客様は、新しい統合リポジトリのプルシークレットを構成する必要があります。詳細と手順については、 *Migrating to the unified private EDB container registry* に従ってください。

の変更

Description	Addresses
新しいプーラー展開用に、デフォルトの PgBouncer バージョンを 1.25.1 に更新しました。	#9367
コミュニティ CloudNativePG 1.27.2 アップストリームリリースとマージされました。コミュニティを見る *Introduction and Release notes*	
デフォルトの PostgreSQL バージョンを`18.1-standard-ubi9`に更新しました。	

1.2.7 EDB CloudNativePG Cluster 1.27.1 release notes

リリース日 2025 年 10 月 24 日

このリリースには次のものが含まれます。

機能強化

Description	Addresses
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の向上 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、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た `pg_basebackup`メソッド 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.k8s.enterprisedb.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
Ryan Wallner が提供するように、`cnp`プラグイン のフレキシブル I/O テスター FIO イメージを `wallnerryan/fiotools-aio:v2`に更新しました。	#8847
`barman-cloud`ベースのバックアッププラグインを使用する場合、より詳細なステータス情報を提供するように`cnp status backup`コマンドを強化しました	#8780 , #8690

の変更

Description	Addresses
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

次のページに続く

表 22 – 前のページからの続き

Description	Addresses
`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

バグ修正

Description	Addresses
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、レプリカの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ぎます。	#8663
同期レプリケーションを使用するインスタンスが 2 つのみの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て、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 リコンシリエーションループは、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」を削減するようになりました。エラー。	#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
`Pooler`の正しい API グループ `postgresql.k8s.enterprisedb.io`およびバックアップ Webhook を使用するように Webhook エラーを修正し、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

1.2.8 EDB CloudNativePG Cluster 1.27.0 release notes

リリース日 2025 年 8 月 19 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。このリリースには次のものが含まれます。

機能

Description	Addresses
OCI準拠のコンテナイメージとしてパッケージされたPostgreSQL拡張機能の動的ロードがサポートされるようになりました。 `.spec.postgresql.extensions`スタンザを使用すると、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できます。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間の論理デコードスロットの自動同期を有効にします。これにより、論理レプリケーションサブスクライバーは、パブリッシャーのフェールオーバー後もシームレスに継続されます。	#7931
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 環境での主要な接続問題の検出と処理が向上します。	#7845

機能強化

Description	Addresses
クォーラムベースのフェールオーバーを有効にするオプトイン実験機能を導入して、フェー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.k8s.enterprisedb.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`streaming_replica`ロールを使用してクラスターに参加できます。	#7725
`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のオブザーバビリティを向上させました。	#7988
`Backup.spec`フィールドを作成後に不変にして、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

次のページに続く

表 25 – 前のページからの続き

Description	Addresses
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の取得を簡素化しました。	#7852
`Postgres`インターフェイスのサポートを CNP-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への移行を継続します。	#7179
`metrics`機能を CNP-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て、可観測性を向上させます。	#8033

バグ修正

Description	Addresses
`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

1.2.9 EDB CloudNativePG Cluster 1.26.3 release notes

リリース日 2025 年 12 月 16 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

ハイライト

'EDB private container registry' を 1 つの場所に統合しました。この変更により、アクセスと展開が簡素化されます。v1.26.3 以降、オペレーターのアップグレードを試行するお客様は、新しい統合リポジトリのプルシークレットを構成する必要があります。詳細と手順については、 *Migrating to the unified private EDB container registry* に従ってください。

の変更

Description	Addresses
新しいプーラー展開用に、デフォルトの PgBouncer バージョンを 1.25.1 に更新しました。	#9367
コミュニティ CloudNativePG 1.26.3 アップストリームリリースとマージされました。コミュニティを見る *Introduction and Release notes*	
デフォルトの PostgreSQL バージョンを`18.1-standard-ubi9`に更新しました。	

1.2.10 EDB CloudNativePG Cluster 1.26.2 release notes

リリース日 2025 年 10 月 24 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

の変更

Description	Addresses
コミュニティ CloudNativePG 1.26.2 アップストリームリリースとマージされました。コミュニティを見る *Introduction and Release notes*	

1.2.11 EDB CloudNativePG Cluster 1.26.1 release notes

リリース日 2025 年 7 月 25 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

の変更

Description	Addresses
コミュニティ CloudNativePG 1.26.1 アップストリームリリースとマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。	

1.2.12 EDB CloudNativePG Cluster 1.26.0 release notes

リリース日 2025 年 5 月 23 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

の変更

Description	Addresses
コミュニティ CloudNativePG 1.26.0 アップストリームリリースとマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。	

1.2.13 EDB CloudNativePG Cluster 1.25.6 release notes

リリース日 2025 年 2 月 10 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースは、CloudNativePG 1.25.x シリーズの最終コミュニティリリースに基づいて構築されています。EDB は、 Long-Term Supportpolicy に従って、1.25.x シリーズの LTS リリースの提供を継続します。

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

機能強化

Description	Addresses
バックアップおよびリカバリ操作のための Azure の <code>DefaultAzureCredential</code>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 <code>azureCredentials.useDefaultAzureCredentials:true</code>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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9468">#9468

バグ修正

Description	Addresses
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、レプリカが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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9650">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9601">#9601
明示的な資格情報ストレージキーや SAS トークンなどを使用する場合、<code>storageAccount</code>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を指定すること、および<code>connectionString</code>が他の認証パラメーターと相互排他的であることを強制するようになりました。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9604">#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、内部調整ループを待機している間、クラスターが<code>Terminated</code>ステータスに留まる時間が大幅に削減されます。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9555">#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くなります。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9381">#9381
<code>imagePullSecrets</code>が、 <code>Pooler</code>用に作成された<code>ServiceAccount</code>に追加されなかった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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9427">#9427

次のページに続く

表 32 – 前のページからの続き

Description	Addresses
オペレーターが<code>PodMonitor</code>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 CNP 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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9340">#9340
スイッチオーバー後に<code>pg_stat_archiver</code>メトリックがスタンバイインスタンスの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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9411">#9411
リカバリー<code>targetTime</code>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。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/8937">#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」エラーを防止します。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9551">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9552">#9552
非常に多くの履歴バックアップがある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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9489">#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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9431">#9431
クラスターに<code>skipWalArchiving</code>アノテーションが存在する場合に「Disabled」を表示するように<code>status</code>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、紛らわしい「起動中」または「不明」状態を置き換えます。</p>	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9709">#9709
`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。	<a href="https://github.com/cloudnative-pg/cloudnative-pg/pull/9599">#9599

1.2.14 EDB CloudNativePG Cluster 1.25.5 release notes

リリース日 2025 年 12 月 16 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースは、CloudNativePG 1.25.x シリーズの最終コミュニティリリースに基づいて構築されています。EDB は、 Long-Term Supportpolicy に従って、1.25.x シリーズの LTS リリースの提供を継続します。

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

ハイライト

'EDB private container registry' を 1 つの場所に統合しました。この変更により、アクセスと展開が簡素化されます。v1.25.5 以降、オペレーターのアップグレードを試行するお客様は、新しい統合リポジトリのプルシークレットを構成する必要があります。詳細と手順については、 *Migrating to the unified private EDB container registry* に従ってください。

機能強化

Description	Addresses
1.28 CRD フィールドのサポートを追加し、1.28 リリースから互換性の向上をもたらします。 これには、外部データラッパーサポート、改善されたクラスターセキュリティコンテキスト、フェールオーバークォーラム構成、*Pooler*`の *TLS* 構成、および *`Backup*`リソースの *`majorVersion*`フィールドを使用した強化された *`Database* CRD が含まれます。	1109
`cnp 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

の変更

Description	Addresses
デフォルトの PostgreSQL バージョンを`18.1-standard-ubi9`に更新しました。	#9178
新しいプーラー展開用に、デフォルトの PgBouncer バージョンを 1.25.1 に更新しました。	#9367

バグ修正

Description	Addresses
CNP-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、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
`k8s.enterprisedb.io/pluginServerName`アノテーションを追加することにより、CNP-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

次のページに続く

表 35 – 前のページからの続き

Description	Addresses
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」を報告する問題を修正しました。メッセージ。 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止します。 @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。	#8964
`cnp`プラグイン `cnp 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、別の要求で以前のログと現在のログを正しく取得し、不足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

1.2.15 EDB CloudNativePG Cluster 1.25.4 release notes

リリース日 2025 年 10 月 24 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースは、CloudNativePG 1.25.x シリーズの最終コミュニティリリースに基づいて構築されています。EDB は、Long-Term Supportpolicy に従って、今後 12 か月間 1.25.x シリーズの LTS リリースを提供し続けます。

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

の変更

Description	Addresses
コミュニティ CloudNativePG 1.25.4 アップストリームリリースとマージされました。コミュニティを見る *Introduction and Release notes*	

1.2.16 EDB CloudNativePG Cluster 1.25.3 release notes

リリース日 2025 年 7 月 25 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

の変更

Description	Addresses
コミュニティ CloudNativePG 1.25.3 アップストリームリリースとマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。	

1.2.17 EDB CloudNativePG Cluster 1.25.2 release notes

リリース日 2025 年 5 月 23 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

の変更

Description	Addresses
コミュニティ CloudNativePG 1.25.2 アップストリームリリースとマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。	

1.2.18 EDB Postgres for Kubernetes 1.25.1 release notes

リリース日 2025 年 3 月 4 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.25.1 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.19 EDB Postgres for Kubernetes 1.25.0 release notes

リリース日 2024 年 12 月 23 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.25.0 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.20 EDB CloudNativePG Cluster 1.24.4 release notes

リリース日 2025 年 5 月 23 日

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

の変更

Description	Addresses
コミュニティ CloudNativePG 1.24.4 アップストリームリリースとマージされました。コミュニティを見る *Introduction and Release notes*	

1.2.21 EDB Postgres for Kubernetes 1.24.3 release notes

リリース日 2025 年 3 月 4 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.24.3 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.22 EDB Postgres for Kubernetes 1.24.2 release notes

リリース日 2024 年 12 月 23 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.24.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.23 EDB Postgres for Kubernetes 1.24.1 release notes

リリース日 2024 年 10 月 18 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.24.1 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.24 EDB Postgres for Kubernetes 1.24.0 release notes

リリース日 2024 年 8 月 26 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.24.0 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.25 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.6 release notes

リリース日 2024 年 12 月 23 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.23.6 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.26 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.5 release notes

リリース日 2024 年 10 月 18 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.23.5 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.27 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.4 release notes

リリース日 2024 年 8 月 26 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.23.4 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.28 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.3 release notes

リリース日 2024 年 8 月 1 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.23.3 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.29 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.2 release notes

リリース日 2024 年 6 月 13 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.23.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.30 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.1 release notes

リリース日 2024 年 4 月 29 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.23.1 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.31 EDB Postgres for Kubernetes 1.23.0 release notes

リリース日 2024 年 4 月 24 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.23.0 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.32 EDB CloudNativePG Cluster 1.22.11 release notes

リリース日 2025 年 7 月 25 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.22.11 は、 EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

- DJ Walker-Morgan を偲んで .*

> **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。 1.22 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。

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

機能強化

Description	Addresses
`HugePages`設定を正しく検討することにより、`shared_buffers`の検証が向上しました ... 正確なメモリ構成チェックを保証します。	#7864
PostgreSQL ワーカープロセス ... メモリ不足の場合の優先順位付けを向上させるには、`oom_score_adj`を設定します。	#7891
`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 ...PostgreSQL システム識別子を追跡するために。	#7717

の変更

Description	Addresses
`cnp`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ました ... 公開されたバイナリの数を削減します。	#7648

バグ修正

Description	Addresses
接続マップへの同時アクセスを保護するために、接続プーラーにミューテックスを追加しました ... 高同時実行環境での安定性の向上。	#7804

1.2.33 EDB CloudNativePG Cluster 1.22.10 release notes

リリース日 2025 年 5 月 23 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.22.10 は、 EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

> **警告**
>
> 新しい LTS リリースバージョン 1.25.2 が利用可能になりました。 1.22 のサポートは 2025 年 7 月に正式に終了することにノートてください。1.25 LTS リリースにスムーズに移行するために、今すぐアップグレード計画を開始することをお勧めします。

EDB CloudNativePG クラスターのこのリリースには、次のものが含まれます。

機能強化

Description	Addresses
`k8s.enterprisedb.io/validation`アノテーション を実装しました ... ユーザーが Kubernetes 管理リソースの EDB Postgres 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
LZ4、XZ、および Z 標準圧縮方法のサポートを追加しました ... Barman Cloud **非推奨** を介して WAL ファイルをアーカイブする場合。	#7151

セキュリティ修正

Description	Addresses
オペレーター展開 の`imagePullPolicy`から`Always`に設定します ... これにより、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

の変更

Description	Addresses
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` 展開のデフォルトの PgBouncer バージョンを **1.24.1** に更新しました。	#7399

バグ修正

Description	Addresses
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 ... レプリカ構成で `primary_conninfo` に `dbname` パラメーターを追加することにより。	#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ました。予期しないプライマリ降格をより迅速に検出し、不必要な再試行を回避できます。	#7483
パラレル WAL アーカイブ のオフバイワンエラーを修正しました。これにより、要求された数を超えて 1 つ追加のワーカープロセスが生成される可能性がありました。	#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
ターゲットとされた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` 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
`cnp` 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するようにしました。	#7122

1.2.34 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.9 release notes

リリース日 2025 年 3 月 4 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.22.9 は、 EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

> **警告**
>
> 新しい LTS リリースバージョン 1.25.1 が利用可能になりました。 1.22 のサポートは 2025 年 7 月に正式に終了することにノートてください。1.25 LTS リリースにスムーズに移行するために、今すぐアップグレード計画を開始することをお勧めします。

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

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
- 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
- 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
- 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
- cnp 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 cnp 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、Kubernetes CRD のすべての EDB Postgres の Go クライアントの自動生成を有効にします。#6695

1.2.35 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.8 release notes

リリース日 2024 年 12 月 23 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.22.8 は、 EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

> **警告**
>
> 新しい LTS リリースバージョン 1.25.0 が利用可能になりました。 1.22 のサポートは 2025 年 7 月に正式に終了することにノートてください。1.25 LTS リリースにスムーズに移行するために、今すぐアップグレード計画を開始することをお勧めします。

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

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
- 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 コマンドで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

1.2.36 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.7 release notes

リリース日 2024 年 10 月 18 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.22.7 は、 EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

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#5689 を提供するようになりました。 - 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 - cnp 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#5770 - 複数の-v オプションを許可することにより、status コマンドを強化します。より詳細な出力のために冗長性を高めます#5765 - 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

- 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#5487 をホストするノードのメンテナンスが簡単になります。- 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を引き起こす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向上させます#5503。- プラグイン - logs cluster コマンド#5775 の競合状態を解決します。- potential の同期状態を status プラグイン #5533 に表示します。- pgadmin4 コマンドで展開されたポッドに書き込み可能なホームディレクトリ#5800 がなかった問題を修正します。

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。

1.2.37 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.6 release notes

リリース日 2024 年 8 月 26 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

機能

- **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

- **cnp プラグインの更新**
- –control-plane オプションを追加して installgen コマンドを強化し、ノードの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。#5271.
- destroy コマンドを使用して、ターゲットインスタンス#5298 に関連するジョブも削除します。

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 で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 をゼロに設定できるようにし、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します#5347。

1.2.38 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.5 release notes

リリース日 2024 年 8 月 1 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.22.5 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.39 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.4 release notes

リリース日 2024 年 6 月 13 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.22.4 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.40 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.3 release notes

リリース日 2024 年 4 月 24 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.22.3 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.41 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.2 release notes

リリース日 2024 年 3 月 22 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.22.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.42 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.1 release notes

リリース日 2024 年 2 月 2 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.22.1 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.43 EDB Postgres for Kubernetes 1.22.0 release notes

リリース日 2023 年 12 月 22 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.22.0 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.44 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.6 release notes

リリース日 2024 年 6 月 13 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.21.6 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.45 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.5 release notes

リリース日 2024 年 4 月 23 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.21.5 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.46 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.4 release notes

リリース日 2024 年 3 月 22 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.21.4 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.47 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.3 release notes

リリース日 2024 年 2 月 2 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.21.3 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.48 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.2 release notes

リリース日 2023 年 12 月 22 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.21.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.49 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.1 release notes

リリース日 2023 年 11 月 8 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.21.1 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.50 EDB Postgres for Kubernetes 1.21.0 release notes

リリース日 2023 年 10 月 18 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.21.0 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.51 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.6 release notes

リリース日 2024 年 2 月 2 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.20.6 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.52 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.5 release notes

リリース日 2023 年 12 月 22 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.20.5 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.53 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.4 release notes

リリース日 2023 年 11 月 8 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.20.4 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.54 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.3 release notes

リリース日 2023 年 10 月 18 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.20.3 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.55 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.2 release notes

リリース日 2023 年 7 月 27 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.20.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.56 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.1 release notes

リリース日 2023 年 6 月 13 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.20.1 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.57 EDB Postgres for Kubernetes 1.20.0 release notes

リリース日 2023 年 4 月 27 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.20.0 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.58 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.6 release notes

リリース日 2023 年 11 月 8 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.19.6 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.59 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.5 release notes

リリース日 2023 年 10 月 18 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.19.5 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.60 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.4 release notes

リリース日 2023 年 7 月 27 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.19.4 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.61 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.3 release notes

リリース日 2023 年 6 月 13 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.19.3 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.62 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.2 release notes

リリース日 2023 年 4 月 27 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.19.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.63 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.1 release notes

リリース日 2023 年 3 月 20 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.19.1 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.64 EDB Postgres for Kubernetes 1.19.0 release notes

リリース日 2023 年 2 月 14 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.19.0 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。
Feature	EDB Postgres Advanced Server 15 での *Transparent Data Encryption (TDE)* のサポート TDE は、データベースシステムに保存されているユーザーデータをユーザーに対して透過的に暗号化します。
Feature	新しい外部バックアップアダプタは、バックアップ用のサードパーティツールに Kubernetes の EDB Postgres を統合する汎用方法を提供します。詳細については、 **外部バックアップアダプター** を参照してください。

1.2.65 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.13 release notes

リリース日 2024 年 6 月 13 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.18.13 は、 EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

> **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。

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Enhancement	.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
Change	デフォルトのオペランドイメージを PostgreSQL 16.3 #4584 に設定しました
Change	名前空間オブジェクト #4753 のすべての RBAC 要件を削除しました。
Bug fix	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
Bug fix	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
Bug fix	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
Bug fix	インスタンスマネージャー #4670 の不必要なシャットダウンの防止
Bug fix	PostgreSQL 構成が変更されていない場合の不要なリロードを防止 #4531
Bug fix	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
Bug fix	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
Bug fix	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
Bug fix	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
Bug fix	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`#4394 に誤ってルーティングされるのを防ぎます

1.2.66 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.12 release notes

リリース日 2024 年 4 月 24 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.18.12 は、 EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Enhancement	1.18.x LTS から 1.22.x LTS へのアップグレードプロセスを追加しました
Enhancement	Kubernetes 1.29.x 以降のドキュメント #3729
Enhancement	所有権のないポッドがクラスターのリストア中に削除されるように確認 #4141
Bug fix	レプリカで空の場合、LSN ソートを適切に処理する #4283
Bug fix	利用可能なインスタンスステータスがない場合に調整ループの停止を回避します #4132
Bug fix	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モードになるのを待機します #4288
Bug fix	Velero バックアップの使用中にバックアップフックを呼び出すことを許可します
Bug fix	Restic init コンテナが完了するまで待機します
Security	すべての Go の依存関係を更新して、最新のセキュリティ問題を修正しました

1.2.67 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.11 release notes

リリース日 2024 年 3 月 22 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.18.11 は、 EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Enhancement	PostgreSQL #4020 で wal_level GUC のカスタマイズを許可します。
Enhancement	*enabled* #4055 に設定されている場合に WAL アーカイブを無効にするための `cnpg.io/skipWalArchiving`アノテーションを追加しました。
Enhancement	publication`および `subscription`コマンドグループを使用して `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 `#4052 を強制的にセットアップします。
Enhancement	オペレーター #3686 によって処理される TLS 証明書の自動管理のための`CERTIFICATE_DURATION`および`EXPIRING_CHECK_THRESHOLD`のカスタマイズを許可します。
Enhancement	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するようになりました。オペレーターは、サポートされているアーキテクチャ #3840 を持つポッドに正しいバイナリを注入できます。
Security	OLM のオペレーター権限に`ClusterRole`の代わりに`Role`を使用するようになりました、名前空間ごとにインストールするときに必要な特権が減少しました #3855 、 #3990 。
Security	PgBouncer プーラー #4080 の SQL クエリに完全修飾オブジェクト名を適用するようになりました。

次のページに続く

表 89 – 前のページからの続き

Type	Description
Bug fix	PVC グループラベルをポッド上のラベルと適切に同期するようになりました。これは、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 。
Bug fix	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、低速接続 #4080 によるタイムアウトエラーを防ぎます。
Bug fix	リカバリブートストラップ手順を開始する前にバックアップ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ーがエラーループ #3663 に入る可能性のあるエラー状態を防ぎます。
Bug fix	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 #3970 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。
Bug fix	Barman Cloud #3931 の Google Cloud 機能を正しく検出します。
Update	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。

1.2.68 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.10 release notes

リリース日 2024 年 2 月 2 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.18.10 は、 EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Enhancement	ephemeralVolumeSource`オプション`#3678 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します。
Enhancement	kubectl`の`cnp`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示し、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 。
Enhancement	.spec.postgresql.pg_ident`スタンザ、ユーザー名マップのリスト`#3534 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。
Bug fix	*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が発生します - デフォルト`#3728 。
Bug fix	インポートプロセス #3743 の期間中に 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の不足のリスクを削減します。
Bug fix	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
Bug fix	pgpass`接続フィールド`#3713 の予約文字を適切にエスケープします。
Bug fix	*.spec.projectedVolumeTemplate.sources* #3647 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します。

次のページに続く

表 90 – 前のページからの続き

Type	Description
Bug fix	*override.conf* #3773 に組み込まれているオプションを`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。

1.2.69 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.9 release notes

リリース日 2023 年 12 月 22 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.18.9 は、 EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Subsystem	Description
Security		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。
Security		Dockle を使用した Docker イメージスキャンを統合して、セキュリティ対策を強化します。
Defaults		デフォルトのオペランドイメージは PostgreSQL 16.1 #3270 になりました。
Enhancement		外部クラスター #3533 のリコンシリエーションの向上。
Enhancement		ALTER SYSTEM`コマンド`#3535 を有効/無効にする機能が導入されました。
Enhancement		Cluster`および `Pooler`リソース `#3075 の`.spec.monitoring`スタンザの `podMonitorMetricRelabelings`および `podMonitorRelabelings`オプションを介して Prometheus の動的な再ラベル付けのサポートを追加しました。
Enhancement		PostgreSQL #3522 へのネットワーク接続を確立する際に、`PGPASSFILE`環境変数の使用を削除しました。
Enhancement		クラスターの PVC #3357 を収集することにより、`cnp report`プラグインコマンドを改善しました。
Enhancement	Connection pooler	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 。
Enhancement	Connection pooler	値'pooler' を持つ `k8s.enterprisedb.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 #3396 と区別します。

次のページに続く

表 91 – 前のページからの続き

Type	Subsystem	Description
Bug fix		PodDisruptionBudget`リソース `#3312 および #3434 のメタデータ、アノテーション、およびラベルを調整しました。
Bug fix		管理対象資格情報シークレット #3316 のメタデータを調整しました。
Bug fix		pg_basebackup #3586 を介して参加する場合、wal_sender_timeout を無効にしました。
Bug fix		cnpg.io/reload=true`というラベルが付けられ、外部クラスターによって使用されるシークレットが、変更されたときにリロードされるようになりました `#3565 。
Bug fix	Connection pooler	コントローラーが `Pooler`リソース #3428 が所有するすべてのシークレットを監視するようにしました。
Bug fix	Connection pooler	Pooler`リソース `#3391 の `RoleBinding`を調整しました。
Bug fix	Connection pooler	Pooler`リソース `#3389 の `imagePullSecret`を調整しました。
Bug fix	Connection pooler	Pooler`のサービスと必須ラベル `#3349 の追加を調整しました。
Bug fix	Connection pooler	Pooler`ラベルをポッド `#3350 だけでなく、展開にも拡張しました。

1.2.70 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.8 release notes

リリース日 2023 年 11 月 8 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.8.8 は、EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Enhancement	アクティブなストリーミングベースバックアップに関する進行状況情報を使用して、`kubectl`の `cnp`プラグインの `status`コマンドを強化しました。
Enhancement	pgBouncer `Pooler`リソースを使用した `max_prepared_statements`の構成が許可されました。
Technical Enhancement	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します。
Bug fix	スイッチオーバー中に WAL アーカイブを一時停止し、完了すると再開します。
Bug fix	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`を使用するようにしました。

次のページに続く

表 92 – 前のページからの続き

Type	Description
Bug fix	`.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。
Bug fix	`k8s.enterprisedb.io/cluster`ラベルを`Pooler`ポッドに設定します。
Change	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`ファイルを使用するのを停止し、`override.conf`という名前のファイルに置き換えます。

1.2.71 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.7 release notes

リリース日 2023 年 10 月 18 日

EDB Postgres for Kubernetes バージョン 1.8.7 は、EDB Postgres for Kubernetes の LTS リリースです。CloudNativePG の対応するアップストリームリリースはありません。

Kubernetes 1.8.7 の EDB Postgres のハイライト

- `stopDelay` のデフォルト値を 30 秒ではなく 1800 秒に変更しました
- 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ウィンドウを制御するための `smartShutdownTimeout` と呼ばれる新しいパラメーターを導入しました。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)` です
- `startDelay` のデフォルト値を 30 秒ではなく 3600 に変更しました
- 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応しました
- `switchoverDelay` のデフォルト値を 40000000 秒ではなく 3600 秒に変更しました

さらに、Kubernetes の EDB Postgres のこのリリースには以下が含まれます。

Type	Description
Security fix	デフォルトの`seccompProfile`をオペレーター展開に追加しました。
Enhancement	PostgreSQL の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するために`k8s.enterprisedb.io/coredumpFilter`アノテーションを導入しました。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。
Enhancement	共有メモリおよび一時データのエフェメラルボリュームの一時ストレージ制限の構成を許可します。
Enhancement	Webhook を介したリソース制限と要求の検証。
Enhancement	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。
Enhancement	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際に容易にします。

次のページに続く

表 93 – 前のページからの続き

Type	Description
Enhancement	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`を追加しました。
Enhancement	`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が向上しました。
Enhancement	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した。
Technical enhancement	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`に置き換えました。
Bug fix	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。
Bug fix	リカバリ中に`k8s.enterprisedb.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。
Bug fix	PostgreSQL サーバーはダウンしているが、プライマリでポッドが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ぎます。
Bug fix	レプリケーションスロットが有効になっている場合、レプリカクラスター内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。
Bug fix	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。
Bug fix	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でデフォルトの`app`になります。
Bug fix	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します。
Bug fix	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します。
Bug fix	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。
Bug fix	PodMonitor`labels`および`annotations`を調整します。
Bug fix	`Role`オブジェクトに RBAC`resourceNames`がないことによるバックアップの失敗を修正しました。
Observability	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した。
Observability	Prometheus の`pg_wal_stat`デフォルトメトリックを修正しました。
Observability	Prometheus の`pg_replication`デフォルトメトリックを改善しました
Observability	提供された Grafana ダッシュボードで`alertName`の代わりに`alertInstanceLabelFilter`を使用しました
Observability	メトリック収集で`standard_conforming_strings`を適用します。
Change	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。
Change	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。
Change	Webhook の名前を kb.io から k8s.enterprisedb.io グループに変更します。
Change	`k8s.enterprisedb.io/instanceRole`ラベルを追加し、既存の`role`ラベルを非推奨にしました。

1.2.72 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.6 release notes

リリース日 2023 年 7 月 27 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Enhancement	Kubernetes クラスターの EDB Postgres によるノードの使用状況を監視するために、メトリックとステータスフィールドを追加しました。
Enhancement	huge ページに関連するトラブルシューティングの手順をドキュメントに追加しました。
Enhancement	ドキュメントの FAQ ページを拡張しました。
Enhancement	復元プロセスの開始にチェックを追加して、続行できることを確認します。それができない場合は、改善されたエラー診断を提供します。
Bug fix	リカバリターゲットを設定するロジックが Postgres のロジックと一致することを確認しました。
Bug fix	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した。
Bug fix	構成のリロード中にインスタンスマネージャーがクラッシュする可能性を防止しました。
Bug fix	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。
Security fix	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

1.2.73 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.5 release notes

リリース日 2023 年 6 月 13 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.18.5 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.74 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.4 release notes

リリース日 2023 年 4 月 27 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.18.4 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.75 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.3 release notes

リリース日 2023 年 3 月 20 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.18.3 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.76 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.2 release notes

リリース日 2023 年 2 月 14 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.18.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。
Feature	EDB Postgtres Advanced Server 15 での *Transparent Data Encryption (TDE)* のサポート TDE は、データベースシステムに保存されているユーザーデータをユーザーに対して透過的に暗号化します。
Feature	新しい外部バックアップアダプタは、バックアップ用のサードパーティツールに Kubernetes の EDB Postgres を統合する汎用方法を提供します。詳細については、 **外部バックアップアダプター** を参照してください。

1.2.77 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.1 release notes

リリース日 2022 年 12 月 21 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.18.1 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.78 EDB Postgres for Kubernetes 1.18.0 release notes

リリース日 2022 年 11 月 14 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.18 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.79 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.5 release notes

リリース日 2023 年 3 月 20 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.17.5 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.80 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.4 release notes

リリース日 2023 年 2 月 14 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.17.4 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.81 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.3 release notes

リリース日 2022 年 12 月 21 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.17.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.82 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.2 release notes

リリース日 2022 年 11 月 14 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.17.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.83 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.1 release notes

リリース日 2022 年 10 月 07 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.17.1 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。
Enhancement	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。
Enhancement	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。 `.check-empty-wal-archive`という新しいファイルは、クラスターがブートストラップされた直後に `PGDATA`に配置されます。最初の WAL ファイルが正常にアーカイブされた後、削除されます。
Security	`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。
Bug fix	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。
Bug fix	ネイティブ Prometheus エクスポータでの `MAPPEDMETRIC`および `DURATION`メトリックタイプ変換を優先します。
Bug fix	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保証します。

1.2.84 EDB Postgres for Kubernetes 1.17.0 release notes

リリース日:2022 年 9 月 06 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.17 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.85 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.5 release notes

リリース日 2021 年 12 月 21 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.16.5 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.86 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.4 release notes

リリース日 2022 年 11 月 14 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.16.4 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.87 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.3 release notes

リリース日 2022 年 10 月 07 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.16.3 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。
Enhancement	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。
Enhancement	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。 `.check-empty-wal-archive`という新しいファイルは、クラスターがブートストラップされた直後に `PGDATA`に配置されます。最初の WAL ファイルが正常にアーカイブされた後、削除されます。
Security	`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。
Bug fix	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。

次のページに続く

表 109 – 前のページからの続き

Type	Description
Bug fix	ネイティブ Prometheus エクスポータでの `MAPPEDMETRIC`および `DURATION`メトリックタイプ変換を優先します。

1.2.88 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.2 release notes

リリース日:2022 年 9 月 06 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.16.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.89 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.1 release notes

リリース日 2022 年 8 月 12 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.16 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

アップグレードポリシーの重要な変更

CloudNativePG コミュニティに合わせて、製品の最後の 2 つのマイナーバージョンをサポートする新しいポリシーを採用します。

その結果、OpenShift の新しい OLM チャネルに次のヘッドバージョンを導入して、Kubernetes の EDB Postgres の更新ストリームを管理します。

- `fast` 最新の利用可能なマイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース
- `stable-v1.16` 1.16 マイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース
- `stable-v1.15` 1.15 マイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース

このリリースより前は、サポートしていた唯一のチャネルは `stable` チャネルでした。このチャンネルは現在廃止されています。ただし、下位互換性を維持するために、現在は `stable-v1.15` チャネルのエイリアスとして設定されています。バージョン 1.15 がサポート終了に達すると、削除されます。

Openshift での 1.16.x オペレーターバージョンへのアップグレードに関する重要な情報

バージョン 1.16.0 以降で、オペレーターのステータスで条件が表される方法を変更しました。この変更により、Operator Lifecycle Manager が既存の CR に対して新しい CRD をチェックする方法が原因で、アップグレードプロセス中に古い条件のいずれかが設定されている場合、Openshift でオペレーターのアップグレードがハングアップする可能性があります。

Openshift に 1.16.x をインストールする前に、オペレーターの 1.15.x またはそれ以前のバージョンからアップグレードする場合、既存のバージョンのオペレーターをアンインストールし、すべてのステータスから古い条件をすべて削除することをお勧めします。Kubernetes クラスターの既存の EDB Postgres 。これは、Kubernetes クラスターの既存の EDB Postgres の操作性には影響しません。

既存の条件を削除するには、次を実行します。

```
while IFS=  read  NS CLUSTER; do
  kubectl -n ${NS} patch --type=json ${CLUSTER} --subresource=status -p=[{"op":
↪"remove", "path": "/status/conditions"}];
done < <(kubectl get cluster -A --no-headers=true -o jsonpath={range .items[*]}{.
↪metadata.namespace}{" cluster/"}{.metadata.name}{"\n"}{end})
```

重要

kubectl コマンドはバージョン 1.24 以降である必要があります。出力 `The request is invalid` を取得した場合、それはターゲットクラスターに条件がなかったことを意味します。

このコマンドは、Openshift クラスター内の Kubernetes クラスターのすべての EDB Postgres からすべての条件を削除します。コマンドが完了すると、バージョン 1.16.x を安全にインストールできます。

すでに 1.15.x またはそれ以前から 1.16.x にアップグレードしようとしており、1.16.x のインストールは「保留中」と表示され、以前のバージョンは「更新できません」と表示されている場合は、オペレーターの両方のバージョンをアンインストールして実行しますステータスを削除するコマンド。

1.2.90 EDB Postgres for Kubernetes 1.16.0 release notes

リリース日 2022 年 7 月 7 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.16 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。
Enhancement	OpenShift で利用可能な新しい「fast」チャネル、Kubernetes 用 EDB Postgres の最新の利用可能なマイナーリリースでの最新の利用可能なパッチリリースへの更新パスを提供します。詳細については、次のセクションを参照してください。

次のページに続く

表 112 – 前のページからの続き

Type	Description
Enhancement	OpenShift で利用可能な新しい「stable-v1.16」チャネル、Kubernetes 用 EDB Postgres の 1.16 リリースブランチで利用可能な最新のパッチリリースへの更新パスを提供します。詳細については、次のセクションを参照してください。

アップグレードポリシーの重要な変更

CloudNativePG コミュニティに合わせて、製品の最後の 2 つのマイナーバージョンをサポートする新しいポリシーを採用します。

その結果、OpenShift の新しい OLM チャネルに次のヘッドバージョンを導入して、Kubernetes の EDB Postgres の更新ストリームを管理します。

- `fast` 最新の利用可能なマイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース
- `stable-v1.16` 1.16 マイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース
- `stable-v1.15` 1.15 マイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース

このリリースより前は、サポートしていた唯一のチャネルは `stable` チャネルでした。このチャンネルは現在廃止されています。ただし、下位互換性を維持するために、現在は `stable-v1.15` チャネルのエイリアスとして設定されています。バージョン 1.15 がサポート終了に達すると、削除されます。

Openshift での 1.16.x オペレーターバージョンへのアップグレードに関する重要な情報

バージョン 1.16.0 以降で、オペレーターのステータスで条件が表される方法を変更しました。この変更により、Operator Lifecycle Manager が既存の CR に対して新しい CRD をチェックする方法が原因で、アップグレードプロセス中に古い条件のいずれかが設定されている場合、Openshift でオペレーターのアップグレードがハングアップする可能性があります。

Openshift に 1.16.x をインストールする前に、オペレーターの 1.15.x またはそれ以前のバージョンからアップグレードする場合、既存のバージョンのオペレーターをアンインストールし、すべてのステータスから古い条件をすべて削除することをお勧めします。Kubernetes クラスターの既存の EDB Postgres 。これは、Kubernetes クラスターの既存の EDB Postgres の操作性には影響しません。

既存の条件を削除するには、次を実行します。

```
while IFS=  read  NS CLUSTER; do
  kubectl -n ${NS} patch --type=json ${CLUSTER} --subresource=status -p=[{"op":
↪"remove", "path": "/status/conditions"}];
done < <(kubectl get cluster -A --no-headers=true -o jsonpath={range .items[*]}{.
↪metadata.namespace}{" cluster/"}{.metadata.name}{"\n"}{end})
```

重要

kubectl コマンドはバージョン 1.24 以降である必要があります。出力 `The request is invalid` を取得した場合、それはターゲットクラスターに条件がなかったことを意味します。

このコマンドは、Openshift クラスター内の Kubernetes クラスターのすべての EDB Postgres からすべての条件を削除します。コマンドが完了すると、バージョン 1.16.x を安全にインストールできます。

すでに 1.15.x またはそれ以前から 1.16.x にアップグレードしようとしており、1.16.x のインストールは「保留中」と表示され、以前のバージョンは「更新できません」と表示されている場合は、オペレーターの両方のバージョンをアンインストールして実行しますステータスを削除するコマンド。

1.2.91 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.5 release notes

リリース日 2022 年 10 月 07 日

警告

バージョン 1.15 はサポート終了 EOL に達しました。バージョン 1.15.5 は、1.15 マイナーバージョンの最後のリリースです。 Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.15.5 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。
Enhancement	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。
Enhancement	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。 `.check-empty-wal-archive`という新しいファイルは、クラスターがブートストラップされた直後に `PGDATA`に配置されます。最初の WAL ファイルが正常にアーカイブされた後、削除されます。
Security	`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。
Bug fix	クラスターの条件を `metav1.Conditions`構造体と互換性のあるものにします。
Bug fix	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。
Bug fix	ネイティブ Prometheus エクスポータでの `MAPPEDMETRIC`および `DURATION`メトリックタイプ変換を優先します。

1.2.92 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.4 release notes

リリース日:2022 年 9 月 06 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.15.4 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.93 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.3 release notes

リリース日 2022 年 8 月 12 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.15.3 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

アップグレードポリシーの重要な変更

CloudNativePG コミュニティと合わせて、1.16 で始まる製品の最後の 2 つのマイナーバージョンをサポートする新しいポリシーを採用します。

その結果、OpenShift の新しい OLM チャネルに次のヘッドバージョンを導入して、Kubernetes の EDB Postgres の更新ストリームを管理します。

- `fast` 最新の利用可能なマイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース
- `stable-v1.16` 1.16 マイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース
- `stable-v1.15` 1.15 マイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース

1. 16 のリリース前は、サポートしていた唯一のチャンネルは `stable` チャンネルでした。このチャンネルは現在廃止されています。ただし、下位互換性を保つために、現在は `stable-v1.15` チャネルのエイリアスとして設定されており、バージョン 1.15 がサポート終了になると削除されます。

1.2.94 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.2 release notes

リリース日 2022 年 7 月 7 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.15.2 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。
Enhancement	OpenShift で利用可能な新しい「stable-v1.15」チャネル、Kubernetes 用 EDB Postgres の 1.15 リリースブランチで利用可能な最新のパッチリリースへの更新パスを提供します。「stable」チャネルは「stable-v1.15」の同義語です。詳細については、次のセクションを参照してください。

アップグレードポリシーの重要な変更

CloudNativePG コミュニティと合わせて、1.16 で始まる製品の最後の 2 つのマイナーバージョンをサポートする新しいポリシーを採用します。

その結果、OpenShift の新しい OLM チャネルに次のヘッドバージョンを導入して、Kubernetes の EDB Postgres の更新ストリームを管理します。

- `fast` 最新の利用可能なマイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース
- `stable-v1.16` 1.16 マイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース
- `stable-v1.15` 1.15 マイナーリリースの最新の利用可能なパッチリリース

1. 16 のリリース前は、サポートしていた唯一のチャンネルは `stable` チャンネルでした。このチャンネルは現在廃止されています。ただし、下位互換性を保つために、現在は `stable-v1.15` チャネルのエイリアスとして設定されており、バージョン 1.15 がサポート終了になると削除されます。

1.2.95 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.1 release notes

リリース日 2022 年 5 月 27 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.15.1 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.96 EDB Postgres for Kubernetes 1.15.0 release notes

リリース日 2022 年 4 月 21 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Upstream merge	コミュニティ CloudNativePG 1.15.0 とマージされました。コミュニティ *Introduction and Release notes* を参照してください。

1.2.97 EDB Postgres for Kubernetes 1.14.0 release notes

リリース日 2022 年 3 月 25 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	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します。
Feature	Cluster オブジェクトの LastBackupSucceeded 条件の導入により、バックアップの可観測性が向上しました。
Feature	ホットスタンバイ依存のパラメーター max_connections、max_prepared_transactions、max_locks_per_transaction、max_wal_senders、max_worker_processes の更新をサポートします。
Feature	クラスターオブジェクトに 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。
Feature	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。
Feature	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。
Feature	デフォルトの PostgreSQL バージョンを 14.2 に更新しました。
Feature	repair という名前の kubectl cnp プラグインに新しいコマンドを追加して、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。
Container images	最新の PostgreSQL および EDB Postgres Advanced Server コンテナには、 Barman Cloud 2.19 が含まれます。
Security fix	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。
Bug fix	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。
Bug fix	pg_rewind を実行する前に、古い PID ファイルをクリーンアップします。
Bug fix	primary_conninfo のキーによるソートを強制して、13 より前のバージョンの PostgreSQL でのランダムな再起動を回避します。
Bug fix	調整時にサービスアカウントの変更ラベル、注釈などを保存します。
Bug fix	imagePullPolicy のデフォルト値の適用を無効にします。
Bug fix	WAL セグメントサイズの initDB 検証を改善します。
Bug fix	指定された LSN を使用して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します。
Bug fix	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。

1.2.98 EDB Postgres for Kubernetes 1.13.0 release notes

リリース日 2022 年 2 月 17 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	Snappy 圧縮のサポート。 Snappy は、バックアップの高速圧縮オプションであり、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速度を向上させます。
Feature	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。
Feature	status.conditions を使用したクラスターのステータスの拡張。 ContinuousArchiving 条件は、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。
Feature	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クラスターの概要セクションと、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証明書ステータスセクションを追加します。
Feature	新しい barman-cloud-check-wal-archive コマンドをサポートして、新しいクラスターの作成時に空でないバックアップ先を検出します。
Feature	シークレットを使用して、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を追加するサポートを追加します。
Feature	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
Feature	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。
Feature	Kubernetes 1.18 および非推奨の API バージョンのサポートを終了
Container images	PostgreSQL コンテナには、 Barman 2.18 が含まれます。
Security fix	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。
Bug fix	Postgres ポッドからステータスを取得するコードのメモリリークを修正します。
Bug fix	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。
Bug fix	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 は起動できなくなります。
Bug fix	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詳細度を減らします。
Bug fix	まだ初期化されていないときにクラスターが正常としてマークされるバグを修正します。
Bug fix	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。
Bug fix	まれにクラッシュにつながる可能性がある PostgreSQL ポッドの起動中に競合状態を修正します。
Bug fix	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します。

次のページに続く

表 120 – 前のページからの続き

Type	Description
Bug fix	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。
Bug fix	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。
Bug fix	クラスターの作成中に PostgreSQL 構成の検証の欠落を修正します。

1.2.99 EDB Postgres for Kubernetes 1.12.0 release notes

リリース日 2022 年 1 月 11 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	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 1.23 を追加し、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。
Feature	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。この変更では、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が向上します。
Feature	.spec.inheritedMetadata フィールドをクラスターに導入し、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。
Feature	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。
Feature	PgBouncer の準備状況プローブを追加します。
Feature	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します。
Bug fix	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す。
Bug fix	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。
Bug fix	レプリカクラスターソースにある 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しました。

次のページに続く

表 121 – 前のページからの続き

Type	Description
Bug fix	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します。
Bug fix	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デフォルトでクラスターを更新するようになりました。
Bug fix	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まれな問題を修正します。
Bug fix	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。
Bug fix	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。
Bug fix	EnablePodMonitor が false の場合、調整サイクルごとに PodMonitor 削除のログを停止します。
Bug fix	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。

1.2.100 EDB Postgres for Kubernetes 1.11.0 release notes

リリース日 2021 年 12 月 15 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	パラレル WAL のアーカイブと復元 WAL アーカイブ PostgreSQL の archive_command と WAL リストアの両方で実行するパラレルジョブの最大数を設定する backupObjectStore.maxParallel オプションを導入することにより、データベースが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。 repair_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早く準備ができた状態にできます。
Feature	モニタリング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、グローバルに変更できます。または.spec. モニタリングを介してクラスターレベルで。
Feature	disableDefaultQueries オプションデフォルトで false に設定されます。
Feature	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。
Feature	ポッドが Kubernetes によって強制終了される前に、目的の stopDelay 時間の前半でスマートシャットダウンを実行し、残りの半分で高速シャットダウンを実行して、PostgreSQL のシャットダウンプロシージャを改善します。

次のページに続く

表 122 – 前のページからの続き

Type	Description
Feature	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、クラウドネイティブ PostgreSQL はデータの耐久性を特権にするために無期限に待機します。
Feature	ローリング更新を発行することにより、PostgreSQL クラスターのリソース要求と制限の変更を処理します。
Feature	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などの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。
Feature	PostgreSQL の共有メモリの管理の 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、多くのパラレル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。
Feature	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。
Feature	Kubelet によって追い出されたポッドを自動的に削除します。
Feature	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は無効。
Feature	k8s.enterprisedb.io/reconciliationLoop アノテーションを導入します。これは、特定の Postgres クラスターで無効に設定されている場合、調整ループの実行を防ぎます。
Feature	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。
Feature	EDB Postgres Advanced 14.2 のサポート。
Bug fix	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を与えますが、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 にしたままですステータス。
Bug fix	Liveness プローブは、タイムラインの流用後に 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。
Bug fix	Postgres ポッドからクライアントサイドの調整を減らしますたとえば、優先順位と公平性ではなく、クライアントサイドの調整により 1.182388649s 待機しました、要求 GET。
Bug fix	提供されたものを使用して、OpenShift および OLM インストールで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。

次のページに続く

表 122 – 前のページからの続き

Type	Description
Bug fix	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。
Bug fix	ジョブが正常に完了した後にのみ PVC を準備ができているようにマークし、PVC の初期化の競合状態を防ぎます。
Bug fix	有効期限が切れた Webhook TLS シークレットを更新するときは、正しい公開キーを使用します。
Bug fix	LSN を解析する際のオーバーフローを修正しました。
Bug fix	起動時に古い PID ファイルを削除します。
Bug fix	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、それを継承させます。

1.2.101 EDB Postgres for Kubernetes 1.10.0 release notes

リリース日 2021 年 11 月 11 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	PgBouncer を使用した接続プーラー ローカルの PostgreSQL クラスター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するためのプーラーリソースとコントローラを紹介します。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 エクスポーターが含まれます。
Feature	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しますたとえば、30 日のリカバリウィンドウを保証するための `30d`。
Feature	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。詳細については、ドキュメントを参照してください。
Feature	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、エンコーディング、localeCollate、localeCType、walSegmentSize に制限します。これにより、オプション配列は時代遅れになり、v2 API で削除される予定です。
Feature	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。

次のページに続く

表 123 – 前のページからの続き

Type	Description
Feature	インスタンス Prometheus エクスポーターに追加された新しいデフォルトメトリック Postgres バージョン、クラスター名、およびバックアップカタログによると、リカバリー可能の最初のポイント。
Feature	障害が発生した後、バックアップの取得を再試行します。
Feature	Barman Cloud 機能に関する認識を高めて、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または Azure Blob Container ストレージなどをオペレーターが呼び出さないようにします。
Feature	cnp プラグインの status コマンドの出力をバックアップに関する情報と統合します。
Feature	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。
Feature	バックアップオブジェクトを含む、クラスターで生成されたすべてのオブジェクトの k8s.enterprisedb.io/clusterlabel にクラスター名を設定します。
Feature	Cluster、Backup、および ScheduledBackup の種類での非推奨の API バージョン postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1alpha1 のサポートを削除します。
Feature	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。
Security fix	オペレーターコンテナ securityContext の allowPrivilegeEscalation を false に設定します。
Bug fix	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 を無効にします。
Bug fix	復旧操作中に正しい証明書認証局 CA を使用します。
Bug fix	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 接続リークを防止します。
Bug fix	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。他の場合はログがフラッディングします。

1.2.102 EDB Postgres for Kubernetes 1.9.2 release notes

リリース日 2021 年 10 月 15 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	2 つの新しいロガーで JSON ログを強化します。PostgreSQL の archive_command の wal-archive と、スタンバイの restore_command の wal-restore です。
Bug fix	スタンバイプロモーション中に WAL アーカイブを有効にします .history ファイルがアーカイブされないようにします。
Bug fix	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。
Bug fix	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。

1.2.103 EDB Postgres for Kubernetes 1.9.1 release notes

リリース日 2021 年 9 月 30 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	このリリースは、特定のイメージ名を定義せずに新しいクラスター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、PostgreSQL 14 のローンチを祝うものです。
Bug fix	プライマリポッドのログに表示されるバーマンエンドポイント CA シークレットメッセージを取得中にエラーが発生し、バックアップが正しく機能しない問題を修正します。
Bug fix	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。

1.2.104 EDB Postgres for Kubernetes 1.9.0 release notes

リリース日 2021 年 9 月 28 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	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 を削除します。
Feature	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 の--restore-target-wal オプションのサポートを導入します PostgreSQL / EPAS 13 以降でのみ使用可能。
Feature	バージョン 1.9.0 は、バージョン 1.9.1 のリリースプロセスとその後のリリースの遅延により、OpenShift では利用できません。
Feature	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します。
Feature	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。
Bug fix	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 の制限付き SCC で必要です。
Bug fix	ステータスの FirstRecoverabilityPoint を適切に更新します。
Bug fix	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 に設定します。

1.2.105 EDB Postgres for Kubernetes 1.8.0 release notes

リリース日 2023 年 9 月 13 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	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。
Feature	スケジュールされたバックアップに即時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。
Feature	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。
Feature	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。ディスク上の WAL ファイルの数と計算された合計サイズ、ディスク上の WAL ファイルの数と計算された合計サイズ、アーカイブステータスの.ready および.done ファイルの数フォルダー、レプリカモードのフラグ、要求された最小/最大同期レプリカの数、および予想されるおよび実際に観察されたレプリカ。
Feature	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 PostgreSQL バージョンの範囲に制限します。
Feature	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します。
Feature	liveness プローブは pg_isready に依存します。
Feature	リカバリターゲット時間のタイムスタンプ仕様の RFC3339 形式をサポートします。
Feature	.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。
Feature	OpenShift 4.5 を置き換える OpenShift 4.8 のサポートを追加します。
Feature	PostgreSQL 14 ベータ版をサポートします。
Feature	ストリーミング接続を必要とせずに、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により、レプリカクラスター機能を強化します。実験。
Feature	クラスターの仕様に logLevel オプションを導入して、error、info、debug、または trace のいずれかのレベルを指定します。
Security fix	.spec.enableSuperuserAccess を導入して、パスワード認証を介して postgres ユーザーとのネットワークアクセスを有効/無効にします。
Security fix	spec.licenseKeySecret を使用して、シークレットでのライセンスキーの指定を有効にします。
Bug fix	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。

1.2.106 EDB Postgres for Kubernetes 1.7.1 release notes

リリース日 2021 年 8 月 11 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	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。
Feature	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 クエリのリストを指定します。
Bug fix	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できるようにします 1.7.0 で導入されたバグ。
Bug fix	LOCAL 同期コミットレベルを使用して管理クエリーを実行します。
Bug fix	PGAudit の複数行のログエントリを正しく解析します。

1.2.107 EDB Postgres for Kubernetes 1.7.0 release notes

リリース日 2021 年 7 月 28 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	JSON 出力で直接使用可能な pgaudit と呼ばれる新しいタイプのロガーを使用して、PGAudit にネイティブサポートを追加します。
Feature	pg_stat_statements および auto_explain 拡張機能のネイティブサポート。
Feature	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ための Prometheus エクスポーターの 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。
Feature	manual_switchover_required メトリックを公開して、primaryUpdateStrategy が監視対象に設定されている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します。
Feature	pg_audit、auto_explain、および pg_stat_statements の shared_preload_libraries を透過的に処理します。
Feature	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、PostgreSQL の shared_preload_libraries の自動構成。
Feature	k8s.enterprisedb.io/reload ラベルをサポートして、Prometheus エクスポーター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構成マップとシークレット、または証明書の保存に使用される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。
Feature	kubectl の cnp プラグインに reload コマンドを追加して、インスタンスで調整ループをトリガーします。

次のページに続く

表 129 – 前のページからの続き

Type	Description
Feature	advanced PodAffinity 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。
Feature	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。
Security fix	.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証明書を定義します。
Security fix	PostgreSQL サーバーの権限と証明書。クライアントを認証し、PostgreSQL ノード間の安全な通信を行うために使用されます。
Security fix	.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。
Bug fix	Prometheus エクスポーターでヒストグラムを正しく解析します。
Bug fix	クラスター用にオペレーターが作成したサービスを調整します。

1.2.108 EDB Postgres for Kubernetes 1.6.0 release notes

リリース日 2021 年 7 月 12 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	レプリカモード実験的 クラスターをソースクラスターのレプリカとして作成できます。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。
Feature	EDB Postgres Advanced Server イメージでの EDB Audit のサポート。
Feature	.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。
Feature	.spec.affinity.podAntiAffinityType パラメーターを追加します。これは、preferred デフォルトに設定して preferredSchedulingIgnoredDuringExecution が使用されるか、required に設定して requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution になります。
Security fix	ライセンスキーがログに表示されないようにします。
Change	PVC とポッドを削除する際の競合状態が修正され、オペレーターが新しいポッドを作成できなくなりました。
Change	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。
Change	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。
Change	デバッグする一部のログメッセージのレベルを下げました。
Change	サーバー CA および TLS インジェクションの E2E テスト。

1.2.109 EDB Postgres for Kubernetes 1.5.1 release notes

リリース日 2021 年 6 月 11 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Change	Red Hat OpenShift でのオペレーター展開での自動更新を妨げる CRD 検証のバグを修正します。
Change	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。

1.2.110 EDB Postgres for Kubernetes 1.5.0 release notes

リリース日 2021 年 6 月 17 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	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。
Feature	クラスターリソースの 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。
Feature	より決定的で反復可能な展開を行うには、`<image>:<tag>@sha256:<digestValue>`形式を介してイメージ名へのダイジェストの指定を有効にします。
Security fix	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します。
Security fix	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 ssl モードを require から verify-ca に上げます。
Change	kubectl の cnp プラグインの promote サブコマンドを強化して、ポッドの完全な名前ではなくノード番号のみを受け入れます。
Change	クラスター名に DNS-1035 検証スキームを採用しますサービス名が継承されます。
Change	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します。
Change	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、および stoppedAt と統合します。
Documentation fix	オペレーターとオペランドコンテナによって公開されるポートのリストを提供します。
Documentation fix	データベースワークロードのストレージと PostgreSQL をベンチマークするための cnp-bench helm チャートとガイドラインを紹介します。

次のページに続く

表 132 – 前のページからの続き

Type	Description
E2E test fix	Kubernetes 1.21 をテストします。
E2E test fix	オペレーターの高可用性のテストを追加します。
E2E test fix	ノードドレインのテストを追加します。
Bug fix	リカバリ操作中の pg_ctl start のタイムアウトが短すぎます。
Bug fix	オペレーターは PVC での直接イベントを監視していません。
Bug fix	barmanObjectStore バックアップの immediateCheckpoint と jobs パラメーターの処理を修正しました。
Bug fix	バックアップから復元するときに空のログ。

1.2.111 EDB Postgres for Kubernetes 1.4.0 release notes

リリース日 2021 年 5 月 18 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	JSON 形式の PostgreSQL エラーメッセージの標準出力ログ。
Feature	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。
Feature	kubectl の cnp プラグインに restart コマンドを追加して、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。
Security fix	ポッドの readOnlyRootFile システムセキュリティコンテキストを設定します。
Change	重要 YAML マニフェストを使用してクラウドネイティブ PostgreSQL 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、クラウドネイティブの PostgreSQL ドキュメントを参照してください。
Change	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:cloud-native-postgresql に変更します。
Change	メトリック名を Prometheus エクスポーターの TCP ポートに割り当てます。
Change	PostgreSQL のメトリックエクスポーター接続の application_name として cnp_metrics_exporter を設定します。
Change	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。
Documentation fixes	モニタリングクエリのカスタマイズ。
Documentation fixes	オペレーターのアップグレード手順。
Bug fix	pg_basebackup を呼び出すときは、-R の使用を避けてください。
Bug fix	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。

1.2.112 EDB Postgres for Kubernetes 1.3.0 release notes

リリース日 2021 年 4 月 23 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	ラベルとアノテーションの継承。
Feature	コンテナごとにリソース制限を設定します。
Security fix	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により、ポッドの実行を名前空間が割り当てられた UID および SELinux コンテキストに制限します。
Security fix	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。
Change	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。

1.2.113 EDB Postgres for Kubernetes 1.2.1 release notes

リリース日 2021 年 4 月 6 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	ScheduledBackup はバックアップの所有者ではなくなりました。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。
Security fix	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。

1.2.114 EDB Postgres for Kubernetes 1.2.0 release notes

リリース日 2021 年 3 月 31 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	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。
Feature	Operator Lifecycle ManagerOLM 展開をサポートし、その後の OperatorHub.io でのプレゼンスを提供します。

次のページに続く

表 136 – 前のページからの続き

Type	Description
Feature	全社的に使用できるようにライセンスキーのサポートを拡張します以前の制限は単一のクラスター名前空間にのみ制限されていました。
Feature	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 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。

1.2.115 EDB Postgres for Kubernetes 1.1 release notes

リリース日 2021 年 3 月 3 日

Kubernetes 用 EDB Postgres のこのリリースには、次のものが含まれます。

Type	Description
Feature	kubectl cnp status を追加して、JSON および YAML 出力を含むクラスターのステータスをきれいに印刷します。
Feature	kubectl cnp 証明書を追加して、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。
Feature	-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。
Feature	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。
Feature	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します。
Feature	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。

1.2.116 EDB Postgres for Kubernetes 1.0 release notes

リリース日 2021 年 2 月 4 日

最初のメジャーリリースは、API グループ postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1 にクラスター、バックアップ、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。

Type	Description
Feature	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。
Feature	最も調整されたレプリカを昇格させることによるプライマリインスタンスのフェールオーバー。
Feature	レプリカの自動再作成。

次のページに続く

表 138 – 前のページからの続き

Type	Description
Feature	選択したレプリカを昇格させ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。
Feature	スケールアップ/ダウン機能。
Feature	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。
Feature	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。
Feature	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ための読み取りサービスの定義。
Feature	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。
Feature	ポッドの永続ボリュームストレージの再利用。
Feature	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更新。
Feature	TLS 接続とクライアント証明書認証。
Feature	S3 互換オブジェクトストアへの継続的なバックアップ。
Feature	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。
Feature	同期レプリカのサポート。
Feature	nodeSelector プロパティを介したノードアフィニティのサポート。
Feature	PostgreSQL エラーメッセージの標準出力ログ。

1.2.117 EDB Postgres for Kubernetes 0.8 release notes

リリース日 2021 年 1 月 29 日

Type	Description
Feature	API バージョンを v1 にアップグレードしました。
Feature	`nodeSelector`を介してノードアフィニティを実装します。
Feature	デフォルトで`AntiAffinity`をアクティブにします。
Feature	完了した`Jobs`をクラスターから削除します。
Feature	コントローラランタイムを v0.8.1 にアップグレードします。
Change	スキーマバージョン 2 を使用してコンテナイメージをビルドします。
Change	より多くのケース、堅牢性、信頼性の向上をカバーすることにより、E2E テストを強化します。
Fix	バグ修正とコードの改善。

1.2.118 EDB Postgres for Kubernetes 0.7 release notes

リリース日 2020 年 12 月 31 日

Type	Description
Feature	フェイルオーバーまたはスイッチオーバーに続いて、必要に応じて`pg_rewind`をサポートして、元のプライマリをスタンバイとして機能させます。
Feature	ストレージクラスで許可されている場合、永続ボリューム拡張サポートを追加します。
Enhancement	PostgreSQL のメトリックエクスポーターを強化します。
Feature	Kubernetes バージョン 1.20 のサポートを追加します。
Feature	Kubernetes バージョン 1.15 のサポートを終了します。
Feature	Github アクションへの変換を含む E2E テストのリファクタリング。
Fix	バグ修正とコードの改善。

1.2.119 EDB Postgres for Kubernetes 0.6 release notes

リリース日 2020 年 12 月 4 日

Type	Description
Feature	`recoveryTarget`と呼ばれる新しいブートストラップ方法オプションを介して、タイムスタンプ、ターゲット名、またはトランザクション ID、およびタイムラインの仕様に基づいて、ポイントインタイムリカバリーを追加します。
Feature	`minSyncReplicas`および`maxSyncReplicas`クラスターオプションを介して同期ストリーミングレプリケーションのサポートを追加し、任意の時点での同期スタンバイサーバーの予想最小および最大数をそれぞれ定義しますデフォルトでは無効
Feature	EDB Postgres Advanced Server をサポートします。
Feature	空のクラスター`initDb`のブートストラップの`initdb`オプションを構成します。
Feature	EPAS との Redwood 互換性レベルを有効/無効にします。
Feature	Prometheus のメトリックのエクスポートのための新しいフレームワークでインスタンスマネージャーを拡張します。現在 pg_stat_archiver のみをサポートしています。
Feature	init コンテナの代わりに Kubernetes ジョブを使用して、クラスター初期化手順スタンバイの作成とリカバリを実行し、可観測性を向上させます。
Feature	`kubectl describe`および`kubectl get events`が使用する Kubernetes イベントを記録します。
Feature	ポッド、PVC、ジョブに Kubernetes の期待を導入して、競合状態を防止します。
Feature	PostgreSQL の`application_name`をポッド/インスタンスの名前に設定します。
Feature	`fullRecovery`ブートストラップモードは`recovery`に名前が変更され、ポイントインタイムリカバリーにも対応
Fix	バグ修正とコードの改善。

1.2.120 EDB Postgres for Kubernetes 0.5 release notes

リリース日 2020 年 11 月 20 日

Type	Description
Feature	各 PostgreSQL クラスターの独立した認証局 CA の自動プロビジョニング。
Feature	クライアント/サーバー通信を暗号化するための TLS / SSL 接続の透過的かつネイティブサポート。
Enhancement	唯一の `REPLICATION`特権と II を持つ `streaming_replica`と呼ばれる専用の固定データベースユーザーを介して、スタンバイストリーミングレプリケーションチャネルのセキュリティが向上します。 `streaming_replica`ユーザーを認証するためにクラスター認証局によって署名された自動管理 X.509 TLS 証明書。
Enhancement	`streaming_replica`ユーザーを認証するためにクラスター認証局によって署名された自動管理 X.509 TLS 証明書を介して、スタンバイストリーミングレプリケーションチャネルのセキュリティが向上します。
Enhancement	変更可能な Webhook を介して PostgreSQL の構成機能を向上させ、オペレーターによって直接管理されるパラメーターをユーザーが変更できないようにします。
Enhancement	ユーザーが指定した構成オプションをクラスター状態のデフォルト値と統合するデフォルト Web フックを介して、PostgreSQL の構成機能を向上させます。
Enhancement	PostgreSQL インスタンスのリロードと再起動の自動管理を介して、PostgreSQL の構成機能を向上させます。
Feature	バックアップからのリカバリーに続いて、PostgreSQL クラスターのカスタムおよび独立した構成を有効にします。
Feature	クラスターの現在のステータスつまり正常、フェールオーバー進行中、スイッチオーバー進行中などを伝えます。
Feature	k8s.2ndq.io から k8s.enterprisedb.io への API 変更。

1.2.121 EDB Postgres for Kubernetes 0.4 release notes

リリース日 2020 年 11 月 5 日

Type	Description
Feature	バックアップからの完全なリカバリーのサポート。
Feature	`bootstrap`セクションを追加して、クラスター `initDB`または `fullRecovery`を開始する方法を構成します。
Feature	デフォルトと検証の Webhook を導入します。
Feature	構成を簡素化します構成よりもコンベンション。

次のページに続く

表 143 – 前のページからの続き

Type	Description
Feature	ローリングアップグレードを同じ PostgreSQL メジャーバージョンに制限します。
Feature	エンドツーエンドテストは、GKE、AKS、および GKS で実行されます。
Enhancement	ドキュメントの改善。
Enhancement	バグ修正とマイナーな改善。

1.2.122 EDB Postgres for Kubernetes 0.3 release notes

リリース日 2020 年 9 月 25 日

Type	Description
Feature	PostgreSQL 13 のサポート。
Feature	`emptyDir`ボリュームストレージのサポートを削除します。
Feature	`nodeMaintenanceWindow`パラメーターを介したローカルストレージを使用した PostgreSQL クラスターのノードメンテナンスのサポート。
Enhancement	デフォルト、必須、および固定値をサポートする辞書を使用して、PostgreSQL 構成管理を向上させます。
Feature	クラスター間通信の認証方法として MD5 を使用し、シークレットでパスワードを自動作成します。
Feature	「trust」認証方法の必要性を削除します。
Feature	`spec.postgresql.pg_hba`はオプショナルになり、ポッド間の通信に必要な MD5 認証とポッド内通信の `peer`がデフォルトになります。
Feature	「使用不可」のアノテーションサポートを削除します。PVC を削除した後、対応するポッドを削除するだけで済みます。
Feature	暗黙の 30 日間の試用版を含むライセンスキーのサポート。
Fix	バグ修正とマイナーな改善。
Feature	以前のバージョンからの更新はサポートされていません。

1.2.123 EDB Postgres for Kubernetes 0.2 release notes

リリース日 2020 年 8 月 11 日

Type	Description
Feature	PostgreSQL 12 に加えて、PostgreSQL 10 および 11 がサポートされるようになりました。
Feature	オペレーターのベースイメージとしての UBI の使用 OpenShift サポート。
Feature	新しい Backup と ScheduledBackup CRD により、ユーザーは S3 プロトコル AWS S3、MinIO、MinIO Gateway などに準拠したオブジェクトストアでクラスターの物理的バックアップを取得できます。

次のページに続く

表 145 – 前のページからの続き

Type	Description
Feature	S3 プロトコルに準拠したオブジェクトストアへの WAL アーカイブのサポート。
Enhancement	E2e テストインフラの改善。
Fix	バグ修正とマイナーな改善。

1.2.124 EDB Postgres for Kubernetes 0.1 release notes

リリース日 2020 年 4 月 3 日

Type	Description
Feature	ポッドによる既存の永続ストレージの再利用ローリング更新に必要。
Feature	オペレーターコンテナイメージと PostgreSQL コンテナイメージ間の独立性ローリング更新で必要 - これにより、コミュニティ PostgreSQL イメージの使用が有効になります。
Feature	最初にすべてのレプリカを更新することによる、オペレーターとクラスター全体の PostgreSQL の新しいバージョンへの更新のローリング更新。レプリカが更新されるか `unsupervised`オプション 、ユーザーが手動でトリガーする `supervised`オプション と、スイッチオーバーは Kubernetes によって完全に管理できます。
Feature	ポッドの進行中の更新のフレームワークを確認します。
Enhancement	クラスターステータス情報の改善。
Enhancement	Kubernetes 1.18 の E2E テスト
Enhancement	フェイルオーバーの E2E パフォーマンステスト 5 秒未満。
Enhancement	スイッチオーバーの E2E テストの改善。
Feature	PostgreSQL の `cluster_name` GUC のサポート。
Feature	新しいドキュメントセクション `Exposing Postgres services`。
Feature	新しいドキュメントセクション `Security`。

1.2.125 EDB Postgres for Kubernetes 0.0.1 release notes

リリース日 2020 年 3 月 5 日

Type	Description
Feature	PostgreSQL 12.2 コンテナイメージ。
Feature	最も調整されたレプリカを昇格させることによる、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。
Feature	レプリカの自動再作成を介した自己修復機能。
Feature	選択したレプリカを昇格させることによる、プライマリインスタンスの計画的なスイッチオーバー。
Feature	スケールアップ/ダウン機能。

次のページに続く

表 147 – 前のページからの続き

Type	Description
Feature	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。
Feature	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。
Feature	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ための **読み取り専用** サービスの定義。
Feature	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。
Feature	PostgreSQL エラーメッセージの標準出力ログ。

第2章　Getting Started

2.1 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。

2.1.1 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 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster* 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

2.1.2 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™クラスター `Cluster` の EDB Postgres ® AI、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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、ローカルの Unix ドメインソケットを介した `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

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster 用語の 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。

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。

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。

2.1.3 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。

2.1.4 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 EDB Postgres® AI for CloudNativePG™ Cluster on your laptop using a local cluster* を決定できます。

2.2 Use cases

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres® AI 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。

2.2.1 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。

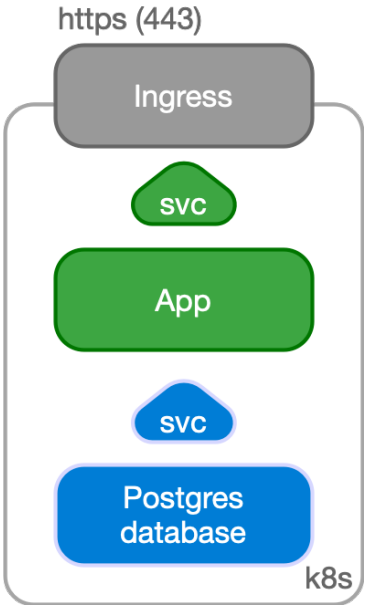


図 1: Application and Database inside Kubernetes

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

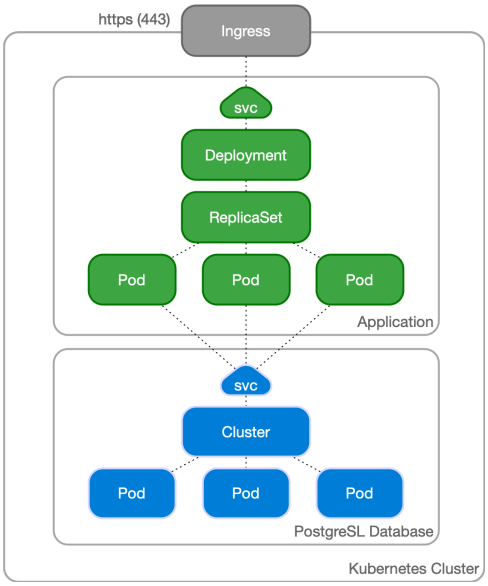


図 2: Close-up view of application and database inside Kubernetes

2.2.2 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。

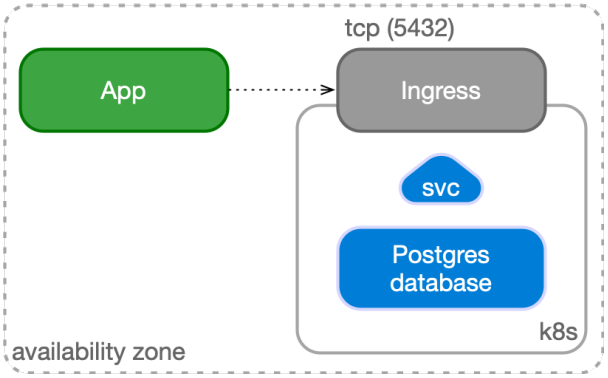


図 3: Application outside Kubernetes

2.3 Architecture

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。

2.3.1 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、**書き込み先行ログ WAL に基づく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。 Shipping** 、これは 10 年以上、世界中の何百万ものユーザーが本番環境で使用してきました。

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。

このトピックが詳細にカバーされている場所。

2.3.2 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。

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。

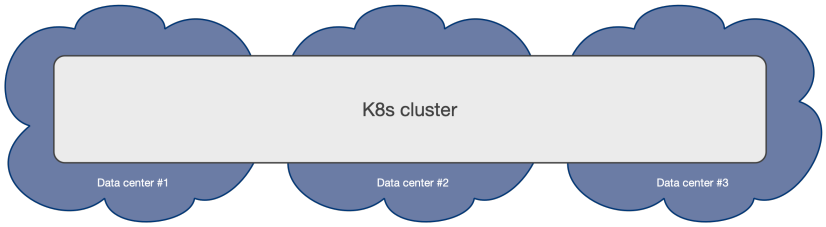


図 4: Kubernetes cluster spanning over 3 independent data centers

このようなアーキテクチャにより、CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI 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` リソースの完全なライフサイクルを制御できます。これには、他の操作の中でも、*Scheduling* が含まれます宣言的な方法でのワークロード、アフィニティルール、許容範囲、ノードセレクターに基づいて、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。

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。

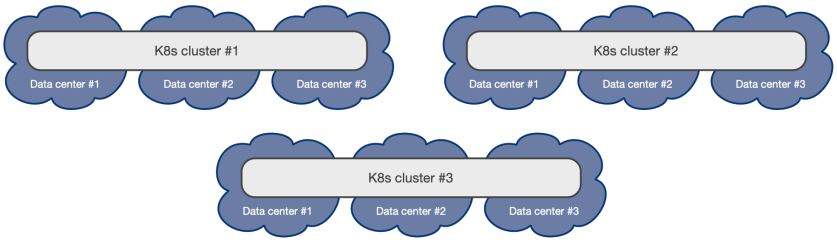


図 5: Example of a multiple Kubernetes cluster architecture distributed over 3 regions each with 3 independent data centers

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、単一点障害 SPoF をレベルに押し上げます可能な限りゾーンを停止する必要があります。つまり、CloudNativePG™ Cluster の EDB Postgres ® AI 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。

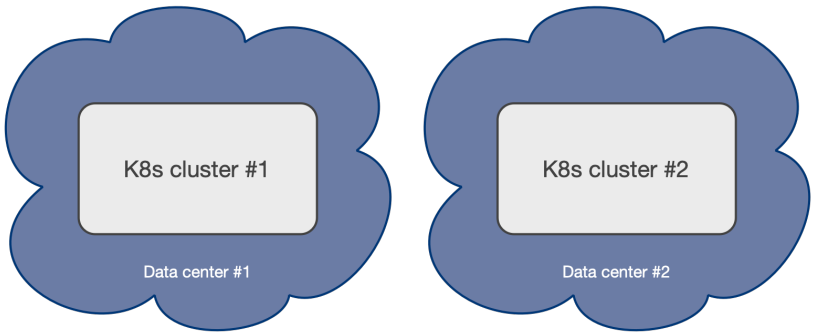


図 6: Example of a Kubernetes architecture with only 2 data centers

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 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ クラスターのスコープ内ではありません。

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。

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。

提案されたノードラベル

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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

提案されたノードテイント

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、`node-role.kubernetes.io/postgres` テイントの使用をお勧めします。

`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
```

2.3.3 PostgreSQL アーキテクチャ

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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のホットスタンバイレプリカにのみ接続しますオプショナル
  - -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

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。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

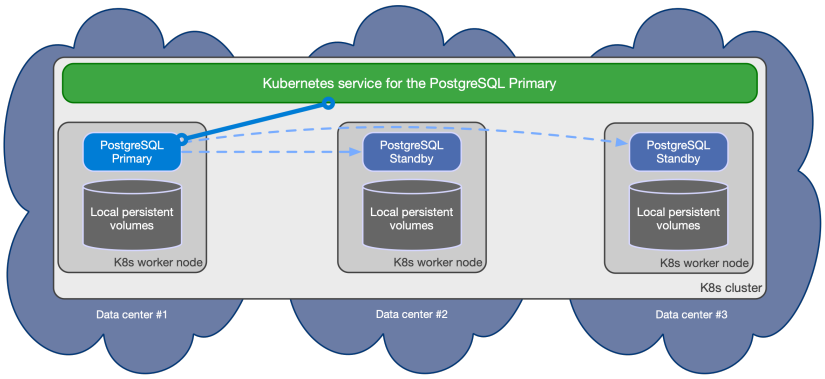


図 7: Bird-eye view of the recommended shared nothing architecture for PostgreSQL in Kubernetes

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**現在のプライマリ**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。

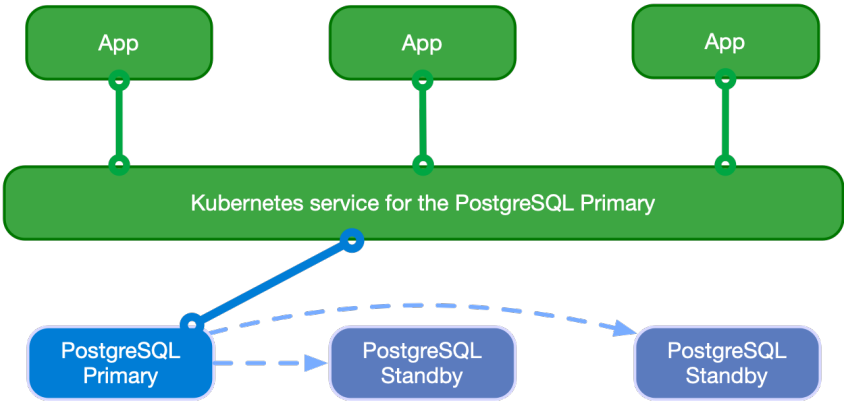


図 8: Applications writing to the single primary

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、高可用性の為、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

読み取り専用ワークロード

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。

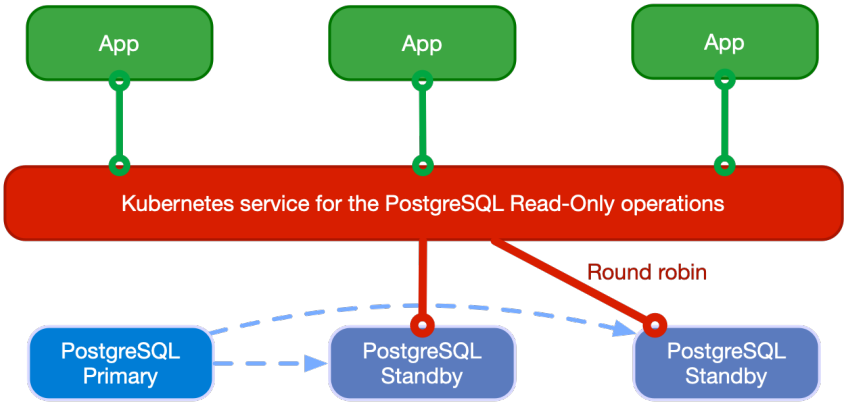


図 9: Applications reading from hot standby replicas in round robin

2.3.4 Kubernetes クラスター全体のデプロイメント

注釈

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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ています。

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** リリース候補の目的 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

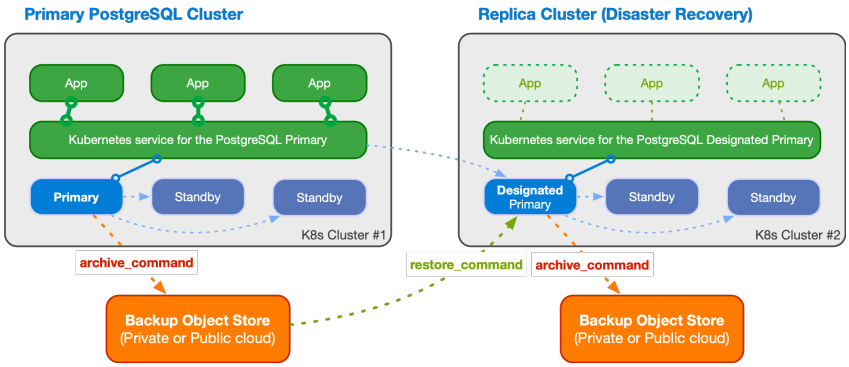


図 10: An example of multi-cluster deployment with a primary and a replica cluster

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を作成せずに続くことができるよ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™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI を使用すると、マルチプル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。

2.4 Installation and upgrades

セクション。

> **警告**
>
> OLM operatorhub.io 経由は、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のインストール方法としてサポートされなくなりました。

2.4.1 Kubernetes へのインストール

EDB サブスクリプショントークンの取得

Kubernetes 用 EDB Postgres 分散をインストールするには、EDB Repos 2.0 トークンが必要であり、EDB プライベートソフトウェアリポジトリへのアクセスを取得します。このトークンを取得する手順については、Get your token を参照してください。

次に、Repos 2.0 トークンを環境変数 `EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN` として設定します。

```
EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN=<your-token>
```

> **警告**
>
> トークンは機密情報です。未承認のユーザーに公開しないようにしてください。

これで、インストールを続行できます。

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。

オペレーターマニフェストを直接使用する

EDB プルシークレットのインストール

CloudNativePG™クラスターに EDB Postgres ® AI をインストールする前に、`postgresql-operator-system` 名前空間で EDB ソフトウェアのプルシークレットを作成する必要があります。

プルシークレットは、オペレーターが存在する名前空間に保存する必要があります。次のコマンドを使用して `postgresql-operator-system` 名前空間を作成します。

```
kubectl create namespace postgresql-operator-system
```

プルシークレット自分自身を作成するには、次のコマンドを実行します。

```
kubectl create secret -n postgresql-operator-system docker-registry edb-pull-secret \
  --docker-server=docker.enterprisedb.com \
  --docker-username=k8s \
  --docker-password="$EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN"
```

オペレーターのインストール

プルシークレットが名前空間に追加されたため、kubectl を介して適用される YAML マニフェストを介して、Kubernetes の他のリソースと同様に、オペレーターを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://get.enterprisedb.io/pg4k/pg4k-1.29.0.yaml
```

これは次の方法で確認できます。

```
kubectl rollout status deployment \
  -n postgresql-operator-system postgresql-operator-controller-manager
```

kubectl の cnp プラグインを使用する

cnp 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 cnp install generate \
  --watch-namespace "specific-namespace" \
  > cnp_for_specific_namespace.yaml
```

より包括的な例については、 *CNPG-I* ドキュメントを参照してください。

> **警告**
>
> GKE で CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI を展開しており、エラー `... failed to call webhook...` を取得した場合、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公式 docs

そしてこの issue によって。 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。

2.4.2 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 postgresql-operator-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 cnp プラグインを介してインストールされる場合、デフォルトでは、postgresql-operator-controller-manager と呼ばれます。Helm を介してインストールされる場合、デフォルトでは、展開名は helm リリース名にサフィックス-edb-postgres-for-kubernetes たとえば <name>-edb-postgres-for-kubernetes を追加したものから取得されます。

> **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 postgresql-operator-system
NAME                 READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
<deployment-name>    1/1     1            1           18m
```

```
kubectl describe deploy \
  -n postgresql-operator-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™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI 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。

2.4.3 アップグレード

Central Migration Guide に従ってください。

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™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI 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 `cnp` 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。

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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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` 。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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に、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ています。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。

バージョン間の互換性

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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.xy 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

Introduction and Release notes ページには、CloudNativePG™クラスター用の EDB Postgres ® AI 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。

1.29.0 または 1.28.x へのアップグレード

以前のマイナーバージョンから 1.27 へのアップグレード

バージョン 1.27 では、*Liveness Probe* のデフォルト動作の変更を導入しました。 *shutdown of an isolated primary*

`livenessProbeTimeout` 30 秒以内。

この動作がご使用の環境に適していない場合は、次の構成で liveness プローブの**分離チェック** を無効にできます。

```
spec:
  probes:
    liveness:
      isolationCheck:
        enabled: false
```

2.5 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 CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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説明します。

Red Hat OpenShift Container Platform ユーザーは、Red Hat OpenShift Local 旧 Red Hat CodeReady Containers で CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI の認定オペレーターをテストできます。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

これらの手順に従うことにより、ローカルの Kubernetes / Openshift 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。

または *how to install `oc* <https://docs.openshift.com/container-platform/4.6/cli_reference/openshift_cli/getting-started-cli.html>`_ の Openshift ドキュメント

注釈

Openshift を実行している場合は、このドキュメントで `kubectl` が記載されているたびに `oc` を使用してください。 *kubectl* コマンドは、 *oc* コマンドと互換性があります。

2.5.1 パート 1-ローカルの Kubernetes / Openshift ローカルプレイグラウンドのセットアップ

最初の部分は、Minikube、Kind、または OpenShift Local 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

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。

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
```

OpenShift Local 旧 CodeReady ContainersCRC

1. Download OpenShift Local

そして、バイナリを PATH のディレクトリ内に移動します。

2. 次のコマンドを実行します。

```
crc setup
crc start
```

crc start 出力は、続行方法を説明します。

3. crc oc-env コマンドの出力を実行します。
4. 印刷した oc login コマンドを使用して、 kubeadmin としてログインします。 crc console を実行している Web コンソールを開くこともできます。ユーザーとパスワードは oc login コマンドの場合と同じです。
5. OpenShift Local には StorageClass が付属していないため、構成する必要があります。Dynamic volume provisioning wiki page をフォローする

rancher/local-path-provisioner をインストールします。

2.5.2 パート 2 CloudNativePG™クラスターに EDB Postgres® AI をインストールする

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™クラスターの EDB Postgres® AI のインストールに進むことができます。

クラスター構成ファイルで指定されない限り、 CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres® AI は、現在デフォルトで Community Postgresql オペランドを展開します。詳細については、 *EDB Postgres* サーバーの展開セクションを参照してください。

YAML マニフェストを介した *Kubernetes* のインストール セクションを参照して、PostgreSQL クラスターの展開を続行します。

2.5.3 パート 3 PostgreSQL クラスターを展開する

クラスター構成ファイルで指定されない限り、 CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、現在デフォルトで Community Postgresql オペランドを展開します。詳細については、*EDB Postgres* サーバーの展開 セクションを参照してください。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi
```

3 ノード Community 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 `k8s.enterprisedb.io/cluster` ラベルを適用します。例

```
kubectl get pods -l k8s.enterprisedb.io/cluster=<CLUSTER>
```

EDB Postgres サーバーの展開

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 Community 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。たとえば、 EDB Postgres Advanced 18.1 をインストールするには、次を使用できます。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
   # [...]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
spec:
   # [...]
     imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-advanced:18.1-standard-ubi9
   #[...]
```

EDB Postgres Extended 18 をインストールするには、次を使用できます。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
   # [...]
spec:
   # [...]
     imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-extended:18-standard-ubi9
   #[...]
```

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

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™ Cluster クラスターの EDB Postgres ® AI、およびアラート条件を定義する Prometheus ルールセットをモニタするための Grafana ダッシュボードを作成する方法を示します。

Kube-Prometheus stack を活用します

Helm チャートは、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 Grafana 展開をインストールします。

この Helm チャートの展開用の構成ファイルは、CloudNativePG™ Cluster クラスターの EDB Postgres ® AI のオブザーバビリティのための役立つ初期設定を提供します。

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/EnterpriseDB/docs/main/product_docs/docs/
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
↪postgres_for_kubernetes/1/https://raw.githubusercontent.com/EnterpriseDB/docs/main/
↪product_docs/docs/postgres_for_kubernetes/1/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` **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。

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
```

Prometheus での表示

この時点で、モニタリングがアクティブ化された状態で展開された CloudNativePG™クラスタークラスターの EDB Postgres ® AI 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.k8s.enterprisedb.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-with-metrics
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi
- --
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: cluster-with-metrics
spec:
  selector:
    matchLabels:
      k8s.enterprisedb.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™ Cluster クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

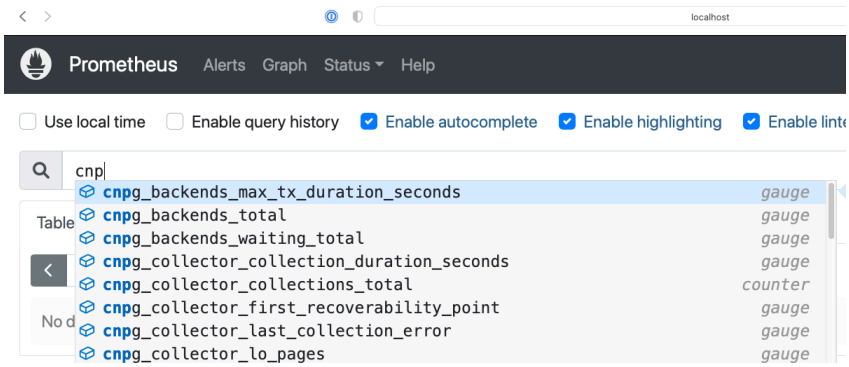


図 11: local prometheus

CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI をターゲットとする PodMonitor を作成することにより、それ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/EnterpriseDB/docs/main/product_docs/docs/postgres_
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
↪for_kubernetes/1/https://raw.githubusercontent.com/EnterpriseDB/docs/main/product_
↪docs/docs/postgres_for_kubernetes/1/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
postgresql-operator-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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 `EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster` ダッシュボードをクリックできるようになりました。

図 12: 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™ Cluster クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

cluster-example.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi
```

2.6 Preview Versions

CloudNativePG™クラスター用の EDB Postgres ® AI 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。

2.6.1 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。

2.6.2 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™クラスター用の EDB Postgres ® AI の新しいマイナーバージョンの最初のリリースと同じにな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。

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** CloudNativePG™ Cluster クラスターの既存の EDB Postgres ® AI 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。

2.6.3 コミュニティへの参加: どのように支援するか

CloudNativePG™クラスターマイナーリリースの各 EDB Postgres ® AI 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。

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、CloudNativePG™クラスタークラスター用の新しい EDB Postgres ® AI 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 `1.29.0-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** 。

2.6.4 使用アドバイザリー

CloudNativePG™クラスターコミュニティの EDB Postgres ® AI は、運用環境またはアクティブな開発プロジェクトで CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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ている可能性があります。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3章　Configuration

3.1 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。

> **警告**
>
> **OpenShift ユーザー** OpenShift ユーザーインターフェイスの現在の制限により、 YAML ペインからのみ PostgreSQL 設定を変更できます。

3.1.1 `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"
# ...
```

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、レプリケーション設定 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。

```
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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、代わりに、デフォルトで `wal_level` から `logical` を設定して、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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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のみて `wal_level` を `minimal` に設定できます。

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
```

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、 *JSON 形式の PostgreSQL エラーメッセージの標準出力ログ* を参照してください。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、いくつか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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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"
# ...
```

> **注釈**
>
> 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。

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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、:ref:``pgaudit` の有効化 <*pgaudit* の有効化>` 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"
```

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™クラスターの EDB Postgres AI 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。

backup および *WAL* コマンドの追加オプション 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
```

3.1.2 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。

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=cnp_streaming_replica
hostssl replication streaming_replica all cert map=cnp_streaming_replica
hostssl all cnp_pooler_pgbouncer all cert map=cnp_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=cnp_streaming_replica
hostssl replication streaming_replica all cert map=cnp_streaming_replica
hostssl all cnp_pooler_pgbouncer all cert map=cnp_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。

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。

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。

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"
```

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
```

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。

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
```

3.1.3 pg_ident セクション

pg_ident は、 CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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"
```

3.1.4 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。

3.1.5 ALTER SYSTEM の有効化

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

> **警告**
>
> *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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、特定の固定パラメーターを担当し、他を完全に制御し、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™クラスターの EDB Postgres ® AI から PostgreSQL に直接コントリビュートされた機能。

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
```

3.1.6 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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``* **ボリューム**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
```

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
```

3.1.7 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
- edb_audit
- edb_audit_destination

- edb_audit_directory
- edb_audit_filename
- edb_audit_rotation_day
- edb_audit_rotation_seconds
- edb_audit_rotation_size
- edb_audit_tag
- edb_log_every_bulk_value
- 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

cluster-example-custom.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

cluster-example-pod-selector-refs.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        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
```

3.2 Operator configuration

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、構成パラダイム上の規則に従います。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。

- オペレーターが管理するすべての展開で共有される企業ライセンスキーの設定
- 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 `postgresql-operator-controller-manager` と呼ばれる Kubernetes `Deployment` として `postgresql-operator-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 `postgresql-operator-controller-manager-config` を持つ `ConfigMap` /`Secret` を介してカスタマイズできます。

3.2.1 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 `cnp` プラグインを使用する<*kubectl* の `cnp` 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。
EDB_LICENSE_KEY	デフォルトライセンスキー クラスターが定義していない場合にのみ使用され、できれば `Secret`
ENABLE_INSTANCE_MANAGER_INPL	*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_REDWOOD_BY_DEFAULT	EPAS を使用する場合、デフォルトで Redwood 互換性を有効にします。
EXPIRING_CHECK_THRESHOLD	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。
EXTER-NAL_BACKUP_ADDON_CONFIGURA	*external-backup-adapter* `アドオンの構成。` *:ref:`archive_timeout <Add-ons>* を参照してください
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_DELAY	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。

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Name	Description
KUBERNETES_CLUSTER_DOMAIN	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。
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_CONFIGMAP	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_NAME	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_TIMEOUT	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。

`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。

3.2.2 オペレーター構成マップの定義

次の例では、デフォルトのライセンスキーつまりカンパニーキー、 *in-place updates for the instancemanager* を有効にすることにより、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。、そしてアップグレードを広めることによって。

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: postgresql-operator-controller-manager-config
  namespace: postgresql-operator-system
data:
  CLUSTERS_ROLLOUT_DELAY: 60
  ENABLE_INSTANCE_MANAGER_INPLACE_UPDATES: true
  EDB_LICENSE_KEY: <YOUR_BASE64_ENCODED_EDB_LICENSE_KEY_HERE>
  INHERITED_ANNOTATIONS: categories
  INHERITED_LABELS: environment, workload, app
  INSTANCES_ROLLOUT_DELAY: 10
```

3.2.3 オペレーターシークレットの定義

次の例では、デフォルトのライセンスキーつまりカンパニーキー、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によって継承されるラベル/アノテーション名を定義し、有効にすることにより、オペレーターの動作をカスタマイズします。*in-place updates for the instancemanager* 、および分散アップグレードによる。

```
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: postgresql-operator-controller-manager-config
  namespace: postgresql-operator-system
type: Opaque
stringData:
  CLUSTERS_ROLLOUT_DELAY: 60
  ENABLE_INSTANCE_MANAGER_INPLACE_UPDATES: true
  EDB_LICENSE_KEY: <YOUR_BASE64_ENCODED_EDB_LICENSE_KEY_HERE>
  INHERITED_ANNOTATIONS: categories
  INHERITED_LABELS: environment, workload, app
  INSTANCES_ROLLOUT_DELAY: 10
```

3.2.4 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 postgresql-operator-system \
    postgresql-operator-controller-manager
```

それ以外の場合、OLM を使用してオペレーターをインストールしている場合、または Openshift で実行している場合、オペレーターがインストールされている名前空間を指定して次のコマンドを実行します。

```
kubectl delete pods -n [NAMESPACE_NAME_HERE] \
  -l app.kubernetes.io/name=cloud-native-postgresql
```

> **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。

3.2.5 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 postgresql-operator-system postgresql-operator-controller-
↪manager
```

`--pprof-server=true` を引数リストに追加します。例

```
containers:
- args:
  - controller
  - --enable-leader-election
  - --config-map-name=postgresql-operator-controller-manager-config
  - --secret-name=postgresql-operator-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。

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 postgresql-operator-system deploy/postgresql-operator-
↪controller-manager 6060
curl -sS http://localhost:6060/debug/pprof/
go tool pprof http://localhost:6060/debug/pprof/profile?seconds=30
```

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。http://localhost:6060/debug/pprof/。

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。

3.3 Instance Pod configuration

3.3.1 予測される量

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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。

3.3.2 エフェメラルボリューム

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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.k8s.enterprisedb.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。

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。

3.3.3 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`CNP_`、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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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.k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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。

cluster-example-projected-volume.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            - 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
data:
  key1: value1
  key2: value2
  key3: value3
kind: ConfigMap
metadata:
  name: sample-configmap
```

3.4 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。

3.4.1 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。

EDB Postgres Advanced Server クラスター

cluster-example-epas.yaml

EPAS クラスターの基本的な例。

EDB Postgres ExtendedPGE クラスター

cluster-example-pge.yaml

PGE 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。

TDE が有効になったクラスター

cluster-example-tde.yaml

TDE を使用した EPAS 15 クラスター。使用するイメージをダウンロードするには、アクセス資格情報が必要であることに注意してください。

3.4.2 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。

3.4.3 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こと。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

前提条件 cluster-storage-class-with-backup.yaml

適用され正常に稼働。

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

前提条件この構成では、minio が実行され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

前提条件 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。

3.4.4 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

前提条件 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

前提条件 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

前提条件 cluster-example.yaml

適用され正常に稼働。

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。

3.4.5 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* を参照してください。

3.4.6 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。

3.4.7 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。

3.4.8 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

前提条件この構成では、minio が実行され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

前提条件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 - v1.29.0* を参照してください。

3.4.9 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

3.4.10 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、**アプリユーザー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

前提条件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

前提条件 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

前提条件 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。

3.4.11 Postgres データベースの宣言的管理

プレーンなデータベース

前提条件 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

前提条件 Postgres 16 以上を実行している既存のクラスター cluster-example 。

database-example-icu.yaml

cluster-example.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi
```

cluster-example-epas.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-advanced-cluster
spec:
  instances: 3
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-advanced:18-standard-ubi9

  storage:
    size: 1Gi
```

cluster-example-pge.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-extended-cluster
spec:
  instances: 3
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-extended:18-standard-ubi9

  storage:
    size: 1Gi
```

cluster-example-custom.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

cluster-example-pod-selector-refs.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

cluster-storage-class.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

cluster-pvc-template.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-full
spec:
  description: "Example of cluster"
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18.3-standard-ubi9
  # 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
```

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.k8s.enterprisedb.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
```

cluster-example-pg-hba.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

cluster-example-projected-volume.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

cluster-example-tde.yaml

```
- --
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: tde-key
data:
  key:␣
↪bG9zcG9sbGl0b3NkaWNlbnBpb3Bpb3Bpb2N1YW5kb3RpZW5lbmhhbWJyZWN1YW5kb3RpZW5lbmZyaW8=

- --
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-advanced:18-standard-ubi9
  postgresql:
    epas:
      tde:
        enabled: true
        secretKeyRef:
          name: tde-key
          key: key

  storage:
    size: 1Gi
```

cluster-example-security-context.yaml

```
#  Example of PostgreSQL cluster with custom security contexts

#
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```yaml
#  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.k8s.enterprisedb.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
    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:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      - ALL
      add:
      - NET_BIND_SERVICE
    privileged: false
    readOnlyRootFilesystem: true
    runAsNonRoot: true
```

cluster-storage-class-with-backup.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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:
    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
```

backup-example.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: pg-backup-example
spec:
  cluster:
    name: pg-backup
```

cluster-example-with-backup.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
      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"
```

cluster-example-with-backup-scaleway.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

cluster-example-trigger-backup.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: cluster-example-trigger-backup
spec:
  cluster:
    name: cluster-example-with-backup
```

cluster-example-replica-from-backup-simple.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-replica-from-backup-simple
spec:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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
```

cluster-example-with-volume-snapshot.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  # 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
```

backup-with-volume-snapshot.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: backup-with-volume-snapshot
spec:
  method: volumeSnapshot
  cluster:
    name: cluster-example-with-volume-snapshot
```

cluster-example-replica-from-volume-snapshot.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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/
      endpointURL: http://minio:9000
      s3Credentials:
        accessKeyId:
          name: minio
          key: ACCESS_KEY_ID
        secretAccessKey:
          name: minio
          key: ACCESS_SECRET_KEY
      wal:
        maxParallel: 8
```

cluster-example-replica-streaming.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
    sslKey:
      name: cluster-example-replication
      key: tls.key
    sslCert:
      name: cluster-example-replication
      key: tls.crt
    sslRootCert:
      name: cluster-example-ca
      key: ca.crt
```

postgis-example.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
metadata:
  name: postgis-example
spec:
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s_enterprise/postgresql:18.3-minimal-ubi9
  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.k8s.enterprisedb.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
  - name: postgis_sfcgal
  - name: fuzzystrmatch
  - name: address_standardizer
  - name: address_standardizer_data_us
  - name: postgis_tiger_geocoder
  - name: postgis_topology
```

cluster-example-with-roles.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-with-roles
spec:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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=
  password: ZGFudGU=
kind: Secret
metadata:
  name: cluster-example-dante
type: kubernetes.io/basic-auth
```

cluster-example-managed-services.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-managed-services
spec:
  instances: 1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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
```

cluster-example-with-tablespaces.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  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:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      size: 2Gi
      storageClass: standard
```

cluster-example-with-tablespaces-backup.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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:
          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
```

cluster-restore-with-tablespaces.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
        storageClass: standard
    tablespacea1:
      storage:
        size: 2Gi
        storageClass: standard
```

pooler-external.yaml

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Pooler
metadata:
  name: pooler-example-rw
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  instances: 3
  type: rw
  serviceTemplate:
    metadata:
      labels:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      app: pooler
  spec:
    type: LoadBalancer
pgbouncer:
  poolMode: session
  parameters:
    max_client_conn: "1000"
    default_pool_size: "10"
```

cluster-example-logical-source.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18-standard-ubi9

  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

  managed:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    roles:
      - name: app
        login: true
        replication: true

  postgresql:
    parameters:
      hot_standby_feedback: on
      sync_replication_slots: on

- --
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: cluster-example-pub
spec:
  name: pub
  dbname: app
  cluster:
    name: cluster-example
  target:
    allTables: true
```

cluster-example-logical-destination.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  externalClusters:
  - name: cluster-example
    connectionParameters:
      host: cluster-example-rw.default.svc
      user: app
      dbname: app
    password:
      name: cluster-example-app
      key: password
- --
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Subscription
metadata:
  name: cluster-example-dest-sub
spec:
  cluster:
    name: cluster-example-dest
  name: sub
  dbname: app
  publicationName: pub
  externalClusterName: cluster-example
  parameters:
    failover: true
```

Publication-example.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: publication-example
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  name: pub-all
  dbname: app
  target:
    allTables: true
```

Publication-example-objects.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Publication
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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
```

subscription-example.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Subscription
metadata:
  name: subscription-sample
spec:
  name: sub
  dbname: app
  publicationName: pub-all
  cluster:
    name: cluster-example-dest
  externalClusterName: cluster-example
```

Database-example.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: db-one
spec:
  name: one
  owner: app
  cluster:
    name: cluster-example
```

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: db-icu
spec:
  name: declarative-icu
  owner: app
  encoding: UTF8
  localeProvider: icu
  icuLocale: en
  icuRules: fr
  template: template0
  cluster:
    name: cluster-example
```

第4章　Using

4.1 Bootstrap

> **注釈**
>
> このセクションで「PostgreSQL クラスター」を参照する場合、特に断りのない限り、同じ概念が PostgreSQL と EDB Postgres Advanced Server の両方に適用されます。

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。

> **警告**
>
> CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.1.1 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 ファイルまたは特定の**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、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI にデータベースを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。

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスターオペレーターが 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。

詳細については、

4.1.2 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**ソース** 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 external-Clusters	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。

詳細については、

パスワードファイル

`externalClusters` エントリー内でパスワードが指定されるたびに、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.1.3 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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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 **非特権** 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。

構成パラダイムに関する条約のおかげで、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スーパーユーザー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 のアプリケーションユーザー。

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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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。

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、 **デフォルトの** *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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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継続的な重要な機能強化により、 CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、ロケール関連オプションの `initdb` へ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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。それがなければ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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 Locale Support 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、それを initdb の--wal-segsize オプションに渡しますデフォルト未設定-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 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスターが実装する 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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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**スーパーユーザー** `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

これらのセクションごとに、 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスターは、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。

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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-initdb
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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。

互換性機能

EDB Postgres Advanced Server は、プレーンコミュニティ PostgreSQL に多くの互換性機能を追加します。これに関する詳細については、EDB Postgres Advanced Server を参照してください。

これらの機能は、EPAS でのクラスターの作成中に既に有効になっており、コミュニティ PostgreSQL イメージではサポートされていません。それらを無効にするには、次の例のように `initdb` セクションで `redwood` フラグを使用できます。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-initdb
spec:
  instances: 3
  imageName: <EPAS-based image>

  bootstrap:
    initdb:
      database: app
      owner: app
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    redwood: false
  storage:
    size: 1Gi
```

4.1.4 別のクラスターからのブートストラップ

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、既存の物理的な**ベースバックアップ** `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。

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。

バックアップからのブートストラップ `recovery`

`recovery` の EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスター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。

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、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres AI 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**ソース** の正確な物理コピーとして、新しいクラスター **ターゲット**を作成できます。有効な **ストリーミングレプリケーション**接続を使用して。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完全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™クラスタークラスターの EDB Postgres ® AI の別の名前空間または Kubernetes クラスターへの物理的移行

> **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*スナップショット*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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。

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

High Availability, Load Balancing, and Replication

PostgreSQL ドキュメント。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: target-db
spec:
  instances: 3
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18.3-standard-ubi9

  bootstrap:
    pg_basebackup:
      source: source-db
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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 18.3 を含むすべての要件を満たす必要があります。

TLS 証明書認証

pg_basebackup ブートストラップを使用して CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 18.3 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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-clone-tls
spec:
  instances: 3
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18.3-standard-ubi9

  bootstrap:
    pg_basebackup:
      source: cluster-example
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

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

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。

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.k8s.enterprisedb.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。

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。

4.2 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できますが、 CloudNativePG™ クラスターの EDB Postgres ® AI は、ClusterImageCatalog リソースとして *EDB CloudNativePG* **クラスターカタログ** 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。

4.2.1 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.

4.2.2 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。

> **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、 CloudNativePG™クラスターカタログの公式 EDB Postgres ® AI 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。

4.2.3 構成例

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: ImageCatalog
metadata:
  name: postgresql
  namespace: default
spec:
  images:
    - major: 15
      image: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:15.14-standard-ubi9
    - major: 16
      image: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:16.10-standard-ubi9
    - major: 17
      image: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:17.6-standard-ubi9
    - major: 18
      image: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18.3-standard-ubi9
```

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

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: ClusterImageCatalog
metadata:
  name: postgresql-global
spec:
  images:
    - major: 15
      image: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:15.14-standard-ubi9
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    - major: 16
      image: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:16.10-standard-ubi9
    - major: 17
      image: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:17.6-standard-ubi9
    - major: 18
      image: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18.3-standard-ubi9
```

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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  imageCatalogRef:
    apiGroup: postgresql.k8s.enterprisedb.io
    kind: ClusterImageCatalog # Or ImageCatalog
    name: postgresql-global
    major: 18
  storage:
    size: 1Gi
```

4.2.4 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: ImageCatalog
metadata:
  name: postgresql
spec:
  images:
    - major: 18
      image: docker.enterprisedb.com/k8s_enterprise/postgresql:18.3-minimal-ubi9
      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、

4.2.5 EDB CloudNativePG クラスターカタログ

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスタープロジェクトは、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 :** 基本イメージタイプのコアカタログ定義。
- ** 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。

> **重要**
>
> 最大限のセキュリティと不変性を保証するために、CloudNativePG™クラスターカタログの公式 EDB Postgres ® AI カタログ内のすべての画像は、タグではなく**SHA256 ダイジェスト**によって識別されます。

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™クラスター 1.29 以降の EDB Postgres ® AI 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。

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.k8s.enterprisedb.io
```

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。

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: angus
spec:
  instances: 3
  imageCatalogRef:
    apiGroup: postgresql.k8s.enterprisedb.io
    kind: ClusterImageCatalog
    name: postgresql-minimal-trixie
    major: 18
  storage:
    size: 1Gi
```

4.3 Importing Postgres databases

このセクションでは、CloudNativePG™ Cluster クラスター用の新しい EDB Postgres ® AI 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 13.x からバージョン 17.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。

4.3.1 その仕組み

概念的には、インポートには、 *cluster-example-initdb-sql-refs.yaml* を使用して新しいクラスター**宛先クラスター** 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 **ソースクラスター**からオブジェクトをインポートする必要があります。PostgreSQL の推奨事項に従って、 **宛先クラスター**の PostgreSQL メジャーバージョンが **ソースクラスター**のバージョン以上であることをお勧めします。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスタープロジェクトの推奨に従って、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、

4.3.2 `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 CloudNativePG™クラスタークラスターの個別の EDB Postgres ® AI 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のマイクロサービスインポートを使用します。

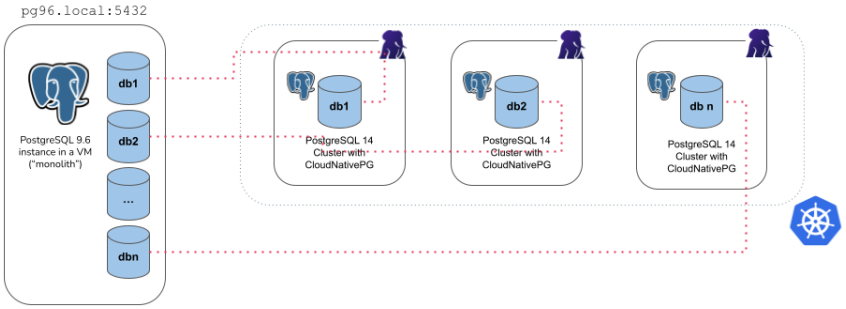


図 1: Example of microservice import type

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.k8s.enterprisedb.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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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、コミュニティでサポートされていない PostgreSQL のバージョン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。その結果、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI ではサポートされていません。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**スーパーユーザー** 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

4.3.3 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

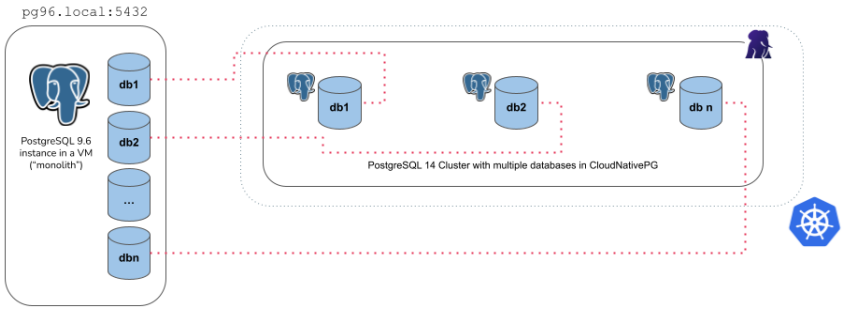


図 2: Example of monolith import type

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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-monolith
spec:
  instances: 3
  bootstrap:
    initdb:
      import:
        type: monolith
        databases:
          - accounting
          - banking
          - resort
        roles:
          - accountant
          - bank_user
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      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
        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**スーパーユーザー** 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 、cnp_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

4.3.4 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.k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-microservice
spec:
  instances: 1

  storage:
    size: 1Gi

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

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      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.k8s.enterprisedb.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。

4.3.5 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI の範囲を超えていますが、 `Cluster` 構成で直接 `shared_buffers` 、`max_wal_size` 、`checkpoint_timeout` などの Postgres GUC を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。

4.3.6 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:
      - app
      source:
        externalCluster: cluster-example
      pgDumpExtraOptions:
      - --jobs=2
      pgRestoreExtraOptions:
      - --jobs=2
```

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.3.7 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 **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** セクションを参照してください。

4.4 Security

このセクションには、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のセキュリティに関する情報が含まれており、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。

EDB が CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のセキュリティに対して採用したアプローチのより良い理解とコンテキストを取得するブログ記事。

4.4.1 コード

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster 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 `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 :** 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 :** GitHub が提供するこのツールは、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 :** 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™クラスターリポジトリの EDB Postgres ® AI は、Security section で “*Private vulnerability Reporting*”オプションが有効になっています。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。

重要

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.4.2 コンテナ

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のオペレーターイメージは、リリースプロセスの一部としてビルドおよび *published* されます。使用可能な最新のオペレーターバージョンについては、*Introduction and Release notes* を参照してください。

オペランドイメージは、サポートされている PostgreSQL バージョンごとに EDB Postgres Extended および EDB Postgres Advanced を含むで毎月ビルドおよび公開されます。

画像は次のツールを使用してスキャンされます。

- ** 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。
- ** Black Duck :** オープンソースコンポーネントの脆弱性をチェックし、ライセンスの一貫性を検証します。

重要

すべてのオペランドイメージは、パイプラインによって毎月自動的に再構築され、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、EDB ダウンロードサイトに配布されるコンテナイメージの**パッチレベルの更新**を提供します。

> **警告**
>
> 古いイメージを実行すると、環境がセキュリティリスクとパフォーマンスの問題にさらされる可能性があります。最新のイメージバージョンに更新し、イメージを最新の状態に保つことを強くお勧めします。これにより、利用可能な最新の更新とパッチを確実に利用できます。

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 :** 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。

> **参考**
>
> CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster を参照してください。

4.4.3 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。

ロールベースのアクセス制御 RBAC

オペレーターは、`postgresql-operator-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 `postgresql-operator-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、`postgresql-operator-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。この問題に関する OpenShift の詳細については、*Red Hat OpenShift* 、特に *Pre-defined RBAC objects* を参照してください。

重要

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* 、*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。

`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、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。`Cluster` .

`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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI をインストールすると、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 postgresql-operator-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™ クラスタークラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。

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。

> **重要**
>
> 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。

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
```

> **重要**
>
> **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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

ポッドセキュリティポリシー

重要

Kubernetes v1.21 から、*PodSecurityPolicy* の使用は非推奨になり、Kubernetes v1.25 の時点で、完全に削除されました。この非推奨にもかかわらず、オペレーターが現在 Kubernetes の古いサポートされていないバージョンでテストを受けていることを確認しています。したがって、このセクションはこれらの特定のシナリオのために保持されています。

Pod Security Policy

これは、クラスターで実行するためにポッドが満たす必要があるセキュリティルールと仕様を定義する Kubernetes 方法です。InfoSec の理由から、すべての Kubernetes プラットフォームはそれらを実装する必要があります。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、コンテナの実行に **特権**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、ボリュームへのアクセスには、**特権** モードまたは `root` 特権も必要ありません。Kubernetes プラットフォームおよび/または管理者は、適切な権限を適切に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、必要なセキュリティコンテキストを明示的に設定します。

Red Hat OpenShift では、クラウドネイティブの PostgreSQL は、最も制限の厳しい `restricted` セキュリティコンテキスト制約で実行されます。目標は、ポッドの実行を名前空間に割り当てられた UID と SELinux コンテキストに制限することです。

> **参考**
>
> OpenShift のセキュリティコンテキスト制約 SCC の詳細については、

Managing SCC in OpenShift を参照してください。

記事。

Openshift documentation の記載

SCC はデフォルトの名前空間 `default` 、`kube-system` 、`kube-public` 、`openshift-node` 、`openshift-infra` 、`openshift` には適用されません。これらはポッドの実行に使用しないでください。これらの名前空間に展開された CNP クラスターは、SCC が欠落しているため起動できません。

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。

> **参考**
>
> edb_notranlate_3

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。

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* を参照してください。

重要

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

公開ポート

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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	No
operand	5432	PostgreSQL instance	*postgresql*	Optional	Yes

PostgreSQL

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

重要

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。

詳細は、 *External Secrets* 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。[“Client TLS/SSL Connections”](ssl_connections.md#“Client TLS/SSL Connections”) ページ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。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 *PostgreSQL Configuration* 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 *PostgreSQL Configuration* を参照してください。

重要

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。

ストレージ

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.5 Postgres Instance Manager

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、フェールオーバー管理の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。

4.5.1 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、次のデフォルトパラメーターで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
```

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

> **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
```

4.5.2 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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
```

プライマリ分離

CloudNativePG™クラスター 1.27 の EDB Postgres 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:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    liveness:
      isolationCheck:
        enabled: false
```

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"
```

4.5.3 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、準備状況プローブの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:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。

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>
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
probes:
  readiness:
    type: streaming
    maximumLag: 64Mi
    failureThreshold: 30
    periodSeconds: 10
```

4.5.4 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。

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 **リリース候補の目的** 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。

4.5.5 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 :ref:``pg_failover_slots` の有効化 <*pg_failover_slots* の有効化>` を参照してください。

4.5.6 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™クラスターおよび Kubernetes の EDB Postgres® AI にも当てはまります。 モニタリングとメトリック

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**
>
> 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™クラスターの EDB Postgres® AI 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、復旧が複雑になる可能性のあるフェー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。

4.6 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。

アフィニティ を介して EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster 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

4.6.1 ポッドアフィニティとアンチアフィニティ

Kubernetes は、**アフィニティ**および**アンチアフィニティ**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**アフィニティ**、または特定のノードで回避するかどうか**アンチアフィニティ**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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、できれば別のノードでスケジュールされるようにクラスターインスタンスを構成しますが、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

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18.3-standard-ubi9

  affinity:
    enablePodAntiAffinity: true # Default value
    topologyKey: kubernetes.io/hostname # Default value
    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。

```yaml
affinity:
  podAntiAffinity:
    preferredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
      - podAffinityTerm:
          labelSelector:
            matchExpressions:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            - key: k8s.enterprisedb.io/cluster
              operator: In
              values:
                - cluster-example
            - key: k8s.enterprisedb.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**優先** します。

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に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。

Kubernetes documentation を参照してください。

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。

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。

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。

```
additionalPodAntiAffinity:
  requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
  - labelSelector:
      matchExpressions:
      - key: postgresql
        operator: Exists
        values: []
    topologyKey: "kubernetes.io/hostname"
```

4.6.2 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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ように PostgreSQL クラスターを要求できます。

4.6.3 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。

Kubernetes documentation を参照してください。

4.6.4 PostgreSQL ワークロードの分離

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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
  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。

4.7 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™クラスターの EDB Postgres ® AI を使用すると、管理者は、2 つのノブを使用してマニフェストの `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。

```
resources:
  requests:
    memory: "32Mi"
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    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**
- **バースト可能**
- **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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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。

Kubernetes ドキュメントのページ。

4.8 Failure Modes

注釈

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 の動作に従うため、コンテンツを合理化して、基になる Kubernetes スタックに属し、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI に

固有ではない情報の重複を回避しました。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスター専用の EDB Postgres ® AI 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 **自己修復のための自動フェイルオーバー** セクションを参照してください。

4.8.1 自己修復

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。

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。

4.8.2 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。

リコンシリエーションの無効化

`k8s.enterprisedb.io/reconciliationLoop` アノテーションを使用すると、CloudNativePG™クラスターリソースの EDB Postgres ® AI 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:
    k8s.enterprisedb.io/reconciliationLoop: "disabled"
spec:
  # ...
```

4.9 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。
- *Image Catalog* 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™クラスターの EDB Postgres ® AI の 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。

4.9.1 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、**リリース候補の目的** 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。

4.9.2 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 cnp promote [cluster] [new_primary]
```

次の方法で再起動をトリガーできます。

```
kubectl cnp restart [cluster] [current_primary]
```

詳細については、 *CNPG-I* を参照してください。

4.10 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。

4.10.1 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、私たちは、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™クラスターの EDB Postgres ® AI の高可用性を構築し、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。

4.10.2 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 9.02010 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、リリース候補の目的=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。 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 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。

4.10.3 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、 spec で提供された instances の数に基づいて、クラスター内の物理的ストリーミングレプリカを宣言的方法で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=cnp_streaming_replica
hostssl replication streaming_replica all cert map=cnp_streaming_replica
```

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。

以下。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.10.4 同期レプリケーション

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres 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。

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™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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することもできます。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

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™ Cluster クラスターの EDB Postgres ® AI の最も一般的なセットアップです。

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™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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)
```

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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.k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: angus
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi

  postgresql:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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。

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。

synchronous_standby_names コンテンツの制御

デフォルトでは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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

```yaml
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

```yaml
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

```yaml
postgresql:
  synchronous:
    method: first
    number: 2
    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)
```

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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
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。

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。

この設定は、データの安全性と可用性のバランスをとり、アプリケーションは一時的にスタンバイが使用不可になっている間も書き込みを続行できます。したがって、**自己修復モード** 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.k8s.enterprisedb.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。

4.10.5 同期レプリケーション非推奨

> **警告**
>
> CloudNativePG™クラスター 1.24 の EDB Postgres より前は、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。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、**メソッド ``*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リスト**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。

同期レプリケーションのノードを選択します

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

> **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**リリース候補の目的** 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。

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

```
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。

4.10.6 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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**

高可用性のためのレプリケーションスロット

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、高可用性クラスターから始める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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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_cnp_

`.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.k8s.enterprisedb.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
```

ユーザー定義レプリケーションスロット

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres 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

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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。

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。

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  # Reduce the frequency of standby HA slots updates to once every 5 minutes
  replicationSlots:
    updateInterval: 300

  storage:
    size: 1Gi
```

論理デコードスロットの同期

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

```yaml
# ...
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。

PostgreSQL 17 以降での動作

PostgreSQL 17 以降の場合、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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。

PostgreSQL 16 以前の動作

PostgreSQL 16 以前のバージョンの場合、CloudNativePG™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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

```
# ...
postgresql:
  parameters:
    max_slot_wal_keep_size: "10GB"
# ...
```

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。

4.11 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。

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。

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ クラスター 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**

4.11.1 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**レプリケーションセット**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、**パブリッシャー** 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 *cnp publication create* を活用します。

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ クラスター 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 - v1.29.0* 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Publication
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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。

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。

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、 *EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster 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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: 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)

```
  objects:
    - tablesInSchema: portal
    - table:
        name: users
        schema: access
```

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。

調整とステータス

Publication を作成した後、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: freddie-publisher
spec:
  cluster:
    name: freddie
  dbname: app
  name: publisher
  target:
    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。

4.11.2 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、**サブスクライバー**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。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 - v1.29.0* 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 データベース上の 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Subscription
metadata:
  name: freddie-to-king-subscription
spec:
  cluster:
    name: king
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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 *BootstrapConfiguration* 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

調整とステータス

Subscription を作成した後、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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。

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操作可能な状態を維持するには、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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.11.3 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**

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、 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。*CNPG-I* 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。

4.11.4 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。CloudNativePG™クラスターの論理レプリケーションと EDB Postgres ® AI 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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: freddie
spec:
  instances: 1

  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18-standard-ubi9

  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

  managed:
    roles:
      - name: app
        login: true
        replication: true
- --
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Publication
metadata:
  name: freddie-publisher
spec:
  cluster:
    name: freddie
  dbname: app
  name: publisher
  target:
    allTables: true
```

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: king
spec:
  instances: 1

  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18-standard-ubi9

  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
    password:
      name: freddie-app
      key: password
- --
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

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 cnp プラグインが提供する psql コマンドを使用しています。

```
kubectl cnp 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。

cnp 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 cnp 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。

4.12 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 プラグイン経由** CloudNativePG™クラスターコミュニティの EDB Postgres ® AI は、**Barman Cloud Plugin** を公式にサポートしています

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

(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™クラスターの EDB Postgres ® AI を使用した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。

4.12.1 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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ています。

- **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。

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 、 CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、リージョンを超えても、**リリース候補の目的** ≤ 5 分のディザスターリカバリーにすぐに使用できる時間を提供します。

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。

4.12.2 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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

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

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

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。

比較の概要

Feature	Object Store	Volume Snapshots
WAL archiving	Required	Recommended^1^
Cold backup	No	Yes
Hot backup	Yes	Yes
Incremental copy	No	☒^2^
Differential copy	No	☒^2^
Backup from a standby	Yes	Yes
Snapshot recovery	☒^3^	Yes
Retention policies	Yes	No
Point-in-Time Recovery (PITR)	Yes	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。

4.12.3 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™クラスターの EDB Postgres ® AI で信頼性の高いバックアップ戦略を実装するために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。

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** タイミングを定義します。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.k8s.enterprisedb.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。

バックアップ頻度と RTO

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。

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
```

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
```

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

4.12.4 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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: backup-example
spec:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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。

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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  Started At:         2020-10-26T13:57:40Z
  Stopped At:         2020-10-26T13:57:44Z
```

- **

4.12.5 バックアップ方法

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 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。

```
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。

4.12.6 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、 ** EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスターは、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に関連していないため、考慮されていません。

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™クラスターの EDB Postgres® AI 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。

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.k8s.enterprisedb.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。

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.k8s.enterprisedb.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。

4.12.7 リテンションポリシー

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 。

4.13 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。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、 *BootstrapConfiguration* 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、以下を介したリカバリー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。

4.13.1 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**
>
> 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  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
```

4.13.2 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™ クラスターの EDB Postgres ® AI を使用すると、既存の `Cluster` に属する `PersistentVolumeClaim` PVC の `VolumeSnapshot` または `PersistentVolumeClaim` PVC 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
metadata:
  name: cluster-restore
spec:
  [...]

  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.k8s.enterprisedb.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。

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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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。

4.13.3 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。

4.13.4 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。

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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-restore-pitr
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 5Gi

  bootstrap:
    recovery:
      # 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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      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。

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。

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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      targetTime: "2023-07-06T08:00:39Z"
externalClusters:
  - name: origin
    plugin:
      name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
      parameters:
        barmanObjectName: minio-backup
        serverName: cluster-example
```

このセットアップにより、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 宣言的テーブルスペース 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。

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 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。

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.k8s.enterprisedb.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。

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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:
    - name: origin
      plugin:
        name: barman-cloud.cloudnative-pg.io
        parameters:
          barmanObjectName: cluster-example-backup
          serverName: cluster-example
```

4.13.5 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、

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.k8s.enterprisedb.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。

4.13.6 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**ブートストラップ** 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。

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。

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。

4.13.7 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.14 WAL archiving

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres AI 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出荷するプロセスです。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。

4.14.1 プラグインベースのアーキテクチャ

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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

`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。

4.14.2 サポートされているプラグイン

現在、 **Barman Cloud Plugin** は、CloudNativePG™クラスターコミュニティの EDB Postgres ® AI 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。

4.14.3 非推奨の通知 ネイティブ Barman Cloud

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、`.spec.backup.barmanObjectStore` フィールドを介してネイティブに WAL アーカイブを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。

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 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster Backup を参照してください。

4.14.4 アーカイブタイムアウトについて

デフォルトでは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は `archive_timeout` を `5min` に設定して、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の決定論的な時間ベースの値を提供します **リリース候補の目的**。

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。

4.15 Service management

PostgreSQL クラスターには、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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ますが、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.15.1 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。

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"]
```

4.15.2 独自のサービスの追加

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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>
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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。

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。

4.16 PostgreSQL Role management

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、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` 、`cnp_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、 *BootstrapConfiguration* セクションで説明しています。

クラスター仕様の `managed` スタンザにより、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、`.spec.managed.roles` で指定されたロールの完全なライフサイクル管理を提供するようになりました。

この機能により、既存のロールの宣言的管理と、データベースにまだ存在しない場合は新しいロールの作成が可能になります。ロールの作成は、データベースのブートストラップが完了した後*に発生します。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
spec:
  managed:
    roles:
    - name: dante
      ensure: present
      comment: Dante Alighieri
      login: true
      superuser: false
      inRoles:
        - pg_monitor
        - pg_signal_backend
```

`.spec.managed.roles` のロール仕様は、PostgreSQL structure and naming conventions に従います。ロールごとに定義できる属性の完全なリストについては、*API Reference - v1.29.0* を参照してください。

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**。これにより、宣言的なロール管理でロールを作成および削除できます。2 つの値は、`present` デフォルトと `absent` です。
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。

宣言的ロール管理により、PostgreSQL インスタンスが仕様に準拠していることが保証されます。ユーザーがデータベースでロール属性を直接変更した場合、EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster オペレーターは、次の調整サイクル中にこれらの変更を元に戻します。

4.16.1 パスワード管理

宣言的ロール管理機能には、ロールパスワードの調整が含まれます。パスワードは Kubernetes の世界と PostgreSQL では根本的に異なる方法で管理されており、その結果、いくつかの注意事項があります。

管理対象ロール構成は、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。Kubernetes で通常のように Base64 でエンコードされます。例

```
managed:
  roles:
  - name: dante
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    ensure: present
    [··· snipped ···]
    passwordSecret:
      name: cluster-example-dante
```

これは、ユーザー名とパスワードを含む cluster-example-dante と呼ばれるシークレットの存在を前提としています。ユーザー名は、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:
  name: cluster-example-dante
  labels:
    k8s.enterprisedb.io/reload: "true"
type: kubernetes.io/basic-auth
```

ロールに passwordSecret が指定されていない場合、インスタンスマネージャーはパスワードを使用してロールを作成/変更しようとしません。これは、WITH PASSWORD で指示されない限り、ALTER がパスワードを更新しない PostgreSQL 規約に従います。

ロールが最初にパスワードを使用して作成され、PostgreSQL でパスワードを NULL に設定したい場合、これは CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のユーザー側で明示的にする必要があります。「仕様で提供されているパスワードなし」と「パスワードを NULL に設定する」を区別するには、フィールド DisablePassword を使用する必要があります。

データベースの dante ロールにパスワードを設定しないことにしたとします。このような場合、次を指定します。

```
managed:
  roles:
  - name: dante
    ensure: present
    [··· snipped ···]
    disablePassword: true
```

注特定のロールで passwordSecret と disablePassword の両方を設定することはエラーとみなされます。この構成は、検証 Webhook によって拒否されます。

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。

> **警告**
>
> *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。

パスワードがハッシュ化されました

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:
    k8s.enterprisedb.io/reload: "true"
apiVersion: v1
stringData:
  username: cavalcanti
  password: SCRAM-SHA-256$<iteration count>:<salt>$<StoredKey>:<ServerKey>
```

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、PostgreSQL 側にはまだリスクが存在します。パスワードを使用してロールを作成/変更する場合、PostgreSQL は、 PostgreSQL documentation で述べたように、一部の `postgres` ログのクエリステートメントの一部としてパスワードを出力する場合があります。

> 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、パスワードを含むロールでの CREATE または ALTER 操作の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ことにより安全レイヤーを追加し、成功と失敗の両方のシナリオでの漏洩を防止します。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。

4.16.2 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、管理者の明確な説明がない限り、データベースまたは CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI で修正できません。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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、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。どちらが続くか…

4.16.3 管理対象ロールのステータス

クラスターステータスには、以下に示すように、管理対象ロールのステータスのセクションが含まれます。

```
status:
  [···snipped···]
  managedRolesStatus:
    byStatus:
      not-managed:
      - app
      pending-reconciliation:
      - dante
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      - petrarca
      reconciled:
      - ariosto
      reserved:
      - postgres
      - streaming_replica
    cannotReconcile:
      dante:
      - could not perform DELETE on role dante: owner of database inferno
      petrarca:
      - could not perform UPDATE_MEMBERSHIPS on role petrarca: role "poets" does not␣
↪exist
```

データベースおよび CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 プラグインのサポート 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
- ---      ------
petrarca  could not perform UPDATE_MEMBERSHIPS on role petrarca: role "poets" does␣
↪not exist
```

cluster-example-with-roles.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-with-roles
spec:
  instances: 3
  storage:
    size: 1Gi
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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=
  password: ZGFudGU=
kind: Secret
metadata:
  name: cluster-example-dante
type: kubernetes.io/basic-auth
```

4.17 PostgreSQL Database management

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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として、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

- **

4.17.1 主要なコンセプト

管理範囲

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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: cluster-example-one
spec:
  name: one
  owner: app
  cluster:
    name: cluster-example
  extensions:
    - 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 - v1.29.0* 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。

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。

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 EDB Postgres ® AI for 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。

4.17.2 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™クラスターの EDB Postgres ® AI の新しい `Database` オブジェクトには使用できません。

4.17.3 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.k8s.enterprisedb.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。

4.17.4 データベースの削除

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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

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

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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。

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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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。

4.17.5 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.17.6 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主に焦点を当てている CloudNativePG™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、主にスキーマ内での拡張機能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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、次の PostgreSQL の SQL コマンドを使用してスキーマを管理します。 CREATE SCHEMA 、 DROP SCHEMA 、 ALTER SCHEMA 。

4.17.7 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、FDW を管理するための宣言型 API を提供し、ユーザーは 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。 !!!

データベース内の外部サーバーの管理

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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:
    - name: angus
      fdw: postgres_fdw
      ensure: present
      usage:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        - 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。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.17.8 制限と注意事項

データベースの名前の変更

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。

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"
```

Postgres バージョンの違い

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、PostgreSQL の機能に準拠しています。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。

手動変更

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.18 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。

4.18.1 宣言的テーブルスペース

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスター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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスター用の EDB Postgres ® AI 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。

4.18.2 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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
```

4.18.3 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.k8s.enterprisedb.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;
```

4.18.4 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
```

存在しない所有者でテーブルスペースを定義すると、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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
    - name: tbs2
      storage:
        size: 2Gi
    - name: tbs3
      owner:
        name: badhombre
      storage:
        size: 2Gi
        status:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
<- 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
```

4.18.5 バックアップ リカバリー

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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表領域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 からのリカバリは失敗します。

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。

4.18.6 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
```

4.18.7 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、temp_tablespaces PostgreSQL パラメーターにテーブルスペースを追加するかどうかを決定する .spec.tablespaces[*].temporary オプションを提供し、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ようになります。

```
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。

4.18.8 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
[...]
```

4.18.9 制限事項

現在、既存の EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-with-tablespaces
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi

  tablespaces:
    - name: atablespace
      storage:
        size: 1Gi
        storageClass: standard
      temporary: true
    - name: another_tablespace
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    storage:
      size: 2Gi
      storageClass: standard
    temporary: true
  - name: tablespacea1
    storage:
      size: 2Gi
      storageClass: standard
```

4.19 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。

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™クラスター用の EDB Postgres ® AI を使用して 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.19.1 バックアップ リカバリー

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

スナップショット機能を提供します。

4.19.2 CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のベンチマーク

運用環境にデータベースを展開する前に、制御された Kubernetes 環境で CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI をベンチマークする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

自分のシステムを知り、ベンチマークします。

保存時の暗号化は、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI で可能です。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。

4.19.3 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
- 宣言的テーブルスペース 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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* **グループ** として定義されます。

4.19.4 ストレージクラスを介した構成

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.k8s.enterprisedb.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:
    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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-storage-class
spec:
  instances: 3
  storage:
    storageClass: standard
    size: 1Gi
```

4.19.5 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-pvc-template
spec:
  instances: 3

  storage:
    pvcTemplate:
      accessModes:
        - ReadWriteOnce
      resources:
        requests:
          storage: 1Gi
      storageClassName: standard
      volumeMode: Filesystem
```

4.19.6 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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: separate-pgwal-volume
spec:
  instances: 3
  storage:
    size: 1Gi
  walStorage:
    size: 1Gi
```

4.19.7 テーブルスペースのボリューム

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、宣言的テーブルスペース を参照してください。

4.19.8 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
```

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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-pvc-template
spec:
  instances: 3

  storage:
    storageClass: standard
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    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
```

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-4-join-v2     0/1     Completed   0          17s
cluster-example-4             1/1     Running     0          10s
```

4.19.9 永続ボリュームの静的プロビジョニング

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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**事前プロビジョニング** としても知られています。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres AI の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` とマッチし、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI を有効にして必要な `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。

4.19.10 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスター用の EDB Postgres ® AI 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**シェアードナッシングアーキテクチャ** の原則に沿って、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、*CNPG-I*

影響を受けるインスタンス。 CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、別のホストでインスタンスを再作成し、データをレプリケートします。

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。

4.20 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、**ラベル** と **アノテーション**を介してリンクし、関係にすることができます。

> **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™クラスター展開の EDB Postgres ® AI 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™ クラスターの EDB Postgres ® AI で採用された技術です。

4.20.1 事前定義されたラベル

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、次の事前定義されたラベルを管理します。

`k8s.enterprisedb.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。

`k8s.enterprisedb.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。

`k8s.enterprisedb.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。

`k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/cluster

クラスターの名前。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/jobRole

ジョブのロールつまり import 、initdb 、join , …

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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。

postgresql

非推奨、PostgreSQL インスタンスの名前。代わりに k8s.enterprisedb.io/instanceName を使用してください

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/poolerName

PgBouncer プーラーの名前。

k8s.enterprisedb.io/pvcRole

PG_DATA や PG_WAL などの PVC の目的。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/userType

Secret 、 superuser Postgres スーパーユーザーアクセスまたは app CloudNativePG™クラスター用語の EDB Postgres ® AI の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、EDB Postgres ® AI によって作成されたデフォルトユーザーに制限されます CloudNativePG™クラスター通常は postgres および app の場合。

role - 非推奨

ポッドで実行されているインスタンスが primary または replica かどうか。このラベルは非推奨です。代わりに k8s.enterprisedb.io/instanceRole を使用する必要があります。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/instanceRole

ポッドで実行されているインスタンスが primary または replica かどうか。

app.kubernetes.io/managed-by

マネージャーの名前。常に cloudnative-pg になります。CloudNativePG™クラスター管理対象リソースのすべての EDB Postgres ® AI 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。

4.20.2 事前定義されたアノテーション

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/backupStartTime

バックアップが開始された時刻。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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、

k8s.enterprisedb.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 k8s.enterprisedb.io/hibernateClusterManifest ラベルを置き換えます。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/hash

リソースのハッシュ値。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/operatorVersion

オペレーターのバージョン。

k8s.enterprisedb.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 k8s.enterprisedb.io/hibernatePgControlData アノテーションを置き換えます。

k8s.enterprisedb.io/podEnvHash

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/podPatch

アノテーションは Cluster リソースに適用できます。

```
When set to JSON-patch formatted patch, the patch will be applied on the instance␣
↪Pods.

 **☒ WARNING:**  This feature may introduce discrepancies between the
operator's expectations and Kubernetes behavior. Use with caution and only as a
last resort.

 **IMPORTANT** : adding or changing this annotation wont trigger a rolling deployment
of the generated Pods. The latter can be triggered manually by the user with
`kubectl cnp restart`.
```

k8s.enterprisedb.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 k8s.enterprisedb.io/podEnvHash アノテーションを置き換えます。

k8s.enterprisedb.io/poolerSpecHash

プーラーリソースのハッシュ。

k8s.enterprisedb.io/pvcStatus

PVC の現在のステータス initializing 、ready 、または detached 。

k8s.enterprisedb.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。

```
When set to `disabled` on a `Cluster`, the operator prevents instances
from restarting due to changes in the PodSpec. This includes changes to:

  - Topology or affinity
  - Scheduler
  - Volumes or containers

When set to `disabled` on a `Pooler`, the operator restricts any modifications
to the deployment specification, except for changes to `spec.instances`.
```

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/snapshotStartTime

スナップショットが開始された時刻。

k8s.enterprisedb.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。

k8s.enterprisedb.io/validation

CloudNativePG™クラスター管理のカスタムリソースの EDB Postgres ® AI 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。

```
 **⛒ WARNING:**  Disabling validation may permit unsafe or destructive
operations. Use this setting with caution and at your own risk.
```

k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.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。

4.20.3 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。

4.20.4 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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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
```

4.20.5 現在の制限

現在、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、ラベルまたは注釈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。

4.21 Monitoring

4.21.1 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。

`postgresql-operator-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 つのトランザクション
- `pg_monitor` ロールで実行
- `application_name` を `cnp_metrics_exporter` に設定して実行
- ユーザー `postgres` として実行

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**メインデータベース** 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。

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。

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™ Cluster クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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:
      k8s.enterprisedb.io/cluster: cluster-example
  podMetricsEndpoints:
  - port: metrics
```

- spec.namespaceSelector これを使用して、PostgreSQL クラスターが実行されている名前空間を指定します。
- spec.selector.matchLabels k8s.enterprisedb.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。

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。

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。

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。

```
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  selector:
    matchLabels:
      "k8s.enterprisedb.io/cluster": cluster-example
  podMetricsEndpoints:
  - port: metrics
    scheme: https
    tlsConfig:
      ca:
        secret:
          name: cluster-example-ca
          key: ca.crt
      serverName: cluster-example-rw
```

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。

- cnp_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 cnp_collector_collection_duration_seconds Collection time duration in seconds

#  TYPE cnp_collector_collection_duration_seconds gauge

cnp_collector_collection_duration_seconds{collector="Collect.up"} 0.0031393

#  HELP cnp_collector_collections_total Total number of times PostgreSQL was accessed␣
↪for metrics.

#  TYPE cnp_collector_collections_total counter
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
cnp_collector_collections_total 2

#  HELP cnp_collector_fencing_on 1 if the instance is fenced, 0 otherwise

#  TYPE cnp_collector_fencing_on gauge

cnp_collector_fencing_on 0

#  HELP cnp_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 cnp_collector_nodes_used gauge

cnp_collector_nodes_used 3

#  HELP cnp_collector_last_collection_error 1 if the last collection ended with error,
 0 otherwise.

#  TYPE cnp_collector_last_collection_error gauge

cnp_collector_last_collection_error 0

#  HELP cnp_collector_manual_switchover_required 1 if a manual switchover is required,
 0 otherwise

#  TYPE cnp_collector_manual_switchover_required gauge

cnp_collector_manual_switchover_required 0

#  HELP cnp_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 cnp_collector_pg_wal gauge

cnp_collector_pg_wal{value="count"} 9
cnp_collector_pg_wal{value="slots_max"} NaN
cnp_collector_pg_wal{value="keep"} 32
cnp_collector_pg_wal{value="max"} 64
cnp_collector_pg_wal{value="min"} 5
cnp_collector_pg_wal{value="size"} 1.50994944e+08
cnp_collector_pg_wal{value="volume_max"} 128
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
cnp_collector_pg_wal{value="volume_size"} 2.147483648e+09

#  HELP cnp_collector_pg_wal_archive_status Number of WAL segments in the /var/lib/
↪postgresql/data/pgdata/pg_wal/archive_status directory (ready, done)

#  TYPE cnp_collector_pg_wal_archive_status gauge

cnp_collector_pg_wal_archive_status{value="done"} 6
cnp_collector_pg_wal_archive_status{value="ready"} 0

#  HELP cnp_collector_replica_mode 1 if the cluster is in replica mode, 0 otherwise

#  TYPE cnp_collector_replica_mode gauge

cnp_collector_replica_mode 0

#  HELP cnp_collector_sync_replicas Number of requested synchronous replicas␣
↪(synchronous_standby_names)

#  TYPE cnp_collector_sync_replicas gauge

cnp_collector_sync_replicas{value="expected"} 0
cnp_collector_sync_replicas{value="max"} 0
cnp_collector_sync_replicas{value="min"} 0
cnp_collector_sync_replicas{value="observed"} 0

#  HELP cnp_collector_up 1 if PostgreSQL is up, 0 otherwise.

#  TYPE cnp_collector_up gauge

cnp_collector_up{cluster="cluster-example"} 1

#  HELP cnp_collector_postgres_version Postgres version

#  TYPE cnp_collector_postgres_version gauge

cnp_collector_postgres_version{cluster="cluster-example",full="18.3"} 18.3

#  HELP cnp_collector_last_failed_backup_timestamp The last failed backup as a unix␣
↪timestamp (Deprecated)

#  TYPE cnp_collector_last_failed_backup_timestamp gauge

cnp_collector_last_failed_backup_timestamp 0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  HELP cnp_collector_last_available_backup_timestamp The last available backup as a␣
↪unix timestamp (Deprecated)

#  TYPE cnp_collector_last_available_backup_timestamp gauge

cnp_collector_last_available_backup_timestamp 1.63238406e+09

#  HELP cnp_collector_first_recoverability_point The first point of recoverability␣
↪for the cluster as a unix timestamp (Deprecated)

#  TYPE cnp_collector_first_recoverability_point gauge

cnp_collector_first_recoverability_point 1.63238406e+09

#  HELP cnp_collector_lo_pages Estimated number of pages in the pg_largeobject table

#  TYPE cnp_collector_lo_pages gauge

cnp_collector_lo_pages{datname="app"} 0
cnp_collector_lo_pages{datname="postgres"} 78

#  HELP cnp_collector_wal_buffers_full Number of times WAL data was written to disk␣
↪because WAL buffers became full. Only available on PG 14+

#  TYPE cnp_collector_wal_buffers_full gauge

cnp_collector_wal_buffers_full{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 6472

#  HELP cnp_collector_wal_bytes Total amount of WAL generated in bytes. Only␣
↪available on PG 14+

#  TYPE cnp_collector_wal_bytes gauge

cnp_collector_wal_bytes{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 1.0035147e+07

#  HELP cnp_collector_wal_fpi Total number of WAL full page images generated. Only␣
↪available on PG 14+

#  TYPE cnp_collector_wal_fpi gauge

cnp_collector_wal_fpi{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 1474

#  HELP cnp_collector_wal_records Total number of WAL records generated. Only␣
↪available on PG 14+
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  TYPE cnp_collector_wal_records gauge

cnp_collector_wal_records{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 26178

#  HELP cnp_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 cnp_collector_wal_sync gauge

cnp_collector_wal_sync{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 37

#  HELP cnp_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 cnp_collector_wal_sync_time gauge

cnp_collector_wal_sync_time{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 0

#  HELP cnp_collector_wal_write Number of times WAL buffers were written out to disk␣
↪via XLogWrite request. Only available on PG 14+

#  TYPE cnp_collector_wal_write gauge

cnp_collector_wal_write{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 7243

#  HELP cnp_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+

#  TYPE cnp_collector_wal_write_time gauge

cnp_collector_wal_write_time{stats_reset="2023-06-19T10:51:27.473259Z"} 0

#  HELP cnp_last_error 1 if the last collection ended with error, 0 otherwise.

#  TYPE cnp_last_error gauge

cnp_last_error 0

#  HELP go_gc_duration_seconds A summary of the pause duration of garbage collection␣
↪cycles.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# 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

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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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

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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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

#  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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# 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

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

cnp_collector_postgres_version は、 Postgres PostgreSQL または EPAS 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`cnp_collector_last_failed_backup_timestamp`、*cnp_collector_last_available_backup_timestamp*、および `cnp_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、 *cnp_collector_first_recoverability_point* および `cnp_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。

ユーザー定義メトリック

この機能は現在 **ベータ** 状態であり、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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
  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 `k8s.enterprisedb.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 cnp 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。

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。

```yaml
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: example-monitoring
  namespace: test
  labels:
    k8s.enterprisedb.io/reload: ""
data:
  custom-queries: |
    pg_replication:
      query: "SELECT CASE WHEN NOT pg_is_in_recovery()
              THEN 0
              ELSE GREATEST (0,
                EXTRACT(EPOCH FROM (now() - pg_last_xact_replay_timestamp())))
              END AS lag,
              pg_is_in_recovery() AS in_recovery,
              EXISTS (TABLE pg_stat_wal_receiver) AS is_wal_receiver_up,
              (SELECT count(*) FROM pg_stat_replication) AS streaming_replicas"

      metrics:
        - lag:
            usage: "GAUGE"
            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™クラスター展開の EDB Postgres ® AI 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。

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
     count(*) as rows
    FROM some_table
  metrics:
    - rows:
        usage: "GAUGE"
        description: "number of rows"
```

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 **シェルのようなパターン** つまり *、? または [] 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_database WHERE datallowconn AND NOT datistemplate 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。

> **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 current_database() ファンクションを使用します。

```
some_query: |
  query: |
    SELECT
     current_database() as datname,
     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:
    - albert
    - bb
    - freddie
```

これにより、次のメトリックが公開されます。

```
cnp_some_query_rows{datname="albert"} 2
cnp_some_query_rows{datname="bb"} 5
cnp_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
     current_database() as datname,
     count(*) as rows
    FROM some_table
  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。

```
cnp_some_query_rows{datname="albert"} 2
cnp_some_query_rows{datname="bb"} 5
cnp_some_query_rows{datname="freddie"} 10
cnp_some_query_rows{datname="template1"} 7
cnp_some_query_rows{datname="postgres"} 42
```

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_20 Prometheus PostgreSQL エクスポータの互換性-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たとえば">=11.0.0" または">=12.0.0 <=15.0.0"
  - target_databases query を実行するデータベースのリスト、または edb_16

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 を実行するかどうかを評価します。 - 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。次のように定義されます。- <ColumnName> クエリーによって返された列の名前 - name メトリック内の列の ColumnName をオーバーライドします定義されている場合 - usage 以下に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 。

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。

```
cnp_<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 cnp_pg_replication_in_recovery Whether the instance is in recovery

#  TYPE cnp_pg_replication_in_recovery gauge

cnp_pg_replication_in_recovery 0

#  HELP cnp_pg_replication_lag Replication lag behind primary in seconds

#  TYPE cnp_pg_replication_lag gauge

cnp_pg_replication_lag 0

#  HELP cnp_pg_replication_streaming_replicas Number of streaming replicas connected␣
↪to the instance

#  TYPE cnp_pg_replication_streaming_replicas gauge

cnp_pg_replication_streaming_replicas 2

#  HELP cnp_pg_replication_is_wal_receiver_up Whether the instance wal_receiver is up

#  TYPE cnp_pg_replication_is_wal_receiver_up gauge

cnp_pg_replication_is_wal_receiver_up 0
```

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 postgresql-operator-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 postgresql-operator-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。

Prometheus Postgres エクスポーターとの違い

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster のエクスポータに実装されていません。

4.21.2 CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI 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、

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 postgresql-operator-system apply -f - <<EOF
- --
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: postgresql-operator-controller-manager
spec:
  selector:
    matchLabels:
      app.kubernetes.io/name: cloud-native-postgresql
  podMetricsEndpoints:
    - port: metrics
EOF
```

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: postgresql-operator-metrics-cert
  namespace: postgresql-operator-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/k8s.enterprisedb.io/metrics
        volumeMounts:
        - mountPath: /run/secrets/k8s.enterprisedb.io/metrics
          name: metrics-certificates
          readOnly: true
      volumes:
      - name: metrics-certificates
        secret:
          secretName: postgresql-operator-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: postgresql-operator-controller-manager
  namespace: postgresql-operator-system
spec:
  selector:
    matchLabels:
      app.kubernetes.io/name: cloud-native-postgresql
  podMetricsEndpoints:
    - port: metrics
      scheme: https
      tlsConfig:
        insecureSkipVerify: true  # or configure proper CA validation
```

4.21.3 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、*postgresql-operator-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。

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 postgresql-operator-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。

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:8.17.0
    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
```

4.21.4 補助リソース

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™ Cluster Operator 展開の EDB Postgres ® AI 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™クラスタークラスターとオペレーターの EDB Postgres の Grafana ダッシュボードは、専用のリポジトリに保持されます 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。

4.21.5 OpenShift でのモニタリング

Openshift 4.6 以降、Monitoring for user-defined projects と呼ばれる完全なモニタリングスタックがあります

これは、クラスター管理者が有効にできます。 `Cluster` 定義のオプション `spec.monitoring.enablePodMonitor` が `true` に設定されている場合、クラウドネイティブ PostgreSQL は `PodMonitor` オブジェクトを自動的に作成します。

クラスター全体の user-defined モニタリングを有効にするには、最初に次の内容を使用して openshift-monitoring 名前空間/プロジェクトに cluster-monitoring-config という名前で ConfigMap を作成する必要があります。

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: cluster-monitoring-config
  namespace: openshift-monitoring
data:
  config.yaml: |
    enableUserWorkload: true
```

ConfigMap が既に存在する場合、変数 enableUserWorkload: true を追加するだけです。

その後、これに似たものを使用して名前空間/プロジェクトに適切な PodMonitor を作成するだけです。

```
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: cluster-sample
spec:
  selector:
    matchLabels:
      postgresql: cluster-sample
  podMetricsEndpoints:
    - port: metrics
```

注釈

私たちのサービスはメトリックを指すポートを定義していないため、現在 `ServiceMonitor` は使用しません。メトリックポートを追加すると、機密データが公開される可能性があります。

default-monitoring.yaml

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: default-monitoring
  labels:
    k8s.enterprisedb.io/reload: ""
data:
  queries: |
    backends:
      query: |
       SELECT sa.datname
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
          , sa.usename
          , sa.application_name
          , states.state
          , COALESCE(sa.count, 0) AS total
          , COALESCE(sa.max_tx_secs, 0) AS max_tx_duration_seconds
          FROM ( VALUES (active)
              , (idle)
              , (idle in transaction)
              , (idle in transaction (aborted))
              , (fastpath function call)
              , (disabled)
              ) AS states(state)
          LEFT JOIN (
              SELECT datname
                  , state
                  , usename
                  , COALESCE(application_name, ) AS application_name
                  , COUNT(*)
                  , COALESCE(EXTRACT (EPOCH FROM (max(now() - xact_start))), 0) AS␣
↪max_tx_secs
              FROM pg_catalog.pg_stat_activity
              GROUP BY datname, state, usename, application_name
          ) sa ON states.state = sa.state
          WHERE sa.usename IS NOT NULL
    metrics:
      - datname:
          usage: "LABEL"
          description: "Name of the database"
      - usename:
          usage: "LABEL"
          description: "Name of the user"
      - application_name:
          usage: "LABEL"
          description: "Name of the application"
      - state:
          usage: "LABEL"
          description: "State of the backend"
      - total:
          usage: "GAUGE"
          description: "Number of backends"
      - max_tx_duration_seconds:
          usage: "GAUGE"
          description: "Maximum duration of a transaction in seconds"

  backends_waiting:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
     query: |
       SELECT count(*) AS total
       FROM pg_catalog.pg_locks blocked_locks
       JOIN pg_catalog.pg_locks blocking_locks
         ON blocking_locks.locktype = blocked_locks.locktype
         AND blocking_locks.database IS NOT DISTINCT FROM blocked_locks.database
         AND blocking_locks.relation IS NOT DISTINCT FROM blocked_locks.relation
         AND blocking_locks.page IS NOT DISTINCT FROM blocked_locks.page
         AND blocking_locks.tuple IS NOT DISTINCT FROM blocked_locks.tuple
         AND blocking_locks.virtualxid IS NOT DISTINCT FROM blocked_locks.virtualxid
         AND blocking_locks.transactionid IS NOT DISTINCT FROM blocked_locks.
↪transactionid
         AND blocking_locks.classid IS NOT DISTINCT FROM blocked_locks.classid
         AND blocking_locks.objid IS NOT DISTINCT FROM blocked_locks.objid
         AND blocking_locks.objsubid IS NOT DISTINCT FROM blocked_locks.objsubid
         AND blocking_locks.pid != blocked_locks.pid
       JOIN pg_catalog.pg_stat_activity blocking_activity ON blocking_activity.pid =␣
↪blocking_locks.pid
       WHERE NOT blocked_locks.granted
     metrics:
       - total:
           usage: "GAUGE"
           description: "Total number of backends that are currently waiting on␣
↪other queries"

   pg_database:
     query: |
       SELECT datname
         , pg_catalog.pg_database_size(datname) AS size_bytes
         , pg_catalog.age(datfrozenxid) AS xid_age
         , pg_catalog.mxid_age(datminmxid) AS mxid_age
       FROM pg_catalog.pg_database
       WHERE datallowconn
     metrics:
       - datname:
           usage: "LABEL"
           description: "Name of the database"
       - size_bytes:
           usage: "GAUGE"
           description: "Disk space used by the database"
       - xid_age:
           usage: "GAUGE"
           description: "Number of transactions from the frozen XID to the current␣
↪one"
       - mxid_age:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
          usage: "GAUGE"
          description: "Number of multiple transactions (Multixact) from the frozen␣
↪XID to the current one"

    pg_postmaster:
      query: |
        SELECT EXTRACT(EPOCH FROM pg_postmaster_start_time) AS start_time
        FROM pg_catalog.pg_postmaster_start_time()
      metrics:
        - start_time:
            usage: "GAUGE"
            description: "Time at which postgres started (based on epoch)"

    pg_replication:
      query: "SELECT CASE WHEN (
                NOT pg_catalog.pg_is_in_recovery()
                OR pg_catalog.pg_last_wal_receive_lsn() = pg_catalog.pg_last_wal_
↪replay_lsn())
              THEN 0
              ELSE GREATEST (0,
                EXTRACT(EPOCH FROM (now() - pg_catalog.pg_last_xact_replay_
↪timestamp())))
              END AS lag,
              pg_catalog.pg_is_in_recovery() AS in_recovery,
              EXISTS (TABLE pg_stat_wal_receiver) AS is_wal_receiver_up,
              (SELECT count(*) FROM pg_catalog.pg_stat_replication) AS streaming_
↪replicas"
      metrics:
        - lag:
            usage: "GAUGE"
            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"

    pg_replication_slots:
      query: |
        SELECT slot_name,
          slot_type,
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
          database,
          active,
          (CASE pg_catalog.pg_is_in_recovery()
            WHEN TRUE THEN pg_catalog.pg_wal_lsn_diff(pg_catalog.pg_last_wal_receive_
↪lsn(), restart_lsn)
            ELSE pg_catalog.pg_wal_lsn_diff(pg_catalog.pg_current_wal_lsn(), restart_
↪lsn)
          END) as pg_wal_lsn_diff
        FROM pg_catalog.pg_replication_slots
        WHERE NOT temporary
      metrics:
        - slot_name:
            usage: "LABEL"
            description: "Name of the replication slot"
        - slot_type:
            usage: "LABEL"
            description: "Type of the replication slot"
        - database:
            usage: "LABEL"
            description: "Name of the database"
        - active:
            usage: "GAUGE"
            description: "Flag indicating whether the slot is active"
        - pg_wal_lsn_diff:
            usage: "GAUGE"
            description: "Replication lag in bytes"

    pg_stat_archiver:
      query: |
        SELECT archived_count
          , failed_count
          , COALESCE(EXTRACT(EPOCH FROM (now() - last_archived_time)), -1) AS seconds_
↪since_last_archival
          , COALESCE(EXTRACT(EPOCH FROM (now() - last_failed_time)), -1) AS seconds_
↪since_last_failure
          , COALESCE(EXTRACT(EPOCH FROM last_archived_time), -1) AS last_archived_time
          , COALESCE(EXTRACT(EPOCH FROM last_failed_time), -1) AS last_failed_time
          , COALESCE(CAST(CAST(x||pg_catalog.right(pg_catalog.split_part(last_
↪archived_wal, ., 1), 16) AS pg_catalog.bit(64)) AS pg_catalog.int8), -1) AS last_
↪archived_wal_start_lsn
          , COALESCE(CAST(CAST(x||pg_catalog.right(pg_catalog.split_part(last_failed_
↪wal, ., 1), 16) AS pg_catalog.bit(64)) AS pg_catalog.int8), -1) AS last_failed_wal_
↪start_lsn
          , EXTRACT(EPOCH FROM stats_reset) AS stats_reset_time
        FROM pg_catalog.pg_stat_archiver
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    predicate_query: |
      SELECT NOT pg_catalog.pg_is_in_recovery()
        OR pg_catalog.current_setting(archive_mode) = always
    metrics:
      - archived_count:
          usage: "COUNTER"
          description: "Number of WAL files that have been successfully archived"
      - failed_count:
          usage: "COUNTER"
          description: "Number of failed attempts for archiving WAL files"
      - seconds_since_last_archival:
          usage: "GAUGE"
          description: "Seconds since the last successful archival operation"
      - seconds_since_last_failure:
          usage: "GAUGE"
          description: "Seconds since the last failed archival operation"
      - last_archived_time:
          usage: "GAUGE"
          description: "Epoch of the last time WAL archiving succeeded"
      - last_failed_time:
          usage: "GAUGE"
          description: "Epoch of the last time WAL archiving failed"
      - last_archived_wal_start_lsn:
          usage: "GAUGE"
          description: "Archived WAL start LSN"
      - last_failed_wal_start_lsn:
          usage: "GAUGE"
          description: "Last failed WAL LSN"
      - stats_reset_time:
          usage: "GAUGE"
          description: "Time at which these statistics were last reset"

  pg_stat_bgwriter:
    runonserver: "<17.0.0"
    query: |
      SELECT checkpoints_timed
        , checkpoints_req
        , checkpoint_write_time
        , checkpoint_sync_time
        , buffers_checkpoint
        , buffers_clean
        , maxwritten_clean
        , buffers_backend
        , buffers_backend_fsync
        , buffers_alloc
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      FROM pg_catalog.pg_stat_bgwriter
    metrics:
      - checkpoints_timed:
          usage: "COUNTER"
          description: "Number of scheduled checkpoints that have been performed"
      - checkpoints_req:
          usage: "COUNTER"
          description: "Number of requested checkpoints that have been performed"
      - checkpoint_write_time:
          usage: "COUNTER"
          description: "Total amount of time that has been spent in the portion of␣
↪checkpoint processing where files are written to disk, in milliseconds"
      - checkpoint_sync_time:
          usage: "COUNTER"
          description: "Total amount of time that has been spent in the portion of␣
↪checkpoint processing where files are synchronized to disk, in milliseconds"
      - buffers_checkpoint:
          usage: "COUNTER"
          description: "Number of buffers written during checkpoints"
      - buffers_clean:
          usage: "COUNTER"
          description: "Number of buffers written by the background writer"
      - maxwritten_clean:
          usage: "COUNTER"
          description: "Number of times the background writer stopped a cleaning␣
↪scan because it had written too many buffers"
      - buffers_backend:
          usage: "COUNTER"
          description: "Number of buffers written directly by a backend"
      - buffers_backend_fsync:
          usage: "COUNTER"
          description: "Number of times a backend had to execute its own fsync call␣
↪(normally the background writer handles those even when the backend does its own␣
↪write)"
      - buffers_alloc:
          usage: "COUNTER"
          description: "Number of buffers allocated"

  pg_stat_bgwriter_17:
    runonserver: ">=17.0.0"
    name: pg_stat_bgwriter
    query: |
      SELECT buffers_clean
        , maxwritten_clean
        , buffers_alloc
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
          , EXTRACT(EPOCH FROM stats_reset) AS stats_reset_time
        FROM pg_catalog.pg_stat_bgwriter
      metrics:
        - buffers_clean:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of buffers written by the background writer"
        - maxwritten_clean:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of times the background writer stopped a cleaning␣
↪scan because it had written too many buffers"
        - buffers_alloc:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of buffers allocated"
        - stats_reset_time:
            usage: "GAUGE"
            description: "Time at which these statistics were last reset"

    pg_stat_checkpointer:
      runonserver: ">=17.0.0"
      query: |
        SELECT num_timed AS checkpoints_timed
          , num_requested AS checkpoints_req
          , restartpoints_timed
          , restartpoints_req
          , restartpoints_done
          , write_time
          , sync_time
          , buffers_written
          , EXTRACT(EPOCH FROM stats_reset) AS stats_reset_time
        FROM pg_catalog.pg_stat_checkpointer
      metrics:
        - checkpoints_timed:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of scheduled checkpoints that have been performed"
        - checkpoints_req:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of requested checkpoints that have been performed"
        - restartpoints_timed:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of scheduled restartpoints due to timeout or after a␣
↪failed attempt to perform it"
        - restartpoints_req:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of requested restartpoints that have been performed"
        - restartpoints_done:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of restartpoints that have been performed"
        - write_time:
            usage: "COUNTER"
            description: "Total amount of time that has been spent in the portion of␣
↪processing checkpoints and restartpoints where files are written to disk, in␣
↪milliseconds"
        - sync_time:
            usage: "COUNTER"
            description: "Total amount of time that has been spent in the portion of␣
↪processing checkpoints and restartpoints where files are synchronized to disk, in␣
↪milliseconds"
        - buffers_written:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of buffers written during checkpoints and␣
↪restartpoints"
        - stats_reset_time:
            usage: "GAUGE"
            description: "Time at which these statistics were last reset"

    pg_stat_database:
      query: |
        SELECT datname
          , xact_commit
          , xact_rollback
          , blks_read
          , blks_hit
          , tup_returned
          , tup_fetched
          , tup_inserted
          , tup_updated
          , tup_deleted
          , conflicts
          , temp_files
          , temp_bytes
          , deadlocks
          , blk_read_time
          , blk_write_time
        FROM pg_catalog.pg_stat_database
      metrics:
        - datname:
            usage: "LABEL"
            description: "Name of this database"
        - xact_commit:
            usage: "COUNTER"
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            description: "Number of transactions in this database that have been␣
↪committed"
        - xact_rollback:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of transactions in this database that have been␣
↪rolled back"
        - blks_read:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of disk blocks read in this database"
        - blks_hit:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of times disk blocks were found already in the␣
↪buffer cache, so that a read was not necessary (this only includes hits in the␣
↪PostgreSQL buffer cache, not the operating systems file system cache)"
        - tup_returned:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of rows returned by queries in this database"
        - tup_fetched:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of rows fetched by queries in this database"
        - tup_inserted:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of rows inserted by queries in this database"
        - tup_updated:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of rows updated by queries in this database"
        - tup_deleted:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of rows deleted by queries in this database"
        - conflicts:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of queries canceled due to conflicts with recovery␣
↪in this database"
        - temp_files:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of temporary files created by queries in this␣
↪database"
        - temp_bytes:
            usage: "COUNTER"
            description: "Total amount of data written to temporary files by queries␣
↪in this database"
        - deadlocks:
            usage: "COUNTER"
            description: "Number of deadlocks detected in this database"
        - blk_read_time:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            usage: "COUNTER"
            description: "Time spent reading data file blocks by backends in this␣
↪database, in milliseconds"
        - blk_write_time:
            usage: "COUNTER"
            description: "Time spent writing data file blocks by backends in this␣
↪database, in milliseconds"

    pg_stat_replication:
      primary: true
      query: |
       SELECT usename
         , COALESCE(application_name, ) AS application_name
         , COALESCE(client_addr::text, ) AS client_addr
         , COALESCE(client_port::text, ) AS client_port
         , EXTRACT(EPOCH FROM backend_start) AS backend_start
         , COALESCE(pg_catalog.age(backend_xmin), 0) AS backend_xmin_age
         , pg_catalog.pg_wal_lsn_diff(pg_catalog.pg_current_wal_lsn(), sent_lsn) AS␣
↪sent_diff_bytes
         , pg_catalog.pg_wal_lsn_diff(pg_catalog.pg_current_wal_lsn(), write_lsn) AS␣
↪write_diff_bytes
         , pg_catalog.pg_wal_lsn_diff(pg_catalog.pg_current_wal_lsn(), flush_lsn) AS␣
↪flush_diff_bytes
         , COALESCE(pg_catalog.pg_wal_lsn_diff(pg_catalog.pg_current_wal_lsn(),␣
↪replay_lsn),0) AS replay_diff_bytes
         , COALESCE((EXTRACT(EPOCH FROM write_lag)),0)::float AS write_lag_seconds
         , COALESCE((EXTRACT(EPOCH FROM flush_lag)),0)::float AS flush_lag_seconds
         , COALESCE((EXTRACT(EPOCH FROM replay_lag)),0)::float AS replay_lag_seconds
        FROM pg_catalog.pg_stat_replication
      metrics:
        - usename:
            usage: "LABEL"
            description: "Name of the replication user"
        - application_name:
            usage: "LABEL"
            description: "Name of the application"
        - client_addr:
            usage: "LABEL"
            description: "Client IP address"
        - client_port:
            usage: "LABEL"
            description: "Client TCP port"
        - backend_start:
            usage: "COUNTER"
            description: "Time when this process was started"
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        - backend_xmin_age:
            usage: "COUNTER"
            description: "The age of this standbys xmin horizon"
        - sent_diff_bytes:
            usage: "GAUGE"
            description: "Difference in bytes from the last write-ahead log location␣
↪sent on this connection"
        - write_diff_bytes:
            usage: "GAUGE"
            description: "Difference in bytes from the last write-ahead log location␣
↪written to disk by this standby server"
        - flush_diff_bytes:
            usage: "GAUGE"
            description: "Difference in bytes from the last write-ahead log location␣
↪flushed to disk by this standby server"
        - replay_diff_bytes:
            usage: "GAUGE"
            description: "Difference in bytes from the last write-ahead log location␣
↪replayed into the database on this standby server"
        - write_lag_seconds:
            usage: "GAUGE"
            description: "Time elapsed between flushing recent WAL locally and␣
↪receiving notification that this standby server has written it"
        - flush_lag_seconds:
            usage: "GAUGE"
            description: "Time elapsed between flushing recent WAL locally and␣
↪receiving notification that this standby server has written and flushed it"
        - replay_lag_seconds:
            usage: "GAUGE"
            description: "Time elapsed between flushing recent WAL locally and␣
↪receiving notification that this standby server has written, flushed and applied it"

    pg_settings:
      query: |
        SELECT name,
        CASE setting WHEN on THEN 1 WHEN off THEN 0 ELSE setting END AS setting
        FROM pg_catalog.pg_settings
        WHERE vartype IN (integer, real, bool)
        ORDER BY 1
      metrics:
        - name:
            usage: "LABEL"
            description: "Name of the setting"
        - setting:
            usage: "GAUGE"
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
          description: "Setting value"

  pg_extensions:
    query: |
      SELECT
       current_database() as datname,
       name as extname,
       default_version,
       installed_version,
       CASE
         WHEN default_version = installed_version THEN 0
         ELSE 1
      END AS update_available
      FROM pg_catalog.pg_available_extensions
      WHERE installed_version IS NOT NULL
    metrics:
      - datname:
          usage: "LABEL"
          description: "Name of the database"
      - extname:
          usage: "LABEL"
          description: "Extension name"
      - default_version:
          usage: "LABEL"
          description: "Default version"
      - installed_version:
          usage: "LABEL"
          description: "Installed version"
      - update_available:
          usage: "GAUGE"
          description: "An update is available"
    target_databases:
      - *
```

4.22 Logging

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、JSON 形式でログを PostgreSQL ログを含む標準出力に直接出力します。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。

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。

4.22.1 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。

4.22.2 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。

4.22.3 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",
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)


```
    "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": "",
    "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。

4.22.4 PG 監査ログ

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。

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.k8s.enterprisedb.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

  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",
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    "audit": {
      "audit_type": "SESSION",
      "statement_id": "1",
      "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。

4.22.5 EDB Audit log

EDB Postgres Advanced Server で実行されているクラスターは、次のように EDB Audit を有効にできます。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-advanced:18-standard-ubi9

  postgresql:
    epas:
      audit: true

  storage:
    size: 1Gi
```

`.spec.postgresql.epas.audit: true` を設定すると、次のパラメーターが適用されます。

```
edb_audit = csv
edb_audit_destination = file
edb_audit_directory = /controller/log
edb_audit_filename = edb_audit
edb_audit_rotation_day = none
edb_audit_rotation_seconds = 0
edb_audit_rotation_size = 0
edb_audit_tag =
edb_log_every_bulk_value = false
```

他のパラメーターは、通常のように.spec.postgresql.parameters を介して渡すことができます。

監査 CSV ログは、残りのすべてのログと同様に、解析され、JSON 形式で stdout にルーティングされます。

- .logger を edb_audit に設定
- .msg を record に設定
- 解析されたレコード全体を JSON オブジェクトとして含む.record

以下の例を参照してください。


```
{
  "level": "info",
  "ts": 1624629110.7641866,
  "logger": "edb_audit",
  "msg": "record",
  "record": {
    "log_time": "2021-06-25 13:51:50.763 UTC",
    "user_name": "postgres",
    "database_name": "postgres",
    "process_id": "68",
    "connection_from": "[local]",
    "session_id": "60d5df76.44",
    "session_line_num": "5",
    "process_status": "idle in transaction",
    "session_start_time": "2021-06-25 13:51:50 UTC",
    "virtual_transaction_id": "3/93",
    "transaction_id": "1183",
    "error_severity": "AUDIT",
    "sql_state_code": "00000",
    "message": "statement: GRANT EXECUTE ON function pg_catalog.pg_read_binary_
↪file(text) TO \"streaming_replica\"",
    "detail": "",
    "hint": "",
    "internal_query": "",
    "internal_query_pos": "",
    "context": "",
    "query": "",
    "query_pos": "",
    "location": "",
    "application_name": "",
    "backend_type": "client backend",
    "command_tag": "GRANT",
    "audit_tag": "",
    "type": "grant"
  },
  "logging_pod": "cluster-example-1",
}
```

EDB Audit file を参照してください

レコードのフィールドの詳細については、

4.22.6 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
- `edb_audit` EDB Audit 拡張機能から
- `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` および `edb_audit` 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。

4.23 Certificates

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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

> **注釈**
>
> 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスター用に EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 CNP 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。

> **注釈**
>
> 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。

4.23.1 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。

> **注釈**
>
> *CERTIFICATE_DURATION* および `EXPIRING_CHECK_THRESHOLD` 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。

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。便利な代替方法は、*operator's configuration capability* を使用することです。

サーバー証明書

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。

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。

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。

クライアント証明書

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 cnp 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。

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。

4.23.2 ユーザー提供の証明書モード

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。

> **注釈**
>
> 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。

注釈

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。

注釈

ConfigMap とシークレットをインスタンスによってリロードする場合は、キー *k8s.enterprisedb.io/reload* のラベルを追加できます。それ以外の場合は、 *kubectl cnp 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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  certificates:
    serverCASecret: my-postgresql-server-ca
    serverTLSSecret: my-postgresql-server
  storage:
    storageClass: standard
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    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。

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:
    k8s.enterprisedb.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:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    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.k8s.enterprisedb.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。

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。

> **注釈**
>
> 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。

> **注釈**
>
> 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 cnp certificate* を使用してクライアント証明書を生成できません。

> **注釈**
>
> 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する場合は、キー *k8s.enterprisedb.io/reload* のラベルを追加できます。それ以外の場合、 *kubectl cnp 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、`cnp_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.cnp.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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  postgresql:
    pg_ident:
    - cnp_streaming_replica streaming-replica.cnp.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 *PostgreSQL Configuration* を参照してください。

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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
metadata:
  name: my-postgres-client-cert
  labels:
    k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  certificates:
    clientCASecret: my-postgres-client-cert
    replicationTLSSecret: my-postgres-client-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。

cluster-example-cert-manager.yaml

```
apiVersion: cert-manager.io/v1
kind: Issuer
metadata:
  name: selfsigned-issuer
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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
  labels:
    k8s.enterprisedb.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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    - 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
metadata:
  name: client-ca-issuer
spec:
  ca:
    secretName: client-ca-key-pair
- --
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: my-postgres-client-cert
  labels:
    k8s.enterprisedb.io/reload: ""
- --
apiVersion: cert-manager.io/v1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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.k8s.enterprisedb.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
```

4.24 Client TLS/SSL connections

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI 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。CNP 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 が付属しています。kubectl の cnp 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。

4.24.1 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 cnp certificate cluster-app \
  --cnp-cluster cluster-example \
  --cnp-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
      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。

4.24.2 TLS 証明書を介した接続のテスト

次に、CloudNativePG™ Cluster クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: cert-test
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```yaml
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
                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、 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster 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 cnp 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 18.3 on x86_64-pc-linux-gnu, compiled by gcc (GCC) 8.3.1 20191121 (Red Hat
8. 3.1-5), 64-bit
(1 row)
```

4.24.3 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。

cluster-example-pg-hba.yaml

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  postgresql:
    pg_hba:
      - hostssl app all all cert

  storage:
    size: 1Gi
```

4.25 Connecting from an application

アプリケーションは、同じ Kubernetes クラスター内の CloudNativePG™クラスター用に EDB Postgres ® AI 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。

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。

4.25.1 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。

4.25.2 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 **プライマリ**インスタンスを指すサービスの IP アドレス

4.25.3 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、データベースを**所有** してい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。

4.26 Connection Pooling

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI には、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。

4.26.1 アーキテクチャ

次の図は、PgBouncer に基づくデータベースアクセスレイヤーの導入が、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

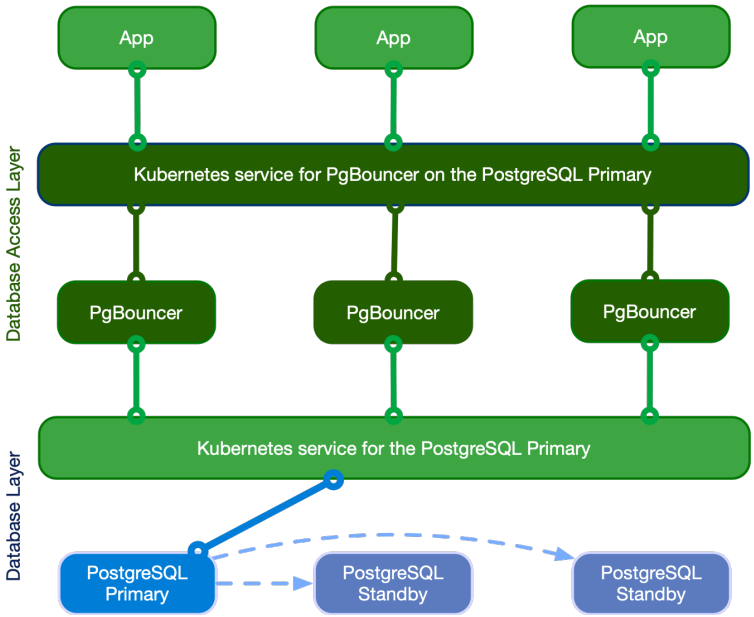


図 3: Applications writing to the single primary via PgBouncer

4.26.2 クイックスタート

この例は、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI が PgBouncer プーラーを実装する方法を示すのに役立ちます。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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"
```

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。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

API リファレンスで。

4.26.3 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。

4.26.4 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™クラスターサポートのための EDB Postgres ® AI 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。

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。

4.26.5 認証

デフォルトの認証方法

デフォルトでは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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 cnp_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 cnp_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 cnp_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 cnp_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

SQL 命令

ビルトイン統合の一部として、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 cnp_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 cnp_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。

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION public.user_search(uname TEXT)
  RETURNS TABLE (usename name, passwd text)
  LANGUAGE sql SECURITY DEFINER AS
  SELECT usename, passwd FROM pg_catalog.pg_shadow WHERE usename=$1;;
```

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 cnp_pooler_pgbouncer;
```

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。

4.26.6 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。

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。

例

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Pooler
metadata:
  name: pooler-example-rw
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  instances: 3
  type: rw

  template:
    metadata:
      labels:
        app: pooler
    spec:
      containers: []
      affinity:
        podAntiAffinity:
          requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
          - labelSelector:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            matchExpressions:
            - key: app
              operator: In
              values:
              - pooler
          topologyKey: "kubernetes.io/hostname"
```

カスタムイメージとリソースの制限

カスタムイメージを指定し、リソース要求/制限を定義できます。コンテナ名は明示的に pgbouncer に設定されていることに注意してください。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Pooler
metadata:
  name: pooler-example-rw
spec:
  cluster:
    name: cluster-example
  instances: 3
  type: rw

  template:
    metadata:
      labels:
        app: pooler
    spec:
      containers:
        # This name MUST be "pgbouncer"
        - name: pgbouncer
          image: my-pgbouncer:latest
          resources:
            requests:
              cpu: "0.1"
              memory: 100Mi
            limits:
              cpu: "0.5"
              memory: 500Mi
```

4.26.7 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、またはサービスタイプの変更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.k8s.enterprisedb.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。

4.26.8 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、それらの間の遅延が高い場合、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。

4.26.9 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™クラスターの EDB Postgres AI 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 **モニタリングとメトリック** 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。

4.26.10 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、`cnp_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 `cnp_pgbouncer_lists`
- `SHOW POOLS` 接頭辞 `cnp_pgbouncer_pools`
- `SHOW STATS` 接頭辞 `cnp_pgbouncer_stats`

CloudNativePG™クラスターインスタンスの EDB Postgres ® AI 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、`cnp_pgbouncer` メトリックの出力を示しています。

```
#  HELP cnp_pgbouncer_collection_duration_seconds Collection time duration in seconds

#  TYPE cnp_pgbouncer_collection_duration_seconds gauge

cnp_pgbouncer_collection_duration_seconds{collector="Collect.up"} 0.002338805

#  HELP cnp_pgbouncer_collection_errors_total Total errors occurred accessing␣
↪PostgreSQL for metrics.

#  TYPE cnp_pgbouncer_collection_errors_total counter

cnp_pgbouncer_collection_errors_total{collector="sql: Scan error on column index 16,␣
↪name \"load_balance_hosts\": converting NULL to int is unsupported"} 5

#  HELP cnp_pgbouncer_collections_total Total number of times PostgreSQL was accessed␣
↪for metrics.

#  TYPE cnp_pgbouncer_collections_total counter

cnp_pgbouncer_collections_total 5

#  HELP cnp_pgbouncer_last_collection_error 1 if the last collection ended with error,
 0 otherwise.

#  TYPE cnp_pgbouncer_last_collection_error gauge

cnp_pgbouncer_last_collection_error 0

#  HELP cnp_pgbouncer_lists_databases Count of databases.

#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_databases gauge

cnp_pgbouncer_lists_databases 1

#  HELP cnp_pgbouncer_lists_dns_names Count of DNS names in the cache.

#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_dns_names gauge

cnp_pgbouncer_lists_dns_names 0

#  HELP cnp_pgbouncer_lists_dns_pending Not used.

#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_dns_pending gauge

cnp_pgbouncer_lists_dns_pending 0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  HELP cnp_pgbouncer_lists_dns_queries Count of in-flight DNS queries.
#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_dns_queries gauge
cnp_pgbouncer_lists_dns_queries 0
#  HELP cnp_pgbouncer_lists_dns_zones Count of DNS zones in the cache.
#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_dns_zones gauge
cnp_pgbouncer_lists_dns_zones 0
#  HELP cnp_pgbouncer_lists_free_clients Count of free clients.
#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_free_clients gauge
cnp_pgbouncer_lists_free_clients 49
#  HELP cnp_pgbouncer_lists_free_servers Count of free servers.
#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_free_servers gauge
cnp_pgbouncer_lists_free_servers 0
#  HELP cnp_pgbouncer_lists_login_clients Count of clients in login state.
#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_login_clients gauge
cnp_pgbouncer_lists_login_clients 0
#  HELP cnp_pgbouncer_lists_pools Count of pools.
#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_pools gauge
cnp_pgbouncer_lists_pools 1
#  HELP cnp_pgbouncer_lists_used_clients Count of used clients.
#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_used_clients gauge
cnp_pgbouncer_lists_used_clients 1
#  HELP cnp_pgbouncer_lists_used_servers Count of used servers.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_used_servers gauge

cnp_pgbouncer_lists_used_servers 0

#  HELP cnp_pgbouncer_lists_users Count of users.

#  TYPE cnp_pgbouncer_lists_users gauge

cnp_pgbouncer_lists_users 2

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_cl_active Client connections that are linked to server␣
↪connection and can process queries.

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_cl_active gauge

cnp_pgbouncer_pools_cl_active{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 1

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_cl_active_cancel_req Client connections that have␣
↪forwarded query cancellations to the server and are waiting for the server response.

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_cl_active_cancel_req gauge

cnp_pgbouncer_pools_cl_active_cancel_req{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_cl_cancel_req Client connections that have not forwarded␣
↪query cancellations to the server yet.

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_cl_cancel_req gauge

cnp_pgbouncer_pools_cl_cancel_req{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_cl_waiting Client connections that have sent queries but␣
↪have not yet got a server connection.

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_cl_waiting gauge

cnp_pgbouncer_pools_cl_waiting{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_cl_waiting_cancel_req Client connections that have not␣
↪forwarded query cancellations to the server yet.

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_cl_waiting_cancel_req gauge

cnp_pgbouncer_pools_cl_waiting_cancel_req{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  HELP cnp_pgbouncer_pools_load_balance_hosts Number of hosts not load balancing␣
↪between hosts

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_load_balance_hosts gauge

cnp_pgbouncer_pools_load_balance_hosts{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_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 cnp_pgbouncer_pools_maxwait gauge

cnp_pgbouncer_pools_maxwait{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_maxwait_us Microsecond part of the maximum waiting time.

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_maxwait_us gauge

cnp_pgbouncer_pools_maxwait_us{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_pool_mode The pooling mode in use. 1 for session, 2 for␣
↪transaction, 3 for statement, -1 if unknown

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_pool_mode gauge

cnp_pgbouncer_pools_pool_mode{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 3

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_sv_active Server connections that are linked to a client.

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_sv_active gauge

cnp_pgbouncer_pools_sv_active{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_sv_active_cancel Server connections that are currently␣
↪forwarding a cancel request

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_sv_active_cancel gauge

cnp_pgbouncer_pools_sv_active_cancel{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_sv_idle Server connections that are unused and␣
↪immediately usable for client queries.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_sv_idle gauge

cnp_pgbouncer_pools_sv_idle{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_sv_login Server connections currently in the process of␣
↪logging in.

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_sv_login gauge

cnp_pgbouncer_pools_sv_login{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_pools_sv_tested Server connections that are currently running␣
↪either server_reset_query or server_check_query.

#  TYPE cnp_pgbouncer_pools_sv_tested gauge

cnp_pgbouncer_pools_sv_tested{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_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 cnp_pgbouncer_pools_sv_used gauge

cnp_pgbouncer_pools_sv_used{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_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 cnp_pgbouncer_pools_sv_wait_cancels gauge

cnp_pgbouncer_pools_sv_wait_cancels{database="pgbouncer",user="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_stats_avg_bind_count Average number of prepared statements␣
↪readied for execution by clients and forwarded to PostgreSQL by pgbouncer.

#  TYPE cnp_pgbouncer_stats_avg_bind_count gauge

cnp_pgbouncer_stats_avg_bind_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_stats_avg_client_parse_count Average number of prepared␣
↪statements created by clients.

#  TYPE cnp_pgbouncer_stats_avg_client_parse_count gauge
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
cnp_pgbouncer_stats_avg_client_parse_count{database="pgbouncer"} 0

# HELP cnp_pgbouncer_stats_avg_query_count Average queries per second in last stat␣
↪period.

# TYPE cnp_pgbouncer_stats_avg_query_count gauge

cnp_pgbouncer_stats_avg_query_count{database="pgbouncer"} 0

# HELP cnp_pgbouncer_stats_avg_query_time Average query duration, in microseconds.

# TYPE cnp_pgbouncer_stats_avg_query_time gauge

cnp_pgbouncer_stats_avg_query_time{database="pgbouncer"} 0

# HELP cnp_pgbouncer_stats_avg_recv Average received (from clients) bytes per second.

# TYPE cnp_pgbouncer_stats_avg_recv gauge

cnp_pgbouncer_stats_avg_recv{database="pgbouncer"} 0

# HELP cnp_pgbouncer_stats_avg_sent Average sent (to clients) bytes per second.

# TYPE cnp_pgbouncer_stats_avg_sent gauge

cnp_pgbouncer_stats_avg_sent{database="pgbouncer"} 0

# HELP cnp_pgbouncer_stats_avg_server_parse_count Average number of prepared␣
↪statements created by pgbouncer on a server.

# TYPE cnp_pgbouncer_stats_avg_server_parse_count gauge

cnp_pgbouncer_stats_avg_server_parse_count{database="pgbouncer"} 0

# HELP cnp_pgbouncer_stats_avg_wait_time Time spent by clients waiting for a server,␣
↪in microseconds (average per second).

# TYPE cnp_pgbouncer_stats_avg_wait_time gauge

cnp_pgbouncer_stats_avg_wait_time{database="pgbouncer"} 0

# HELP cnp_pgbouncer_stats_avg_xact_count Average transactions per second in last␣
↪stat period.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  TYPE cnp_pgbouncer_stats_avg_xact_count gauge

cnp_pgbouncer_stats_avg_xact_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_stats_avg_xact_time Average transaction duration, in␣
↪microseconds.

#  TYPE cnp_pgbouncer_stats_avg_xact_time gauge

cnp_pgbouncer_stats_avg_xact_time{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_stats_total_bind_count Total number of prepared statements␣
↪readied for execution by clients and forwarded to PostgreSQL by pgbouncer

#  TYPE cnp_pgbouncer_stats_total_bind_count gauge

cnp_pgbouncer_stats_total_bind_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_stats_total_client_parse_count Total number of prepared␣
↪statements created by clients.

#  TYPE cnp_pgbouncer_stats_total_client_parse_count gauge

cnp_pgbouncer_stats_total_client_parse_count{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_stats_total_query_count Total number of SQL queries pooled by␣
↪pgbouncer.

#  TYPE cnp_pgbouncer_stats_total_query_count gauge

cnp_pgbouncer_stats_total_query_count{database="pgbouncer"} 15

#  HELP cnp_pgbouncer_stats_total_query_time Total number of microseconds spent by␣
↪pgbouncer when actively connected to PostgreSQL, executing queries.

#  TYPE cnp_pgbouncer_stats_total_query_time gauge

cnp_pgbouncer_stats_total_query_time{database="pgbouncer"} 0

#  HELP cnp_pgbouncer_stats_total_received Total volume in bytes of network traffic␣
↪received by pgbouncer.

#  TYPE cnp_pgbouncer_stats_total_received gauge

cnp_pgbouncer_stats_total_received{database="pgbouncer"} 0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# HELP cnp_pgbouncer_stats_total_sent Total volume in bytes of network traffic sent␣
↪by pgbouncer.

# TYPE cnp_pgbouncer_stats_total_sent gauge

cnp_pgbouncer_stats_total_sent{database="pgbouncer"} 0

# HELP cnp_pgbouncer_stats_total_server_parse_count Total number of prepared␣
↪statements created by pgbouncer on a server.

# TYPE cnp_pgbouncer_stats_total_server_parse_count gauge

cnp_pgbouncer_stats_total_server_parse_count{database="pgbouncer"} 0

# HELP cnp_pgbouncer_stats_total_wait_time Time spent by clients waiting for a␣
↪server, in microseconds.

# TYPE cnp_pgbouncer_stats_total_wait_time gauge

cnp_pgbouncer_stats_total_wait_time{database="pgbouncer"} 0

# HELP cnp_pgbouncer_stats_total_xact_count Total number of SQL transactions pooled␣
↪by pgbouncer.

# TYPE cnp_pgbouncer_stats_total_xact_count gauge

cnp_pgbouncer_stats_total_xact_count{database="pgbouncer"} 15

# HELP cnp_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 cnp_pgbouncer_stats_total_xact_time gauge

cnp_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。

クラスターと同様に、特定のプーラーは Prometheus operator's を使用して監視できます。

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。

```
apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: PodMonitor
metadata:
  name: <POOLER_NAME>
spec:
  selector:
    matchLabels:
      k8s.enterprisedb.io/poolerName: <POOLER_NAME>
  podMetricsEndpoints:
  - port: metrics
```

PodMonitor 自動作成の非推奨

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。

4.26.11 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"
  }
}
```

4.26.12 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。 paused オプションを使用してこれを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。

4.26.13 制限事項

単一の PostgreSQL クラスター

プーラーの現在の実装は、CloudNativePG™ Cluster クラスターサービスの特定の EDB Postgres ® AI 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。

制御された構成可能性

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.27 Replica clusters

レプリカクラスターは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI、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 Cluster リソースであり、理想的には CloudNativePG™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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、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™クラスタークラスターの EDB Postgres ® AI の高可用性を強化します。 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ クラスター用語では、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。EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ クラスター用語では、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 — アーキテクチャ 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。

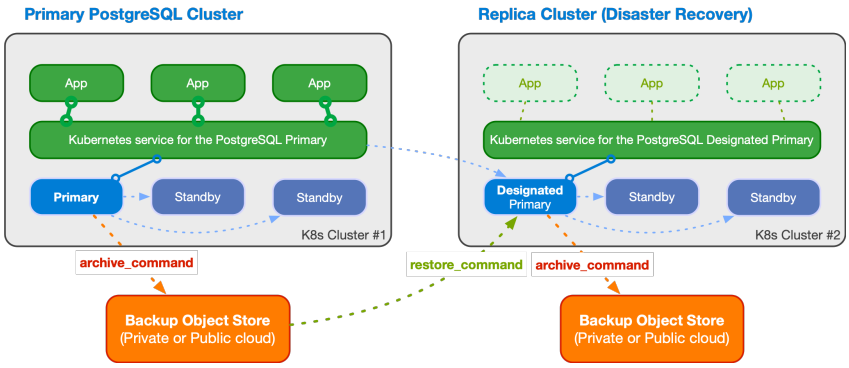


図 4: An example of multi-cluster deployment with a primary and a replica cluster

4.27.1 基本概念

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、クラスターが昇格すると、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プロモーションする予定がある場合、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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、*BootstrapConfiguration* を参照してください。

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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、 Barman Cloud Plugin をサポート

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、接続する WAL レシーバープロセスを開始します。ソースクラスターと受信データ。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI が、指定されたプライマリインスタンスで `restore_command` を自動的に設定することで、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。

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。

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。

4.27.2 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™クラスターの EDB Postgres® AI 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` オプションとセットを使用して継続的リカバリーを有効にします `externalClusters` 名前をポイントする `source` フィールド。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。

4.27.3 分散トポロジ

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™クラスター API 構成の EDB Postgres® AI 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™クラスターの EDB Postgres® AI がインストールされており、`cluster-eu-south` という名前の PostgreSQL `Cluster` がプライマリとして機能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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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。

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。

プライマリのレプリカクラスターへの降格

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 `cluster-eu-south` など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` など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™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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}
```

`cnp` 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。

`cnp` 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 cnp status cluster-eu-south
```

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、 cnp 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 cnp 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。

4.27.4 スタンドアロンレプリカクラスター

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI では、スタンドアロンレプリカクラスターは、次の構成で継続的リカバリーの 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。

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。

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。

```yaml
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>
  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
```

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。

```
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。

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。

4.27.5 遅延レプリカ

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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

```
# ...
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。

4.28 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。

4.28.1 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。

4.28.2 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。

4.28.3 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**ローカルストレージ** 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。

4.28.4 ポッドの中断予算

デフォルトでは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、Postgres クラスター操作を保護します。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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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ぎます。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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 - v1.29.0* 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。

4.28.5 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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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。

4.28.6 ノードのメンテナンスウィンドウ

リリース 1.23 より前は、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。標準の自己処理を回避するには、`nodeMaintenanceWindow` オプションを介してクラスターを一時的に**メンテナンスモード**にする必要がありました-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ているときに開始する修復プロシージャ。

> **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。

`reusePVC` が `false` に設定された単一インスタンスクラスター

`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。

4.29 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 17.0 から 17.1
- メジャーバージョンのアップグレード 例、16.x から 17.0

4.29.1 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 17.1 では

- 17 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。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres AI 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™クラスターの EDB Postgres® AI 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。

4.29.2 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、メジャーアップグレードを実行する 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。

4.29.3 オフラインインプレースメジャーアップグレード

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

> **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 18beta2 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。
- *Image Catalog* 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、PostgreSQL 拡張機能を担当していません。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。

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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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**システム** *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。

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: docker.enterprisedb.com/k8s_enterprise/postgresql:16-minimal-ubi9
  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: docker.enterprisedb.com/k8s_enterprise/postgresql:17-minimal-ubi9
  plugins:
    - name: plugin-barman-cloud
      enabled: true
      parameters:
        destinationPath: s3://my-bucket/
        serverName: cluster-example-pg17
```

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-pg17` 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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:16-minimal-ubi9
  instances: 3
  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 cnp 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 17 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 17 に変更して、imageName フィールドを更新します。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:17-minimal-ubi9
  instances: 3
  storage:
    size: 1Gi
```

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-4 および cluster-example-5 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 cnp 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 17.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 cnp psql cluster-example -- app -c ANALYZE
```

4.30 EDB Postgres® AI for CloudNativePG™ Cluster Plugin

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres® AI 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。プラグインは、OpenShift 環境での oc でも動作します。

4.30.1 インストール

さまざまな方法を使用して cnp 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。

インストールスクリプトを介して

```
curl -sSfL \
  https://github.com/EnterpriseDB/kubectl-cnp/raw/main/install.sh | \
  sudo sh -s -- -b /usr/local/bin
```

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に移動できます CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres® AI と同じまたは新しいリリースを選択します。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。

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 1.29.0 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/EnterpriseDB/kubectl-cnp/releases/download/v1.29.0/kubectl-
↪cnp_1.29.0_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 cnp.
(Reading database ... 6688 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack kube-plugin.deb ...
Unpacking kubectl-cnp (1.29.0) ...
Setting up kubectl-cnp (1.29.0) ...
```

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 1.29.0 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/EnterpriseDB/kubectl-cnp/releases/download/v1.29.0/kubectl-
↪cnp_1.29.0_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:
 cnp                x86_64               1.29.0-1                 @commandline
         20 M

Transaction Summary
================================================================================
Install  1 Package

Total size: 20 M
Installed size: 78 M
Is this ok [y/N]: y
```

サポートされているアーキテクチャ

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスタープラグインは、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

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-cnp <<EOF
# !/usr/bin/env sh

#  Call the __complete command passing it all arguments

kubectl cnp __complete "\$@"
EOF

chmod +x kubectl_complete-cnp

#  Important: the following command may require superuser permission

sudo mv kubectl_complete-cnp /usr/local/bin
```

4.30.2 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 cnp <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。

インストールマニフェストの生成

cnp 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 cnp 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 `postgresql-operator-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 cnp 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` {{name.abbr}}演算子を `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

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。

```
kubectl cnp status sandbox
```

```
Cluster Summary
Name:                default/sandbox
System ID:           7423474350493388827
PostgreSQL Image:    docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-extended:18.1-standard-
↪ubi9
Primary instance:    sandbox-1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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

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  1.29.0           k8s-eu-
↪worker
sandbox-2  0/604DE38    Standby (async)   OK      BestEffort  1.29.0           k8s-eu-
↪worker2
sandbox-3  0/604DE38    Standby (async)   OK      BestEffort  1.29.0           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 cnp status sandbox --verbose
```

```
Cluster Summary
Name:                default/sandbox
System ID:           7423474350493388827
PostgreSQL Image:    docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-extended:18.1-standard-
↪ubi8
Primary instance:    sandbox-1
Primary start time:  2024-10-08 18:31:57 +0000 UTC (uptime 2m4s)
Status:              Cluster in healthy state
Instances:           3
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
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

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
- ---       -----------  ----------------  ------  ---         ---------------  ----
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
sandbox-1  0/6053720    Primary           OK       BestEffort  1.29.0          k8s-eu-
↪worker
sandbox-2  0/6053720    Standby (async)   OK       BestEffort  1.29.0          k8s-eu-
↪worker2
sandbox-3  0/6053720    Standby (async)   OK       BestEffort  1.29.0          k8s-eu-
↪worker
```

追加の-v kubectl cnp 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。

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したり、クラスターでのスイッチオーバー状況をテストしたりできます

```
kubectl cnp promote cluster-example cluster-example-2
```

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 cnp promote cluster-example 2
```

証明書

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスター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 cnp certificate cluster-cert --cnp-cluster cluster-example --cnp-user appuser
```

シークレットが作成された後、 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) | .[]
```

再起動

kubectl cnp 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 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。

- 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 cnp restart [clusterName]

#  this command will restart a single instance, according to the policy above

kubectl cnp restart [clusterName] [pod]
```

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 `k8s.enterprisedb.io/reload` を持つラベルをそれに追加できます。

リロード

`kubectl cnp 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 cnp reload [cluster_name]
```

メンテナンス

`kubectl cnp 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 cnp 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
```

レポート

`kubectl cnp 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。

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**
>
> 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

- **展開情報** オペレーター展開とオペレーターポッド
- **configuration** オペレーター名前空間のシークレットと ConfigMap
- **events** オペレーター名前空間のイベント
- **webhook configuration** Webhook 構成の変更および検証
- **webhook service** Webhook サービス
- **logs** JSON 行形式のオペレーターポッドのログオプショナル、デフォルトではオフ

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。{{name.short}}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 postgresql-operator-system です

```
kubectl cnp report operator -n <namespace>
```

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 cnp report operator -n <namespace> -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/postgresql-operator-ca-secret.yaml
  inflating: report_operator_<TIMESTAMP>/manifests/postgresql-operator-webhook-cert.
↪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/postgresql-operator-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。

```
====== Begin of Previous Log =====
2023-03-28T12:56:41.251711811Z {"level":"info","ts":"2023-03-28T12:56:41Z","logger":
↪"setup","msg":"Starting EDB Postgres for Kubernetes Operator","version":"1.29.0",
↪"build":{"Version":"1.29.0+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 EDB Postgres for Kubernetes Operator","version":"1.29.0",
↪"build":{"Version":"1.29.0+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 postgresql-operator-ca-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 cnp report operator -n <namespace> -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 postgresql-operator-ca-secret.yaml
```

```
data:
  ca.crt: LS0tLS1CRUdJTiBD···
  ca.key: LS0tLS1CRUdJTiBF···
metadata:
  creationTimestamp: "2022-03-22T10:42:28Z"
  managedFields:
  - apiVersion: v1
    fieldsType: FieldsV1
```

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 cnp report cluster <clusterName> [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 cnp report cluster example -f report.zip -n example_namespace
```

そして

```
unzip report.zip
```

```
Archive:  report.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
```

--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 cnp report cluster example -n example_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
```

OpenShift のサポート

report operator 指示子は、クラスターが OpenShift で実行されているかどうかを自動的に検出し、クラスターサービスバージョンとインストールプランを取得して、openshift サブフォルダーの下の zip に自動的に追加します。

注釈

OpenShift では名前空間が非常に重要になります。 CNP の OpenShift のデフォルトの名前空間は「openshift-operators」です。多くのほとんどのクライアントは、CNP オペレーターに別の名前空間を使用します。

```
kubectl cnp report operator -n openshift-operators
```

での結果

```
Successfully written report to "report_operator_<TIMESTAMP>.zip" (format: "yaml")
```

OpenShift 関連のファイルは `openshift` サブフォルダーにあります。

```
unzip report_operator_<TIMESTAMP>.zip
cd report_operator_<TIMESTAMP>/
cd openshift
head clusterserviceversions.yaml
```

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
items:

- apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
  kind: ClusterServiceVersion
  metadata:
    annotations:
      alm-examples: |-
        [
          {
            "apiVersion": "postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1",
```

ログ

`kubectl cnp logs` コマンドを使用すると、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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` 。

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 cnp 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 cnp 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 cnp 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 cnp logs cluster <clusterName> [flags]
```

-f オプションを使用して次のことを行います。

```
kubectl cnp report cluster cluster-example -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 cnp report cluster cluster-example -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 cnp logs cluster cluster-example --output my-cluster.log

Successfully written logs to "my-cluster.log"
```

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 cnp logs cluster と組み合わせて使用できます。

```
$ kubectl cnp logs cluster cluster-example | kubectl cnp logs pretty
2024-10-15T17:35:00.336 INFO     cluster-example-1 instance-manager Starting EDB␣
↪Postgres ®  AI for CloudNativePG™ Cluster 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、次の例のように、stern 、kubectl logs などの JSON 形式で{{name.abbr}}ログを生成する他のコマンドと組み合わせて使用できます。

```
$ kubectl logs cluster-example-1 | kubectl cnp logs pretty
2024-10-15T17:35:00.336 INFO     cluster-example-1 instance-manager Starting EDB␣
↪Postgres ®  AI for CloudNativePG™ Cluster 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 cnp logs cluster cluster-example | kubectl cnp 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 cnp logs cluster cluster-example | kubectl cnp logs pretty --sorting-group-
↪size=3
2024-10-15T17:35:20.426 INFO     cluster-example-2 instance-manager Starting EDB␣
↪Postgres ®  AI for CloudNativePG™ Cluster 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。

デストロイ

kubectl cnp 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 k8s.enterprisedb.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 cnp destroy [CLUSTER_NAME] [INSTANCE_ID]
```

次の例は、cluster-example-2 ポッドと関連する PVC を削除します。

```
kubectl cnp destroy cluster-example 2
```

クラスターハイバーネーション

データを保持しながら CloudNativePG™クラスター `Cluster` の EDB Postgres ® AI の実行を一時停止し、後でアクティビティを再開することが必要になる場合があります。この機能を**クラスターハイバーネーション** と呼びます。

ハイバネーションは、 `kubectl cnp hibernate [on|off]` コマンドを介してのみ使用できます。

CloudNativePG™クラスタークラスターの EDB Postgres ® AI を休止することは、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棄することを意味します。

次の方法でクラスターを休止状態にできます。

```
kubectl cnp hibernate on <cluster-name>
```

これにより、

1. すべての PostgreSQL インスタンスをシャットダウンする
2. プライマリインスタンスのデータを含む PVC を切断し、最新のデータベースステータスと最新のクラスター構成でアノテーションを付けます。
3. 生成されたすべてのリソースを含む `Cluster` リソースを削除します-前述の PVC を除く

休止している場合、CloudNativePG™クラスタークラスターの EDB Postgres ® AI は、PVC のグループだけで表され、`PGDATA` を含むものには、`pg_controldata` のコンテンツを含む最新の利用可能なステータスで注釈が付けられます。

> **警告**
>
> フェンシングもハイバーネーションプロシージャの一部であるため、フェンスされたインスタンスを持つクラスターは休止できません。

エラーが発生した場合、オペレーターはプロシージャーを元に戻すことはできません。次のコマンドを使用して操作を強制できます。

```
kubectl cnp hibernate on cluster-example --force
```

休止状態のクラスターは、次の方法で再開できます。

```
kubectl cnp hibernate off <cluster-name>
```

クラスターが休止状態になると、最後の構成と、シャットダウン後に PostgreSQL のステータスを表示できます。それは次の方法で行うことができます。

```
kubectl cnp status <cluster-name>
```

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 cnp pgbench <cluster-name> -- --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。

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 cnp 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。

新しい物理バックアップの要求

`kubectl cnp 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。

> **注釈**
>
> リリース 1.21 から、 *backup* コマンドは、新しいフラグ `-m` を受け入れて、バックアップ方法を指定します。ボリュームスナップショットを使用してバックアップを要求するには、 *-m volumeSnapshot* を設定します

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 cnp backup [cluster_name]
```

または、ボリュームスナップショットを使用する場合

```
kubectl cnp backup [cluster_name] -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 cnp 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 B - 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。

psql の起動

kubectl cnp psql 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 ユーザーを使用することを意味します。

```
$ kubectl cnp psql cluster-example

psql (17.0 (Debian 17.0-1.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 cnp psql --replica cluster-example

psql (17.0 (Debian 17.0-1.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。

> **注釈**
>
> OpenShift で実行されているインスタンスに接続する場合、

security measure built intoOpenShift のため、ユーザー名を `psql` コマンドに明示的に渡す必要があります。

```
kubectl cnp psql cluster-example -- -U postgres
```

> **警告**
>
> *kubectl cnp 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。

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。

ただし、**デモと評価の目的で**、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、適切なソリューションを提供します。 cnp 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 cnp 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。

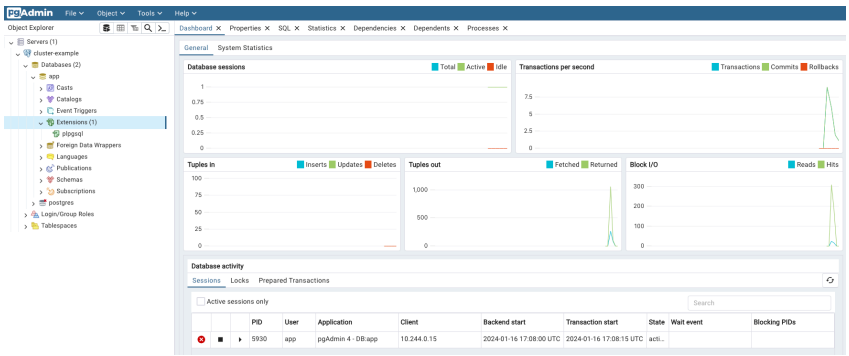


図 5: Screenshot of desktop installation of pgAdmin

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 cnp 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。

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 cnp 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 cnp 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。

ロジカルレプリケーションのパブリケーション

cnp 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。

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、cnp 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 cnp 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 と同様に、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 cnp 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 cnp 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 cnp 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 があります。

パブリケーションの削除

cnp 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 cnp 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 cnp publication drop --help
```

論理レプリケーションサブスクリプション

cnp 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。

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、cnp 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 cnp 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 cnp 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 cnp 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 。

サブスクリプションの削除

cnp 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 cnp 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 cnp subscription drop --help
```

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ステップには、アプリケーションを新しいデータベース**カットオーバー** 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、 `cnp 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 cnp 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 cnp 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 cnp 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。

4.30.3 K9s との統合

cnp 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。

4.30.4 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	configmaps: get deployments: get events: list pods: list pods/log: get secrets: get services: get mutatingwebhookconfigurations: list[^1] validatingwebhookconfigurations: list[^1] If OLM is present on the K8s cluster, also: clusterserviceversions: list installplans: list subscriptions: list
restart	clusters: get,patch pods: get,delete
status	clusters: get pods: list pods/exec: create pods/proxy: create PDBs: list
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。

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: cnp-log
rules:
  - verbs:
      - get
    apiGroups:
      - postgresql.k8s.enterprisedb.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。

```
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: Role
metadata:
  name: cnp-status
rules:
  - verbs:
      - get
    apiGroups:
      - postgresql.k8s.enterprisedb.io
    resources:
      - clusters
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
- verbs:
    - list
  apiGroups:
    -
  resources:
    - pods
- verbs:
    - create
  apiGroups:
    -
  resources:
    - pods/exec
- verbs:
    - create
  apiGroups:
    -
  resources:
    - pods/proxy
- verbs:
    - list
  apiGroups:
    - policy
  resources:
    - poddisruptionbudgets
```

4.31 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。

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**高速シャットダウン**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。

4.31.1 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 **リリース候補の目的** 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。

4.31.2 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。

4.31.3 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™クラスター管理の PostgreSQL クラスターの EDB Postgres® AI 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3

  postgresql:
    synchronous:
      method: any
      number: 1
      failoverQuorum: true

  storage:
    size: 1Gi
```

下位互換性のため、古いアノテーション `alpha.k8s.enterprisedb.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

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、 **プロモートブルレプリカ** 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 cnp 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。

`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**
>
> *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。

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。

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	Yes
1	1	2	No

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	Yes
1	1	2	No

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	Yes
2	2	4	No

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	Yes
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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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

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	Yes
1	1	2	No

^1

4.32 Fencing

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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あると思われる場合に、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。

4.32.1 インスタンスをフェンスする方法

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、k8s.enterprisedb.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

- k8s.enterprisedb.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
- k8s.enterprisedb.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
- k8s.enterprisedb.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 cnp 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 cnp fencing on cluster-example 1

#  to fence all the instances in a Cluster

kubectl cnp 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
    annotations:
      k8s.enterprisedb.io/fencedInstances: ["cluster-example-1"]
[...]
```

4.32.2 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 cnp 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,
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#       in that case you will have to manually set the annotation as explained above

kubectl cnp fencing off cluster-example 1

#  to lift the fencing for all the instances in a Cluster

kubectl cnp fencing off cluster-example "*"
```

4.32.3 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 **準備完了** 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 cnp_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。

4.33 Declarative hibernation

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、PostgreSQL クラスターを常に起動、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。

4.33.1 ハイバネーション

クラスターを休止状態にするには、 k8s.enterprisedb.io/hibernation=on アノテーションを設定します。

```
$ kubectl annotate cluster <cluster-name> --overwrite k8s.enterprisedb.io/
↪hibernation=on
```

休止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、 k8s.enterprisedb.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==\"k8s.
↪enterprisedb.io/hibernation\")]}"

{
        "lastTransitionTime":"2023-03-05T16:43:35Z",
        "message":"Cluster has been hibernated",
        "reason":"Hibernated",
        "status":"True",
        "type":"k8s.enterprisedb.io/hibernation"
}
```

ハイバーネーションステータスは、kubectl の cnp 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 cnp status <cluster-name>
Cluster Summary
Name:               cluster-example
Namespace:          default
PostgreSQL Image:   docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18.3-standard-ubi9
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
[..]
```

4.33.2 リハイドレート

クラスターを rehydrate には、 k8s.enterprisedb.io/hibernation アノテーションを off に設定します。

```
$ kubectl annotate cluster <cluster-name> --overwrite k8s.enterprisedb.io/
↪hibernation=off
```

または、完全に設定を解除します。

```
$ kubectl annotate cluster <cluster-name> k8s.enterprisedb.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。

4.34 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。

CloudNativePG コミュニティは、維持される PostgreSQL Container images 上にビルドされるコンテナイメージを維持します。詳細については、次をご覧ください。

-

postgis-containers

-

postgis-containers

さらに、EDB は次のコンテナイメージを提供します。

- コミュニティ PostgreSQL + PostGIS
- EDB Postgres Advanced Server + PostGIS
- EDB Postgres Extended PGE + PostGIS

そして、 docker.enterprisedb.com の公式レジストリで-postgis サフィックスを使用して利用できるようにします。

4.34.1 PostGIS クラスターに関する基本的な概念

概念的に、PostGIS ベースの PostgreSQL クラスターまたは単に PostGIS クラスターは、他の PostgreSQL クラスターと似ています。唯一の違いは次のとおりです。

- PostGIS および関連ライブラリのシステム内の存在
- PostGIS 拡張機能のデータベース内の存在

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は不変アプリケーションコンテナーに基づいているため、PostGIS をプロビジョニングする唯一の方法は、オペランドに使用するコンテナイメージに追加することです。*Container Image Requirements* は、これを実現する方法に関する詳細な手順を提供します。もっと簡単には、以下の例にあるように、コミュニティからの PostGIS コンテナイメージを使用できます。

2 番目のステップは、PostgreSQL データベースに拡張機能をインストールすることです。これは 2 つの方法で行うことができます。

- アプリケーションデータベースにインストールします。これは、マイクロサービスアーキテクチャに従って、クラスターでホストするメインで唯一のデータベースです。または
- インスタンスがマルチプルのデータベースで共有されるモノリスアーキテクチャを採用する場合、`template1` データベースにインストールして、クラスター内に作成することになるすべてのデータベースで利用できるようにします

> **注釈**
>
> データベース内のマイクロサービスとモノリスアーキテクチャの詳細については、*How many databases should be hosted in a single PostgreSQL instance?* を参照してください。

または *Database import* 。

4.34.2 PostGIS で新しい PostgreSQL クラスターを作成する

PostGIS 3.6 を使用して新しい PostgreSQL 18 クラスターを作成することにします。

最初のステップは、オペランドに適切な PostGIS コンテナイメージを使用し、`Cluster` リソースの`.spec.imageName` オプションを適切に設定することです。

以下の postgis-example.yaml は、PostGIS クラスターの作成を行う方法に関するガイダンスを提供します。

> **警告**
>
> 構成に関する規則は CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI に適用されますが、運用にシステムの構成とチューニングに時間を費やす必要があることを考慮してください。また、以下の例の `imageName` は、PostgreSQL 17 の最新の利用可能なイメージを意図的にポイントしています。真の不変性を実現するには、特定のイメージ名、またはできれば SHA256 ダイジェストを使用する必要があります。

```yaml
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgis-example
spec:
  instances: 1
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:17-postgis-ubi9
  storage:
    size: 1Gi
  postgresql:
    parameters:
      log_statement: ddl
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
- --
apiVersion: postgresql.cnpg.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: postgis-example-app
spec:
  name: app
  owner: app
  cluster:
    name: postgis-example
  extensions:
  - name: postgis
  - name: postgis_topology
  - name: fuzzystrmatch
  - name: postgis_tiger_geocoder
```

この例では、 Database リソースの宣言的拡張管理を活用して、指定された拡張機能を app データベースに追加します。

> **注釈**
>
> 時間をかけて、 *postInitApplicationSQL* などの *API Reference - v1.29.0* から `.spec.bootstrap.initdb` で使用可能なオプションを確認します。

> **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。

> **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。

app データベースに接続することにより、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。このドキュメントの値とは異なる値を取得する場合があります。

```
$ kubectl cnpg psql postgis-example -- app
psql (18.0 (Debian 18.0-1.pgdg13+3))
Type "help" for help.

app=# SELECT * FROM pg_available_extensions WHERE name ~ ^postgis ORDER BY 1;
           name           | default_version | installed_version |
     comment
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
- ------------------------+----------------+------------------+--------------------
↪---------------------------------------
 postgis                  | 3.6.0          | 3.6.0            | PostGIS geometry␣
↪and geography spatial types and functions
 postgis-3                | 3.6.0          |                  | PostGIS geometry␣
↪and geography spatial types and functions
 postgis_raster           | 3.6.0          |                  | PostGIS raster␣
↪types and functions
 postgis_raster-3         | 3.6.0          |                  | PostGIS raster␣
↪types and functions
 postgis_sfcgal           | 3.6.0          |                  | PostGIS SFCGAL␣
↪functions
 postgis_sfcgal-3         | 3.6.0          |                  | PostGIS SFCGAL␣
↪functions
 postgis_tiger_geocoder   | 3.6.0          | 3.6.0            | PostGIS tiger␣
↪geocoder and reverse geocoder
 postgis_tiger_geocoder-3 | 3.6.0          |                  | PostGIS tiger␣
↪geocoder and reverse geocoder
 postgis_topology         | 3.6.0          | 3.6.0            | PostGIS topology␣
↪spatial types and functions
 postgis_topology-3       | 3.6.0          |                  | 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することです。

```
app=# \dx
                                                List of installed extensions
          Name          | Version | Default version |   Schema   |
    Description
- ----------------------+---------+-----------------+------------+-------------------
↪---------------------------------------
 fuzzystrmatch          | 1.2     | 1.2             | public     | determine␣
↪similarities and distance between strings
 plpgsql                | 1.0     | 1.0             | pg_catalog | PL/pgSQL␣
↪procedural language
 postgis                | 3.6.0   | 3.6.0           | public     | PostGIS geometry␣
↪and geography spatial types and functions
 postgis_tiger_geocoder | 3.6.0   | 3.6.0           | tiger      | PostGIS tiger␣
↪geocoder and reverse geocoder
 postgis_topology       | 3.6.0   | 3.6.0           | topology   | PostGIS topology␣
↪spatial types and functions
```

最後に

```
app=# SELECT postgis_full_version();
                                                                                postgis_
↪full_version
- ------------------------------------------------------------------------------------
↪------------------------------------------------------------------------------------
↪---
 POSTGIS="3.6.0 4c1967d" [EXTENSION] PGSQL="180" GEOS="3.13.1-CAPI-1.19.2" PROJ="9.6.
↪0 NETWORK_ENABLED=OFF URL_ENDPOINT=https://cdn.proj.org USER_WRITABLE_DIRECTORY=/
↪tmp/proj DATABASE_PATH=/usr/share/proj/proj.
db" (compiled against PROJ 9.6.0) LIBXML="2.9.14" LIBJSON="0.18" LIBPROTOBUF="1.5.1"␣
↪WAGYU="0.5.0 (Internal)" TOPOLOGY
(1 row)
```

4.35 Container Image Requirements

Kubernetes の CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI 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 cnp status` に使用

注釈

Barman Cloud 実行可能ファイルは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI では必要ありません。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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.35.1 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。

4.36 Image Volume Extensions

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、ポッドのスタートアップに *Kubernetes `ImageVolume* feature <https://kubernetes.io/docs/tasks/configure-pod-container/image-volumes/>`_ を使用して `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、 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster プロジェクトが貢献した機能です。

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、*Postgres データベースの宣言的管理*

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。

4.36.1 公式拡張機能のイメージとカタログ

CloudNativePG™クラスターコミュニティの EDB Postgres ® AI は、pgvector を含む拡張コンテナイメージスイートを維持します

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/enterprisedb/docker-postgres?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。

4.36.2 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 *Image Catalog* 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。

> **重要**
>
> 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。

4.36.3 要件

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。
- **EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスター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。

4.36.4 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 - v1.29.0>` を参照してください。

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。

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。

「構成よりコンベンション」パラダイムに従って、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、CloudNativePG™クラスターの公式 EDB Postgres ® AI 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、すぐに機能するように保証します。

重要

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。 CloudNativePG™クラスターカタログに公式の EDB Postgres ® AI 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に一致するように設計されており、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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Database
metadata:
  name: cluster-example-app
spec:
  name: app
  owner: app
  cluster:
    name: cluster-example
  extensions:
    - name: vector
      version: "<VERSION>"
```

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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

モジュールと呼ばれることが多い一部の PostgreSQL コンポーネントは、 *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。

4.36.5 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、拡張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。

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™クラスター 1.29 の EDB Postgres AI 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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  # ... <snip>
  imageCatalogRef:
    apiGroup: postgresql.k8s.enterprisedb.io
    kind: ClusterImageCatalog
    name: postgresql-minimal-ubi9
    major: 18

  postgresql:
    extensions:
      - name: pgvector # Resolves all details, including the image reference, from␣
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
↪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。

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は元の方法であり、EDB Postgres® AI for CloudNativePG™ Cluster 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.k8s.enterprisedb.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。

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調達できるため、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、 `Cluster` ステータスの構成の「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。

4.36.6 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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    ensure: absent
  # ... <snip>
```

これにより、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI がトリガーされ、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。

4.36.7 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。

「構成よりコンベンション」パラダイムに従って、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI を使用すると、次のフィールドを介して各拡張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。

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:
          reference: # registry path for your extension image
      # ... <snip>
    # ... <snip>
  # ... <snip>
```

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、次を使用して 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。

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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      # ... <snip>
    # ... <snip>
  # ... <snip>
```

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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、`/extensions/postgis/syslib` 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、**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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、*cnp restart* を使用して。

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>
        bin_path:
          - bin
        image:
          reference: # registry path for your extension image
      # ... <snip>
    # ... <snip>
  # ... <snip>
```

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、*cnp restart* を使用して。

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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            value: "static_value"
          - name: BAR
            value: "${image_root}/lib"
      # ... <snip>

#  ...
```

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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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きに、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。

重要

予約変数 オペレーター使用のために予約された環境変数`PG` または`CNP_`、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 edb_tran_the9 では設定できません。 *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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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たとえば *kubectl cnp restart* を使用する必要があります。

4.36.8 画像の仕様

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI の標準の拡張コンテナイメージには、ルートに 2 つの必要な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。

この構造に従うことで、拡張機能は手動構成を必要とせずに、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 内の PostgreSQL で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、 postgres-extensions-containers を確認することをお勧めします。これは、CloudNativePG™クラスター拡張イメージの公式 EDB Postgres ® AI をビルドするためのリファレンスとして機能します。

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。

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。

4.37 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、 StatefulSet コントローラー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ーを実装します。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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.37.1 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.37.2 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 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

4.37.3 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、代わりに残りの PVC を使用不可として分類し、別のインスタンスの PVC の新しいペアの作成を開始してクラスターに正しく参加します。

4.37.4 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™クラスターコントローラーの EDB Postgres ® AI 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。

4.38 Networking

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI をローカル KinD または K3d クラスターに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、ネットワーク問題が発生することはありません。

ただし、既存のインフラストラクチャに CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI を展開する場合、ネットワーク制限が適用され、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。

4.38.1 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 postgresql-operator-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。

4.38.2 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 データディレクトリのブートストラップ中のエラー 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。

networkpolicy-example.yaml

```yaml
#  This network policy allows ingress from the CNP operator

#  installed in namespace postgresql-operator-system into the pods corresponding

#  to a cluster named cluster-example

#  NOTE: in OpenShift the default namespace for the operator is openshift-operators

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:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      - namespaceSelector:
          matchLabels:
            kubernetes.io/metadata.name: postgresql-operator-system # Or on␣
↪OpenShift: openshift-operators
        podSelector:
          matchLabels:
            app.kubernetes.io/name: cloud-native-postgresql # Matches the Operator␣
↪pod
    ports:
      - port: 8000
      - port: 5432
```

4.39 Benchmarking

CNP kubectl プラグインは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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

4.39.1 pgbench

kubectl CNP 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 cnp pgbench \
  -n <namespace> <cluster-name> \
  --job-name <pgbench-job> \
  --db-name <db-name> \
  -- <pgbench options>
```

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 cnp 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 cnp 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 cnp 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 cnp 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 cnp pgbench \
  --db-name pgbench \
  --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>
```

4.39.2 fio

kubectl CNP 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 cnp fio <fio-name>
```

カスタム値を使用した例

```
kubectl cnp 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 cnp 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 を作成する
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。

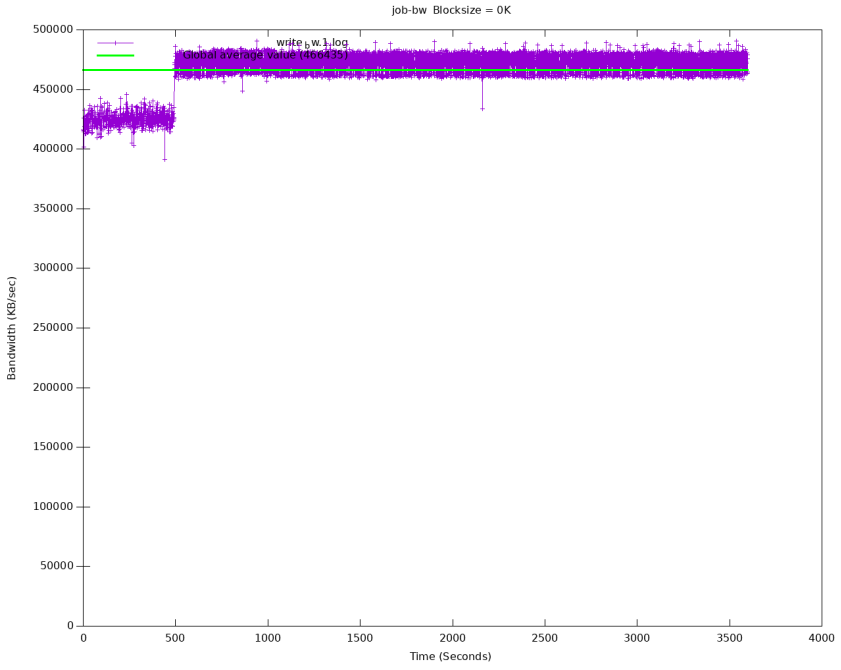


図 6: Sequential writes bandwidth

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 cnp 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。

第5章　EDB Enhancements

5.1 Free evaluation

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、無料評価が利用できます。

EDB アカウントを使用して、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI を評価します。アカウントをお持ちでない場合は、register をクリックします。次に、*installation guide* に従って、EDB アカウントから取得したアクセストークンを使用して、オペレーターをインストールします。

5.1.1 PostgreSQL を使用した評価

デフォルトでは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、Community Postgresql の最新バージョンをインストールします。

5.2 License and License keys

ライセンスキーは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI の古い管理メカニズムです。EDB サブスクリプショントークンを使用してインストールした場合、ライセンスキーは必要ありません。この場合、このセクションのライセンスコマンドは無視できます。

EDB サブスクリプショントークンを使用せず、パブリックリポジトリからインストールする場合、ライセンスキーが必要です。唯一の例外は、Community PostgreSQL でオペレーターを実行する場合です。この場合、ライセンスキーが設定されていない場合、クラスターはデフォルトの試用ライセンスで起動されます。30 日後に自動的に有効期限が切れます。これは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI をトライアルする推奨される方法ではありません。推奨されるオプションについては、*installation guide* を参照してください。

Central Migration Guide に従います。

次のドキュメントは、ライセンスキーを使用してオペレーターをインストールしたユーザーのみを対象としています。

5.2.1 会社レベルのライセンスキー

ライセンスキーを使用すると、インストール内に無制限の数の PostgreSQL クラスターを作成できます。

ライセンスキーは、オペレーターがデプロイされている名前空間の `Secret` で利用できる必要があります。`ConfigMap` も利用できますが、ライセンスキーにはお勧めできません。

企業レベルライセンスがインストールされると、クラスターステータス内でライセンスキーの有効性を確認できます。

```
kubectl get cluster cluster_example -o yaml
[...]
status:
  [...]
  licenseStatus:
    licenseExpiration: "2021-11-06T09:36:02Z"
    licenseStatus: Trial
    valid: true
    isImplicit: false
    isTrial: true
[...]
```

YAML マニフェストを介した Kubernetes のインストール

YAML マニフェストを使用して Kubernetes にオペレーターがインストールされると、デフォルトで postgresql-operator-system 名前空間にデプロイされます。

名前空間名とライセンスキーを指定して、次のコマンドを使用して構成マップを作成できます。

```
kubectl create configmap -n [NAMESPACE_NAME_HERE] \
    postgresql-operator-controller-manager-config \
    --from-literal=EDB_LICENSE_KEY=[LICENSE_KEY_HERE]
```

新しい構成を適用するには、オペレーターポッドを再作成する必要があります。次のコマンドを使用できます。

```
kubectl rollout restart deployment -n [NAMESPACE_NAME_HERE] \
    postgresql-operator-controller-manager
```

5.2.2 クラスターレベルのライセンスキー

各 Cluster リソースの定義に licenseKey パラメーターがあります。クラスターのステータスで、有効期限とライセンスの詳細情報を見つけることができます。

```
kubectl get cluster cluster_example -o yaml
[...]
status:
  [...]
  licenseStatus:
    licenseExpiration: "2021-11-06T09:36:02Z"
    licenseStatus: Trial
    valid: true
    isImplicit: false
    isTrial: true
[...]
```

クラスターライセンスキーは、新しいものに更新して、有効期限を延長したり、クラスターを運用ライセンスに移動したりできます。

5.2.3 クラスターレベルでのライセンスキーシークレット

各 `Cluster` リソースには、シークレットの名前とキーを含む `licenseKeySecret` パラメーターを持つこともできます。このシークレットには、EDB が提供するライセンスキーが含まれています。

このフィールドは `licenseKey` より優先されます。有効期限を延長するためにシークレットを変更したとき、または試用ライセンスから実稼働ライセンスに切り替えたときに更新されます。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、enterprisedb.com/legal/EDB-Eula で入手可能な EDB エンドユーザーライセンス契約に基づいて配布されています。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI Copyright (C) 2019-2022 EnterpriseDB Corporation.

5.2.4 ライセンスの有効期限が切れるとどうなるか

ライセンスの有効期限が切れると、オペレーターはクラスターでの調整の試行を停止し、事実上そのステータスの管理を停止します。これには、自動フェイルオーバーやスイッチオーバーなどの自己修復機能と高可用性機能も含まれます。

ポッドとデータは引き続き利用できます。

5.3 EDB private container registry

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ **クラスター** オペレーターのイメージおよびさまざまなオペランドは、`docker.enterprisedb.com` の下のプライベートコンテナイメージレジストリに保持されます。

> **注釈**
>
> プライベートレジストリからオペレーターとオペランドをインストールする場合、 *License and License keys* は必要ありません。

5.3.1 リポジトリ情報

次の情報を収集します。

1. あなたの EDB account token
2. リポジトリの名前は `k8s` になります
3. リポジトリーサーバー `docker.enterprisedb.com` になります

明確にするために、次の例では、トークンが `EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN` という名前の環境変数にあることを前提としています。

docker login を使用した例

ターミナルから Docker を介してログインできます。この文脈では、

- サーバーは docker.enterprisedb.com です
- ユーザー名はリポジトリ k8s です
- パスワードは EDB アカウントトークン $EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN に保存されています

```
docker login docker.enterprisedb.com  \
  --username k8s \
  --password "$EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN"
__OUTPUT__
WARNING! Using --password via the CLI is insecure. Use --password-stdin.
Login Succeeded
```

5.3.2 オペランドイメージ

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、同じプライベートレジストリから利用可能なイメージを含むさまざまな PostgreSQL ディストリビューションをサポートしています。

- コミュニティ PostgreSQL
- EDB Postgres Advanced EPAS
- EDB Postgres Extended PGE

これらのイメージは、 *Container Image Requirements* で説明されている要件と規則に従います。

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster ドキュメントのページ。

以下の表では、各 Postgres ディストリビューションのイメージ名前の接頭辞を見つけることができます。

Postgres distribution	Image name
Community PostgreSQL	*postgresql*
EDB Postgres Extended (PGE)	*edb-postgres-extended*
EDB Postgres Advanced (EPAS)	*edb-postgres-advanced*

5.3.3 EPAS または PGE オペランドを使用してクラスターを展開する方法

プライベートレジストリから EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスターオペレーターを既にインストールしている場合、イメージプルシークレットを既に設定している必要があります。まだの方は、次のセクションに興味があるかもしれません。

オペレーターの既存のインストールがある場合、プライベートレジストリから EPAS または PGE のイメージをプルするには、kubernetes.io/dockerconfigjson を作成する必要があります。

create a pull secret from credentials ができます。

```
kubectl create secret docker-registry registry-pullsecret \
  -n <CLUSTER-NAMESPACE> --docker-server=docker.enterprisedb.com \
  --docker-username=k8s \
  --docker-password="$EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN"
```

前述のように、docker-username はレジストリの名前つまり k8s です。 docker-password は、EDB portal から取得したトークンです。

プルシークレットが作成されたら、クラスターマニフェストの imageName に加えて imagePullSecrets フィールドを忘れずに設定します。以下のマニフェストは、 PG Extended を実行するクラスターを作成します。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-extended-cluster
spec:
  instances: 3
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-extended:18.1-standard-ubi9
  imagePullSecrets:
  - name: registry-pullsecret

  storage:
    storageClass: standard
    size: 1Gi
```

5.3.4 EDB プライベートレジストリを使用してオペレーターをインストールする方法

前述のように、docker の **ユーザー名** はリポジトリの名前であり、トークンは**パスワード** です。 kubernetes は、kubernetes.io/dockerconfigjson を設定することにより、同じ資格情報を使用してレジストリにアクセスできます。

installation document で述べたように、オペレーターをインストールするにはいくつかの異なる方法があります。

プライベートレジストリからのイメージを使用してインストールする場合は、前述のようにプルシークレットを作成し、展開マニフェストの OPERATOR_IMAGE_NAME パラメーターをカスタマイズする必要があります。

インストールには Helm チャートを使用することをお勧めします。これにより、プルシークレットの作成とオペレーターイメージリポジトリのカスタマイズが行われます。

詳細については、 Helm chart ページをご覧ください。

例として、次のコマンドトークンを提供すると、EDB EnterpriseDB プランのリポジトリを使用する場合、{{name.abbr}}オペレーターをインストールします。

```
helm upgrade --install edb-pg4k \
  --namespace postgresql-operator-system \
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  --create-namespace \
  --set image.repository=docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-for-cloudnativepg \
  --set image.imageCredentials.username=k8s \
  --set image.imageCredentials.password="$EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN" \
  --set image.imageCredentials.create=true \
  --set "imagePullSecrets[0].name"=postgresql-operator-pull-secret \
  --set config.data.PULL_SECRET_NAME=postgresql-operator-pull-secret \
  edb/edb-postgres-for-kubernetes
```

5.4 Red Hat OpenShift

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、

Red Hat OpenShift Container Platform (OCP) version 4.x で実行することが認定されています

Red Hat Catalog から直接利用できます。

このセクションの目的は、組織のセキュリティとアクセス制御ポリシーに基づいて、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI の最適なインストール方法を決定するのを助けることです。

最初の重要なステップは、OpenShift 環境での PostgreSQL クラスターの **アーキテクチャ** をデザインすることです。

アーキテクチャが明確になったら、インストールを続行できます。CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、次の方法でインストールおよび管理できます。

- *Web* **コンソールを介したインストール**
- フル制御の場合、oc と呼ばれる OpenShift command-line interface (CLI)

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、OpenShift で定義された使用可能なインストールモードをすべてサポートしています。

- クラスタ全体、すべての名前空間
- ローカル、単一の名前空間
- ローカル、複数の名前空間を監視する oc を使用してのみ使用可能

> **注釈**
>
> プロジェクトは、追加のアノテーションを備えた Kubernetes 名前空間であり、一般のユーザーのリソースへのアクセスが管理される中心的な手段です。

ほとんどの場合、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI のデフォルトのクラスター全体のインストールが推奨され、PostgreSQL クラスターの集中管理または委任管理 RBAC 定義に従って特定のユーザー/プロジェクトに制限されます *OpenShift* **の重要な概念** を参照してください

および以下の **ユーザーと権限**)。

Default cluster roles より、 *cluster-admin* は*「プロジェクトで任意のアクションを実行できるスーパーユーザー。ローカルバインディングでユーザーにバインドされると、プロジェクト内のすべてのリソースのクォータとすべてのアクションを完全に制御します。」*。

5.4.1 アーキテクチャ

汎用 *Kubernetes/PostgreSQL architecture page* に含まれているのと同じ概念

同様に OpenShift を適用します。

ここでも、重要な要素は、OpenShift 環境のアベイラビリティーゾーンまたはデータセンターの数です。

Disaster Recovery Strategies for Applications Running on OpenShift で概説されている

ステートフルアプリケーションについて 2020 年に Raffaele Spazzoli が書いたブログ記事、CloudNativePG™ クラスターの EDB Postgres ® AI を完全に活用するには、3 つ以上のアベイラビリティーゾーンにまたがる OpenShift クラスターを計画、設計、実装する必要があります。これは、ほとんどのパブリッククラウドプロバイダーの展開では問題を引き起こすことはありませんが、オンプレミスのシナリオでは間違いなく課題です。

OpenShift クラスターに **1 つのアベイラビリティーゾーン**のみの場合、そのゾーンは高可用性の観点からの単一ポイント障害 SPoF です。シェアナッシングアーキテクチャを賢明に採用し、PostgreSQL クラスターが次のことを確認している場合。少なくとも 1 つのスタンバイ同期レプリケーションを使用する場合は 2 つ、および各 PostgreSQL インスタンスは別のストレージを使用する別の Kubernetes ワーカーノードで実行されていること。継続的なバックアップデータが OpenShift クラスターの外部のストレージサービスに追加で保存されることを確認して、データセンターを超えてディザスターリカバリー操作を実行できます。

ほとんどの場合、アクティブ/パッシブ戦略では、同じ大都市圏または別のリージョンの別のデータセンターに別の OpenShift クラスターが存在します。特集ページで説明しているように、これは主にディザスターリカバリーソリューションであることを理解した上で、独立した **レプリカクラスター** をセットアップできます。非常に効果的ですが、手動介入を必要とするいくつかの制限があります。カスケード方法でも、同じソリューションを追加の OpenShift クラスターに適用できます。

一方、OpenShift クラスターがリージョン内の**マルチプルのアベイラビリティーゾーン**にまたがる場合、復元力と自己修復のためのオペレーターの機能を完全に活用でき、リージョンは SPoF になることができます。つまり、リージョン全体を停止して、クラスターをダウンさせます。さらに、前述のように、レプリカクラスターを設定することにより、さまざまなリージョンの複数の OpenShift クラスターを利用できます。

PostgreSQL ワークロードのノードの予約

PostgreSQL データベース操作で最適なパフォーマンスとリソース割り当てを得るには、本番で特定のワーカーノードを `postgres` 専用に割り当てて、PostgreSQL ワークロードを分離することを強くお勧めします。これは、単一のアベイラビリティーゾーンで動作しているか、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にかかわらず、特に重要です。

PostgreSQL ワークロードの実行専用の OpenShift のワーカーノードは、通常 **Postgres ノード** または `postgres` ノードと呼ばれます。

この専用のアプローチにより、PostgreSQL ワークロードが他のアプリケーションとリソースを競合しないことが保証され、安定性とパフォーマンスの向上につながります。

詳細については、 *PostgreSQL* **ワークロードのノードの予約** を参照してください。

ドキュメント。OpenShift で作業する場合の主な違いは、以下で説明するように、ラベルとテイントがノードに適用される方法に関係します。

ノードを postgres ノードとしてラベル付けするには、次のコマンドを実行します。

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

postgres テイントをノードに適用するには、次のコマンドを使用します。

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

ノードを正しくラベル付けとテインメントすることにより、アフィニティと寛容を介してこれらの専用ノードで PostgreSQL ワークロードのみがスケジュールされ、データベース環境の安定性とパフォーマンスが強化されます。

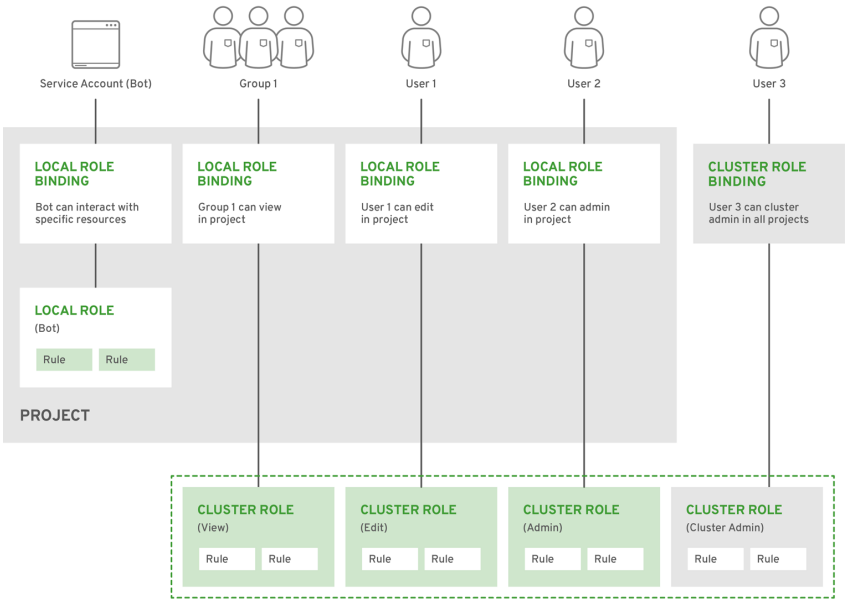
5.4.2 OpenShift の重要な概念

CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI が OpenShift 環境にどのように適合するかを理解するには、次の Kubernetes 関連のトピックに精通する必要があります。

- オペレーター
- 認証
- ロールベースのアクセス制御 RBAC を介した承認
- サービスアカウントとユーザー
- ルール、ロール、およびバインディング
- プロジェクトを介したクラスター RBAC とローカル RBAC

これは、オペレーターのデフォルトのクラスター全体のインストールで必要とされる昇格した権限に慣れていない場合に特に当てはまります。

また、クラスターロール、ローカルロール、クラスターロールバインディング、ローカルロールバインディング、ユーザー、グループ、サービスアカウント間の関係を明確に示しているため、OpenShift ドキュメントから以下の図を選択しました。



OPENSHIFT_415489_0218 以下の *Predefined RBAC objects* には、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI が Kubernetes および OpenShift RBAC 実装にどのように準拠しているかに関する重要な情報が含まれており、デフォルトでインストールされているクラスターロール、ロール、サービスアカウントをカバーしています。

上記の概念に精通している場合は、選択したインストール方法に直接進むことができます。それ以外の場合、OpenShift ドキュメントと Red Hat ブログから取得した次のリソースを読むことをお勧めします。

-

Operator Lifecycle Manager (OLM) concepts and resources

-

Understanding authentication

-

Role-based access control (RBAC)
、承認のルール、ロール、バインディング、およびプロジェクトを介したクラスター RBAC とローカル RBAC をカバー

-

Default project service accounts and roles

- With Kubernetes Operators comes great responsibility

クラスターサービスバージョン CSV

技術的には、オペレーターは、EDB によって定義されたクラスターサービスバージョン CSV に従って、Operator Lifecycle ManagerOLM を介して OpenShift で実行されるように設計されています。

CSV は、ユーザーインターフェイス Web ダッシュボードから利用可能だけでなく、オペレーターが必要とする RBAC ルール、およびオペレーターが定義および所有するカスタムリソースたとえば `Cluster` などを定義する YAML マニフェスト。CSV は、オペレーターの使用可能な `installModes` 、つまり `AllNamespaces`

クラスター全体、SingleNamespace シングルプロジェクト、MultiNamespace マルチプロジェクト、および OwnNamespace も定義します。

Operator group membership を読むと、CSV とインストールモードの詳細を見つけることができます

と Defining cluster service versions (CSVs)

OpenShift ドキュメントより。

マルチテナント管理の制限

Red Hat OpenShift Container Platform は、単一のクラスターにオペレーターのさまざまなバリエーションを同時にインストールすることに対する限定的なサポートを提供します。他のオペレーターと同様に、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、コントロールプレーンの拡張機能になります。コントロールプレーンは OpenShift クラスターのすべてのテナントプロジェクトの間で共有されるため、オペレーターもマルチテナント環境では共有リソースになります。

Operator Lifecycle ManagerOLM は、異なる名前空間にオペレーターを複数回インストールできますが、1 つの重要な制限があります。すべてが同じ API バージョンのオペレーターを共有する必要があります。

詳細は、Operator groups を参照してください。

OpenShift ドキュメント。

5.4.3 チャンネル

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、次の OLM channels を介して配布されます。それぞれが明確な目的を果たします。

- candidate このチャンネルは、次の潜在的な fast リリースへの早期アクセスを提供します。これには、新機能と修正を含む最新のプレリリースバージョンが含まれていますが、実験的であると考えられており、サポートされていません。このチャネルは、テストと検証の目的にのみ使用します。**運用環境ではない**。 candidate のバージョンは、それ以上の更新が推奨されない場合、他のチャンネルに表示されない場合があります。
- fast 最新の安定した機能とパッチにタイムリーにアクセスしたいユーザー向けに設計されています。fast チャネルのヘッドは、常に Kubernetes 用 EDB Postgres の最新の**マイナーリリース** の最新の **パッチリリース** を指します。
- stable fast に似ていますが、現在 EDB の長期サポート LTS ポリシーのの下で最新の**マイナーリリース**に制限されています。継続的な安定性とメンテナンスの恩恵を受けながら、予測可能な更新と公式サポートを必要とするユーザー向けに設計されています。
- stable-vX.Y 特定のマイナーバージョンたとえば stable-v1.26 内の最新のパッチリリースを追跡します。これらのチャネルは、安定したマイナーリリース内のバージョンの固定と予測可能な更新を必要とする環境に最適です。

fast および stable チャンネルは複数のマイナーバージョンにまたがる場合がありますが、各 stable-vX.Y チャンネルは特定のマイナーリリース内のパッチ更新に制限されています。

CloudNativePG™クラスター用の EDB Postgres ® AI は、**トランクベースの開発** および **継続的デリバリー**の原則に従います。その結果、一般的には fast チャンネルを使用して、最新の安定した改善と修正で最新の状態を保つことをお勧めします。

5.4.4 Web コンソールを介したインストール

EDB プライベートレジストリへのアクセスの保証

Central Migration Guide に従います。

OpenShift インストールは、プライベートリポジトリに保持されているオペランドとオペレータイメージにアクセスするためにプルシークレットを使用します。

プライベートリポジトリへの資格情報を取得したら、 `openshift-operators` 名前空間に次の名前のプルシークレットを作成する必要があります。

- `postgresql-operator-pull-secret` 、EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ クラスターオペレーターイメージの場合

Get your token で説明しているように、 `<TOKEN>` を EDB アカウントのリポジトリトークンに置き換えることにより、 `oc create` コマンドを使用してこのシークレットを作成できます。

```
oc create secret docker-registry postgresql-operator-pull-secret \
  -n openshift-operators \
  --docker-server=docker.enterprisedb.com \
  --docker-username=k8s \
  --docker-password="<TOKEN>"
```

CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI は、OpenShift ダッシュボードから Red Hat OperatorHub で直接見つけることができます。

1. Web コンソールで `Operators -> OperatorHub` ページに移動します。
2. `Database` セクションをスクロールするか、`Filter by keyword` ボックスこの場合は「PostgreSQL」にキーワードを入力して、CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI を見つけて、選択します。
3. Operator に関する情報を読み、 `Install` を選択します。
4. 次の `Operator installation` ページでは、以下を選択することを想定しています。
   - インストールモード **クラスター全体のインストール** または **単一プロジェクトのインストール** installation
   - 更新チャンネル詳細については **チャンネル** を参照してください-不明な場合は `fast` を選択します
   - 承認戦略、マーケットプレイスでの入手可能状況に従って Red Hat によって認定されたオペレーターの新しいリリース
   - `Automatic` OLM は、実行中のオペレーターを新しいバージョンに自動的にアップグレードします
   - `Manual` `Installed Operators` セクションで承認を必要とすることにより、OpenShift は人間の介入を待機します

edb_excla_notran_8 If you are running with OpenShift 4.20 or later, OperatorHub has been integrated into the Software Catalog. In the web console, navigate to `Operators -> Software Catalog` and select a Project to

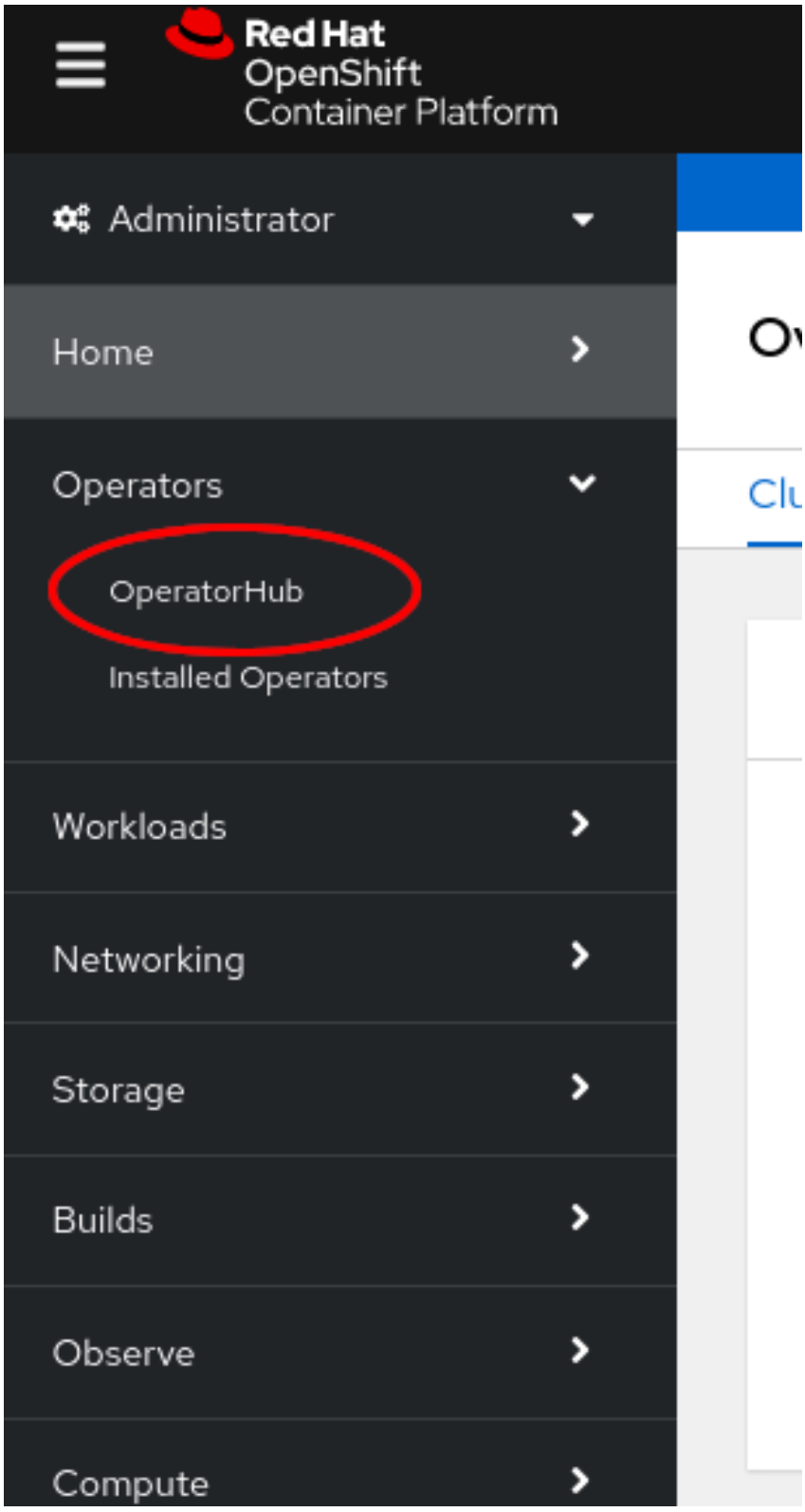


図 1: Menu OperatorHub

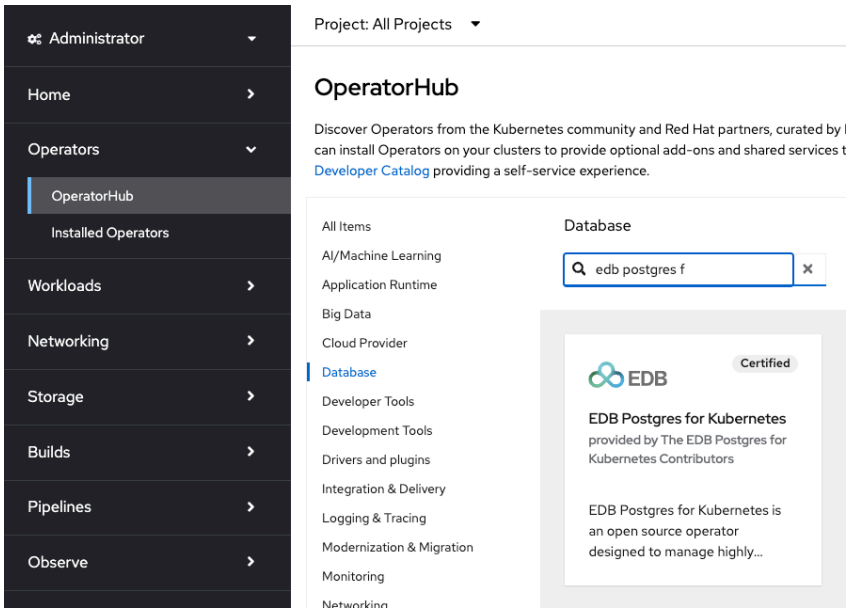
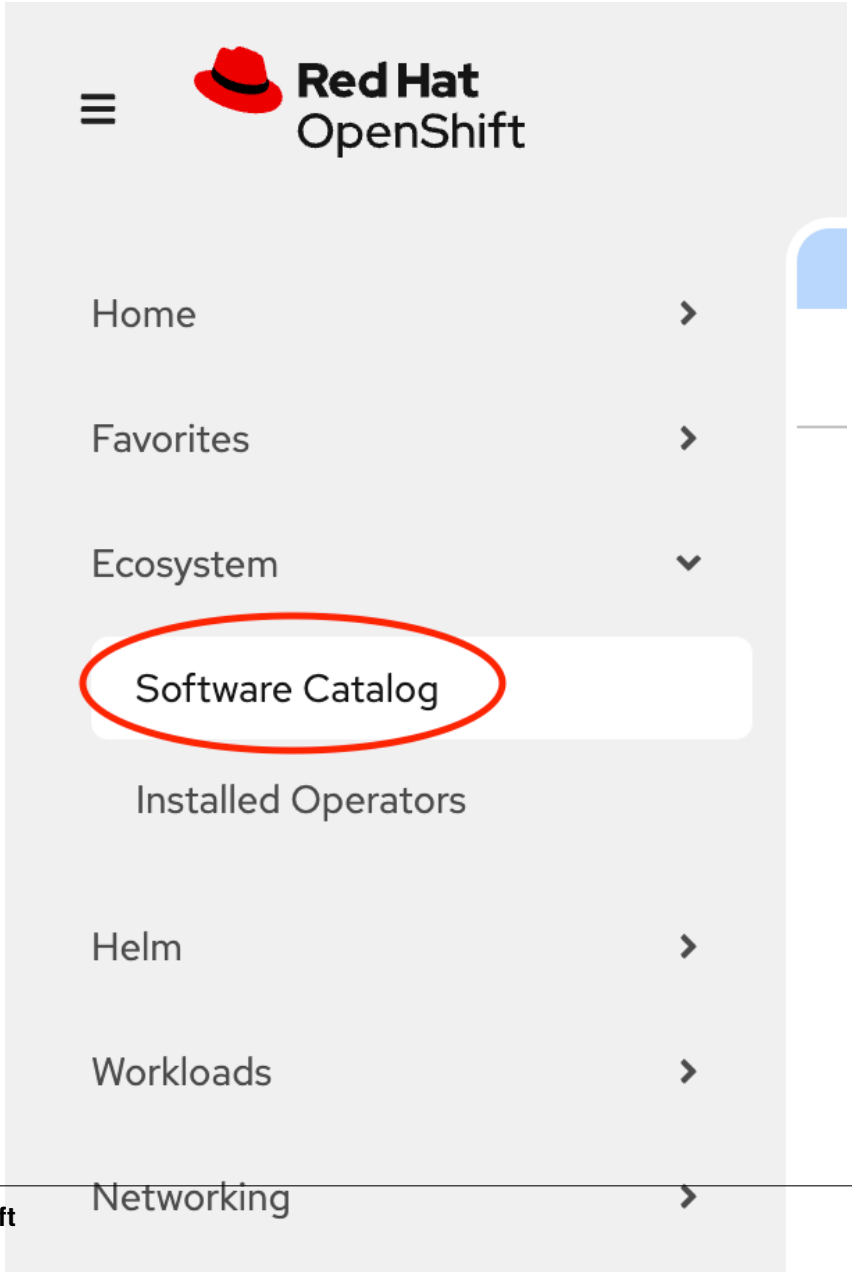


図 2: Install OperatorHub



オペレーターのクラスター全体とローカルインストールの選択は、重要なターニングポイントです。既存のローカルインストールを使用してオペレーターをグローバルにインストールしようとすると、以下のエラーがスローされることによりブロックされます。続行する場合は、最初にオペレーターのすべてのローカルインストールを削除する必要があります。

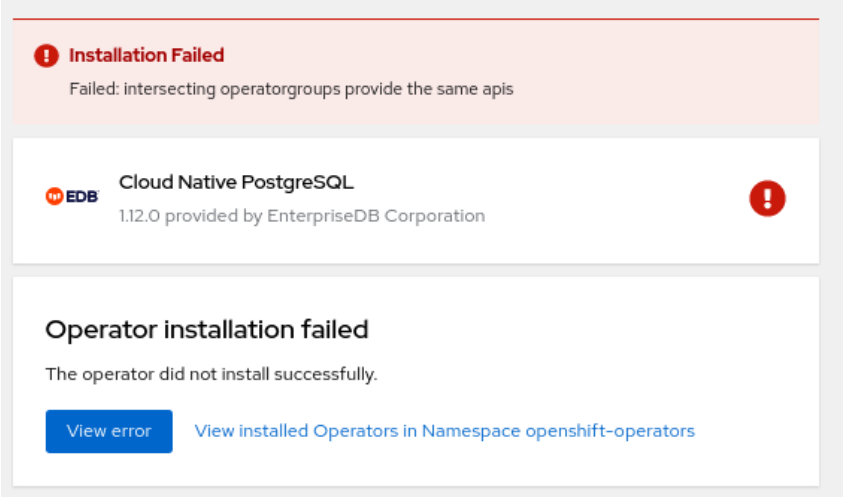


図 3: Install failing

クラスター全体のインストール

クラスター全体のインストールでは、OpenShift にオペレーターをデフォルトの `openshift-operators` 名前空間にインストールし、クラスター内のすべてのプロジェクトで利用できるようにします。これは、CloudNativePG™クラスターに EDB Postgres ® AI をインストールするためのデフォルトであり、通常推奨されるアプローチです。

> **警告**
>
> これは、OpenShift クラスター内のすべてのユーザーが CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI を使用でき、*Cluster* オブジェクトをデプロイし、または独自の名前空間で実行されている `Cluster` オブジェクトを表示できることを意味するわけではありません。 CloudNativePG™クラスターの管理対象カスタムリソース主に `Cluster` の EDB Postgres ® AI と対話するためには、ユーザーが名前空間に必要な特別なロールがいくつかあります。詳細は **ユーザーと権限** を参照してください。

Web コンソールから、`Installation mode` として `All namespaces on the cluster (default)` を選択します。

その結果、演算子はすべての名前空間で可視されます。それ以外の場合は、他の OpenShift オペレーターと同様に、さらにトラブルシューティングを行う問題を報告している `Workloads` → `Pods` ページの `openshift-operators` プロジェクトのポッドのログを確認します。

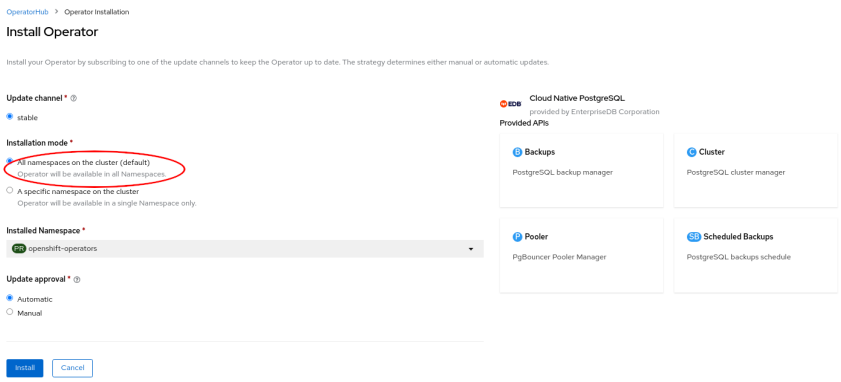


図 4: Install all namespaces

単一プロジェクトのインストール

単一プロジェクトのインストールでは、OpenShift に Operator を特定の名前空間にインストールし、そのプロジェクトのみで使用できるようにします。

> **警告**
>
> これは、名前空間内のすべてのユーザーが CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI を使用できる、*Cluster* オブジェクトを展開できる、または名前空間で実行されている `Cluster` オブジェクトを表示できることを意味するわけではありません。クラスター全体のインストールモードと同様に、CloudNativePG™クラスターの管理対象カスタムリソース主に `Cluster` の EDB Postgres ® AI と対話するためには、ユーザーが名前空間に必要な特別なロールがいくつかあります。 **ユーザーと権限** を参照してください。

詳細については。

Web コンソールから、 `Installation mode` として `A specific namespace on the cluster` を選択し、ターゲット名前空間この例では `proj-dev` を選択します。

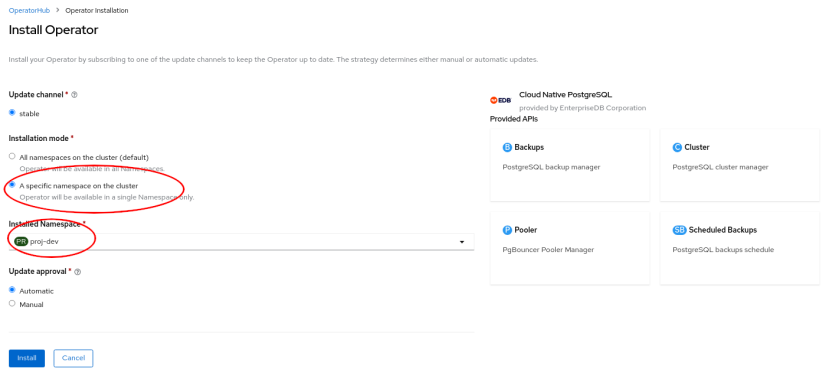


図 5: Install one namespace

その結果、演算子は選択した名前空間でのみ可視されます。これは、`Installed operators` ページから確認できます。

問題が発生した場合は、 `Workloads` → `Pods` ページから、さらにトラブルシューティングを行う問題を

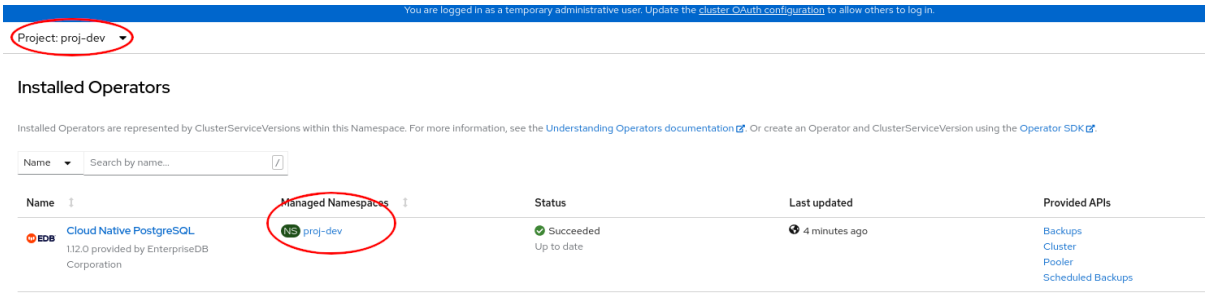


図 6: Install one namespace list

報告している、選択したインストール名前空間のポッドのログを確認します。

このインストールプロセスは、同じ OpenShift クラスター内の複数の名前空間で繰り返すことができ、さまざまなプロジェクトにオペレーターを独立してインストールできます。この場合、**マルチテナント管理の制限** を必ず読んでください。

5.4.5 oc CLI を介したインストール

oc コマンドラインインターフェイスのインストール方法については、

Central Migration Guide に従います。

OpenShift Container Platform Web コンソールを使用する代わりに、OperatorHub から CloudNativePG™ Cluster Operator の EDB Postgres ® AI をインストールし、 oc コマンドラインインターフェイスを使用してサブスクリプションを作成できます。oc CLI を介して、すべての名前空間、単一の名前空間または複数の名前空間にオペレーターをインストールできます。

> **警告**
>
> 複数の名前空間のインストールは、現在 OpenShift でサポートされています。ただし、

definition of multiple target namespaces for an operator may be removed in future versions of OpenShift .

このセクションでは、主に `OperatorGroup` および `Subscription` オブジェクトを作成することによる、簡単な例を使用して複数のプロジェクトへのオペレーターのインストールについて説明します。

> **注釈**
>
> この例では、オペレーターを `my-operators` 名前空間にインストールし、*web-staging* 、*web-prod* 、*bi-staging* 、および `bi-prod` 名前空間でのみ使用できるようにします。プロジェクトの名前を自由に変更するか、名前空間を追加/削除します。

1. `cloud-native-postgresql` オペレーターが OperatorHub から利用できることを確認します。

```
oc get packagemanifests -n openshift-marketplace cloud-native-postgresql
```

2. オペレーターを検査して、インストールモード特に MultiNamespace と使用可能なチャネルを確認します。

```
oc describe packagemanifests -n openshift-marketplace cloud-native-postgresql
```

3. web-staging 、web-prod 、bi-staging 、および bi-prod 名前空間をターゲットとするように、my-operators 名前空間に OperatorGroup オブジェクトを作成します。

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: cloud-native-postgresql
  namespace: my-operators
spec:
  targetNamespaces:
  - web-staging
  - web-prod
  - bi-staging
  - bi-prod
```

Target namespace selection で説明しているように、ラベルセレクターを使用して名前空間をリストすることもできます。 !!!

4. my-operators 名前空間に Subscription オブジェクトを作成して、 openshift-marketplace の certified-operators ソースで使用可能な cloud-native-postgresql 演算子の fast チャネルをサブスクライブします 前に手順 1 および 2 で見つけたとおり。

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: cloud-native-postgresql
  namespace: my-operators
spec:
  channel: fast
  name: cloud-native-postgresql
  source: certified-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
```

5. OperatorGroup および Subscription オブジェクトの上記の YAML ファイル定義で oc apply -f を使用します。

このセクションで説明する方法は、 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスターの事前定義された ClusterRole s を選択した名前空間の特定のユーザーにマッピングできるため、適切な RoleBinding オブジェクトと組み合わせて非常に強力です。

注釈

上記の手順は、単一のプロジェクトのバインドに使用することもできます。唯一の違いは、指定された

ターゲット名前空間の数 1 つと、場合によっては演算子グループの名前空間理想的にはターゲット名前空間と同じです。

上記の操作の結果は、以下の画像に示すように、Web コンソールから確認することもできます。

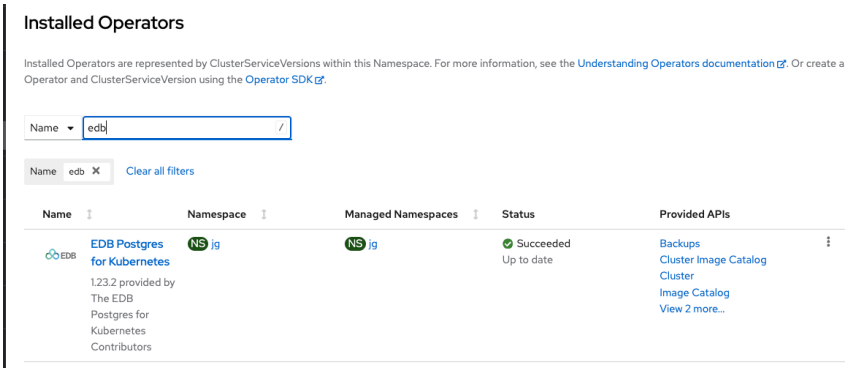


図 7: Multi namespace installation displayed in the web console

oc を使用したクラスター全体のインストール

必要に応じて、 oc を使用してオペレーターをグローバルにインストールし、openshift-operators 名前空間の global-operators と呼ばれるデフォルトの OperatorGroup を利用し、同じ名前空間の cloud-native-postgresql オペレーターの新しい Subscription オブジェクトを作成することもできます。

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: cloud-native-postgresql
  namespace: openshift-operators
spec:
  channel: fast
  name: cloud-native-postgresql
  source: certified-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
```

上記の YAML ファイルで oc apply -f を実行すると、すべての名前空間で演算子を使用できるようになります。

OpenShift CLI oc のインストール

oc コマンドは、OpenShift コマンドラインインターフェイス CLI を表します。システムにインストールすることを強くお勧めします。以下に、OpenShift ダッシュボードから oc をインストールするための基本的な手順を示します。

最初に、ダッシュボードの右上隅にあるクエスチョンマークを選択します。

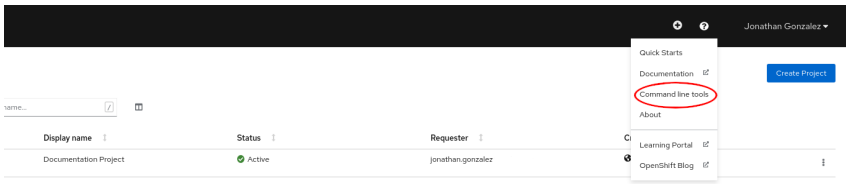


図 8: Command Line Tools menu

次に、表示される指示に従って、オペレーティングシステムとアーキテクチャの点でニーズに合ったバイナリをダウンロードします。

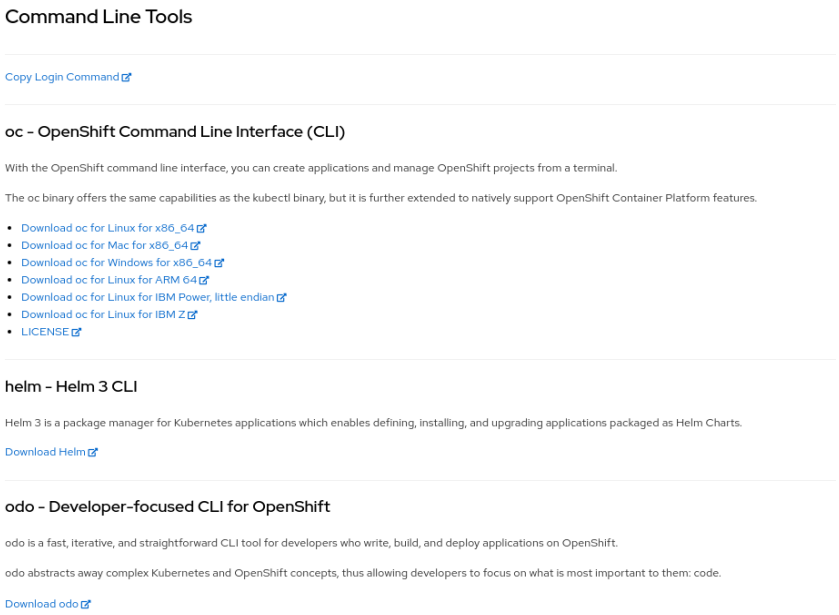


図 9: Command Line Tools

OpenShift CLI documentation を参照してください。

Red Hat によって直接保守されています。

5.4.6 事前定義された RBAC オブジェクト

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI には、RBAC ポリシー構成に関して重要な役割を担うリソースの事前定義されたセットが付属しています。

カスタムリソース定義 CRD

CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI は、次のカスタムリソース定義 CRD を所有しています。

- `Backup`
- `Cluster`
- `Pooler`

- ScheduledBackup
- ImageCatalog
- ClusterImageCatalog

これは、次を実行して確認できます。

```
oc get customresourcedefinitions.apiextensions.k8s.io | grep postgresql
```

これは、次のようなものを返します。

```
backups.postgresql.k8s.enterprisedb.io                              20YY-MM-DDTHH:MM:SSZ
clusterimagecatalogs.postgresql.k8s.enterprisedb.io                 20YY-MM-DDTHH:MM:SSZ
clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io                             20YY-MM-DDTHH:MM:SSZ
imagecatalogs.postgresql.k8s.enterprisedb.io                        20YY-MM-DDTHH:MM:SSZ
poolers.postgresql.k8s.enterprisedb.io                              20YY-MM-DDTHH:MM:SSZ
scheduledbackups.postgresql.k8s.enterprisedb.io                     20YY-MM-DDTHH:MM:SSZ
```

サービスアカウント

オペレーターがインストールされている名前空間デフォルトでは openshift-operators には、次の事前定義されたサービスアカウントが含まれています。builder 、default 、deployer 、そして最も重要な postgresql-operator-manager CSV によって管理されます。

これは、次を実行して確認できます。

```
oc get serviceaccounts -n openshift-operators
```

これは、次のようなものを返します。

```
NAME                            SECRETS   AGE
builder                         2         ...
default                         2         ...
deployer                        2         ...
postgresql-operator-manager     2         ...
```

default サービスアカウントは、Kubernetes によって自動的に作成され、すべての名前空間に存在します。builder および deployer サービスアカウントは、OpenShift によって自動的に作成されます

Default project service accounts and roles を参照してください。

postgresql-operator-manager サービスアカウントは、クラウドネイティブの PostgreSQL クラスターを管理する際に Kubernetes / OpenShift コントロールプレーンの一部として動作するために使用されるサービスアカウントです。

クラスターロール

Operator Lifecycle ManagerOLM は、クラスターロールオブジェクトのセットを自動的に作成して、ロールバインディング定義と RBAC ポリシーの詳細な実装を促進します。一部のクラスターロールには、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI の一部であるカスタムリソース定義に適用されるルールがありますが、より広範な Kubernetes / OpenShift レルムの一部であるものもあります。

CloudNativePG™クラスター CRD の EDB Postgres AI のクラスターロール

every CRD owned by EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster' CSV の場合、OLM は、顧客対応ユーザーおよびサービスアカウントが使用できるいくつかの事前定義されたクラスターロールを展開します。特に

- リソースの完全な管理のためのロール `admin` サフィックス
- リソースを編集するロール `edit` サフィックス
- リソースを表示するロール `view` サフィックス
- 実際の CRD `crdview` サフィックスを表示するロール

次を実行して、事前定義されたクラスターロールのリストを確認できます。

```
oc get clusterroles | grep postgresql
```

これは、次のようなものを返します。

```
backups.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin                    YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
backups.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-crdview                  YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
backups.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-edit                     YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
backups.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-view                     YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
cloud-native-postgresql.VERSION-HASH                               YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
clusterimagecatalogs.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin       YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
clusterimagecatalogs.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-crdview     YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
clusterimagecatalogs.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-edit        YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
clusterimagecatalogs.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-view        YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin                   YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-crdview                 YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-edit                    YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-view                    YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
imagecatalogs.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin              YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
imagecatalogs.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-crdview            YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
imagecatalogs.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-edit               YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
imagecatalogs.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-view               YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
poolers.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin                    YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
poolers.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-crdview                  YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
poolers.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-edit                     YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
poolers.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-view                     YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
scheduledbackups.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin           YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
scheduledbackups.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-crdview       YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
scheduledbackups.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-edit          YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
scheduledbackups.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-view          YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ
```

get コマンドを使用して、他の Kubernetes リソースと同様に、実際のロールを検査できます。例

```
oc get -o yaml clusterrole clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin
```

以下の関連するスキミング出力を見ると、clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin クラスターロールが、 postgresql.k8s.enterprisedb.io API グループで定義された cluster リソースのすべてを有効にしていることがわかります。

```
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRole
metadata:
  name: clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin
rules:

- apiGroups:
  - postgresql.k8s.enterprisedb.io
  resources:
  - clusters
  verbs:
  - *
```

Kubernetes CRD のクラスターロール

特定の名前空間に Subscription オブジェクトをインストールすると、オペレーターのクラスター全体のインストールの openshift-operators など、OLM は、オペレーターが使用する postgresql-operator-manager サービスアカウントに権限を付与するために使用されるクラスターロールも作成します。このクラスターロールの名前は、インストールされたオペレーターのバージョンとインストール時間によって異なるため、異なります。

次のコマンドを実行して、取得できます。

```
oc get clusterrole --selector=olm.owner.kind=ClusterServiceVersion
```

次に、上記のクエリーで返された名前は cloud-native-postgresql.VERSION-HASH のフォームを持つ必要がありますを使用して、 describe コマンドを介してルール、リソース、および動詞を確認できます。

```
oc describe clusterrole cloud-native-postgresql.VERSION-HASH
```

```
Name:         cloud-native-postgresql.VERSION.HASH
Labels:       olm.owner=cloud-native-postgresql.VERSION
              olm.owner.kind=ClusterServiceVersion
              olm.owner.namespace=openshift-operators
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
              operators.coreos.com/cloud-native-postgresql.openshift-operators=
Annotations:  <none>
PolicyRule:
  Resources                                                  Non-Resource URLs ␣
↪Resource Names  Verbs
  ---------                                                  -----------------  ---
↪-----------  -----
  configmaps                                                 []                 []
              [create delete get list patch update watch]
  secrets                                                    []                 []
              [create delete get list patch update watch]
  services                                                   []                 []
              [create delete get list patch update watch]
  deployments.apps                                           []                 []
              [create delete get list patch update watch]
  poddisruptionbudgets.policy                                []                 []
              [create delete get list patch update watch]
  backups.postgresql.k8s.enterprisedb.io                     []                 []
              [create delete get list patch update watch]
  clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io                    []                 []
              [create delete get list patch update watch]
  poolers.postgresql.k8s.enterprisedb.io                     []                 []
              [create delete get list patch update watch]
  scheduledbackups.postgresql.k8s.enterprisedb.io            []                 []
              [create delete get list patch update watch]
  persistentvolumeclaims                                     []                 []
              [create delete get list patch watch]
  pods/exec                                                  []                 []
              [create delete get list patch watch]
  pods                                                       []                 []
              [create delete get list patch watch]
  jobs.batch                                                 []                 []
              [create delete get list patch watch]
  podmonitors.monitoring.coreos.com                          []                 []
              [create delete get list patch watch]
  serviceaccounts                                            []                 []
              [create get list patch update watch]
  rolebindings.rbac.authorization.k8s.io                     []                 []
              [create get list patch update watch]
  roles.rbac.authorization.k8s.io                            []                 []
              [create get list patch update watch]
  leases.coordination.k8s.io                                 []                 []
              [create get update]
  events                                                     []                 []
              [create patch]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
mutatingwebhookconfigurations.admissionregistration.k8s.io    []                  []
            [get list update]
validatingwebhookconfigurations.admissionregistration.k8s.io  []                  []
            [get list update]
customresourcedefinitions.apiextensions.k8s.io                []                  []
            [get list update]
namespaces                                                    []                  []
            [get list watch]
nodes                                                         []                  []
            [get list watch]
clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io/status                []                  []
            [get patch update watch]
poolers.postgresql.k8s.enterprisedb.io/status                 []                  []
            [get patch update watch]
configmaps/status                                             []                  []
            [get patch update]
secrets/status                                                []                  []
            [get patch update]
backups.postgresql.k8s.enterprisedb.io/status                 []                  []
            [get patch update]
scheduledbackups.postgresql.k8s.enterprisedb.io/status        []                  []
            [get patch update]
pods/status                                                   []                  []
            [get]
clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io/finalizers            []                  []
            [update]
poolers.postgresql.k8s.enterprisedb.io/finalizers             []                  []
            [update]
```

オペレーターは、PostgreSQL 管理に関連する多くの操作を宣言的な方法で自動化します。それ以外の場合は、手動で命令的介入を必要とします。このような操作には、RBAC たとえばサービスアカウント、ポッドたとえばセキュリティコンテキスト制約など、および Postgres レベルたとえば TLS 証明書などのセキュリティ関連事項も含まれます。

オペレーターがこれらの昇格された権限を必要とする理由の詳細については、*Security / Cluster / RBAC* を参照してください。

5.4.7 ユーザーと権限

CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI を使用する非常に一般的な方法は、`cluster-admin` ロールに依存し、リソースを一元管理することです。

または、他のオペレーターまたはリソースと同様に、Kubernetes / OpenShift で利用可能な RBAC フレームワークを使用できます。

たとえば、他のクラウドネイティブアプリケーションと同様に、`clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin` クラスターロールを特定の名前空間の特定のグループまたはユーザーにバインドすることに

関心がある場合があります。次の例は、そのクラスターロールを web-prod プロジェクト内の特定のユーザーにバインドします。

```
kind: RoleBinding
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
metadata:
  name: web-prod-admin
  namespace: web-prod
subjects:
  - kind: User
    apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
    name: mario@cioni.org
roleRef:
  apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
  kind: ClusterRole
  name: clusters.postgresql.k8s.enterprisedb.io-v1-admin
```

他の事前定義された ClusterRole でも同じプロセスを繰り返すことができます。

一方、クラスターロールを使用したくない場合は、この例のように特定の名前空間ロールを作成できます。

```
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: Role
metadata:
  name: web-prod-view
  namespace: web-prod
rules:

- apiGroups:
  - postgresql.k8s.enterprisedb.io
  resources:
  - clusters
  verbs:
  - get
  - list
  - watch
```

次に、このロールを特定のユーザーに割り当てます。

```
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: RoleBinding
metadata:
  name: web-prod-view
  namespace: web-prod
roleRef:
  apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
  kind: Role
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  name: web-prod-view
subjects:

- apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
  kind: User
  name: web-prod-developer1
```

この最後の例では、その名前空間 web-prod のオペレーターによって管理されているすべてのリソースへの管理権限 verbs が* と等しいロールを作成します。

```
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: Role
metadata:
  name: web-prod-admin
  namespace: web-prod
rules:

- apiGroups:
  - postgresql.k8s.enterprisedb.io
  resources:
  - clusters
  - backups
  - scheduledbackups
  - poolers
  verbs:
  - *
```

5.4.8 ポッドセキュリティ標準

OpenShift の CloudNativePG™ クラスターの EDB Postgres ® AI は、restricted-v2 SCC SecurityContextConstraints と連携します。

オペレーターは、最初からセキュリティを重視して開発されたため、常に Red Hat 認定プロセスを遵守することに加えて、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、OpenShift 4.11 で導入された新しい SCC の下で動作します。

デフォルトでは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI はすべての機能をドロップします。これにより、ライフサイクル中にオペレーターが安全でない機能を利用しないことが保証されます。

OpenShift では、OpenShift 展開から各ポッドの SecurityContext.SeccompProfile を継承します。これは、Pod Security Admission Controller によって設定されます。

注釈

nonroot-v2 および `hostnetwork-v2` が制限の少ない SCC として認定されている場合でも、当社はそれらに対してテストを実行していないため、これらの SCC が動作することを保証できません。そうは言っ

ても、 *nonroot-v2* および `hostnetwork-v2` は `restricted-v2` のルールのサブセットであるため、これらが機能しないと信じる理由はありません。

5.4.9 プーラーイメージのカスタマイズ

デフォルトでは、 `Pooler` リソースは、`docker.enterprisedb.com/k8s/pgbouncer` イメージで実行される `pgbouncer` コンテナを持つポッドを作成します。

高度なインターフェイスからイメージ名を変更できます。具体的には、 “*Template*” セクションを開き、“*Spec* > *Containers*” の下で “*Add Container*” を選択します。

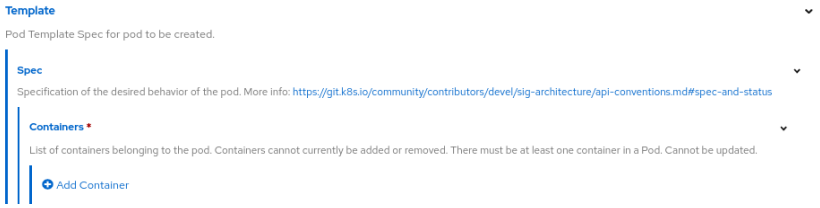


図 10: Pooler template

次に

- コンテナの名前として `pgbouncer` を設定しますポッドテンプレートの必須フィールド
- 必要に応じて “*Image*” フィールドを設定します以下の画像を参照してください。

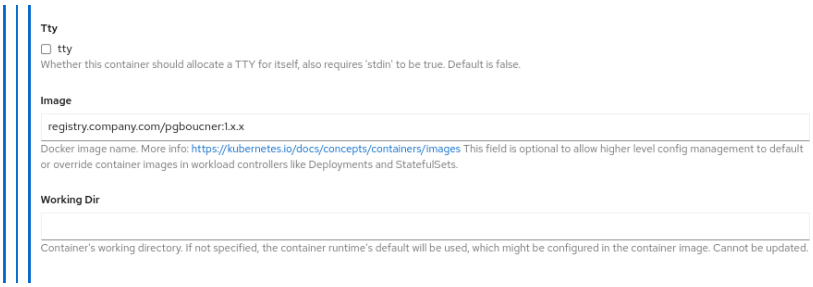


図 11: Pooler image

5.4.10 Velero の OADP

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ クラスターオペレーターは、 Velero を管理するために Openshift API for Data Protection オペレーターの使用を推奨します

OpenShift 環境。 CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI が Velero と統合される方法に関する具体的な詳細は、アドオンドキュメントの *Velero section* で見つけることができます。

OADP operator

は、EDB で直接サポートされていないコミュニティオペレーターです。OADP オペレーターは、 EDB Postgres で Velero を使用する必要はありませんが、OpenShift に Velero をインストールする便利な方法です。

5.4.11 モニタリングとメトリック

OpenShift には、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI を含むユーザー定義プロジェクトに活用できる Prometheus インストールが含まれています。

Grafana は OpenShift に含まれなくなったため、Grafana 統合はこのガイドの範囲外です。

このセクションでは、デフォルトの OpenShift インストールを活用して、基本的なオブザーバビリティを開始する方法を示します。

OpenShift monitoring stack overview を参照してください。

さらなる背景については。

OpenShift 構成によっては、CloudNativePG™ Cluster クラスターの EDB Postgres ® AI をモニタする前に、少しのセットアップを行う必要がある場合があります。

OpenShift を enable monitoring for user-defined projects に構成する必要があります。

おそらく OpenShift 管理者に、インストールに `cluster-monitoring-config` configMap があるかどうか、存在する場合はユーザーワークロードモニタリングが有効になっているかどうかを確認する必要があります。

この `configMap` の存在を確認できます。`openshift-monitoring` 名前空間にある必要があることに注意してください。

```
oc -n openshift-monitoring get configmap cluster-monitoring-config
```

ユーザーワークロードモニタリングを有効にするには、構成マップを `oc apply` または `oc edit` 次のようにすることができます。

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: cluster-monitoring-config
  namespace: openshift-monitoring
data:
  config.yaml: |
    enableUserWorkload: true
```

`enableUserWorkload` を設定すると、複数の監視コンポーネントが `openshift-user-workload-monitoring` 名前空間に作成されます。

```
$ oc -n openshift-user-workload-monitoring get pod
NAME                                   READY   STATUS    RESTARTS   AGE
prometheus-operator-58768d7cc-28xb5    2/2     Running   0          5h10m
prometheus-user-workload-0             6/6     Running   0          5h10m
prometheus-user-workload-1             6/6     Running   0          5h10m
thanos-ruler-user-workload-0           3/3     Running   0          5h10m
thanos-ruler-user-workload-1           3/3     Running   0          5h10m
```

これで、メトリックを有効にしているクラスターからメトリックを表示できるようになります。

たとえば、 foo 名前空間での監視を使用して次のクラスターを作成できます。

```
kubectl apply -n foo -f - <<EOF
- --
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-with-metrics
spec:
  instances: 3

  storage:
    size: 1Gi

  monitoring:
    enablePodMonitor: true
EOF
```

これで、この例でインストールされるデフォルトのメトリックを照会できるようになります。OpenShift の Observe セクション開発者パースペクティブに、PromQL クエリーを作成できる Metrics サブメニューが表示されます。オートコンプリートが有効になっているため、cnp_ 接頭辞をピークにできます。

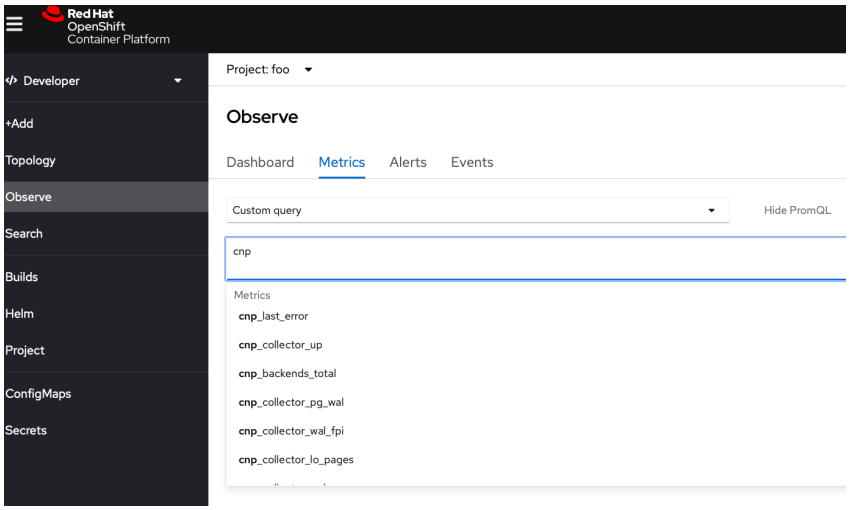


図 12: Prometheus queries

PrometheusRules としてのデフォルトメトリックに基づいてアラートを定義するのは簡単です。

prometheusrule.yaml にルールの例がいくつかあります。

ファイル、ダウンロードできます。

ルールを適用する前に、やはり OpenShift のセットアップが必要になる場合があります。

ルールを適用および監視するユーザーに monitoring-rules-edit または少なくとも monitoring-rules-view ロールを割り当てる必要があります。

これには、名前空間にその権限で RoleBinding を作成することが含まれます。再度、

relevant OpenShift document page を参照してください

詳細については、特に、 *Web* **コンソールを使用したユーザー権限の付与**セクションに関心があります。

`monitoring-rules-edit` の RoleBinding は名前空間に適用されるため、適切なものを取得していることを確認してください。

以前にダウンロードした `cnp-prometheusrule.yaml` ファイルにアラートが含まれているとします。これらのルールは次のようにインストールできます。

```
oc apply -n foo -f cnp-prometheusrule.yaml
```

これで、アラートがある場合は表示されるはずです。最初はアラートが存在しない場合があることに注意してください。

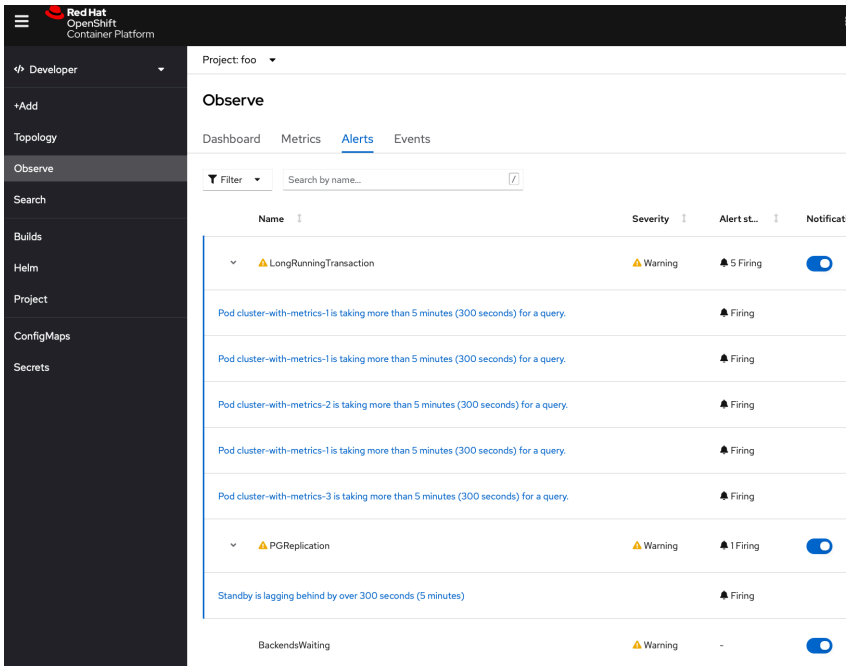


図 13: Prometheus alerts

アラートルーティングと通知は、このガイドの範囲を超えています。

5.5 Iron Bank

CloudNativePG™ クラスター {{name.abbr}}の EDB Postgres ® AI は、Iron Bank で入手できます。 overview page で読めるように

> Iron Bank は、国防総省の強化コンテナのソースです。 > > […中略…] >> Iron Bank は最終的には誰でも消費または貢献できます。ただし、特に次のペルソナをターゲットとしています。> > - 強化されたコンテナと各コンテナのアイアンバンク BoE 証拠本文を使用したい国防総省組織> - コンテナへのコントリビューションを支援したい国防総省組織例バグ修正、新しいアプリケーション、更新) > - アプリケーションに関連するリスクを理解したい国防総省承認職員 > - アプリケーションを国防総省に持ち込みたい商用ベンダー

Iron Bank は、国防総省の Platform One の一部です。

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster の Iron Bank ページにアクセスするには、Iron Bank の資格情報が必要です。

5.5.1 Iron Bank から EDB {{name.short}}とオペランドイメージを取得する

画像は別の Iron Bank container registry から取得されます。 Iron Bank レジストリからイメージをプルできるようにするには、 instructions from Iron Bank に従ってください。

具体的には、 registry1 を使用する必要があります

イメージをプルするための資格情報。

目的の演算子またはオペランドイメージを見つけるには、画像に示すように、検索ツールを使用して文字列 `enterprisedb` で検索し、`Tags` でフィルターして `stable` を探すことをお勧めします。そこから、イメージをプルする指示を取得できます。

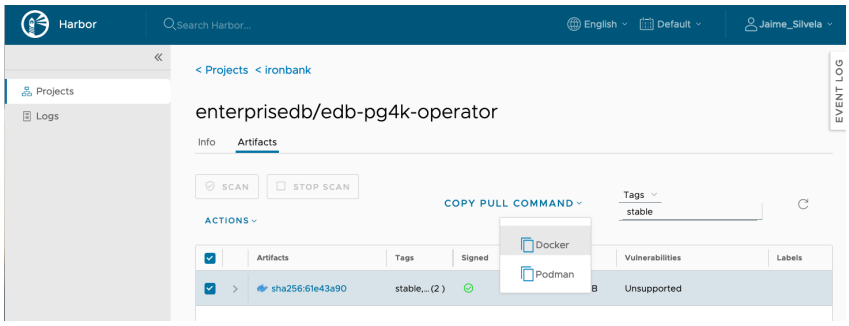


図 14: pulling-ironbank-images

たとえば、Ironbank から EPAS 18 オペランドをプルするには、次のコマンドを実行できます。

```
docker pull registry1.dso.mil/ironbank/enterprisedb/edb-postgres-advanced-18:18
```

同様に、EPAS 16 または 17 の場合

```
docker pull registry1.dso.mil/ironbank/enterprisedb/edb-postgres-advanced-17:17
docker pull registry1.dso.mil/ironbank/enterprisedb/edb-postgres-advanced-16:16
```

より具体的なタグを選択するか、特定の SHA を使用したい場合は、Harbor ページから見つける必要がありますたとえば EPAS 18 、 EPAS 17 、 EPAS 16 。

5.5.2 Iron Bank イメージを使用した{{name.short}}オペレーターのインストール

インストールするには、Iron Bank イメージをポイントする展開マニフェストが必要です。

installation instructions for EDB {{name.short}} から展開マニフェストを取得できます。たとえば、1.22.0 リリースの場合、マニフェストは `https://get.enterprisedb.io/cnp/postgresql-operator-1.22.0.yaml` で入手できます。IronBank イメージのイメージパスを設定する必要がある場所がいくつかあります。

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
metadata:
  labels:
    app.kubernetes.io/name: cloud-native-postgresql
  name: postgresql-operator-controller-manager
  namespace: postgresql-operator-system
spec:
  [··· snipped ···]
  template:
    metadata:
      labels:
        app.kubernetes.io/name: cloud-native-postgresql
    spec:
      containers:
      - args:
        - controller
          [··· snipped ···]
        env:
        - name: PULL_SECRET_NAME
          value: postgresql-operator-pull-secret
        - name: OPERATOR_IMAGE_NAME
          value: <INSERT-YOUR-OPERATOR-IMAGE>

        [··· snipped ···]
        image: <INSERT-YOUR-OPERATOR-IMAGE>
```

オペレーターを Iron Bank から直接展開する場合は、上記のように、レジストリへの資格情報を使用してプルシークレットを作成および設定する必要があります。

サイトの手順を使用して Iron Bank からイメージを取得し、そこから再タグ付けしてローカルレジストリに公開するか、Kubernetes ノードに直接プッシュする方が簡単な場合があります。

これを配置すると、

installation instructions で説明しているように、`kubectl apply -f` を使用してマニフェストを適用できます。

5.5.3 IronBank イメージを使用した EPAS オペランドを使用したクラスターの展開

EPAS operand を使用してクラスターを展開するには、 `Cluster` リソース YAML で Ironbank オペランドイメージを適切に参照する必要があります。例、EPAS 18 オペランドを使用して{{name.short}}クラスターを展開するには

1. 次の内容を使用して `Cluster` リソース YAML ファイルを作成または編集します。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example-full
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
spec:
  imageName: registry1.dso.mil/ironbank/enterprisedb/edb-postgres-advanced-18:18
  imagePullSecrets:
    - name: my_ironbank_secret
```

EPAS 17 または 16 の場合、対応する画像を使用します。

- EPAS 17 `registry1.dso.mil/ironbank/enterprisedb/edb-postgres-advanced-17:17`
- EPAS 16 `registry1.dso.mil/ironbank/enterprisedb/edb-postgres-advanced-16:16`

2. YAML を適用します。

```
kubectl apply -f <filename>
```

3. リソースのステータスを確認します。

```
kubectl get clusters
```

5.6 Transparent Data Encryption (TDE)

Transparent Data EncryptionTDE は、 **保存データ**、つまりディスク上のデータベースファイルを暗号化するために複数のデータベースベンダーが使用しているテクノロジーです。ただし、TDE は使用中のデータを暗号化しません。

TDE は、バージョン 15 から EDB Postgres Advanced Server および EDB Postgres Extended Server に含まれ、EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster オペレーターによってサポートされています。

TDE feature in the EPAS documentation を理解してください。

TDE をアクティブにすると、WAL ファイルとテーブルのファイルの両方が暗号化されます。データの暗号化/復号化は、アプリケーションの変更やクライアントドライバーの更新を必要とせずにデータベースによって管理されるため、ユーザーに対して完全に透過的です。

> **注釈**
>
> 以下に示すコードサンプルでは、 YAML マニフェストの `postgresql` の `epas` サブセクションを使用して TDE をアクティブにします。 *epas* セクションを使用して、PG 拡張イメージおよび EPAS イメージの TDE を有効にできます。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、TDE を使用する 3 つの方法を提供します。

- パスフレーズを含むシークレットを使用する
- カスタムパスフレーズコマンドを含むシークレットを使用する
- カスタム wrap/unwrap コマンドを含むシークレットのペアを使用する

5.6.1 パスフレーズシークレット

基本的なアプローチは、パスフレーズを Kubernetes シークレットに保存することです。このようなパスフレーズは、EPAS バイナリキーの暗号化に使用されます。

the EPAS documentation を参照してください。

EPAS 暗号化キーの詳細については、

オペレーターで TDE をアクティブにするのは簡単です。マニフェストの epas セクションで、 tde スタンザを使用して TDE を有効にし、TDE 暗号化キーを保持する Kubernetes シークレットを設定します。

例

```
[···]
postgresql:
  epas:
    tde:
      enabled: true
      secretKeyRef:
        name: tde-key
        key: key
```

cluster-example-tde.yaml に例があります。

> **注釈**
>
> このファイルには、暗号化キーを保持するためのシークレットの定義も含まれています。この目的でシークレットを作成する方法に関する例については、次のセクションを参照してください。

シークレットに保存されているキーは、openssl を呼び出して EPAS 暗号化キーをラップ/ラップ解除するためのパスフレーズとして使用されます。

パスフレーズを含むシークレットを作成する方法

最初にパスフレーズを選択します。ランダムに生成されたパスフレーズを使用することをお勧めしますが、この例では、パスフレーズとして PostgresRocks を使用し、kubectl に依存してシークレット定義を生成します。

```
kubectl create secret generic -o yaml tde-key \
    --from-literal=key=PostgresRocks
```

これにより、次のようなものが返されます。

```
apiVersion: v1
data:
  key: UG9zdGdyZXNSb2Nrcw==
kind: Secret
metadata:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  creationTimestamp: "YYYY-MM-DDTHH:MM:SSZ"
  name: tde-key
  namespace: default
  resourceVersion: ....
  uid: ....
type: Opaque
```

クラスター内にシークレットを実際に作成するには、 kubectl apply を実行するか、上記の create コマンドの-o yaml オプションを削除してください。

5.6.2 カスタムパスフレーズコマンド

上記のクラスターマニフェストスニペットの secretKeyRef の代わりに、シークレットに保存されている passphraseCommand を指定できます。 passphrase コマンドを実行して、openssl で使用するパスフレーズを生成できます。

```
[···]
postgresql:
  epas:
    tde:
      enabled: true
      passphraseCommand:
        name: tde-passphrase
        key: command
```

passphrase コマンドは標準出力に書き込む必要があります。たとえば、単に echo my-passphrase を使用できます。

コマンドによって生成されたパスフレーズは、secretKeyRef が使用されたのと同じ方法、つまり openssl のパスフレーズ引数として使用されます。

5.6.3 カスタム wrap/unwrap コマンド

openssl のデフォルトの呼び出しに依存するのではなく、wrap および unwrap コマンドを指定することもできます。これは、カスタムコマンドを含むシークレットを作成し、tde スタンザでこれらのシークレットを宣言することにより実行できます。

次のスニペットは、カスタムコマンドを使用して TDE が有効になっているクラスターを示しています。

```
[···]
postgresql:
  epas:
    tde:
      enabled: true
      wrapCommand:
        name: tde-wrap-command
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      key: command
    unwrapCommand:
      name: tde-unwrap-command
      key: command
```

カスタムコマンドは、次の規則に従う必要があります。

1. カスタム wrap コマンドは、EPAS がバイナリキーをフィードするために使用する標準入力からの入力を受け入れる必要があります。明示的な引数シェルのリダイレクトではなくを介してファイルに書き込む必要があります。さらに、file 引数には文字列「%p」を指定する必要があります。これは、EPAS が新しいラップされた暗号化キーファイルのファイルパスを渡すために使用するプレースホルダーです。

2. custom unwrap コマンドは、標準出力に書き込む必要があります。入力には明示的なファイルパス引数が必要ですシェルリダイレクトではありません。繰り返しますが、file 引数には文字列「%p」を指定する必要があります。これは、EPAS がラップされた暗号化キーファイルパスで埋められるプレースホルダーです。

例

- Wrap コマンド `openssl enc -aes-128-cbc -pass pass:temp-pass -e -out %p`
- unwrap コマンド `openssl enc -aes-128-cbc -pass pass:temp-pass -d -in %p`

5.6.4 HashiCorp Vault を使用した例

次の例は、HashiCorp Vault を使用して暗号化キーを保存し、それを使用して TDE をアクティブにする方法を示しています。`vault` CLI は、Vault と対話するために使用され、デフォルトで EDB Postgres Advanced Server イメージに含まれています。

まず、ボールトを実行している場所はどこでも、Transit Secrets エンジンを有効にし、キーを作成する必要があります。

```
vault secrets enable transit
vault write -f transit/keys/pg-tde
```

次に、カスタム wrap/unwrap コマンドを含むシークレットを作成します。Wrap および unwrap コマンドは、EPAS イメージにあるバイナリを「ラップ」します。バイナリは vault API と対話して、EPAS 暗号化を暗号化/復号化します。

バイナリには、5 つのフラグが必要です `--file`、`--host`、`--secret`、`--key`、`--vault-endpoint` `--host` フラグは `http://vault-host:vault-port` のフォーマットであり、Vault に到達するには提供する必要があります。server`--secret` フラグは、ボールトトークンを含む Kubernetes シークレットの名前であり、`--key` フラグは、ボールトトークンをポイントするそのシークレットのキーです。`--vault-endpoint` フラグは、ボールト内で作成されたキーの名前です。上記の例では、`pg-tde` です。

Kubernetes で Vault オペレーターを実行している場合、次の 2 つのコマンドからルートトークンを取得できます。

```
kubectl exec vault-0 -- vault operator init -key-shares=1 -key-threshold=1 -
↪format=json > cluster-keys.json
cat cluster-keys.json | jq -r ".root_token"
```

```
kubectl create secret generic -o yaml vault-token \
    --from-literal=wrap="/bin/vault wrap --file %p --host http://vault:8200 --secret␣
↪vault-token --key token --vault-endpoint pg-tde" \
    --from-literal=unwrap="/bin/vault unwrap --file %p --host http://vault:8200 --
↪secret vault-token --key token --vault-endpoint pg-tde" \
    --from-literal=token="hvs.whatever"
```

これで、シークレットを参照するクラスターを作成できます。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: hashicorp-vault-tde
spec:
  instances: 3
  storage:
    size: 1Gi
  postgresql:
    epas:
      tde:
        enabled: true
        wrapCommand:
          name: vault-token
          key: wrap
        unwrapCommand:
          name: vault-token
          key: unwrap
```

TLS を有効にする

バイナリには、6 つのフラグが必要です `--file` 、`--host` 、`--secret` 、`--key` 、`--vault-endpoint` 、`--enable-tls` `--host` フラグは `http://vault-host:vault-port` のフォーマットであり、Vault に到達するには提供する必要があります。server`--secret` フラグは、ボールトトークンを含む Kubernetes シークレットの名前であり、`--key` フラグは、ボールトトークンをポイントするそのシークレットのキーです。`--vault-endpoint` フラグは、ボールト内で作成されたキーの名前です。上記の例では、pg-tde です。 TLS を有効にするには、`--enable-tls` を `true` に設定する必要があります。

```
kubectl create secret generic -o yaml vault-token \
    --from-literal=wrap="/bin/vault wrap --file %p --host http://vault:8200 --secret␣
↪vault-token --key token --vault-endpoint pg-tde --enable-tls true" \
    --from-literal=unwrap="/bin/vault unwrap --file %p --host http://vault:8200 --
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
↪secret vault-token --key token --vault-endpoint pg-tde --enable-tls true" \
    --from-literal=token="hvs.whatever"
```

次に、シークレットまたは configMap で環境変数を指定します。

```
kubectl create secret generic -o yaml env-var-secret \
- -from-literal=VAULT_CACERT="/projected/certificate/vault-ca.pem" \
```

クラスター仕様の envFrom セクションのシークレットを参照して、バイナリがポッドに注入されるときに環境変数を使用できるようにします。1 つ以上の環境変数がファイルを参照している場合、projectedVolumeTemplate に依存してカスタムファイルをマウントし、コンテンツにシークレットまたは構成マップを依存します。この例では、tls-vault-secret キー ca の値がファイルとしてパス/projected/certificate/vault-ca.pem にマウントされます。

```
kubectl create secret generic -o yaml tls-vault-secret --from-file=ca=vault-ca.crt
```

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: hashicorp-vault-tde
spec:
  envFrom:
  - secretRef:
      name: env-var-secret
  projectedVolumeTemplate:
    sources:
      - secret:
          name: tls-vault-secret
          items:
            - key: ca
              path: certificate/vault-ca.pem
  instances: 3
  storage:
    size: 1Gi
  postgresql:
    epas:
      tde:
        enabled: true
        wrapCommand:
          name: vault-token
          key: wrap
        unwrapCommand:
          name: vault-token
          key: unwrap
```

cluster-example-tde.yaml

```
- --
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: tde-key
data:
  key:␣
↪bG9zcG9sbGl0b3NkaWNlbnBpb3Bpb3Bpb2N1YW5kb3RpZW5lbmhhbWJyZWN1YW5kb3RpZW5lbmZyaW8=

- --
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
spec:
  instances: 3
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-advanced:18-standard-ubi9
  postgresql:
    epas:
      tde:
        enabled: true
        secretKeyRef:
          name: tde-key
          key: key

  storage:
    size: 1Gi
```

5.7 Add-ons

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、クラスターごとに有効にできるアドオンをサポートしています。これらのアドオンは次のとおりです。

1. 外部バックアップアダプター
2. カステン
3. ヴェレロ

> **注釈**
>
> OpenShift で Velero を使用する予定がある場合は、Openshift ドキュメントの *OADP section* を参照してください。

オペレーターはすべてのアドオンを自動的に利用できるようになり、使用するには、k8s.enterprisedb.io/addons アノテーションを介してクラスターレベルで有効にする必要があります。

5.7.1 外部バックアップアダプター

外部バックアップアダプタアドオンは、ラベルおよび/または注釈を介して識別するカスタマイズ可能な方法を介して、バックアップ用のサードパーティツールに CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI を統合する汎用方法を提供します。

- どの PVC グループをバックアップするか
- クラスターに 1 つ以上のアクティブなレプリカがある場合、どの PVC を除外するか
- バックアップのために選択された PostgreSQL インスタンスを実行しているポッドスタンバイまたは使用できない場合はプライマリ

バックアップシステムのアダプターを構成できる方法のみが異なる 2 つのアドオンから選択できます。

- external-backup-adapter 構成マップまたはシークレットを介してオペレーターの構成レベルで動作をカスタマイズ、オペレーターの展開によって管理されるすべての Postgres クラスターと共有する場合 the `external-backup-adapter section below <Backup>` を参照してください。
- external-backup-adapter-cluster 特定のアノテーションを介して Postgres クラスターレベルでアダプターの動作をカスタマイズする場合 the `external-backup-adapter-cluster section below <Backup>` を参照してください

このようなアドオンを使用すると、オペレーターが選択したポッドでバックアップを取得する前または後に実行するコマンドを含むアノテーションの名前を定義できます。

その結果、Kubernetes のサードパーティバックアップツールは、上記に依存して、PostgreSQL クラスターまたはそのセットと自分自身を調整できます。

リカバリーは、オペレーターが既存の PVC グループからクラスターを調整することに依存するだけです。

アダプターのカスタマイズ

前述のように、アダプターは 2 つの方法で構成でき、これにより、 Cluster リソースで使用する必要がある実際の add-on が決まります。

オペレーターによって管理されるすべての Postgres Cluster リソースに同じ動作を定義する予定がある場合は、external-backup-adapter アドオンを使用し、オペレーターの構成でアノテーション/ラベルを構成することをお勧めします。

所有する Postgres Cluster リソースのサブセットに異なる動作を予定している場合は、external-backup-adapter-cluster アドオンを使用することをお勧めします。

両方のアドオンは、カスタマイズという点で同じ機能を共有します。これは、次のキーを持つ YAML オブジェクトとして定義する必要があります。

- electedResourcesDecorators
- excludedResourcesDecorators
- excludedResourcesSelector

- backupInstanceDecorators
- preBackupHookConfiguration
- postBackupHookConfiguration

以下、各セクションについて説明します。さらに下には、2 つのアドオンをそれぞれカスタマイズする方法と、いくつかの例があります。

electedResourcesDecorators セクション

このセクションでは、選択されたすべての PVC グループに配置されるラベルおよび/またはアノテーションの配列を構成できます。

配列の各要素には、次のフィールドが必要です。

key

ラベルまたはアノテーションのキーの名前

metadataType

メタデータのタイプ "label" または"annotation"

value

ラベルまたは注釈に割り当てられる値

excludedResourcesDecorators セクション

このセクションでは、除外されたすべてのポッドおよび PVC に配置されるラベルおよび/またはアノテーションの配列を構成できます。

配列の各要素には、上記の electedResourcesDecorators セクションと同じフィールドが必要です。

excludedResourcesSelector セクション

このセクションでは、excludedResourcesDecorators に適用されるポッドと PVC を選択します。 label selector rule を受け入れます

値として。空の場合、すべてのポッドと選択されなかったすべての PVC が除外されます。

backupInstanceDecorators セクション

このセクションでは、オペレーターによってバックアップのために選択され、実行されるフックが含まれるインスタンスに配置されるラベルおよび/またはアノテーションの配列を構成できます。

配列の各要素には、上記の electedResourcesDecorators セクションと同じフィールドが必要です。

preBackupHookConfiguration セクション

このセクションでは、オペレーターがコンテナの名前、バックアップを取る前に実行するコマンド、およびサードパーティツール側でエラー/中止が発生した場合に実行するコマンドを配置するアノテーションの名前を制御できます。。このようなメタデータは、バックアップのためにオペレーターが選択したインスタンスに適用されます上記の backupInstanceDecorators を参照してください。

次のフィールドを提供する必要があります。

container

pre-backup コマンドを実行するコンテナに関する情報を配置する場所を指定します。コンテナ名は固定値であり、構成はできません。注釈に保存されます。フックでポッドを装飾するには、次を参照してください instanceWithHookDecorators

command

バックアップが取られる前に実行されるコマンドに関する情報を配置する場所を指定します。実行されるコマンドは固定値であり、設定はできません。注釈に保存されます。フックでポッドを装飾するには、次を参照してください instanceWithHookDecorators

onError

エラーが発生した場合に実行されるコマンドに関する情報を配置する場所を指定します。実行されるコマンドは固定値であり、設定はできません。注釈に保存されます。フックでポッドを装飾するには、次を参照してください instanceWithHookDecorators

postBackupHookConfiguration セクション

このセクションでは、オペレーターがコンテナの名前とバックアップを取った後に実行するコマンドを配置するアノテーションの名前を制御できます。このようなメタデータは、バックアップのためにオペレーターが選択したインスタンスに適用されます上記の backupInstanceDecorators を参照してください。

次のフィールドを提供する必要があります。

container

post-backup コマンドを実行するコンテナに関する情報を配置する場所を指定します。コンテナ名は固定値であり、構成はできません。注釈に保存されます。フックでポッドを装飾するには、次を参照してください instanceWithHookDecorators

command

バックアップが取られた後に実行されるコマンドに関する情報を配置する場所を指定します。実行されるコマンドは固定値であり、設定はできません。注釈に保存されます。フックでポッドを装飾するには、次を参照してください instanceWithHookDecorators

external-backup-adapter アドオン

external-backup-adapter アドオンは、オペレーターの ConfigMap /Secret の EXTERNAL_BACKUP_ADDON_CONFIGURATION フィールドを介して、オペレーターレベルで完全に設定できます。

詳細については、このセクションの最後に提供されているサンプルファイル、または以下の例を参照してください。

```yaml
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: postgresql-operator-controller-manager-config
  namespace: postgresql-operator-system
data:
  # ...
  EXTERNAL_BACKUP_ADDON_CONFIGURATION: |-
    electedResourcesDecorators:
      - key: "app.example.com/elected"
        metadataType: "label"
        value: "true"
    excludedResourcesSelector: app=xyz,env=prod
    excludedResourcesDecorators:
      - key: "app.example.com/excluded"
        metadataType: "label"
        value: "true"
      - key: "app.example.com/excluded-reason"
        metadataType: "annotation"
        value: "Not necessary for backup"
    backupInstanceDecorators:
      - key: "app.example.com/hasHooks"
        metadataType: "label"
        value: "true"
    preBackupHookConfiguration:
      container:
        key: "app.example.com/pre-backup-container"
      command:
        key: "app.example.com/pre-backup-command"
      onError:
        key: "app.example.com/pre-backup-on-error"
    postBackupHookConfiguration:
      container:
        key: "app.example.com/post-backup-container"
      command:
        key: "app.example.com/post-backup-command"
```

アドオンは、次のアノテーションを Cluster リソースに追加することによりアクティブにできます。

```yaml
k8s.enterprisedb.io/addons: ["external-backup-adapter"]
```

external-backup-adapter-cluster アドオン

external-backup-adapter-cluster アドオンは、次の例に示すように、k8s.enterprisedb.io/externalBackupAdapterClusterConfig アノテーション-コンテンツとして YAML オブジェクトを受け入れます-を介して使用する各 Cluster リソースで構成する必要があります。

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
  annotations:
    "k8s.enterprisedb.io/addons": ["external-backup-adapter-cluster"]
    "k8s.enterprisedb.io/externalBackupAdapterClusterConfig": |-
      electedResourcesDecorators:
        - key: "app.example.com/elected"
          metadataType: "label"
          value: "true"
      excludedResourcesSelector: app=xyz,env=prod
      excludedResourcesDecorators:
        - key: "app.example.com/excluded"
          metadataType: "label"
          value: "true"
        - key: "app.example.com/excluded-reason"
          metadataType: "annotation"
          value: "Not necessary for backup"
      backupInstanceDecorators:
        - key: "app.example.com/hasHooks"
          metadataType: "label"
          value: "true"
      preBackupHookConfiguration:
        container:
          key: "app.example.com/pre-backup-container"
        command:
          key: "app.example.com/pre-backup-command"
        onError:
          key: "app.example.com/pre-backup-on-error"
      postBackupHookConfiguration:
        container:
          key: "app.example.com/post-backup-container"
        command:
          key: "app.example.com/post-backup-command"
spec:
  instances: 3
  storage:
    size: 1Gi
```

フェンシングのアノテーションについて

構成された外部バックアップアダプタがアノテーションをバックアップする場合、フェンシングアノテーションはプレバックアップフックによって設定され、復元されたクラスターに持続します。クラスターを復元した後、これを修正するには、Cluster オブジェクトからフェンシングアノテーションを手動で削除する必要があります。

これは、kubectl の cnp プラグインを使用して行うことができます。

```
kubectl cnp fencing off <cluster-name>
```

または、 cnp プラグインがない場合は、次のコマンドを使用してフェンシングアノテーションを手動で削除できます。

```
kubectl annotate cluster <cluster-name> k8s.enterprisedb.io/fencedInstances-
```

詳細については、 *fencing documentation* を参照してください。

制限事項

バックアップ部分に関する限り、現在、Kubernetes の EDB Postgres と external-backup-adapter および external-backup-adapter-cluster との統合は、**コールドバックアップ** のみをサポートしています。これらは**オフラインバックアップ**とも呼ばれます。これは、選択したレプリカが一時的にフェンスされ、external-backup-adapter および external-backup-adapter-cluster が PVC グループ、つまり PGDATA ボリューム、および使用可能な場合は WAL ボリュームの物理的スナップショットを取得できることを意味します。

この短い時間フレームでは、スタンバイは読み取り専用の接続を受け入れることができません。使用可能なスタンバイがなく、通常は単一インスタンスのクラスターにいるため、アノテーション k8s.enterprisedb.io/snapshotAllowColdBackupOnPrimary が true に設定されている場合、external-backup-adapter および external-backup-adapter-cluster はプライマリを一時的にフェンスし、読み取り/書き込み操作の点でダウンタイムが発生します。このユースケースは、通常、開発環境に任されます。

YAML ファイルの完全な例

これは、次のいずれかに配置される YAML コンテンツの完全な例です。

- external-backup-adapter アドオンについて上記で説明したオペレーターの構成プロセスの一部としての EXTERNAL_BACKUP_ADDON_CONFIGURATION オプション、または
- external-backup-adapter-cluster アドオンの k8s.enterprisedb.io/externalBackupAdapterClusterConfig アノテーション内

```
#  An array of labels and/or annotations that will be placed

#  on the elected PVC group

electedResourcesDecorators:
  - key: "backup.example.com/elected"
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    metadataType: "label"
    value: "true"

#  An array of labels and/or annotations that will be placed

#  on every excluded pod and PVC

excludedResourcesDecorators:
  - key: "backup.example.com/excluded"
    metadataType: "label"
    value: "true"
  - key: "backup.example.com/excluded-reason"
    metadataType: "annotation"
    value: "Not necessary for backup"

#  A LabelSelector containing the labels being used to filter Pods

#  and PVCs to decorate with excludedResourcesDecorators.

#  It accepts a label selector rule as value.

#  See https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/working-with-objects/labels/
↪#label-selectors

#  When empty, all the Pods and every PVC that is not elected will be excluded.

excludedResourcesSelector: app=xyz,env=prod

#  An array of labels and/or annotations that will be placed

#  on the instance pod thats been selected for the backup by

#  the operator and which contains the hooks.

#  At least one element is required

backupInstanceDecorators:
  - key: "backup.example.com/hasHooks"
    metadataType: "label"
    value: "true"

#  The pre-backup hook configuration allows you to control the names

#  of the annotations in which the operator will place the container
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
#  name, the command to run before taking the backup, and the command

#  to run in case of error/abort on the third-party tool side.

#  Such metadata will be applied on the instance thats been selected

#  by the operator for the backup (see `backupInstanceDecorators`)

preBackupHookConfiguration:
  # Where to place the information about the container that will run
  # the pre-backup command. The container name is a fixed value and
  # cannot be configured. Will be saved in the annotations.
  # To decorate the pod with the hooks refer to: instanceWithHookDecorators
  container:
    key: "app.example.com/pre-backup-container"
  # Where to place the information about the command that will be
  # executed before the backup is taken. The command is a fixed value
  # and cannot be configured. Will be saved in the annotations.
  # To decorate the pod with the hooks refer to: instanceWithHookDecorators
  command:
    key: "app.example.com/pre-backup-command"
  # Where to place the information about the command that will be
  # executed in case of an error on the third-party tool side.
  # The command is a fixed value and cannot be configured.
  # Will be saved in the annotations.
  # To decorate the pod with the hooks refer to: instanceWithHookDecorators
  onError:
    key: "app.example.com/pre-backup-on-error"

#  The post-backup hook configuration allows you to control the names

#  of the annotations in which the operator will place the container

#  name and the command to run after taking the backup.

#  Such metadata will be applied on the instance thats been selected by

#  the operator for the backup (see `backupInstanceDecorators`).

postBackupHookConfiguration:
  # Where to place the information about the container that will run
  # the post-backup command. The container name is a fixed value and
  # cannot be configured. Will be saved in the annotations.
  # To decorate the pod with hooks refer to: instanceWithHookDecorators
  container:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    key: "app.example.com/post-backup-container"
  # Where to place the information about the command that will be
  # executed after the backup is taken. The command is a fixed value
  # and cannot be configured. Will be saved in the annotations.
  # To decorate the pod with hooks refer to: instanceWithHookDecorators
  command:
    key: "app.example.com/post-backup-command"
```

5.7.2 カステン

Kasten は、Kubernetes の非常に人気のあるデータ保護ツールであり、Kubernetes アプリケーションのバックアップと復元、ディザスターリカバリー、およびアプリケーションモビリティを可能にします。詳細については、Kastenwebsite および Kasten by Veeam ImplementationGuide を参照してください。

つまり、Kubernetes クラスターの EDB Postgres で Kasten との透過的な統合を有効にするには、`Cluster` 仕様の `k8s.enterprisedb.io/addons` アノテーションに `kasten` 値を追加するだけです。例

```
kind: Cluster
metadata:
  name: one-instance
  annotations:
     k8s.enterprisedb.io/addons: ["kasten"]
     k8s.enterprisedb.io/snapshotAllowColdBackupOnPrimary: enabled
spec:
  instances: 1
  storage:
    size: 1Gi
  walStorage:
    size: 1Gi
```

クラスターが作成され正常になると、オペレーターは指定されたバックアップとして最も遠いアヘッドレプリカインスタンスを選択し、アノテーションとラベルを介して Kasten 固有のバックアップフックをそのインスタンスに追加します。

Kasten の構成と使用方法の詳細については、実装ガイドの *Instance Pod configuration* および **プラグインを使用する** セクションを参照してください。

制限事項

バックアップ部分に関する限り、現在 Kasten との Kubernetes 統合の EDB Postgres は **コールドバックアップ** のみをサポートしています。これらは**オフラインバックアップ**とも呼ばれます。これは、選択したレプリカが一時的にフェンスされ、外部バックアップアダプターが PVC グループ、つまり `PGDATA` ボリューム、および使用可能な場合は WAL ボリュームの物理的スナップショットを取得できることを意味します。

この短い時間フレームでは、スタンバイは読み取り専用の接続を受け入れることができません。使用可能なスタンバイがなく、通常は単一インスタンスのクラスターにいるため、アノテーション `k8s.enterprisedb.io/snapshotAllowColdBackupOnPrimary` が true に設定されている場合、Kasten はプライマリを一時的に

フェンスし、読み取り/書き込み操作の点でダウンタイムが発生します。このユースケースは、通常、開発環境に任されます。

リカバリーの面では、Kasten との統合はスナップショットリカバリーのみをサポートしています。現時点では Kasten アドオンでは利用可能なポイントインタイムリカバリー PITR はなく、RPO は Kasten 環境のスナップショットの頻度によって決まります。組織が Kasten に依存している場合、これは通常許容されますが、PITR が必要な場合は、オブジェクトストアのネイティブ継続バックアップ方法を検討することをお勧めします。

5.7.3 ヴェレロ

Velero は、Kubernetes クラスターリソースと永続ボリュームを安全にバックアップ、復元、ディザスターリカバリーを実行、および移行するためのオープンソースツールです。詳細については、Velero documentation を参照してください。 CloudNativePG™クラスタークラスターの EDB Postgres ® AI との Velero 互換性を有効にするには、 `velero` 値をクラスター仕様の `k8s.enterprisedb.io/addons` アノテーションに追加します。例

```yaml
kind: Cluster
metadata:
  name: one-instance
  annotations:
     k8s.enterprisedb.io/addons: ["velero"]
     k8s.enterprisedb.io/snapshotAllowColdBackupOnPrimary: enabled
spec:
  instances: 1
  storage:
    size: 1Gi
  walStorage:
    size: 1Gi
```

クラスターが作成され正常になると、オペレーターは指定されたバックアップとして最も遠いアヘッドレプリカインスタンスを選択し、Velero 固有のバックアップフックをそのインスタンスにアノテーションとして追加します。

これらの annotations は、Velero がコマンドを実行して、バックアップする Postgres インスタンスを準備するために使用されます。

制限事項

バックアップ部分に関する限り、現在 Velero との Kubernetes 統合の EDB Postgres は **コールドバックアップ** のみをサポートしています。これらは**オフラインバックアップ**とも呼ばれます。これは、選択したレプリカが一時的にフェンスされ、外部バックアップアダプターが PVC グループ、つまり `PGDATA` ボリューム、および使用可能な場合は WAL ボリュームの物理的スナップショットを取得できることを意味します。

この短い時間フレームでは、スタンバイは読み取り専用の接続を受け入れることができません。使用可能なスタンバイがなく、通常は単一インスタンスのクラスターにいるため、アノテーション `k8s.enterprisedb.io/snapshotAllowColdBackupOnPrimary` が true に設定されている場合、Velero はプライマリを一時的に

フェンスし、読み取り/書き込み操作の点でダウンタイムが発生します。このユースケースは、通常、開発環境に任されます。

リカバリーの面では、Velero との統合は、現時点ではスナップショットリカバリーのみをサポートしています。現時点では Velero アドオンでは利用可能なポイントインタイムリカバリー PITR はなく、RPO は Velero 環境のスナップショットの頻度によって決まります。組織が Velero に依存している場合、これは通常許容されますが、PITR が必要な場合は、オブジェクトストアのネイティブの継続的バックアップ方法を検討することをお勧めします。

バックアップ

デザイン、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、前述のバックアップフックを利用できるようにすることを唯一の要件として、可能な限り多くのバックアップ機能を Velero にオフロードします。Kubernetes の EDB Postgres は、必要な構成をすべて透過的に設定し、残りは標準の Velero であるため、Velero を使用して Postgres クラスターをバックアップすることは、他のオブジェクトの場合と同様に簡単です。例

```
velero backup create mybackup \
  --include-namespaces mynamespace \
  -n velero-install-namespace
```

このコマンドは、構成されたオブジェクトストレージと構成されたスナップショット API を使用して標準の Velero バックアップを作成します。

リストア

バックアップと同様に、リカバリプロセスは標準の Velero 手順です。上記のパラメーターで作成されたバックアップから復元するコマンドは次のとおりです。

```
velero create restore myrestore \
  --from-backup mybackup \
  -n velero-install-namespace
```

第6章　Reference

6.1 Operator capability levels

これらの機能は、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

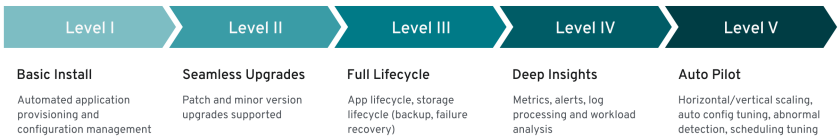


図 1: Operator Capability Levels

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。

6.1.1 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。

宣言的構成を介した Operator の展開

オペレーターは、4 つの主要な `CustomResourceDefinition` オブジェクト `Cluster` 、`Pooler` 、`Backup` 、および `ScheduledBackup` を定義する Kubernetes マニフェストを使用して宣言的方法でインストールされます。

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。オペランドを展開するときに、オペレーターは次のリソースも作成します。`Pod` 、`Service` 、`Secret` 、`ConfigMap` 、`PersistentVolumeClaim` 、`PodDisruptionBudget` 、`ServiceAccount` 、`RoleBinding` 、および `Role`

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。

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。EDB による `quay.io` で、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。

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™クラスター展開の EDB Postgres ® AI の組織を改善することです。

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。

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。`cnp` 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

サービス構成

デフォルトでは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、3 つの Kubernetes 管理対象サービス 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。

Postgres のロール、ユーザー、およびグループの構成

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は *management of PostgreSQL roles, users, and groups through declarative configuration* をサポート

`.spec.managed.roles` スタンザを使用します。

Postgres 拡張機能の構成

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、*Postgres データベースの宣言的管理*

`CREATE EXTENSION` SQL ライフサイクルを自動化します。

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。

Red Hat OpenShift では、Cloud Native PostgreSQL は最も制限的な restricted で実行されます。ポッドの実行を名前空間が割り当てられた UID および SELinux コンテキストに制限することを目的としています。

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

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。

ライセンスキー

オペレーターは、ライセンスキーのサポートが付属しており、キーが存在しない場合のデフォルト動作をプログラム的に定義する可能性があります。クラウドネイティブの PostgreSQL は、展開されたクラスターごとに暗黙の 30 日間の試用ライセンスを作成するようにプログラムされています。ライセンスキーは、オペレーターが非対称キー技術を使用して検証できる署名文字列です。コンテンツは、タイプ、製品、有効期限、および必要に応じて、クラスター識別子名前空間と名前、インスタンス数、プルするオペレーターがシークレットとして使用する資格情報を含む JSON オブジェクト保護されたコンテナレジストリからイメージをダウンします。有効期限を過ぎると、ライセンスキーが復元されるまで、オペレーターは調整プロセスを停止します。

コマンドラインインターフェイス

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。 cnp 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。

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。

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。

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 cnp プラグインを使用して発行できます。

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。

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。

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。

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、Kubernetes の CloudNativePG™クラスタークラスターの新しい EDB Postgres ® AI に既存の Postgres データベースを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。

PostGIS クラスター

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、 *PostGIS*

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。

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、**単純バインド** または **検索+バインド**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。

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。さらに、Red Hat の OpenShift Container Platform を介して展開できます。オペレーターの Helm チャートも利用できます。

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。

6.1.2 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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 *Image Catalog* 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、cnp 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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ときに、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。

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。

6.1.3 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 リリース候補の目的<を達成することです。5 分、長期目標は、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

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。

PostgreSQL のバックアップ

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターコミュニティの EDB Postgres ® AI 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ー PITR 機能が有効になります。

CNPG-I プラグインに加えて、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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 リリース候補の目的 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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、アーカイブからの並列 WAL 取得をサポートしています。

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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、**ゼロデータ損失** *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ます。そのフェイルオーバーは、データが安全にレプリケートされた場合にのみ進行します。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。

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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI が独自に提供し、多様な環境全体で堅牢なデータの完全性と継続性を保証します。

テーブルスペースのサポート

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、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向上させ、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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。

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。

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。

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。

ハイバネーション

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は *hibernation of a running PostgreSQL cluster* をサポート

`k8s.enterprisedb.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。

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。

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。

PgBouncer を使用した接続プーリング

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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* を使用した接続プーリング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。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。

論理レプリケーション

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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、オンラインデータの移行パブリック DBaaS ソリューションからでもおよびメジャー PostgreSQL のアップグレードの場合のインポート機能と特に役立ちます。

Kubernetes の外部バックアップツールとの統合

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、以下と統合するためのアドオンを提供します。

- Kasten 、Kubernetes の非常に人気のあるデータ保護ツール、クラウドネイティブアプリケーションのバックアップと復元、ディザスターリカバリー、およびアプリケーションモビリティを可能にします
- Velero 、Kubernetes リソースと永続ボリュームをバックアップおよび復元するための非常に人気のオープンソースツール

OpenShift API for Data Protection (OADP)

また、 *external backup adapter add-on*

は、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI をバックアップ用のサードパーティツールに統合するための汎用インターフェイスを提供します。

6.1.4 レベル 4 深い洞察

機能レベル 4 は、 **オブザーバビリティ**に関するモニタリング、アラート、トレンド、ログ処理です。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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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に受け入れ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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI は、コンテキストに統合および適応できる PostgreSQL の基本的なモニタリングクエリーのセットを提供します。

Grafana ダッシュボード

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI には、PostgreSQL クラスターのすべての重要な側面をモニタし、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。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

リアルタイムクエリモニタリング

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 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

監査

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 と EDB Audit Logging 機能 EDB Postgres Advanced の場合を使用して、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。

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。

6.1.5 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。

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。

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。

6.2 Frequently Asked Questions (FAQ)

6.2.1 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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考えられる理由です。

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。しかし、2ndQuadrant で CloudNativePG™クラスターオペレーターの Cloud Native PostgreSQL / EDB Postgres ® AI を開始して以来、開発チームはクラウドネイティブを 3 つの主要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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI の元になった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でストレージと 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 13 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™クラスターの EDB Postgres はステートフルセットを使用しないのはなぜですか?

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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し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。

6.2.2 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™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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のは、なぜですか?

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 コントローラーを直接拡張し、Kubernetes API サーバーに依存してステータスを保持することにしました。Postgres クラスターを作成し、それを真実の唯一のソースとして使用します。

- 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。

6.2.3 データベース管理

PostgreSQL を使用する必要があるのはなぜですか?

私たちは、PostgreSQL がデータベース領域で Linux がオペレーティングシステム領域で表すものと同等であると考えています。Postgres の現在の最新メジャーバージョンはバージョン 16 で、そのまま出荷されます。

- ネイティブストリーミングレプリケーション、物理的および論理的の両方
- 継続的なホットバックアップとポイント インタイム リカバリー
- 水平テーブルパーティショニングの宣言的パーティショニング。これは、単一のインスタンスの垂直スケーラビリティを向上させるデータベース分野で非常によく知られた技術です。
- 拡張性、地理データベース用の *PostGIS* のような拡張機能を使用
- 垂直スケーラビリティのためのパラレル クエリー
- JSON サポート、標準の SQL を介して照会される構造化データと非構造化データの両方のマルチモデルハイブリッドデータベースを解放します

など…

単一の PostgreSQL インスタンスでホストする必要があるデータベースはいくつありますか?

私たちをお勧めするのは、単一の PostgreSQL クラスタープライマリサーバーと複数のスタンバイサーバーとしてを目的とした単一のデータベース専用であり、単一のマイクロサービスアプリケーションによって完全に管理されることです。ただし、「postgres」スーパーユーザーを活用することにより、使用可能なリソースに応じて、必要な数のユーザーとデータベースを作成できます。

この推奨の理由は、マイクロサービスに基づいたクラウドネイティブの概念にあります。純粋なマイクロサービスアーキテクチャでは、マイクロサービス自分自身が排他的に管理するデータを所有する必要があります。これらはフラットファイル、キュー、キーバリューストア、またはこの場合、構造化データと非構造化データの両方を含む PostgreSQL リレーショナルデータベースです。一般的な考え方は、マイクロサービスのみがスキーマ管理と移行を含むデータベースにアクセスできるということです。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、そのままでこの方法で動作するように設計されており、デフォルトでアプリケーションユーザーと、前述のアプリケーションユーザーが所有するアプリケーションデータベースを作成します。

PostgreSQL インスタンスを単一のマイクロサービスが所有するデータベースに予約すると、以下が強化されます。

- リソース管理 PostgreSQL では、CPU、メモリの制限されたリソースは、一般にデータベースレベルではなくインスタンスレベルで処理されるため、ポッドレベルで Kubernetes リソース管理ポリシーと統合することが簡単になります

- 物理的継続バックアップとポイントインタイムリカバリー PITR PostgreSQL がインスタンスレベルで継続的バックアップとリカバリーを処理することを考えると、インスタンスごとに 1 つのデータベースがあることにより、PITR 操作が簡素化され、リテンションポリシー管理が差別化され、バックアップのデータ保護が強化されます
- アプリケーションの更新さまざまなアプリケーションが所有する他のデータベースに影響を与えることなく、各アプリケーションが更新ポリシーを決定できるようにします
- データベースの更新各アプリケーションは、どの PostgreSQL バージョンを使用するか、および独立して、PostgreSQL の別のメジャーバージョンにアップグレードする時期、およびどのような条件カットオーバー時間などを決定できます。

Kubernetes を考慮しないためのデータベースサイズの上限はありますか?

いいえ、これに関する限り、Kubernetes は仮想マシンやベアメタルと変わらないためです。ただし、実際には、Kubernetes クラスターの使用可能なリソースに依存します。非常に大規模なデータベース VLDB に関するアドバイスは、Kubernetes ワーカーノードが専用のストレージを備えた単一の Postgres インスタンス専用であるシェアードナッシングアーキテクチャを検討することです。running PostgreSQL on bare metal Kubernetes with local persistentvolumes をベンチマークしたときに、この極端なアーキテクチャパターンが機能することが証明されました。テーブルスペースと水平パーティショニングは、データベースの垂直スケーラビリティを向上させるために使用できるデータモデリング手法です。

PostgreSQL クラスターでタイムゾーンを指定するにはどうすればよいですか?

公式ドキュメントで説明されているように、PostgreSQL はタイムゾーンを広範にサポートしています。

- Date time data types
- Client connections config options

タイムゾーンはセッション、トランザクション、および PostgreSQL のクエリの一部として使用することもできますが、非常に一般的な方法はそれらをグローバルに設定することです。CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI を使用すると、次の例のように`.spec.postgresql.parameters`セクションでクラスターレベルのタイムゾーンを構成できます。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: pg-italy
spec:
  instances: 1

  postgresql:
    parameters:
      timezone: "Europe/Rome"

  storage:
    size: 1Gi
```

タイムゾーンは次の方法で確認できます。

```
$ kubectl exec -ti pg-italy-1 -c postgres -- psql -x -c "SHOW timezone"
- [ RECORD 1 ]---------
TimeZone | Europe/Rome
```

最高のビジネス継続性の成果を得るための推奨アーキテクチャは何ですか?

アーキテクチャ セクションで説明しているように、主な推奨事項は、Kubernetes が単一のクラスターで提供するネイティブ機能とリソースを活用して、可能な限りシェアードナッシングアーキテクチャを採用することです。

- アベイラビリティーゾーン同じ Kubernetes クラスター内の異なるアベイラビリティーゾーンにインスタンスを分散します。
- ワーカーノード その結果、Postgres インスタンスが別の Kubernetes ワーカーノードにあることを確認します
- ストレージ Postgres を実行している各ワーカーノードに専用のストレージを使用します

少なくとも 1 つのスタンバイ、できれば少なくとも 2 つを使用して、クラスターで同期レプリケーションを構成し、高可用性を実現するために リリース候補の目的=0 を導入できます。

アベイラビリティーゾーンがない場合-通常、オンプレミスインストールの場合-ワーカーノードとストレージに分離します。

ローカル/リージョンオブジェクトストアで継続的バックアップを適切に設定します。

単一の Kubernetes クラスター内にある同じアーキテクチャは、レプリカクラスター 機能を介して別の Kubernetes クラスター通常は別の地理的エリアまたはリージョンにレプリケートでき、世界規模でのディザスターリカバリーと高可用性を提供します。

デフォルトの最大 RPO5 分で十分な場合は、ストリーミング接続を提供せずに、プライマリオブジェクトストアの WAL アーカイブを使用して、他のリージョンのレプリカにフィードできます。

インスタンスはどのように停止または起動できますか?

フェンシングのアノテーションについて または ハイバネーション を参照してください。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres によって自動的に作成されるロールやデータベースなどのグローバルオブジェクトとは何ですか?

オペレーターは、アプリケーションのユーザーデフォルトで app と呼ばれます、と前述のユーザーが所有するアプリケーションのデータベースデフォルトで app と呼ばれます。

このようにして、開発者は **スーパーユーザー**アクセスを必要とせずに app ユーザーを使用して移行を制御できるため、データベースはマイクロサービスを採用する準備が整います。

Teams は、*Declarative role management* 機能を介して読み取り書き込み操作用の別のユーザーを作成し、必要な `GRANT` をテーブルに割り当てることができます。

6.3 Troubleshooting

このページでは、Kubernetes クラスター展開の CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI をトラブルシューティングする方法に関する基本情報を提供します。

6.3.1 始める前に

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

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 *CNPG-I*
- 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。

6.3.2 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。

6.3.3 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。

6.3.4 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。

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
```

上記の手順は、将来のある段階で cnp プラグインに統合される可能性があります。

6.3.5 ログ

CloudNativePG™クラスターログの EDB Postgres によって作成および管理されてい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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスター固有のロギングの EDB Postgres AI の *kubectl cnp 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、`k8s.enterprisedb.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™クラスターの EDB Postgres ® AI をトラブルシューティングする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。

6.3.6 オペレーター情報

デフォルトでは、CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI は、Kubernetes の `postgresql-operator-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 postgresql-operator-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、 *postgresql-operator-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、 *postgresql-operator-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 postgresql-operator-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 postgresql-operator-system <POD>
```

オペレーターに関する詳細情報を収集する

次を実行して、CloudNativePG™クラスターオペレーター展開の EDB Postgres ® AI 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 postgresql-operator-system \
  deployment/postgresql-operator-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 postgresql-operator-system \
  deployment/postgresql-operator-controller-manager --all-containers=true | \
  jq -r . > cnp_logs.json
```

kubectl-cnp プラグインを使用して、CloudNativePG™クラスターオペレーターバージョンの EDB Postgres ® AI を取得します。

```
kubectl-cnp status <CLUSTER>
```

出力

```
Cluster in healthy state
Name:               cluster-example
Namespace:          default
System ID:          7044925089871458324
PostgreSQL Image:   docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18.3-standard-ubi9
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 ␣
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
↪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
```

6.3.7 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 **準備** 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、 cnp プラグインが提供する status コマンドです。

```
kubectl cnp 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。

EDB PostgreSQL Advanced Server / 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:    docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:18.3-standard-ubi9
```

> **注釈**
>
> また、 *kubectl-cnp status -n <NAMESPACE> <CLUSTER_NAME>* を使用して同じ情報を取得できます。

6.3.8 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。

```
#  using labels available from CNP 1.12.0

kubectl get pod -l k8s.enterprisedb.io/cluster=<CLUSTER> -L role -n <NAMESPACE>

#  using legacy labels

kubectl get pod -l postgresql=<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
```

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",
  "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
```

6.3.9 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 k8s.enterprisedb.io/cluster=<CLUSTER>
```

6.3.10 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。

6.3.11 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 k8s.enterprisedb.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。

6.3.12 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。

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

    - message: exit status 2
      reason: LastBackupFailed
      status: "False"
      type: LastBackupSucceeded

    - message: Cluster Is Not Ready
      reason: ClusterIsNotReady
      status: "False"
      type: Ready
```

6.3.13 ネットワーキング

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI を使用するには、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、ネットワーキング セクションをご覧ください。

既存の環境に CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI をインストールする場合、ネットワークポリシーが設定されている場合、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、オペレーターとクラスターポッドとの間の必要な接続に影響を与える可能性があります。/またはポッドの間。

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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
allow-prometheus       k8s.enterprisedb.io/cluster=cluster-example   47m
default-deny-ingress   <none>                                        57m
```

6.3.14 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™クラスターの EDB Postgres ® AI を使用すると、k8s.enterprisedb.io/coredumpFilter アノテーションを介してコアダンプに含める内容を制御できます。

> **注釈**
>
> ラベルとアノテーション を参照してください。

EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスター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、k8s.enterprisedb.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、

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。

6.3.15 プロファイリングデータの視覚化と分析

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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.k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: cluster-example
  annotations:
    alpha.k8s.enterprisedb.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
```

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。http://localhost:6060/debug/pprof/。

障害対応

最初に、クラスターに `alpha.k8s.enterprisedb.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。

6.3.16 いくつかの既知の問題

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。

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
```

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したときに、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
```

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
```

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

ネットワーキング 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       k8s.enterprisedb.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。

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"
  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。

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。

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。

6.4 Migrating to the unified private EDB container registry

6.4.1 何が変わるのか

以前は、EDB は演算子とオペランドイメージをいくつかのプライベートリポジトリ k8s_standard 、k8s_enterprise 、k8s_standard_pgd 、および k8s_enterprise_pgd のいずれかに選択的に公開していました。リポジトリは、サブスクリプションレベルと使用する演算子によって決定されました。また、一部のオペランドイメージにはパブリックレジストリが使用されている場合があります。特に、EDB は、quay.io でホストされるパブリックリポジトリを介して多数の画像を提供しました。

現在、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI と Kubernetes 演算子および関連オペランドの EDB Postgres 分散の EDB Postgres ® AI は、単一のリポジトリ k8s で提供されます。サブスクリプションに特定のイメージへのアクセスが含まれている場合、このリポジトリから画像を取得できます。古いリポジトリは今のところ利用可能なままですが、新しいイメージは統合リポジトリに公開されます。したがって、将来のオペレータとオペランドのアップグレードには、統合リポジトリへの移行が必要です。

変更の概要

Old repository path	New unified repository path
docker.enterprisedb.com/k8s_enterprise	docker.enterprisedb.com/k8s
docker.enterprisedb.com/k8s_standard	docker.enterprisedb.com/k8s
docker.enterprisedb.com/k8s_enterprise_pgd	docker.enterprisedb.com/k8s
docker.enterprisedb.com/k8s_standard_pgd	docker.enterprisedb.com/k8s
docker.enterprisedb.com/anything_else	docker.enterprisedb.com/k8s
quay.io/enterprisedb	docker.enterprisedb.com/k8s

- アップグレード中のイメージプルの失敗 - 展開の失敗 - PostgreSQL クラスターの潜在的なダウンタイム

オペレーターのアップグレードを開始する前に、このガイドのすべての移行手順を完了します。

6.4.2 変更の範囲

- **Pull Secrets.** 古いシステムは認証時にユーザー名で目的のリポジトリを指定することに依存していたため、Kubernetes がイメージのプルに使用するシークレットに保存されている資格情報を更新します。
- **Helm 値。** Helm チャートを使用している場合、`image.repository` および `image.imageCredentials.username` 値を更新します。
- **マニフェストイメージ名.** `imageName` または `images[].image` 値の一部として古いリポジトリパスのいずれかを指定するカスタムマニフェストを使用している場合、それらも更新します。

6.4.3 移行プロセス

資格情報の更新

すべての場合、システムで使用される保存された資格情報を更新することから始めます。

次の情報を収集します。

- あなたの EDB account token
- リポジトリの名前 `k8s`
- リポジトリーサーバー `docker.enterprisedb.com`

以下の手順では、トークンが `EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN` という名前の環境変数にあることを前提としています。

プルシークレット

オペレーターマニフェストを直接操作している場合は、関連する名前空間のプルシークレットを更新します。

CloudNativePG™ クラスターの EDB Postgres ® AI の場合、デフォルトの名前空間は `postgresql-operator-system` です。この名前空間でプルシークレットを作成または更新するには、次を実行します。

```
kubectl create secret -n postgresql-operator-system docker-registry edb-pull-secret \
  --docker-server=docker.enterprisedb.com \
  --docker-username=k8s \
  --docker-password=${EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN} \
  --dry-run=client -o=json \
  | kubectl apply -f -
```

Tip

これらの例は、既存のシークレットを上書きします。追加の資格情報が保存されている場合たとえば、内部リポジトリで認証するため、代わりに値を解凍し、*.auths["docker.enterprisedb.com"]* の資格情報のみを更新し、他のサーバーは変更しないでください。

Kubernetes 用の EDB Postgres 分散の場合、デフォルトの名前空間は `pgd-operator-system` です。この名前空間でプルシークレットを作成または更新するには、次のコマンドを実行します。

```
kubectl create secret -n pgd-operator-system docker-registry edb-pull-secret \
  --docker-server=docker.enterprisedb.com \
  --docker-username=k8s \
  --docker-password=${EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN} \
  --dry-run=client -o=json \
  | kubectl apply -f -
```

Tip

代替名前空間を使用している場合、必要に応じてこれらのコマンドを調整します。

OpenShift プルシークレット

クラスター全体のインストール All namespaces モード

クラスター全体のインストールの場合、オペレーターは `openshift-operators` 名前空間で実行されます。この名前空間にプルシークレットを作成します。

CloudNativePG™ クラスターおよびオペランドイメージの EDB Postgres ® AI の場合、`postgresql-operator-pull-secret` を更新する必要があります。

```
oc create secret -n openshift-operators docker-registry postgresql-operator-pull-
↪secret \
  --docker-server=docker.enterprisedb.com \
  --docker-username=k8s \
  --docker-password=${EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN} \
  --dry-run=client -o=json \
  | oc apply -f -
```

EDB Postgres Distributed for Kubernetes オペレーターを使用している場合、**また** pgd-operator-pull-secret を更新する必要があります。

```
oc create secret -n openshift-operators docker-registry pgd-operator-pull-secret \
  --docker-server=docker.enterprisedb.com \
  --docker-username=k8s \
  --docker-password=${EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN} \
  --dry-run=client -o=json \
  | oc apply -f -
```

名前空間固有のインストール特定の名前空間モード

名前空間固有のインストールの場合、オペレーターは選択した名前空間たとえば proj-dev 、my-operators などで実行されます。オペレーターがインストールされている**同じ名前空間** にプルシークレットを作成します。

最初に、オペレーターの名前空間を特定します。

```
#  Find the namespace where the operator is running

oc get subscription cloud-native-postgresql -A \
  -o jsonpath={.items[0].metadata.namespace}
```

次に、その名前空間にプルシークレットを作成します。<OPERATOR_NAMESPACE> をオペレーターの名前空間に置き換えます。

```
oc create secret -n <OPERATOR_NAMESPACE> docker-registry postgresql-operator-pull-
↪secret \
  --docker-server=docker.enterprisedb.com \
  --docker-username=k8s \
  --docker-password=${EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN} \
  --dry-run=client -o=json \
  | oc apply -f -
```

たとえば、オペレーターが proj-dev 名前空間にインストールされている場合

```
oc create secret -n proj-dev docker-registry postgresql-operator-pull-secret \
  --docker-server=docker.enterprisedb.com \
  --docker-username=k8s \
  --docker-password=${EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN} \
  --dry-run=client -o=json \
  | oc apply -f -
```

名前空間固有のインストールで EDB Postgres Distributed for Kubernetes オペレーターを使用している場合、同じ名前空間の pgd-operator-pull-secret も更新します。

```
oc create secret -n <OPERATOR_NAMESPACE> docker-registry pgd-operator-pull-secret \
  --docker-server=docker.enterprisedb.com \
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  --docker-username=k8s \
  --docker-password=${EDB_SUBSCRIPTION_TOKEN} \
  --dry-run=client -o=json \
  | oc apply -f -
```

```
oc get secret postgresql-operator-pull-secret -n <NAMESPACE>
```

Helm 値の更新

CloudNativePG™ Cluster Helm リリースの EDB Postgres ® AI の場合、`image.repository` と `image.imageCredentials.username` の両方のオーバーライド値を更新する必要があります。

```
helm upgrade --reuse-values \
  --set image.repository=docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-for-cloudnativepg \
  --set image.imageCredentials.username=k8s \
  edb-pg4k \
  edb/edb-postgres-for-kubernetes
```

(ここで、`edb-pg4k` および `edb/edb-postgres-for-kubernetes` は、他の例で使用されるリリースとパス名です。独自の値に置き換えます。

Kubernetes Helm リリースの EDB Postgres 分散の場合、`global.repository` と `image.imageCredentials.username` の両方の値をオーバーライドする必要があります。

```
helm upgrade --reuse-values \
  --set global.repository=docker.enterprisedb.com/k8s \
  --set image.imageCredentials.username=k8s \
  edb-pg4k-pgd \
  edb/edb-postgres-distributed-for-kubernetes
```

(ここで、`edb-pg4k-pgd` および `edb/edb-postgres-distributed-for-kubernetes` は、他の例で使用されるリリースとパス名です。独自の値に置き換えます。

マニフェストのイメージパスの更新

カスタムマニフェストこのドキュメントの現在および過去のバージョンに含まれる例を介して展開された演算子またはオペランドの場合、これらのマニフェストを直接更新して、イメージ名の一部としてサーバーおよびリポジトリ名を指定するイメージ参照を更新する必要があります。

マニフェスト内で見つかった場合、更新が必要なパスの完全なリストについては、**変更の概要** の下のリポジトリーパスを参照してください。

例 imageName

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: postgresql-extended-cluster
spec:
  instances: 3
  imageName: docker.enterprisedb.com/k8s_enterprise/edb-postgres-extended:18-standard-
↪ubi9
```

これは、3 つの EDB Postgres Extended インスタンスを展開するクラスターマニフェストです。spec.imageName で参照されるイメージパスは古いため、更新する必要があります。

```
imageName: docker.enterprisedb.com/k8s/edb-postgres-extended:18-standard-ubi9
```

この更新は通常の方法 kubectl apply ... で展開します。

例 ImageCatalog 画像

この古い古いサンプル ImageCatalog マニフェストを検討します。

edb_notranlate_13 yaml apiVersion postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1 kind イメージカタログメタデータ name postgresql 名前空間 デフォルト spec イメージ画像 - メジャー 15 image docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:15.14-standard-ubi9 - Major: 16 image: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:16.10-standard-ubi9 - Major: 17 image: docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql:17.6-standard-ubi9-major: 18 image: docker.enterprisedb .com/k8s/postgresql:18.1-standard-ubi9 ```

この更新は通常の方法 kubectl apply ... で展開します。

6.5 API Reference - v1.29.0

6.5.1 Packages

- *postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1*

6.5.2 postgresql.k8s.enterprisedb.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

Resource Types

- *Appendix B - Backup on object stores*
- *cluster-example-projected-volume.yaml*
- *ClusterImageCatalog*

- *Postgres* データベースの宣言的管理
- *FailoverQuorum*
- 例 *ImageCatalog* 画像
- プーラー構成
- 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
- *ScheduledBackup*
- 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

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

利用箇所:

- *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 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。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のペアのマップです。 詳細情報 <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について説明します。 詳細情報 <https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/assign-pod-node/#node-affinity>			

次のページに続く

表 2 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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、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。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。 詳細情報 <https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/assign-pod-node/#inter-pod-affinity-and-anti-affinity>			
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によって生成された用語に追加するポッドアンチアフィニティ用語を指定できます、または false に設定されている場合に排他的に使用されます。			
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。			

AvailableArchitecture

AvailableArchitecture は、クラスターのアーキテクチャの状態を表します

利用箇所:

- *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		

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.k8s.enterprisedb.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		
*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>			

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。

利用箇所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
volumeSnapshot * *VolumeSnapshot-Configuration* *	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 * BarmanObject-StoreConfiguration *	barman-cloud ツールスイートの構成			
retentionPolicy string	RetentionPolicy は、バックアップ および 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`のフォームで表現されます。ここで、*XX`は正の整数、`u`は `[dwm]* - 日、週、月 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]$*
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、 プライマリインスタンスでバックアップを常に実行するように `primary`、 `prefer-standby` 利用可能な場合は、できれば最新のスタンバイでバックアップを実行します。			Enum: [primary prefer-standby]

BackupMethod

基になる型 *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

利用箇所:

- *BackupSpec*
- *BackupStatus*
- *ClusterStatus*

- *ScheduledBackupSpec*

Field	Description
volumeSnapshot	BackupMethod VolumeSnapshot とは、ボリュームスナップショットを使用することを意味します Kubernetes 機能
barmanObjectStore	BackupMethodBarmanObjectStore は、barman を使用してバックアップすることを意味します PostgreSQL クラスター
plugin	BackupMethodPlugin は、このバックアップを プラグイン によって処理する必要があることを意味します

BackupPhase

基になる型 *string*

BackupPhase はバックアップのフェーズです

利用箇所:

- *BackupStatus*

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

利用箇所:

- *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。			

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

利用箇所:

- *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			

BackupSnapshotStatus

BackupSnapshotStatus volumeSnapshot 方法のバックアップ専用のフィールド

利用箇所:

- *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			

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。

利用箇所:

- *BootstrapRecovery*

Field	Description	Required	Default	Validation
name string	参照先の名前。	True		
endpointCA * SecretKeySelector *	EndpointCA は、barman 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。			

BackupSpec

BackupSpec は、バックアップの望ましい状態を定義します

利用箇所:

- *Appendix B - 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		
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`. 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実行されます。 `prefer-standby`はバックアップを優先して実行します最新の スタンバイで利用可能な場合。			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*、デフォルトかオフライン/コールド `false`かどうか クラスターフィールド '.spec.backup.volumeSnapshotで指定されたデフォルト設定をオーバーライドします。オンライン』			

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
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'.backup.volumeSnapshot.onlineConfigurationスタンザで指定されたデフォルト設定をオーバーライドします			

BackupStatus

BackupStatus は、バックアップの監視された状態を定義します

利用箇所:

- *Appendix B - 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 バックアップ。	True		
endpointCA * SecretKeySelector *	EndpointCA は、barman 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			

次のページに続く

表 12 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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 および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			
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			

次のページに続く

表 12 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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			

BackupTarget

基になる型 *string*

BackupTarget は、バックアップの優先ターゲットを説明します

利用箇所:

- *BackupConfiguration*
- *BackupSpec*
- *ScheduledBackupSpec*

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。

利用箇所:

- *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* *	別の互換性のある 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			

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。

利用箇所:

- *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が 最初から作成されます			
redwood boolean	Redwood の互換性を有効/無効にする必要がある場合。必要 EPAS および EPAS の場合 デフォルトで true			

次のページに続く

表 14 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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につながる可能性があります。 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`			
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ときに ICU ロケールを指定します。 このオプションには、`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。			

次のページに続く

表 14 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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。 このオプションには、`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			
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 * *OpenShift の重要な概念* *	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			

次のページに続く

表 14 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
postInitApplicationSQLRefs * *SQLRefs* *	SQL ファイルを含む ConfigMap またはシークレットへの参照のリスト 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ます クラスタが作成された後。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、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 ConfigMaps またはシークレットへの参照 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、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 ConfigMaps またはシークレットへの参照 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、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)			

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

利用箇所:

- *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が 最初から作成されます			

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。

利用箇所:

- *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。			
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 リカバリ手順。現在サポートしている `VolumeSnapshot` および `PersistentVolumeClaim`リソースは、既存の PVC グループをマッピングし、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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制限 将来的にオンラインバックアップが 実装されると削除されます)。 `backup`と相互排他的。			

次のページに続く

表 16 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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フルリカバリー。ただし、 PostgreSQL で想定されているように、 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、`RecoveryTarget`オブジェクトを指定して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。つまり、タイムスタンプ、トランザクション ID、LSN など。 詳細情報<https://www.postgresql.org/docs/current/runtime-config-wal.html#RUNTIME-CONFIG-WAL-RECOVERY-TARGET>			
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が 最初から作成されます			

CatalogImage

CatalogImage はイメージとメジャーバージョンを定義します

利用箇所:

- *ImageCatalogSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
image string	画像参照	True		

次のページに続く

表 17 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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			

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。

利用箇所:

- *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が自己署名 CA で作成され、TLS 証明書 ServerTLSSecret の生成に使用されます。 含まれるもの - *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`として使用します。 - *ca.key* サーバー SSL 証明書の生成に使用されるキー ServerTLSSecret が提供されている場合、 これ省略できます。 			

次のページに続く

表 18 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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`として設定されるキー。 定義されていない場合、ServerCASecret は`ca.key`も提供する必要があります。そして新しいシークレットが 提供された CA を使用して作成されます。			
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が 次を使用して作成されます。提供された CA。			
clientCASecret string	クライアント 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が自己署名 CA で作成され、すべてのクライアント証明書の生成に使用されます。 含まれるもの - *ca.crt* クライアント証明書の検証に使用する CA。 すべてのインスタンスの`ssl_ca_file`として使用します。 - *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、これはできます。省略 します。			
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。			

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。

利用箇所:

- *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が自己署名 CA で作成され、TLS 証明書 ServerTLSSecret の生成に使用されます。 含まれるもの - *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`として使用します。 - *ca.key* サーバー SSL 証明書の生成に使用されるキー ServerTLSSecret が提供されている場合、 これ省略できます。 			
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`として設定されるキー。 定義されていない場合、ServerCASecret は`ca.key`も提供する必要があります。そして新しいシークレットが 提供された CA を使用して作成されます。			
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が 次を使用して作成されます。提供された CA。			

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
clientCASecret string	クライアント 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が自己署名 CA で作成され、すべてのクライアント証明書の生成に使用されます。 含まれるもの - *ca.crt* クライアント証明書の検証に使用する CA。 すべてのインスタンスの`ssl_ca_file`として使用します。 - *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、これはできます。省略 します。			
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。			
expirations object (keys:string, values:string)	すべての証明書の有効期限。			

Cluster

クラスターは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres® AI 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.k8s.enterprisedb.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		

次のページに続く

表 20 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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>			

ClusterImageCatalog

ClusterImageCatalog は、 clusterimagecatalogs API のスキーマです

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion string	*postgresql.k8s.enterprisedb.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* *	クラスターイメージカタログ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		

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

利用箇所:

- *MonitoringConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
enabled boolean	モニタリングエンドポイントの 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が強制的にロールアウトされます。		false	

ClusterSpec

ClusterSpec は、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

利用箇所:

- *cluster-example-projected-volume.yaml*

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	タグ `<image>:<tag>` と決定的で反復可能な展開のためのダイジェストの両方をサポートするコンテナイメージの名前 (*<image>:<tag>@sha256:<digestValu*			
*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`になります。 更新できません。 詳細情報 <https://kubernetes.io/docs/concepts/containerimages#images>			
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。詳細情報 <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	

次のページに続く

表 23 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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 プライマリ。未定義または0では、スタンバイが 使用できない場合でも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少ない場合、減らすことができます。 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 * :ref:``podSelectorRefs`を使用した動的アドレス解決<*podSelectorRefs* を使用した動的アドレス解決>` 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展開します。 それに応じて pg_hba 行。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			
*bootstrap * BootstrapConfiguration *	このクラスターをブートストラップする手順			
*replica * ReplicaClusterConfiguration *	レプリカクラスター構成			

次のページに続く

表 23 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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。			
certificates * *CertificatesConfiguration* *	CA および関連する証明書の構成			
imagePullSecrets * LocalObjectReference array*	イメージをプルするために使用されるプルシークレットのリスト。ライセンスキー プルシークレットが含まれている場合、そのシークレットは自動的に含まれます。			
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			

次のページに続く

表 23 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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しません 提供されたものを使用します。これは、複数のクラスター全体で単一の サービスアカウントを共有する場合に役立ちますクラウド IAM 構成の場合。 指定しない場合、サービスアカウントはクラスター名で作成されます。 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			
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。 起動プローブの失敗しきい値は、次の式を使用してこの値から導き出されます。 ceiling(startDelay / 10)。		3600	
stopDelay integer	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 1800		1800	
smartStopDelay integer	非推奨: 代わりに SmartShutdownTimeout を使用してください			
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 つまり *stopDelay - smartShutdownTimeout*)。デフォルトは 180 秒です。		180	

次のページに続く

表 23 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
switchoverDelay integer	プライマリ PostgreSQL インスタンスが許可される時間秒 スイッチオーバー中に正常にシャットダウンします。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に待機する時間秒 		0	
livenessProbeTimeout integer	LivenessProbeTimeout は、PostgreSQL インスタンスが許可される時間秒単位であります。ライブネスプローブデフォルト 30 に正常に応答します。 ライブネスプローブの失敗しきい値は、次の式を使用してこの値から導き出されます。 br />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。 詳細情報 <https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/topology-spread-constraints/>			
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、ユーザーはエフェメラル ボリュームの制限を設定できます			

次のページに続く

表 23 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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 *unsupervised* - デフォルト または手動 *supervised* が可能です。		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の方法。 スイッチオーバー *switchover* またはインプレース *restart* - デフォルト。 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。			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			

次のページに続く

表 23 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
licenseKey string	クラスターのライセンスキー。空の場合、クラスターは トライアルモードで動作し、有効期限デフォルト 30 日後、オペレーターは 調整試行を停止します。詳細については、オペレーターに付属するライセンス契約を参照してください。			
licenseKeySecret * SecretKeySelector *	ライセンスキーへの参照。これが設定されている場合、LicenseKey よりも優先されます。			
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			
externalClusters * *ExternalCluster* 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 * *EnvironmentEnvVar* array*	Env は、 Env 形式に従って、環境変数をクラスター内に作成されたポッドに 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`			

次のページに続く

表 23 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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。 設定されている場合、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、オペレーターのデフォルトが使用されます。 このフィールドはありません。 SecurityContextConstraints が存在する場合、効果はありません。			
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セキュリティコンテキストをオーバーライドします。 設定されている場合、これは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、オペレーター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			
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保護します。逆に、 `false`に設定すると `PodDisruptionBudget`リソースがなくなり、PostgreSQL クラスターをホスティング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	

次のページに続く

表 23 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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 注入されるプローブの構成。			

ClusterStatus

ClusterStatus は、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

利用箇所:

- *cluster-example-projected-volume.yaml*

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。			
instancesStatus object (keys: :ref:`PodStatus<PodSt , 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: :ref:`PodName<PodNa , values: :ref:`InstanceReported.)	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			

次のページに続く

表 24 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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 * **トポロジスプレッドコンストレイン** *	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			
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、これは以前のものとは異なります スイッチオーバーまたはフェイルオーバー中に			
lastPromotionToken string	LastPromotionToken は、レプリカクラスターをプロモーション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			
danglingPVC string array	このクラスターによって作成され、まだ使用可能な ポッドに接続されていないすべての 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			
licenseStatus Status	ライセンスのステータス			

次のページに続く

表 24 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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* *	シークレットのリソースバージョンのリスト オペレーターによって管理されています。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* *	構成マップのリソースバージョンのリスト オペレーターによって管理されます。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: :ref:`BackupMethod<B , values: :ref:` **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 24 – 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 の内容から計算されます。 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: :ref:`BackupMethod<B , values: :ref:`**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。			
cloudNativePostgresqlCommitHash 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`が設定されるとき、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			
cloudNativePostgresqlOperatorHash string	オペレーターのバイナリのハッシュ			

次のページに続く

表 24 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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			
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。			
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、pg_controldata からの情報を含む JSON トークンであり、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 タイムライン ID、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			
systemID string	SystemID は、最後に検出された PostgreSQL のシステム ID です			

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

利用箇所:

- *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。			

DataDurabilityLevel

基になる型 *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。

利用箇所:

- *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

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

利用箇所:

- *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			

次のページに続く

表 27 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
tablespaceStorage object (keys:string, values: `TypedLocalObjectReference <https://kubernetes.io/api/v1.34/#typedlocalobjectreference-v1-core>`__)	PostgreSQL テーブルスペースのストレージの構成			

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.k8s.enterprisedb.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>			

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

利用箇所:

- *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		
*ensure * EnsureOption **	データベースにオブジェクトスキーマなどを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、オブジェクトは 存在しない場合に作成されます。`absent`に設定している場合、拡張機能/スキーマは 存在する場合は削除されます。		present	Enum: [present absent]

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

利用箇所:

- *DatabaseStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
name string	オブジェクトの名前	True		
applied boolean	オブジェクトの True 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			

DatabaseReclaimPolicy

基になる型 *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。

利用箇所:

- *DatabaseSpec*

Field	Description
delete	DatabaseReclaimDelete は、データベースがそのクレームから 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、データベースが管理者による手動 再生利用のために現在のフェーズに残されることを意味します。デフォルトポリシーは Retain です。

DatabaseRoleRef

DatabaseRoleRef は、PostgreSQL 内で使用可能なロールの参照です

利用箇所:

- *TablespaceConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
name string	NA			

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。

利用箇所:

- *Postgres* データベースの宣言的管理

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 33 – 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プします。 `ALTER DATABASE`の`OWNER TO`コマンドにマップします。 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た 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。			

次のページに続く

表 33 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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。			
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。デフォルトの照合動作をカスタマイズする追加の照合ルールを指定します デフォルトの照合順序。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 ビルトインプロバイダー。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。			

次のページに続く

表 33 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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`句にマッピングされます。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。			
tablespace string	`CREATE DATABASE`の `TABLESPACE`パラメーターにマップします。 `ALTER DATABASE`の `SET TABLESPACE`コマンドにマップします。 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の名前 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			

次のページに続く

表 33 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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			

DatabaseStatus

DatabaseStatus は、データベースの観察された状態を定義します

利用箇所:

- *Postgres* データベースの宣言的管理

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			
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			

EPASConfiguration

EPASConfiguration には、 EDB Postgres Advanced Server 固有の構成が含まれています

利用箇所:

- *PostgresConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
audit boolean	true の場合 edb_audit ロギングを有効にします			
*tde * TDEConfiguration **	TDE 構成			

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

利用箇所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
labels object (keys:string, values:string)	NA			
annotations object (keys:string, values:string)	NA			

EnsureOption

基になる型 *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

利用箇所:

- *DatabaseObjectSpec*
- *DatabaseSpec*
- *ExtensionSpec*
- *FDWSpec*
- *OptionSpec*
- *RoleConfiguration*
- *SchemaSpec*
- *ServerSpec*

Field	Description
present	NA
absent	NA

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

利用箇所:

- *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			

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。

利用箇所:

- *CatalogImage*
- *ImageInfo*
- *PostgresConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
name string	拡張機能の名前、必須	True		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」。			

次のページに続く

表 39 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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`環境変数に追加す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、手動でクラスターを再起動する必要があることに注意してください。			

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。

利用箇所:

- *ExtensionConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
name string	PostgreSQL プロセスに注入される環境変数の名前。	True		MinLength: 1 Pattern: *^[a-zA-Z_][a-zA-Z0-9_]*$*

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
value string	環境変数の値。 CloudNativePG™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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。 ${*image_root*} プレースホルダーは、拡張機能のボリュームの絶対マウントパス に解決します。`/extensions/my-extension`など。これは アプリケーションまたはライブラリが マウントされたイメージ内の特定のディレクトリを見つけられるようにする場合に特に役立ちます。 認識されないプレースホルダーは拒否されます。値にリテラル${...} を含めるには、$${...}としてエスケープします。	True		MinLength: 1

ExtensionSpec

ExtensionSpec はデータベースに拡張機能を構成します

利用箇所:

- *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 **	データベースにオブジェクトスキーマなどを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、オブジェクトは 存在しない場合に作成されます。`absent`に設定している場合、拡張機能/スキーマは 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 41 – 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	拡張機能のオブジェクトをインストールするスキーマの名前 拡張機能がコンテンツを再配置できる場合。指定されずデフォルトデフォルト、および拡張機能の制御ファイルが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		

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

利用箇所:

- *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 42 – 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。パスワードが提供される場合、CloudNativePG™クラスターのEDB Postgres ® AI は `/controller/external/NAME/pass`でPostgreSQL の パスファイルを作成します。ここで、「NAME」は br />クラスターの名前)。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		

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

利用箇所:

- *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		

次のページに続く

表 43 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
ensure * *EnsureOption* *	データベースにオブジェクトスキーマなどを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、オブジェクトは 存在しない場合に作成されます。`absent`に設定している場合、拡張機能/スキーマは 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、 デフォルトハンドラーは、FDW 拡張機能の作成時に登録されます。			
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ていない場合、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	所有者は、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の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。			

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.k8s.enterprisedb.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。			

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。

利用箇所:

- *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 。			

ImageCatalog

ImageCatalog は、imagecatalogs API のスキーマです

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion string	*postgresql.k8s.enterprisedb.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		

次のページに続く

表 46 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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		

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

利用箇所:

- *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		

ImageCatalogSpec

ImageCatalogSpec は、目的のイメージカタログを定義します

利用箇所:

- *ClusterImageCatalog*
- 例 *ImageCatalog* 画像

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

ImageInfo

ImageInfo には、PostgreSQL イメージに関する情報が含まれています

利用箇所:

- *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			

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

利用箇所:

- *BootstrapInitDB*

Field	Description	Required	Default	Validation
source * *ImportSource* *	輸入元	True		
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			

次のページに続く

表 50 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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 に設定すると、*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: 注意して使用します。オペレーターはこれらのオプションを検証しません そして、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場合があります。 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: 注意して使用します。オペレーターはこれらのオプションを検証しません そして、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場合があります。 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 50 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
pgRestorePre-dataOptions 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: 注意して使用してください。オペレーターはこれらのオプションを検証しません そして、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場合があります。 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: 注意して使用してください。オペレーターはこれらのオプションを検証しません そして、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場合があります。 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。			
pgRestorePost-dataOptions 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: 注意して使用してください。オペレーターはこれらのオプションを検証しません そして、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場合があります。 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。			

ImportSource

ImportSource は、論理スナップショットのソースを説明します

利用箇所:

- *OpenShift の重要な概念*

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		

InstanceID

InstanceID には、インスタンスを識別する情報が含まれます

利用箇所:

- *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。バックアップのような長時間実行オペレーション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。これにより、実行中のバックアッププロセスが終了します。			

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

利用箇所:

- *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		

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

利用箇所:

- *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	

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

利用箇所:

- *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			

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

利用箇所:

- *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			
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			

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

利用箇所:

- *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			

LDAPScheme

基になる型 *string*

LDAPScheme は、 LDAP の使用可能なスキームを定義します

利用箇所:

- *LDAPConfig*

Field	Description
ldap	NA
ldaps	NA

LivenessProbe

LivenessProbe は liveness プローブの構成です

利用箇所:

- *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。 詳細情報 <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見なされるプローブの最小連続成功。 デフォルト 1。 liveness および startup 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。 デフォルト 3。最小値は 1 です。			

次のページに続く

表 59 – 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ために必要な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が送信された後の秒単位の期間です。終了信号と、プロセスが強制的に実行される時間 Kill シグナルで停止します。 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長く設定します。 この値が nil の場合、ポッドの終了 GracePeriodSecond 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 シグナル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。未設定の場合に使用されます。			
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、これは 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 が使用できない場合に安全にシャットダウンできることを保証しますが検出されます。デフォルトで有効になっています。			

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

利用箇所:

- *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			

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

利用箇所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
byStatus object (keys: :ref:`RoleStatus<RoleS , 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、PostgreSQL でリコンサイルできないロールをリストし 原因の説明			
passwordStatus object (keys:string, values: :ref:`PasswordState<P)	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			

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。

利用箇所:

- *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の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		

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。

利用箇所:

- *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、読み取りおよび読み取り専用のサービスを表す「r」および「ro」です。			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。			

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。

利用箇所:

- *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するために使用できる文字列キーと値のマップ スコープと選択。レプリケーションコントローラ および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ように外部ツールによって 設定される場合があります。これらはクエリー可能ではなく、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>			

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

利用箇所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
disableDefaultQueries boolean	デフォルトのクエリーを注入するかどうか。 デフォルトのクエリーをクラスターに注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			

次のページに続く

表 65 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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	
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が強制的にロールアウトされます。			
podMonitorMetricRelabelings * *archive_timeout* array*	`PodMonitor`のメトリックの再ラベル付けのリスト。取り込まれ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。 それを超えると、新しいスクレイプ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、デフォルトの 30 秒に 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。			

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。

利用箇所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
reusePVC boolean	既存の PVC を再利用するノードが再びアップ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	
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	

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

利用箇所:

- *BackupSpec*
- *ScheduledBackupSpec*
- *VolumeSnapshotConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
waitForArchive boolean	false の場合、ファンクションは、バックアップの完了後すぐに戻ります。WAL がアーカイブされるのを待たずに。 この動作は、WAL アーカイブを独立して監視するバックアップソフトウェアでのみ役立ちます。それ以外の場合、バックアップの一貫性を保つために必要な WAL が欠落しており、バックアップを役に立たない可能性があります。 デフォルトまたはこのパラメータが true の場合、pg_backup_stop は、アーカイブが 有効になっているときに WAL がアーカイブされるまで待機します。<br / >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 を実行して即時実行をトリガーします。 セグメントスイッチ。		true	
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する ことを意味します。デフォルトでは`false`。			

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

利用箇所:

- *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`に設定している場合、 オプションが存在する場合は削除されます。		present	Enum: [present absent]

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

利用箇所:

- *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			

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

利用箇所:

- *PoolerIntegrations*

Field	Description	Required	Default	Validation
secrets string array	NA			

PgBouncerPoolMode

基になる型 *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]

利用箇所:

- *PgBouncerSpec*

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

利用箇所:

- *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			

PgBouncerSpec

PgBouncerSpec は、PgBouncer の構成方法を定義します

利用箇所:

- *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。			

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
serverCASecret * LocalObjectReference *	ServerCASecret は、PgBouncer の server_tls_ca_file、PostgreSQL 証明書を検証するためのルート CA 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 usename, passwd FROM pg_catalog.pg_shadow WHERE usename=$1") も指定する必要があり、自動 CNP 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 usename, 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 CNP クラスター統合はトリガーされません。			
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、CNP ドキュメントをご確認ください 			
pg_hba string array	PostgreSQL ホストベースの認証ルール pg_hba.conf ファイルに追加する行 			

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
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 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	

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

利用箇所:

- *ClusterSpec*
- *ExternalCluster*

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	
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。これは `.spec.backup.barmanObjectStore 成が存在する場合、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			

PluginStatus

PluginStatus は、ロードされたプラグインのステータスです

利用箇所:

- *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	機能は 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			

PodName

基になる型 *string*

PodName はポッドの名前です

利用箇所:

- *ClusterStatus*
- トポロジスプレッドコンストレイン

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。

利用箇所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name string	Name は、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 アドレスフィールドの${podselector:NAME}構文を介して。	True		MinLength: 1 Pattern: ^ *:ref:`a-z <[a-z0-9_-]*[a-z0-9]> ?$`*
*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あり ます。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		

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。

利用箇所:

- *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、セレクターに一致するポッド IP のリストです。各 IP は単一のアドレス CIDR 表記なし。			

PodStatus

基になる型 *string*

PodStatus は、ポッドの考えられるステータスを表します

利用箇所:

- *ClusterStatus*

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>

利用箇所:

- *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>			

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

利用箇所:

- トポロジスプレッドコンストレイン

Pooler

Pooler は、プーラー API のスキーマです

Field	Description	Required	Default	Validation
apiVersion string	*postgresql.k8s.enterprisedb.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		

次のページに続く

表 78 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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>			

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

利用箇所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
pgBouncerIntegration * *PgBouncerIntegrationStatus* *	NA			

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。

利用箇所:

- *PoolerSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
enablePodMonitor *boolean*	`PodMonitor`を有効または無効にします		false	

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
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。			
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。			

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

利用箇所:

- *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			

PoolerSpec

PoolerSpec は、プーラーの目的の状態を定義します

利用箇所:

- プーラー構成

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。 プーラー名は、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。 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。			
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しません 提供されたものを使用します。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に役立ちますクラウド IAM 構成など。 指定しない場合、プーラー名でサービスアカウントが作成されます。			MaxLength: 253 Pattern: ^ *:ref: `a-z0-9 <[-a-z0-9]*[a-z0-9]> ?$`

PoolerStatus

PoolerStatus は、プーラーの観察された状態を定義します

利用箇所:

- プーラー構成

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			

PoolerType

基になる型 *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]

利用箇所:

- *PoolerSpec*

PostgresConfiguration

PostgresConfiguration は PostgreSQL 構成を定義します

利用箇所:

- *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 ファイルに追加する行 。 ${podselector:NAME}構文を使用して、ポッドセレクターを参照します。 ルールが展開されますそのセレクターと一致する各 Pod IP ごとに。			

次のページに続く

表 84 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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 			
epas * *EPASConfiguration* *	EDB Postgres Advanced Server 固有の構成			
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 設定に影響します。			
shared_preload_librari 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 年より大きい 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			
enableAlterSystem boolean	このパラメータが true の場合、ユーザーは CloudNativePG™ クラスタークラスターのこの EDB Postgres ® AI 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			

PrimaryUpdateMethod

基になる型 *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

利用箇所:

- *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の両方を変更する更新を拒否します および PostgreSQL 構成パラメーターを同時に使用して、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 アップグレードが必要な場合

PrimaryUpdateStrategy

基になる型 *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

利用箇所:

- *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 PrimaryUpdate メソッドを別の更新されたレプリカに続行し、自動的に更新する プライマリサーバー `unsupervised`、デフォルト を意味します。

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。

利用箇所:

- *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。 詳細情報 <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見なされるプローブの最小連続成功。 デフォルト 1。 liveness および startup 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。 デフォルト 3。最小値は 1 です。			

次のページに続く

表 87 – 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ために必要な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が送信された後の秒単位の期間です。終了信号と、プロセスが強制的に実行される時間 Kill シグナルで停止します。 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長く設定します。 この値が nil の場合、ポッドの終了 GracePeriodSecond 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 シグナル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。未設定の場合に使用されます。			

ProbeStrategyType

基になる型 *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

利用箇所:

- *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

次のページに続く

表 88 – 前のページからの続き

Field	Description
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ており、ラグ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を実行できることを意味します

ProbeWithStrategy

ProbeWithStrategy は、スタートアッププローブの構成です

利用箇所:

- *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。 詳細情報 <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見なされるプローブの最小連続成功。 デフォルト 1。 liveness および startup 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。 デフォルト 3。最小値は 1 です。			

次のページに続く

表 89 – 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ために必要な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が送信された後の秒単位の期間です。終了信号と、プロセスが強制的に実行される時間 Kill シグナルで停止します。 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長く設定します。 この値が nil の場合、ポッドの終了 GracePeriodSecond 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 シグナル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。未設定の場合に使用されます。			
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			

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

利用箇所:

- *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		
readiness * *ProbeWithStrategy* *	Readiness Probe 構成	True		

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.k8s.enterprisedb.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		

PublicationReclaimPolicy

基になる型 *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。

利用箇所:

- *PublicationSpec*

Field	Description
delete	PublicationReclaimDelete は、パブリケーションがそのクレームからリリース されるときに Kubernetes から削除されることを意味します。
retain	PublicationReclaimRetain は、パブリケーションが管理者による手動 再生のために現在のフェーズに残されることを意味します。デフォルトポリシーは Retain です。

PublicationSpec

PublicationSpec は、パブリケーションの望ましい状態を定義します

利用箇所:

- 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

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)	`WITH`句のパブリケーションパラメーター一部 PostgreSQL `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]

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

利用箇所:

- 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

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			

次のページに続く

表 94 – 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			

PublicationTarget

PublicationTarget は、このパブリケーションが公開するものです

利用箇所:

- *PublicationSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
allTables boolean	パブリケーションを、将来作成されるテーブルを含むデータベース内のすべてのテーブル の変更をレプリケートするもの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

PublicationTargetObject

PublicationTargetObject は、パブリッシュするオブジェクトです

利用箇所:

- *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 将来に作成されるテーブルを含む テーブルの変更をレプリケートするものとしてパブリケーションをマークします。PostgreSQL の `FOR TABLES IN SCHEMA`に対応します。			

次のページに続く

表 96 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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 相当します。			

PublicationTargetTable

PublicationTargetTable は、パブリッシュするテーブルです

利用箇所:

- *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		
schema string	スキーマ名			
columns string array	公開する列			

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。

利用箇所:

- *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。 空のデフォルト場合、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			

次のページに続く

表 98 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
targetName string	ターゲット名以前に作成します `pg_create_restore_point`で			
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 false になるため、Postgres では `recovery_target_inclusive`が true になります			

ReplicaClusterConfiguration

ReplicaClusterConfiguration は、レプリカクラスターの構成をカプセル化します

利用箇所:

- *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 またはレプリカクラスターであるかどう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

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
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、このパラメータにより、システム時間が少なくとも構成された コミット時間を経過した時間である場合にのみトランザクションを再生できます。これは、データ損失エラーを修正する機会を提供します。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。			

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

利用箇所:

- *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			

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
updateInterval integer	スタンバイは、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 `updateInterval`秒ごとにデフォルト 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			

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。

利用箇所:

- *ReplicationSlotsConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
enabled boolean	有効になっている場合デフォルトでは、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。無効の場合、オペレーターはレプリカとのストリーミング接続の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のレプリケーションスロットも制御します。			

次のページに続く

表 101 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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`_cnp_`に設定されます。			Pattern: ^[0-9a-z_]*$
synchronizeLogicalDecoding boolean	有効にすると、オペレーターは、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 - PostgreSQL バージョン < 17 pg_failover_slots 拡張機能が有効になっている			

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照 https://www.postgresql.org/docs/current/sql-createrole.html

利用箇所:

- *ManagedConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
name string	ロールの名前	True		
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 ヌルの場合、パスワードは DisablePassword が設定されていない限り無視されます			

次のページに続く

表 102 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
connectionLimit integer	ロールがログインできる場合、これはロールが作成できる同時 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。			
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`superuser`であるかどうか 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人 - 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`に設定されている場合、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 102 – 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、およびメンバーシップの付与または取り消しを許可されるかどうか ほかのロール。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、次のことが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。レプリケーションスロットを作成またはドロップします。 `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。			

RoleStatus

基になる型 *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

利用箇所:

- *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
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`

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。

利用箇所:

- *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			

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.k8s.enterprisedb.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		

次のページに続く

表 105 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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		
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>			

ScheduledBackupSpec

ScheduledBackupSpec は、 ScheduledBackup の目的の状態を定義します

利用箇所:

- *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、Kubernetes の Cron ジョブで使用される形式に従いません。追加の秒指定子が含まれるため、 <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		

次のページに続く

表 106 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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 作成したバックアップオブジェクトの所有者リファレンス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所有者として設定しますバックアップの -クラスター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]
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`. 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実行されます。 `prefer-standby`はバックアップを優先して実行します最新の スタンバイで利用可能な場合。			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			

次のページに続く

表 106 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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*、デフォルトかオフライン/コールド`false`かどうか クラスターフィールド '.spec.backup.volumeSnapshot で指定されたデフォルト設定をオーバーライドします。オンライン』			
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 '.backup.volumeSnapshot.onlineConfiguスタンザで指定されたデフォルト設定をオーバーライドします			

ScheduledBackupStatus

ScheduledBackupStatus は、 ScheduledBackup の観察された状態を定義します

利用箇所:

- *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			

SchemaSpec

SchemaSpec はデータベースにスキーマを構成します

利用箇所:

- *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 **	データベースにオブジェクトスキーマなどを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、オブジェクトは 存在しない場合に作成されます。`absent`に設定している場合、拡張機能/スキーマは 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		

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

利用箇所:

- *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			

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。

利用箇所:

- *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			
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			

ServerSpec

ServerSpec は外部データラッパーのサーバーを構成します

利用箇所:

- *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* *	データベースにオブジェクトスキーマなどを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、オブジェクトは 存在しない場合に作成されます。`absent`に設定している場合、拡張機能/スキーマは 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。			

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

利用箇所:

- *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		

ServiceSelectorType

基になる型 *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]

利用箇所:

- *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。

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。

利用箇所:

- *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。			
spec * ServiceSpec *	サービス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>			

ServiceUpdateStrategy

基になる型 *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]

利用箇所:

- *ManagedService*

SnapshotOwnerReference

基になる型 *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。

利用箇所:

- *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。

SnapshotType

基になる型 *string*

SnapshotType は許可されるインポートのタイプです

利用箇所:

- *OpenShift* の重要な概念

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

次のページに続く

表 116 – 前のページからの続き

Field	Description
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

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

利用箇所:

- *ClusterSpec*
- *TablespaceConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
storageClass string	PVC に使用する StorageClass。利用可能な場合は、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。 サイズを減らすことはできません。			
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			

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.k8s.enterprisedb.io/v1*	True		
kind string	*Subscription*	True		

次のページに続く

表 118 – 前のページからの続き

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		
spec * *SubscriptionSpec* *	NA	True		
status * *SubscriptionStatus* *	NA	True		

SubscriptionReclaimPolicy

基になる型 *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。

利用箇所:

- *SubscriptionSpec*

Field	Description
delete	SubscriptionReclaimDelete は、サブスクリプションがそのクレームからリリース されるときに Kubernetes から削除されることを意味します。
retain	SubscriptionReclaimRetain は、サブスクリプションが現在のフェーズで残されて、管理者による手動 再利用ということを意味します。デフォルトポリシーは Retain です。

SubscriptionSpec

SubscriptionSpec は、サブスクリプションの目的の状態を定義します

利用箇所:

- 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

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 120 – 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 の `WITH`句に含まれるサブスクリプションパラメーター `CREATE SUBSCRIPTION`コマンド。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 変更できません。後で変更しても無視されます。ただし、次の場所に文書化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-PA /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 「パブリッシャー」	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]

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

利用箇所:

- 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

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			
message string	Message はリコンシリエーション出力メッセージです			

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

利用箇所:

- *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。			

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。

利用箇所:

- *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		

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

利用箇所:

- *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		
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			

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。

利用箇所:

- *PostgresConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
*method * SynchronousReplicaConfigurationMethod**	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。 '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ます。	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 125 – 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。 「推奨」に設定されている場合、データの耐久性は維持されます正常なレプリカ は利用できますが、レプリカが利用できなくなった場合、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 オペレーション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]

次のページに続く

表 125 – 前のページからの続き

Field	Description	Required	Default	Validation
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™クラスター管理の PostgreSQL クラスターの EDB Postgres ® AI 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。			

SynchronousReplicaConfigurationMethod

基になる型 *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

利用箇所:

- *SynchronousReplicaConfiguration*

TDEConfiguration

TDEConfiguration には、透過的データ暗号化構成が含まれています

利用箇所:

- *EPASConfiguration*

Field	Description	Required	Default	Validation
enabled boolean	TDE を有効にする場合は True			
secretKeyRef * SecretKeySelector *	暗号化キーを含むシークレットへの参照			
wrapCommand * SecretKeySelector *	WrapCommand は、ユーザーが提供する encrypt コマンドです			
unwrapCommand * SecretKeySelector *	UnwrapCommand は、ユーザーが提供する復号コマンドです			
passphraseCommand * SecretKeySelector *	PassphraseCommand は、暗号化と復号化のために OpenSSL コマンドに渡されます パスフレーズを取得するために実行されるコマンド			

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

利用箇所:

- *ClusterSpec*

Field	Description	Required	Default	Validation
name string	テーブルスペースの名前	True		
*storage * Storage-Configuration **	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 の ドキュメントを参照してください。		false	

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

利用箇所:

- *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 * TablespaceS-tatus **	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			

TablespaceStatus

基になる型 *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

利用箇所:

- *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

Topology

トポロジにはクラスタートポロジが含まれます

利用箇所:

- *ClusterStatus*

Field	Description	Required	Default	Validation
instances object (keys: :ref:`PodName<PodNa , values: :ref:`PodTopologyLabe)	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、インスタンスに対応する個別のノードの数を表します。 値が'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であることを意味します。			

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
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備えて、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 			

UsageSpec

UsageSpec は、外部データラッパーの使用法を構成します

利用箇所:

- *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]

UsageSpecType

基になる型 *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。

利用箇所:

- *UsageSpec*

Field	Description
grant	GrantUsageSpecType は、使用権限の付与を示します。 デフォルトの使用権限は grant です。
revoke	RevokeUsageSpecType は、使用権限の取り消しを示します。

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。

利用箇所:

- *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。			
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。 これは、特定のクラスが存在しない場合、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 }	

6.6 Backup and Recovery

Appendix B - Backup on object stores および **オブジェクトストアからのリカバリー** は、2 つの別個のセクションにあります。

6.7 CNCF Projects Integrations

6.7.1 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。

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。

CloudNativePG™クラスターの PostgreSQL および EDB Postgres AI 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™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

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。

デフォルトでは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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* を参照してください。

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 を作成します

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
  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:
          k8s.enterprisedb.io/reload: "true"
      data:
        password: "{{ .password }}"
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      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 `k8s.enterprisedb.io/reload: "true"` は、シークレットが変更されたときに、CloudNativePG™ クラスターの EDB Postgres ® AI 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™クラスター用に EDB Postgres ® AI 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、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カスタムシークレットまたは PostgreSQL ユーザーを管理できます。

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、HashCorp 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™クラスター、外部シークレットオペレーター、および HashCorp Vault の EDB Postgres ® AI 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。

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。

```
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。

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。

6.7.2 Cilium

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/

CloudNativePG™クラスターおよび Cilium の EDB Postgres AI 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™クラスター PostgreSQL インスタンスの EDB Postgres ® AI を保護する方法を示します。

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: []
```

CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres AI で Cilium ネットワークポリシーを機能させる

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: postgresql-operator-operator-access
  namespace: default
spec:
  description: "Allow EDB Postgres® AI for CloudNativePG™ Cluster operator access␣
↪to any pod in the target namespace"
  endpointSelector: {}
  ingress:
    - fromEndpoints:
        - matchLabels:
            io.kubernetes.pod.namespace: postgresql-operator-system
      toPorts:
        - ports:
            - port: "8000"
              protocol: TCP
```

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: cnp-cluster-internal-access
  namespace: default
spec:
  description: "Allow EDB Postgres® AI for CloudNativePG™ Cluster operator access␣
↪and connection between pods in the same namespace"
  endpointSelector: {}
  ingress:
    - fromEndpoints:
        - matchLabels:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            io.kubernetes.pod.namespace: postgresql-operator-system
        - matchLabels:
            io.kubernetes.pod.namespace: default
            k8s.enterprisedb.io/cluster: cluster-example
      toPorts:
        - ports:
            - port: "8000"
              protocol: TCP
            - port: "5432"
              protocol: TCP
```

このポリシーは、postgresql-operator-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。

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:
      k8s.enterprisedb.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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

```yaml
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:
      k8s.enterprisedb.io/cluster: cluster-example
  ingress:
    - fromEndpoints:
        - labelSelector:
            matchLabels:
              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。

```yaml
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:
      k8s.enterprisedb.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␣
↪pods within the Kubernetes cluster"
  endpointSelector:
    matchLabels:
      k8s.enterprisedb.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。

第7章　Appendix

7.1 Appendix A - Backup on volume snapshots

スナップショット機能を提供します。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 ネイティブの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。

7.1.1 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。

7.1.2 要件

ボリュームスナップショットが CloudNativePG™クラスタークラスターの EDB Postgres ® AI と連携するには、PostgreSQL ボリュームつまり `storage` および `walStorage` セクションを動的にプロビジョニングするため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。

7.1.3 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™クラスターの EDB Postgres ® AI を使用すると、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.k8s.enterprisedb.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 *PostgreSQL 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。

7.1.4 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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

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:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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.k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: ScheduledBackup
metadata:
  name: snapshot-cluster-cold-backup-example
spec:
  schedule: "0 0 0  **  *"
  backupOwnerReference: self
  cluster:
    name: snapshot-cluster
  method: volumeSnapshot
  online: false
```

7.1.5 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™クラスター用に EDB Postgres ® AI 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、

7.1.6 バックアップボリュームのスナップショットの期限

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。一部の環境では、ボリュームスナップショットで再試行可能な一時的な問題が発生する場合があります。

backup.k8s.enterprisedb.io/volumeSnapshotDeadline アノテーションは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI が、バックアップを失敗としてマーキングする前に回復可能なエラーの再試行を継続する時間を定義します。

backup.k8s.enterprisedb.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再試行可能なエラーが発生した場合

1. CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。

再試行可能なエラー

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、次の種類のエラーを再試行可能として扱います。

- **サーバータイムアウトエラー** HTTP 408、429、500、502、503、504
- **競合** オプティミスティックロックエラー
- **内部エラー**
- **コンテキスト期限超過エラー**
- **CSI スナップショットコントローラからのタイムアウトエラー**

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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: ScheduledBackup
metadata:
  name: daily-backup-schedule
  annotations:
    backup.k8s.enterprisedb.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、回復可能な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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: ScheduledBackup
metadata:
  name: weekly-backup
  annotations:
    backup.k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Backup
metadata:
  name: my-backup
  annotations:
    backup.k8s.enterprisedb.io/volumeSnapshotDeadline: "15"
spec:
  method: volumeSnapshot
  # other backup configuration...
```

7.1.7 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。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
metadata:
  name: hendrix
spec:
  instances: 3

  storage:
    storageClass: ebs-sc
    size: 10Gi
  walStorage:
    storageClass: ebs-sc
    size: 10Gi
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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.k8s.enterprisedb.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。

7.2 Appendix B - Backup on object stores

> **警告**
>
> CloudNativePG™クラスター 1.26 の EDB Postgres ® AI 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 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ Cluster Backup を参照してください。

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 `docker.enterprisedb.com/k8s/postgresql` を使用できます。

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** 。

7.2.1 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。

7.2.2 WAL アーカイブ

WAL アーカイブは、 *PostgreSQL WAL* **アーカイブ** をフィードするプロセスです

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI。

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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      [...]
      wal:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      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。

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.k8s.enterprisedb.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。

7.2.3 リテンション ポリシー

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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.k8s.enterprisedb.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"
```

7.2.4 圧縮アルゴリズム

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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
- snappy
- 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。

Compression	Backup Time (ms)	Restore Time (ms)	Uncompressed size (MB)	Compressed size (MB)	Approx ratio
None	10927	7553	395	395	1:1
bzip2	25404	13886	395	67	5.9:1
gzip	116281	3077	395	91	4.3:1
snappy	8134	8341	395	166	2.4:1

7.2.5 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™クラスターの EDB Postgres ® AI を使用して、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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      [...]
      tags:
        backupRetentionPolicy: "expire"
      historyTags:
        backupRetentionPolicy: "keep"
```

7.2.6 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.k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      [...]
      wal:
        additionalCommandArgs:
        - "--max-concurrency=1"
        - "--read-timeout=60"
```

7.2.7 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.k8s.enterprisedb.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**
>
> 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。

7.3 Appendix C - Common object stores for backups

> **警告**
>
> CloudNativePG™クラスター 1.26 の EDB Postgres ® AI 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 B - 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。

7.3.1 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™クラスターバックアップの EDB Postgres ® AI に関する限り、2 つの方法で S3 バケットにバックアップを保存する権限を定義できます。

- CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    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™クラスターの EDB Postgres ® AI を構成できます。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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™クラスターワークロードの EDB Postgres ® AI 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.k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "s3://[your-bucket-name]/[your-backup-folder]/"
      endpointURL: "https://sfo3.digitaloceanspaces.com"
      s3Credentials:
        [...]
```

プライベート CA でのオブジェクトストレージの使用

例、HTTPS 経由で OpenShift または MinIO を使用する場合、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。*TLS* **証明書の構成** 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.k8s.enterprisedb.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 `k8s.enterprisedb.io/reload` のラベルを Secrets/ConfigMaps に追加できます。それ以外の場合は、*kubectl cnp 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。

7.3.2 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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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.k8s.enterprisedb.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.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  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.k8s.enterprisedb.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。

7.3.3 Google Cloud Storage

現在、CloudNativePG™クラスターオペレーターの EDB Postgres ® AI 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。

```yaml
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.io/v1
kind: Cluster
[...]
spec:
  [...]
  backup:
    barmanObjectStore:
      destinationPath: "gs://<destination path here>"
      googleCredentials:
        gkeEnvironment: true

  serviceAccountTemplate:
    metadata:
      annotations:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        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。

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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。

7.4 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™クラスターの EDB Postgres ® AI を拡張およびカスタマイズする標準の方法です。

7.4.1 なぜ CNPG-I なのか？

CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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が現実的でない場合があります。

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、コアを中断せずにバックアップ、リカバリー、サブリソースのリコンシリエーションなど、クラスターのライフサイクルのキーポイントで CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI 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。プロジェクト。

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。

7.4.2 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。

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
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        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: {}
```

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。

展開例

```
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 `k8s.enterprisedb.io/plugin: <plugin-name>` — EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™ クラスターがプラグインを検出するために必要
- アノテーション `k8s.enterprisedb.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:
    k8s.enterprisedb.io/pluginPort: "9090"
  labels:
    k8s.enterprisedb.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
```

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™クラスターの EDB Postgres ® AI 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 `k8s.enterprisedb.io/pluginClientSecret` および `k8s.enterprisedb.io/pluginServerSecret` で参照されます。

```yaml
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  annotations:
    k8s.enterprisedb.io/pluginClientSecret: cnpg-i-plugin-example-client-tls
    k8s.enterprisedb.io/pluginServerSecret: cnpg-i-plugin-example-server-tls
    k8s.enterprisedb.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。

証明書の DNS 名のカスタマイズ

デフォルトでは、CloudNativePG™クラスターの EDB Postgres ® AI は、プラグインに接続するときに 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、 k8s.enterprisedb.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:
    k8s.enterprisedb.io/pluginClientSecret: cnpg-i-plugin-example-client-tls
    k8s.enterprisedb.io/pluginServerSecret: cnpg-i-plugin-example-server-tls
    k8s.enterprisedb.io/pluginPort: "9090"
    k8s.enterprisedb.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。

7.4.3 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 の詳細については、 EDB Postgres ® AI for CloudNativePG™クラスター API リファレンスを参照してください。

仕様。

例

```
apiVersion: postgresql.k8s.enterprisedb.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 `k8s.enterprisedb.io/pluginName` label の値を使用します

7.4.4 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™クラスターの EDB Postgres ® AI を拡張するための実証済みの信頼できる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。