



# OpenShift Container Platform 4.16

## ストレージ

OpenShift Container Platform でのストレージの設定および管理



# OpenShift Container Platform 4.16 ストレージ

---

OpenShift Container Platform でのストレージの設定および管理

## 法律上の通知

Copyright © 2024 Red Hat, Inc.

The text of and illustrations in this document are licensed by Red Hat under a Creative Commons Attribution–Share Alike 3.0 Unported license ("CC-BY-SA"). An explanation of CC-BY-SA is available at

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

. In accordance with CC-BY-SA, if you distribute this document or an adaptation of it, you must provide the URL for the original version.

Red Hat, as the licensor of this document, waives the right to enforce, and agrees not to assert, Section 4d of CC-BY-SA to the fullest extent permitted by applicable law.

Red Hat, Red Hat Enterprise Linux, the Shadowman logo, the Red Hat logo, JBoss, OpenShift, Fedora, the Infinity logo, and RHCE are trademarks of Red Hat, Inc., registered in the United States and other countries.

Linux<sup>®</sup> is the registered trademark of Linus Torvalds in the United States and other countries.

Java<sup>®</sup> is a registered trademark of Oracle and/or its affiliates.

XFS<sup>®</sup> is a trademark of Silicon Graphics International Corp. or its subsidiaries in the United States and/or other countries.

MySQL<sup>®</sup> is a registered trademark of MySQL AB in the United States, the European Union and other countries.

Node.js<sup>®</sup> is an official trademark of Joyent. Red Hat is not formally related to or endorsed by the official Joyent Node.js open source or commercial project.

The OpenStack<sup>®</sup> Word Mark and OpenStack logo are either registered trademarks/service marks or trademarks/service marks of the OpenStack Foundation, in the United States and other countries and are used with the OpenStack Foundation's permission. We are not affiliated with, endorsed or sponsored by the OpenStack Foundation, or the OpenStack community.

All other trademarks are the property of their respective owners.

## 概要

本書では、各種のストレージのバックエンドから永続ボリュームを設定し、Podからの動的な割り当てを管理する方法について説明します。

## 目次

<b>第1章 OPENSIFT CONTAINER PLATFORM ストレージの概要</b> .....	<b>4</b>
1.1. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM ストレージの共通用語集	4
1.2. ストレージタイプ	6
1.3. CONTAINER STORAGE INTERFACE (CSI)	6
1.4. 動的プロビジョニング	7
<b>第2章 一時ストレージについて</b> .....	<b>8</b>
2.1. 概要	8
2.2. 一時ストレージのタイプ	8
2.3. 一時ストレージ管理	8
2.4. 一時ストレージのモニタリング	10
<b>第3章 永続ストレージについて</b> .....	<b>12</b>
3.1. 永続ストレージの概要	12
3.2. ボリュームおよび要求のライフサイクル	12
3.3. 永続ボリューム	15
3.4. 永続ボリューム要求	21
3.5. ブロックボリュームのサポート	23
3.6. FSGROUP を使用した POD タイムアウトの削減	27
<b>第4章 CONFIGURING PERSISTENT STORAGE</b> .....	<b>28</b>
4.1. AWS ELASTIC BLOCK STORE を使用した永続ストレージ	28
4.2. AZURE を使用した永続ストレージ	31
4.3. AZURE FILE を使用した永続ストレージ	37
4.4. CINDER を使用した永続ストレージ	40
4.5. ファイバーチャネルを使用した永続ストレージ	42
4.6. FLEXVOLUME を使用した永続ストレージ	44
4.7. GCE PERSISTENT DISK を使用した永続ストレージ	49
4.8. ISCSI を使用した永続ストレージ	50
4.9. NFS を使用した永続ストレージ	53
4.10. RED HAT OPENSIFT DATA FOUNDATION	60
4.11. VMWARE VSPHERE ボリュームを使用した永続ストレージ	60
4.12. ローカルストレージを使用した永続ストレージ	65
<b>第5章 CONTAINER STORAGE INTERFACE (CSI) の使用</b> .....	<b>146</b>
5.1. CSI ボリュームの設定	146
5.2. CSI インラインの一時ボリューム	151
5.3. SHARED RESOURCE CSI DRIVER OPERATOR	155
5.4. CSI ボリュームスナップショット	163
5.5. CSI ボリュームのクローン作成	173
5.6. デフォルトストレージクラスの管理	175
5.7. CSI の自動移行	179
5.8. ノードの非正常なシャットダウン後に CSI ボリュームを切り離す	180
5.9. AWS ELASTIC BLOCK STORE CSI DRIVER OPERATOR	181
5.10. AWS ELASTIC FILE SERVICE CSI DRIVER OPERATOR	183
5.11. AZURE DISK CSI DRIVER OPERATOR	199
5.12. AZURE FILE CSI DRIVER OPERATOR	205
5.13. AZURE STACK HUB CSI DRIVER OPERATOR	207
5.14. GCP PD CSI DRIVER OPERATOR	207
5.15. GOOGLE COMPUTE PLATFORM FILESTORE CSI ドライバーオペレーター	211
5.16. IBM VPC BLOCK CSI DRIVER OPERATOR	215
5.17. IBM POWER VIRTUAL SERVER BLOCK CSI DRIVER OPERATOR	216

---

5.18. OPENSTACK CINDER CSI DRIVER OPERATOR	217
5.19. OPENSTACK MANILA CSI DRIVER OPERATOR	219
5.20. SECRETS STORE CSI ドライバー	222
5.21. CIFS/SMB CSI DRIVER OPERATOR	225
5.22. VMWARE VSPHERE CSI DRIVER OPERATOR	234
<b>第6章 汎用的な一時ボリューム</b> .....	<b>250</b>
6.1. 概要	250
6.2. ライフサイクルおよび永続ボリューム要求	250
6.3. セキュリティー	251
6.4. 永続ボリューム要求の命名	251
6.5. 汎用一時ボリュームの作成	251
<b>第7章 永続ボリュームの拡張</b> .....	<b>253</b>
7.1. ボリューム拡張サポートの有効化	253
7.2. CSI ボリュームの拡張	253
7.3. サポートされているドライバーでの FLEXVOLUME の拡張	254
7.4. ローカルボリュームの拡張	254
7.5. ファイルシステムを使用した永続ボリューム要求 (PVC) の拡張	255
7.6. ボリューム拡張時の障害からの復旧	256
<b>第8章 動的プロビジョニング</b> .....	<b>257</b>
8.1. 動的プロビジョニングについて	257
8.2. 利用可能な動的プロビジョニングプラグイン	257
8.3. ストレージクラスの定義	258
8.4. デフォルトストレージクラスの変更	265



## 第1章 OPENSIFT CONTAINER PLATFORM ストレージの概要

OpenShift Container Platform は、オンプレミスおよびクラウドプロバイダーの両方で、複数のタイプのストレージをサポートします。OpenShift Container Platform クラスタで、永続データおよび非永続データ用のコンテナストレージを管理できます。

### 1.1. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM ストレージの共通用語集

この用語集では、ストレージコンテンツで使用される一般的な用語を定義します。

#### アクセスモード

ボリュームアクセスモードは、ボリューム機能を表します。アクセスモードを使用して、永続ボリューム要求 (PVC) と永続ボリューム (PV) を一致させることができます。次に、アクセスモードの例を示します。

- ReadWriteOnce (RWO)
- ReadOnlyMany (ROX)
- ReadWriteMany (RWX)
- ReadWriteOncePod (RWOP)

#### Cinder

すべてのボリュームの管理、セキュリティー、およびスケジューリングを管理する Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) 用の Block Storage サービス。

#### 設定マップ

config map は、設定データを Pod に注入する方法を提供します。タイプ **ConfigMap** のボリューム内の config map に格納されたデータを参照できます。Pod で実行しているアプリケーションは、このデータを使用できます。

#### Container Storage Interface (CSI)

異なるコンテナオーケストレーション (CO) システム間でコンテナストレージを管理するための API 仕様。

#### 動的プロビジョニング

このフレームワークを使用すると、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できるため、クラスタ管理者が永続ストレージを事前にプロビジョニングする必要がなくなります。

#### 一時ストレージ

Pod とコンテナは、その操作のために一時的なローカルストレージを必要とする場合があります。この一時ストレージは、個別の Pod の寿命より長くなることはなく、一時ストレージは Pod 間で共有することはできません。

#### ファイバーチャネル

データセンター、コンピューターサーバー、スイッチ、およびストレージ間でデータを転送するために使用されるネットワークテクノロジー。

#### FlexVolume

FlexVolume は、EXEC ベースのモデルを使用してストレージドライバーとインターフェイス接続するツリー外プラグインインターフェイスです。FlexVolume ドライバーバイナリーは、各ノード、場合によってはコントロールプレーンノードの事前定義されたボリュームプラグインパスにインストールする必要があります。

#### fsGroup

fsGroup は、Pod のファイルシステムグループ ID を定義します。

## iSCSI

iSCSI (Internet Small Computer Systems Interface) は、データストレージ施設をリンクするための Internet Protocol ベースのストレージネットワーク標準です。iSCSI ボリュームを使用すると、既存の iSCSI (SCSI over IP) ボリュームを Pod にマウントできます。

## hostPath

OpenShift Container Platform クラスター内の hostPath ボリュームは、ファイルまたはディレクトリーをホストノードのファイルシステムから Pod にマウントします。

## KMS キー

Key Management Service (KMS) は、さまざまなサービスに必要なレベルのデータ暗号化を実現するのに役立ちます。KMS キーを使用して、データの暗号化、復号化、および再暗号化を行うことができます。

## ローカルボリューム

ローカルボリュームは、ディスク、パーティション、ディレクトリーなどのマウントされたローカルストレージデバイスを表します。

## NFS

ネットワークファイルシステム (NFS) を利用すると、リモートのホストがネットワーク経由でファイルシステムをマウントし、そのファイルシステムを、ローカルにマウントしているファイルシステムと同じように操作できるようになります。また、システム管理者は、リソースをネットワーク上の中央サーバーに統合することができるようになります。

## OpenShift Data Foundation

インハウスまたはハイブリッドクラウドのいずれの場合でもファイル、ブロック、およびオブジェクトストレージをサポートし、OpenShift Container Platform のすべてに対応する非依存永続ストレージのプロバイダーです。

## 永続ストレージ

Pod とコンテナは、その操作のために永続的なストレージを必要とする場合があります。OpenShift Container Platform は Kubernetes 永続ボリューム (PV) フレームワークを使用してクラスター管理者がクラスターの永続ストレージのプロビジョニングを実行できるようにします。開発者は、基盤となるストレージインフラストラクチャーに関する特定の知識がなくても、PVC を使用して PV リソースを要求できます。

## 永続ボリューム (PV)

OpenShift Container Platform は Kubernetes 永続ボリューム (PV) フレームワークを使用してクラスター管理者がクラスターの永続ストレージのプロビジョニングを実行できるようにします。開発者は、基盤となるストレージインフラストラクチャーに関する特定の知識がなくても、PVC を使用して PV リソースを要求できます。

## 永続ボリューム要求 (PVC)

PVC を使用して、PersistentVolume を Pod にマウントできます。クラウド環境の詳細を知らなくてもストレージにアクセスできます。

## Pod

OpenShift Container Platform クラスターで実行されている、ボリュームや IP アドレスなどの共有リソースを持つ1つ以上のコンテナ。Pod は、定義、デプロイ、および管理される最小のコンピュータ単位です。

## 回収ポリシー

解放後のボリュームの処理方法をクラスターに指示するポリシー。ボリュームの回収ポリシーは、**Retain**、**Recycle** または **Delete** のいずれかにすることができます。

## ロールベースアクセス制御 (RBAC)

ロールベースのアクセス制御 (RBAC) は、組織内の個々のユーザーのロールに基づいて、コンピュータまたはネットワークリソースへのアクセスを規制する方法です。

## ステートレスアプリケーション

ステートレスアプリケーションは、あるセッションで生成されたクライアントデータを、そのクライアントとの次のセッションで使用するために保存しないアプリケーションプログラムです。

#### ステートフルアプリケーション

ステートフルアプリケーションは、データを永続ディスクストレージに保存するアプリケーションプログラムです。サーバー、クライアント、およびアプリケーションは、永続ディスクストレージを使用できます。OpenShift Container Platform で **Statefulset** オブジェクトを使用して一連の Pod のデプロイメントとスケーリングを管理し、これらの Pod の順序と一意性を保証できます。

#### 静的プロビジョニング

クラスター管理者は、多数の PV を作成します。PV にはストレージの詳細が含まれます。PV は Kubernetes API に存在し、消費することができます。

#### ストレージ

OpenShift Container Platform は、オンプレミスおよびクラウドプロバイダーの両方で、多くのタイプのストレージをサポートします。OpenShift Container Platform クラスターで、永続データおよび非永続データ用のコンテナストレージを管理できます。

#### ストレージクラス

ストレージクラスは、管理者が提供するストレージのクラスを説明する方法を提供します。さまざまなクラスが、サービスレベルの品質、バックアップポリシー、クラスター管理者によって決定された任意のポリシーにマップされる場合があります。

#### VMware vSphere の仮想マシンディスク (VMDK) ボリューム

仮想マシンディスク (VMDK) は、仮想マシンで使用される仮想ハードディスクドライブのコンテナを記述するファイル形式です。

## 1.2. ストレージタイプ

OpenShift Container Platform ストレージは、一時ストレージおよび永続ストレージという 2 つのカテゴリに大別されます。

### 1.2.1. 一時ストレージ

Pod およびコンテナは性質上、一時的または遷移的であり、ステートレスアプリケーション用に設計されています。一時ストレージを使用すると、管理者および開発者は一部の操作についてローカルストレージをより適切に管理できるようになります。一時ストレージの概要、タイプ、および管理の詳細は、[一時ストレージについて](#) を参照してください。

### 1.2.2. 永続ストレージ

コンテナにデプロイされるステートフルアプリケーションには永続ストレージが必要です。OpenShift Container Platform は、永続ボリューム (PV) と呼ばれる事前にプロビジョニングされたストレージフレームワークを使用して、クラスター管理者が永続ストレージをプロビジョニングできるようにします。これらのボリューム内のデータは、個々の Pod のライフサイクルを超えて存在することができます。開発者は永続ボリューム要求 (PVC) を使用してストレージ要件を要求できます。永続ストレージの概要、設定、およびライフサイクルの詳細は、[永続ストレージについて](#) を参照してください。

## 1.3. CONTAINER STORAGE INTERFACE (CSI)

CSI は、異なるコンテナオーケストレーション (CO) システム間でコンテナストレージを管理するための API 仕様です。基礎となるストレージインフラストラクチャーに関する特定の知識がなくても、コンテナネイティブ環境でストレージボリュームを管理できます。CSI により、使用しているストレージベンダーに関係なく、ストレージは異なるコンテナオーケストレーションシステム間で均一に機能します。CSI の詳細は、[Container Storage Interface \(CSI\) の使用](#) を参照してください。

## 1.4. 動的プロビジョニング

動的プロビジョニングにより、ストレージボリュームをオンデマンドで作成し、クラスター管理者がストレージを事前にプロビジョニングする必要をなくすることができます。動的プロビジョニングの詳細は、[動的プロビジョニング](#)を参照してください。

## 第2章 一時ストレージについて

### 2.1. 概要

永続ストレージに加え、Pod とコンテナは、操作に一時または短期的なローカルストレージを必要とする場合があります。この一時ストレージは、個別の Pod の寿命より長くなることはなく、一時ストレージは Pod 間で共有することはできません。

Pod は、スクラッチ領域、キャッシュ、ログに一時ローカルストレージを使用します。ローカルストレージのアカウントや分離がないことに関連する問題には、以下が含まれます。

- Pod が利用可能なローカルストレージの量を検出できない。
- Pod がローカルストレージを要求しても確実に割り当てられない可能性がある。
- ローカルストレージがベストエフォートのリソースである。
- Pod は他の Pod でローカルストレージが一杯になるとエビクトされる可能性があり、十分なストレージが回収されるまで新しい Pod は許可されない。

一時ストレージは、永続ボリュームとは異なり、体系化されておらず、システム、コンテナランタイム、OpenShift Container Platform での他の用途に加え、ノードで実行中のすべての Pod 間で領域を共有します。一時ストレージフレームワークにより、Pod は短期的なローカルストレージのニーズを指定できます。またこれにより、OpenShift Container Platform は該当する場合に Pod をスケジュールし、ローカルストレージの過剰な使用に対してノードを保護することができます。

一時ストレージフレームワークを使用すると、管理者および開発者はローカルストレージをより適切に管理できますが、I/O スループットやレイテンシーに直接影響はありません。

### 2.2. 一時ストレージのタイプ

一時ローカルストレージは常に、プライマリーパーティションで利用できるようになっています。プライマリーパーティションを作成する基本的な方法には、Root、ランタイムの 2 つがあります。

#### Root

このパーティションでは、kubelet の root ディレクトリー `/var/lib/kubelet/` (デフォルト) と `/var/log/` ディレクトリーを保持します。このパーティションは、ユーザーの Pod、OS、Kubernetes システムのデーモン間で共有できます。Pod は、**EmptyDir** ボリューム、コンテナログ、イメージ階層、コンテナの書き込み可能な階層を使用して、このパーティションを使用できます。Kubelet はこのパーティションの共有アクセスおよび分離を管理します。このパーティションは一時的なもので、アプリケーションは、このパーティションからディスク IOPS などのパフォーマンス SLA は期待できません。

#### ランタイム

これは、ランタイムがオーバーレイファイルシステムに使用可能なオプションのパーティションです。OpenShift Container Platform は、このパーティションの分離および共有アクセスを特定して提供します。コンテナイメージ階層と書き込み可能な階層は、ここに保存されます。ランタイムパーティションが存在すると、**root** パーティションにはイメージ階層もその他の書き込み可能な階層も含まれません。

### 2.3. 一時ストレージ管理

クラスター管理者は、非終了状態のすべての Pod の一時ストレージに対して制限範囲や一時ストレージの要求数を定義するクォータを設定することで、プロジェクト内で一時ストレージを管理できます。開発者は Pod およびコンテナのレベルで、このコンピュートリソースの要求および制限を設定することもできます。

要求と制限を指定することで、ローカルの一時ストレージを管理できます。Pod 内の各コンテナは、以下を指定できます。

- `spec.containers[].resources.limits.ephemeral-storage`
- `spec.containers[].resources.requests.ephemeral-storage`

### 2.3.1. 一時ストレージの制限と要求の単位

一時ストレージの制限と要求は、バイト単位で測定されます。ストレージは、E、P、T、G、M、k のいずれかの接尾辞を使用して、単純な整数または固定小数点数として表すことができます。Ei、Pi、Ti、Gi、Mi、Ki の 2 のべき乗も使用できます。

たとえば、128974848、129e6、129M、および 123Mi はすべてほぼ同じ値を表します。



#### 重要

各バイト量の接尾辞では大文字と小文字が区別されます。必ず大文字と小文字を正しく使い分けてください。要求を 400 メガバイトに設定する場合は、"400M" のように、大文字の "M" を使用します。400 メビバイトを要求するには、大文字の "400Mi" を使用します。"400m" の一時ストレージを指定すると、ストレージが 0.4 バイトしか要求されません。

### 2.3.2. 一時ストレージの要求と制限の例

次のサンプル設定ファイルは、2 つのコンテナを持つ Pod を示しています。

- 各コンテナは、2GiB のローカル一時ストレージを要求します。
- 各コンテナには、4GiB のローカル一時ストレージの制限があります。
- Pod レベルでは、kubelet は、その Pod 内のすべてのコンテナの制限を合計することで、Pod 全体のストレージ制限を計算します。
  - この場合、Pod レベルでの合計ストレージ使用量は、すべてのコンテナからのディスク使用量と Pod の `emptyDir` ボリュームの合計になります。
  - したがって、Pod には 4GiB のローカル一時ストレージの要求と、8GiB のローカル一時ストレージの制限があります。

#### クォータと制限を含む一時ストレージ設定の例

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: frontend
spec:
  containers:
  - name: app
    image: images.my-company.example/app:v4
    resources:
      requests:
        ephemeral-storage: "2Gi" ①
      limits:
        ephemeral-storage: "4Gi" ②
```

```

volumeMounts:
- name: ephemeral
  mountPath: "/tmp"
- name: log-aggregator
  image: images.my-company.example/log-aggregator:v6
resources:
  requests:
    ephemeral-storage: "2Gi"
  limits:
    ephemeral-storage: "4Gi"
volumeMounts:
- name: ephemeral
  mountPath: "/tmp"
volumes:
- name: ephemeral
  emptyDir: {}

```

- ❶ ローカル一時ストレージに対するコンテナの要求。
- ❷ ローカル一時ストレージに対するコンテナの制限。

### 2.3.3. Pod のスケジューリングとエビクションに影響する一時ストレージ設定

Pod 仕様の設定は、スケジューラーが Pod のスケジュールを決定する方法と、kubelet が Pod を削除するタイミングの両方に影響します。

- まず、スケジューラーは、スケジュールされたコンテナのリソース要求の合計がノードの容量よりも少ないことを確認します。この場合は、ノードの利用可能な一時ストレージ (割り当て可能なリソース) が 4 GiB を超える場合に限り、Pod をノードに割り当てることができます。
- 次に、最初のコンテナによってリソース制限が設定されるため、kubelet エビクションマネージャーがこのコンテナのディスク使用量をコンテナレベルで測定し、コンテナのストレージ使用量がその制限 (4 GiB) を超えた場合に Pod をエビクトします。kubelet エビクションマネージャーは、合計使用量が全体の Pod ストレージ制限 (8 GiB) を超えた場合にも、Pod にエビクションのマークを付けます。

プロジェクトのクォータの定義については、[プロジェクトごとのクォータ設定](#) を参照してください。

## 2.4. 一時ストレージのモニタリング

`/bin/df` をツールとして使用し、一時コンテナデータが置かれているボリューム (`/var/lib/kubelet` および `/var/lib/containers`) の一時ストレージの使用を監視できます。`/var/lib/kubelet` のみが使用できる領域は、クラスター管理者によって `/var/lib/containers` が別のディスクに置かれる場合に `df` コマンドを使用すると表示されます。

`/var/lib` での使用済みおよび利用可能な領域の人間が判読できる値を表示するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ df -h /var/lib
```

この出力には、`/var/lib` での一時ストレージの使用状況が表示されます。

### 出力例

---

Filesystem	Size	Used	Avail	Use%	Mounted on
/dev/disk/by-partuuid/4cd1448a-01	69G	32G	34G	49%	/

## 第3章 永続ストレージについて

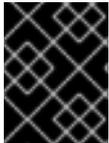
### 3.1. 永続ストレージの概要

ストレージの管理は、コンピュータリソースの管理とは異なります。OpenShift Container Platform は Kubernetes 永続ボリューム (PV) フレームワークを使用してクラスター管理者がクラスターの永続ストレージのプロビジョニングを実行できるようにします。開発者は、永続ボリューム要求 (PVC) を使用すると、基礎となるストレージインフラストラクチャーについての特定の知識がなくても PV リソースを要求することができます。

PVC はプロジェクトに固有のもので、開発者が PV を使用する手段として作成し、使用します。PV リソース自体の範囲はいずれの単一プロジェクトにも設定されず、それらは OpenShift Container Platform クラスター全体で共有でき、すべてのプロジェクトから要求できます。PV が PVC にバインドされた後は、その PV を追加の PVC にバインドすることはできません。これにはバインドされた PV を単一の namespace (バインディングプロジェクトの namespace) に範囲設定する作用があります。

PV は、クラスター管理者によって静的にプロビジョニングされているか、**StorageClass** オブジェクトを使用して動的にプロビジョニングされているクラスター内の既存ストレージの一部を表す、**PersistentVolume** API オブジェクトで定義されます。これは、ノードがクラスターリソースであるのと同様にクラスター内のリソースです。

PV は **Volumes** などのボリュームプラグインですが、PV を使用する個々の Pod から独立したライフサイクルを持ちます。PV オブジェクトは、NFS、iSCSI、またはクラウドプロバイダー固有のストレージシステムのいずれの場合でも、ストレージの実装の詳細をキャプチャーします。



#### 重要

インフラストラクチャーにおけるストレージの高可用性は、基礎となるストレージのプロバイダーに委ねられています。

PVC は、開発者によるストレージの要求を表す **PersistentVolumeClaim** API オブジェクトによって定義されます。これは Pod がノードリソースを消費する点で Pod に似ており、PVC は PV リソースを消費します。たとえば、Pod は特定のレベルのリソース (CPU およびメモリーなど) を要求し、PVC は特定のストレージ容量およびアクセスモードを要求できます。たとえば、それらは読み取り/書き込みで 1 回、読み取り専用で複数回マウントできます。

### 3.2. ボリュームおよび要求のライフサイクル

PV はクラスターのリソースです。PVC はそれらのリソースの要求であり、リソースに対する要求チェックとして機能します。PV と PVC 間の相互作用には以下のライフサイクルが設定されます。

#### 3.2.1. ストレージのプロビジョニング

PVC で定義される開発者からの要求に対応し、クラスター管理者はストレージおよび一致する PV をプロビジョニングする 1 つ以上の動的プロビジョナーを設定します。

または、クラスター管理者は、使用可能な実際のストレージの詳細を保持する多数の PV を前もって作成できます。PV は API に存在し、利用可能な状態になります。

#### 3.2.2. 要求のバインド

PVC の作成時に、ストレージの特定容量の要求、必要なアクセスモードの指定のほか、ストレージクラスを作成してストレージの記述や分類を行います。マスターのコントロールループは新規 PVC の有無

を監視し、新規 PVC を適切な PV にバインドします。適切な PV がない場合は、ストレージクラスのプロビジョナーが PV を作成します。

すべての PV のサイズが PVC サイズを超える可能性があります。これは、手動でプロビジョニングされる PV にとくに当てはまります。超過を最小限にするために、OpenShift Container Platform は他のすべての条件に一致する最小の PV にバインドします。

要求は、一致するボリュームが存在しないか、ストレージクラスを提供するいずれの利用可能なプロビジョナーで作成されない場合には無期限でバインドされないままになります。要求は、一致するボリュームが利用可能になるとバインドされます。たとえば、多数の手動でプロビジョニングされた 50Gi ボリュームを持つクラスターは 100Gi を要求する PVC に一致しません。PVC は 100Gi PV がクラスターに追加されるとバインドされます。

### 3.2.3. Pod および要求した PV の使用

Pod は要求をボリュームとして使用します。クラスターは要求を検査して、バインドされたボリュームを検索し、Pod にそのボリュームをマウントします。複数のアクセスモードをサポートするボリュームの場合は、要求を Pod のボリュームとして使用する際に適用するモードを指定する必要があります。

要求が存在し、その要求がバインドされている場合は、バインドされた PV を必要な期間保持できます。Pod のスケジュールおよび要求された PV のアクセスは、**persistentVolumeClaim** を Pod のボリュームブロックに組み込んで実行できます。



#### 注記

ファイル数が多い永続ボリュームを Pod に割り当てる場合、それらの Pod は失敗するか、起動に時間がかかる場合があります。詳細は、[When using Persistent Volumes with high file counts in OpenShift, why do pods fail to start or take an excessive amount of time to achieve "Ready" state?](#) を参照してください。

### 3.2.4. 使用中のストレージオブジェクトの保護

使用中のストレージオブジェクトの保護機能を使用すると、Pod または PVC にバインドされる PV によってアクティブに使用されている PVC がシステムから削除されないようにすることができます。これらが削除されると、データが失われる可能性があります。

使用中のストレージオブジェクトの保護はデフォルトで有効にされています。



#### 注記

PVC は、PVC を使用する **Pod** オブジェクトが存在する場合に Pod によってアクティブに使用されます。

ユーザーが Pod によってアクティブに使用されている PVC を削除する場合でも、PVC はすぐに削除されません。PVC の削除は、PVC が Pod によってアクティブに使用されなくなるまで延期されます。また、クラスター管理者が PVC にバインドされる PV を削除しても、PV はすぐに削除されません。PV の削除は、PV が PVC にバインドされなくなるまで延期されます。

### 3.2.5. 永続ボリュームの解放

ボリュームの処理が終了したら、API から PVC オブジェクトを削除できます。これにより、リソースを回収できるようになります。ボリュームは要求の削除時に解放 (リリース) されたものとみなされますが、別の要求で利用できる状態にはなりません。以前の要求側に関連するデータはボリューム上に残るため、ポリシーに基づいて処理される必要があります。

### 3.2.6. 永続ボリュームの回収ポリシー

永続ボリュームの回収ポリシーは、クラスターに対してリリース後のボリュームの処理方法を指示します。ボリュームの回収ポリシーは、**Retain**、**Recycle** または **Delete** のいずれかにすることができます。

- **Retain** 回収ポリシーは、サポートするボリュームプラグインのリソースの手動による回収を許可します。
- **Recycle** 回収ポリシーは、ボリュームがその要求からリリースされると、バインドされていない永続ボリュームのプールにボリュームをリサイクルします。



#### 重要

**Recycle** 回収ポリシーは OpenShift Container Platform 4 では非推奨となっています。動的プロビジョニングは、同等またはそれ以上の機能で推奨されます。

- **Delete** 回収ポリシーは、OpenShift Container Platform の **PersistentVolume** オブジェクトと、Amazon Elastic Block Store (Amazon EBS) または VMware vSphere などの外部インフラストラクチャーの関連するストレージアセットの両方を削除します。



#### 注記

動的にプロビジョニングされたボリュームは常に削除されます。

### 3.2.7. 永続ボリュームの手動回収

永続ボリューム要求 (PVC) が削除されても、永続ボリューム (PV) は依然として存在し、released (リリース済み) とみなされます。ただし、PV は、直前の要求側のデータがボリューム上に残るため、別の要求には利用できません。

#### 手順

クラスター管理者として PV を手動で回収するには、以下を実行します。

1. PV を削除します。

```
$ oc delete pv <pv-name>
```

AWS EBS、GCE PD、Azure Disk、Cinder ボリュームなどの外部インフラストラクチャーの関連するストレージアセットは、PV の削除後も引き続き存在します。

2. 関連するストレージアセットのデータをクリーンアップします。
3. 関連するストレージアセットを削除します。または、同じストレージアセットを再利用するには、ストレージアセットの定義で新規 PV を作成します。

回収される PV が別の PVC で使用できるようになります。

### 3.2.8. 永続ボリュームの回収ポリシーの変更

永続ボリュームの回収ポリシーを変更するには、以下を実行します。

1. クラスターの永続ボリュームをリスト表示します。

```
$ oc get pv
```

### 出力例

```
NAME                                CAPACITY ACCESSMODES RECLAIMPOLICY STATUS
CLAIM          STORAGECLASS  REASON  AGE
pvc-b6efd8da-b7b5-11e6-9d58-0ed433a7dd94 4Gi      RWO      Delete      Bound
default/claim1 manual                10s
pvc-b95650f8-b7b5-11e6-9d58-0ed433a7dd94 4Gi      RWO      Delete      Bound
default/claim2 manual                6s
pvc-bb3ca71d-b7b5-11e6-9d58-0ed433a7dd94 4Gi      RWO      Delete      Bound
default/claim3 manual                3s
```

2. 永続ボリュームの1つを選択し、その回収ポリシーを変更します。

```
$ oc patch pv <your-pv-name> -p '{"spec":{"persistentVolumeReclaimPolicy":"Retain"}}'
```

3. 選択した永続ボリュームに正しいポリシーがあることを確認します。

```
$ oc get pv
```

### 出力例

```
NAME                                CAPACITY ACCESSMODES RECLAIMPOLICY STATUS
CLAIM          STORAGECLASS  REASON  AGE
pvc-b6efd8da-b7b5-11e6-9d58-0ed433a7dd94 4Gi      RWO      Delete      Bound
default/claim1 manual                10s
pvc-b95650f8-b7b5-11e6-9d58-0ed433a7dd94 4Gi      RWO      Delete      Bound
default/claim2 manual                6s
pvc-bb3ca71d-b7b5-11e6-9d58-0ed433a7dd94 4Gi      RWO      Retain      Bound
default/claim3 manual                3s
```

上記の出力では、要求 **default/claim3** にバインドされたボリュームに **Retain** 回収ポリシーが含まれるようになりました。ユーザーが要求 **default/claim3** を削除しても、ボリュームは自動的に削除されません。

## 3.3. 永続ボリューム

各 PV には、以下の例のように、ボリュームの仕様およびステータスである **spec** および **status** が含まれます。

### PersistentVolume オブジェクト定義の例

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: pv0001 ①
spec:
  capacity:
    storage: 5Gi ②
  accessModes:
    - ReadWriteOnce ③
```

```
persistentVolumeReclaimPolicy: Retain 4  
...  
status:  
...
```

- 1 永続ボリュームの名前。
- 2 ボリュームに利用できるストレージの量。
- 3 読み取り書き込みおよびマウントパーミッションを定義するアクセスモード。
- 4 リソースのリリース後にそれらのリソースがどのように処理されるかを示す回収ポリシー。

### 3.3.1. PV の種類

OpenShift Container Platform は以下の永続ボリュームプラグインをサポートします。

- AWS Elastic Block Store (EBS)
- AWS Elastic File Store (EFS)
- Azure Disk
- Azure File
- Cinder
- ファイバーチャネル
- GCP Persistent Disk
- GCP Filestore
- IBM Power Virtual Server Block
- IBM® VPC Block
- HostPath
- iSCSI
- ローカルボリューム
- NFS
- OpenStack Manila
- Red Hat OpenShift Data Foundation
- CIFS/SMB
- VMware vSphere

### 3.3.2. 容量

通常、永続ボリューム (PV) には特定のストレージ容量があります。これは PV の **capacity** 属性を使用して設定されます。

現時点で、ストレージ容量は設定または要求できる唯一のリソースです。今後は属性として IOPS、スループットなどが含まれる可能性があります。

### 3.3.3. アクセスモード

永続ボリュームは、リソースプロバイダーでサポートされるすべての方法でホストにマウントできます。プロバイダーには各種の機能があり、それぞれの PV のアクセスモードは特定のボリュームでサポートされる特定のモードに設定されます。たとえば、NFS は複数の読み取り/書き込みクライアントをサポートしますが、特定の NFS PV は読み取り専用としてサーバー上でエクスポートされる可能性があります。それぞれの PV は、その特定の PV の機能について記述するアクセスモードの独自のセットを取得します。

要求は、同様のアクセスモードのボリュームに一致します。一致する条件はアクセスモードとサイズの2つの条件のみです。要求のアクセスモードは要求 (request) を表します。そのため、より多くのアクセスを付与することはできますが、アクセスを少なくすることはできません。たとえば、要求により RWO が要求されるものの、利用できる唯一のボリュームが NFS PV (RWO+ROX+RWX) の場合に、要求は RWO をサポートする NFS に一致します。

直接的なマッチングが常に最初に試行されます。ボリュームのモードは、要求モードと一致するか、要求した内容以上のものを含む必要があります。サイズは予想されるものより多いか、これと同等である必要があります。2つのタイプのボリューム (NFS および iSCSI など) のどちらにも同じセットのアクセスモードがある場合、それらのいずれかがそれらのモードを持つ要求に一致する可能性があります。ボリュームのタイプ間で順序付けすることはできず、タイプを選択することはできません。

同じモードのボリュームはすべて分類され、サイズ別 (一番小さいものから一番大きいもの順) に分類されます。バインダーは一致するモードのグループを取得し、1つのサイズが一致するまでそれぞれを (サイズの順序で) 繰り返し処理します。

#### 重要

ボリュームアクセスモードは、ボリューム機能を表します。それらは施行されている制約ではありません。ストレージプロバイダーはリソースの無効な使用から生じるランタイムエラーに対応します。プロバイダーのエラーは、マウントエラーとしてランタイム時に表示されます。

たとえば、NFS は **ReadWriteOnce** アクセスモードを提供します。ボリュームの ROX 機能を使用する場合は、要求に **ReadOnlyMany** マークを付けます。

iSCSI およびファイバーチャネルボリュームには現在、フェンシングメカニズムがありません。ボリュームが一度に1つのノードでのみ使用されるようにする必要があります。ノードのドレイン (解放) などの特定の状況では、ボリュームは2つのノードで同時に使用できます。ノードをドレインする前に、そのボリュームを使用している Pod を削除します。

以下の表では、アクセスモードをまとめています。

表3.1 アクセスモード

アクセスモード	CLI の省略形	説明
ReadWriteOnce	<b>RWO</b>	ボリュームはシングルノードで読み取り/書き込みとしてマウントできます。

アクセスモード	CLIの省略形	説明
ReadWriteOncePod <sup>[1]</sup>	<b>RWOP</b>	ボリュームは、1つのノード上の1つのPodによって読み取り/書き込みとしてマウントできます。
ReadOnlyMany	<b>ROX</b>	ボリュームは数多くのノードで読み取り専用としてマウントできます。
ReadWriteMany	<b>RWX</b>	ボリュームは数多くのノードで読み取り/書き込みとしてマウントできます。

1. RWOPはSELinuxマウント機能を使用します。この機能はドライバーに依存しており、ODF、AWS EBS、Azure Disk、GCP PD、IBM VPC Block、Cinder、vSphereではデフォルトで有効になっています。サードパーティーのドライバーについては、ストレージベンダーにお問い合わせください。

表3.2 永続ボリュームでサポートされるアクセスモード

ボリュームプラグイン	ReadWriteOnce <sup>[1]</sup>	ReadWriteOncePod	ReadOnlyMany	ReadWriteMany
AWS EBS <sup>[2]</sup>	■	■		
AWS EFS	■	■	■	■
Azure File	■	■	■	■
Azure Disk	■	■		
CIFS/SMB	■	■	■	■
Cinder	■	■		
ファイバーチャネル	■	■	■	■ <sup>[3]</sup>
GCP Persistent Disk	■	■		
GCP Filestore	■	■	■	■

ボリュームプラグイン	ReadWriteOnce [1]	ReadWriteOncePod	ReadOnlyMany	ReadWriteMany
HostPath	■	■		
IBM Power Virtual Server Disk	■	■	■	■
IBM® VPC Disk	■	■		
iSCSI	■	■	■	■ <sup>[3]</sup>
ローカルボリューム	■	■		
LVM Storage	■	■		
NFS	■	■	■	■
OpenStack Manila		■		■
Red Hat OpenShift Data Foundation	■	■		■
VMware vSphere	■	■		■ <sup>[4]</sup>
OpenStack Manila		■		■
Red Hat OpenShift Data Foundation	■	■		■

1. ReadWriteOnce (RWO) ボリュームは複数のノードにマウントできません。ノードに障害が発生すると、システムは、すでに障害が発生しているノードに割り当てられているため、割り当てられた RWO ボリュームを新規ノードにマウントすることはできません。複数割り当てのエラーメッセージが表示される場合には、シャットダウンまたはクラッシュしたノードで Pod を強制的に削除し、動的永続ボリュームの割り当て時などの重要なワークロードでのデータ損失を回避します。
2. AWS EBS に依存する Pod の再作成デプロイメントストラテジーを使用します。

3. RAW ブロックボリュームのみが、ファイバーチャネルおよび iSCSI の ReadWriteMany (RWX) アクセスモードをサポートします。詳細は、ブロックボリュームのサポートを参照してください。
4. 基盤となる vSphere 環境が vSAN ファイルサービスをサポートしている場合、OpenShift Container Platform によってインストールされた vSphere Container Storage Interface (CSI) Driver Operator は ReadWriteMany (RWX) ボリュームのプロビジョニングをサポートします。vSAN ファイルサービスが設定されていない場合に RWX を要求すると、ボリュームの作成に失敗し、エラーがログに記録されます。詳細については、"Using Container Storage Interface" → "VMware vSphere CSI Driver Operator" を参照してください。

### 3.3.4. フェーズ

ボリュームは以下のフェーズのいずれかにあります。

表3.3 ボリュームのフェーズ

フェーズ	説明
Available	まだ要求にバインドされていない空きリソースです。
Bound	ボリュームが要求にバインドされています。
Released	要求が削除されていますが、リソースがまだクラスターにより回収されていません。
Failed	ボリュームが自動回収に失敗しています。

以下のコマンドを実行して、PV にバインドされている PVC の名前を表示できます。

```
$ oc get pv <pv-claim>
```

#### 3.3.4.1. マウントオプション

属性 **mountOptions** を使用して PV のマウント中にマウントオプションを指定できます。

以下に例を示します。

#### マウントオプションの例

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: pv0001
spec:
  capacity:
    storage: 1Gi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  mountOptions: ①
    - nfsvers=4.1
  nfs:
```

```

path: /tmp
server: 172.17.0.2
persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
claimRef:
  name: claim1
  namespace: default

```

- ① 指定のマウントオプションは、PV がディスクにマウントされている時に使用されます。

以下の PV タイプがマウントオプションをサポートします。

- AWS Elastic Block Store (EBS)
- Azure Disk
- Azure File
- Cinder
- GCE Persistent Disk
- iSCSI
- ローカルボリューム
- NFS
- Red Hat OpenShift Data Foundation (Ceph RBD のみ)
- CIFS/SMB
- VMware vSphere



#### 注記

ファイバーチャネルおよび HostPath PV はマウントオプションをサポートしません。

#### 関連情報

- [ReadWriteMany vSphere ボリュームのサポート](#)

### 3.4. 永続ボリューム要求

各 **PersistentVolumeClaim** オブジェクトには、永続ボリューム要求 (PVC) の仕様およびステータスである **spec** および **status** が含まれます。以下が例になります。

#### PersistentVolumeClaim オブジェクト定義の例

```

kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: myclaim ①
spec:
  accessModes:

```

```

- ReadWriteOnce ❷
resources:
  requests:
    storage: 8Gi ❸
  storageClassName: gold ❹
status:
...

```

- ❶ PVC の名前。
- ❷ 読み取り書き込みおよびマウントパーミッションを定義するアクセスモード。
- ❸ PVC に利用できるストレージの量。
- ❹ 要求で必要になる **StorageClass** の名前。

### 3.4.1. ストレージクラス

要求は、ストレージクラスの名前を **storageClassName** 属性に指定して特定のストレージクラスをオプションでリクエストできます。リクエストされたクラスの PV、つまり PVC と同じ **storageClassName** を持つ PV のみが PVC にバインドされます。クラスター管理者は1つ以上のストレージクラスを提供するように動的プロビジョナーを設定できます。クラスター管理者は、PVC の仕様と一致する PV をオンデマンドで作成できます。



#### 重要

Cluster Storage Operator は、使用されるプラットフォームに応じてデフォルトのストレージクラスをインストールする可能性があります。このストレージクラスは Operator によって所有され、制御されます。アノテーションとラベルを定義するほかは、これを削除したり、変更したりすることはできません。異なる動作が必要な場合は、カスタムストレージクラスを定義する必要があります。

クラスター管理者は、すべての PVC にデフォルトストレージクラスを設定することもできます。デフォルトのストレージクラスが設定されると、PVC は "" に設定された **StorageClass** または **storageClassName** アノテーションがストレージクラスなしの PV にバインドされるように明示的に要求する必要があります。



#### 注記

複数のストレージクラスがデフォルトとしてマークされている場合、PVC は **storageClassName** が明示的に指定されている場合にのみ作成できます。そのため、1つのストレージクラスのみをデフォルトとして設定する必要があります。

### 3.4.2. アクセスモード

要求は、特定のアクセスモードのストレージを要求する際にボリュームと同じ規則を使用します。

### 3.4.3. リソース

要求は、Pod の場合のようにリソースの特定の数量を要求できます。今回の例では、ストレージに対する要求です。同じリソースモデルがボリュームと要求の両方に適用されます。

### 3.4.4. ボリュームとしての要求

Pod は要求をボリュームとして使用することでストレージにアクセスします。この要求を使用して、Pod と同じ namespace 内に要求を共存させる必要があります。クラスターは Pod の namespace で要求を見つけ、これを使用して要求をサポートする **PersistentVolume** を取得します。以下のように、ボリュームはホストにマウントされ、Pod に組み込まれます。

#### ホストおよび Pod のサンプルへのボリュームのマウント

```
kind: Pod
apiVersion: v1
metadata:
  name: mypod
spec:
  containers:
  - name: myfrontend
    image: dockerfile/nginx
    volumeMounts:
    - mountPath: "/var/www/html" ❶
      name: mypd ❷
  volumes:
  - name: mypd
    persistentVolumeClaim:
      claimName: myclaim ❸
```

- ❶ Pod 内にボリュームをマウントするためのパス
- ❷ マウントするボリュームの名前。コンテナのルート (/) や、ホストとコンテナで同じパスにはマウントしないでください。これは、コンテナに十分な特権が付与されている場合に、ホストシステムを破壊する可能性があります (例: ホストの `/dev/pts` ファイル)。ホストをマウントするには、`/host` を使用するのが安全です。
- ❸ 使用する同じ namespace にある PVC の名前

## 3.5. ブロックボリュームのサポート

OpenShift Container Platform は、raw ブロックボリュームを静的にプロビジョニングできます。これらのボリュームにはファイルシステムがなく、ディスクに直接書き込むアプリケーションや、独自のストレージサービスを実装するアプリケーションにはパフォーマンス上の利点があります。

raw ブロックボリュームは、PV および PVC 仕様で **volumeMode: Block** を指定してプロビジョニングされます。



### 重要

raw ブロックボリュームを使用する Pod は、特権付きコンテナを許可するように設定する必要があります。

以下の表は、ブロックボリュームをサポートするボリュームプラグインを表示しています。

表3.4 ブロックボリュームのサポート

ボリュームプラグイン	手動のプロビジョニング	動的なプロビジョニング	フルサポート
Amazon Elastic Block Store (Amazon EBS)	■	■	■
Amazon Elastic File Storage (Amazon EFS)			
Azure Disk	■	■	■
Azure File			
Cinder	■	■	■
ファイバーチャネル	■		■
GCP	■	■	■
HostPath			
IBM VPC Disk	■	■	■
iSCSI	■		■
ローカルボリューム	■		■
LVM Storage	■	■	■
NFS			
Red Hat OpenShift Data Foundation	■	■	■
CIFS/SMB	■	■	■
VMware vSphere	■	■	■

## 重要

手動でプロビジョニングできるものの、完全にサポートされていないブロックボリュームの使用は、テクノロジープレビュー機能としてのみ提供されます。テクノロジープレビュー機能は、Red Hat 製品サポートのサービスレベルアグリーメント (SLA) の対象外であり、機能的に完全ではない場合があります。Red Hat は、実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビュー機能は、最新の製品機能をいち早く提供して、開発段階で機能のテストを行いフィードバックを提供していただくことを目的としています。

Red Hat のテクノロジープレビュー機能のサポート範囲に関する詳細は、[テクノロジープレビュー機能のサポート範囲](#) を参照してください。

### 3.5.1. ブロックボリュームの例

#### PV の例

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: block-pv
spec:
  capacity:
    storage: 10Gi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  volumeMode: Block ❶
  persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
  fc:
    targetWWNs: ["50060e801049cfd1"]
    lun: 0
    readOnly: false
```

❶ **volumeMode** を **Block** に設定して、この PV が raw ブロックボリュームであることを示します。

#### PVC の例

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: block-pvc
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  volumeMode: Block ❶
  resources:
    requests:
      storage: 10Gi
```

❶ **volumeMode** を **Block** に設定して、raw ブロック PVC が要求されていることを示します。

#### Pod 仕様の例

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: pod-with-block-volume
spec:
  containers:
    - name: fc-container
      image: fedora:26
      command: ["/bin/sh", "-c"]
      args: [ "tail -f /dev/null" ]
      volumeDevices: ❶
        - name: data
```

```

    devicePath: /dev/xvda ❷
  volumes:
  - name: data
    persistentVolumeClaim:
      claimName: block-pvc ❸

```

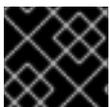
- ❶ **volumeMounts** ではなく **volumeDevices** がブロックデバイスに使用されます。**PersistentVolumeClaim** ソースのみを raw ブロックボリュームと共に使用できます。
- ❷ **mountPath** ではなく **devicePath** が raw ブロックがシステムにマップされる物理デバイスへのパスを表します。
- ❸ ボリュームソースのタイプは **persistentVolumeClaim** であり、予想通りに PVC の名前に一致する必要があります。

表3.5 **volumeMode** の許容値

値	デフォルト
Filesystem	はい
Block	いいえ

表3.6 ブロックボリュームのバインディングシナリオ

PV volumeMode	PVC volumeMode	バインディングの結果
Filesystem	Filesystem	バインド
Unspecified	Unspecified	バインド
Filesystem	Unspecified	バインド
Unspecified	Filesystem	バインド
Block	Block	バインド
Unspecified	Block	バインドなし
Block	Unspecified	バインドなし
Filesystem	Block	バインドなし
Block	Filesystem	バインドなし



### 重要

値を指定しないと、**Filesystem** のデフォルト値が指定されます。

### 3.6. FSGROUP を使用した POD タイムアウトの削減

ストレージボリュームに多数のファイル (~1,000,000 以上) が含まれる場合には、Pod のタイムアウトが生じる可能性があります。

デフォルトでは、OpenShift Container Platform は、ボリュームがマウントされる際に Pod の **securityContext** で指定される **fsGroup** に一致するように、各ボリュームのコンテンツの所有者とパーミッションを再帰的に変更するため、これが発生する可能性があります。大規模なボリュームでは、所有者とパーミッションの確認と変更には時間がかかり、Pod の起動が遅くなる場合があります。 **securityContext** 内で **fsGroupChangePolicy** フィールドを使用して、OpenShift Container Platform がボリュームの所有者およびパーミッションを確認し管理する方法を制御できます。

**fsGroupChangePolicy** は、Pod 内で公開される前にボリュームの所有者およびパーミッションを変更する動作を定義します。このフィールドは、**fsGroup** で制御される所有者およびパーミッションをサポートするボリュームタイプにのみ適用されます。このフィールドには、以下の2つの値を指定できます。

- **OnRootMismatch**: ルートディレクトリーのパーミッションと所有者が、ボリュームの予想されるパーミッションと一致しない場合にのみ、パーミッションと所有者を変更します。これにより、ボリュームの所有者とパーミッションを変更するのに必要な時間を短縮でき、Pod のタイムアウトを減らすことができます。
- **Always**: ボリュームのマウント時に、常にボリュームのパーミッションと所有者を変更します。

#### fsGroupChangePolicy の例

```
securityContext:
  runAsUser: 1000
  runAsGroup: 3000
  fsGroup: 2000
  fsGroupChangePolicy: "OnRootMismatch" ❶
...
```

- ❶ **OnRootMismatch** は、再帰的なパーミッション変更をスキップさせるため、Pod のタイムアウトの問題を回避するのに役立ちます。



#### 注記

**fsGroupChangePolicy**フィールドは、**secret**、**configMap**、および **emptydir** などの一時ボリュームタイプには影響を及ぼしません。

## 第4章 CONFIGURING PERSISTENT STORAGE

### 4.1. AWS ELASTIC BLOCK STORE を使用した永続ストレージ

OpenShift Container Platform は、Amazon Elastic Block Store (EBS) ボリュームをサポートします。[Amazon EC2](#) を使用して、OpenShift Container Platform クラスターに永続ストレージをプロビジョニングできます。

Kubernetes 永続ボリュームフレームワークは、管理者がクラスターのプロビジョニングを永続ストレージを使用して実行できるようにし、ユーザーが基礎となるインフラストラクチャーの知識がなくてもこれらのリソースを要求できるようにします。Amazon EBS ボリュームを動的にプロビジョニングできます。永続ボリュームは、単一のプロジェクトまたは namespace にバインドされず、OpenShift Container Platform クラスター全体で共有できます。永続ボリューム要求 (PVC) はプロジェクトまたは namespace に固有のもので、ユーザーによって要求されます。KMS キーを定義して、AWS のコンテナ永続ボリュームを暗号化できます。デフォルトでは、OpenShift Container Platform バージョン 4.10 以降を使用して新しく作成されたクラスターは、gp3 ストレージと [AWS EBS CSI ドライバー](#) を使用します。



#### 重要

インフラストラクチャーにおけるストレージの高可用性は、基礎となるストレージのプロバイダーに委ねられています。



#### 重要

OpenShift Container Platform 4.12 以降では、AWS Block インツリーボリュームプラグインと同等の CSI ドライバーに自動的に移行できます。

CSI 自動移行はシームレスに行ってください。移行をしても、永続ボリューム、永続ボリューム要求、ストレージクラスなどの既存の API オブジェクトを使用する方法は変更されません。移行の詳細は、[CSI の自動移行](#) を参照してください。

#### 4.1.1. EBS ストレージクラスの作成

ストレージクラスを使用すると、ストレージのレベルや使用状況を区別し、記述することができます。ストレージクラスを定義することにより、ユーザーは動的にプロビジョニングされた永続ボリュームを取得できます。

#### 4.1.2. 永続ボリューム要求の作成

##### 前提条件

ストレージは、ボリュームとして OpenShift Container Platform にマウントされる前に基礎となるインフラストラクチャーになければなりません。

##### 手順

1. OpenShift Container Platform コンソールで、**Storage → Persistent Volume Claims** をクリックします。
2. 永続ボリューム要求の概要で、**Create Persistent Volume Claim** をクリックします。
3. 表示されるページで必要なオプションを定義します。

- a. ドロップダウンメニューから以前に作成したストレージクラスを選択します。
  - b. ストレージ要求の一意の名前を入力します。
  - c. アクセスモードを選択します。この選択により、ストレージクレームの読み取りおよび書き込みアクセスが決定されます。
  - d. ストレージ要求のサイズを定義します。
4. **Create** をクリックして永続ボリューム要求を作成し、永続ボリュームを生成します。

### 4.1.3. ボリュームのフォーマット

OpenShift Container Platform は、ボリュームをマウントしてコンテナに渡す前に、永続ボリューム定義の **fsType** パラメーターで指定されたファイルシステムがボリュームにあるかどうか確認します。デバイスが指定されたファイルシステムでフォーマットされていない場合、デバイスのデータはすべて消去され、デバイスはそのファイルシステムで自動的にフォーマットされます。

この確認により、OpenShift Container Platform がフォーマットされていない AWS ボリュームを初回の使用前にフォーマットするため、フォーマットされていない AWS ボリュームを永続ボリュームとして使用することが可能になります。

### 4.1.4. ノード上の EBS ボリュームの最大数

OpenShift Container Platform では、デフォルトで1つのノードに最大 39 の EBS ボリュームを割り当てることができます。この制限は、[AWS ボリュームの制限](#) に合致します。ボリュームの制限は、インスタンスのタイプによって異なります。



#### 重要

クラスター管理者は、In-tree または Container Storage Interface (CSI) ボリュームのいずれかと、それぞれのストレージクラスを使用する必要がありますが、ボリュームの両方のタイプを同時に使用することはできません。割り当てられている EBS ボリュームの最大数は、in-tree および CSI ボリュームについて別々にカウントされるため、各タイプの EBS ボリュームを最大 39 個使用できます。

in-tree ボリュームプラグインでは不可能な追加のストレージオプション (ボリュームスナップショットなど) へのアクセスに関する詳細は、[AWS Elastic Block Store CSI Driver Operator](#) を参照してください。

### 4.1.5. KMS キーを使用した AWS 上のコンテナ永続ボリュームの暗号化

AWS でコンテナ永続ボリュームを暗号化するための KMS キーを定義すると、AWS へのデプロイ時に明示的なコンプライアンスおよびセキュリティのガイドラインがある場合に役立ちます。

#### 前提条件

- 基盤となるインフラストラクチャーには、ストレージが含まれている必要があります。
- AWS で顧客 KMS キーを作成する必要があります。

#### 手順

1. ストレージクラスを作成します。

```
$ cat << EOF | oc create -f -
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: <storage-class-name> ❶
parameters:
  fsType: ext4 ❷
  encrypted: "true"
  kmsKeyId: keyvalue ❸
provisioner: ebs.csi.aws.com
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer
EOF
```

- ❶ ストレージクラスの名前を指定します。
- ❷ プロビジョニングされたボリューム上に作成されるファイルシステム。
- ❸ コンテナ永続ボリュームを暗号化するとき使用するキーの完全な Amazon リソースネーム (ARN) を指定します。キーを指定せず、**encrypted** フィールドが **true** に設定されていると、デフォルトの KMS キーが使用されます。AWS ドキュメントの [Finding the key ID and key ARN on AWS](#) の検索を参照してください。

2. KMS キーを指定するストレージクラスで永続ボリューム要求 (PVC) を作成します。

```
$ cat << EOF | oc create -f -
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: mypvc
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  volumeMode: Filesystem
  storageClassName: <storage-class-name>
resources:
  requests:
    storage: 1Gi
EOF
```

3. PVC を使用するワークロードコンテナを作成します。

```
$ cat << EOF | oc create -f -
kind: Pod
metadata:
  name: mypod
spec:
  containers:
    - name: httpd
      image: quay.io/centos7/httpd-24-centos7
      ports:
        - containerPort: 80
      volumeMounts:
        - mountPath: /mnt/storage
```

```

name: data
volumes:
- name: data
  persistentVolumeClaim:
    claimName: mypvc
EOF

```

#### 4.1.6. 関連情報

- in-tree ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどの追加のストレージオプションへのアクセスについての詳細は、[AWS Elastic Block Store CSI Driver Operator](#) を参照してください。

## 4.2. AZURE を使用した永続ストレージ

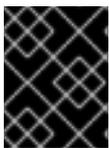
OpenShift Container Platform では、Microsoft Azure Disk ボリュームがサポートされます。Azure を使用して、OpenShift Container Platform クラスタに永続ストレージをプロビジョニングできます。これには、Kubernetes と Azure についてのある程度の理解があることが前提となります。Kubernetes 永続ボリュームフレームワークは、管理者がクラスタのプロビジョニングを永続ストレージを使用して実行できるようにし、ユーザーが基礎となるインフラストラクチャーの知識がなくてもこれらのリソースを要求できるようにします。Azure Disk ボリュームは動的にプロビジョニングできます。永続ボリュームは、単一のプロジェクトまたは namespace にバインドされず、OpenShift Container Platform クラスタ全体で共有できます。永続ボリューム要求 (PVC) はプロジェクトまたは namespace に固有のもので、ユーザーによって要求されます。



### 重要

OpenShift Container Platform 4.11 以降では、Azure Disk インツリーボリュームプラグインを同等の CSI ドライバーに自動的に移行します。

CSI 自動移行はシームレスに行ってください。移行をしても、永続ボリューム、永続ボリューム要求、ストレージクラスなどの既存の API オブジェクトを使用する方法は変更されません。移行の詳細は、[CSI の自動移行](#) を参照してください。



### 重要

インフラストラクチャーにおけるストレージの高可用性は、基礎となるストレージのプロバイダーに委ねられています。

#### 関連情報

- [Microsoft Azure Disk](#)

### 4.2.1. Azure ストレージクラスの作成

ストレージクラスを使用すると、ストレージのレベルや使用状況を区別し、記述することができます。ストレージクラスを定義することにより、ユーザーは動的にプロビジョニングされた永続ボリュームを取得できます。

#### 手順

1. OpenShift Container Platform コンソールで、**Storage** → **Storage Classes** をクリックします。
2. ストレージクラスの概要では、**Create Storage Class** をクリックします。

3. 表示されるページで必要なオプションを定義します。
  - a. ストレージクラスを参照するための名前を入力します。
  - b. オプションの説明を入力します。
  - c. 回収ポリシーを選択します。
  - d. ドロップダウンリストから **kubernetes.io/azure-disk** を選択します。
    - i. ストレージアカウントのタイプを入力します。これは、Azure ストレージアカウントの SKU の層に対応します。有効なオプションは、**Premium\_LRS**、**PremiumV2\_LRS**、**Standard\_LRS**、**StandardSSD\_LRS**、および **UltraSSD\_LRS** です。



### 重要

skuname の **PremiumV2\_LRS** は、すべてのリージョンでサポートされているわけではありません。また、一部のサポートされているリージョンでも、すべてのアベイラビリティゾーンがサポートされているわけではありません。詳細は、[Azure ドキュメント](#) を参照してください。

- ii. アカウントの種類を入力します。有効なオプションは **shared**、**dedicated** および **managed** です。



### 重要

Red Hat は、ストレージクラスでの **kind: Managed** の使用のみをサポートします。

**Shared** および **Dedicated** の場合、Azure はマネージド外のディスクを作成しますが、OpenShift Container Platform はマシンの OS (root) ディスクの管理ディスクを作成します。ただし、Azure Disk はノードで管理ディスクおよびマネージド外ディスクの両方の使用を許可しないため、**Shared** または **Dedicated** で作成されたマネージド外ディスクを OpenShift Container Platform ノードに割り当てることはできません。

- e. 必要に応じてストレージクラスの追加パラメーターを入力します。

4. **Create** をクリックしてストレージクラスを作成します。

#### 関連情報

- [Azure Disk Storage Class](#)

## 4.2.2. 永続ボリューム要求の作成

### 前提条件

ストレージは、ボリュームとして OpenShift Container Platform にマウントされる前に基礎となるインフラストラクチャーになければなりません。

### 手順

1. OpenShift Container Platform コンソールで、**Storage → Persistent Volume Claims** をクリックします。
2. 永続ボリューム要求の概要で、**Create Persistent Volume Claim** をクリックします。
3. 表示されるページで必要なオプションを定義します。
  - a. ドロップダウンメニューから以前に作成したストレージクラスを選択します。
  - b. ストレージ要求の一意の名前を入力します。
  - c. アクセスモードを選択します。この選択により、ストレージクレームの読み取りおよび書き込みアクセスが決定されます。
  - d. ストレージ要求のサイズを定義します。
4. **Create** をクリックして永続ボリューム要求を作成し、永続ボリュームを生成します。

### 4.2.3. ボリュームのフォーマット

OpenShift Container Platform は、ボリュームをマウントしてコンテナに渡す前に、永続ボリューム定義の **fsType** パラメーターで指定されたファイルシステムがボリュームにあるかどうか確認します。デバイスが指定されたファイルシステムでフォーマットされていない場合、デバイスのデータはすべて消去され、デバイスはそのファイルシステムで自動的にフォーマットされます。

これにより、OpenShift Container Platform がフォーマットされていない Azure ボリュームを初回の使用前にフォーマットするため、それらを永続ボリュームとして使用することが可能になります。

### 4.2.4. PVC を使用して Ultra ディスクと共にマシンをデプロイするマシンセット

Ultra ディスクと共にマシンをデプロイする Azure で実行されるマシンセットを作成できます。Ultra ディスクは、最も要求の厳しいデータワークロードでの使用を目的とした高性能ストレージです。

in-tree プラグインおよび CSI ドライバーの両方が、Ultra ディスクを有効にするための PVC の使用をサポートします。PVC を作成せずに、データディスクとしての Ultra ディスクと共にマシンをデプロイすることもできます。

#### 関連情報

- [Microsoft Azure Ultra ディスクのドキュメント](#)
- [CSI PVC を使用して Ultra ディスクにマシンをデプロイするマシンセット](#)
- [データディスクとしての Ultra ディスク上にマシンをデプロイするマシンセット](#)

#### 4.2.4.1. マシンセットを使用した Ultra ディスクを持つマシンの作成

マシンセットの YAML ファイルを編集することで、Azure 上に Ultra ディスクと共にマシンをデプロイできます。

#### 前提条件

- 既存の Microsoft Azure クラスタがある。

#### 手順

1. 既存の Azure **MachineSet** カスタムリソース (CR) をコピーし、次のコマンドを実行して編集します。

```
$ oc edit machineset <machine-set-name>
```

ここで、**<machine-set-name>** は、Ultra ディスクと共にマシンをプロビジョニングするマシンセットです。

2. 示された位置に次の行を追加します。

```
apiVersion: machine.openshift.io/v1beta1
kind: MachineSet
spec:
  template:
    spec:
      metadata:
        labels:
          disk: ultrasd 1
      providerSpec:
        value:
          ultraSSDCapability: Enabled 2
```

- 1** このマシンセットによって作成されるノードを選択するために使用するラベルを指定します。この手順では、この値に **disk.ultrasd** を使用します。
- 2** これらの行により、Ultra ディスクの使用が可能になります。

3. 次のコマンドを実行して、更新された設定を使用してマシンセットを作成します。

```
$ oc create -f <machine-set-name>.yaml
```

4. 以下の YAML 定義が含まれるストレージクラスを作成します。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ultra-disk-sc 1
parameters:
  cachingMode: None
  diskIopsReadWrite: "2000" 2
  diskMbpsReadWrite: "320" 3
  kind: managed
  skuname: UltraSSD_LRS
  provisioner: disk.csi.azure.com 4
  reclaimPolicy: Delete
  volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer 5
```

- 1** ストレージクラスの名前を指定します。この手順では、この値に **ultra-disk-sc** を使用しています。
- 2** ストレージクラスの IOPS の数値を指定します。
- 3** ストレージクラスのスループットを MBps 単位で指定します。

- 4 Azure Kubernetes Service (AKS) バージョン 1.21 以降の場合は、**disk.csi.azure.com** を使用します。以前のバージョンの AKS の場合は、**kubernetes.io/azure-disk** を使用します。
- 5 オプション: ディスクを使用する Pod の作成を待機するには、このパラメーターを指定します。

5. 以下の YAML 定義が含まれる、**ultra-disk-sc** ストレージクラスを参照する永続ボリューム要求 (PVC) を作成します。

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: ultra-disk 1
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  storageClassName: ultra-disk-sc 2
  resources:
    requests:
      storage: 4Gi 3

```

- 1 PVC の名前を指定します。この手順では、この値に **ultra-disk** を使用しています。
- 2 この PVC は **ultra-disk-sc** ストレージクラスを参照します。
- 3 ストレージクラスのサイズを指定します。最小値は **4Gi** です。

6. 以下の YAML 定義が含まれる Pod を作成します。

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx-ultra
spec:
  nodeSelector:
    disk: ultrasd 1
  containers:
    - name: nginx-ultra
      image: alpine:latest
      command:
        - "sleep"
        - "infinity"
      volumeMounts:
        - mountPath: "/mnt/azure"
          name: volume
  volumes:
    - name: volume
      persistentVolumeClaim:
        claimName: ultra-disk 2

```

- 1 Ultra ディスクの使用を有効にするマシンセットのラベルを指定します。この手順では、この値に **disk.ultrasd** を使用します。

- 2 この Pod は **ultra-disk** PVC を参照します。

## 検証

1. 次のコマンドを実行して、マシンが作成されていることを確認します。

```
$ oc get machines
```

マシンは **Running** 状態になっているはずです。

2. 実行中でノードが接続されているマシンの場合、次のコマンドを実行してパーティションを検証します。

```
$ oc debug node/<node-name> -- chroot /host lsblk
```

このコマンドでは、**oc debug node/<node-name>** がノード **<node-name>** でデバッグシェルを開始し、**--** を付けてコマンドを渡します。渡されたコマンド **chroot /host** は、基盤となるホスト OS バイナリーへのアクセスを提供し、**lsblk** は、ホスト OS マシンに接続されているブロックデバイスを表示します。

## 次のステップ

- Pod 内から Ultra ディスクを使用するには、マウントポイントを使用するワークロードを作成します。次の例のような YAML ファイルを作成します。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: ssd-benchmark1
spec:
  containers:
  - name: ssd-benchmark1
    image: nginx
    ports:
    - containerPort: 80
      name: "http-server"
    volumeMounts:
    - name: lun0p1
      mountPath: "/tmp"
  volumes:
  - name: lun0p1
    hostPath:
      path: /var/lib/lun0p1
      type: DirectoryOrCreate
  nodeSelector:
    disktype: ultrasdd
```

### 4.2.4.2. Ultra ディスクを有効にするマシンセットのリソースに関するトラブルシューティング

このセクションの情報を使用して、発生する可能性のある問題を理解し、回復してください。

#### 4.2.4.2.1. Ultra ディスクがサポートする永続ボリューム要求 (PVC) をマウントできない

Ultra ディスクでサポートされる永続ボリューム要求 (PVC) のマウントに問題がある場合、Pod は **ContainerCreating** 状態のままになり、アラートがトリガーされます。

たとえば、**additionalCapabilities.ultraSSDEnabled** パラメーターが Pod をホストするノードをサポートするマシンで設定されていない場合、以下のエラーメッセージが表示されます。

```
StorageAccountType UltraSSD_LRS can be used only when additionalCapabilities.ultraSSDEnabled is set.
```

- この問題を解決するには、以下のコマンドを実行して Pod を記述します。

```
$ oc -n <stuck_pod_namespace> describe pod <stuck_pod_name>
```

### 4.3. AZURE FILE を使用した永続ストレージ

OpenShift Container Platform では、Microsoft Azure File ボリュームがサポートされます。Azure を使用して、OpenShift Container Platform クラスターに永続ストレージをプロビジョニングできます。これには、Kubernetes と Azure についてのある程度の理解があることが前提となります。

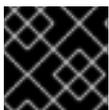
Kubernetes 永続ボリュームフレームワークは、管理者がクラスターのプロビジョニングを永続ストレージを使用して実行できるようにし、ユーザーが基礎となるインフラストラクチャーの知識がなくてもこれらのリソースを要求できるようにします。Azure File ボリュームを動的にプロビジョニングできます。

永続ボリュームは、単一のプロジェクトまたは namespace にバインドされず、OpenShift Container Platform クラスター全体で共有できます。永続ボリューム要求 (PVC) はプロジェクトまたは namespace に固有のもので、アプリケーションで使用できるようにユーザーによって要求されます。



#### 重要

インフラストラクチャーにおけるストレージの高可用性は、基礎となるストレージのプロバイダーに委ねられています。



#### 重要

Azure File ボリュームは Server Message Block を使用します。



#### 重要

OpenShift Container Platform 4.13 以降では、Azure File インツリーボリュームプラグインを同等の CSI ドライバーに自動的に移行します。

CSI 自動移行はシームレスに行ってください。移行をしても、永続ボリューム、永続ボリューム要求、ストレージクラスなどの既存の API オブジェクトを使用する方法は変更されません。移行の詳細は、[CSI の自動移行](#) を参照してください。

#### 関連情報

- [Azure Files](#)

#### 4.3.1. Azure File 共有永続ボリューム要求 (PVC) の作成

永続ボリューム要求 (PVC) を作成するには、最初に Azure アカウントおよびキーを含む **Secret** オブジェクトを定義する必要があります。このシークレットは **PersistentVolume** 定義に使用され、アプリケーションで使用できるように永続ボリューム要求 (PVC) によって参照されます。

## 前提条件

- Azure File 共有があること。
- この共有にアクセスするための認証情報 (とくにストレージアカウントおよびキー) が利用可能であること。

## 手順

1. Azure File の認証情報が含まれる **Secret** オブジェクトを作成します。

```
$ oc create secret generic <secret-name> --from-literal=azurestorageaccountname=
<storage-account> \ 1
--from-literal=azurestorageaccountkey=<storage-account-key> 2
```

- 1 Azure File ストレージアカウントの名前。
- 2 Azure File ストレージアカウントキー。

2. 作成した **Secret** オブジェクトを参照する **PersistentVolume** を作成します。

```
apiVersion: "v1"
kind: "PersistentVolume"
metadata:
  name: "pv0001" 1
spec:
  capacity:
    storage: "5Gi" 2
  accessModes:
    - "ReadWriteOnce"
  storageClassName: azure-file-sc
  azureFile:
    secretName: <secret-name> 3
    shareName: share-1 4
    readOnly: false
```

- 1 永続ボリュームの名前。
- 2 この永続ボリュームのサイズ。
- 3 Azure File 共有の認証情報を含むシークレットの名前。
- 4 Azure File 共有の名前。

3. 作成した永続ボリュームにマップする **PersistentVolumeClaim** オブジェクトを作成します。

```
apiVersion: "v1"
kind: "PersistentVolumeClaim"
metadata:
```

```

name: "claim1" ❶
spec:
  accessModes:
    - "ReadWriteOnce"
  resources:
    requests:
      storage: "5Gi" ❷
  storageClassName: azure-file-sc ❸
  volumeName: "pv0001" ❹

```

- ❶ 永続ボリューム要求 (PVC) の名前。
- ❷ この永続ボリューム要求 (PVC) のサイズ。
- ❸ 永続ボリュームのプロビジョニングに使用されるストレージクラスの名前。**PersistentVolume** 定義で使用されるストレージクラスを指定します。
- ❹ Azure File 共有を参照する既存の **PersistentVolume** オブジェクトの名前。

### 4.3.2. Azure File 共有の Pod へのマウント

永続ボリューム要求 (PVC) の作成後に、これをアプリケーション内で使用できます。以下の例は、この共有を Pod 内にマウントする方法を示しています。

#### 前提条件

- 基礎となる Azure File 共有にマップされる永続ボリューム要求 (PVC) があること。

#### 手順

- 既存の永続ボリューム要求 (PVC) をマウントする Pod を作成します。

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: pod-name ❶
spec:
  containers:
    ...
  volumeMounts:
    - mountPath: "/data" ❷
      name: azure-file-share
  volumes:
    - name: azure-file-share
      persistentVolumeClaim:
        claimName: claim1 ❸

```

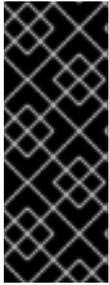
- ❶ Pod の名前。
- ❷ Pod 内に Azure File 共有をマウントするパス。コンテナのルート (/) や、ホストとコンテナで同じパスにはマウントしないでください。これは、コンテナに十分な特権が付与されている場合に、ホストシステムを破壊する可能性があります (例: ホストの **/dev/pts** ファイル)。ホストをマウントするには、**/host** を使用するのが安全です。

- 3 以前に作成された **PersistentVolumeClaim** オブジェクトの名前。

## 4.4. CINDER を使用した永続ストレージ

OpenShift Container Platform は OpenStack Cinder をサポートします。これには、Kubernetes と OpenStack についてある程度の理解があることが前提となります。

Cinder ボリュームは動的にプロビジョニングできます。永続ボリュームは、単一のプロジェクトまたは namespace にバインドされず、OpenShift Container Platform クラスター全体で共有できます。永続ボリューム要求 (PVC) はプロジェクトまたは namespace に固有のもので、ユーザーによって要求されません。



### 重要

OpenShift Container Platform 4.11 以降では、Cinder インツリーボリュームプラグインと同等の CSI ドライバーに自動的に移行できます。

CSI 自動移行はシームレスに行ってください。移行をしても、永続ボリューム、永続ボリューム要求、ストレージクラスなどの既存の API オブジェクトを使用する方法は変更されません。移行の詳細は、[CSI の自動移行](#) を参照してください。

### 関連情報

- OpenStack Block Storage が仮想ハードドライブの永続ブロックストレージ管理を提供する方法についての詳細は、[OpenStack Cinder](#) を参照してください。

### 4.4.1. Cinder を使用した手動プロビジョニング

ストレージは、ボリュームとして OpenShift Container Platform にマウントされる前に基礎となるインフラストラクチャーになければなりません。

#### 前提条件

- Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) 用に設定された OpenShift Container Platform
- Cinder ボリューム ID

#### 4.4.1.1. 永続ボリュームの作成

OpenShift Container Platform に永続ボリューム (PV) を作成する前に、オブジェクト定義でこれを定義する必要があります。

#### 手順

1. オブジェクト定義をファイルに保存します。

#### cinder-persistentvolume.yaml

```
apiVersion: "v1"
kind: "PersistentVolume"
metadata:
  name: "pv0001" 1
spec:
```

```
capacity:
  storage: "5Gi" ②
accessModes:
  - "ReadWriteOnce"
cinder: ③
  fsType: "ext3" ④
  volumeID: "f37a03aa-6212-4c62-a805-9ce139fab180" ⑤
```

- ① 永続ボリューム要求 (PVC) または Pod によって使用されるボリュームの名前。
- ② このボリュームに割り当てられるストレージの量。
- ③ Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) Cinder ボリュームの **cinder** を示します。
- ④ ボリュームの初回マウント時に作成されるファイルシステム。
- ⑤ 使用する Cinder ボリューム



### 重要

ボリュームをフォーマットしてプロビジョニングした後は、**fstype** パラメータの値は変更しないでください。この値を変更すると、データの損失や、Pod の障害につながる可能性があります。

2. 前のステップで保存したオブジェクト定義ファイルを作成します。

```
$ oc create -f cinder-persistentvolume.yaml
```

#### 4.4.1.2. 永続ボリュームのフォーマット

OpenShift Container Platform は初回の使用前にフォーマットするため、フォーマットされていない Cinder ボリュームを PV として使用できません。

OpenShift Container Platform がボリュームをマウントし、これをコンテナに渡す前に、システムは PV 定義の **fsType** パラメーターで指定されたファイルシステムがボリュームに含まれるかどうかをチェックします。デバイスが指定されたファイルシステムでフォーマットされていない場合、デバイスのデータはすべて消去され、デバイスはそのファイルシステムで自動的にフォーマットされます。

#### 4.4.1.3. Cinder ボリュームのセキュリティー

お使いのアプリケーションで Cinder PV を使用する場合に、そのデプロイメント設定にセキュリティーを追加します。

##### 前提条件

- 適切な **fsGroup** ストラテジーを使用する SCC が作成される必要があります。

##### 手順

1. サービスアカウントを作成して、そのアカウントを SCC に追加します。

```
$ oc create serviceaccount <service_account>
```

```
$ oc adm policy add-scc-to-user <new_scc> -z <service_account> -n <project>
```

2. アプリケーションのデプロイ設定で、サービスアカウント名と **securityContext** を指定します。

```
apiVersion: v1
kind: ReplicationController
metadata:
  name: frontend-1
spec:
  replicas: 1 ①
  selector: ②
    name: frontend
  template: ③
    metadata:
      labels: ④
        name: frontend ⑤
    spec:
      containers:
        - image: openshift/hello-openshift
          name: helloworld
          ports:
            - containerPort: 8080
              protocol: TCP
          restartPolicy: Always
          serviceAccountName: <service_account> ⑥
          securityContext:
            fsGroup: 7777 ⑦
```

- ① 実行する Pod のコピー数です。
- ② 実行する Pod のラベルセレクターです。
- ③ コントローラーが作成する Pod のテンプレート。
- ④ Pod のラベル。ラベルセレクターからのラベルを組み込む必要があります。
- ⑤ パラメーター拡張後の名前の最大長さは 63 文字です。
- ⑥ 作成したサービスアカウントを指定します。
- ⑦ Pod の **fsGroup** を指定します。

## 4.5. ファイバーチャネルを使用した永続ストレージ

OpenShift Container Platform ではファイバーチャネルがサポートされており、ファイバーチャネルボリュームを使用して OpenShift Container Platform クラスターに永続ストレージをプロビジョニングできます。これには、Kubernetes と Fibre Channel についてある程度の理解があることが前提となります。



## 重要

ファイバーチャネルを使用する永続ストレージは、ARM アーキテクチャーベースのインフラストラクチャーではサポートされません。

Kubernetes 永続ボリュームフレームワークは、管理者がクラスターのプロビジョニングを永続ストレージを使用して実行できるようにし、ユーザーが基礎となるインフラストラクチャーの知識がなくてもこれらのリソースを要求できるようにします。永続ボリュームは、単一のプロジェクトまたは namespace にバインドされず、OpenShift Container Platform クラスター全体で共有できます。永続ボリューム要求 (PVC) はプロジェクトまたは namespace に固有のもので、ユーザーによって要求されません。



## 重要

インフラストラクチャーにおけるストレージの高可用性は、基礎となるストレージのプロバイダーに委ねられています。

### 関連情報

- [ファイバーチャネルデバイスの使用](#)

### 4.5.1. プロビジョニング

**PersistentVolume** API を使用してファイバーチャネルボリュームをプロビジョニングするには、以下が利用可能でなければなりません。

- **targetWWN** (ファイバーチャネルターゲットのワールドワイド名の配列)。
- 有効な LUN 番号。
- ファイルシステムの種類。

永続ボリュームと LUN は 1 対 1 でマッピングされます。

### 前提条件

- ファイバーチャネル LUN は基礎となるインフラストラクチャーに存在している必要があります。

### PersistentVolume オブジェクト定義

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: pv0001
spec:
  capacity:
    storage: 1Gi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  fc:
    wwids: [scsi-3600508b400105e210000900000490000] 1

```

```
targetWWNs: ['500a0981891b8dc5', '500a0981991b8dc5'] 2
```

```
lun: 2 3
```

```
fsType: ext4
```

1 World wide identifier (WWID) **FCwwids** または FC **targetWWNs** および **lun** の組み合わせは設定する必要がありますが、両方を同時に設定することはできません。WWN ターゲットよりも FC WWID 識別子が推奨されます。FC WWID 識別子は、各ストレージデバイスに固有のものであり、デバイスのアクセスに使用されるパスに依存しないためです。この識別子は、SCSI Inquiry を発行して Device Identification Vital Product Data (**page 0x83**) または Unit Serial Number (**page 0x80**) を取得することにより獲得できます。FC WWID は、デバイスへのパスが変更したり、別のシステムからデバイスにアクセスする場合でも、ディスク上のデータ参照に `/dev/disk/by-id/` と識別されます。

2 3 ファイバーチャネル WWN は、`/dev/disk/by-path/pci-<IDENTIFIER>-fc-0x<WWN>-lun-<LUN#>` として識別されます。ただし、**WWN** までのパス (**0x** を含む) と WWN の後の文字 (`-` (ハイフン) を含む) を入力する必要はありません。



### 重要

ボリュームをフォーマットしてプロビジョニングした後に **fstype** パラメーターの値を変更すると、データ損失や Pod にエラーが発生する可能性があります。

#### 4.5.1.1. ディスククォータの実施

LUN パーティションを使用してディスククォータとサイズ制限を実施します。各 LUN は単一の永続ボリュームにマップされ、固有の名前を永続ボリュームに使用する必要があります。

この方法でクォータを実施すると、エンドユーザーは永続ストレージを具体的な量 (10Gi など) で要求することができ、これを同等またはそれ以上の容量の対応するボリュームに一致させることができます。

#### 4.5.1.2. ファイバーチャネルボリュームのセキュリティ

ユーザーは永続ボリューム要求 (PVC) でストレージを要求します。この要求はユーザーの namespace にのみ存在し、同じ namespace 内の Pod からのみ参照できます。namespace をまたいで永続ボリュームにアクセスしようとする、Pod にエラーが発生します。

それぞれのファイバーチャネル LUN は、クラスター内のすべてのノードからアクセスできる必要があります。

## 4.6. FLEXVOLUME を使用した永続ストレージ

 重要

FlexVolume は非推奨の機能です。非推奨の機能は依然として OpenShift Container Platform に含まれており、引き続きサポートされますが、本製品の今後のリリースで削除されるため、新規デプロイメントでの使用は推奨されません。

OpenShift Container Platform でボリュームドライバーを作成するには、out-of-tree Container Storage Interface (CSI) ドライバーが推奨されます。FlexVolume ドライバーのメンテナーは、CSI ドライバーを実装し、FlexVolume のユーザーを CSI に移行する必要があります。FlexVolume のユーザーは、ワークロードを CSI ドライバーに移行する必要があります。

OpenShift Container Platform で非推奨となったか、削除された主な機能の最新の一覧については、OpenShift Container Platform リリースノートの [非推奨および削除された機能セクション](#)を参照してください。

OpenShift Container Platform は、ドライバーとのインターフェイスに実行可能なモデルを使用する out-of-tree 形式のプラグイン、FlexVolume をサポートします。

組み込みプラグインがないバックエンドのストレージを使用する場合は、FlexVolume ドライバーを使用して OpenShift Container Platform を拡張し、アプリケーションに永続ストレージを提供できます。

Pod は、**flexvolume** の in-tree 形式のプラグインを使用して FlexVolume ドライバーと対話します。

## 関連情報

- [永続ボリュームの拡張](#)

## 4.6.1. FlexVolume ドライバーについて

FlexVolume ドライバーは、クラスター内のすべてのノードの明確に定義されたディレクトリーに格納されている実行可能ファイルです。OpenShift Container Platform は、**flexVolume** をソースとする **PersistentVolume** オブジェクトによって表されるボリュームのマウントまたはアンマウントが必要になるたびに、FlexVolume ドライバーを呼び出します。

 重要

OpenShift Container Platform では、FlexVolume について割り当ておよび割り当て解除の操作はサポートされません。

## 4.6.2. FlexVolume ドライバーの例

FlexVolume ドライバーの最初のコマンドライン引数は常に操作名です。その他のパラメーターは操作ごとに異なります。ほとんどの操作は、JSON (JavaScript Object Notation) 文字列をパラメーターとして取ります。このパラメーターは完全な JSON 文字列であり、JSON データを含むファイルの名前ではありません。

FlexVolume ドライバーには以下が含まれます。

- すべての **flexVolume.options**。
- **kubernetes.io/** という接頭辞が付いた **flexVolume** のいくつかのオプション。たとえば、**fsType** や **readwrite** などです。

- **kubernetes.io/secret/** という接頭辞が付いた参照先シークレット (指定されている場合) の内容。

### FlexVolume ドライバーの JSON 入力例

```
{
  "fooServer": "192.168.0.1:1234", ①
  "fooVolumeName": "bar",
  "kubernetes.io/fsType": "ext4", ②
  "kubernetes.io/readwrite": "ro", ③
  "kubernetes.io/secret/<key name>": "<key value>", ④
  "kubernetes.io/secret/<another key name>": "<another key value>",
}
```

- ① **flexVolume.options** のすべてのオプション。
- ② **flexVolume.fsType** の値。
- ③ **flexVolume.readOnly** に基づく **ro/rw**。
- ④ **flexVolume.secretRef** によって参照されるシークレットのすべてのキーと値。

OpenShift Container Platform は、ドライバーの標準出力に JSON データが含まれていると想定します。指定されていない場合、出力には操作の結果が示されます。

### FlexVolume ドライバーのデフォルトの出力例

```
{
  "status": "<Success/Failure/Not supported>",
  "message": "<Reason for success/failure>"
}
```

ドライバーの終了コードは、成功の場合は **0**、エラーの場合は **1** です。

操作はべき等です。すでに割り当てられているボリュームのマウント操作は成功します。

#### 4.6.3. FlexVolume ドライバーのインストール

OpenShift Container Platform を拡張するために使用される FlexVolume ドライバーはノードでのみ実行されます。FlexVolume を実装するには、呼び出す操作のリストとインストールパスのみが必要になります。

##### 前提条件

- FlexVolume ドライバーは、以下の操作を実装する必要があります。

##### init

ドライバーを初期化します。すべてのノードの初期化中に呼び出されます。

- 引数: なし
- 実行場所: ノード
- 予期される出力: デフォルトの JSON

### mount

ボリュームをディレクトリーにマウントします。これには、デバイスの検出、その後のデバイスのマウントを含む、ボリュームのマウントに必要なあらゆる操作が含まれます。

- 引数: `<mount-dir> <json>`
- 実行場所: ノード
- 予期される出力: デフォルトの JSON

### unmount

ボリュームをディレクトリーからアンマウントします。これには、アンマウント後にボリュームをクリーンアップするために必要なあらゆる操作が含まれます。

- 引数: `<mount-dir>`
- 実行場所: ノード
- 予期される出力: デフォルトの JSON

### mountdevice

ボリュームのデバイスを、個々の Pod がマウントをバインドするディレクトリーにマウントします。

この呼び出しでは FlexVolume 仕様に指定されるシークレットを渡しません。ドライバーでシークレットが必要な場合には、この呼び出しを実装しないでください。

- 引数: `<mount-dir> <json>`
- 実行場所: ノード
- 予期される出力: デフォルトの JSON

### unmountdevice

ボリュームのデバイスをディレクトリーからアンマウントします。

- 引数: `<mount-dir>`
- 実行場所: ノード
- 予期される出力: デフォルトの JSON
  - その他のすべての操作は、`{"status": "Not supported"}` と終了コード `1` を出して JSON を返します。

## 手順

FlexVolume ドライバーをインストールします。

1. この実行可能ファイルがクラスター内のすべてのノードに存在することを確認します。
2. この実行可能ファイルをボリュームプラグインのパス (`/etc/kubernetes/kubelet-plugins/volume/exec/<vendor>~<driver>/<driver>`) に配置します。

たとえば、ストレージ `foo` の FlexVolume ドライバーをインストールするには、実行可能ファイルを `/etc/kubernetes/kubelet-plugins/volume/exec/openshift.com~foo/foo` に配置します。

#### 4.6.4. FlexVolume ドライバーを使用したストレージの使用

OpenShift Container Platform の各 **PersistentVolume** オブジェクトは、ストレージバックエンドの 1 つのストレージアセット (ボリュームなど) を表します。

##### 手順

- インストールされているストレージを参照するには、**PersistentVolume** オブジェクトを使用します。

##### FlexVolume ドライバーを使用した永続ボリュームのオブジェクト定義例

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: pv0001 ①
spec:
  capacity:
    storage: 1Gi ②
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  flexVolume:
    driver: openshift.com/foo ③
    fsType: "ext4" ④
    secretRef: foo-secret ⑤
    readOnly: true ⑥
    options: ⑦
      fooServer: 192.168.0.1:1234
      fooVolumeName: bar
```

- ① ボリュームの名前。これは永続ボリューム要求 (PVC) を使用するか、Pod からボリュームを識別するために使用されます。この名前は、バックエンドストレージのボリューム名とは異なるものにすることができます。
- ② このボリュームに割り当てられるストレージの量。
- ③ ドライバーの名前。このフィールドは必須です。
- ④ ボリュームに存在するオプションのファイルシステム。このフィールドはオプションです。
- ⑤ シークレットへの参照。このシークレットのキーと値は、起動時に FlexVolume ドライバーに渡されます。このフィールドはオプションです。
- ⑥ 読み取り専用のフラグ。このフィールドはオプションです。
- ⑦ FlexVolume ドライバーの追加オプション。 **options** フィールドでユーザーが指定するフラグに加え、以下のフラグも実行可能ファイルに渡されます。

```
"fsType": "<FS type>",
"readwrite": "<rw>",
"secret/key1": "<secret1>"
...
"secret/keyN": "<secretN>"
```

**注記**

シークレットは、呼び出しのマウント/マウント解除を目的とする場合にのみ渡されません。

## 4.7. GCE PERSISTENT DISK を使用した永続ストレージ

OpenShift Container Platform では、GCE Persistent Disk ボリューム (gcePD) がサポートされます。GCE を使用して、OpenShift Container Platform クラスターに永続ストレージをプロビジョニングできます。これには、Kubernetes と GCE についてある程度理解があることが前提となります。

Kubernetes 永続ボリュームフレームワークは、管理者がクラスターのプロビジョニングを永続ストレージを使用して実行できるようにし、ユーザーが基礎となるインフラストラクチャーの知識がなくてもこれらのリソースを要求できるようにします。

GCE Persistent Disk ボリュームは動的にプロビジョニングできます。

永続ボリュームは、単一のプロジェクトまたは namespace にバインドされず、OpenShift Container Platform クラスター全体で共有できます。永続ボリューム要求 (PVC) はプロジェクトまたは namespace に固有のもので、ユーザーによって要求されます。

**重要**

OpenShift Container Platform 4.12 以降では、GCE Persist Disk in-tree ボリュームプラグインと同等の CSI ドライバーに自動的に移行できます。

CSI 自動移行はシームレスに行ってください。移行をしても、永続ボリューム、永続ボリューム要求、ストレージクラスなどの既存の API オブジェクトを使用する方法は変更されません。

移行の詳細は、[CSI の自動移行](#) を参照してください。

**重要**

インフラストラクチャーにおけるストレージの高可用性は、基礎となるストレージのプロバイダーに委ねられています。

**関連情報**

- [GCE Persistent Disk](#)

### 4.7.1. GCE ストレージクラスの作成

ストレージクラスを使用すると、ストレージのレベルや使用状況を区別し、記述することができます。ストレージクラスを定義することにより、ユーザーは動的にプロビジョニングされた永続ボリュームを取得できます。

### 4.7.2. 永続ボリューム要求の作成

**前提条件**

ストレージは、ボリュームとして OpenShift Container Platform にマウントされる前に基礎となるインフラストラクチャーになければなりません。

## 手順

1. OpenShift Container Platform コンソールで、**Storage → Persistent Volume Claims** をクリックします。
2. 永続ボリューム要求の概要で、**Create Persistent Volume Claim** をクリックします。
3. 表示されるページで必要なオプションを定義します。
  - a. ドロップダウンメニューから以前に作成したストレージクラスを選択します。
  - b. ストレージ要求の一意の名前を入力します。
  - c. アクセスモードを選択します。この選択により、ストレージクレームの読み取りおよび書き込みアクセスが決定されます。
  - d. ストレージ要求のサイズを定義します。
4. **Create** をクリックして永続ボリューム要求を作成し、永続ボリュームを生成します。

### 4.7.3. ボリュームのフォーマット

OpenShift Container Platform は、ボリュームをマウントしてコンテナに渡す前に、永続ボリューム定義の **fsType** パラメーターで指定されたファイルシステムがボリュームにあるかどうか確認します。デバイスが指定されたファイルシステムでフォーマットされていない場合、デバイスのデータはすべて消去され、デバイスはそのファイルシステムで自動的にフォーマットされます。

この確認により、OpenShift Container Platform がフォーマットされていない GCE ボリュームを初回の使用前にフォーマットするため、フォーマットされていない GCE ボリュームを永続ボリュームとして使用することが可能になります。

## 4.8. iSCSI を使用した永続ストレージ

iSCSI を使用して、OpenShift Container Platform クラスタに永続ストレージをプロビジョニングできます。これには、Kubernetes と iSCSI についてある程度の理解があることが前提となります。

Kubernetes 永続ボリュームフレームワークは、管理者がクラスタのプロビジョニングを永続ストレージを使用して実行できるようにし、ユーザーが基礎となるインフラストラクチャーの知識がなくてもこれらのリソースを要求できるようにします。



### 重要

インフラストラクチャーにおけるストレージの高可用性は、基礎となるストレージのプロバイダーに委ねられています。



### 重要

Amazon Web Services で iSCSI を使用する場合、iSCSI ポートのノード間の TCP トラフィックを組み込むようにデフォルトのセキュリティーポリシーを更新する必要があります。デフォルトで、それらのポートは **860** および **3260** です。



## 重要

**iscsi-initiator-utils** パッケージをインストールし、`/etc/iscsi/initiatorname.iscsi` でイニシエーター名を設定して、iSCSI イニシエーターがすべての OpenShift Container Platform ノードですでに設定されていることを確認しておく。**iscsi-initiator-utils** パッケージは、Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS) を使用するデプロイメントにすでにインストールされている。

詳細は、[ストレージデバイスの管理](#) を参照してください。

### 4.8.1. プロビジョニング

OpenShift Container Platform でストレージをボリュームとしてマウントする前に、基礎となるインフラストラクチャーにストレージが存在することを確認します。iSCSI に必要なのは、iSCSI ターゲットポータル、有効な iSCSI 修飾名 (IQN)、有効な LUN 番号、ファイルシステムタイプ、および **PersistentVolume** API のみです。

#### PersistentVolume オブジェクト定義

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: iscsi-pv
spec:
  capacity:
    storage: 1Gi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  iscsi:
    targetPortal: 10.16.154.81:3260
    iqn: iqn.2014-12.example.server:storage.target00
    lun: 0
    fsType: 'ext4'
```

### 4.8.2. ディスククォータの実施

LUN パーティションを使用してディスククォータとサイズ制限を実施します。それぞれの LUN には 1 つの永続ボリュームです。Kubernetes では、永続ボリュームに一意的な名前を使用する必要があります。

この方法でクォータを実施すると、エンドユーザーは永続ストレージを具体的な量 (**10Gi** など) で要求することができ、同等かそれ以上の容量の対応するボリュームに一致させることができます。

### 4.8.3. iSCSI ボリュームのセキュリティー

ユーザーは **PersistentVolumeClaim** オブジェクトでストレージを要求します。この要求はユーザーの namespace にのみ存在し、同じ namespace 内の Pod からのみ参照できます。namespace をまたいで永続ボリューム要求 (PVC) にアクセスしようとする、Pod にエラーが発生します。

それぞれの iSCSI LUN は、クラスター内のすべてのノードからアクセスできる必要があります。

#### 4.8.3.1. チャレンジハンドシェイク認証プロトコル (CHAP) 設定

オプションで、OpenShift Container Platform は CHAP を使用して iSCSI ターゲットに対して自己認証を実行できます。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: iscsi-pv
spec:
  capacity:
    storage: 1Gi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  iscsi:
    targetPortal: 10.0.0.1:3260
    iqn: iqn.2016-04.test.com:storage.target00
    lun: 0
    fsType: ext4
    chapAuthDiscovery: true ①
    chapAuthSession: true ②
    secretRef:
      name: chap-secret ③
```

- ① iSCSI 検出の CHAP 認証を有効にします。
- ② iSCSI セッションの CHAP 認証を有効にします。
- ③ ユーザー名 + パスワードを使用してシークレットオブジェクトの名前を指定します。この **Secret** オブジェクトは、参照されるボリュームを使用できるすべての namespace で利用可能でなければなりません。

#### 4.8.4. iSCSI のマルチパス化

iSCSI ベースのストレージの場合は、複数のターゲットポータルの IP アドレスに同じ IQN を使用することでマルチパスを設定できます。マルチパス化により、パス内の1つ以上のコンポーネントで障害が発生した場合でも、永続ボリュームにアクセスすることができます。

Pod 仕様でマルチパスを指定するには、**portals** フィールドを使用します。以下に例を示します。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: iscsi-pv
spec:
  capacity:
    storage: 1Gi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  iscsi:
    targetPortal: 10.0.0.1:3260
    portals: ['10.0.2.16:3260', '10.0.2.17:3260', '10.0.2.18:3260'] ①
    iqn: iqn.2016-04.test.com:storage.target00
    lun: 0
    fsType: ext4
    readOnly: false
```

- 1 **portals** フィールドを使用してターゲットポータルを追加します。

#### 4.8.5. iSCSI のカスタムイニシエーター IQN

iSCSI ターゲットが特定に IQN に制限されている場合に、カスタムイニシエーターの iSCSI Qualified Name (IQN) を設定します。ただし、iSCSI PV が割り当てられているノードが必ずこれらの IQN を使用する保証はありません。

カスタムのイニシエーター IQN を指定するには、**initiatorName** フィールドを使用します。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: iscsi-pv
spec:
  capacity:
    storage: 1Gi
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  iscsi:
    targetPortal: 10.0.0.1:3260
    portals: ['10.0.2.16:3260', '10.0.2.17:3260', '10.0.2.18:3260']
    iqn: iqn.2016-04.test.com:storage.target00
    lun: 0
    initiatorName: iqn.2016-04.test.com:custom.iqn 1
    fsType: ext4
    readOnly: false
```

- 1 イニシエーターの名前を指定します。

## 4.9. NFS を使用した永続ストレージ

OpenShift Container Platform クラスターは、NFS を使用する永続ストレージでプロビジョニングすることが可能です。永続ボリューム (PV) および永続ボリューム要求 (PVC) は、プロジェクト全体でボリュームを共有するための便利な方法を提供します。PV 定義に含まれる NFS に固有の情報は、**Pod** 定義で直接定義することも可能ですが、この方法の場合にはボリュームが一意的なクラスターリソースとして作成されられないため、ボリュームが競合の影響を受けやすくなります。

### 関連情報

- [NFS 共有のマウント](#)

### 4.9.1. プロビジョニング

ストレージは、ボリュームとして OpenShift Container Platform にマウントされる前に基礎となるインフラストラクチャーになければなりません。NFS ボリュームをプロビジョニングするには、NFS サーバーのリストとエクスポートパスのみが必要です。

### 手順

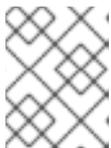
1. PV のオブジェクト定義を作成します。

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: pv0001 ❶
spec:
  capacity:
    storage: 5Gi ❷
  accessModes:
  - ReadWriteOnce ❸
  nfs: ❹
    path: /tmp ❺
    server: 172.17.0.2 ❻
  persistentVolumeReclaimPolicy: Retain ❼

```

- ❶ ボリュームの名前。これは、各種の **oc <command> pod** コマンドの PV アイデンティティです。
- ❷ このボリュームに割り当てられるストレージの量。
- ❸ これはボリュームへのアクセスの制御に関連するようには見えますが、実際はラベルの場合と同様に、PVC を PV に一致させるために使用されます。現時点では、**accessModes** に基づくアクセスルールは適用されていません。
- ❹ 使用されているボリュームタイプ。この場合は **nfs** プラグインです。
- ❺ NFS サーバーがエクスポートしているパス。
- ❻ NFS サーバーのホスト名または IP アドレス
- ❼ PV の回収ポリシー。これはボリュームのリリース時に生じることを定義します。



### 注記

各 NFS ボリュームは、クラスター内のスケジュール可能なすべてのノードによってマウント可能でなければなりません。

2. PV が作成されたことを確認します。

```
$ oc get pv
```

### 出力例

```

NAME      LABELS   CAPACITY  ACCESSMODES  STATUS   CLAIM  REASON  AGE
pv0001    <none>   5Gi       RWO           Available             31s

```

3. 新規 PV にバインドされる永続ボリューム要求 (PVC) を作成します。

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: nfs-claim1
spec:

```

```

accessModes:
  - ReadWriteOnce ❶
resources:
  requests:
    storage: 5Gi ❷
volumeName: pv0001
storageClassName: ""

```

- ❶ アクセスモードはセキュリティーを実施するのではなく、PV を PVC と一致させるラベルとして機能します。
- ❷ この要求は 5Gi 以上の容量を提供する PV を検索します。

4. 永続ボリューム要求 (PVC) が作成されたことを確認します。

```
$ oc get pvc
```

### 出力例

NAME	STATUS	VOLUME	CAPACITY	ACCESS MODES	STORAGECLASS	AGE
nfs-claim1	Bound	pv0001	5Gi	RWO		2m

## 4.9.2. ディスククォータの実施

ディスクパーティションを使用して、ディスククォータとサイズ制限を実施することができます。それぞれのパーティションを独自のエクスポートとすることができ、それぞれのエクスポートは1つのPVになります。それぞれのエクスポートは1つのPVになります。OpenShift Container Platform は PV に固有の名前を適用しますが、NFS ボリュームのサーバーとパスの一意性については管理者に委ねられています。

この方法でクォータを実施すると、開発者は永続ストレージを具体的な量 (10Gi など) で要求することができ、同等かそれ以上の容量の対応するボリュームに一致させることができます。

## 4.9.3. NFS ボリュームのセキュリティー

このセクションでは、一致するパーミッションや SELinux の考慮点を含む、NFS ボリュームのセキュリティーについて説明します。ユーザーは、POSIX パーミッションやプロセス UID、補助グループおよび SELinux の基礎的な点を理解している必要があります。

開発者は、**Pod** 定義の **volumes** セクションで、PVC を名前で参照するか、NFS ボリュームのプラグインを直接参照して NFS ストレージを要求します。

NFS サーバーの **/etc/exports** ファイルにはアクセス可能な NFS ディレクトリーが含まれています。ターゲットの NFS ディレクトリーには、POSIX の所有者とグループ ID があります。OpenShift Container Platform NFS プラグインは、同じ POSIX の所有者とエクスポートされる NFS ディレクトリーにあるパーミッションを使用して、コンテナの NFS ディレクトリーをマウントします。ただし、コンテナは NFS マウントの所有者と同等の有効な UID では実行されません。これは期待される動作です。

ターゲットの NFS ディレクトリーが NFS サーバーに表示される場合を例にとって見てみましょう。

```
$ ls -lZ /opt/nfs -d
```

## 出力例

```
drwxrws---. nfsnobody 5555 unconfined_u:object_r:usr_t:s0 /opt/nfs
```

```
$ id nfsnobody
```

## 出力例

```
uid=65534(nfsnobody) gid=65534(nfsnobody) groups=65534(nfsnobody)
```

次に、コンテナは SELinux ラベルに一致し、ディレクトリーにアクセスするために UID の **65534**、**nfsnobody** 所有者、または補助グループの **5555** のいずれかで実行される必要があります。



### 注記

所有者 ID **65534** は一例として使用されています。NFS の **root\_squash** が **root**、uid **0** を **nfsnobody**、uid **65534** にマップしても、NFS エクスポートは任意の所有者 ID を持つことができます。所有者 **65534** は NFS エクスポートには必要ありません。

### 4.9.3.1. グループ ID

NFS アクセスに対応する際の推奨される方法として、補助グループを使用することができます (NFS エクスポートのパーミッションを変更するオプションがないことを前提としています)。OpenShift Container Platform の補助グループは共有ストレージに使用されます (例: NFS)。これとは対照的に、iSCSI などのブロックストレージは、Pod の **securityContext** で **fsGroup** SCC ストラテジーと **fsGroup** の値を使用します。



### 注記

永続ストレージへのアクセスを取得するには、通常はユーザー ID ではなく、補助グループ ID を使用することが推奨されます。

ターゲット NFS ディレクトリーの例で使用したグループ ID は **5555** なので、Pod は、**supplementalGroups** を使用してグループ ID を Pod の **securityContext** 定義の下で定義することができます。以下に例を示します。

```
spec:
  containers:
    - name:
      ...
  securityContext: ①
    supplementalGroups: [5555] ②
```

① **securityContext** は特定のコンテナの下位ではなく、この Pod レベルで定義します。

② Pod 向けに定義される GID の配列。この場合、配列には1つの要素があります。追加の GID はコンマで区切られます。

Pod の要件を満たすカスタム SCC が存在しない場合、Pod は **restricted** SCC に一致する可能性があります。この SCC では、**supplementalGroups** ストラテジーが **RunAsAny** に設定されています。これは、指定されるグループ ID は範囲のチェックなしに受け入れられることを意味します。

その結果、上記の Pod は受付をパスして起動します。しかし、グループ ID の範囲をチェックすることが望ましい場合は、カスタム SCC の使用が推奨されます。カスタム SCC は、最小および最大のグループ ID が定義され、グループ ID の範囲チェックが実施され、グループ ID の **5555** が許可されるように作成できます。



### 注記

カスタム SCC を使用するには、まずこれを適切なサービスアカウントに追加する必要があります。たとえば、**Pod** 仕様に指定がない場合には、指定されたプロジェクトで **default** サービスアカウントを使用します。

#### 4.9.3.2. ユーザー ID

ユーザー ID は、コンテナイメージまたは **Pod** 定義で定義することができます。



### 注記

永続ストレージへのアクセスを取得する場合、通常はユーザー ID ではなく、補助グループ ID を使用することが推奨されます。

上記のターゲット NFS ディレクトリーの例では、コンテナは UID を **65534** (ここではグループ ID を省略します) に設定する必要があります。したがって以下を **Pod** 定義に追加することができます。

```
spec:
  containers: ①
  - name:
    ...
    securityContext:
      runAsUser: 65534 ②
```

① Pod には、各コンテナに固有の **securityContext** 定義と、その Pod で定義されたすべてのコンテナに適用される Pod の **securityContext** が含まれます。

② **65534** は **nfsnobody** ユーザーです。

プロジェクトが **default** で、SCC が **restricted** の場合、Pod で要求されるユーザー ID の **65534** は許可されません。したがって、Pod は以下の理由で失敗します。

- **65534** をそのユーザー ID として要求する。
- ユーザー ID **65534** を許可する SCC を確認するために Pod で利用できるすべての SCC が検査される。SCC のすべてのポリシーがチェックされますが、ここでのフォーカスはユーザー ID になります。
- 使用可能なすべての SCC が独自の **runAsUser** ストラテジーとして **MustRunAsRange** を使用しているため、UID の範囲チェックが要求される。
- **65534** は SCC またはプロジェクトのユーザー ID 範囲に含まれていない。

一般に、事前定義された SCC は変更しないことが勧められています。ただし、この状況を改善するには、カスタム SCC を作成することが推奨されます。カスタム SCC は、最小および最大のユーザー ID が定義され、UID 範囲のチェックの実施が設定されており、UID **65534** が許可されるように作成できます。



## 注記

カスタム SCC を使用するには、まずこれを適切なサービスアカウントに追加する必要があります。たとえば、**Pod** 仕様に指定がない場合には、指定されたプロジェクトで **default** サービスアカウントを使用します。

### 4.9.3.3. SELinux

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) および Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS) システムは、デフォルトでリモートの NFS サーバーで SELinux を使用するように設定されます。

RHEL および RHCOS 以外のシステムの場合、SELinux は Pod からリモートの NFS サーバーへの書き込みを許可しません。NFS ボリュームは正常にマウントされますが、読み取り専用です。以下の手順で、正しい SELinux パーミッションを有効にする必要があります。

#### 前提条件

- **container-selinux** パッケージがインストールされている必要があります。このパッケージは **virt\_use\_nfs** SELinux ブール値を提供します。

#### 手順

- 以下のコマンドを使用して **virt\_use\_nfs** ブール値を有効にします。-P オプションを使用すると、再起動後もこのブール値を永続化できます。

```
# setsebool -P virt_use_nfs 1
```

### 4.9.3.4. エクスポート設定

任意のコンテナユーザーにボリュームの読み取りと書き出しを許可するには、NFS サーバーにエクスポートされる各ボリュームは以下の条件を満たしている必要があります。

- すべてのエクスポートは、次の形式を使用してエクスポートする必要があります。

```
/<example_fs> *(rw,root_squash)
```

- ファイアウォールは、マウントポイントへのトラフィックを許可するように設定する必要があります。
  - NFSv4 の場合、デフォルトのポート **2049** (nfs) を設定します。

#### NFSv4

```
# iptables -I INPUT 1 -p tcp --dport 2049 -j ACCEPT
```

- NFSv3 の場合、以下の 3 つのポートを設定します。 **2049** (nfs)、 **20048** (mountd)、 **111** (portmapper)。

#### NFSv3

```
# iptables -I INPUT 1 -p tcp --dport 2049 -j ACCEPT
```

```
# iptables -I INPUT 1 -p tcp --dport 20048 -j ACCEPT
```

```
# iptables -I INPUT 1 -p tcp --dport 111 -j ACCEPT
```

- NFS エクスポートとディレクトリーは、ターゲット Pod からアクセスできるようにセットアップされる必要があります。この場合、エクスポートをコンテナのプライマリー UID で所有されるように設定するか、上記のグループ ID に示されるように **supplementalGroups** を使用して Pod にグループアクセスを付与します。

#### 4.9.4. リソースの回収

NFS は OpenShift Container Platform の **Recyclable** プラグインインターフェイスを実装します。回収タスクは、それぞれの永続ボリュームに設定されるポリシーに基づいて自動プロセスによって処理されます。

デフォルトで、PV は **Retain** に設定されます。

PV への要求が削除され、PV がリリースされると、PV オブジェクトを再利用できません。代わりに、新規の PV が元のボリュームと同じ基本ボリュームの情報を使用して作成されます。

たとえば、管理者は **nfs1** という名前の PV を作成するとします。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: nfs1
spec:
  capacity:
    storage: 1Mi
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  nfs:
    server: 192.168.1.1
    path: "/"
```

ユーザーは、**nfs1** にバインドされる **PVC1** を作成します。次にユーザーは **PVC1** を削除し、**nfs1** への要求を解除します。これにより、**nfs1** は **Released** になります。管理者が同じ NFS 共有を利用可能にする必要がある場合には、同じ NFS サーバー情報を使用して新規 PV を作成する必要があります。この場合、PV の名前は元の名前とは異なる名前にします。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: nfs2
spec:
  capacity:
    storage: 1Mi
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  nfs:
    server: 192.168.1.1
    path: "/"
```

元の PV を削除して、PV を同じ名前で再作成することは推奨されません。PV のステータスを **Released** から **Available** に手動で変更しようとする、エラーが発生し、データが失われる可能性があります。

### 4.9.5. その他の設定とトラブルシューティング

適切なエクスポートとセキュリティーマッピングを行うため、使用している NFS のバージョンおよびその設定方法に応じて追加の設定が必要になることがあります。以下は例になります。

<p>NFSv4 のマウントにすべてのファイルの所有者が <b>nobody:nobody</b> と誤って表示される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● NFS の ID マッピング設定 (<code>/etc/idmapd.conf</code>) に原因がある可能性が高い。</li> <li>● <a href="#">NFSv4 mount incorrectly shows all files with ownership as nobody:nobody</a> を参照してください。</li> </ul>
<p>NFSv4 の ID マッピングが無効になっている</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● NFS クライアントとサーバーの両方で以下を実行してください。</li> </ul> <pre># echo 'Y' &gt; /sys/module/nfsd/parameters/nfs4_disable_idmapping</pre>

## 4.10. RED HAT OPENSIFT DATA FOUNDATION

Red Hat OpenShift Data Foundation は、インハウスまたはハイブリッドクラウドのいずれの場合でもファイル、ブロックおよびオブジェクトストレージをサポートし、OpenShift Container Platform のすべてに対応する永続ストレージのプロバイダーです。Red Hat のストレージソリューションとして、Red Hat OpenShift Data Foundation は、デプロイメント、管理およびモニタリングを行うために OpenShift Container Platform に完全に統合されています。

Red Hat OpenShift Data Foundation は、独自のドキュメントライブラリーを提供します。Red Hat OpenShift Data Foundation ドキュメントの完全なセットは、[https://access.redhat.com/documentation/ja-jp/red\\_hat\\_openshift\\_data\\_foundation](https://access.redhat.com/documentation/ja-jp/red_hat_openshift_data_foundation) から利用できます。



### 重要

OpenShift Container Platform でインストールされた仮想マシンをホストするハイパーコンバージドノードを使用する Red Hat Hyperconverged Infrastructure (RHHI) for Virtualization の上部にある OpenShift Data Foundation は、サポート対象の設定ではありません。サポートされるプラットフォームについての詳細は、[Red Hat OpenShift Data Foundation Supportability and Interoperability Guide](#) を参照してください。

## 4.11. VMWARE VSPHERE ボリュームを使用した永続ストレージ

OpenShift Container Platform では、VMWare vSphere の仮想マシンディスク (VMDK: Virtual Machine Disk) ボリュームの使用が可能となります。VMWare vSphere を使用して、OpenShift Container Platform クラスタに永続ストレージをプロビジョニングできます。これには、Kubernetes と VMWare vSphere についてのある程度の理解があることが前提となります。

VMware vSphere ボリュームは動的にプロビジョニングできます。OpenShift Container Platform は vSphere にディスクを作成し、このディスクを正しいイメージに割り当てます。



## 注記

OpenShift Container Platform は、自由にクラスター内のノードにあるボリュームをアタッチしたり、アタッチ解除できるように、個別の永続ディスクとして新規ボリュームをプロビジョニングします。そのため、スナップショットを使用するボリュームをバックアップしたり、スナップショットからボリュームを復元したりできません。詳細は、[スナップショットの制限](#) を参照してください。

Kubernetes 永続ボリュームフレームワークは、管理者がクラスターのプロビジョニングを永続ストレージを使用して実行できるようにし、ユーザーが基礎となるインフラストラクチャーの知識がなくてもこれらのリソースを要求できるようにします。

永続ボリュームは、単一のプロジェクトまたは namespace にバインドされず、OpenShift Container Platform クラスター全体で共有できます。永続ボリューム要求 (PVC) はプロジェクトまたは namespace に固有のもので、ユーザーによって要求されます。



## 重要

新規インストールの場合、OpenShift Container Platform 4.13 以降では、vSphere インツリーボリュームプラグインと同等の CSI ドライバーに自動的に移行できます。OpenShift Container Platform 4.15 以降に更新した場合も、自動移行が可能になります。更新と移行の詳細は、[CSI の自動移行](#) を参照してください。

CSI 自動移行はシームレスに行ってください。移行をしても、永続ボリューム、永続ボリューム要求、ストレージクラスなどの既存の API オブジェクトを使用する方法は変更されません。

## 関連情報

- [VMware vSphere](#)

### 4.11.1. VMware vSphere ボリュームの動的プロビジョニング

VMware vSphere ボリュームの動的プロビジョニングは推奨される方法です。

#### 4.11.2. 前提条件

- 使用するコンポーネントの要件を満たす VMware vSphere バージョンにインストールされている OpenShift Container Platform クラスター。vSphere バージョンのサポート [に関する詳細](#) は、[クラスターの vSphere へのインストール](#) を参照してください。

以下のいずれかの手順を使用し、デフォルトのストレージクラスを使用してそれらのボリュームを動的にプロビジョニングできます。

##### 4.11.2.1. UI を使用した VMware vSphere ボリュームの動的プロビジョニング

OpenShift Container Platform は、ボリュームをプロビジョニングするために **thin** ディスク形式を使用する **thin** という名前のデフォルトのストレージクラスをインストールします。

## 前提条件

- ストレージは、ボリュームとして OpenShift Container Platform にマウントされる前に基礎となるインフラストラクチャーになければなりません。

## 手順

1. OpenShift Container Platform コンソールで、**Storage → Persistent Volume Claims** をクリックします。
2. 永続ボリューム要求の概要で、**Create Persistent Volume Claim** をクリックします。
3. 結果のページで必要なオプションを定義します。
  - a. **thin** ストレージクラスを選択します。
  - b. ストレージ要求の一意の名前を入力します。
  - c. アクセスモードを選択し、作成されるストレージ要求の読み取り/書き込みアクセスを決定します。
  - d. ストレージ要求のサイズを定義します。
4. **Create** をクリックして永続ボリューム要求を作成し、永続ボリュームを生成します。

## 4.11.2.2. CLI を使用した VMware vSphere ボリュームの動的プロビジョニング

OpenShift Container Platform は、ボリュームをプロビジョニングするために **thin** ディスク形式を使用する **thin** という名前のデフォルトの StorageClass をインストールします。

## 前提条件

- ストレージは、ボリュームとして OpenShift Container Platform にマウントされる前に基礎となるインフラストラクチャーになければなりません。

## 手順 (CLI)

1. 以下の内容でファイル **pvc.yaml** を作成して VMware vSphere PersistentVolumeClaim を定義できます。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: pvc ❶
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce ❷
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi ❸
```

- ❶ 永続ボリューム要求 (PVC) を表す一意の名前。
- ❷ 永続ボリューム要求 (PVC) のアクセスモード。**ReadWriteOnce** では、ボリュームは単一ノードによって読み取り/書き込みパーミッションでマウントできます。
- ❸ 永続ボリューム要求 (PVC) のサイズ。

2. 次のコマンドを入力して、ファイルから **PersistentVolumeClaim** オブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f pvc.yaml
```

### 4.11.3. VMware vSphere ボリュームの静的プロビジョニング

VMware vSphere ボリュームを静的にプロビジョニングするには、永続ボリュームフレームワークが参照する仮想マシンディスクを作成する必要があります。

#### 前提条件

- ストレージは、ボリュームとして OpenShift Container Platform にマウントされる前に基礎となるインフラストラクチャーになければなりません。

#### 手順

- 仮想マシンディスクを作成します。VMware vSphere ボリュームを静的にプロビジョニングする前に、仮想マシンディスク (VMDK) を手動で作成する必要があります。以下の方法のいずれかを使用します。

- vmkfstools** を使用して作成します。セキュアシェル (SSH) を使用して ESX にアクセスし、以下のコマンドを使用して vmdk ボリュームを作成します。

```
$ vmkfstools -c <size> /vmfs/volumes/<datastore-name>/volumes/<disk-name>.vmdk
```

- vmware-diskmanager** を使用して作成します。

```
$ shell vmware-vdiskmanager -c -t 0 -s <size> -a lsilogic <disk-name>.vmdk
```

- VMDK を参照する永続ボリュームを作成します。**PersistentVolume** オブジェクト定義を使用して **pv1.yaml** ファイルを作成します。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: pv1 ①
spec:
  capacity:
    storage: 1Gi ②
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
  vsphereVolume: ③
    volumePath: "[datastore1] volumes/myDisk" ④
    fsType: ext4 ⑤
```

- ① ボリュームの名前。この名前は永続ボリューム要求 (PVC) または Pod で識別されるものです。
- ② このボリュームに割り当てられるストレージの量。
- ③ vSphere ボリュームの **vsphereVolume** で使用されるボリュームタイプ。ラベルは vSphere VMDK ボリュームを Pod にマウントするために使用されます。ボリュームの内容はアンマウントされても保持されます。このボリュームタイプは、VMFS データストアと VSAN データストアの両方がサポートされます。

- 4 使用する既存の VMDK ボリューム。 **vmkfstools** を使用した場合、前述のようにボリューム定義で、データストア名を角かっこ [] で囲む必要があります。
- 5 マウントするファイルシステムタイプです。 ext4、 xfs、 または他のファイルシステムなどが例になります。



### 重要

ボリュームをフォーマットしてプロビジョニングした後に fsType パラメーターの値を変更すると、データ損失や Pod にエラーが発生する可能性があります。

3. ファイルから **PersistentVolume** オブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f pv1.yaml
```

4. 直前の手順で作成した永続ボリュームにマップする永続ボリューム要求 (PVC) を作成します。 **PersistentVolumeClaim** オブジェクト定義を使用して、ファイル **pvc1.yaml** を作成します。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: pvc1 1
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce 2
resources:
  requests:
    storage: "1Gi" 3
  volumeName: pv1 4
```

- 1 永続ボリューム要求 (PVC) を表す一意の名前。
- 2 永続ボリューム要求 (PVC) のアクセスモード。 ReadWriteOnce では、ボリュームはシングルノードによって読み取り/書き込みパーミッションでマウントできます。
- 3 永続ボリューム要求 (PVC) のサイズ。
- 4 既存の永続ボリュームの名前。

5. ファイルから **PersistentVolumeClaim** オブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f pvc1.yaml
```

#### 4.11.3.1. VMware vSphere ボリュームのフォーマット

OpenShift Container Platform は、ボリュームをマウントしてコンテナに渡す前に、 **PersistentVolume** (PV) 定義の **fsType** パラメーター値で指定されたファイルシステムがボリュームに含まれることを確認します。デバイスが指定されたファイルシステムでフォーマットされていない場合、デバイスのデータはすべて消去され、デバイスはそのファイルシステムで自動的にフォーマットされます。

OpenShift Container Platform は初回の使用前にフォーマットするため、フォーマットされていない vSphere ボリュームを PV として使用できます。

## 4.12. ローカルストレージを使用した永続ストレージ

### 4.12.1. ローカルストレージの概要

ローカルストレージをプロビジョニングするには、次のいずれかのソリューションを使用できます。

- HostPath Provisioner (HPP)
- Local Storage Operator (LSO)
- Logical Volume Manager (LVM) Storage



#### 警告

これらのソリューションは、ノードローカルストレージのプロビジョニングのみをサポートします。ワークロードは、ストレージを提供するノードにバインドされます。ノードが使用できなくなると、ワークロードも使用できなくなります。ノード障害が発生したときにワークロードの可用性を維持するには、アクティブまたはパッシブのレプリケーションメカニズムにより、ストレージデータのレプリケーションを確実に実行する必要があります。

#### 4.12.1.1. HostPath Provisioner 機能の概要

HostPath Provisioner (HPP) を使用すると、次の操作を実行できます。

- ローカルストレージをプロビジョニングするために、ホストファイルシステムパスをストレージクラスにマップする。
- ストレージを使用するために、ストレージクラスを静的に作成してノードにファイルシステムパスを設定する。
- ストレージクラスに基づいて永続ボリューム (PV) を静的にプロビジョニングする。
- 基盤となるストレージトポロジーを考慮しながら、ワークロードと PersistentVolumeClaim (PVC) を作成する。



#### 注記

HPP はアップストリームの Kubernetes で利用できます。ただし、アップストリームの Kubernetes から HPP を使用することは推奨しません。

#### 4.12.1.2. Local Storage Operator の機能の概要

Local Storage Operator (LSO) を使用すると、次の操作を実行できます。

- デバイス設定を変更せずに、ストレージデバイス (ディスクまたはパーティション) をストレージクラスに割り当てる。

- **LocalVolume** カスタムリソース (CR) を設定して、PV とストレージクラスを静的にプロビジョニングする。
- 基盤となるストレージトポロジを考慮しながら、ワークロードと PVC を作成する。



### 注記

LSO は Red Hat によって開発および提供されています。

#### 4.12.1.3. LVM Storage の機能の概要

Logical Volume Manager (LVM) Storage を使用すると、次の操作を実行できます。

- ストレージデバイス (ディスクまたはパーティション) を lvm2 ボリュームグループとして設定し、ボリュームグループをストレージクラスとして公開する。
- ノードトポロジを考慮せずに PVC を使用してワークロードを作成し、ストレージを要求する。

LVM Storage は TopoLVM CSI ドライバーを使用して、トポロジ内のノードにストレージスペースを動的に割り当て、PV をプロビジョニングします。



### 注記

LVM Storage は、Red Hat によって開発および保守されています。LVM Storage に付属する CSI ドライバーは、アップストリームプロジェクトの "topolvm" です。

#### 4.12.1.4. LVM Storage、LSO、HPP の比較

次のセクションでは、LVM Storage、Local Storage Operator (LSO)、および HostPath Provisioner (HPP) が提供する、ローカルストレージをプロビジョニングするための機能を比較します。

##### 4.12.1.4.1. ストレージタイプおよびファイルシステムのサポートの比較

次の表は、ローカルストレージをプロビジョニングするために LVM Storage、Local Storage Operator (LSO)、および HostPath Provisioner (HPP) によって提供されるストレージタイプおよびファイルシステムのサポートを比較したものです。

表4.1 ストレージタイプおよびファイルシステムのサポートの比較

機能	LVM Storage	LSO	HPP
ブロックストレージのサポート	はい	はい	いいえ
ファイルストレージのサポート	はい	はい	はい
オブジェクトストレージのサポート <sup>[1]</sup>	いいえ	いいえ	いいえ

機能	LVM Storage	LSO	HPP
利用可能なファイルシステム	<b>ext4, xfs</b>	<b>ext4, xfs</b>	ノード上で使用できるマウントされたシステムがすべてサポートされます。

1. いずれのソリューション (LVM Storage、LSO、HPP) もオブジェクトストレージをサポートしていません。したがって、オブジェクトストレージを使用する場合は、Red Hat OpenShift Data Foundation の **MultiClusterGateway** などの S3 オブジェクトストレージソリューションが必要です。どのソリューションも、S3 オブジェクトストレージソリューションの基盤となるストレージプロバイダーとして機能します。

#### 4.12.1.4.2. コア機能のサポートの比較

次の表は、LVM Storage、Local Storage Operator (LSO)、および HostPath Provisioner (HPP) によるローカルストレージのプロビジョニングに関するコア機能のサポート状況を比較したものです。

表4.2 コア機能のサポートの比較

機能	LVM Storage	LSO	HPP
自動ファイルシステムフォーマット設定のサポート	はい	はい	該当なし
動的プロビジョニングのサポート	はい	いいえ	いいえ
ソフトウェア Redundant Array of Independent Disks (RAID) アレイの使用のサポート	はい 4.15 以降でサポートされています。	はい	はい
透過的なディスク暗号化のサポート	はい 4.16 以降でサポートされています。	はい	はい
ボリュームベースのディスク暗号化のサポート	いいえ	いいえ	いいえ
非接続インストールのサポート	はい	はい	はい
PVC 拡張のサポート	はい	いいえ	いいえ
ボリュームスナップショットとボリュームクローンのサポート	はい	いいえ	いいえ

機能	LVM Storage	LSO	HPP
シンプロビジョニングのサポート	はい  デバイスはデフォルトでシンプロビジョニングされます。	はい  シンプロビジョニングされたボリュームを参照するようにデバイスを設定できます。	はい  シンプロビジョニングされたボリュームを参照するパスを設定できます。
自動ディスク検出とセットアップのサポート	はい  インストール時および実行時に自動ディスク検出を利用できます。既存のストレージクラスのストレージ容量を増やすために、ディスクを <b>LVMCluster</b> カスタムリソース (CR) に動的に追加することもできます。	テクノロジープレビュー  インストール時に自動ディスク検出を利用できます。	いいえ

#### 4.12.1.4.3. パフォーマンス機能と分離機能の比較

次の表は、ローカルストレージのプロビジョニングにおける LVM Storage、Local Storage Operator (LSO)、および HostPath Provisioner (HPP) のパフォーマンス機能と分離機能を比較したものです。

表4.3 パフォーマンス機能と分離機能の比較

機能	LVM Storage	LSO	HPP
パフォーマンス	I/O スピードが、同じストレージクラスを使用するすべてのワークロードで共有されます。  ブロックストレージでは直接 I/O 操作が可能です。  シンプロビジョニングがパフォーマンスに影響を与える可能性があります。	I/O は LSO 設定によって異なります。  ブロックストレージでは直接 I/O 操作が可能です。	I/O スピードが、同じストレージクラスを使用するすべてのワークロードで共有されます。  基盤となるファイルシステムによる制限が、I/O スピードに影響を与える可能性があります。
分離境界 <sup>[1]</sup>	LVM 論理ボリューム (LV)  HPP と比較して、より高いレベルの分離を提供します。	LVM 論理ボリューム (LV)  HPP と比較して、より高いレベルの隔離を提供します。	ファイルシステムパス  LSO および LVM Storage と比較して、より低いレベルの分離を提供します。

1. 分離境界とは、ローカルストレージリソースを使用するさまざまなワークロードまたはアプリケーション間の分離レベルを指します。

#### 4.12.1.4.4. 追加機能のサポートの比較

次の表は、LVM Storage、Local Storage Operator (LSO)、および HostPath Provisioner (HPP) が提供する、ローカルストレージをプロビジョニングするための追加機能を比較したものです。

表4.4 追加機能のサポートの比較

機能	LVM Storage	LSO	HPP
汎用一時ボリュームのサポート	はい	いいえ	いいえ
CSI インライン一時ボリュームのサポート	いいえ	いいえ	いいえ
ストレージトポロジーのサポート	はい CSI ノードトポロジーのサポート	はい LSO は、ノード容認を通じてストレージトポロジーの部分的なサポートを提供します。	いいえ
<b>ReadWriteMany</b> (RWX) アクセスモードのサポート <sup>[1]</sup>	いいえ	いいえ	いいえ

1. どのソリューション (LVM Storage、LSO、HPP) にも、**ReadWriteOnce** (RWO) アクセスモードがあります。RWO アクセスモードでは、同じノード上の複数の Pod からのアクセスが可能になります。

### 4.12.2. ローカルボリュームを使用した永続ストレージ

OpenShift Container Platform は、ローカルボリュームを使用する永続ストレージでプロビジョニングすることが可能です。ローカルの永続ボリュームを使用すると、標準の永続ボリューム要求 (PVC) インターフェイスを使用して、ディスクやパーティションなどのローカルのストレージデバイスにアクセスできます。

ローカルボリュームは、Pod をノードに手動でスケジュールせずに使用できます。ボリュームのノード制約がシステムによって認識されるためです。ただし、ローカルボリュームは、依然として基礎となるノードの可用性に依存しており、すべてのアプリケーションに適している訳ではありません。



#### 注記

ローカルボリュームは、静的に作成された永続ボリュームとしてのみ使用できます。

#### 4.12.2.1. ローカルストレージ Operator のインストール

ローカルストレージ Operator はデフォルトで OpenShift Container Platform にインストールされません。以下の手順を使用してこの Operator をインストールし、クラスター内でローカルボリュームを有効にできるように設定します。

## 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールまたはコマンドラインインターフェイス (CLI) へのアクセス。

## 手順

1. **openshift-local-storage** プロジェクトを作成します。

```
$ oc adm new-project openshift-local-storage
```

2. オプション: インフラストラクチャーノードでのローカルストレージの作成を許可します。ロギングやモニタリングなどのコンポーネントに対応するために、ローカルストレージ Operator を使用してインフラストラクチャーノードでボリュームを作成する必要がある場合があります。

ローカルストレージ Operator にワーカーノードだけでなくインフラストラクチャーノードが含まれるように、デフォルトのノードセクターを調整する必要があります。

ローカルストレージ Operator がクラスター全体のデフォルトセクターを継承しないようにするには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc annotate namespace openshift-local-storage openshift.io/node-selector=""
```

3. オプション: 単一ノードデプロイメントの CPU の管理プールでローカルストレージを実行できるようにします。シングルノードデプロイメントで Local Storage Operator を使用し、**literal** プールに属する CPU の使用を許可します。この手順は、管理ワークロードパーティショニングを使用する単一ノードインストールで実行します。

Local Storage Operator が管理 CPU プールで実行できるようにするには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc annotate namespace openshift-local-storage workload.openshift.io/allowed='management'
```

## UI での操作

Web コンソールからローカルストレージ Operator をインストールするには、以下の手順を実行します。

1. OpenShift Container Platform Web コンソールにログインします。
2. **Operators** → **OperatorHub** に移動します。
3. **Local Storage** をフィルターボックスに入力して、ローカルストレージ Operator を見つけます。
4. **Install** をクリックします。
5. **Install Operator** ページで、**A specific namespace on the cluster**を選択します。ドロップメニューから **openshift-local-storage** を選択します。
6. **Update Channel** および **Approval Strategy** の値を必要な値に調整します。

## 7. Install をクリックします。

これが完了すると、ローカルストレージ Operator は Web コンソールの **Installed Operators** セクションにリスト表示されます。

### CLI からの操作

1. CLI からローカルストレージ Operator をインストールします。
  - a. ローカルストレージ Operator の Operator グループおよびサブスクリプションを定義するために、オブジェクト YAML ファイル (例: **openshift-local-storage.yaml**) を作成します。

#### 例: openshift-local-storage.yaml

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: local-operator-group
  namespace: openshift-local-storage
spec:
  targetNamespaces:
    - openshift-local-storage
---
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: local-storage-operator
  namespace: openshift-local-storage
spec:
  channel: stable
  installPlanApproval: Automatic ❶
  name: local-storage-operator
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
```

❶ インストール計画のユーザー認可ポリシー。

2. 以下のコマンドを実行して、ローカルストレージ Operator オブジェクトを作成します。

```
$ oc apply -f openshift-local-storage.yaml
```

この時点で、Operator Lifecycle Manager (OLM) はローカルストレージ Operator を認識できるようになります。Operator の ClusterServiceVersion (CSV) はターゲット namespace に表示され、Operator で指定される API は作成用に利用可能になります。

3. すべての Pod およびローカルストレージ Operator が作成されていることを確認して、ローカルストレージのインストールを検証します。
  - a. 必要な Pod すべてが作成されていることを確認します。

```
$ oc -n openshift-local-storage get pods
```

#### 出力例

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
local-storage-operator-746bf599c9-vlt5t	1/1	Running	0	19m

- b. ClusterServiceVersion (CSV) YAML マニフェストをチェックして、ローカルストレージ Operator が **openshift-local-storage** プロジェクトで利用できることを確認します。

```
$ oc get csvs -n openshift-local-storage
```

### 出力例

NAME	DISPLAY	VERSION	REPLACES	PHASE
local-storage-operator.4.2.26-202003230335	Local Storage	4.2.26-202003230335		Succeeded

すべてのチェックが渡されると、ローカルストレージ Operator が正常にインストールされます。

#### 4.12.2.2. ローカルストレージ Operator を使用したローカルボリュームのプロビジョニング

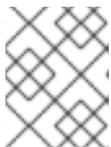
ローカルボリュームは動的プロビジョニングで作成できません。代わりに、永続ボリュームがローカルストレージ Operator によって作成されることがあります。このローカルボリュームプロビジョナーは、定義されたリソースで指定されているパスでファイルシステムまたはブロックボリュームデバイスを検索します。

#### 前提条件

- ローカルストレージ Operator がインストールされていること。
- 以下の条件を満たすローカルディスクがある。
  - ノードに接続されている。
  - マウントされていない。
  - パーティションが含まれていない。

#### 手順

- ローカルボリュームリソースを作成します。このリソースは、ノードおよびローカルボリュームへのパスを定義する必要があります。



#### 注記

同じデバイスに別のストレージクラス名を使用しないでください。これを行うと、複数の永続ボリューム (PV) が作成されます。

#### 例: ファイルシステム

```
apiVersion: "local.storage.openshift.io/v1"
kind: "LocalVolume"
metadata:
  name: "local-disks"
  namespace: "openshift-local-storage" 1
spec:
```

```

nodeSelector: 2
  nodeSelectorTerms:
  - matchExpressions:
    - key: kubernetes.io/hostname
      operator: In
      values:
      - ip-10-0-140-183
      - ip-10-0-158-139
      - ip-10-0-164-33
storageClassDevices:
  - storageClassName: "local-sc" 3
    forceWipeDevicesAndDestroyAllData: false 4
    volumeMode: Filesystem 5
    fsType: xfs 6
    devicePaths: 7
      - /path/to/device 8

```

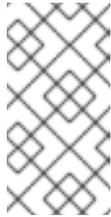
- 1 ローカルストレージ Operator がインストールされている namespace。
- 2 オプション: ローカルストレージボリュームが割り当てられているノードの一覧が含まれるノードセレクター。以下の例では、**oc get node** から取得したノードホスト名を使用します。値が定義されない場合、ローカルストレージ Operator は利用可能なすべてのノードで一致するディスクの検索を試行します。
- 3 永続ボリュームオブジェクトの作成時に使用するストレージクラスの名前。ローカルストレージ Operator は、ストレージクラスが存在しない場合にこれを自動的に作成します。このローカルボリュームのセットを一意に識別するストレージクラスを使用するようにしてください。
- 4 この設定は、パーティションテーブルの署名 (マジックストリング) を削除してディスクを Local Storage Operator (LSO) プロビジョニングに使用できるようにする、**winefs** を呼び出すかどうかを定義します。署名以外のデータは消去されません。デフォルトは "false" です (**wipefs** は呼び出されません)。再利用する必要がある以前のデータをディスク上に残す場合、**forceWipeDevicesAndDestroyAllData** を "true" に設定すると便利です。このようなシナリオでは、このフィールドを true に設定すると、管理者はディスクを手動で消去する必要がありません。ノードを複数回再デプロイできるシングルノード OpenShift (SNO) クラスター環境や、オブジェクトストレージデバイス (OSD) として使用する予定のディスクに以前のデータを残すことができる OpenShift Data Foundation (ODF) を使用する場合も、これに該当します。
- 5 ローカルボリュームのタイプを定義するボリュームモード (**Filesystem** または **Block**)。



### 注記

raw ブロックボリューム (**volumeMode: Block**) はファイルシステムでフォーマットされません。このモードは、Pod で実行しているすべてのアプリケーションが raw ブロックデバイスを使用できる場合にのみ使用します。

- 6 ローカルボリュームの初回マウント時に作成されるファイルシステム。
- 7 選択するローカルストレージデバイスの一覧を含むパスです。
- 8 この値を、**LocalVolume** リソース **by-id** への実際のローカルディスクのファイルパスに置



## 注記

RHEL KVM を使用して OpenShift Container Platform を実行している場合は、VM ディスクにシリアル番号を割り当てる必要があります。そうしないと、再起動後に VM ディスクを識別できません。**virsh edit <VM>** コマンドを使用して、**<serial>mydisk</serial>** 定義を追加できます。

## 例: ブロック

```
apiVersion: "local.storage.openshift.io/v1"
kind: "LocalVolume"
metadata:
  name: "local-disks"
  namespace: "openshift-local-storage" ❶
spec:
  nodeSelector: ❷
  nodeSelectorTerms:
    - matchExpressions:
      - key: kubernetes.io/hostname
        operator: In
        values:
          - ip-10-0-136-143
          - ip-10-0-140-255
          - ip-10-0-144-180
  storageClassDevices:
    - storageClassName: "local-sc" ❸
      forceWipeDevicesAndDestroyAllData: false ❹
      volumeMode: Block ❺
      devicePaths: ❻
        - /path/to/device ❼
```

- ❶ ローカルストレージ Operator がインストールされている namespace。
- ❷ オプション: ローカルストレージボリュームが割り当てられているノードの一覧が含まれるノードセレクター。以下の例では、**oc get node** から取得したノードホスト名を使用します。値が定義されない場合、ローカルストレージ Operator は利用可能なすべてのノードで一致するディスクの検索を試行します。
- ❸ 永続ボリュームオブジェクトの作成時に使用するストレージクラスの名前。
- ❹ この設定は、パーティションテーブルの署名 (マジックストリング) を削除してディスクを Local Storage Operator (LSO) プロビジョニングに使用できるようにする、**winefs** を呼び出すかどうかを定義します。署名以外のデータは消去されません。デフォルトは "false" です (**wipefs** は呼び出されません)。再利用する必要がある以前のデータをディスク上に残す場合、**forceWipeDevicesAndDestroyAllData** を "true" に設定すると便利です。このようなシナリオでは、このフィールドを true に設定すると、管理者はディスクを手動で消去する必要がありません。ノードを複数回再デプロイできるシングルノード OpenShift (SNO) クラスター環境や、オブジェクトストレージデバイス (OSD) として使用する予定のディスクに以前のデータを残すことができる OpenShift Data Foundation (ODF) を使用する場合も、これに該当します。
- ❺ ローカルボリュームのタイプを定義するボリュームモード (**Filesystem** または **Block**)。

- 6 選択するローカルストレージデバイスの一覧を含むパスです。
- 7 この値を、**LocalVolume** リソース **by-id** への実際のローカルディスクのファイルパスに置き換えます (例: **dev/disk/by-id/wwn**)。プロビジョナーが正常にデプロイされると、これらのローカルディスク用に PV が作成されます。



### 注記

RHEL KVM を使用して OpenShift Container Platform を実行している場合は、VM ディスクにシリアル番号を割り当てる必要があります。そうしないと、再起動後に VM ディスクを識別できません。**virsh edit <VM>** コマンドを使用して、**<serial>mydisk</serial>** 定義を追加できます。

2. OpenShift Container Platform クラスターにローカルボリュームリソースを作成します。作成したばかりのファイルを指定します。

```
$ oc create -f <local-volume>.yaml
```

3. プロビジョナーが作成され、対応するデーモンセットが作成されていることを確認します。

```
$ oc get all -n openshift-local-storage
```

### 出力例

```
NAME                                READY STATUS RESTARTS AGE
pod/diskmaker-manager-9wzms         1/1   Running 0      5m43s
pod/diskmaker-manager-jgvjp         1/1   Running 0      5m43s
pod/diskmaker-manager-tbdsj         1/1   Running 0      5m43s
pod/local-storage-operator-7db4bd9f79-t6k87 1/1   Running 0      14m

NAME                                TYPE          CLUSTER-IP    EXTERNAL-IP  PORT(S)
AGE
service/local-storage-operator-metrics ClusterIP      172.30.135.36 <none>
8383/TCP,8686/TCP 14m

NAME                                DESIRED CURRENT READY UP-TO-DATE AVAILABLE
NODE SELECTOR AGE
daemonset.apps/diskmaker-manager    3        3        3    3        3        <none>
5m43s

NAME                                READY UP-TO-DATE AVAILABLE AGE
deployment.apps/local-storage-operator 1/1    1        1    14m

NAME                                DESIRED CURRENT READY AGE
replicaset.apps/local-storage-operator-7db4bd9f79 1      1        1    14m
```

デーモンセットプロセスの必要な数と現在の数に注意してください。必要な数が **0** の場合、これはラベルセレクターが無効であることを示します。

4. 永続ボリュームが作成されていることを確認します。

```
$ oc get pv
```

## 出力例

NAME	CAPACITY	ACCESS MODES	RECLAIM POLICY	STATUS	CLAIM
local-pv-1cec77cf	100Gi	RWO	Delete	Available	local-sc 88m
local-pv-2ef7cd2a	100Gi	RWO	Delete	Available	local-sc 82m
local-pv-3fa1c73	100Gi	RWO	Delete	Available	local-sc 48m



## 重要

**LocalVolume** オブジェクトを編集しても、既存の永続ボリュームの **fsType** または **volumeMode** は変更されません。これが破壊的な操作になる可能性があるためです。

## 4.12.2.3. ローカルストレージ Operator のないローカルボリュームのプロビジョニング

ローカルボリュームは動的プロビジョニングで作成できません。代わりに、永続ボリュームは、永続ボリューム (PV) をオブジェクト定義に定義して作成できます。このローカルボリュームプロビジョナーは、定義されたリソースで指定されているパスでファイルシステムまたはブロックボリュームデバイスを検索します。



## 重要

PV の手動プロビジョニングには、PVC の削除時に PV 全体でデータ漏洩が発生するリスクが含まれます。ローカルストレージ Operator は、ローカル PV のプロビジョニング時にデバイスのライフサイクルを自動化するために使用することが推奨されます。

## 前提条件

- ローカルディスクが OpenShift Container Platform ノードに割り当てられていること。

## 手順

- PV を定義します。**PersistentVolume** オブジェクト定義を使用して、**example-pv-fileSystem.yaml** または **example-pv-block.yaml** などのファイルを作成します。このリソースは、ノードおよびローカルボリュームへのパスを定義する必要があります。



## 注記

同じデバイスに別のストレージクラス名を使用しないでください。同じ名前を使用すると、複数の PV が作成されます。

## example-pv-fileSystem.yaml

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: example-pv-fileSystem
spec:
  capacity:
    storage: 100Gi
  volumeMode: Filesystem ①
  accessModes:
```

```

- ReadWriteOnce
persistentVolumeReclaimPolicy: Delete
storageClassName: local-sc ❷
local:
  path: /dev/xvdf ❸
nodeAffinity:
  required:
    nodeSelectorTerms:
      - matchExpressions:
          - key: kubernetes.io/hostname
            operator: In
            values:
              - example-node

```

- ❶ PV のタイプを定義するボリュームモード (**Filesystem** または **Block**)。
- ❷ PV リソースの作成時に使用するストレージクラスの名前。この PV のセットを一意に特定するストレージクラスを使用にしてください。
- ❸ 選択するローカルストレージデバイスのリスト、またはディレクトリーが含まれるパスです。 **Filesystem volumeMode** のディレクトリーのみを指定できます。



### 注記

raw ブロックボリューム (**volumeMode: block**) はファイルシステムでフォーマットされません。このモードは、Pod で実行しているすべてのアプリケーションが raw ブロックデバイスを使用できる場合にのみ使用します。

### example-pv-block.yaml

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: example-pv-block
spec:
  capacity:
    storage: 100Gi
  volumeMode: Block ❶
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  persistentVolumeReclaimPolicy: Delete
  storageClassName: local-sc ❷
  local:
    path: /dev/xvdf ❸
  nodeAffinity:
    required:
      nodeSelectorTerms:
        - matchExpressions:
            - key: kubernetes.io/hostname
              operator: In
              values:
                - example-node

```

- 1 PV のタイプを定義するボリュームモード (**Filesystem** または **Block**)。
  - 2 PV リソースの作成時に使用するストレージクラスの名前。この PV のセットを一意に特定するストレージクラスを使用するようにしてください。
  - 3 選択するローカルストレージデバイスの一覧を含むパスです。
2. OpenShift Container Platform クラスターに PV リソースを作成します。作成したばかりのファイル指定します。

```
$ oc create -f <example-pv>.yaml
```

3. ローカル PV が作成されていることを確認します。

```
$ oc get pv
```

### 出力例

```
NAME                CAPACITY  ACCESS MODES  RECLAIM POLICY  STATUS  CLAIM
STORAGECLASS  REASON  AGE
example-pv-file      100Gi    RWO           Delete          Available  local-sc
system-3m47s
example-pv1         1Gi      RWO           Delete          Bound     local-storage/pvc1 local-
sc          12h
example-pv2         1Gi      RWO           Delete          Bound     local-storage/pvc2 local-
sc          12h
example-pv3         1Gi      RWO           Delete          Bound     local-storage/pvc3 local-
sc          12h
```

#### 4.12.2.4. ローカルボリュームの永続ボリューム要求 (PVC) の作成

ローカルボリュームは、Pod でアクセスされる永続ボリューム要求 (PVC) として静的に作成される必要があります。

##### 前提条件

- 永続ボリュームがローカルボリュームプロビジョナーを使用して作成されていること。

##### 手順

1. 対応するストレージクラスを使用して PVC を作成します。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: local-pvc-name 1
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteOnce
  volumeMode: Filesystem 2
resources:
```

```
requests:
  storage: 100Gi ③
storageClassName: local-sc ④
```

- ① PVC の名前。
  - ② PVC のタイプ。デフォルトは **Filesystem** です。
  - ③ PVC に利用できるストレージの量。
  - ④ 要求で必要になるストレージクラスの名前。
2. 作成したファイルを指定して、PVC を OpenShift Container Platform クラスタに作成します。

```
$ oc create -f <local-pvc>.yaml
```

#### 4.12.2.5. ローカル要求を割り当てます。

ローカルボリュームが永続ボリューム要求 (PVC) にマップされた後に、これをリソース内に指定できます。

##### 前提条件

- 永続ボリューム要求 (PVC) が同じ namespace に存在する。

##### 手順

1. 定義された要求をリソースの仕様に追加します。以下の例では、Pod 内で永続ボリューム要求 (PVC) を宣言します。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
spec:
  # ...
  containers:
    volumeMounts:
      - name: local-disks ①
        mountPath: /data ②
    volumes:
      - name: local-disks
        persistentVolumeClaim:
          claimName: local-pvc-name ③
  # ...
```

- ① マウントするボリュームの名前。
- ② ボリュームがマウントされる Pod 内のパス。コンテナのルート (/) や、ホストとコンテナで同じパスにはマウントしないでください。これは、コンテナに十分な特権が付与されている場合に、ホストシステムを破壊する可能性があります (例: ホストの **/dev/pts** ファイル)。ホストをマウントするには、**/host** を使用するのが安全です。
- ③ 使用する既存の永続ボリューム要求 (PVC) の名前。

- 作成したファイルを指定して、OpenShift Container Platform クラスターにリソースを作成します。

```
$ oc create -f <local-pod>.yaml
```

#### 4.12.2.6. 詳細は、ローカルストレージデバイスの自動検出およびプロビジョニングを参照してください。

ローカルストレージ Operator はローカルストレージ検出およびプロビジョニングを自動化します。この機能を使用すると、ベアメタル、VMware、または割り当てられたデバイスを持つ AWS ストアインスタンスなど、デプロイメント時に動的プロビジョニングが利用できない場合にインストールを単純化できます。



#### 重要

自動検出およびプロビジョニングはテクノロジープレビュー機能としてのみご利用いただけます。テクノロジープレビュー機能は、Red Hat 製品サポートのサービスレベルアグリーメント (SLA) の対象外であり、機能的に完全ではない場合があります。Red Hat は、実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビュー機能は、最新の製品機能をいち早く提供して、開発段階で機能のテストを行いフィードバックを提供していただくことを目的としています。

Red Hat のテクノロジープレビュー機能のサポート範囲に関する詳細は、[テクノロジープレビュー機能のサポート範囲](#) を参照してください。



#### 重要

Red Hat OpenShift Data Foundation をオンプレミスでデプロイするために使用する場合、またはプラットフォームに依存しないデプロイメントで使用する場合、自動検出とプロビジョニングは完全にサポートされます。

ローカルデバイスを自動的に検出し、選択したデバイスのローカルボリュームを自動的にプロビジョニングするには、以下の手順を使用します。



#### 警告

**LocalVolumeSet** オブジェクトの使用には注意が必要です。ローカルディスクから永続ボリューム (PV) を自動的にプロビジョニングする場合、ローカル PV は一致するすべてのデバイスを要求する可能性があります。**LocalVolumeSet** オブジェクトを使用している場合、ローカルストレージ Operator がノードでローカルデバイスを管理する唯一のエンティティであることを確認します。ノードを複数回ターゲットにする **Local VolumeSet** のインスタンスを複数作成することはサポートされていません。

#### 前提条件

- クラスター管理者パーミッションがある。
- ローカルストレージ Operator がインストールされていること。

- ローカルディスクが OpenShift Container Platform ノードに割り当てられていること。
- OpenShift Container Platform Web コンソールまたは **oc** コマンドラインインターフェイス (CLI) へのアクセスがあること。

## 手順

1. Web コンソールからローカルデバイスの自動検出を有効にするには、以下を行います。
  - a. **Operators** → **Installed Operators** をクリックします。
  - b. **openshift-local-storage** namespace で **Local Storage** をクリックします。
  - c. **Local Volume Discovery** タブをクリックします。
  - d. **Create Local Volume Discovery** をクリックし、**Form view** または **YAML view** のいずれかを選択します。
  - e. **LocalVolumeDiscovery** オブジェクトパラメーターを設定します。
  - f. **Create** をクリックします。  
Local Storage Operator は、**auto-discover-devices** という名前のローカルボリューム検出インスタンスを作成します。
2. ノードで利用可能なデバイスの連続リストを表示するには、以下を実行します。
  - a. OpenShift Container Platform Web コンソールにログインします。
  - b. **Compute** → **Nodes** に移動します。
  - c. 開くノードの名前をクリックします。「Node Details」ページが表示されます。
  - d. **Disks** タブを選択して、選択したデバイスのリストを表示します。  
ローカルディスクを追加または削除しても、デバイスリストの更新が継続的に行われます。名前、ステータス、タイプ、モデル、容量、およびモードでデバイスをフィルターできます。
3. Web コンソールから検出されたデバイスのローカルボリュームを自動的にプロビジョニングするには、以下を実行します。
  - a. **Operators** → **Installed Operators** に移動し、Operator のリストから **Local Storage** を選択します。
  - b. **Local Volume Set** → **Create Local Volume Set** を選択します。
  - c. ボリュームセット名とストレージクラス名を入力します。
  - d. **All nodes** または **Select nodes** を選択し、適宜フィルターを適用します。



### 注記

**All nodes** または **Select nodes** を使用してフィルターするかどうかにかかわらず、ワーカーノードのみが利用可能になります。

- e. ローカルボリュームセットに適用するディスクタイプ、モード、サイズ、および制限を選択し、**Create** をクリックします。

メッセージが数分後に表示され、「Operator reconciled successfully」という Operator の調整が正常に行われたことが示唆されます。

4. または、CLI から検出されたデバイスのローカルボリュームをプロビジョニングするには、以下を実行します。
  - a. 以下の例に示されるように、オブジェクト YAML ファイルを作成し、**local-volume-set.yaml** などのローカルボリュームセットを定義します。

```
apiVersion: local.storage.openshift.io/v1alpha1
kind: LocalVolumeSet
metadata:
  name: example-autodetect
spec:
  nodeSelector:
    nodeSelectorTerms:
      - matchExpressions:
          - key: kubernetes.io/hostname
            operator: In
            values:
              - worker-0
              - worker-1
  storageClassName: local-sc ❶
  volumeMode: Filesystem
  fsType: ext4
  maxDeviceCount: 10
  deviceInclusionSpec:
    deviceTypes: ❷
      - disk
      - part
    deviceMechanicalProperties:
      - NonRotational
  minSize: 10G
  maxSize: 100G
  models:
    - SAMSUNG
    - Crucial_CT525MX3
  vendors:
    - ATA
    - ST2000LM
```

- ❶ 検出されたデバイスからプロビジョニングされる永続ボリューム用に作成されるストレージクラスを判別します。ローカルストレージ Operator は、ストレージクラスが存在しない場合にこれを自動的に作成します。このローカルボリュームのセットを一意に識別するストレージクラスを使用するようにしてください。
- ❷ ローカルボリュームセット機能を使用する場合、ローカルストレージ Operator は論理ボリューム管理 (LVM) デバイスの使用をサポートしません。

- b. ローカルボリュームセットオブジェクトを作成します。

```
$ oc apply -f local-volume-set.yaml
```

- c. ローカル永続ボリュームがストレージクラスに基づいて動的にプロビジョニングされていることを確認します。

```
$ oc get pv
```

### 出力例

NAME	CAPACITY	ACCESS MODES	RECLAIM POLICY	STATUS
CLAIM STORAGECLASS	REASON	AGE		
local-pv-1cec77cf	100Gi	RWO	Delete	Available
88m				local-sc
local-pv-2ef7cd2a	100Gi	RWO	Delete	Available
82m				local-sc
local-pv-3fa1c73	100Gi	RWO	Delete	Available
48m				local-sc



### 注記

結果は、ノードから削除された後に削除されます。シンボリックリンクは手動で削除する必要があります。

#### 4.12.2.7. ローカルストレージ Operator Pod での容認の使用

テイントはノードに適用し、それらが一般的なワークロードを実行しないようにすることができます。ローカルストレージ Operator がテイントのマークが付けられたノードを使用できるようにするには、容認を **Pod** または **DaemonSet** 定義に追加する必要があります。これにより、作成されたリソースをこれらのテイントのマークが付けられたノードで実行できるようになります。

容認を **LocalVolume** リソースでローカルストレージ Operator Pod に適用し、テイントをノード仕様でノードに適用します。ノードのテイントはノードに対し、テイントを容認しないすべての Pod を拒否するよう指示します。他の Pod にはない特定のテイントを使用することで、ローカルストレージ Operator Pod がそのノードでも実行されるようになります。



### 重要

テイントおよび容認は、key、value、および effect で設定されています。引数として、これは **key=value:effect** として表現されます。演算子により、これらの3つのパラメーターのいずれかを空のままにすることができます。

### 前提条件

- ローカルストレージ Operator がインストールされていること。
- ローカルディスクがテイントを持つ OpenShift Container Platform ノードに割り当てられている。
- テイントのマークが付けられたノードがローカルストレージのプロビジョニングを行うことが想定されます。

### 手順

テイントのマークが付けられたノードでスケジュールするようにローカルボリュームを設定するには、以下を実行します。

1. 以下の例に示されるように、**Pod** を定義する YAML ファイルを変更し、**LocalVolume** 仕様を追加します。

```

apiVersion: "local.storage.openshift.io/v1"
kind: "LocalVolume"
metadata:
  name: "local-disks"
  namespace: "openshift-local-storage"
spec:
  tolerations:
    - key: localstorage 1
      operator: Equal 2
      value: "localstorage" 3
  storageClassDevices:
    - storageClassName: "local-sc"
      volumeMode: Block 4
      devicePaths: 5
        - /dev/xvdg

```

- 1** ノードに追加したキーを指定します。
- 2** **Equal** Operator を指定して、**key/value** パラメーターが一致するようにします。Operator が **Exists** の場合、システムはキーが存在することを確認し、値を無視します。Operator が **Equal** の場合、キーと値が一致する必要があります。
- 3** テイントのマークが付けられたノードの値 **local** を指定します。
- 4** ボリュームモード (**Filesystem** または **Block**) で、ローカルボリュームのタイプを定義します。
- 5** 選択するローカルストレージデバイスの一覧を含むパスです。

2. オプション: テイントのマークが付けられたノードでのみローカル永続ボリュームを作成するには、以下の例のようにYAML ファイルを変更し、**LocalVolume** 仕様を追加します。

```

spec:
  tolerations:
    - key: node-role.kubernetes.io/master
      operator: Exists

```

定義された容認は結果として作成されるデーモンセットに渡されます。これにより、diskmaker およびプロビジョナー Pod を指定されたテイントが含まれるノード用に作成できます。

#### 4.12.2.8. ローカルストレージ Operator メトリクス

OpenShift Container Platform は、ローカルストレージ Operator の以下のメトリクスを提供します。

- **Iso\_discovery\_disk\_count**: 各ノードで検出されたデバイスの合計数
- **Iso\_lvset\_provisioned\_PV\_count**: **LocalVolumeSet** オブジェクトによって作成される PV の合計数
- **Iso\_lvset\_unmatched\_disk\_count**: 条件の不一致により、ローカルストレージ Operator がプロビジョニング用に選択しなかったディスクの合計数
- **Iso\_lvset\_orphaned\_symlink\_count**: **LocalVolumeSet** オブジェクト基準に一致しなくなった PV のあるデバイスの数

- **iso\_lv\_orphaned\_symlink\_count**: LocalVolume オブジェクト基準に一致しなくなった PV のあるデバイスの数
- **iso\_lv\_provisioned\_PV\_count**: LocalVolume のプロビジョニングされた PV の合計数

これらのメトリクスを使用するには、以下の点を確認してください。

- ローカルストレージ Operator のインストール時に、モニタリングのサポートを有効にする。
- OpenShift Container Platform 4.9 以降にアップグレードする場合は、namespace に **operator-metering=true** ラベルを追加してメトリクスサポートを手動で有効にしてください。

メトリクスの詳細は、[メトリクスの管理](#) を参照してください。

#### 4.12.2.9. ローカルストレージ Operator のリソースの削除

##### 4.12.2.9.1. ローカルボリュームまたはローカルボリュームセットの削除

ローカルボリュームおよびローカルボリュームセットを削除する必要がある場合があります。リソースのエントリを削除し、永続ボリュームを削除することで通常は十分ですが、同じデバイスパスを再使用する場合や別のストレージクラスでこれを管理する必要がある場合には、追加の手順が必要になります。



#### 注記

以下の手順では、ローカルボリュームを削除する例の概要を説明します。同じ手順を使用して、ローカルボリュームセットのカスタムリソースのシンボリックリンクを削除することもできます。

#### 前提条件

- 永続ボリュームの状態は **Released** または **Available** である必要があります。



#### 警告

使用中の永続ボリュームを削除すると、データの損失や破損につながる可能性があります。

#### 手順

1. 以前に作成したローカルボリュームを編集して、不要なディスクを削除します。
  - a. クラスタリソースを編集します。

```
$ oc edit localvolume <name> -n openshift-local-storage
```
  - b. **devicePaths** の下の行に移動し、不要なディスクを表すものを削除します。
2. 作成した永続ボリュームを削除します。

```
$ oc delete pv <pv-name>
```

3. ノード上のディレクトリーと含まれるシンボリックリンクを削除します。



### 警告

以下の手順では、root ユーザーとしてノードにアクセスする必要があります。この手順のステップ以外にノードの状態を変更すると、クラスターが不安定になる可能性があります。

```
$ oc debug node/<node-name> -- chroot /host rm -rf /mnt/local-storage/<sc-name> 1
```

- 1** ローカルボリュームの作成に使用されるストレージクラスの名前。

#### 4.12.2.9.2. ローカルストレージ Operator のアンインストール

ローカルストレージ Operator をアンインストールするには、Operator および **openshift-local-storage** プロジェクトの作成されたすべてのリソースを削除する必要があります。



### 警告

ローカルストレージ PV がまだ使用中の状態ではローカルストレージ Operator をアンインストールすることは推奨されません。PV は Operator の削除後も残りますが、PV およびローカルストレージリソースを削除せずに Operator がアンインストールされ、再インストールされる場合に予測できない動作が生じる可能性があります。

#### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。

#### 手順

1. プロジェクトにインストールされているローカルボリュームリソースを削除します (**localvolume**、**localvolumeset**、**localvolumediscovery**等)。

```
$ oc delete localvolume --all --all-namespaces
$ oc delete localvolumeset --all --all-namespaces
$ oc delete localvolumediscovery --all --all-namespaces
```

2. Web コンソールからローカルストレージ Operator をアンインストールします。
  - a. OpenShift Container Platform Web コンソールにログインします。

- b. **Operators** → **Installed Operators** に移動します。
  - c. **Local Storage** をフィルターボックスに入力して、ローカルストレージ Operator を見つけます。
  - d. ローカルストレージ Operator の末尾にある Options メニュー  をクリックします。
  - e. **Uninstall Operator** をクリックします。
  - f. 表示されるウィンドウで **Remove** をクリックします。
3. ローカルストレージ Operator で作成された PV は削除されるまでクラスターに残ります。これらのボリュームが使用されなくなったら、以下のコマンドを実行してこれらのボリュームを削除します。

```
$ oc delete pv <pv-name>
```

4. **openshift-local-storage** プロジェクトを削除します。

```
$ oc delete project openshift-local-storage
```

### 4.12.3. hostPath を使用した永続ストレージ

OpenShift Container Platform クラスター内の hostPath ボリュームは、ファイルまたはディレクトリーをホストノードのファイルシステムから Pod にマウントします。ほとんどの Pod には hostPath ボリュームは必要ありませんが、アプリケーションが必要とする場合は、テスト用のクイックオプションが提供されます。



#### 重要

クラスター管理者は、特権付き Pod として実行するように Pod を設定する必要があります。これにより、同じノードの Pod へのアクセスが付与されます。

#### 4.12.3.1. 概要

OpenShift Container Platform はシングルノードクラスターでの開発およびテスト用の hostPath マウントをサポートします。

実稼働クラスターでは、hostPath を使用しません。代わりにクラスター管理者は、GCE Persistent Disk ボリューム、NFS 共有、Amazon EBS ボリュームなどのネットワークリソースをプロビジョニングします。ネットワークリソースは、ストレージクラスを使用した動的プロビジョニングの設定をサポートします。

hostPath ボリュームは静的にプロビジョニングする必要があります。

## 重要

コンテナのルート (/) や、ホストとコンテナで同じパスにはマウントしないでください。これは、コンテナに十分な特権が付与されている場合、ホストシステムを破壊する可能性があります。ホストをマウントするには、`/host` を使用するのが安全です。以下の例では、ホストの / ディレクトリーが `/host` でコンテナにマウントされています。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: test-host-mount
spec:
  containers:
  - image: registry.access.redhat.com/ubi9/ubi
    name: test-container
    command: ['sh', '-c', 'sleep 3600']
    volumeMounts:
    - mountPath: /host
      name: host-slash
  volumes:
  - name: host-slash
    hostPath:
      path: /
      type: "
```

### 4.12.3.2. hostPath ボリュームの静的なプロビジョニング

hostPath ボリュームを使用する Pod は、手動の (静的) プロビジョニングで参照される必要があります。

#### 手順

1. 永続ボリューム (PV) を定義します。**PersistentVolume** オブジェクト定義を使用して **pv.yaml** ファイルを作成します。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: task-pv-volume 1
  labels:
    type: local
spec:
  storageClassName: manual 2
  capacity:
    storage: 5Gi
  accessModes:
  - ReadWriteOnce 3
  persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
  hostPath:
    path: "/mnt/data" 4
```

- 1** ボリュームの名前。この名前は永続ボリューム要求 (PVC) または Pod で識別されるものです。

- 2 永続ボリューム要求 (PVC) をこの永続ボリュームにバインドするために使用されます。
- 3 ボリュームはシングルノードで **read-write** としてマウントできます。
- 4 設定ファイルでは、ボリュームがクラスターのノードの **/mnt/data** にあるように指定します。コンテナのルート (*/*) や、ホストとコンテナで同じパスにはマウントしないでください。これにより、ホストシステムを破壊する可能性があります。ホストをマウントするには、**/host** を使用するのが安全です。

2. ファイルから PV を作成します。

```
$ oc create -f pv.yaml
```

3. 永続ボリューム要求 (PVC) を定義します。**PersistentVolumeClaim** オブジェクト定義を使用して、ファイル **pvc.yaml** を作成します。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: task-pvc-volume
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: manual
```

4. ファイルから PVC を作成します。

```
$ oc create -f pvc.yaml
```

#### 4.12.3.3. 特権付き Pod での hostPath 共有のマウント

永続ボリューム要求 (PVC) の作成後に、これをアプリケーション内で使用できます。以下の例は、この共有を Pod 内にマウントする方法を示しています。

前提条件

- 基礎となる hostPath 共有にマップされる永続ボリューム要求 (PVC) があること。

手順

- 既存の永続ボリューム要求 (PVC) をマウントする特権付き Pod を作成します。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: pod-name 1
spec:
  containers:
    ...
  securityContext:
```

```

privileged: true ❷
volumeMounts:
- mountPath: /data ❸
  name: hostpath-privileged
...
securityContext: {}
volumes:
- name: hostpath-privileged
  persistentVolumeClaim:
    claimName: task-pvc-volume ❹

```

- ❶ Pod の名前。
- ❷ Pod は、ノードのストレージにアクセスするために特権付き Pod として実行される必要があります。
- ❸ 特権付き Pod 内にホストパス共有をマウントするパス。コンテナのルート (/) や、ホストとコンテナで同じパスにはマウントしないでください。これは、コンテナに十分な特権が付与されている場合に、ホストシステムを破壊する可能性があります (例: ホストの /dev/pts ファイル)。ホストをマウントするには、/host を使用するのが安全です。
- ❹ 以前に作成された **PersistentVolumeClaim** オブジェクトの名前。

#### 4.12.4. Logical Volume Manager Storage を使用した永続ストレージ

論理ボリュームマネージャー (LVM) ストレージは、TopoLVM CSI ドライバーを介して LVM2 を使用して、リソースが制限されたクラスター上でローカルストレージを動的にプロビジョニングします。

LVM Storage を使用すると、ボリュームグループ、永続ボリューム要求 (PVC)、ボリュームスナップショット、およびボリュームクローンを作成できます。

##### 4.12.4.1. Logical Volume Manager Storage のインストール

OpenShift Container Platform クラスターに論理ボリュームマネージャー (LVM) ストレージをインストールし、ワークロードのストレージを動的にプロビジョニングするように設定できます。

LVM Storage は、OpenShift Container Platform CLI (**oc**)、OpenShift Container Platform Web コンソール、または Red Hat Advanced Cluster Management (RHACM) を使用してインストールできます。



#### 警告

マルチノードクラスターで LVM Storage を使用する場合、LVM Storage はローカルストレージのプロビジョニングのみをサポートします。LVM Storage は、ノード間のストレージデータレプリケーションメカニズムをサポートしていません。単一障害点を回避するために、アクティブまたはパッシブレプリケーションメカニズムを通じてストレージデータを確実にレプリケーションする必要があります。

##### 4.12.4.1.1. LVM Storage をインストールするための前提条件

LVM Storage をインストールするための前提条件は次のとおりです。

- 最低でも 10 ミリの CPU と 100 MiB の RAM があることを確認してください。
- すべてのマネージドクラスターに、ストレージのプロビジョニングに使用される専用のディスクがあることを確認してください。LVM Storage は、ファイルシステム署名が含まれていない空のディスクのみを使用します。確実にディスクが空で、ファイルシステム署名が含まれていないようにするには、使用する前にディスクを消去します。
- 以前の LVM Storage のインストールで設定したストレージデバイスを再利用できるプライベート CI 環境に LVM Storage をインストールする前に、使用されていないディスクが消去されていることを確認してください。LVM Storage をインストールする前にディスクをワイプしないと、ディスクを再利用するのに手動による介入が必要になります。



### 注記

使用中のディスクは消去できません。

- Red Hat Advanced Cluster Management (RHACM) を使用して LVM Storage をインストールする場合は、RHACM が OpenShift Container Platform クラスターにインストールされていることを確認してください。「RHACM を使用した LVM Storage のインストール」セクションを参照してください。

### 関連情報

- [Red Hat Advanced Cluster Management for Kubernetes: オンライン接続時のインストール](#)

#### 4.12.4.1.2. CLI を使用した LVM Storage のインストール

クラスター管理者は、OpenShift CLI を使用して LVM Storage をインストールできます。

### 前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** および Operator インストール権限を持つユーザーとして OpenShift Container Platform にログインしている。

### 手順

1. namespace を作成するための設定を含む YAML ファイルを作成します。

#### namespace を作成するための YAML 設定の例

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  labels:
    openshift.io/cluster-monitoring: "true"
    pod-security.kubernetes.io/enforce: privileged
    pod-security.kubernetes.io/audit: privileged
    pod-security.kubernetes.io/warn: privileged
name: openshift-storage
```

- 以下のコマンドを実行して namespace を作成します。

```
$ oc create -f <file_name>
```

- OperatorGroup** CR YAML ファイルを作成します。

### OperatorGroup CR の例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: openshift-storage-operatorgroup
  namespace: openshift-storage
spec:
  targetNamespaces:
  - openshift-storage
```

- 以下のコマンドを実行して **OperatorGroup** CR を作成します。

```
$ oc create -f <file_name>
```

- Subscription** CR YAML ファイルを作成します。

### Subscription CR の例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: lvms
  namespace: openshift-storage
spec:
  installPlanApproval: Automatic
  name: lvms-operator
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
```

- 以下のコマンドを実行して **Subscription** CR を作成します。

```
$ oc create -f <file_name>
```

## 検証

- LVM Storage がインストールされていることを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get csv -n openshift-storage -o custom-
columns=Name:.metadata.name,Phase:.status.phase
```

### 出力例

```
Name                Phase
4.13.0-202301261535 Succeeded
```

#### 4.12.4.1.3. Web コンソールを使用した LVM Storage のインストール

OpenShift Container Platform Web コンソールを使用して LVM Storage をインストールできます。

##### 前提条件

- クラスタにアクセスできる。
- **cluster-admin** および Operator インストール権限で OpenShift Container Platform にアクセスできる。

##### 手順

1. OpenShift Container Platform Web コンソールにログインします。
2. **Operators** → **OperatorHub** をクリックします。
3. **OperatorHub** ページで **LVM Storage** をクリックします。
4. **Operator Installation** ページで次のオプションを設定します。
  - a. **Update Channel** を **stable-4.16** に設定します。
  - b. **Installation Mode** を **A specific namespace on the cluster** に設定します。
  - c. **Installed Namespace** を **Operator recommended namespace openshift-storage** に設定します。**openshift-storage** namespace が存在しない場合は、Operator のインストール中に作成されます。
  - d. **Update approval** で **Automatic** または **Manual** を選択します。



##### 注記

**Automatic** (自動) 更新を選択すると、手動による介入なしで、Operator Lifecycle Manager (OLM) によって LVM Storage の実行中のインスタンスが自動的に更新されます。

**Manual** 更新を選択した場合、OLM は更新要求を作成します。LVM Storage を新しいバージョンに更新するには、クラスタ管理者が更新要求を手動で承認する必要があります。

5. オプション: **Enable Operator recommended cluster monitoring on this Namespace** チェックボックスを選択します。
6. **Install** をクリックします。

##### 検証手順

- インストールが成功したことを示す緑色のチェックマークが LVM Storage に表示されていることを確認します。

#### 4.12.4.1.4. 非接続環境での LVM Storage のインストール

非接続環境の OpenShift Container Platform に LVM Storage をインストールできます。「関連情報」セクションに、この手順で参照されているすべてのセクションのリンクが記載されています。

## 前提条件

- 「非接続インストールミラーリングについて」セクションを確認した。
- OpenShift Container Platform イメージリポジトリにアクセスできる。
- ミラーレジストリーを作成した。

## 手順

1. 「イメージセット設定の作成」手順の手順に従います。LVM Storage の **ImageSetConfiguration** カスタムリソース (CR) を作成するには、次の **ImageSetConfiguration** CR 設定の例を使用できます。

### LVM Storage 用の ImageSetConfiguration CR の例

```
kind: ImageSetConfiguration
apiVersion: mirror.openshift.io/v1alpha2
archiveSize: 4 1
storageConfig: 2
  registry:
    imageURL: example.com/mirror/oc-mirror-metadata 3
    skipTLS: false
  mirror:
    platform:
      channels:
        - name: stable-4.16 4
      type: ocp
      graph: true 5
    operators:
      - catalog: registry.redhat.io/redhat/redhat-operator-index:v4.16 6
      packages:
        - name: lvms-operator 7
        channels:
          - name: stable 8
    additionalImages:
      - name: registry.redhat.io/ubi9/ubi:latest 9
  helm: {}
```

- 1** イメージセット内の各ファイルの最大サイズ (GiB 単位) を設定します。
- 2** イメージセットを保存する場所を指定します。この場所は、レジストリーまたはローカルディレクトリーにすることができます。テクノロジープレビューの OCI 機能を使用している場合を除き、**storageConfig** フィールドを設定する必要があります。
- 3** レジストリーを使用する場合は、イメージストリームのストレージ URL を指定します。詳細は、イメージストリームを使用する理由を参照してください。
- 4** OpenShift Container Platform イメージの取得元のチャンネルを指定します。
- 5** OpenShift Update Service (OSUS) グラフィメージを生成するには、このフィールドを **true** に設定します。詳細は、**OpenShift Update Service** についてを参照してください。
- 6** OpenShift Container Platform イメージの取得元の Operator カタログを指定します。

7. イメージセットに含める Operator パッケージを指定します。このフィールドが空の場合、カタログ内のすべてのパッケージが取得されます。
  8. イメージセットに含める Operator パッケージのチャンネルを指定します。Operator パッケージのデフォルトチャンネルは、そのチャンネルのバンドルを使用しない場合でも含める必要があります。コマンド `$ oc mirror list operators --catalog=<catalog_name> --package=<package_name>` を実行すると、デフォルトチャンネルを見つけることができます。
  9. イメージセットに含める追加のイメージを指定します。
2. 「イメージセットをミラーレジストリーにミラーリングする」セクションの手順に従います。
  3. 「イメージレジストリーのリポジトリーミラーリングの設定」セクションの手順に従います。

#### 関連情報

- [非接続インストールミラーリングについて](#)
- [Red Hat OpenShift 導入用のミラーレジストリーを使用したミラーレジストリーの作成](#)
- [OpenShift Container Platform イメージリポジトリーのミラーリング](#)
- [イメージセット設定の作成](#)
- [イメージセットをミラーレジストリーにミラーリングする](#)
- [イメージレジストリーのリポジトリーミラーリングの設定](#)
- [イメージストリームを使用する理由](#)

#### 4.12.4.1.5. RHACM を使用した LVM Storage のインストール

Red Hat Advanced Cluster Management (RHACM) を使用してクラスターに LVM Storage をインストールするには、**Policy** カスタムリソース (CR) を作成する必要があります。LVM Storage をインストールするクラスターを選択するための基準を設定することもできます。



#### 注記

LVM Storage をインストールするために作成した **Policy** CR は、**Policy** CR の作成後にインポートまたは作成したクラスターにも適用されます。

#### 前提条件

- **cluster-admin** および Operator のインストール権限を持つアカウントを使用して、RHACM クラスターにアクセスできる。
- 各クラスターに、LVM Storage が使用できる専用のディスクがある。
- クラスターが RHACM によって管理されている。

#### 手順

1. OpenShift Container Platform の認証情報を使用して RHACM CLI にログインします。

- namespace を作成します。

```
$ oc create ns <namespace>
```

- Policy** CR YAML ファイルを作成します。

### LVM Storage をインストールして設定するための Policy CR の例

```
apiVersion: apps.open-cluster-management.io/v1
kind: PlacementRule
metadata:
  name: placement-install-lvms
spec:
  clusterConditions:
    - status: "True"
      type: ManagedClusterConditionAvailable
  clusterSelector: 1
    matchExpressions:
      - key: mykey
        operator: In
        values:
          - myvalue
---
apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
kind: PlacementBinding
metadata:
  name: binding-install-lvms
placementRef:
  apiGroup: apps.open-cluster-management.io
  kind: PlacementRule
  name: placement-install-lvms
subjects:
- apiGroup: policy.open-cluster-management.io
  kind: Policy
  name: install-lvms
---
apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
kind: Policy
metadata:
  annotations:
    policy.open-cluster-management.io/categories: CM Configuration Management
    policy.open-cluster-management.io/controls: CM-2 Baseline Configuration
    policy.open-cluster-management.io/standards: NIST SP 800-53
  name: install-lvms
spec:
  disabled: false
  remediationAction: enforce
  policy-templates:
    - objectDefinition:
        apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
        kind: ConfigurationPolicy
        metadata:
          name: install-lvms
        spec:
          object-templates:
```

```

- complianceType: musthave
  objectDefinition: ❷
  apiVersion: v1
  kind: Namespace
  metadata:
    labels:
      openshift.io/cluster-monitoring: "true"
      pod-security.kubernetes.io/enforce: privileged
      pod-security.kubernetes.io/audit: privileged
      pod-security.kubernetes.io/warn: privileged
    name: openshift-storage
- complianceType: musthave
  objectDefinition: ❸
  apiVersion: operators.coreos.com/v1
  kind: OperatorGroup
  metadata:
    name: openshift-storage-operatorgroup
    namespace: openshift-storage
  spec:
    targetNamespaces:
      - openshift-storage
- complianceType: musthave
  objectDefinition: ❹
  apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
  kind: Subscription
  metadata:
    name: lvms
    namespace: openshift-storage
  spec:
    installPlanApproval: Automatic
    name: lvms-operator
    source: redhat-operators
    sourceNamespace: openshift-marketplace
  remediationAction: enforce
  severity: low

```

- ❶ **PlacementRule.spec.clusterSelector** の **key** フィールドと **values** フィールドを、LVM Storage をインストールするクラスターに設定されているラベルと一致するように設定します。
- ❷ namespace の設定。
- ❸ **OperatorGroup** CR の設定。
- ❹ **Subscription** CR の設定。

4. 次のコマンドを実行して **Policy** CR を作成します。

```
$ oc create -f <file_name> -n <namespace>
```

**Policy** CR を作成すると、**PlacementRule** CR で設定された選択基準に一致するクラスターに次のカスタムリソースが作成されます。

- **namespace**

- **OperatorGroup**
- **Subscription**
- [Red Hat Advanced Cluster Management for Kubernetes: オンライン接続時のインストール](#)
- [LVMCluster カスタムリソースについて](#)

#### 4.12.4.2. LVM Storage で使用するデバイスのサイズを設定する際の制限事項

LVM Storage を使用したストレージのプロビジョニングで使用できるデバイスのサイズを設定する際の制限は、次のとおりです。

- プロビジョニングできる合計ストレージサイズは、基礎となる論理ボリュームマネージャー (LVM) シンプルのサイズとオーバープロビジョニング係数によって制限されます。
- 論理ボリュームのサイズは、物理エクステント (PE) のサイズと論理エクステント (LE) のサイズによって異なります。
  - PE および LE のサイズは、物理デバイスおよび論理デバイスの作成時に定義できます。
  - デフォルトの PE および LE サイズは 4 MB です。
  - PE のサイズを大きくした場合、LVM の最大サイズは、カーネルの制限とディスク領域によって決定されます。

表4.5 デフォルトの PE および LE サイズを使用した各アーキテクチャーのサイズ制限

アーキテクチャー	RHEL 6	RHEL 7	RHEL 8	RHEL 9
32 ビット	16 TB	-	-	-
64 ビット	8 EB <sup>[1]</sup> 100 TB <sup>[2]</sup>	8 EB <sup>[1]</sup> 500 TB <sup>[2]</sup>	8 EB	8 EB

1. 理論的サイズ。
2. テスト済みサイズ。

#### 4.12.4.3. LVMCluster カスタムリソースについて

次の操作を実行するように **LVMCluster** CR を設定できます。

- 永続ボリューム要求 (PVC) のプロビジョニングに使用できる LVM ボリュームグループを作成する。
- LVM ボリュームグループに追加するデバイスのリストを設定する。
- LVM ボリュームグループを作成するノードを選択するための要件と、ボリュームグループのシンプル設定を設定する。
- 選択したデバイスを強制的にワイプする。

LVM Storage をインストールした後、**LVMCluster** カスタムリソース (CR) を作成する必要があります。

### LVMCluster CR YAML ファイルの例

```

apiVersion: lvm.topolvm.io/v1alpha1
kind: LVMCluster
metadata:
  name: my-lvmcluster
spec:
  tolerations:
    - effect: NoSchedule
      key: xyz
      operator: Equal
      value: "true"
  storage:
    deviceClasses:
      - name: vg1
        fstype: ext4 ①
        default: true
        nodeSelector: ②
          nodeSelectorTerms:
            - matchExpressions:
                - key: mykey
                  operator: In
                  values:
                    - ssd
        deviceSelector: ③
          paths:
            - /dev/disk/by-path/pci-0000:87:00.0-nvme-1
            - /dev/disk/by-path/pci-0000:88:00.0-nvme-1
          optionalPaths:
            - /dev/disk/by-path/pci-0000:89:00.0-nvme-1
            - /dev/disk/by-path/pci-0000:90:00.0-nvme-1
          forceWipeDevicesAndDestroyAllData: true
    thinPoolConfig:
      name: thin-pool-1
      sizePercent: 90 ④
      overprovisionRatio: 10

```

① ② ③ ④ オプションのフィールド

LVMCluster CR のフィールドの説明

LVMCluster CR のフィールドについて、次の表で説明します。

表4.6 LVMCluster CR のフィールド

フィールド	型	説明
-------	---	----

フィールド	型	説明
<b>spec.storage.deviceClasses</b>	<b>array</b>	ローカルストレージデバイスを LVM ボリュームグループに割り当てるための設定を含めます。  LVM Storage は、ユーザーが作成する各デバイスクラスに対してストレージクラスとボリュームスナップショットクラスを作成します。
<b>deviceClasses.name</b>	<b>string</b>	LVM ボリュームグループ (VG) の名前を指定します。  以前のインストールで作成したボリュームグループを再利用するようにこのフィールドを設定することもできます。詳細は、「以前の LVM ストレージインストールからのボリュームグループの再利用」を参照してください。
<b>deviceClasses.filetype</b>	<b>string</b>	このフィールドは、 <b>ext4</b> または <b>xfs</b> に設定します。デフォルトでは、このフィールドは <b>xfs</b> に設定されています。
<b>deviceClasses.default</b>	<b>boolean</b>	デバイスクラスがデフォルトであることを指定するには、このフィールドを <b>true</b> に設定します。それ以外の場合は、 <b>false</b> に設定できます。設定できるデフォルトのデバイスクラスは1つだけです。
<b>deviceClasses.nodeSelector</b>	<b>object</b>	LVM ボリュームグループを作成するノードを選択するための設定を含めます。このフィールドが空の場合、no-schedule ティントのないすべてのノードが考慮されます。  コントロールプレーンノードでは、クラスター内で新しいノードがアクティブになると、LVM Storage が追加のワーカーノードを検出して使用します。
<b>nodeSelector.nodeSelectorTerms</b>	<b>array</b>	ノードの選択に使用する要件を設定します。
<b>deviceClasses.deviceSelector</b>	<b>object</b>	次の操作を実行するための設定を含めます。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● LVM ボリュームグループに追加するデバイスへのパスを指定する。</li> <li>● LVM ボリュームグループに追加されたデバイスを強制的にワイプする。</li> </ul> <p>詳細は、「ボリュームグループへのデバイスの追加について」を参照してください。</p>
<b>deviceSelector.paths</b>	<b>array</b>	デバイスパスを指定します。  このフィールドに指定されたデバイスパスが存在しない場合、またはデバイスが LVM Storage でサポートされていない場合、 <b>LVMCluster CR</b> が <b>Failed</b> 状態に移行します。

フィールド	型	説明
<b>deviceSelector.optionalPaths</b>	<b>array</b>	<p>オプションのデバイスパスを指定します。</p> <p>このフィールドに指定されたデバイスパスが存在しない場合、またはデバイスが LVM Storage によってサポートされていない場合、LVM Storage はエラーを起こすことなくデバイスを無視します。</p>
<b>deviceSelector.forceWipeDevicesAndDestroyAllData</b>	<b>boolean</b>	<p>LVM Storage は、ファイルシステム署名が含まれていない空のディスクのみを使用します。確実にディスクが空で、ファイルシステム署名が含まれていないようにするには、使用する前にディスクを消去します。</p> <p>選択したデバイスを強制的にワイプするには、このフィールドを <b>true</b> に設定します。デフォルトでは、このフィールドは <b>false</b> に設定されています。</p> <div data-bbox="687 801 1428 1153" style="background-color: #fff9c4; padding: 10px; border: 1px solid #ccc;"> <p style="text-align: center;"> <b>警告</b></p> <p>このフィールドが <b>true</b> に設定されている場合、LVM Storage がデバイス上の以前のデータをすべてワイプします。この機能は注意して使用してください。</p> </div> <p>次の条件のいずれかが満たされている場合にデバイスをワイプすると、データの整合性が失われる可能性があります。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● デバイスがスワップ領域として使用されている。</li> <li>● デバイスが RAID アレイの一部である。</li> <li>● デバイスがマウントされている。</li> </ul> <p>これらの条件のいずれかに該当する場合は、ディスクを強制的にワイプしないでください。代わりに、ディスクを手動でワイプする必要があります。</p>

フィールド	型	説明
<code>deviceClasses.t hinPoolConfig</code>	<code>object</code>	<p>LVM ボリュームグループにシンプールの作成するための設定を含めます。</p> <p>このフィールドを除外すると、論理ボリュームはシックプロビジョニングされます。</p> <p>シックプロビジョニングされたストレージを使用する場合、次の制限があります。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ボリュームのクローン作成ではコピーオンライトはサポートされません。</li> <li>● スナップショットクラスはサポートされていません。</li> <li>● オーバープロビジョニングはサポートされていません。その結果、<b>PersistentVolumeClaims</b> (PVC) のプロビジョニングされた容量が、ボリュームグループからすぐに削減されます。</li> <li>● シンメトリクスはサポートされていません。シックプロビジョニングされたデバイスは、ボリュームグループメトリクスのみをサポートします。</li> </ul>
<code>thinPoolConfig. name</code>	<code>string</code>	シンプールの名前を指定します。
<code>thinPoolConfig. sizePercent</code>	<code>integer</code>	<p>シンプールの作成するための LVM ボリュームグループ内の領域の割合を指定します。</p> <p>デフォルトでは、このフィールドは 90 に設定されています。設定できる最小値は 10、最大値は 90 です。</p>
<code>thinPoolConfig. overprovisionR atio</code>	<code>integer</code>	<p>シンプールで使用可能なストレージに基づいて追加のストレージをプロビジョニングするのに使用する係数を指定します。</p> <p>たとえば、このフィールドが 10 に設定されている場合、シンプールで使用可能なストレージの量の最大 10 倍をプロビジョニングできます。</p> <p>オーバープロビジョニングを無効にするには、このフィールドを 1 に設定します。</p>

#### 関連情報

- [以前の LVM Storage インストールからのボリュームグループを再利用する](#)
- [ボリュームグループへのデバイスの追加について](#)
- [シングルノード OpenShift クラスターへのワーカーノードの追加](#)

#### 4.12.4.3.1. ボリュームグループへのデバイスの追加について

LVMCluster CR の `deviceClasses` フィールドには、論理ボリュームをマウントする LVM ボリューム

**LVMCluster CR** の **deviceSelector** ノードには、論理ボリュームマネージャー (LVM) ボリュームグループに追加するデバイスへのパスを指定するための設定が含まれています。

デバイスへのパスは、**deviceSelector.paths** フィールド、**deviceSelector.optionalPaths** フィールド、またはその両方で指定できます。**deviceSelector.paths** フィールドと **deviceSelector.optionalPaths** フィールドのどちらにもデバイスパスを指定しなかった場合、LVM Storage によって、サポートされている未使用のデバイスがボリュームグループ (VG) に追加されません。

**deviceSelector** フィールドに Redundant Array of Independent Disks (RAID) アレイへのパスを追加して、RAID アレイを LVM ストレージと統合できます。**mdadm** ユーティリティを使用して RAID アレイを作成できます。LVM ストレージはソフトウェア RAID の作成をサポートしていません。

### 注記

RAID アレイは、OpenShift Container Platform のインストール中にのみ作成できます。RAID アレイの作成に関する詳細は、以下のセクションを参照してください。

- 「関連情報」の「RAID 対応データボリュームの設定」
- [インストール済みシステムでのソフトウェア RAID の作成](#)
- [RAID での障害のあるディスクの置き換え](#)
- [RAID ディスクの修復](#)

暗号化されたデバイスをボリュームグループに追加することもできます。OpenShift Container Platform のインストール中に、クラスターノードでディスク暗号化を有効にすることができます。デバイスを暗号化した後、**deviceSelector** フィールドで LUKS 暗号化デバイスへのパスを指定できます。ディスク暗号化の詳細は、「ディスク暗号化について」および「ディスク暗号化とミラーリングの設定」を参照してください。

VG に追加するデバイスは、LVM ストレージでサポートされている必要があります。サポートされていないデバイスの詳細は、「LVM ストレージでサポートされていないデバイス」を参照してください。

LVM ストレージは、次の条件が満たされた場合にのみ、デバイスを VG に追加します。

- デバイスパスが存在する。
- デバイスが LVM Storage によってサポートされている。

### 重要

デバイスを VG に追加した後は、そのデバイスを削除することはできません。

LVM ストレージは動的デバイス検出をサポートします。**LVMCluster CR** に **deviceSelector** フィールドを追加しない場合、デバイスが利用可能になると、LVM Storage は新しいデバイスを自動的に VG に追加します。



## 警告

以下の理由により、動的デバイス検出を通じてデバイスを VG に追加することは推奨されません。

- VG に追加するつもりのない新しいデバイスを追加すると、LVM ストレージは動的デバイス検出を通じてこのデバイスを VG に自動的に追加します。
- LVM ストレージが動的デバイス検出を通じて VG にデバイスを追加する場合、LVM ストレージはノードからデバイスを削除することを制限しません。VG にすでに追加されているデバイスを削除または更新すると、VG が中断される可能性があります。これにより、データが失われ、手動でのノードの修復が必要になる可能性もあります。

## 関連情報

- [RAID 対応のデータボリュームの設定](#)
- [ディスクの暗号化について](#)
- [ディスク暗号化およびミラーリングの設定](#)
- [LVM Storage でサポートされないデバイス](#)

### 4.12.4.3.2. LVM Storage でサポートされないデバイス

**LVMCluster** カスタムリソース (CR) の **deviceSelector** フィールドにデバイスパスを追加する場合は、そのデバイスが LVM Storage でサポートされていることを確認してください。サポートされていないデバイスへのパスを追加すると、論理ボリュームの管理が複雑になることを回避するために、LVM Storage はそのデバイスを除外します。

**deviceSelector** フィールドでデバイスパスを指定しない場合、LVM Storage はサポート対象の未使用デバイスのみ追加します。



## 注記

デバイスに関する情報を取得するには、次のコマンドを実行します。

```
$ lsblk --paths --json -o \
NAME,ROTA,TYPE,SIZE,MODEL,VENDOR,RO,STATE,KNAME,SERIAL,PARTLABEL
,FSTYPE
```

LVM Storage は、次のデバイスをサポートしません。

### 読み取り専用デバイス

**ro** パラメーターが **true** に設定されているデバイス。

### 一時停止されたデバイス

**state** パラメーターが **suspended** に設定されているデバイス。

### ROM デバイス

**type** パラメーターが **rom** に設定されているデバイス。

### LVM パーティションデバイス

**type** パラメーターが **lvm** に設定されているデバイス。

### 無効なパーティションラベルを持つデバイス

**partlabel** パラメーターが **bios**、**boot**、または **reserved** に設定されているデバイス。

### 無効なファイルシステムを持つデバイス

**fstype** パラメーターが、**null** または **LVM2\_member** 以外の値に設定されているデバイス。



#### 重要

LVM Storage は、そのデバイスに子デバイスが含まれていない場合に限り、**fstype** パラメーターが **LVM2\_member** に設定されているデバイスをサポートします。

### 別のボリュームグループの一部であるデバイス

デバイスのボリュームグループに関する情報を取得するには、次のコマンドを実行します。

```
$ pvs <device-name> ①
```

① **<device-name>** をデバイス名に置き換えます。

### バインドマウントを備えたデバイス

デバイスのマウントポイントを取得するには、次のコマンドを実行します。

```
$ cat /proc/1/mountinfo | grep <device-name> ①
```

① **<device-name>** をデバイス名に置き換えます。

### 子デバイスを含むデバイス



#### 注記

予期しない動作を防ぐために、LVM Storage で使用する前にデバイスをワイプすることが推奨されます。

#### 4.12.4.4. LVMCluster カスタムリソースを作成する方法

**LVMCluster** カスタムリソース (CR) は、OpenShift CLI (**oc**) または OpenShift Container Platform Web コンソールを使用して作成できます。Red Hat Advanced Cluster Management (RHACM) を使用して LVM Storage をインストールした場合は、RHACM を使用して **LVMCluster** CR を作成することもできます。

**LVMCluster** CR を作成すると、LVM Storage によって次のシステム管理 CR が作成されます。

- 各デバイスクラスの **storageClass** と **volumeSnapshotClass**。



## 注記

LVM Storage は、ストレージクラスとボリュームスナップショットクラスの名前を `lvms-<device_class_name>` の形式で設定します。<device\_class\_name> は、**LVMCluster** CR の `deviceClasses.name` フィールドの値です。たとえば、`deviceClasses.name` フィールドが `vg1` に設定されている場合、ストレージクラスとボリュームスナップショットクラスの名前は **lvms-vg1** になります。

- **LVMVolumeGroup**: この CR は、LVM ボリュームグループによってサポートされる特定のタイプの永続ボリューム (PV) です。複数のノードにわたる個々のボリュームグループを追跡します。
- **LVMVolumeGroupNodeStatus**: この CR は、ノード上のボリュームグループのステータスを追跡します。

### 4.12.4.4.1. 以前の LVM Storage インストールからのボリュームグループを再利用する

新しいボリュームグループ (VG) を作成する代わりに、以前の LVM Storage インストールからの既存の VG を再利用できます。

再利用できるのは VG のみです。VG に関連付けられた論理ボリュームは再利用できません。



## 重要

この手順は、**LVMCluster** カスタムリソース (CR) の作成中にのみ実行できます。

### 前提条件

- 再利用する VG が破損していない。
- 再利用する VG に **lvms** タグが付いている。LVM オブジェクトにタグを追加する方法の詳細は、[タグを使用した LVM オブジェクトのグループ化](#) を参照してください。

### 手順

1. **LVMCluster** CR YAML ファイルを開きます。
2. 次の例の説明に従って、**LVMCluster** CR のパラメーターを設定します。

### LVMCluster CR YAML ファイルの例

```
apiVersion: lvm.topolvm.io/v1alpha1
kind: LVMCluster
metadata:
  name: my-lvmcluster
spec:
  # ...
  storage:
    deviceClasses:
      - name: vg1 1
        fstype: ext4 2
        default: true
        deviceSelector: 3
  # ...
```

```

forceWipeDevicesAndDestroyAllData: false 4
thinPoolConfig: 5
# ...
nodeSelector: 6
# ...

```

- 1 このフィールドは、以前の LVM Storage インストールの VG 名に設定します。
- 2 このフィールドは、**ext4** または **xfs** に設定します。デフォルトでは、このフィールドは **xfs** に設定されています。
- 3 **deviceSelector** フィールドに新しいデバイスパスを指定すると、再利用する新しいデバイスを VG に追加できます。新しいデバイスを VG に追加する必要がない場合は、現在の LVM Storage インストールの **deviceSelector** 設定が以前の LVM Storage インストールの設定と同じであることを確認してください。
- 4 このフィールドを **true** に設定すると、LVM Storage が VG に追加されたデバイス上のすべてのデータをワイプします。
- 5 再利用する VG の **thinPoolConfig** 設定を保持するには、現在の LVM Storage インストールの **thinPoolConfig** 設定が以前の LVM Storage インストールの **thinPoolConfig** 設定と同じであることを確認してください。保持しない場合は、必要に応じて **thinPoolConfig** フィールドを設定できます。
- 6 LVM ボリュームグループを作成するノードを選択するための要件を設定します。このフィールドが空の場合、no-schedule ティントのないすべてのノードが考慮されます。

### 3. LVMCluster CR YAML ファイルを保存します。



#### 注記

ボリュームグループに含まれているデバイスを表示するには、次のコマンドを実行します。

```
$ pvs -S vgname=<vg_name> 1
```

- 1 **<vg\_name>** は、ボリュームグループの名前に置き換えます。

#### 4.12.4.4.2. CLI を使用した LVMCluster CR の作成

OpenShift CLI (**oc**) を使用して、ワーカーノード上に **LVMCluster** カスタムリソース (CR) を作成できます。



#### 重要

OpenShift Container Platform クラスターでは、**LVMCluster** カスタムリソース (CR) のインスタンスを1つだけ作成できます。

#### 前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。

- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとして OpenShift Container Platform にログインしている。
- LVM Storage がインストールされている。
- クラスタにワーカーノードがインストールされている。
- 「LVMCluster カスタムリソースについて」セクションを確認した。

## 手順

1. **LVMCluster** カスタムリソース (CR) YAML ファイルを作成します。

### LVMCluster CR YAML ファイルの例

```
apiVersion: lvm.topolvm.io/v1alpha1
kind: LVMCluster
metadata:
  name: my-lvmcluster
spec:
  # ...
  storage:
    deviceClasses: ①
  # ...
  nodeSelector: ②
  # ...
  deviceSelector: ③
  # ...
  thinPoolConfig: ④
  # ...
```

- ① ローカルストレージデバイスを LVM ボリュームグループに割り当てるための設定を含めます。
- ② LVM ボリュームグループを作成するノードを選択するための設定を含めます。このフィールドが空の場合、no-schedule テイントのないすべてのノードが考慮されます。
- ③ LVM ボリュームグループに追加するデバイスへのパスを指定し、LVM ボリュームグループに追加されたデバイスを強制的にワイプするための設定を含めます。
- ④ LVM ボリュームグループにシンプールを作成するための設定を含めます。このフィールドを除外すると、論理ボリュームはシックプロビジョニングされます。

2. 次のコマンドを実行して、**LVMCluster** CR を作成します。

```
$ oc create -f <file_name>
```

### 出力例

```
lvmcluster/lvmcluster created
```

## 検証

1. **LVMCluster** CR が **Ready** 状態であることを確認します。

```
$ oc get lvmclusters.lvm.topolvm.io -o jsonpath='{.items[*].status}' -n <namespace>
```

### 出力例

```
{
  "deviceClassStatuses": ①
  [
    {
      "name": "vg1",
      "nodeStatus": [ ②
        {
          "devices": [ ③
            "/dev/nvme0n1",
            "/dev/nvme1n1",
            "/dev/nvme2n1"
          ],
          "node": "kube-node", ④
          "status": "Ready" ⑤
        }
      ]
    }
  ]
  "state": "Ready" ⑥
}
```

- ① デバイスクラスのステータス。
- ② 各ノードの LVM ボリュームグループのステータス。
- ③ LVM ボリュームグループの作成に使用されるデバイスのリスト。
- ④ デバイスクラスが作成されるノード。
- ⑤ ノード上の LVM ボリュームグループのステータス。
- ⑥ **LVMCluster** CR のステータス。

### 注記

**LVMCluster** CR が **Failed** 状態の場合、**status** フィールドに失敗の理由が表示されます。

失敗の理由を示す **status** フィールドの例:

```
status:
  deviceClassStatuses:
    - name: vg1
      nodeStatus:
        - node: my-node-1.example.com
          reason: no available devices found for volume group
          status: Failed
      state: Failed
```

- オプション: 各デバイスクラスに対して LVM Storage によって作成されたストレージクラスを表示するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get storageclass
```

#### 出力例

```
NAME          PROVISIONER          RECLAIMPOLICY  VOLUMEBINDINGMODE
ALLOWVOLUMEEXPANSION  AGE
lvms-vg1      topolvm.io           Delete         WaitForFirstConsumer  true          31m
```

- オプション: 各デバイスクラスに対して LVM Storage によって作成されたボリュームスナップショットクラスを表示するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get volumesnapshotclass
```

#### 出力例

```
NAME          DRIVER          DELETIONPOLICY  AGE
lvms-vg1      topolvm.io      Delete          24h
```

#### 関連情報

- [LVMCluster カスタムリソースについて](#)

#### 4.12.4.4.3. Web コンソールを使用した LVMCluster CR の作成

OpenShift Container Platform Web コンソールを使用して、ワーカーノード上に **LVMCluster** CR を作成できます。



#### 重要

OpenShift Container Platform クラスタでは、**LVMCluster** カスタムリソース (CR) のインスタンスを1つだけ作成できます。

#### 前提条件

- **cluster-admin** 権限を使用して OpenShift Container Platform クラスタにアクセスできる。
- LVM Storage がインストールされている。
- クラスタにワーカーノードがインストールされている。
- 「LVMCluster カスタムリソースについて」セクションを確認した。

#### 手順

1. OpenShift Container Platform Web コンソールにログインします。
2. **Operators** → **Installed Operators** をクリックします。
3. **openshift-storage** namespace で、**LVM Storage** をクリックします。

4. **Create LVMCluster** をクリックし、**Form view** または **YAML view** のいずれかを選択します。
5. **LVMCluster** CR の必要なパラメーターを設定します。
6. **Create** をクリックします。
7. オプション: **LVMCluster** CR を編集する場合は、次の操作を実行します。
  - a. **LVMCluster** タブをクリックします。
  - b. **Actions** メニューから **Edit LVMCluster** を選択します。
  - c. **YAML** をクリックし、**LVMCluster** CR の必要なパラメーターを編集します。
  - d. **Save** をクリックします。

### 検証

1. **LVMCluster** ページで、**LVMCluster** CR が **Ready** 状態であることを確認します。
2. オプション: 各デバイスクラスに対して LVM Storage によって作成された使用可能なストレージクラスを表示するには、**Storage** → **StorageClasses** をクリックします。
3. オプション: 各デバイスクラスに対して LVM Storage によって作成された使用可能なボリュームスナップショットクラスを表示するには、**Storage** → **VolumeSnapshotClasses** をクリックします。

### 関連情報

- [LVMCluster カスタムリソースについて](#)

#### 4.12.4.4.4. RHACM を使用した LVMCluster CR の作成

RHACM を使用して LVM Storage をインストールした後、**LVMCluster** カスタムリソース (CR) を作成する必要があります。

### 前提条件

- RHACM を使用して LVM Storage をインストールした。
- **cluster-admin** 権限を持つアカウントを使用して RHACM クラスタにアクセスできる。
- 「LVMCluster カスタムリソースについて」セクションを確認した。

### 手順

1. OpenShift Container Platform の認証情報を使用して RHACM CLI にログインします。
2. **LVMCluster** CR を作成するための設定を含む **ConfigurationPolicy** CR YAML ファイルを作成します。

#### LVMCluster CR を作成するための ConfigurationPolicy CR YAML ファイルの例

```
apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
kind: ConfigurationPolicy
metadata:
```

```

name: lvms
spec:
  object-templates:
  - complianceType: musthave
    objectDefinition:
      apiVersion: lvm.topolvm.io/v1alpha1
      kind: LVMCluster
      metadata:
        name: my-lvmcluster
        namespace: openshift-storage
      spec:
        storage:
          deviceClasses: ❶
# ...
          deviceSelector: ❷
# ...
          thinPoolConfig: ❸
# ...
          nodeSelector: ❹
# ...
        remediationAction: enforce
        severity: low

```

- ❶ ローカルストレージデバイスを LVM ボリュームグループに割り当てるための設定を含めます。
- ❷ LVM ボリュームグループに追加するデバイスへのパスを指定し、LVM ボリュームグループに追加されたデバイスを強制的にワイプするための設定を含めます。
- ❸ LVM ボリュームグループにシンプールを作成するための設定を含めます。このフィールドを除外すると、論理ボリュームはシックプロビジョニングされます。
- ❹ LVM ボリュームグループを作成するノードを選択するための設定を含めます。このフィールドが空の場合、no-schedule テイントのないすべてのノードが考慮されます。

3. 次のコマンドを実行して、**ConfigurationPolicy** CR を作成します。

```
$ oc create -f <file_name> -n <cluster_namespace> ❶
```

- ❶ LVM Storage がインストールされている OpenShift Container Platform クラスターの namespace。

#### 関連情報

- [Red Hat Advanced Cluster Management for Kubernetes: オンライン接続時のインストール](#)
- [LVMCluster カスタムリソースについて](#)

#### 4.12.4.5. LVMCluster カスタムリソースを削除する方法

**LVMCluster** カスタムリソース (CR) は、OpenShift CLI (**oc**) または OpenShift Container Platform Web コンソールを使用して削除できます。Red Hat Advanced Cluster Management (RHACM) を使用して LVM Storage をインストールした場合は、RHACM を使用して **LVMCluster** CR を削除することもで

きます。

**LVMCluster** CR を削除すると、LVM Storage によって次の CR が削除されます。

- **storageClass**
- **volumeSnapshotClass**
- **LVMVolumeGroup**
- **LVMVolumeGroupNodeStatus**

#### 4.12.4.5.1. CLI を使用した LVMCluster CR の削除

OpenShift CLI (**oc**) を使用して、**LVMCluster** カスタムリソース (CR) を削除できます。

前提条件

- **cluster-admin** パーミッションを持つユーザーとして OpenShift Container Platform にアクセスできる。
- LVM Storage によってプロビジョニングされた永続ボリューム要求 (PVC)、ボリュームスナップショット、およびボリュームクローンが削除されている。これらのリソースを使用しているアプリケーションも削除されている。

手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。
2. 次のコマンドを実行して、**LVMCluster** CR を削除します。

```
$ oc delete lvmcluster <lvmclustername> -n openshift-storage
```

検証

- **LVMCluster** CR が削除されたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get lvmcluster -n <namespace>
```

出力例

```
No resources found in openshift-storage namespace.
```

#### 4.12.4.5.2. Web コンソールを使用した LVMCluster CR の削除

OpenShift Container Platform Web コンソールを使用して、**LVMCluster** カスタムリソース (CR) を削除できます。

前提条件

- **cluster-admin** パーミッションを持つユーザーとして OpenShift Container Platform にアクセスできる。

- LVM Storage によってプロビジョニングされた永続ボリューム要求 (PVC)、ボリュームスナップショット、およびボリュームクローンが削除されている。これらのリソースを使用しているアプリケーションも削除されている。

#### 手順

1. OpenShift Container Platform Web コンソールにログインします。
2. **Operators** → **Installed Operators** をクリックして、インストールされているすべての Operators を表示します。
3. **openshift-storage** namespace で **LVM Storage** をクリックします。
4. **LVMCluster** タブをクリックします。
5. **Actions** から **Delete LVMCluster** を選択します。
6. **Delete** をクリックします。

#### 検証

- **LVMCluster** ページで、**LVMCluster** CR が削除されたことを確認します。

#### 4.12.4.5.3. RHACM を使用した LVMCluster CR の削除

Red Hat Advanced Cluster Management (RHACM) を使用して LVM Storage をインストールした場合は、RHACM を使用して **LVMCluster** CR を削除できます。

#### 前提条件

- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとして RHACM クラスターにアクセスできる。
- LVM Storage によってプロビジョニングされた永続ボリューム要求 (PVC)、ボリュームスナップショット、およびボリュームクローンが削除されている。これらのリソースを使用しているアプリケーションも削除されている。

#### 手順

1. OpenShift Container Platform の認証情報を使用して RHACM CLI にログインします。
2. **LVMCluster** CR 用に作成した **ConfigurationPolicy** CR YAML ファイルを削除します。

```
$ oc delete -f <file_name> -n <cluster_namespace> ❶
```

- ❶ LVM Storage がインストールされている OpenShift Container Platform クラスターの namespace。

3. **LVMCluster** CR を削除するための **Policy** CR YAML ファイルを作成します。

#### LVMCluster CR を削除するための Policy CR の例

```
apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
kind: Policy
metadata:
```

```

name: policy-lvmcluster-delete
annotations:
  policy.open-cluster-management.io/standards: NIST SP 800-53
  policy.open-cluster-management.io/categories: CM Configuration Management
  policy.open-cluster-management.io/controls: CM-2 Baseline Configuration
spec:
  remediationAction: enforce
  disabled: false
  policy-templates:
    - objectDefinition:
        apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
        kind: ConfigurationPolicy
        metadata:
          name: policy-lvmcluster-removal
        spec:
          remediationAction: enforce ❶
          severity: low
          object-templates:
            - complianceType: mustnothave
              objectDefinition:
                kind: LVMCluster
                apiVersion: lvm.topolvm.io/v1alpha1
                metadata:
                  name: my-lvmcluster
                  namespace: openshift-storage ❷
  ---
  apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
  kind: PlacementBinding
  metadata:
    name: binding-policy-lvmcluster-delete
  placementRef:
    apiGroup: apps.open-cluster-management.io
    kind: PlacementRule
    name: placement-policy-lvmcluster-delete
  subjects:
    - apiGroup: policy.open-cluster-management.io
      kind: Policy
      name: policy-lvmcluster-delete
  ---
  apiVersion: apps.open-cluster-management.io/v1
  kind: PlacementRule
  metadata:
    name: placement-policy-lvmcluster-delete
  spec:
    clusterConditions:
      - status: "True"
        type: ManagedClusterConditionAvailable
    clusterSelector: ❸
    matchExpressions:
      - key: mykey
        operator: In
        values:
          - myvalue

```

- 1 **policy-template** の **spec.remediationAction** は、**spec.remediationAction** の前のパラメーター値によってオーバーライドされます。
- 2 この **namespace** フィールドには **openshift-storage** 値が必要です。
- 3 クラスターを選択するための要件を設定します。選択基準に一致するクラスターから LVM Storage がアンインストールされます。

4. 次のコマンドを実行して **Policy** CR を作成します。

```
$ oc create -f <file_name> -n <namespace>
```

5. **LVMCluster** CR が削除されたかどうかを確認するための **Policy** CR YAML ファイルを作成します。

### LVMCluster CR が削除されたかどうかを確認するための Policy CR の例

```
apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
kind: Policy
metadata:
  name: policy-lvmcluster-inform
  annotations:
    policy.open-cluster-management.io/standards: NIST SP 800-53
    policy.open-cluster-management.io/categories: CM Configuration Management
    policy.open-cluster-management.io/controls: CM-2 Baseline Configuration
spec:
  remediationAction: inform
  disabled: false
  policy-templates:
    - objectDefinition:
        apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
        kind: ConfigurationPolicy
        metadata:
          name: policy-lvmcluster-removal-inform
        spec:
          remediationAction: inform 1
          severity: low
          object-templates:
            - complianceType: mustnothave
              objectDefinition:
                kind: LVMCluster
                apiVersion: lvm.topolvm.io/v1alpha1
                metadata:
                  name: my-lvmcluster
                  namespace: openshift-storage 2
          ---
        apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
        kind: PlacementBinding
        metadata:
          name: binding-policy-lvmcluster-check
        placementRef:
          apiGroup: apps.open-cluster-management.io
          kind: PlacementRule
          name: placement-policy-lvmcluster-check
```

```

subjects:
- apiGroup: policy.open-cluster-management.io
  kind: Policy
  name: policy-lvmcluster-inform
---
apiVersion: apps.open-cluster-management.io/v1
kind: PlacementRule
metadata:
  name: placement-policy-lvmcluster-check
spec:
  clusterConditions:
  - status: "True"
    type: ManagedClusterConditionAvailable
  clusterSelector:
    matchExpressions:
    - key: mykey
      operator: In
      values:
      - myvalue

```

- 1 **policy-template** の **spec.remediationAction** は、**spec.remediationAction** の前のパラメーター値によってオーバーライドされます。
- 2 **namespace** フィールドには **openshift-storage** 値が必要です。

6. 次のコマンドを実行して **Policy** CR を作成します。

```
$ oc create -f <file_name> -n <namespace>
```

#### 検証

- 次のコマンドを実行して、**Policy** CR のステータスを確認します。

```
$ oc get policy -n <namespace>
```

#### 出力例

NAME	REMEDIATION ACTION	COMPLIANCE STATE	AGE
policy-lvmcluster-delete	enforce	Compliant	15m
policy-lvmcluster-inform	inform	Compliant	15m



#### 重要

**Policy** CR が **Compliant** 状態である必要があります。

#### 4.12.4.6. ストレージのプロビジョニング

**LVMCluster** カスタムリソース (CR) を使用して LVM ボリュームグループを作成した後、永続ボリューム要求 (PVC) を作成してストレージをプロビジョニングできます。

以下は、各ファイルシステムタイプに対して要求できる最小ストレージサイズです。

- **block**: 8 MiB

- **xf**s: 300 MiB
- **ext4**: 32 MiB

PVC を作成するには、**PersistentVolumeClaim** オブジェクトを作成する必要があります。

#### 前提条件

- **LVMCluster** CR が作成されている。

#### 手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。
2. **PersistentVolumeClaim** オブジェクトを作成します。

#### PersistentVolumeClaim オブジェクトの例

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: lvm-block-1 ❶
  namespace: default
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  volumeMode: Block ❷
  resources:
    requests:
      storage: 10Gi ❸
    limits:
      storage: 20Gi ❹
  storageClassName: lvms-vg1 ❺

```

- ❶ PVC の名前を指定します。
- ❷ ブロック PVC を作成するには、このフィールドを **Block** に設定します。ファイル PVC を作成するには、このフィールドを **Filesystem** に設定します。
- ❸ ストレージサイズを指定します。値が最小ストレージサイズより小さい場合、要求されるストレージサイズは最小ストレージサイズに切り上げられます。プロビジョニングできる合計ストレージサイズは、Logical Volume Manager (LVM) シンプルのサイズとオーバープロビジョニング係数によって制限されます。
- ❹ オプション: ストレージ制限を指定します。このフィールドには、最小ストレージサイズ以上の値を設定します。それ以外の場合、PVC の作成はエラーが発生して失敗します。
- ❺ **storageClassName** フィールドの値は **lvms-<device\_class\_name>** の形式である必要があります。ここで、**<device\_class\_name>** は、**LVMCluster** CR の **deviceClasses.name** フィールドの値になります。たとえば、**deviceClasses.name** フィールドが **vg1** に設定されている場合、**storageClassName** フィールドを **lvms-vg1** に設定する必要があります。

**注記**

ストレージクラスの **volumeBindingMode** フィールドは **WaitForFirstConsumer** に設定されます。

- 以下のコマンドを実行して PVC を作成します。

```
# oc create -f <file_name> -n <application_namespace>
```

**注記**

作成された PVC は、それらを使用する Pod をデプロイするまで **Pending** 状態のままになります。

**検証**

- PVC が作成されたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get pvc -n <namespace>
```

**出力例**

NAME	STATUS	VOLUME	CAPACITY	ACCESS MODES
lvm-block-1	Bound	pvc-e90169a8-fd71-4eea-93b8-817155f60e47	1Gi	RWO
lvms-vg1	5s			

**4.12.4.7. クラスターのストレージをスケールアップする方法**

OpenShift Container Platform は、ベアメタル user-provisioned infrastructure 上のクラスターの追加のワーカーノードをサポートします。クラスターのストレージをスケールアップするには、使用可能なストレージを備えた新しいワーカーノードを追加するか、既存のワーカーノードに新しいデバイスを追加します。

Logical Volume Manager (LVM) Storage は、ノードがアクティブになると、追加のワーカーノードを検出して使用します。

クラスター上の既存のワーカーノードに新しいデバイスを追加するには、**LVMCluster** カスタムリソース (CR) の **deviceSelector** フィールドに新しいデバイスへのパスを追加する必要があります。

**重要**

**LVMCluster** CR に **deviceSelector** フィールドを追加できるのは、**LVMCluster** CR の作成時にのみです。**LVMCluster** CR の作成時に **deviceSelector** フィールドを追加しなかった場合は、**LVMCluster** CR を削除し、**deviceSelector** フィールドを含む新しい **LVMCluster** CR を作成する必要があります。

**LVMCluster** CR に **deviceSelector** フィールドを追加しない場合、デバイスが利用可能になると、LVM Storage は新しいデバイスを自動的に追加します。



## 注記

LVM Storage は、サポートされるデバイスのみを追加します。サポートされていないデバイスの詳細は、「LVM ストレージでサポートされていないデバイス」を参照してください。

### 関連情報

- [シングルノード OpenShift クラスターへのワーカーノードの追加](#)
- [LVM Storage でサポートされないデバイス](#)

#### 4.12.4.7.1. CLI を使用したクラスターのストレージのスケールアップ

OpenShift CLI (**oc**) を使用して、クラスター上のワーカーノードのストレージ容量をスケールアップできます。

### 前提条件

- 各クラスターには、Logical Volume Manager (LVM) Storage で使用される追加の未使用デバイスがある。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **LVMCluster** カスタムリソース (CR) が作成されている。

### 手順

1. 次のコマンドを実行して、**LVMCluster** CR を編集します。

```
$ oc edit <lvmlcluster_file_name> -n <namespace>
```

2. **deviceSelector** フィールドに新しいデバイスへのパスを追加します。

#### LVMCluster CR の例

```
apiVersion: lvm.topolvm.io/v1alpha1
kind: LVMCluster
metadata:
  name: my-lvmlcluster
spec:
  storage:
    deviceClasses:
# ...
    deviceSelector: ①
    paths: ②
      - /dev/disk/by-path/pci-0000:87:00.0-nvme-1
      - /dev/disk/by-path/pci-0000:88:00.0-nvme-1
    optionalPaths: ③
      - /dev/disk/by-path/pci-0000:89:00.0-nvme-1
      - /dev/disk/by-path/pci-0000:90:00.0-nvme-1
# ...
```

- 1 LVM ボリュームグループに追加するデバイスへのパスを指定するための設定が含まれています。デバイスパスは、**paths** フィールド、**optionalPaths** フィールド、またはその両方で指定できます。**paths** と **optionalPaths** の両方でデバイスパスを指定しない場合、Logical Volume Manager (LVM) Storage は、サポートされている未使用のデバイスを LVM ボリュームグループに追加します。LVM Storage は、次の条件が満たされている場合のみ、デバイスを LVM ボリュームグループに追加します。
  - デバイスパスが存在する。
  - デバイスが LVM Storage によってサポートされている。サポートされていないデバイスの詳細は、「LVM ストレージでサポートされていないデバイス」を参照してください。
- 2 デバイスパスを指定します。このフィールドに指定されたデバイスパスが存在しない場合、またはデバイスが LVM Storage でサポートされていない場合、**LVMCluster** CR が **Failed** 状態に移行します。
- 3 オプションのデバイスパスを指定します。このフィールドに指定されたデバイスパスが存在しない場合、またはデバイスが LVM Storage によってサポートされていない場合、LVM Storage はエラーを起こすことなくデバイスを無視します。



### 重要

デバイスが LVM ボリュームグループに追加された後は、デバイスを削除できません。

3. **LVMCluster** CR を保存します。

#### 関連情報

- [LVMCluster カスタムリソースについて](#)
- [LVM Storage でサポートされないデバイス](#)
- [ボリュームグループへのデバイスの追加について](#)

#### 4.12.4.7.2. Web コンソールを使用したクラスターストレージのスケールアップ

OpenShift Container Platform Web コンソールを使用して、クラスタース上のワーカーノードのストレージ容量をスケールアップできます。

#### 前提条件

- 各クラスタには、Logical Volume Manager (LVM) Storage で使用される追加の未使用デバイスがある。
- **LVMCluster** カスタムリソース (CR) が作成されている。

#### 手順

1. OpenShift Container Platform Web コンソールにログインします。
2. **Operators** → **Installed Operators** をクリックします。

3. **openshift-storage** namespace で **LVM Storage** をクリックします。
4. **LVMCluster** タブをクリックして、クラスター上に作成された **LVMCluster** CR を表示します。
5. **Actions** メニューから **Edit LVMCluster** を選択します。
6. **YAML** タブをクリックします。
7. **LVMCluster** CR を編集して、**deviceSelector** フィールドに新しいデバイスパスを追加します。

### LVMCluster CR の例

```

apiVersion: lvm.topolvm.io/v1alpha1
kind: LVMCluster
metadata:
  name: my-lvmcluster
spec:
  storage:
    deviceClasses:
# ...
    deviceSelector: ❶
    paths: ❷
      - /dev/disk/by-path/pci-0000:87:00.0-nvme-1
      - /dev/disk/by-path/pci-0000:88:00.0-nvme-1
    optionalPaths: ❸
      - /dev/disk/by-path/pci-0000:89:00.0-nvme-1
      - /dev/disk/by-path/pci-0000:90:00.0-nvme-1
# ...

```

- ❶ LVM ボリュームグループに追加するデバイスへのパスを指定するための設定が含まれています。デバイスパスは、**paths** フィールド、**optionalPaths** フィールド、またはその両方で指定できます。**paths** と **optionalPaths** の両方でデバイスパスを指定しない場合、Logical Volume Manager (LVM) Storage は、サポートされている未使用のデバイスを LVM ボリュームグループに追加します。LVM Storage は、次の条件が満たされている場合にのみ、デバイスを LVM ボリュームグループに追加します。
  - デバイスパスが存在する。
  - デバイスが LVM Storage によってサポートされている。サポートされていないデバイスの詳細は、「LVM ストレージでサポートされていないデバイス」を参照してください。
- ❷ デバイスパスを指定します。このフィールドに指定されたデバイスパスが存在しない場合、またはデバイスが LVM Storage でサポートされていない場合、**LVMCluster** CR が **Failed** 状態に移行します。
- ❸ オプションのデバイスパスを指定します。このフィールドに指定されたデバイスパスが存在しない場合、またはデバイスが LVM Storage によってサポートされていない場合、LVM Storage はエラーを起こすことなくデバイスを無視します。



#### 重要

デバイスが LVM ボリュームグループに追加された後は、デバイスを削除できません。

8. **Save** をクリックします。

#### 関連情報

- [LVMCluster カスタムリソースについて](#)
- [LVM Storage でサポートされないデバイス](#)
- [ボリュームグループへのデバイスの追加について](#)

#### 4.12.4.7.3. RHACM を使用したクラスターのストレージのスケールアップ

RHACM を使用すると、クラスター上のワーカーノードのストレージ容量をスケールアップできます。

#### 前提条件

- **cluster-admin** 権限を持つアカウントを使用して RHACM クラスターにアクセスできる。
- RHACM を使用して **LVMCluster** カスタムリソース (CR) を作成した。
- 各クラスターには、Logical Volume Manager (LVM) Storage で使用される追加の未使用デバイスがある。

#### 手順

1. OpenShift Container Platform の認証情報を使用して RHACM CLI にログインします。
2. 次のコマンドを実行して、RHACM を使用して作成した **LVMCluster** CR を編集します。

```
$ oc edit -f <file_name> -ns <namespace> ①
```

① **<file\_name>** は、**LVMCluster** CR の名前に置き換えます。

3. **LVMCluster** CR で、**deviceSelector** フィールドに新しいデバイスへのパスを追加します。

#### LVMCluster CR の例:

```
apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
kind: ConfigurationPolicy
metadata:
  name: lvms
spec:
  object-templates:
  - complianceType: musthave
    objectDefinition:
      apiVersion: lvm.topolvm.io/v1alpha1
      kind: LVMCluster
      metadata:
        name: my-lvmcluster
        namespace: openshift-storage
      spec:
        storage:
          deviceClasses:
# ...
```

```

deviceSelector: ❶
paths: ❷
- /dev/disk/by-path/pci-0000:87:00.0-nvme-1
optionalPaths: ❸
- /dev/disk/by-path/pci-0000:89:00.0-nvme-1
# ...

```

- ❶ LVM ボリュームグループに追加するデバイスへのパスを指定するための設定が含まれています。デバイスパスは、**paths** フィールド、**optionalPaths** フィールド、またはその両方で指定できます。**paths** と **optionalPaths** の両方でデバイスパスを指定しない場合、Logical Volume Manager (LVM) Storage は、サポートされている未使用のデバイスを LVM ボリュームグループに追加します。LVM Storage は、次の条件が満たされている場合にのみ、デバイスを LVM ボリュームグループに追加します。
  - デバイスパスが存在する。
  - デバイスが LVM Storage によってサポートされている。サポートされていないデバイスの詳細は、「LVM ストレージでサポートされていないデバイス」を参照してください。
- ❷ デバイスパスを指定します。このフィールドに指定されたデバイスパスが存在しない場合、またはデバイスが LVM Storage でサポートされていない場合、**LVMCluster** CR が **Failed** 状態に移行します。
- ❸ オプションのデバイスパスを指定します。このフィールドに指定されたデバイスパスが存在しない場合、またはデバイスが LVM Storage によってサポートされていない場合、LVM Storage はエラーを起こすことなくデバイスを無視します。



### 重要

デバイスが LVM ボリュームグループに追加された後は、デバイスを削除できません。

#### 4. LVMCluster CR を保存します。

#### 関連情報

- [Red Hat Advanced Cluster Management for Kubernetes: オンライン接続時のインストール](#)
- [LVMCluster カスタムリソースについて](#)
- [LVM Storage でサポートされないデバイス](#)
- [ボリュームグループへのデバイスの追加について](#)

#### 4.12.4.8. 永続ボリューム要求の拡張

クラスターのストレージをスケールアップした後、既存の永続ボリューム要求 (PVC) を拡張できません。

PVC を拡張するには、PVC 内の **storage** フィールドを更新する必要があります。

#### 前提条件

- 動的プロビジョニングが使用される。
- PVC に関連付けられた **StorageClass** オブジェクトには、**allowVolumeExpansion** フィールドが **true** に設定されています。

#### 手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。
2. 次のコマンドを実行して、**spec.resources.requests.storage** フィールドの値を現在の値より大きい値に更新します。

```
$ oc patch <pvc_name> -n <application_namespace> -p \ ❶
'{"spec": {"resources": {"requests": {"storage": "<desired_size>" }}}}' --type=merge' ❷
```

- ❶ **<pvc\_name>** を、拡張する PVC の名前に置き換えます。
- ❷ **<desired\_size>** を、新しいサイズに置き換えて PVC を拡張します。

#### 検証

- サイズ変更が完了したことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get pvc <pvc_name> -n <application_namespace> -o=jsonpath=
{.status.capacity.storage}
```

LVM Storage は、拡張中に PVC に **Resizing** 条件を追加します。PVC の拡張後、**Resizing** 条件を削除します。

#### 関連情報

- [クラスタのストレージをスケールアップする方法](#)
- [ボリューム拡張サポートの有効化](#)

#### 4.12.4.9. 永続ボリューム要求の削除

OpenShift CLI (**oc**) を使用して、永続ボリューム要求 (PVC) を削除できます。

#### 前提条件

- **cluster-admin** パーミッションを持つユーザーとして OpenShift Container Platform にアクセスできる。

#### 手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。
2. 次のコマンドを実行して、PVC を削除します。

```
$ oc delete pvc <pvc_name> -n <namespace>
```

## 検証

- PVC が削除されたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get pvc -n <namespace>
```

削除された PVC は、このコマンドの出力には存在しません。

### 4.12.4.10. ボリュームスナップショットについて

LVM Storage によってプロビジョニングされる永続ボリューム要求 (PVC) のスナップショットを作成できます。

ボリュームスナップショットを使用して、次のアクションを実行できます。

- アプリケーションデータをバックアップします。



#### 重要

ボリュームスナップショットは元のデータと同じデバイスにあります。ボリュームスナップショットをバックアップとして使用するには、スナップショットを安全な場所に移動する必要があります。OpenShift API for Data Protection (OADP) のバックアップおよび復元ソリューションを使用できます。OADP の詳細は、「OADP の機能」を参照してください。

- ボリュームスナップショットが作成された状態に戻します。



#### 注記

ボリュームクローンのボリュームスナップショットを作成することもできます。

#### 4.12.4.10.1. マルチノードトポロジでボリュームスナップショットを作成する場合の制限事項

LVM Storage には、マルチノードトポロジでのボリュームスナップショットの作成に関して、次の制限があります。

- ボリュームスナップショットの作成は、LVM シンプル機能に基づいています。
- ボリュームスナップショットを作成した後、元のデータソースをさらに更新するために、ノードには追加のストレージ領域が必要です。
- ボリュームスナップショットは、元のデータソースをデプロイしたノード上でのみ作成できません。
- スナップショットデータを使用する PVC に依存する Pod は、元のデータソースをデプロイしたノードでのみスケジュールできます。

## 関連情報

- [OADP の機能](#)

#### 4.12.4.10.2. ボリュームスナップショットの作成

シンプルな利用可能な容量とオーバープロビジョニングの制限に基づいて、ボリュームスナップショットを作成できます。ボリュームスナップショットを作成するには、**VolumeSnapshotClass** オブジェクトを作成する必要があります。

#### 前提条件

- **cluster-admin** パーミッションを持つユーザーとして OpenShift Container Platform にアクセスできる。
- 永続ボリューム要求 (PVC) が **Bound** 状態であることが確認されている。これは、一貫性のあるスナップショットに必要です。
- PVC へのすべての I/O が停止されている。

#### 手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。
2. **VolumeSnapshot** オブジェクトを作成します。

#### VolumeSnapshot オブジェクトの例

```
apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
kind: VolumeSnapshot
metadata:
  name: lvm-block-1-snap ❶
spec:
  source:
    persistentVolumeClaimName: lvm-block-1 ❷
    volumeSnapshotClassName: lvms-vg1 ❸
```

- ❶ ボリュームスナップショットの名前を指定します。
- ❷ ソース PVC の名前を指定します。LVM Storage は、この PVC のスナップショットを作成します。
- ❸ このフィールドをボリュームスナップショットクラスの名前に設定します。



#### 注記

使用可能なボリュームスナップショットクラスのリストを取得するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get volumesnapshotclass
```

3. 次のコマンドを実行して、ソース PVC を作成した namespace にボリュームスナップショットを作成します。

```
$ oc create -f <file_name> -n <namespace>
```

LVM Storage は、PVC の読み取り専用コピーをボリュームスナップショットとして作成します。

## 検証

- ボリュームスナップショットが作成されたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get volumesnapshot -n <namespace>
```

## 出力例

```
NAME          READYTOUSE SOURCEPVC  SOURCESNAPSHOTCONTENT
RESTORESIZE  SNAPSHOTCLASS SNAPSHOTCONTENT
CREATIONTIME AGE
lvms-test-1-snap true      lvms-test-1          1Gi      lvms-vg1
snapcontent-af409f97-55fc-40cf-975f-71e44fa2ca91 19s      19s
```

作成したボリュームスナップショットの **READYTOUSE** フィールドの値は **true** である必要があります。

### 4.12.4.10.3. ボリュームスナップショットの復元

ボリュームスナップショットを復元するには、**dataSource.name** フィールドをボリュームスナップショットの名前に設定して、永続ボリューム要求 (PVC) を作成する必要があります。

復元される PVC はボリュームスナップショットおよびソース PVC とは切り離されています。

## 前提条件

- **cluster-admin** パーミッションを持つユーザーとして OpenShift Container Platform にアクセスできる。
- ボリュームスナップショットが作成されている。

## 手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。
2. ボリュームスナップショットを復元するための設定を使用して **PersistentVolumeClaim** オブジェクトを作成します。

### ボリュームスナップショットを復元するための PersistentVolumeClaim オブジェクトの例

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: lvms-block-1-restore
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  volumeMode: Block
  Resources:
    Requests:
      storage: 2Gi 1
  storageClassName: lvms-vg1 2
  dataSource:
```

```
name: lvm-block-1-snap 3
kind: VolumeSnapshot
apiGroup: snapshot.storage.k8s.io
```

- 1** 復元された PVC のストレージサイズを指定します。要求された PVC のストレージサイズは、復元するボリュームスナップショットのストレージサイズ以上である必要があります。より大きな PVC が必要な場合は、ボリュームスナップショットを復元した後に PVC のサイズを変更することもできます。
  - 2** このフィールドを、復元するボリュームスナップショットのソース PVC の **storageClassName** フィールドの値に設定します。
  - 3** このフィールドを、復元するボリュームスナップショットの名前に設定します。
3. 次のコマンドを実行して、ボリュームスナップショットを作成した namespace に PVC を作成します。

```
$ oc create -f <file_name> -n <namespace>
```

## 検証

- ボリュームスナップショットが復元されたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get pvc -n <namespace>
```

## 出力例

```
NAME                STATUS VOLUME                                     CAPACITY ACCESS MODES
STORAGECLASS AGE
lvm-block-1-restore Bound  pvc-e90169a8-fd71-4eea-93b8-817155f60e47 1Gi      RWO
lvms-vg1           5s
```

### 4.12.4.10.4. ボリュームスナップショットの削除

永続ボリューム要求 (PVC) のボリュームスナップショットを削除できます。



## 重要

永続ボリューム要求 (PVC) を削除すると、LVM Storage は PVC のみを削除し、PVC のスナップショットは削除しません。

## 前提条件

- **cluster-admin** パーミッションを持つユーザーとして OpenShift Container Platform にアクセスできる。
- 削除するボリュームスナップショットが使用されていないことを確認している。

## 手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。

2. 次のコマンドを実行して、ボリュームのスナップショットを削除します。

```
$ oc delete volumesnapshot <volume_snapshot_name> -n <namespace>
```

#### 検証

- ボリュームスナップショットが削除されたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get volumesnapshot -n <namespace>
```

削除されたボリュームのスナップショットは、このコマンドの出力には存在しません。

### 4.12.4.11. ボリュームクローンについて

ボリュームクローンは、既存の永続ボリューム要求 (PVC) の複製です。ボリュームクローンを作成して、データのポイントインタイムコピーを作成できます。

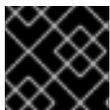
#### 4.12.4.11.1. マルチノードトポロジでボリュームクローンを作成する場合の制限事項

LVM Storage には、マルチノードトポロジでのボリュームクローンの作成に関して、次の制限があります。

- ボリュームクローンの作成は、LVM シンプル機能に基づいています。
- ボリュームクローンを作成した後、元のデータソースをさらに更新するには、ノードに追加のストレージが必要です。
- ボリュームクローンは、元のデータソースをデプロイしたノード上でのみ作成できます。
- クローンデータを使用する PVC に依存する Pod は、元のデータソースをデプロイしたノード上でのみスケジュールできます。

#### 4.12.4.11.2. ボリュームクローンの作成

永続ボリューム要求 (PVC) のクローンを作成するには、ソース PVC を作成した namespace に **PersistentVolumeClaim** オブジェクトを作成する必要があります。



#### 重要

クローン作成された PVC には書き込みアクセス権限があります。

#### 前提条件

- ソース PVC が **Bound** 状態であることが確認されている。これは一貫性のあるクローンに必要です。

#### 手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。
2. **PersistentVolumeClaim** オブジェクトを作成します。

ボリュームクローンを作成するための **PersistentVolumeClaim** オブジェクトの例

```

kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: lvm-pvc-clone
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  storageClassName: lvms-vg1 ❶
  volumeMode: Filesystem ❷
  dataSource:
    kind: PersistentVolumeClaim
    name: lvm-pvc ❸
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi ❹

```

- ❶ このフィールドを、ソース PVC の **storageClassName** フィールドの値に設定します。
- ❷ このフィールドを、ソース PVC の **volumeMode** フィールドに設定します。
- ❸ ソース PVC の名前を指定します。
- ❹ クローン作成された PVC のストレージサイズを指定します。クローン作成された PVC のストレージサイズは、ソース PVC のストレージサイズ以上である必要があります。

3. 次のコマンドを実行して、ソース PVC を作成した namespace に PVC を作成します。

```
$ oc create -f <file_name> -n <namespace>
```

#### 検証

- ボリュームクローンが作成されたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get pvc -n <namespace>
```

#### 出力例

NAME	STATUS	VOLUME	CAPACITY	ACCESS MODES
lvm-block-1-clone	Bound	pvc-e90169a8-fd71-4eea-93b8-817155f60e47	1Gi	RWO
lvms-vg1	5s			

#### 4.12.4.11.3. ボリュームクロンの削除

ボリュームクローンを削除できます。



#### 重要

永続ボリューム要求 (PVC) を削除すると、LVM Storage はソース永続ボリューム要求 (PVC) のみを削除し、PVC のクローンは削除しません。

## 前提条件

- **cluster-admin** パーミッションを持つユーザーとして OpenShift Container Platform にアクセスできる。

## 手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。
2. 次のコマンドを実行して、クローン作成された PVC を削除します。

```
# oc delete pvc <clone_pvc_name> -n <namespace>
```

## 検証

- ボリュームクローンが削除されたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get pvc -n <namespace>
```

削除されたボリュームクローンは、このコマンドの出力には存在しません。

### 4.12.4.12. LVM Storage の更新

LVM Storage を更新して、OpenShift Container Platform バージョンとの互換性を確保できます。

## 前提条件

- OpenShift Container Platform クラスタが更新されている。
- 以前のバージョンの LVM Storage がインストールされている。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つアカウントを使用してクラスタにアクセスできる。

## 手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。
2. 次のコマンドを実行して、LVM Storage のインストール時に作成した **Subscription** カスタムリソース (CR) を更新します。

```
$ oc patch subscription lvms-operator -n openshift-storage --type merge --patch '{"spec": {"channel": "<update_channel>"}}' 1
```

- 1** **<update\_channel>** を、インストールする LVM Storage のバージョンに置き換えます。たとえば、**stable-4.16** などです。

3. 次のコマンドを実行して、更新イベントを表示し、インストールが完了していることを確認します。

```
$ oc get events -n openshift-storage
```

## 出力例

```

...
8m13s    Normal  RequirementsUnknown  clusterserviceversion/lvms-operator.v4.16
requirements not yet checked
8m11s    Normal  RequirementsNotMet   clusterserviceversion/lvms-operator.v4.16 one
or more requirements couldn't be found
7m50s    Normal  AllRequirementsMet   clusterserviceversion/lvms-operator.v4.16 all
requirements found, attempting install
7m50s    Normal  InstallSucceeded     clusterserviceversion/lvms-operator.v4.16 waiting
for install components to report healthy
7m49s    Normal  InstallWaiting       clusterserviceversion/lvms-operator.v4.16 installing:
waiting for deployment lvms-operator to become ready: deployment "lvms-operator" waiting
for 1 outdated replica(s) to be terminated
7m39s    Normal  InstallSucceeded     clusterserviceversion/lvms-operator.v4.16 install
strategy completed with no errors
...

```

## 検証

- 次のコマンドを実行して、LVM Storage のバージョンを確認します。

```
$ oc get subscription lvms-operator -n openshift-storage -o jsonpath='{.status.installedCSV}'
```

## 出力例

```
lvms-operator.v4.16
```

## 4.12.4.13. LVM Storage の監視

クラスターモニタリングを有効にするには、LVM Storage をインストールした namespace に次のラベルを追加する必要があります。

```
openshift.io/cluster-monitoring=true
```



## 重要

RHACM でクラスターモニタリングを有効化する方法の詳細は、[可観測性](#) と [カスタムメトリクスの追加](#) を参照してください。

## 4.12.4.13.1. メトリクス

メトリクスを表示することで、LVM Storage を監視できます。

次の表は、**topolvm** メトリクスについて説明しています。

表4.7 **topolvm** メトリクス

アラート	説明
<b>topolvm_thinpool_data_percent</b>	LVM シンプルで使用されているデータ領域の割合を示します。

アラート	説明
<b>topolvm_thinpool_metadata_percent</b>	LVM シンプルで使用されているメタデータ領域の割合を示します。
<b>topolvm_thinpool_size_bytes</b>	LVM シンプルのサイズをバイト単位で示します。
<b>topolvm_volumegroup_available_bytes</b>	LVM ボリュームグループ内の利用可能な領域をバイト単位で示します。
<b>topolvm_volumegroup_size_bytes</b>	LVM ボリュームグループのサイズをバイト単位で示します。
<b>topolvm_thinpool_overprovisioned_available</b>	LVM シンプルの利用可能なオーバプロビジョニングサイズをバイト単位で示します。



### 注記

メトリクスは 10 分ごとに、または変更 (シンプルに新しい論理ボリュームが作成されるなど) があったときに更新されます。

#### 4.12.4.13.2. アラート

シンプルとボリュームグループが最大ストレージ容量に達すると、それ以降の操作は失敗します。これにより、データ損失が発生する可能性があります。

LVM Storage は、シンプルとボリュームグループの使用量が特定の値を超えると、次のアラートを送信します。

表4.8 LVM Storage アラート

アラート	説明
<b>VolumeGroupUsageAtThresholdNearFull</b>	このアラートは、ボリュームグループとシンプルの両方の使用量がノード上で 75% を超えるとトリガーされます。データの削除またはボリュームグループの拡張が必要です。
<b>VolumeGroupUsageAtThresholdCritical</b>	このアラートは、ボリュームグループとシンプルの両方の使用量がノード上で 85% を超えるとトリガーされます。この場合、ボリュームグループは、かなりいっぱいになっています。データの削除またはボリュームグループの拡張が必要です。

アラート	説明
<b>ThinPoolDataUsageAtThresholdNearFull</b>	このアラートは、ボリュームグループ内のシンプールのデータ使用量がノード上で 75% を超えるとトリガーされます。データの削除またはシンプールの拡張が必要です。
<b>ThinPoolDataUsageAtThresholdCritical</b>	このアラートは、ボリュームグループ内のシンプールのデータ使用量がノード上で 85% を超えるとトリガーされます。データの削除またはシンプールの拡張が必要です。
<b>ThinPoolMetaDataUsageAtThresholdNearFull</b>	このアラートは、ボリュームグループ内のシンプールのメタデータ使用量がノード上で 75% を超えるとトリガーされます。データの削除またはシンプールの拡張が必要です。
<b>ThinPoolMetaDataUsageAtThresholdCritical</b>	このアラートは、ボリュームグループ内のシンプールのメタデータ使用量がノード上で 85% を超えるとトリガーされます。データの削除またはシンプールの拡張が必要です。

#### 4.12.4.14. CLI を使用した LVM Storage のインストール

OpenShift CLI (**oc**) を使用して LVM ストレージをアンインストールできます。

##### 前提条件

- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとして **oc** にログインしている。
- LVM Storage によってプロビジョニングされた永続ボリューム要求 (PVC)、ボリュームスナップショット、およびボリュームクローンが削除されている。これらのリソースを使用しているアプリケーションも削除されている。
- **LVMCluster** カスタムリソース (CR) が削除されている。

##### 手順

1. 次のコマンドを実行して、LVM Storage Operator の **currentCSV** の値を取得します。

```
$ oc get subscription.operators.coreos.com lvms-operator -n <namespace> -o yaml | grep currentCSV
```

##### 出力例

```
currentCSV: lvms-operator.v4.15.3
```

2. 次のコマンドを実行して、サブスクリプションを削除します。

```
$ oc delete subscription.operators.coreos.com lvms-operator -n <namespace>
```

### 出力例

```
subscription.operators.coreos.com "lvms-operator" deleted
```

3. 次のコマンドを実行して、ターゲット namespace 内の LVM Storage Operator の CSV を削除します。

```
$ oc delete clusterserviceversion <currentCSV> -n <namespace> 1
```

- 1** <currentCSV> は、LVM Storage Operator の **currentCSV** 値に置き換えます。

### 出力例

```
clusterserviceversion.operators.coreos.com "lvms-operator.v4.15.3" deleted
```

### 検証

- LVM Storage Operator がアンインストールされたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get csv -n <namespace>
```

LVM Storage Operator が正常にアンインストールされた場合、このコマンドの出力には表示されません。

#### 4.12.4.15. Web コンソールを使用した LVM ストレージのアンインストール

OpenShift Container Platform Web コンソールを使用して LVM Storage をアンインストールできます。

#### 前提条件

- **cluster-admin** パーミッションを持つユーザーとして OpenShift Container Platform にアクセスできる。
- LVM Storage によってプロビジョニングされた永続ボリューム要求 (PVC)、ボリュームスナップショット、およびボリュームクローンが削除されている。これらのリソースを使用しているアプリケーションも削除されている。
- **LVMCluster** カスタムリソース (CR) が削除されている。

#### 手順

1. OpenShift Container Platform Web コンソールにログインします。
2. **Operators** → **Installed Operators** をクリックします。
3. **openshift-storage** namespace で **LVM Storage** をクリックします。
4. **Details** タブをクリックします。

5. **Actions** メニューから、**Uninstall Operator** を選択します。
6. オプション: プロンプトが表示されたら、**Delete all operand instances for this operator** チェックボックスを選択して、LVM Storage のオペランドインスタンスを削除します。
7. **Uninstall** をクリックします。

#### 4.12.4.16. RHACM を使用してインストールされた LVM Storage のアンインストール

RHACM を使用してインストールした LVM Storage をアンインストールするには、LVM Storage のインストールと設定用に作成した RHACM **Policy** カスタムリソース (CR) を削除する必要があります。

##### 前提条件

- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとして RHACM クラスターにアクセスできる。
- LVM Storage によってプロビジョニングされた永続ボリューム要求 (PVC)、ボリュームスナップショット、およびボリュームクローンが削除されている。これらのリソースを使用しているアプリケーションも削除されている。
- RHACM を使用して作成した **LVMCluster** CR を削除した。

##### 手順

1. OpenShift CLI (**oc**) にログインします。
2. 次のコマンドを使用して、LVM Storage のインストールと設定用に作成した RHACM **Policy** CR を削除します。

```
$ oc delete -f <policy> -n <namespace> ❶
```

❶ **<policy>** は、**Policy** CR YAML ファイルの名前に置き換えます。

3. LVM Storage をアンインストールするための設定を含む **Policy** CR YAML ファイルを作成します。

##### LVM Storage をアンインストールするための Policy CR の例

```
apiVersion: apps.open-cluster-management.io/v1
kind: PlacementRule
metadata:
  name: placement-uninstall-lvms
spec:
  clusterConditions:
    - status: "True"
      type: ManagedClusterConditionAvailable
  clusterSelector:
    matchExpressions:
      - key: mykey
        operator: In
        values:
          - myvalue
  ---
apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
```

```
kind: PlacementBinding
metadata:
  name: binding-uninstall-lvms
placementRef:
  apiGroup: apps.open-cluster-management.io
  kind: PlacementRule
  name: placement-uninstall-lvms
subjects:
- apiGroup: policy.open-cluster-management.io
  kind: Policy
  name: uninstall-lvms
---
apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
kind: Policy
metadata:
  annotations:
    policy.open-cluster-management.io/categories: CM Configuration Management
    policy.open-cluster-management.io/controls: CM-2 Baseline Configuration
    policy.open-cluster-management.io/standards: NIST SP 800-53
  name: uninstall-lvms
spec:
  disabled: false
  policy-templates:
  - objectDefinition:
    apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
    kind: ConfigurationPolicy
    metadata:
      name: uninstall-lvms
    spec:
      object-templates:
      - complianceType: mustnothave
        objectDefinition:
          apiVersion: v1
          kind: Namespace
          metadata:
            name: openshift-storage
      - complianceType: mustnothave
        objectDefinition:
          apiVersion: operators.coreos.com/v1
          kind: OperatorGroup
          metadata:
            name: openshift-storage-operatorgroup
            namespace: openshift-storage
          spec:
            targetNamespaces:
            - openshift-storage
      - complianceType: mustnothave
        objectDefinition:
          apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
          kind: Subscription
          metadata:
            name: lvms-operator
            namespace: openshift-storage
          remediationAction: enforce
          severity: low
    - objectDefinition:
```

```

apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
kind: ConfigurationPolicy
metadata:
  name: policy-remove-lvms-crds
spec:
  object-templates:
  - complianceType: mustnothave
    objectDefinition:
      apiVersion: apiextensions.k8s.io/v1
      kind: CustomResourceDefinition
      metadata:
        name: logicalvolumes.topolvm.io
  - complianceType: mustnothave
    objectDefinition:
      apiVersion: apiextensions.k8s.io/v1
      kind: CustomResourceDefinition
      metadata:
        name: lvmclusters.lvm.topolvm.io
  - complianceType: mustnothave
    objectDefinition:
      apiVersion: apiextensions.k8s.io/v1
      kind: CustomResourceDefinition
      metadata:
        name: lvmvolumegroupnodestatuses.lvm.topolvm.io
  - complianceType: mustnothave
    objectDefinition:
      apiVersion: apiextensions.k8s.io/v1
      kind: CustomResourceDefinition
      metadata:
        name: lvmvolumegroups.lvm.topolvm.io
  remediationAction: enforce
  severity: high

```

4. 次のコマンドを実行して **Policy** CR を作成します。

```
$ oc create -f <policy> -ns <namespace>
```

#### 4.12.4.17. must-gather を使用したログファイルおよび診断情報のダウンロード

LVM Storage が問題を自動的に解決できない場合、must-gather ツールを使用してログファイルと診断情報を収集し、ユーザーまたは Red Hat サポートが問題を確認して解決策を決定できるようにします。

##### 手順

- LVM Storage クラスターに接続されているクライアントから **must-gather** コマンドを実行します。

```
$ oc adm must-gather --image=registry.redhat.io/lvms4/lvms-must-gather-rhel9:v4.16 --dest-dir=<directory_name>
```

##### 関連情報

- [must-gather ツールについて](#)

#### 4.12.4.18. 永続ストレージのトラブルシューティング

論理ボリュームマネージャー (LVM) ストレージを使用して永続ストレージを設定するときに、トラブルシューティングが必要ないいくつかの問題が発生する可能性があります。

##### 4.12.4.18.1. 保留状態でスタックしている PVC を調査する

永続ボリューム要求 (PVC) は、次の理由により **Pending** 状態のままになることがあります。

- コンピューティングリソースが足りない
- ネットワークの問題
- ストレージクラスまたはノードセレクターが一致していない
- 利用可能な永続ボリューム (PV) がない
- PV を持つノードが **Not Ready** 状態にある

##### 前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとして OpenShift CLI (**oc**) にログインしている。

##### 手順

1. 次のコマンドを実行して、PVC のリストを取得します。

```
$ oc get pvc
```

##### 出力例

```
NAME      STATUS   VOLUME   CAPACITY   ACCESS MODES   STORAGECLASS   AGE
lvms-test Pending                lvms-vg1     11s
```

2. 次のコマンドを実行して、**Pending** 状態のままになっている PVC に関連するイベントを検査します。

```
$ oc describe pvc <pvc_name> 1
```

- 1** <pvc\_name> を PVC の名前に置き換えます。たとえば、**lvms-vg1** です。

##### 出力例

```
Type    Reason           Age           From           Message
----    -
Warning ProvisioningFailed 4s (x2 over 17s) persistentvolume-controller
storageclass.storage.k8s.io "lvms-vg1" not found
```

##### 4.12.4.18.2. ストレージクラスがない状態からの回復

**storage class not found** というエラーが発生した場合は、**LVMCluster** カスタムリソース (CR) をチェックし、すべての論理ボリュームマネージャー (LVM) ストレージ Pod が **Running** 状態であることを確認します。

#### 前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとして OpenShift CLI (**oc**) にログインしている。

#### 手順

1. 以下のコマンドを実行して、**LVMCluster** CR が存在することを確認します。

```
$ oc get lvmcluster -n openshift-storage
```

#### 出力例

```
NAME          AGE
my-lvmcluster 65m
```

2. **LVMCluster** CR が存在しない場合は、**LVMCluster** CR を作成します。詳細は、「**LVMCluster** カスタムリソースを作成する方法」を参照してください。
3. **openshift-storage** namespace で、次のコマンドを実行して、すべての LVM ストレージ Pod が **Running** 状態であることを確認します。

```
$ oc get pods -n openshift-storage
```

#### 出力例

```
NAME                                READY STATUS RESTARTS  AGE
lvms-operator-7b9fb858cb-6nsml     3/3   Running  0         70m
topolvm-controller-5dd9cf78b5-7wwr2 5/5   Running  0         66m
topolvm-node-dr26h                  4/4   Running  0         66m
vg-manager-r6zdv                    1/1   Running  0         66m
```

このコマンドの出力には、以下の Pod の実行中のインスタンスが含まれている必要があります。

- **lvms-operator**
- **vg-manager**

設定ファイルの読み込み中に **vg-manager** Pod が停止する場合は、LVM ストレージが使用できるディスクが見つからないことが原因です。この問題のトラブルシューティングに必要な情報を取得するには、以下のコマンドを実行して **vg-manager** Pod のログを確認します。

```
$ oc logs -l app.kubernetes.io/component=vg-manager -n openshift-storage
```

#### 関連情報

- [LVMCluster カスタムリソースについて](#)

- [LVMCluster カスタムリソースを作成する方法](#)

#### 4.12.4.18.3. ノード障害からの回復

クラスター内のノード障害が原因で、永続ボリューム要求 (PVC) が **Pending** 状態のままになることがあります。

障害が発生したノードを特定するには、**topolvm-node** Pod の再起動回数を調べることができます。再起動回数の増加は、基礎となるノードに潜在的な問題があることを示しており、さらなる調査とトラブルシューティングが必要になる場合があります。

##### 前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとして OpenShift CLI (**oc**) にログインしている。

##### 手順

- 次のコマンドを実行して、**topolvm-node** Pod インスタンスの再起動回数を調べます。

```
$ oc get pods -n openshift-storage
```

##### 出力例

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
lvms-operator-7b9fb858cb-6nsml	3/3	Running	0	70m
topolvm-controller-5dd9cf78b5-7wwr2	5/5	Running	0	66m
topolvm-node-dr26h	4/4	Running	0	66m
topolvm-node-54as8	4/4	Running	0	66m
topolvm-node-78fft	4/4	Running	17 (8s ago)	66m
vg-manager-r6zdv	1/1	Running	0	66m
vg-manager-990ut	1/1	Running	0	66m
vg-manager-an118	1/1	Running	0	66m

##### 次のステップ

- ノードの問題を解決した後も PVC が **Pending** 状態のままになっている場合は、強制クリーンアップを実行する必要があります。詳細は、「[強制クリーンアップの実行](#)」を参照してください。

##### 関連情報

- [強制クリーンアップの実行](#)

#### 4.12.4.18.4. ディスク障害からの回復

永続ボリューム要求 (PVC) に関連するイベントの検査中にエラーメッセージが表示された場合は、基になるボリュームまたはディスクに問題がある可能性があります。

ディスクおよびボリュームのプロビジョニングの問題が発生すると、**Failed to provision volume with storage class <storage\_class\_name>** などの一般的なエラーメッセージが表示されます。一般的なエラーメッセージの後には、特定のボリューム障害のエラーメッセージが続きます。

以下の表は、ボリューム障害のエラーメッセージについて説明しています。

表4.9 ボリューム障害のエラーメッセージ

エラーメッセージ	説明
<b>Failed to check volume existence</b>	ボリュームがすでに存在するかどうかを確認する際に問題が発生したことを示します。ボリューム検証の失敗は、ネットワーク接続の問題やその他の障害によって発生する可能性があります。
<b>Failed to bind volume</b>	使用可能な永続ボリューム (PV) が PVC の要件と一致しない場合、ボリュームのバインドに失敗する可能性があります。
<b>FailedMount</b> または <b>FailedAttachVolume</b>	このエラーは、ボリュームをノードにマウントしようとしたときに問題が発生したことを示します。ディスクに障害が発生した場合、Pod が PVC を使用しようとしたときにこのエラーが表示されることがあります。
<b>FailedUnMount</b>	このエラーは、ノードからボリュームをアンマウントしようとしたときに問題が発生したことを示します。ディスクに障害が発生した場合、Pod が PVC を使用しようとしたときにこのエラーが表示されることがあります。
<b>Volume is already exclusively attached to one node and cannot be attached to another</b>	このエラーは、 <b>ReadWriteMany</b> アクセスモードをサポートしていないストレージソリューションで発生する可能性があります。

#### 前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとして OpenShift CLI (**oc**) にログインしている。

#### 手順

1. 次のコマンドを実行して、PVC に関連付けられたイベントを検査します。

```
$ oc describe pvc <pvc_name> ❶
```

❶ **<pvc\_name>** を PVC の名前に置き換えます。

2. 問題が発生しているホストへの直接接続を確立します。
3. ディスクの問題を解決します。

#### 次のステップ

- ディスクの問題を解決した後もボリューム障害メッセージが続く場合や再発する場合は、強制クリーンアップを実行する必要があります。詳細は、「強制クリーンアップの実行」を参照してください。

## 関連情報

- [強制クリーンアップの実行](#)

### 4.12.4.18.5. 強制クリーンアップの実行

トラブルシューティング手順を完了した後もディスクまたはノード関連の問題が解決しない場合は、強制クリーンアップを実行する必要があります。強制クリーンアップは、永続的な問題に対処し、論理ボリュームマネージャー (LVM) ストレージが確実に適切に機能するために使用されます。

## 前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとして OpenShift CLI (**oc**) にログインしている。
- LVM ストレージを使用して作成されたすべての永続ボリューム要求 (PVC) が削除されている。
- LVM ストレージを使用して作成された PVC を使用している Pod を停止している。

## 手順

1. 次のコマンドを実行して、**openshift-storage** namespace に切り替えます。

```
$ oc project openshift-storage
```

2. 以下のコマンドを実行して、**LogicalVolume** カスタムリソース (CR) が存在するか確認します。

```
$ oc get logicalvolume
```

- a. **LogicalVolume** CR が存在する場合は、以下のコマンドを実行して削除します。

```
$ oc delete logicalvolume <name> ①
```

- ① **<name>** を **LogicalVolume** CR の名前に置き換えます。

- b. **LogicalVolume** CR を削除した後、以下のコマンドを実行してファイナライザーを削除します。

```
$ oc patch logicalvolume <name> -p '{"metadata":{"finalizers":[]}}' --type=merge ①
```

- ① **<name>** を **LogicalVolume** CR の名前に置き換えます。

3. 以下のコマンドを実行して、**LVMVolumeGroup** CR が存在するか確認します。

```
$ oc get lvmvolume group
```

- a. **LVMVolumeGroup** CR が存在する場合は、以下のコマンドを実行して削除します。

```
$ oc delete lvmvolume group <name> ❶
```

- ❶ <name> を **LVMVolumeGroup** CR の名前に置き換えます。

- b. **LVMVolumeGroup** CR を削除した後、以下のコマンドを実行してファイナライザーを削除します。

```
$ oc patch lvmvolume group <name> -p '{"metadata":{"finalizers":[]}}' --type=merge ❶
```

- ❶ <name> を **LVMVolumeGroup** CR の名前に置き換えます。

4. 以下のコマンドを実行して、**LVMVolumeGroupNodeStatus** CR を削除します。

```
$ oc delete lvmvolume group node status --all
```

5. 次のコマンドを実行して、**LVMCluster** CR を削除します。

```
$ oc delete lvmcluster --all
```

- a. **LVMCluster** CR を削除した後、以下のコマンドを実行してファイナライザーを削除します。

```
$ oc patch lvmcluster <name> -p '{"metadata":{"finalizers":[]}}' --type=merge ❶
```

- ❶ <name> を **LVMCluster** CR の名前に置き換えます。

## 第5章 CONTAINER STORAGE INTERFACE (CSI) の使用

### 5.1. CSI ボリュームの設定

Container Storage Interface (CSI) により、OpenShift Container Platform は [CSI インターフェイス](#) を永続ストレージとして実装するストレージバックエンドからストレージを使用できます。



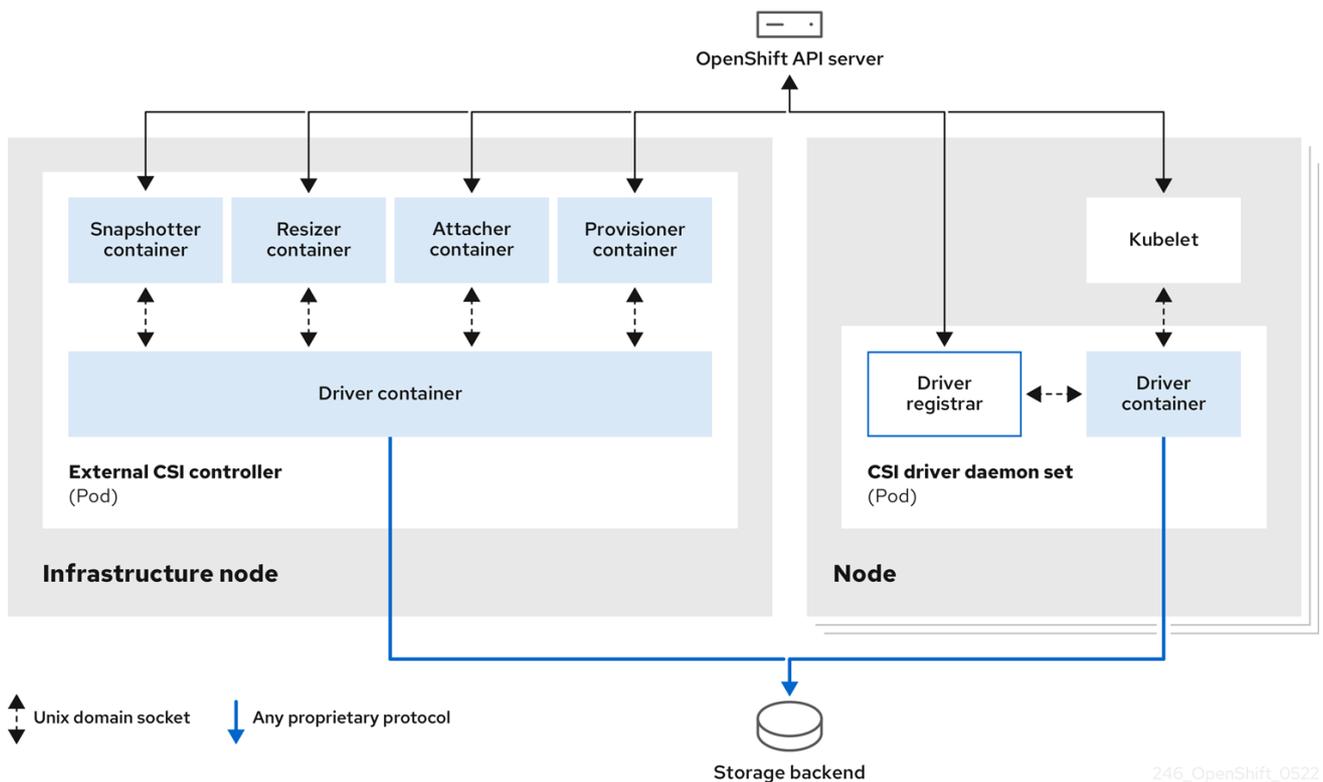
**注記**

OpenShift Container Platform 4.16 は、[CSI 仕様](#) のバージョン 1.6.0 をサポートします。

#### 5.1.1. CSI アーキテクチャー

CSI ドライバーは通常、コンテナイメージとして提供されます。これらのコンテナは、実行先の OpenShift Container Platform を認識しません。OpenShift Container Platform でサポートされる CSI 互換のストレージバックエンドを使用するには、クラスター管理者は、OpenShift Container Platform とストレージドライバーの橋渡しとして機能するコンポーネントを複数デプロイする必要があります。

以下の図では、OpenShift Container Platform クラスターの Pod で実行されるコンポーネントの俯瞰図を示しています。



246\_OpenShift\_0522

異なるストレージバックエンドに対して複数の CSI ドライバーを実行できます。各ドライバーには、独自の外部コントローラーのデプロイメントおよびドライバーと CSI レジストラを含んだデーモンセットが必要です。

##### 5.1.1.1. 外部の CSI コントローラー

外部の CSI コントローラーは、5つのコンテナを含む1つまたは複数の Pod を配置するデプロイメントです。

- スナップショットコンテナは、**VolumeSnapshot** オブジェクトおよび **VolumeSnapshotContent** オブジェクトを監視し、**VolumeSnapshotContent** オブジェクトの作成および削除を担当します。
- リサイザーコンテナは、**PersistentVolumeClaim** オブジェクトでより多くのストレージを要求した場合に、**PersistentVolumeClaim** の更新を監視し、CSI エンドポイントに対して **ControllerExpandVolume** 操作をトリガーするサイドカーコンテナです。
- OpenShift Container Platform からの **attach** および **detach** の呼び出しを適切な CSI ドライバーへの **ControllerPublish** および **ControllerUnpublish** 呼び出しに変換する外部の CSI アタッチャーコンテナ。
- OpenShift Container Platform からの **provision** および **delete** 呼び出しを適切な CSI ドライバーへの **CreateVolume** および **DeleteVolume** 呼び出しに変換する外部の CSI プロビジョナーコンテナ。
- CSI ドライバーコンテナ。

CSI アタッチャーおよび CSI プロビジョナーコンテナは、Unix Domain Socket を使用して、CSI ドライバーコンテナと通信し、CSI の通信が Pod 外に出ないようにします。CSI ドライバーは Pod 外からはアクセスできません。



#### 注記

通常、**attach**、**detach**、**provision**、および **delete** 操作では、CSI ドライバーがストレージバックエンドに対する認証情報を使用する必要があります。CSI コントローラー Pod をインフラストラクチャーノードで実行し、コンピューターノードで致命的なセキュリティ違反が発生した場合でも認証情報がユーザープロセスに漏洩されないようにします。



#### 注記

外部のアタッチャーは、サードパーティーの **attach** または **detach** 操作をサポートしない CSI ドライバーに対しても実行する必要があります。外部のアタッチャーは、CSI ドライバーに対して **ControllerPublish** または **ControllerUnpublish** 操作を実行しません。ただし、必要な OpenShift Container Platform 割り当て API を実装できるように依然として実行する必要があります。

### 5.1.1.2. CSI ドライバーのデーモンセット

CSI ドライバーのデーモンセットは、OpenShift Container Platform が CSI ドライバーによって提供されるストレージをノードにマウントして、永続ボリューム (PV) としてユーザーワークロード (Pod) で使用できるように、全ノードで Pod を実行します。CSI ドライバーがインストールされた Pod には、以下のコンテナが含まれます。

- ノード上で実行中の **openshift-node** サービスに CSI ドライバーを登録する CSI ドライバーレジスラー。このノードで実行中の **openshift-node** プロセスは、ノードで利用可能な Unix Domain Socket を使用して CSI ドライバーに直接接続します。
- CSI ドライバー

ノードにデプロイされた CSI ドライバーには、ストレージバックエンドへの認証情報をできる限り少なく指定する必要があります。OpenShift Container Platform は、**NodePublish/NodeUnpublish** および **NodeStage/NodeUnstage** (実装されている場合) などの CSI 呼び出しのノードプラグインセットのみを使用します。

### 5.1.2. OpenShift Container Platform でサポートされる CSI ドライバー

OpenShift Container Platform はデフォルトで特定の CSI ドライバーをインストールし、In-tree(インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なユーザーストレージオプションを提供します。

これらのサポートされるストレージセットにマウントする CSI でプロビジョニングされた永続ボリュームを作成するには、OpenShift Container Platform は必要な CSI Driver Operator、CSI ドライバー、および必要なストレージクラスをインストールします。Operator およびドライバーのデフォルト namespace の詳細は、特定の CSI Driver Operator のドキュメントを参照してください。



**重要**

AWS EFS および GCP Filestore CSI ドライバーは、デフォルトではインストールされないため、手動でインストールする必要があります。AWS EFS CSI ドライバーのインストール手順は、[AWS Elastic File Service CSI Driver Operator のセットアップ](#) を参照してください。GCP Filestore CSI ドライバーのインストール手順については、[Google Compute Platform Filestore CSI Driver Operator](#) を参照してください。

以下の表は、OpenShift Container Platform でサポートされる OpenShift Container Platform とともにインストールされる CSI ドライバーと、ボリュームスナップショットやサイズ変更などのサポート対象 CSI 機能について説明します。



**重要**

CSI ドライバーが以下の表に記載されていない場合は、CSI ストレージベンダーが提供するインストール手順に従って、サポートされている CSI 機能を使用する必要があります。

表5.1 OpenShift Container Platform でサポートされる CSI ドライバーおよび機能

CSI ドライバー	CSI ボリュームスナップショット	CSI のクローン作成	CSI のサイズ変更	インラインの一時ボリューム
AWS EBS	■		■	
AWS EFS				
Google Compute Platform (GCP) persistent disk (PD)	■	■	■	
GCP Filestore	■		■	
IBM Power® 仮想サーバーブロック			■	
IBM Cloud® Block	■ <sup>[3]</sup>		■ <sup>[3]</sup>	

CSI ドライバー	CSI ボリュームスナップショット	CSI のクローン作成	CSI のサイズ変更	インラインの一時ボリューム
LVM Storage	■	■	■	
Microsoft Azure Disk	■	■	■	
Microsoft Azure Stack Hub	■	■	■	
Microsoft Azure File		■ <sup>[4]</sup>	■	■
OpenStack Cinder	■	■	■	
OpenShift Data Foundation	■	■	■	
OpenStack Manila	■			
Shared Resource				■
CIFS/SMB		■		
VMware vSphere	■ <sup>[1]</sup>		■ <sup>[2]</sup>	

1.

- vCenter Server と ESXi の両方に、vSphere バージョン 7.0 Update 3 以降が必要です。
- ファイル共有ボリュームはサポートされません。

2.

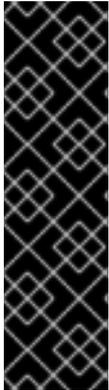
- オフラインボリューム拡張: 必要な vSphere の最低バージョンは 6.7 Update 3 P06 です。
- オンラインボリューム拡張: 必要な vSphere の最低バージョンは 7.0 Update 2 です。

3.

- オフラインスナップショットまたはサイズ変更はサポートされていません。ボリュームは、実行中の Pod にアタッチする必要があります。

4.

- Azure ファイルのクローン作成では、NFS プロトコルはサポートされません。SMB プロトコルを使用する **azurefile-csi** ストレージクラスをサポートします。
- Azure ファイルのクローン作成はテクノロジープレビュー機能です。



### 重要

Azure File CSI クローン作成はテクノロジープレビュー機能のみです。テクノロジープレビュー機能は、Red Hat 製品サポートのサービスレベルアグリーメント (SLA) の対象外であり、機能的に完全ではない場合があります。Red Hat は、実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビュー機能は、最新の製品機能をいち早く提供して、開発段階で機能のテストを行いフィードバックを提供していただくことを目的としています。

Red Hat のテクノロジープレビュー機能のサポート範囲に関する詳細は、[テクノロジープレビュー機能のサポート範囲](#) を参照してください。

### 5.1.3. 動的プロビジョニング

永続ストレージの動的プロビジョニングは、CSI ドライバーおよび基礎となるストレージバックエンドの機能により異なります。CSI ドライバーのプロバイダーは、OpenShift Container Platform でのストレージクラスの作成方法および設定に利用されるパラメーターについての文書を作成する必要があります。

作成されたストレージクラスは、動的プロビジョニングを有効にするために設定できます。

#### 手順

- デフォルトのストレージクラスを作成します。これにより、特殊なストレージクラスを必要としないすべての PVC がインストールされた CSI ドライバーでプロビジョニングされます。

```
# oc create -f - << EOF
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: <storage-class> ①
  annotations:
    storageclass.kubernetes.io/is-default-class: "true"
provisioner: <provisioner-name> ②
parameters:
EOF
```

- ① 作成されるストレージクラスの名前。
- ② インストールされている CSI ドライバーの名前。

### 5.1.4. CSI ドライバーの使用例

以下の例では、テンプレートを変更せずにデフォルトの MySQL テンプレートをインストールします。

#### 前提条件

- CSI ドライバーがデプロイされている。

- 動的プロビジョニング用にストレージクラスが作成されている。

#### 手順

- MySQL テンプレートを作成します。

```
# oc new-app mysql-persistent
```

#### 出力例

```
--> Deploying template "openshift/mysql-persistent" to project default
...
```

```
# oc get pvc
```

#### 出力例

NAME	STATUS	VOLUME	CAPACITY
ACCESS MODES	STORAGECLASS	AGE	
mysql	Bound	kubernetes-dynamic-pv-3271fcb4e1811e8	1Gi
RWO	cinder	3s	

### 5.1.5. ボリュームポピュレーター

ボリュームポピュレーターは、永続ボリュームクレーム (PVC) 仕様の **datasource** フィールドを使用して、事前に入力されたボリュームを作成します。

ボリュームの作成は現在有効になっており、テクノロジープレビュー機能としてサポートされています。ただし、OpenShift Container Platform にはボリュームポピュレーターは同梱されていません。

#### 重要

ボリュームポピュレーターはテクノロジープレビュー機能のみです。テクノロジープレビュー機能は、Red Hat 製品サポートのサービスレベルアグリーメント (SLA) の対象外であり、機能的に完全ではない場合があります。Red Hat は、実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビュー機能は、最新の製品機能をいち早く提供して、開発段階で機能のテストを行いフィードバックを提供していただくことを目的としています。

Red Hat のテクノロジープレビュー機能のサポート範囲に関する詳細は、[テクノロジープレビュー機能のサポート範囲](#) を参照してください。

ボリュームポピュレーターの詳細は、[Kubernetes ボリュームポピュレーター](#) を参照してください。

## 5.2. CSI インラインの一時ボリューム

Container Storage Interface (CSI) のインライン一時ボリュームを使用すると、Pod のデプロイ時にインラインの一時ボリュームを作成し、Pod の破棄時にそれらを削除する **Pod** 仕様を定義できます。

この機能は、サポートされている Container Storage Interface (CSI) ドライバーでのみ利用できます。

- Shared Resource CSI ドライバー

- Azure File CSI ドライバー
- Secrets Store CSI ドライバー

### 5.2.1. CSI インラインの一時ボリュームの概要

従来は、Container Storage Interface (CSI) ドライバーでサポートされるボリュームは **PersistentVolume** および **PersistentVolumeClaim** オブジェクトの組み合わせでのみ使用できます。

この機能により、**PersistentVolume** オブジェクトではなく、**Pod** 仕様に CSI ボリュームを直接指定できます。インラインボリュームは一時的なボリュームであり、Pod の再起動後は永続化されません。

#### 5.2.1.1. サポートの制限

デフォルトで、OpenShift Container Platform は以下の制限下で CSI インラインの一時ボリュームのクローン作成をサポートします。

- サポートは CSI ドライバーでのみ利用可能です。in-tree (インツリー) および FlexVolumes はサポートされません。
- 共有リソース CSI ドライバーは、テクノロジープレビュー機能として、複数の namespace にまたがる **Secrets** または **ConfigMap** にアクセスするためだけに、インラインのエフェメラルボリュームを使用することをサポートします。
- コミュニティまたはストレージベンダーは、これらのボリュームをサポートする他の CSI ドライバーを提供します。CSI ドライバーのプロバイダーが提供するインストール手順に従います。

CSI ドライバーは、**Ephemeral** 機能を含む、インラインボリューム機能を実装していない可能性があります。詳細は、CSI ドライバーのドキュメントを参照してください。



#### 重要

Shared Resource CSI Driver は、テクノロジープレビュー機能としてのみ提供されます。テクノロジープレビュー機能は、Red Hat 製品サポートのサービスレベルアグリーメント (SLA) の対象外であり、機能的に完全ではない場合があります。Red Hat は、実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビュー機能は、最新の製品機能をいち早く提供して、開発段階で機能のテストを行いフィードバックを提供していただくことを目的としています。

Red Hat のテクノロジープレビュー機能のサポート範囲に関する詳細は、[テクノロジープレビュー機能のサポート範囲](#) を参照してください。

### 5.2.2. CSI Volume Admission プラグイン

Container Storage Interface (CSI) Volume Admission プラグインを使用すると、Pod アドミッション時に CSI 一時ボリュームをプロビジョニングできる個別の CSI ドライバーの使用を制限できます。管理者は **csi-ephemeral-volume-profile** ラベルを追加できます。このラベルは Admission プラグインによって検査され、施行、警告、監査の決定に使用されます。

#### 5.2.2.1. 概要

CSI Volume Admission プラグインを使用するには、管理者は **security.openshift.io/csi-ephemeral-volume-profile** ラベルを **CSIDriver** オブジェクトに追加します。これは、CSI 一時ボリュームを提供するために使用される CSI ドライバーの有効な Pod セキュリティプロファイルを次のように宣言しま

す。次の例に示されています。

```
kind: CSIDriver
metadata:
  name: csi.mydriver.company.org
labels:
  security.openshift.io/csi-ephemeral-volume-profile: restricted ❶
```

- ❶ **csi-ephemeral-volume-profile** ラベルが `restricted` に設定された CSI ドライバーオブジェクト YAML ファイル

この有効なプロファイルは、Pod の namespace が Pod のセキュリティ標準によって管理されている場合に、Pod が CSI ドライバーを使用して CSI 一時ボリュームをマウントできることを伝えます。

CSI Volume Admission プラグインは、Pod の作成時に Pod ボリュームを検査します。CSI ボリュームを使用する既存の Pod は影響を受けません。Pod がコンテナストレージインターフェイス (CSI) ボリュームを使用する場合、プラグインは **CSIDriver** オブジェクトを検索して **csi-ephemeral-volume-profile** ラベルを検査し、そのラベルの値を適用、警告、および監査の決定に使用します。

### 5.2.2.2. Pod セキュリティープロファイルの適用

CSI ドライバーに **csi-ephemeral-volume-profile** ラベルが付いている場合、CSI ドライバーを使用して CSI 一時ボリュームをマウントする Pod は、同等以上のアクセス許可の Pod セキュリティー標準を強制する namespace で実行する必要があります。namespace がより制限的な標準を適用する場合、CSI Volume Admission プラグインは受付を拒否します。以下の表は、指定のラベル値に対するさまざまな Pod セキュリティープロファイルの適用動作について説明しています。

表5.2 Pod セキュリティープロファイルの適用

Pod セキュリティープロファイル	ドライバーラベル: <code>restricted</code>	ドライバーラベル: <code>baseline</code>	ドライバーラベル: <code>privileged</code>
Restricted	Allowed	Denied	Denied
Baseline	Allowed	Allowed	Denied
Privileged	Allowed	Allowed	Allowed

### 5.2.2.3. Pod セキュリティープロファイルの警告

CSI Volume Admission プラグインは、CSI ドライバーの有効なプロファイルが Pod namespace の Pod セキュリティー警告プロファイルよりも許容度が高い場合に警告できます。次の表は、指定されたラベル値のさまざまな Pod セキュリティープロファイルで警告がいつ発生するかを示しています。

表5.3 Pod セキュリティープロファイルの警告

Pod セキュリティープロファイル	ドライバーラベル: restricted	ドライバーラベル: baseline	ドライバーラベル: privileged
Restricted	No warning	Warning	Warning
Baseline	No warning	No warning	Warning
Privileged	No warning	No warning	No warning

#### 5.2.2.4. Pod セキュリティープロファイル監査

CSI ボリュームの受付プラグインは、CSI ドライバーの有効なプロファイルが Pod namespace の Pod セキュリティー監査プロファイルよりも許容されている場合に、監査アノテーションを Pod に適用できます。以下の表は、指定のラベル値のさまざまな Pod セキュリティープロファイルに適用される監査アノテーションを示しています。

表5.4 Pod セキュリティープロファイル監査

Pod セキュリティープロファイル	ドライバーラベル: restricted	ドライバーラベル: baseline	ドライバーラベル: privileged
Restricted	No audit	Audit	Audit
Baseline	No audit	No audit	Audit
Privileged	No audit	No audit	No audit

#### 5.2.2.5. CSI Volume Admission プラグインのデフォルト動作

CSI エフェメラルボリュームの参照 CSI ドライバーに **csi-ephemeral-volume-profile** ラベルがない場合、CSI Volume Admission プラグインは、ドライバーに強制、警告、および監査動作の特権プロファイルがあると見なされます。同様に、Pod の namespace に Pod セキュリティーアドミッションラベルが設定されていない場合、受付プラグインは restricted プロファイルが強制、警告、および監査の決定について許可されていると見なします。そのため、ラベルが設定されていない場合、その CSI ドライバーを使用する CSI 一時ボリュームはデフォルトで特権付き namespace でのみ利用できます。

OpenShift Container Platform に同梱され、一時ボリュームをサポートする CSI ドライバーには、**csi-ephemeral-volume-profile** ラベルの妥当なデフォルトセットがあります。

- Shared Resource CSI ドライバー: restricted
- Azure File CSI ドライバー: privileged

管理者は、必要に応じてラベルのデフォルト値を変更できます。

#### 5.2.3. Pod 仕様への CSI インライン一時ボリュームの埋め込み

CSI インラインの一時ボリュームを OpenShift Container Platform の **Pod** 仕様に埋め込むことができます。ランタイム時に、ネストされたインラインボリュームは、関連付けられた Pod の一時的なライフサイクルに従うため、CSI ドライバーは Pod の作成および破棄時にボリューム操作のすべてのフェーズをすべて処理できます。

#### 手順

1. **Pod** オブジェクト定義を作成し、これをファイルに保存します。
2. CSI インラインの一時ボリュームをファイルに埋め込みます。

#### my-csi-app.yaml

```
kind: Pod
apiVersion: v1
metadata:
  name: my-csi-app
spec:
  containers:
    - name: my-frontend
      image: busybox
      volumeMounts:
        - mountPath: "/data"
          name: my-csi-inline-vol
      command: [ "sleep", "1000000" ]
  volumes: ①
    - name: my-csi-inline-vol
      csi:
        driver: inline.storage.kubernetes.io
        volumeAttributes:
          foo: bar
```

- ① Pod で使用されるボリュームの名前。

3. 直前のステップで保存したオブジェクト定義ファイルを作成します。

```
$ oc create -f my-csi-app.yaml
```

#### 5.2.4. 関連情報

- [Pod セキュリティー標準](#)

### 5.3. SHARED RESOURCE CSI DRIVER OPERATOR

クラスター管理者は、OpenShift Container Platform で Shared Resource CSI Driver を使用して、**Secret** または **ConfigMap** オブジェクトの内容が含まれるインライン一時ボリュームをプロビジョニングできます。これにより、ボリュームマウントを公開する Pod および他の Kubernetes タイプ、ならびに OpenShift Container Platform Builds は、クラスター内の namespace 全体でそれらのオブジェクトの内容を安全に使用できます。そのために、現在、**SharedSecret** カスタムリソース (**Secret** オブジェクト用) および **SharedConfigMap** カスタムリソース **ConfigMap** オブジェクト用) という 2 種類の共有リソースがあります。



## 重要

Shared Resource CSI Driver は、テクノロジープレビュー機能としてのみ提供されます。テクノロジープレビュー機能は、Red Hat 製品サポートのサービスレベルアグリーメント (SLA) の対象外であり、機能的に完全ではない場合があります。Red Hat は、実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビュー機能は、最新の製品機能をいち早く提供して、開発段階で機能のテストを行いフィードバックを提供していただくことを目的としています。

Red Hat のテクノロジープレビュー機能のサポート範囲に関する詳細は、[テクノロジープレビュー機能のサポート範囲](#) を参照してください。



## 注記

Shared Resource CSI Driver を有効にするには、[フィーチャーゲートを使用して機能を有効にする](#) する必要があります。

### 5.3.1. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

### 5.3.2. namespace 間でのシークレットの共有

クラスター内の namespace 間でシークレットを共有するには、共有する **Secret** オブジェクトの **SharedSecret** カスタムリソース (CR) インスタンスを作成します。

#### 前提条件

次のアクションを実行するためのパーミッションがある。

- cluster スコープレベルで **sharedsecrets.sharedresource.openshift.io** カスタムリソース定義 (CRD) のインスタンスを作成する。
- クラスター内の namespace 全体でロールおよびロールバインディングを管理し、これらのインスタンスを取得、リスト表示、監視できるユーザーを制御する。
- ロールおよびロールバインディングを管理し、Pod で指定されたサービスアカウントが、使用する **SharedSecret** CR インスタンスを参照する Container Storage Interface (CSI) ボリュームをマウントできるかどうかを制御する。
- 共有する Secret が含まれる namespace にアクセスする。

#### 手順

- クラスター内の namespace 間で共有する **Secret** オブジェクトの **SharedSecret** CR インスタンスを作成します。

```
$ oc apply -f - <<EOF
apiVersion: sharedresource.openshift.io/v1alpha1
kind: SharedSecret
metadata:
```

```

name: my-share
spec:
  secretRef:
    name: <name of secret>
    namespace: <namespace of secret>
EOF

```

### 5.3.3. Pod での SharedSecret インスタンスの使用

Pod から **SharedSecret** カスタムリソース (CR) インスタンスにアクセスするには、その **SharedSecret** CR インスタンスを使用するための、特定のサービスアカウント RBAC パーミッションを付与します。

#### 前提条件

- クラスタ内の namespace 間で共有する Secret の **SharedSecret** CR インスタンスを作成している。
- 次のアクションを実行するためのパーミッションがある。
  - **oc get sharedsecrets** コマンドを入力し、空でないリストを取得して、使用可能な **SharedSecret** CR インスタンスを見つけます。
  - Pod が指定するサービスアカウントが、指定された **SharedSecret** CR インスタンスの使用を許可されているかどうかを判断します。つまり、**oc adm policy who-can use <identifier of specific SharedSecret>** 実行して、namespace のサービスアカウントが一覧に表示されるかどうかを確認できます。
  - Pod が指定するサービスアカウントが **csi** ボリュームの使用を許可されているかどうか、または Pod を直接作成したリクエストユーザーとして **csi** ボリュームの使用が許可されているかどうかを確認します。詳細については、Pod セキュリティーアドミッションの理解と管理を参照してください。



#### 注記

このリストの最後の 2 つの前提条件のいずれも満たされない場合は、**SharedSecret** CR インスタンスを検出し、サービスアカウントを有効にして **SharedSecret** CR インスタンスを使用できるように、必要なロールベースアクセス制御 (RBAC) を作成するか、誰かに依頼して作成します。

#### 手順

1. YAML コンテンツと共に **oc apply** を使用して、その Pod で **SharedSecret** CR インスタンスを使用するための、特定のサービスアカウント RBAC パーミッションを付与します。



#### 注記

現在、**kubectl** と **oc** には、**use** 動詞を Pod セキュリティーを中心としたロールに制限する特別な場合のロジックがハードコーディングされています。したがって、**oc create role ...** を使用して、**SharedSecret** CR インスタンスの使用に必要なロールを作成することはできません。

```

$ oc apply -f - <<EOF
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1

```

```

kind: Role
metadata:
  name: shared-resource-my-share
  namespace: my-namespace
rules:
  - apiGroups:
    - sharedresource.openshift.io
  resources:
    - sharedsecrets
  resourceNames:
    - my-share
  verbs:
    - use
EOF

```

2. **oc** コマンドを使用して、ロールに関連付けられた **RoleBinding** を作成します。

```

$ oc create rolebinding shared-resource-my-share --role=shared-resource-my-share --
serviceaccount=my-namespace:builder

```

3. Pod から **SharedSecret** CR インスタンスにアクセスします。

```

$ oc apply -f - <<EOF
kind: Pod
apiVersion: v1
metadata:
  name: my-app
  namespace: my-namespace
spec:
  serviceAccountName: default

# containers omitted .... Follow standard use of 'volumeMounts' for referencing your shared
resource volume

  volumes:
    - name: my-csi-volume
      csi:
        readOnly: true
        driver: csi.sharedresource.openshift.io
        volumeAttributes:
          sharedSecret: my-share
EOF

```

#### 5.3.4. namespace 間での設定マップの共有

クラスター内の namespace 間で設定マップを共有するには、その設定マップの **SharedConfigMap** カスタムリソース (CR) インスタンスを作成します。

##### 前提条件

次のアクションを実行するためのパーミッションがある。

- cluster スコープレベルで **sharedconfigmaps.sharedresource.openshift.io** カスタムリソース定義 (CRD) のインスタンスを作成する。

- クラスター内の namespace 全体でロールおよびロールバインディングを管理し、これらのインスタンスを取得、リスト表示、監視できるユーザーを制御する。
- クラスター内の namespace 全体でロールおよびロールバインディングを管理し、Container Storage Interface (CSI) ボリュームをマウントする Pod のどのサービスアカウントが、それらのインスタンスを使用できるかを制御する。
- 共有する Secret が含まれる namespace にアクセスする。

## 手順

1. クラスター内の namespace 間で共有する設定マップの **SharedConfigMap** CR インスタンスを作成します。

```
$ oc apply -f - <<EOF
apiVersion: sharedresource.openshift.io/v1alpha1
kind: SharedConfigMap
metadata:
  name: my-share
spec:
  configMapRef:
    name: <name of configmap>
    namespace: <namespace of configmap>
EOF
```

### 5.3.5. Pod での SharedConfigMap インスタンスの使用

#### 次のステップ

Pod から **SharedConfigMap** カスタムリソース (CR) インスタンスにアクセスするには、その **SharedConfigMap** CR インスタンスを使用するための、特定のサービスアカウント RBAC パーミッションを付与します。

#### 前提条件

- クラスター内の namespace 間で共有する設定マップの **SharedConfigMap** CR インスタンスを作成している。
- 次のアクションを実行するためのパーミッションがある。
  - **oc get sharedconfigmaps** コマンドを入力し、空でないリストを取得して、使用可能な **SharedConfigMap** CR インスタンスを検出します。
  - Pod が指定するサービスアカウントが、指定された **SharedSecret** CR インスタンスの使用を許可されているかどうかを判断します。つまり、**oc adm policy who-can use <identifier of specific SharedSecret>** 実行して、namespace のサービスアカウントが一覧に表示されるかどうかを確認できます。
  - Pod が指定するサービスアカウントが **csi** ボリュームの使用を許可されているかどうか、または Pod を直接作成したリクエストユーザーとして **csi** ボリュームの使用が許可されているかどうかを確認します。詳細は、「Pod セキュリティーアドミッションの理解と管理」を参照してください。



## 注記

このリストの最後の2つの前提条件のいずれも満たされない場合は、**SharedConfigMap** CR インスタンスを検出し、サービスアカウントを有効にして **SharedConfigMap** CR インスタンスを使用できるように、必要なロールベースアクセス制御 (RBAC) を作成するか、誰かに依頼して作成します。

## 手順

1. YAML コンテンツと共に **oc apply** を使用して、その Pod で **SharedConfigMap** CR インスタンスを使用するための、特定のサービスアカウント RBAC パーミッションを付与します。



## 注記

現在、**kubectl** と **oc** には、**use** 動詞を Pod セキュリティーを中心としたロールに制限する特別な場合のロジックがハードコーディングされています。したがって、**oc create role ...** を使用して、**SharedConfigMap** CR インスタンスの使用に必要なロールを作成することはできません。

```
$ oc apply -f - <<EOF
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: Role
metadata:
  name: shared-resource-my-share
  namespace: my-namespace
rules:
  - apiGroups:
    - sharedresource.openshift.io
    resources:
    - sharedconfigmaps
    resourceNames:
    - my-share
    verbs:
    - use
EOF
```

2. **oc** コマンドを使用して、ロールに関連付けられた **RoleBinding** を作成します。

```
oc create rolebinding shared-resource-my-share --role=shared-resource-my-share --
serviceaccount=my-namespace:builder
```

3. Pod から **SharedConfigMap** CR インスタンスにアクセスします。

```
$ oc apply -f - <<EOF
kind: Pod
apiVersion: v1
metadata:
  name: my-app
  namespace: my-namespace
spec:
  serviceAccountName: default

# containers omitted .... Follow standard use of 'volumeMounts' for referencing your shared
resource volume
```

```
volumes:
- name: my-csi-volume
  csi:
    readOnly: true
    driver: csi.sharedresource.openshift.io
    volumeAttributes:
      sharedConfigMap: my-share
```

EOF

### 5.3.6. Shared Resource CSI Driver に対するその他のサポート制限

Shared Resource CSI Driver には、以下の重要な制限があります。

- ドライバーは、Container Storage Interface (CSI) のインライン一時ボリュームの制限の対象となります。
- **readOnly** フィールドの値は **true** である必要があります。**Pod** の作成時に、**readOnly** が **false** の場合、検証受付 Webhook は Pod の作成を拒否します。なんらかの理由で検証用アドミッション Webhook に接続できない場合、Pod の起動中のボリュームプロビジョニングで、ドライバーは kubelet にエラーを返します。**readOnly** が **true** であることを要求することは、アップストリームの Kubernetes CSI ドライバーが関連するボリュームに SELinux ラベルを適用するための提案されたベストプラクティスに沿っています。
- ドライバーは、**tmpfs** ボリュームしかサポートしないため、**FSType** フィールドを無視します。
- ドライバーは **NodePublishSecretRef** フィールドを無視します。代わりに、ドライバーは **use** 動詞で **SubjectAccessReviews** を使用して、Pod が **SharedSecret** または **SharedConfigMap** カスタムリソース (CR) インスタンスが含まれるボリュームを取得できるかどうかを評価します。
- 名前が **openshift** で始まる **SharedSecret** または **SharedConfigMap** カスタムリソース (CR) インスタンスを作成することはできません。

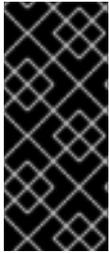
### 5.3.7. 共有リソース Pod ボリュームの VolumeAttributes に関する追加情報

以下の属性は、さまざまな形で共有リソース Pod ボリュームに影響を及ぼします。

- **volumeAttributes** プロパティの **refreshResource** 属性。
- Shared Resource CSI Driver 設定の **refreshResources** 属性。
- **volumeAttributes** プロパティの **sharedSecret** および **sharedConfigMap** 属性。

#### 5.3.7.1. refreshResource 属性

Shared Resource CSI Driver は、ボリュームの **volumeAttributes** プロパティの **refreshResource** 属性を尊重します。この属性は、Pod 起動の一環としてボリュームが初回にプロビジョニングされた後に、基礎となる **Secret** または **ConfigMap** オブジェクトの内容に対する更新がボリュームにコピーされるかどうかを制御します。**refreshResource** のデフォルト値は **true** です。これは、コンテンツが更新されることを意味します。



## 重要

Shared Resource CSI Driver 設定により、共有 **SharedSecret** および **SharedConfigMap** カスタムリソース (CR) インスタンス両方の更新が無効にされている場合、**volumeAttribute** プロパティの **refreshResource** 属性は影響を及ぼしません。この属性の目的は、更新が一般的に許可されている場合に、特定のボリュームマウントの更新を無効にすることです。

### 5.3.7.2. refreshResources 属性

グローバルスイッチを使用して、共有リソースの更新を有効または無効にできます。このスイッチは Shared Resource CSI Driver の **csi-driver-shared-resource-config** 設定マップの **refreshResources** 属性で、**openshift-cluster-csi-drivers** namespace で確認できます。この **refreshResources** 属性を **false** に設定する場合、ボリュームに保存されている **Secret** または **ConfigMap** オブジェクト関連のコンテンツは、ボリュームの初回プロビジョニング後に更新されません。



## 重要

この Shared Resource CSI Driver 設定を使用して更新を無効にすると、ボリュームの **volumeAttributes** プロパティの **refreshResource** 属性に関係なく、Shared Resource CSI Driver を使用するすべてのクラスターのボリュームマウントが影響を受けます。

### 5.3.7.3. Pod の共有リソースボリュームをプロビジョニングする前の volumeAttributes の検証

1つのボリュームの **volumeAttributes** で、**sharedSecret** または **sharedConfigMap** 属性いずれかの値を、**SharedSecret** または **SharedConfigMap** CS インスタンスの値に設定する必要があります。設定しないと、Pod の起動時にボリュームがプロビジョニングされる際に、検証でそのボリュームの **volumeAttributes** がチェックされ、以下の条件下では kubelet にエラーが返されます。

- **sharedSecret** および **sharedConfigMap** 属性の両方に値が指定されている。
- **sharedSecret** および **sharedConfigMap** 属性の両方に値が指定されていない。
- **sharedSecret** または **sharedConfigMap** 属性の値が、クラスター内の **SharedSecret** または **SharedConfigMap** CR インスタンスの名前に対応していない。

### 5.3.8. 共有リソース、Insights Operator、および OpenShift Container Platform Builds 間のインテグレーション

共有リソース、Insights Operator、および OpenShift Container Platform Builds 間のインテグレーションにより、Red Hat サブスクリプション (RHEL エンタイトルメント) を OpenShift Container Platform Builds で簡単に使用できます。

従来、OpenShift Container Platform 4.9.x 以前では、認証情報を手動でインポートし、ビルドを実行している各プロジェクトまたは namespace にコピーしていました。

OpenShift Container Platform 4.10 以降では、OpenShift Container Platform Builds では、共有リソースおよび Insights Operator によって提供される単純なコンテンツアクセス機能を参照して、Red Hat サブスクリプション (RHEL エンタイトルメント) を使用できるようになりました。

- シンプルなコンテンツアクセス機能は、サブスクリプションの認証情報を、既知の **Secret** オブジェクトにインポートします。以下の「関連情報」セクションのリンクを参照してください。
- クラスター管理者は、その **Secret** オブジェクトに関する **SharedSecret** カスタムリソース (CR) インスタンスを作成し、特定のプロジェクトまたは namespace にパーミッションを付与

します。特に、クラスター管理者は、その **SharedSecret** CR インスタンスを使用するための、**builder** サービスアカウントパーミッションを付与します。

- それらのプロジェクトまたは namespace 内で実行されるビルドは、**SharedSecret** CR インスタンスおよびそのエンタイトルメントが適用された RHEL コンテンツを参照する CSI Volume をマウントできます。

#### 関連情報

- [Insights Operator](#) を使用した単純なコンテンツアクセス証明書のインポート
- [ビルドシークレットとしてのサブスクリプションエンタイトルメントの追加](#)

## 5.4. CSI ボリュームスナップショット

本書では、サポートされる Container Storage Interface (CSI) ドライバーでボリュームスナップショットを使用して、OpenShift Container Platform でデータ損失から保護する方法について説明します。[永続ボリューム](#) についてある程度理解していることが推奨されます。

### 5.4.1. CSI ボリュームスナップショットの概要

スナップショットは、特定の時点におけるクラスター内のストレージボリュームの状態を表します。ボリュームスナップショットは新規ボリュームのプロビジョニングに使用できます。

OpenShift Container Platform は、デフォルトで Container Storage Interface (CSI) ボリュームスナップショットをサポートします。ただし、特定の CSI ドライバーが必要です。

CSI ボリュームのスナップショットを使用して、クラスター管理者は以下を行うことができます。

- スナップショットをサポートするサードパーティーの CSI ドライバーをデプロイします。
- 既存のボリュームスナップショットから永続ボリューム要求 (PVC) を新たに作成します。
- 既存の PVC のスナップショットを作成します。
- スナップショットを別の PVC として復元します。
- 既存のボリュームスナップショットを削除します。

CSI ボリュームスナップショットを使用すると、アプリケーション開発者は以下を行うことができます。

- ボリュームスナップショットは、アプリケーションレベルまたはクラスターレベルのストレージバックアップソリューションを開発するためのビルディングブロックとして使用します。
- 迅速に直前の開発バージョンにロールバックします。
- 毎回フルコピーを作成する必要がないため、ストレージをより効率的に使用できます。

ボリュームスナップショットを使用する場合は、以下の点に注意してください。

- サポートは CSI ドライバーでのみ利用可能です。in-tree (インツリー) および FlexVolumes はサポートされません。
- OpenShift Container Platform には一部の CSI ドライバーのみが同梱されます。OpenShift Container Platform ドライバー Operator によって提供されない CSI ドライバーについては、[コ](#)

コミュニティまたはストレージベンダーが提供する CSI ドライバーを使用することが推奨されます。CSI ドライバーのプロバイダーが提供するインストール手順に従います。

- CSI ドライバーは、ボリュームのスナップショット機能を実装している場合もあれば、実装していない場合もあります。ボリュームスナップショットのサポートを提供している CSI ドライバーは、**csi-external-snapshotter** サイドカーコンテナを使用する可能性があります。詳細は、CSI ドライバーで提供されるドキュメントを参照してください。

## 5.4.2. CSI スナップショットコントローラーおよびサイドカー

OpenShift Container Platform は、コントロールプレーンにデプロイされるスナップショットコントローラーを提供します。さらに、CSI ドライバーベンダーは、CSI ドライバーのインストール時にインストールされるヘルパーコンテナとして CSI スナップショットサイドカーコンテナを提供します。

CSI スナップショットコントローラーおよびサイドカーは、OpenShift Container Platform API を使用してボリュームのスナップショットを提供します。これらの外部コンポーネントはクラスターで実行されます。

外部コントローラーは CSI スナップショットコントローラー Operator によってデプロイされます。

### 5.4.2.1. 外部コントローラー

CSI スナップショットコントローラーは **VolumeSnapshot** および **VolumeSnapshotContent** オブジェクトをバインドします。コントローラーは、**VolumeSnapshotContent** オブジェクトを作成し、削除して動的プロビジョニングを管理します。

### 5.4.2.2. 外部サイドカー

CSI ドライバーベンダーは、**csi-external-snapshotter** サイドカーを提供します。これは、CSI ドライバーでデプロイされる別のヘルパーコンテナです。サイドカーは、**CreateSnapshot** および **DeleteSnapshot** 操作をトリガーしてスナップショットを管理します。ベンダーが提供するインストールの手順に従います。

## 5.4.3. CSI スナップショットコントローラー Operator について

CSI スナップショットコントローラー Operator は **openshift-cluster-storage-operator** namespace で実行されます。これは、デフォルトですべてのクラスターの Cluster Version Operator (CVO) によってインストールされます。

CSI スナップショットコントローラー Operator は、**openshift-cluster-storage-operator** namespace で実行される CSI スナップショットコントローラーをインストールします。

### 5.4.3.1. ボリュームスナップショット CRD

OpenShift Container Platform のインストール時に、CSI スナップショットコントローラー Operator は、**snapshot.storage.k8s.io/v1** API グループに以下のスナップショットのカスタムリソース定義 (CRD) を作成します。

#### VolumeSnapshotContent

クラスター管理者がプロビジョニングしたクラスター内のボリュームのスナップショット。

**PersistentVolume** オブジェクトと同様に、**VolumeSnapshotContent** CRD はストレージバックエンドの実際のスナップショットを参照するクラスターリソースです。

手動でプロビジョニングされたスナップショットの場合、クラスター管理者は多くの **VolumeSnapshotContent** CRD を作成します。これらには、ストレージシステム内の実際のボリュームスナップショットの詳細が含まれます。

**VolumeSnapshotContent** CRD には namespace が使用されず、これはクラスター管理者によって使用されるものです。

## VolumeSnapshot

**PersistentVolumeClaim** オブジェクトと同様に、**VolumeSnapshot** CRD はスナップショットの開発者要求を定義します。CSI スナップショットコントローラー Operator は、適切な **VolumeSnapshotContent** CRD で **VolumeSnapshot** CRD のバインディングを処理する CSI スナップショットコントローラーを実行します。バインディングは1対1のマッピングです。

**VolumeSnapshot** CRD には namespace が使用されます。開発者は、CRD をスナップショットの個別の要求として使用します。

## VolumeSnapshotClass

クラスター管理者は、**VolumeSnapshot** オブジェクトに属する異なる属性を指定できます。これらの属性は、ストレージシステムの同じボリュームで作成されるスナップショット間で異なる場合があります。この場合、それらは永続ボリューム要求 (PVC) の同じストレージクラスを使用して表現できません。

**VolumeSnapshotClass** CRD は、スナップショットの作成時に使用する **csi-external-snapshotter** サイドカーのパラメーターを定義します。これにより、ストレージバックエンドは、複数のオプションがサポートされる場合に動的に作成するスナップショットの種類を認識できます。

動的にプロビジョニングされるスナップショットは **VolumeSnapshotClass** CRD を使用して、スナップショットの作成時に使用するストレージプロバイダー固有のパラメーターを指定します。

**VolumeSnapshotContentClass** CRD には namespace が使用されず、クラスター管理者がストレージバックエンドのグローバル設定オプションを有効にするために使用します。

### 5.4.4. ボリュームスナップショットのプロビジョニング

スナップショットをプロビジョニングする方法は、動的な方法と手動による方法の2種類があります。

#### 5.4.4.1. 動的プロビジョニング

既存のスナップショットを使用する代わりに、スナップショットを永続ボリューム要求 (PVC) から動的に取得するように要求できます。パラメーターは **VolumeSnapshotClass** CRD を使用して指定されます。

#### 5.4.4.2. 手動プロビジョニング

クラスター管理者は、多数の **VolumeSnapshotContent** オブジェクトを手動で事前にプロビジョニングできます。これらは、クラスターユーザーが利用できる実際のボリュームのスナップショットの詳細を保持します。

### 5.4.5. ボリュームスナップショットの作成

**VolumeSnapshot** オブジェクトを作成すると、OpenShift Container Platform はボリュームスナップショットを作成します。

前提条件

- 実行中の OpenShift Container Platform クラスターにログインしている。
- **VolumeSnapshot** オブジェクトをサポートする CSI ドライバーを使用して作成される PVC。
- ストレージバックエンドをプロビジョニングするストレージクラス。
- スナップショットの作成に使用する必要のある永続ボリューム要求 (PVC) を使用している Pod はありません。



### 警告

Pod によって使用されている PVC のボリュームスナップショットを作成すると、書き込まれていないデータやキャッシュされたデータがスナップショットから除外される可能性があります。すべてのデータがディスクに確実に書き込まれるようにするには、PVC を使用している Pod を削除してから、スナップショットを作成してください。

## 手順

ボリュームのスナップショットを動的に作成するには、以下を実行します。

1. 以下の YAML によって記述される **VolumeSnapshotClass** オブジェクトを使用してファイルを作成します。

### volumesnapshotclass.yaml

```
apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
kind: VolumeSnapshotClass
metadata:
  name: csi-hostpath-snap
driver: hostpath.csi.k8s.io 1
deletionPolicy: Delete
```

- 1** この **VolumeSnapshotClass** オブジェクトのスナップショットを作成するために使用される CSI ドライバーの名前。名前は、スナップショットが作成される PVC に対応するストレージクラスの **Provisioner** フィールドと同じである必要があります。



### 注記

永続ストレージの設定に使用したドライバーによっては、追加のパラメーターが必要になる場合があります。既存の **VolumeSnapshotClass** オブジェクトを使用することもできます。

2. 以下のコマンドを実行して、直前の手順で保存されたオブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f volumesnapshotclass.yaml
```

3. **VolumeSnapshot** オブジェクトを作成します。

## volumesnapshot-dynamic.yaml

```

apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
kind: VolumeSnapshot
metadata:
  name: mysnap
spec:
  volumeSnapshotClassName: csi-hostpath-snap ❶
  source:
    persistentVolumeClaimName: myclaim ❷

```

- ❶ ボリュームスナップショットによる特定クラスの要求。**volumeSnapshotClassName** 設定がなく、デフォルトのボリュームスナップショットクラスがある場合、スナップショットはデフォルトのボリュームスナップショットクラス名で作成されます。ただし、フィールドがなく、デフォルトのボリュームスナップショットクラスが存在しない場合には、スナップショットは作成されません。
- ❷ 永続ボリュームにバインドされる **PersistentVolumeClaim** オブジェクトの名前。これは、スナップショットの作成に使用する内容を定義します。スナップショットの動的プロビジョニングに必要です。

4. 以下のコマンドを実行して、直前の手順で保存されたオブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f volumesnapshot-dynamic.yaml
```

スナップショットを手動でプロビジョニングするには、以下を実行します。

1. 上記のようにボリュームスナップショットクラスを定義するだけでなく、**volumeSnapshotContentName** パラメーターの値をスナップショットのソースとして指定します。

## volumesnapshot-manual.yaml

```

apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
kind: VolumeSnapshot
metadata:
  name: snapshot-demo
spec:
  source:
    volumeSnapshotContentName: mycontent ❶

```

- ❶ 事前にプロビジョニングされたスナップショットには、**volumeSnapshotContentName** パラメーターが必要です。

2. 以下のコマンドを実行して、直前の手順で保存されたオブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f volumesnapshot-manual.yaml
```

## 検証

スナップショットがクラスターで作成されると、スナップショットに関する追加情報が利用可能になります。

1. 作成したボリュームスナップショットの詳細を表示するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc describe volumesnapshot mysnap
```

以下の例は、**mysnap** ボリュームスナップショットについての詳細を表示します。

#### volumesnapshot.yaml

```
apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
kind: VolumeSnapshot
metadata:
  name: mysnap
spec:
  source:
    persistentVolumeClaimName: myclaim
    volumeSnapshotClassName: csi-hostpath-snap
status:
  boundVolumeSnapshotContentName: snapcontent-1af4989e-a365-4286-96f8-
  d5dcd65d78d6 ❶
  creationTime: "2020-01-29T12:24:30Z" ❷
  readyToUse: true ❸
  restoreSize: 500Mi
```

- ❶ コントローラーによって作成された実際のストレージコンテンツへのポインター。
- ❷ スナップショットが作成された時間。スナップショットには、このタイミングで利用できるボリュームコンテンツが含まれます。
- ❸ 値が **true** に設定されている場合、スナップショットを使用して新規 PVC として復元できます。値が **false** に設定されている場合、スナップショットが作成されています。ただし、ストレージバックエンドは、スナップショットを新規ボリュームとして復元できるようにするために、追加のタスクを実行してスナップショットを使用できる状態にする必要があります。たとえば、Amazon Elastic Block Store データを別の低コストの場所に移動する場合があります、これには数分の時間がかかる可能性があります。

2. ボリュームのスナップショットが作成されたことを確認するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc get volumesnapshotcontent
```

実際のコンテンツへのポインターが表示されます。**boundVolumeSnapshotContentName** フィールドにデータが設定される場合、**VolumeSnapshotContent** オブジェクトが存在し、スナップショットが作成されています。

3. スナップショットの準備が完了していることを確認するには、**VolumeSnapshot** オブジェクトに **readyToUse: true** があることを確認します。

### 5.4.6. ボリュームスナップショットの削除

OpenShift Container Platform によるボリュームスナップショットの削除方法を設定できます。

手順

1. 以下の例のように、**VolumeSnapshotClass** オブジェクトで必要な削除ポリシーを指定します。

#### volumesnapshotclass.yaml

```
apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
kind: VolumeSnapshotClass
metadata:
  name: csi-hostpath-snap
driver: hostpath.csi.k8s.io
deletionPolicy: Delete ❶
```

- ❶ ボリュームスナップショットの削除時に **Delete** 値を設定すると、**VolumeSnapshotContent** オブジェクトと共に基礎となるスナップショットが削除されます。**Retain** 値を設定すると、基礎となるスナップショットと **VolumeSnapshotContent** オブジェクトの両方が残ります。**Retain** 値を設定し、対応する **VolumeSnapshotContent** オブジェクトを削除せずに **VolumeSnapshot** オブジェクトを削除すると、コンテンツは残ります。スナップショット自体はストレージバックエンドにも保持されます。

2. 以下のコマンドを入力してボリュームスナップショットを削除します。

```
$ oc delete volumesnapshot <volumesnapshot_name>
```

#### 出力例

```
volumesnapshot.snapshot.storage.k8s.io "mysnapshot" deleted
```

3. 削除ポリシーが **Retain** に設定されている場合は、以下のコマンドを入力してボリュームスナップショットのコンテンツを削除します。

```
$ oc delete volumesnapshotcontent <volumesnapshotcontent_name>
```

4. オプション: **VolumeSnapshot** オブジェクトが正常に削除されていない場合は、以下のコマンドを実行して残されているリソースのファイナライザーを削除し、削除操作を続行できるようにします。



#### 重要

永続ボリューム要求 (PVC) またはボリュームスナップショットのコンテンツのいずれかから **VolumeSnapshot** オブジェクトへの既存の参照がない場合にのみファイナライザーを削除します。**--force** オプションを使用する場合でも、すべてのファイナライザーが削除されるまで削除操作でスナップショットオブジェクトは削除されません。

```
$ oc patch -n $PROJECT volumesnapshot/$NAME --type=merge -p '{"metadata": {"finalizers": null}}'
```

#### 出力例

```
volumesnapshotclass.snapshot.storage.k8s.io "csi-ocs-rbd-snapclass" deleted
```

ファイナライザーが削除され、ボリュームスナップショットが削除されます。

### 5.4.7. ボリュームスナップショットの復元

**VolumeSnapshot** CRD コンテンツは、既存のボリュームを以前の状態に復元するために使用されます。

**VolumeSnapshot** CRD がバインドされ、**readyToUse** 値が **true** に設定された後に、そのリソースを使用して、スナップショットからのデータが事前に設定されている新規ボリュームをプロビジョニングできます。

#### 前提条件

- 実行中の OpenShift Container Platform クラスタにログインしている。
- ボリュームスナップショットをサポートする Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して作成される永続ボリューム要求 (PVC)。
- ストレージバックエンドをプロビジョニングするストレージクラス。
- ボリュームスナップショットが作成され、使用できる状態である。

#### 手順

1. 以下のように PVC に **VolumeSnapshot** データソースを指定します。

#### pvc-restore.yaml

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: myclaim-restore
spec:
  storageClassName: csi-hostpath-sc
  dataSource:
    name: mysnap ①
    kind: VolumeSnapshot ②
    apiGroup: snapshot.storage.k8s.io ③
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
```

- ① ソースとして使用するスナップショットを表す **VolumeSnapshot** オブジェクトの名前。
- ② **VolumeSnapshot** の値に設定する必要があります。
- ③ **snapshot.storage.k8s.io** の値に設定する必要があります。

2. 以下のコマンドを実行して PVC を作成します。

```
$ oc create -f pvc-restore.yaml
```

- 以下のコマンドを実行して、復元された PVC が作成されていることを確認します。

```
$ oc get pvc
```

**myclaim-restore** などの新規 PVC が表示されます。

#### 5.4.8. vSphere のスナップショットの最大数の変更

vSphere Container Storage Interface (CSI) のボリュームあたりのスナップショットのデフォルトの最大数は 3 です。1 ボリュームあたり最大 32 個まで変更できます。

ただし、スナップショットの最大値を増やすとパフォーマンスとのトレードオフが発生するため、パフォーマンスを向上させるには、ボリュームごとに 2-3 個のスナップショットのみを使用するようにしてください。

VMWare スナップショットのパフォーマンスに関する推奨事項の詳細は、[関連情報](#) を参照してください。

##### 前提条件

- 管理者権限でクラスターにアクセスできる。

##### 手順

- 次のコマンドを実行して、現在の config map を確認します。

```
$ oc -n openshift-cluster-csi-drivers get cm/vsphere-csi-config -o yaml
```

##### 出力例

```
apiVersion: v1
data:
  cloud.conf: |+
    # Labels with topology values are added dynamically via operator
    [Global]
    cluster-id = vsphere-01-cwv8p

    [VirtualCenter "vcenter.openshift.com"]
    insecure-flag      = true
    datacenters        = DEVQEdatacenter
    migration-datastore-url = ds:///vmfs/volumes/vsan:527320283a8c3163-2faa6dc5949a3a28/

kind: ConfigMap
metadata:
  creationTimestamp: "2024-03-06T09:46:40Z"
  name: vsphere-csi-config
  namespace: openshift-cluster-csi-drivers
  resourceVersion: "126687"
```

この例では、スナップショットのグローバル最大数は設定されていないため、デフォルト値の 3 が適用されます。

- 次のコマンドを実行してスナップショットの制限を変更します。

- **global** スナップショット制限を設定します。

```
$ oc patch clustercsidriver/csi.vsphere.vmware.com --type=merge -p '{"spec":
{"driverConfig":{"vSphere":{"globalMaxSnapshotsPerBlockVolume": 10}}}'
clustercsidriver.operator.openshift.io/csi.vsphere.vmware.com patched
```

この例では、グローバル制限が 10 に変更されます  
(**globalMaxSnapshotsPerBlockVolume** が 10 に設定されています)。

- 仮想ボリュームのスナップショット制限を設定します。  
このパラメーターは、仮想ボリュームデータストアのみに制限を設定します。仮想ボリュームの最大スナップショット制限は、設定されている場合はグローバル制約を上書きしますが、設定されていない場合はデフォルトでグローバル制限になります。

```
$ oc patch clustercsidriver/csi.vsphere.vmware.com --type=merge -p '{"spec":
{"driverConfig":{"vSphere":{"granularMaxSnapshotsPerBlockVolumeInVVOL": 5}}}'
clustercsidriver.operator.openshift.io/csi.vsphere.vmware.com patched
```

この例では、仮想ボリュームの制限が 5 に変更されます  
(**granularMaxSnapshotsPerBlockVolumeInVVOL** が 5 に設定されています)。

- **vSAN** スナップショットの制限を設定します。  
このパラメーターは、vSAN データストアのみに制限を設定します。vSAN の最大スナップショット制限は、設定されている場合はグローバル制約をオーバーライドしますが、設定されていない場合はデフォルトでグローバル制限になります。vSAN ESA セットアップでは、最大値 32 を設定できます。

```
$ oc patch clustercsidriver/csi.vsphere.vmware.com --type=merge -p '{"spec":
{"driverConfig":{"vSphere":{"granularMaxSnapshotsPerBlockVolumeInVSAN": 7}}}'
clustercsidriver.operator.openshift.io/csi.vsphere.vmware.com patched
```

この例では、vSAN 制限が 7 に変更されます  
(**granularMaxSnapshotsPerBlockVolumeInVSAN** が 7 に設定されています)。

## 検証

- 次のコマンドを実行して、行った変更が config map に反映されていることを確認します。

```
$ oc -n openshift-cluster-csi-drivers get cm/vsphere-csi-config -o yaml
```

## 出力例

```
apiVersion: v1
data:
  cloud.conf: |+
    # Labels with topology values are added dynamically via operator
    [Global]
    cluster-id = vsphere-01-cwv8p

    [VirtualCenter "vcenter.openshift.com"]
    insecure-flag      = true
    datacenters        = DEVQEdatacenter
    migration-datastore-url = ds:///vmfs/volumes/vsan:527320283a8c3163-2faa6dc5949a3a28/
```

```
[Snapshot]
global-max-snapshots-per-block-volume = 10 ❶

kind: ConfigMap
metadata:
  creationTimestamp: "2024-03-06T09:46:40Z"
  name: vsphere-csi-config
  namespace: openshift-cluster-csi-drivers
  resourceVersion: "127118"
  uid: f6968303-81d8-4048-99c1-d8211363d0fa
```

❶ **global-max-snapshots-per-block-volume** が10 に設定されました。

### 5.4.9. 関連情報

- [Best practices for using VMware snapshots in the vSphere environment](#)

## 5.5. CSI ボリュームのクローン作成

ボリュームのクローン作成により、既存の永続ボリュームが複製されます。これは OpenShift Container Platform におけるデータ損失からの保護に役立ちます。この機能は、サポートされている Container Storage Interface (CSI) ドライバーでのみ利用できます。CSI ボリュームクローンをプロビジョニングする前に、[永続ボリューム](#) について理解しておく必要があります。

### 5.5.1. CSI ボリュームのクローン作成の概要

Container Storage Interface (CSI) ボリュームクローンは、特定の時点における既存の永続ボリュームの複製です。

ボリュームのクローン作成はボリュームのスナップショットに似ていますが、より効率的な方法です。たとえば、クラスター管理者は、既存のクラスターボリュームの別のインスタンスを作成してクラスターボリュームを複製できます。

クローン作成により、バックエンドのデバイスでは、新規の空のボリュームが作成されるのではなく、指定したボリュームの複製が作成されます。動的プロビジョニングの後には、標準のボリュームを使用するのと同じように、ボリュームクローンを使用できます。

クローン作成に必要な新しい API オブジェクトはありません。**PersistentVolumeClaim** オブジェクトの既存の **dataSource** フィールドは、同じ namespace の既存の PersistentVolumeClaim の名前を許可できるように拡張されます。

#### 5.5.1.1. サポートの制限

デフォルトで、OpenShift Container Platform は以下の制限の下で CSI ボリュームのクローン作成をサポートします。

- 宛先永続ボリューム要求 (PVC) はソース PVC と同じ namespace に存在する必要があります。
- クローン作成は、別のストレージクラスでサポートされています。
  - 宛先ボリュームは、ソースと異なるストレージクラスでも同じにすることができます。
  - デフォルトのストレージクラスを使用し、**spec** で **storageClassName** を省略できます。

- サポートは CSI ドライバーでのみ利用可能です。in-tree (インツリー) および FlexVolumes はサポートされません。
- CSI ドライバーは、ボリュームのクローン作成機能を実装していない可能性もあります。詳細は、CSI ドライバーのドキュメントを参照してください。

### 5.5.2. CSI ボリュームクローンのプロビジョニング

CSI ボリュームクローンのプロビジョニングは、クローン作成された永続ボリューム要求 (PVC) API オブジェクトの作成によってトリガーされます。クローンは、他の永続ボリュームと同じルールに従って、別の PVC の内容を事前に設定します。例外として、同じ namespace の既存 PVC を参照する **dataSource** を追加する必要があります。

#### 前提条件

- 実行中の OpenShift Container Platform クラスタにログインしている。
- PVC がボリュームのクローン作成をサポートする CSI ドライバーを使用して作成されている。
- ストレージバックエンドが動的プロビジョニング用に設定されている。静的プロビジョナーのクローン作成のサポートは利用できません。

#### 手順

既存の PVC から PVC のクローンを作成するには、以下を実行します。

1. 以下の YAML によって記述される **PersistentVolumeClaim** オブジェクトを使用してファイルを作成し、保存します。

#### pvc-clone.yaml

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: pvc-1-clone
  namespace: mynamespace
spec:
  storageClassName: csi-cloning ❶
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 5Gi
  dataSource:
    kind: PersistentVolumeClaim
    name: pvc-1
```

- ❶ ストレージのバックエンドをプロビジョニングするストレージクラスの名前。デフォルトのストレージクラスを使用でき、**storageClassName** は仕様で省略できます。

2. 以下のコマンドを実行して、直前の手順で保存されたオブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f pvc-clone.yaml
```

新規の PVC **pvc-1-clone** が作成されます。

- 以下のコマンドを実行して、ボリュームクローンが作成され、準備状態にあることを確認します。

```
$ oc get pvc pvc-1-clone
```

**pvc-1-clone** は、これが **Bound** であることを示します。

これで、新たにクローン作成された PVC を使用して Pod を設定する準備が整いました。

- YAML によって記述される **Pod** オブジェクトと共にファイルを作成し、保存します。以下に例を示します。

```
kind: Pod
apiVersion: v1
metadata:
  name: mypod
spec:
  containers:
  - name: myfrontend
    image: dockerfile/nginx
    volumeMounts:
    - mountPath: "/var/www/html"
      name: mypd
  volumes:
  - name: mypd
    persistentVolumeClaim:
      claimName: pvc-1-clone ❶
```

❶ CSI ボリュームのクローン作成の操作時に作成されるクローン作成された PVC。

作成された **Pod** オブジェクトは、元の **dataSource** PVC とは別に、クローンされた PVC の使用、クローン、スナップショット、または削除を実行できるようになりました。

## 5.6. デフォルトストレージクラスの管理

### 5.6.1. 概要

デフォルトのストレージクラスを管理すると、複数の異なる目的を達成できます。

- 動的プロビジョニングを無効にして静的プロビジョニングを強制します。
- 他の優先ストレージクラスがある場合に、storage operator による最初のデフォルトストレージクラスの作成を阻止します。
- デフォルトのストレージクラスに名前を付け直すか変更します。

これらの目的を達成するには、**ClusterCSIDriver** オブジェクトの **spec.storageClassState** フィールドの設定を変更します。このフィールドで可能な設定は以下のとおりです。

- Managed:** (デフォルト) コンテナストレージインターフェイス (CSI) オペレーターがデフォルトのストレージクラスをアクティブに管理しているため、クラスター管理者によってデフォルトのストレージクラスに対して行われた手動変更のほとんどは削除され、デフォルトのストレージクラスは継続的に再作成されます。手動で削除しようとした。

- **Unmanaged:** デフォルトのストレージクラスを変更できます。CSI Operator はストレージクラスをアクティブに管理しないため、自動的に作成するデフォルトのストレージクラスを調整します。
- **Removed:** CSI Operator はデフォルトのストレージクラスを削除します。

デフォルトのストレージクラスの管理は、次の Container Storage Interface (CSI) ドライバー operator によってサポートされています。

- [Amazon Web Services \(AWS\) Elastic Block Storage \(EBS\)](#)
- [Azure Disk](#)
- [Azure File](#)
- [Google Cloud Platform \(GCP\) 永続ディスク \(PD\)](#)
- [IBM® VPC Block](#)
- [OpenStack Cinder](#)
- [VMware vSphere](#)

## 5.6.2. Web コンソールを使用したデフォルトのストレージクラスの管理

### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。
- クラスタ管理者権限でクラスタにアクセスできる。

### 手順

Web コンソールを使用してデフォルトのストレージクラスを管理するには、次の手順を実行します。

1. Web コンソールにログインします。
2. **Administration > CustomResourceDefinitions** をクリックします。
3. **CustomResourceDefinitions** ページで、**clustercsidriver** と入力して、**ClusterCSIDriver** オブジェクトを見つけます。
4. **ClusterCSIDriver** をクリックし、**Instances** タブをクリックします。
5. 目的のインスタンスの名前をクリックし、**YAML** タブをクリックします。
6. **spec.storageClassState** フィールドを追加し、値を **Managed**、**Unmanaged**、または **Removed** に設定します。

### 例

```
...
spec:
  driverConfig:
    driverType: "
  logLevel: Normal
  managementState: Managed
```

```
observedConfig: null
operatorLogLevel: Normal
storageClassState: Unmanaged ❶
...
```

- ❶ **spec.storageClassState** フィールドが Unmanaged に設定されている

7. Save をクリックします。

### 5.6.3. CLI を使用したデフォルトのストレージクラスの管理

前提条件

- クラスタ管理者権限でクラスタにアクセスできる。

手順

CLI を使用してストレージクラスを管理するには、次のコマンドを実行します。

```
oc patch clustercsidriver $DRIVERNAME --type=merge -p '{"spec":
{"storageClassState": "${STATE}"}' ❶
```

- ❶ ここで、**\${STATE}** は削除、管理、または非管理です。

**\$DRIVERNAME** はプロビジョナー名です。コマンド **oc get sc** を実行すると、プロビジョナー名を見つけることができます。

### 5.6.4. デフォルトのストレージクラスが存在しないか、複数のデフォルトストレージクラスがある

#### 5.6.4.1. 複数のデフォルトのストレージクラス

デフォルト以外のストレージクラスをデフォルトとしてマークし、既存のデフォルトストレージクラスの設定を解除しない場合、またはデフォルトのストレージクラスがすでに存在するときにデフォルトのストレージクラスを作成した場合は、複数のデフォルトストレージクラスが発生する可能性があります。複数のデフォルトストレージクラスが存在する場合、デフォルトストレージクラス (**pvc.spec.storageClassName = nil**) を要求するすべての永続ボリューム要求 (PVC) は、そのストレージクラスのデフォルトステータスと管理者に関係なく、最後に作成されたデフォルトストレージクラスを取得します。アラートダッシュボードで、複数のデフォルトストレージクラス **MultipleDefaultStorageClasses** があるというアラートを受け取ります。

#### 5.6.4.2. デフォルトのストレージクラスなし

PVC が存在しないデフォルトのストレージクラスの使用を試みる可能性があるシナリオは 2 つあります。

- 管理者がデフォルトのストレージクラスを削除するか、デフォルト以外としてマークした後、ユーザーがデフォルトのストレージクラスを要求する PVC を作成します。
- インストール中に、インストーラーは、まだ作成されていないデフォルトのストレージクラスを要求する PVC を作成します。

前述のシナリオでは、PVCは無期限に保留状態のままになります。この状況を解決するには、デフォルトのストレージクラスを作成するか、既存のストレージクラスの1つをデフォルトとして宣言します。デフォルトのストレージクラスが作成または宣言されるとすぐに、PVCは新しいデフォルトのストレージクラスを取得します。可能であれば、最終的にPVCは通常どおり静的または動的にプロビジョニングされたPVにバインドされ、保留状態から抜け出します。

### 5.6.5. デフォルトストレージクラスの変更

次の手順を使用して、デフォルトのストレージクラスを変更します。

たとえば、**gp3** と **standard** の2つのストレージクラスがあり、デフォルトのストレージクラスを **gp3** から **standard** に変更する必要がある場合などです。

#### 前提条件

- クラスタ管理者権限でクラスタにアクセスできる。

#### 手順

デフォルトのストレージクラスを変更するには、以下を実行します。

1. ストレージクラスを一覧表示します。

```
$ oc get storageclass
```

#### 出力例

NAME	TYPE
gp3 (default)	kubernetes.io/aws-ebs <b>1</b>
standard	kubernetes.io/aws-ebs

- 1** (default) はデフォルトのストレージクラスを示します。

2. 目的のストレージクラスをデフォルトにします。  
目的のストレージクラスに、次のコマンドを実行して **storageclass.kubernetes.io/is-default-class** アノテーションを **true** に設定します。

```
$ oc patch storageclass standard -p '{"metadata": {"annotations": {"storageclass.kubernetes.io/is-default-class": "true"}}}'
```



#### 注記

短期間であれば、複数のデフォルトのストレージクラスを使用できます。ただし、最終的には1つのデフォルトのストレージクラスのみが存在することを確認する必要があります。

複数のデフォルトストレージクラスが存在する場合、デフォルトストレージクラス (**pvc.spec.storageClassName = nil**) を要求するすべての永続ボリューム要求 (PVC) は、そのストレージクラスのデフォルトステータスと管理者に関係なく、最後に作成されたデフォルトストレージクラスを取得します。アラートダッシュボードで、複数のデフォルトストレージクラス **MultipleDefaultStorageClasses** があるというアラートを受け取ります。

- 古いデフォルトストレージクラスからデフォルトのストレージクラス設定を削除します。古いデフォルトのストレージクラスの場合は、次のコマンドを実行して **storageclass.kubernetes.io/is-default-class** アノテーションの値を **false** に変更します。

```
$ oc patch storageclass gp3 -p '{"metadata": {"annotations": {"storageclass.kubernetes.io/is-default-class": "false"}}}'
```

- 変更内容を確認します。

```
$ oc get storageclass
```

### 出力例

NAME	TYPE
gp3	kubernetes.io/aws-efs
standard (default)	kubernetes.io/aws-efs

## 5.7. CSI の自動移行

従来 OpenShift Container Platform に同梱されていた in-tree のストレージドライバーは非推奨となり、同等の Container Storage Interface (CSI) ドライバーに置き換えられます。OpenShift Container Platform は、ツリー内ボリュームプラグインの同等の CSI ドライバーへの自動移行を提供します。

### 5.7.1. 概要

この機能は、ツリー内ストレージプラグインを使用してプロビジョニングされたボリュームを、対応するコンテナストレージインターフェイス (CSI) ドライバーに自動的に移行します。

このプロセスはデータ移行を実行しません。OpenShift Container Platform は、メモリー内の永続ボリュームオブジェクトしか変換しません。その結果、変換された永続ボリュームオブジェクトはディスクに保存されず、その内容も変更されません。CSI 自動移行はシームレスに行ってください。この機能により、既存のすべての API オブジェクト (例: **PersistentVolume**、**PersistentVolumeClaim**、および **StorageClass**) を使用方法が変更されることはありません。

次のツリー内ドライバーから CSI ドライバーが自動的に移行されます。

- Azure Disk
- OpenStack Cinder
- Amazon Web Services (AWS) Elastic Block Storage (EBS)
- Google Compute Engine Persistent Disk (GCP PD)
- Azure File
- VMware vSphere

これらのボリュームタイプの CSI 移行は一般提供 (GA) であるとみなされ、手動の介入は必要ありません。

元のツリー内ストレージプラグインがサポートしていない場合、ツリー内永続ボリューム (PV) または永続ボリュームクレーム (PVC) の CSI 自動移行では、スナップショットや拡張などの新しい CSI ドライバー機能は有効になりません。

## 5.7.2. ストレージクラスへの影響

新規の OpenShift Container Platform 4.13 以降のインストールでは、デフォルトのストレージクラスは CSI ストレージクラスになります。このストレージクラスを使用してプロビジョニングされるすべてのボリュームは CSI 永続ボリューム (PV) です。

4.12 以前から 4.13 にアップグレードされたクラスターの場合、CSI ストレージクラスが作成され、アップグレード前にデフォルトのストレージクラスが設定されていない場合にはそれがデフォルトに設定されます。ごく稀なケースとして、同じ名前のストレージクラスがある場合、既存のストレージクラスは変更されません。既存の in-tree(インツリー) ストレージクラスはそのまま残り、既存の in-tree PV で機能するボリューム拡張などの特定の機能で必要になる場合があります。in-tree(インツリー) ストレージプラグインを参照するストレージクラスは機能し続けますが、デフォルトのストレージクラスを CSI ストレージクラスに切り替えることが推奨されます。

デフォルトのストレージクラスを変更するには、[デフォルトのストレージクラスの変更](#) を参照してください。

## 5.8. ノードの非正常なシャットダウン後に CSI ボリュームを切り離す

この機能により、ノードが正常にダウンしなかった場合に、コンテナストレージインターフェイス (CSI) ドライバーがボリュームを自動的に切り離すことができます。

### 5.8.1. 概要

正常なノードシャットダウンは、kubelet のノードシャットダウンマネージャーが今後のノードシャットダウンアクションを検出したときに発生します。非正常なシャットダウンは、kubelet がノードのシャットダウンアクションを検出しない場合に発生します。これは、システムまたはハードウェアの障害が原因で発生する可能性があります。また、shutdown コマンドが Linux 上の kubelet で使用される Inhibitor Locks メカニズムをトリガーしない場合、またはユーザーエラー (たとえば shutdownGracePeriod および shutdownGracePeriodCriticalPods の詳細が正しく設定されていない場合) が原因で、kubelet はノードのシャットダウンアクションを検出できないことがあります。そのノード。

この機能を使用すると、非正常なノードのシャットダウンが発生したときに、ノードに **out-of-service** ティントを手動で追加して、ボリュームをノードから自動的に切断できるようにすることができます。

### 5.8.2. 自動ボリューム切断のためにサービス外ティントを手動で追加する

#### 前提条件

- クラスター管理者権限でクラスターにアクセスできる。

#### 手順

非正常なノードのシャットダウン後にボリュームがノードから自動的に切り離されるようにするには、次の手順を実行します。

1. ノードが異常であると検出されたら、ワーカーノードをシャットダウンします。
2. 次のコマンドを実行してステータスを確認し、ノードがシャットダウンされていることを確認します。

```
oc get node <node name> 1
```

1 <node name> = 正常にシャットダウンされていないノードの名前



## 重要

ノードが完全にシャットダウンされていない場合は、ノードのテイントを続行しないでください。ノードがまだ稼働していてテイントが適用されると、ファイルシステムの破損が発生する可能性があります。

3. 次のコマンドを実行して、対応するノードオブジェクトをテイントします。

```
oc adm taint node <node name> node.kubernetes.io/out-of-service=nodeshutdown:NoExecute ①
```

- ① <node name> = 正常にシャットダウンされていないノードの名前

テイントが適用されると、ボリュームはシャットダウンノードから切り離され、ディスクを別のノードに接続できるようになります。

## 例

結果の YAML ファイルは次のようになります。

```
spec:
  taints:
  - effect: NoExecute
    key: node.kubernetes.io/out-of-service
    value: nodeshutdown
```

4. ノードを再起動します。
5. 汚れを取り除きます。

## 5.9. AWS ELASTIC BLOCK STORE CSI DRIVER OPERATOR

### 5.9.1. 概要

OpenShift Container Platform は、[AWS EBS CSI ドライバー](#) を使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

Container Storage Interface (CSI) Operator およびドライバーを使用する場合、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

AWS EBS ストレージアセットにマウントする CSI プロビジョニングされた PV を作成するために、OpenShift Container Platform は、デフォルトで [AWS EBS CSI Driver Operator](#) (Red Hat オペレーター) と AWS EBS CSI ドライバーを **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。

- **AWS EBS CSI Driver Operator** は、PVC を作成するために使用できる StorageClass をデフォルトで提供します。必要に応じて、このデフォルトのストレージクラスを無効にできます ([デフォルトストレージクラスの管理](#) を参照)。[AWS Elastic Block Store を使用した永続ストレージ](#) で説明されているように、AWS EBS StorageClass を作成するオプションもあります。
- **AWS EBS CSI ドライバー** を使用すると、AWS EBS PV を作成し、マウントできます。



## 注記

AWS EBS CSI Operator およびドライバーを OpenShift Container Platform 4.5 クラスタにインストールしている場合、OpenShift Container Platform 4.16 に更新する前に 4.5 Operator およびドライバーをアンインストールする必要があります。

### 5.9.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。



## 重要

OpenShift Container Platform は、デフォルトで CSI プラグインを使用して Amazon Elastic Block Store (Amazon EBS) ストレージをプロビジョニングします。

OpenShift Container Platform での AWS EBS 永続ボリュームの動的プロビジョニングに関する詳細は、[Amazon Elastic Block Store を使用した永続ストレージ](#) を参照してください。

### 5.9.3. ユーザー管理の暗号化

ユーザー管理型の暗号化機能を使用すると、インストール中に OpenShift Container Platform ノードのルートボリュームを暗号化するキーを指定でき、すべてのマネージドストレージクラスはこれらのキーを使用してプロビジョニングされたストレージボリュームを暗号化できます。install-config YAML ファイルの **platform.<cloud\_type>.defaultMachinePlatform** フィールドにカスタムキーを指定する必要があります。

この機能は、次のストレージタイプをサポートします。

- Amazon Web Services (AWS) Elastic Block storage (EBS)
- Microsoft Azure Disk ストレージ
- Google Cloud Platform (GCP) 永続ディスク (PD) ストレージ
- IBM Virtual Private Cloud (VPC) Block ストレージ



## 注記

ストレージクラスに暗号化キーが定義されていない場合は、ストレージクラスに **encrypted: "true"** のみを設定します。AWS EBS CSI ドライバーは、AWS 管理の `alias/aws/ebs` を使用します。これは、プロビジョニングされたストレージボリュームを暗号化するために、デフォルトで各リージョンで Amazon EBS によって自動的に作成されます。さらに、マネージドストレージクラスはすべて **encrypted: "true"** 設定になっています。

Amazon EBS のユーザー管理の暗号化を使用したインストールの詳細は、[インストール設定パラメーター](#) を参照してください。

関連情報

- [Amazon Elastic Block Store を使用した永続ストレージ](#)
- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.10. AWS ELASTIC FILE SERVICE CSI DRIVER OPERATOR

### 5.10.1. 概要

OpenShift Container Platform は、AWS Elastic File Service (EFS) の Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

CSI Operator およびドライバーを使用する場合は、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

AWS EFS CSI Driver Operator をインストールすると、OpenShift Container Platform はデフォルトで AWS EFS CSI Operator と AWS EFS CSI ドライバーを **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。これにより、AWS EFS CSI Driver Operator は、AWS EFS アセットにマウントする CSI がプロビジョニングする PV を作成することができます。

- **AWS EFS CSI Driver Operator**をインストールしても、永続ボリューム要求 (PVC) の作成に使用するストレージクラスがデフォルトで作成されません。ただし、AWS EFS **StorageClass** を手動で作成することは可能です。AWS EFS CSI Driver Operator は、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できるようにし、クラスター管理者がストレージを事前にプロビジョニングする必要がなくすることで、動的ボリュームのプロビジョニングをサポートします。
- **AWS EFS CSI** ドライバーを使用すると、AWS EFS PV を作成し、マウントできます。



#### 注記

AWS EFS はリージョナルボリュームのみをサポートしており、ゾーンボリュームはサポートしていません。

### 5.10.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

### 5.10.3. AWS EFS CSI Driver Operator の設定

1. [AWS EFS CSI Driver Operator](#) (Red Hat Operator) をインストールします。
2. AWS EFS と AWS Secure Token Service (STS) を使用している場合は、STS の Amazon リソース名 (ARN) ロールを取得します。これは、AWS EFS CSI Driver Operator をインストールするために必要です。
3. AWS EFS CSI ドライバードライバーをインストールします。
4. AWS EFS CSI ドライバーをインストールします。

#### 5.10.3.1. Security Token Service の Amazon リソース名ロールの取得

この手順では、AWS Security Token Service (STS) 上の OpenShift Container Platform で AWS EFS CSI Driver Operator を設定するための Amazon リソース名 (ARN) ロールを取得する方法について説明します。



## 重要

AWS EFS CSI Driver Operator をインストールする前に、この手順を実行してください (AWS EFS CSI Driver Operator のインストールに記載された手順を参照)。

## 前提条件

- cluster-admin ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。
- AWS アカウントの認証情報。

## 手順

ARN ロールは複数の方法で取得できます。次の手順は、クラスターのインストールと同じ概念と CCO ユーティリティー (**ccoctl**) バイナリーツールを使用する1つの方法を示しています。

STS を使用して AWS EFS CSI Driver Operator を設定するための ARN ロールを取得するには、以下を実行します。

1. STS でクラスターをインストールするために使用した OpenShift Container Platform リリースイメージから **ccoctl** を展開します。詳細は、Cloud Credential Operator ユーティリティーの設定を参照してください。
2. 以下の例に示されているように EFS **CredentialsRequest** YAML ファイルを作成および保存してから、それを **credrequests** ディレクトリーに配置します。

## 例

```
apiVersion: cloudcredential.openshift.io/v1
kind: CredentialsRequest
metadata:
  name: openshift-aws-efs-csi-driver
  namespace: openshift-cloud-credential-operator
spec:
  providerSpec:
    apiVersion: cloudcredential.openshift.io/v1
    kind: AWSProviderSpec
    statementEntries:
      - action:
        - elasticfilesystem:*
        effect: Allow
        resource: '*'
  secretRef:
    name: aws-efs-cloud-credentials
    namespace: openshift-cluster-csi-drivers
  serviceAccountNames:
    - aws-efs-csi-driver-operator
    - aws-efs-csi-driver-controller-sa
```

3. **ccoctl** ツールを実行して AWS に新規の IAM ロールを生成し、その YAML ファイルをローカルファイルシステムに作成します (<path\_to\_ccoctl\_output\_dir>/manifests/openshift-cluster-csi-drivers-aws-efs-cloud-credentials-credentials.yaml)。

```
$ ccoctl aws create-iam-roles --name=<name> --region=<aws_region> --credentials-requests-dir=<path_to_directory_with_list_of_credentials_requests>/credrequests --identity-provider-arn=arn:aws:iam::<aws_account_id>:oidc-provider/<name>-oidc.s3.<aws_region>.amazonaws.com
```

- **name=<name>** は、追跡用に作成されたクラウドリソースにタグを付けるために使用される名前です。
- **region=<aws\_region>** は、クラウドリソースが作成される AWS リージョンです。
- **dir=<path\_to\_directory\_with\_list\_of\_credentials\_requests>/credrequests** は、前のステップの EFS CredentialsRequest ファイルが含まれるディレクトリーです。
- **<aws\_account\_id>** は AWS アカウント ID です。

### 例

```
$ ccoctl aws create-iam-roles --name my-aws-efs --credentials-requests-dir credrequests --identity-provider-arn arn:aws:iam::123456789012:oidc-provider/my-aws-efs-oidc.s3.us-east-2.amazonaws.com
```

### 出力例

```
2022/03/21 06:24:44 Role arn:aws:iam::123456789012:role/my-aws-efs -openshift-cluster-csi-drivers-aws-efs-cloud- created
2022/03/21 06:24:44 Saved credentials configuration to: /manifests/openshift-cluster-csi-drivers-aws-efs-cloud-credentials-credentials.yaml
2022/03/21 06:24:45 Updated Role policy for Role my-aws-efs-openshift-cluster-csi-drivers-aws-efs-cloud-
```

4. 前の手順の 出力例 の最初の行から、ARN ロールをコピーします。ARN ロールは、"Role" と "created" の間にあります。この例では、ARN ロールは "arn:aws:iam::123456789012:role/my-aws-efs -openshift-cluster-csi-drivers-aws-efs-cloud" です。  
AWS EFS CSI Driver Operator をインストールするときに、ARN ロールが必要になります。

## 次のステップ

[AWS EFS CSI Driver Operator をインストール](#) します。

### 関連情報

- [AWS EFS CSI Driver Operator のインストール](#)
- [Cloud Credential Operator ユーティリティーの設定](#)
- [AWS EFS CSI ドライバーのインストール](#)

### 5.10.3.2. AWS EFS CSI Driver Operator のインストール

AWS EFS CSI Driver Operator (Red Hat Operator) は、デフォルトでは OpenShift Container Platform にインストールされません。以下の手順を使用して、クラスター内で AWS EFS CSI Driver Operator をインストールおよび設定します。

### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。

## 手順

Web コンソールから AWS EFS CSI Driver Operator をインストールするには、以下を実行します。

1. Web コンソールにログインします。
2. AWS EFS CSI Operator をインストールします。
  - a. **Operators** → **OperatorHub** をクリックします。
  - b. フィルターボックスに **AWS EFS CSI** と入力して、AWS EFS CSI Operator を探します。
  - c. **AWS EFS CSI Driver Operator** ボタンをクリックします。



### 重要

**AWS EFS Operator** ではなく **AWS EFS CSI Driver Operator** を必ず選択してください。**AWS EFS Operator** はコミュニティー Operator であり、Red Hat ではサポートしていません。

- a. **AWS EFS CSI Driver Operator** ページで **Install** をクリックします。
- b. **Install Operator** のページで、以下のことを確認してください。
  - AWS EFS と AWS Secure Token Service (STS) を使用している場合は、**role ARN** フィールドに、セキュリティトークンサービスの **Amazon** リソース名ロールの取得に記載されている最後の手順からコピーした ARN ロールを入力します。
  - **All namespaces on the cluster (default)** が選択されている。
  - **Installed Namespace** が **openshift-cluster-csi-drivers** に設定されている。
- c. **Install** をクリックします。  
インストールが終了すると、AWS EFS CSI Operator が Web コンソールの **Installed Operators** に表示されます。

[AWS EFS CSI ドライバーをインストール](#) します。

### 5.10.3.3. AWS EFS CSI ドライバーのインストール

#### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。

#### 手順

1. **Administration** → **CustomResourceDefinitions** → **ClusterCSIDriver** をクリックします。
2. **Instances** タブで **Create ClusterCSIDriver** をクリックします。
3. 以下の YAML ファイルを使用します。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: ClusterCSIDriver
```

```

metadata:
  name: efs.csi.aws.com
spec:
  managementState: Managed

```

4. **Create** をクリックします。
5. 以下の条件が "true" に変わるのを待ちます。
  - AWSEFSDriverNodeServiceControllerAvailable
  - AWSEFSDriverControllerServiceControllerAvailable

#### 5.10.4. AWS EFS ストレージクラスの作成

ストレージクラスを使用すると、ストレージのレベルや使用状況を区別し、記述することができます。ストレージクラスを定義することにより、ユーザーは動的にプロビジョニングされた永続ボリュームを取得できます。

**AWS EFS CSI Driver Operator (Red Hat Operator)** は、インストール後、デフォルトではストレージクラスを作成しません。ただし、AWS EFS ストレージクラスを手動で作成することは可能です。

##### 5.10.4.1. コンソールを使用した AWS EFS ストレージクラスの作成

手順

1. OpenShift Container Platform コンソールで、**Storage** → **StorageClasses** をクリックします。
2. **StorageClasses** ページで、**Create StorageClass** をクリックします。
3. **StorageClass** ページで、次の手順を実行します。
  - a. ストレージクラスを参照するための名前を入力します。
  - b. オプション: 説明を入力します。
  - c. 回収ポリシーを選択します。
  - d. **Provisioner** ドロップダウンリストから **efs.csi.aws.com** を選択します。
  - e. オプション: 選択したプロビジョナーの設定パラメーターを設定します。
4. **Create** をクリックします。

##### 5.10.4.2. CLI を使用した AWS EFS ストレージクラスの作成

手順

- **StorageClass** オブジェクトを作成します。

```

kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: efs-sc
provisioner: efs.csi.aws.com

```

```
parameters:
  provisioningMode: efs-ap ❶
  filesystemId: fs-a5324911 ❷
  directoryPerms: "700" ❸
  gidRangeStart: "1000" ❹
  gidRangeEnd: "2000" ❺
  basePath: "/dynamic_provisioning" ❻
```

- ❶ 動的プロビジョニングを有効にするには、**provisioningMode** に **efs-ap** を指定する必要があります。
- ❷ **filesystemId** は、手動で作成した EFS ボリュームの ID する必要があります。
- ❸ **directoryPerms** は、ボリュームのルートディレクトリーのデフォルトパーミッションです。この場合、ボリュームには所有者のみがアクセスできます。
- ❹ ❺ **gidRangeStart** と **gidRangeEnd** は、AWS アクセスポイントの GID を設定する際に使用する POSIX グループ ID (GID) の範囲を設定します。指定しないと、デフォルトの範囲は 50000 - 7000000 になります。プロビジョニングされた各ボリューム、つまり AWS のアクセスポイントには、この範囲からの固有 GID が割り当てられます。
- ❻ **basePath** は、動的にプロビジョニングされたボリュームを作成する際に使用される EFS ボリューム上のディレクトリーです。この場合は、EFS ボリューム上に `/dynamic_provisioning/<random uuid>` として PV がプロビジョニングされます。PV を使用する Pod には、そのサブディレクトリーのみがマウントされます。



### 注記

クラスター管理者は、それぞれが異なる EFS ボリュームを使用する複数の **StorageClass** オブジェクトを作成することができます。

## 5.10.5. AWS EFS CSI クロスアカウントのサポート

クロスアカウントのサポートにより、1つの AWS アカウントに OpenShift Container Platform クラスターを配置し、AWS Elastic File System (EFS) Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して別の AWS アカウントにファイルシステムをマウントできます。



### 注記

OpenShift Container Platform クラスターと EFS ファイルシステムの両方が同じリージョンに存在する必要があります。

### 前提条件

- 管理者権限を持つ OpenShift Container Platform クラスターへのアクセス
- 2つの有効な AWS アカウント

### 手順

次の手順は、セットアップ方法を示しています。

- AWS アカウント A の OpenShift Container Platform クラスター

- アカウント B に AWS EFS ファイルシステムをマウントします。

アカウント間で AWS EFS を使用するには:

1. AWS アカウント A を使用して OpenShift Container Platform クラスターをインストールし、EFS CSI Driver Operator をインストールします。
2. AWS アカウント B に EFS ボリュームを作成します。
  - a. たとえば、CIDR (たとえば、172.20.0.0/16) と AWS EFS ボリュームのサブネットを使用して、my-efs-vpc という名前の Virtual Private Cloud (VPC) を作成します。
  - b. AWS コンソールで、<https://console.aws.amazon.com/efs> に移動します。
  - c. 新しいファイルシステムの作成 をクリックします。
    - i. たとえば、my-file-system という名前のファイルシステムを作成します。
    - ii. 先ほど作成した VPC (my-efs-vpc) を選択します。
    - iii. 残りの設定はデフォルトを受け入れます。
  - d. ボリュームとマウントターゲットが作成されていることを確認します。
    - i. <https://console.aws.amazon.com/efs#/file-systems> を確認してください。
    - ii. ボリュームをクリックし、**Network** タブで、すべてのマウントターゲットが使用可能になるまで待ちます (約1~2分)。
  - e. **Network** タブで、セキュリティグループ ID をコピーします。次のステップで必要になります。
3. AWS アカウント B の AWS EFS ボリュームへのネットワークアクセスを設定します。
  - a. <https://console.aws.amazon.com/ec2/v2/home#SecurityGroups> に移動します。
  - b. 前にコピーしたグループ ID をフィルタリングして、AWS EFS ボリュームで使用されているセキュリティグループを見つけます。
  - c. **Inbound rules** タブで、**Edit inbound rules** をクリックし、OpenShift Container Platform ノードが AWS EFS ボリュームにアクセスできるようにする (つまり、クラスターからの NFS ポートを使用する) 新しいルールを追加します。
    - **Type:** NFS
    - **Protocol:** TCP
    - **Port range:** 2049
    - **Source:** OpenShift Container Platform クラスターノードのカスタム/IP アドレス範囲 (例: 10.0.0.0/16)
  - d. ルールを保存します。



## 注記

マウントの問題が発生した場合は、ポート番号、IP アドレスの範囲を再確認し、AWS EFS ボリュームが予期したセキュリティーグループを使用していることを確認してください。

4. AWS アカウント A の OpenShift Container Platform クラスター VPC と AWS アカウント B の AWS EFS VPC の間に VPC ピアリングを作成します。  
2つの VPC が異なるネットワーク CIDR を使用していることを確認し、VPC ピアリングを作成した後、各 VPC にルートを追加して2つの VPC ネットワークを接続します。
  - a. たとえば、アカウント B に my-efs-crossaccount-peering-connection というピアリング接続を作成します。ローカル VPC ID には、EFS にある VPC を使用します。アカウント A の VPC とピアするには、VPC ID として OpenShift Container Platform クラスター VPC ID を使用します。
  - b. AWS アカウント A でピア接続を受け入れます。
  - c. AWS アカウント B の各サブネット (EFS ボリュームが使用するサブネット) のルートテーブルを変更します。
    - i. 左側のペインの **Virtual private cloud** で、下矢印をクリックして利用可能なオプションをデプロイメントします。
    - ii. **Virtual private cloud** で、**Route tables** をクリックします。
    - iii. **Routes** タブをクリックします。
    - iv. **Destination** で 10.0.0.0/16 を入力します。
    - v. **Target** で、作成されたピア接続からピア接続タイプポイントを使用します。
  - d. AWS アカウント A の各サブネット (サブネットを使用する OpenShift Container Platform クラスターノード) のルートテーブルを変更します。
    - i. 左側のペインの **Virtual private cloud** で、下矢印をクリックして利用可能なオプションをデプロイメントします。
    - ii. **Virtual private cloud** で、**Route tables** をクリックします。
    - iii. **Routes** タブをクリックします。
    - iv. **Destination** で、アカウント B の VPC の CIDR を入力します。この例では 172.20.0.0/16 です。
    - v. **Target** で、作成されたピア接続からピア接続タイプポイントを使用します。
5. AWS アカウント A と信頼関係がある AWS アカウント B に IAM ロール (たとえば、my-efs-acrossaccount-role) を作成し、my-efs-acrossaccount-role を呼び出す権限を持つインライン AWS EFS ポリシーを追加します。ドライバーポリシー。  
このロールは、AWS アカウント A の OpenShift Container Platform クラスター上で実行されている CSI ドライバーのコントローラーサービスによって使用され、AWS アカウント B のファイルシステムのマウントターゲットを決定します。

```
# Trust relationships trusted entity trusted account A configuration on my-efs-acrossaccount-role in account B
```

```
{
  "Version": "2012-10-17",
  "Statement": [
    {
      "Effect": "Allow",
      "Principal": {
        "AWS": "arn:aws:iam::301721915996:root"
      },
      "Action": "sts:AssumeRole",
      "Condition": {}
    }
  ]
}

# my-cross-account-assume-policy policy attached to my-efs-acrossaccount-role in account B

{
  "Version": "2012-10-17",
  "Statement": {
    "Effect": "Allow",
    "Action": "sts:AssumeRole",
    "Resource": "arn:aws:iam::589722580343:role/my-efs-acrossaccount-role"
  }
}

# my-efs-acrossaccount-driver-policy attached to my-efs-acrossaccount-role in account B

{
  "Version": "2012-10-17",
  "Statement": [
    {
      "Sid": "VisualEditor0",
      "Effect": "Allow",
      "Action": [
        "ec2:DescribeNetworkInterfaces",
        "ec2:DescribeSubnets"
      ],
      "Resource": "*"
    },
    {
      "Sid": "VisualEditor1",
      "Effect": "Allow",
      "Action": [
        "elasticfilesystem:DescribeMountTargets",
        "elasticfilesystem:DeleteAccessPoint",
        "elasticfilesystem:ClientMount",
        "elasticfilesystem:DescribeAccessPoints",
        "elasticfilesystem:ClientWrite",
        "elasticfilesystem:ClientRootAccess",
        "elasticfilesystem:DescribeFileSystems",
        "elasticfilesystem:CreateAccessPoint"
      ],
      "Resource": [
        "arn:aws:elasticfilesystem:*:589722580343:access-point/*",
        "arn:aws:elasticfilesystem:*:589722580343:file-system/*"
      ]
    }
  ]
}
```

```

    }
  ]
}

```

6. AWS アカウント A で、セキュリティトークンサービス (STS) を実行するために必要なアクセス許可を持つインラインポリシーを AWS EFS CSI ドライバーのコントローラーサービスアカウントの IAM ロールにアタッチし、前に作成した IAM ロールでロールを引き受けます。

```

# my-cross-account-assume-policy policy attached to Openshift cluster efs csi driver user in
account A

{
  "Version": "2012-10-17",
  "Statement": {
    "Effect": "Allow",
    "Action": "sts:AssumeRole",
    "Resource": "arn:aws:iam::589722580343:role/my-efs-acrossaccount-role"
  }
}

```

7. AWS アカウント A で、AWS 管理ポリシー AmazonElasticFileSystemClientFullAccess を OpenShift Container Platform クラスターマスターロールにアタッチします。ロール名の形式は **<clusterID>-master-role** (例: **my-0120ef-czjrl-master-role**) です。
8. **awsRoleArn** をキーとして、前に作成したロールを値として使用して、Kubernetes シークレットを作成します。

```

$ oc -n openshift-cluster-csi-drivers create secret generic my-efs-cross-account --from-
literal=awsRoleArn='arn:aws:iam::589722580343:role/my-efs-acrossaccount-role'

```

ドライバーコントローラーはシークレットからクロスアカウントロール情報を取得するため、シークレットロールバインディングを AWS EFS CSI ドライバーコントローラー ServiceAccount (SA) に追加する必要があります。

```

$ oc -n openshift-cluster-csi-drivers create role access-secrets --verb=get,list,watch --
resource=secrets

```

```

$ oc -n openshift-cluster-csi-drivers create rolebinding --role=access-secrets default-to-
secrets --serviceaccount=openshift-cluster-csi-drivers:aws-efs-csi-driver-controller-sa

```

9. アカウント B のファイルシステム (AWS EFS ボリューム) の **filesystem** ポリシーを作成します。これにより、AWS アカウント A がそのボリュームでマウントを実行できるようになります。

This step is not mandatory, but can be safer for AWS EFS volume usage.

```

# EFS volume filesystem policy in account B
{
  "Version": "2012-10-17",
  "Id": "efs-policy-wizard-8089bf4a-9787-40f0-958e-bc2363012ace",
  "Statement": [
    {
      "Sid": "efs-statement-bd285549-cfa2-4f8b-861e-c372399fd238",
      "Effect": "Allow",

```

```

    "Principal": {
      "AWS": "*"
    },
    "Action": [
      "elasticfilesystem:ClientRootAccess",
      "elasticfilesystem:ClientWrite",
      "elasticfilesystem:ClientMount"
    ],
    "Resource": "arn:aws:elasticfilesystem:us-east-2:589722580343:file-system/fs-091066a9bf9becbd5",
    "Condition": {
      "Bool": {
        "elasticfilesystem:AccessedViaMountTarget": "true"
      }
    }
  },
  {
    "Sid": "efs-statement-03646e39-d80f-4daf-b396-281be1e43bab",
    "Effect": "Allow",
    "Principal": {
      "AWS": "arn:aws:iam::589722580343:role/my-efs-acrossaccount-role"
    },
    "Action": [
      "elasticfilesystem:ClientRootAccess",
      "elasticfilesystem:ClientWrite",
      "elasticfilesystem:ClientMount"
    ],
    "Resource": "arn:aws:elasticfilesystem:us-east-2:589722580343:file-system/fs-091066a9bf9becbd5"
  }
]
}

```

10. 次と同様の設定を使用して、AWS EFS ボリュームストレージクラスを作成します。

```

# The cross account efs volume storageClass
kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: efs-cross-account-mount-sc
  provisioner: efs.csi.aws.com
  mountOptions:
    - tls
  parameters:
    provisioningMode: efs-ap
    fileSystemId: fs-00f6c3ae6f06388bb
    directoryPerms: "700"
    gidRangeStart: "1000"
    gidRangeEnd: "2000"
    basePath: "/account-a-data"
    csi.storage.k8s.io/provisioner-secret-name: my-efs-cross-account
    csi.storage.k8s.io/provisioner-secret-namespace: openshift-cluster-csi-drivers
    volumeBindingMode: Immediate

```

### 5.10.6. AWS における EFS ボリュームへのアクセスの作成と設定

この手順では、OpenShift Container Platform で使用できるように、AWS で EFS ボリュームを作成および設定する方法を説明します。

#### 前提条件

- AWS アカウントの認証情報。

#### 手順

AWS で EFS ボリュームへのアクセスを作成および設定するには、以下の手順を実施します。

1. AWS のコンソールで、<https://console.aws.amazon.com/efs> を開きます。
2. **Create file system** をクリックします。
  - ファイルシステムの名前を入力します。
  - **Virtual Private Cloud(VPC)**には、OpenShift Container Platform の仮想プライベートクラウド (VPC) を選択します。
  - その他の選択項目については、デフォルト設定を受け入れます。
3. ボリュームとマウントターゲットが完全に作成され終わるのを待ちます。
  - a. <https://console.aws.amazon.com/efs#/file-systems> にアクセスしてください。
  - b. ボリュームをクリックし、**Network** タブで、すべてのマウントターゲットが利用可能になるまで待ちます (最長で1-2分間)。
4. **Network** タブでセキュリティグループ ID をコピーします (次のステップで必要になります)。
5. <https://console.aws.amazon.com/ec2/v2/home#SecurityGroups> にアクセスし、EFS ボリュームで使用されているセキュリティグループを探します。
6. **Inbound rules** タブで **Edit inbound rules** をクリックし、OpenShift Container Platform ノードが EFS ボリュームにアクセスできるようにするために、次の設定で新しいルールを追加します。
  - **Type:** NFS
  - **Protocol:** TCP
  - **Port range:** 2049
  - **Source:** ノードのカスタム/IP アドレス範囲 (例:"10.0.0.0/16")  
このステップで、OpenShift Container Platform がクラスターから NFS ポートを使用できるようになります。
7. ルールを保存します。

### 5.10.7. Amazon Elastic File Storage の動的プロビジョニング

**AWS EFS CSI ドライバー** は、他の CSI ドライバーとは異なる形式の動的プロビジョニングをサポートします。既存の EFS ボリュームのサブディレクトリーとして新しい PV をプロビジョニングします。PV はお互いに独立しています。しかし、これらはすべて同じ EFS ボリュームを共有しています。ボリュームが削除されると、そのボリュームからプロビジョニングされたすべての PV も削除されます。

EFS CSI ドライバーは、そのようなサブディレクトリーごとに AWS アクセスポイントを作成します。AWS AccessPoint の制限により、単一の **StorageClass**/EFS ボリュームから動的にプロビジョニングできるのは 1000 PV のみです。



## 重要

なお、**PVC.spec.resources** は EFS では強制されません。

以下の例では、5 GiB の容量を要求しています。しかし、作成された PV は無限であり、どんな量のデータ (ペタバイトのような) も保存することができます。ボリュームに大量のデータを保存してしまうと、壊れたアプリケーション、あるいは不正なアプリケーションにより、多額の費用が発生します。

AWS の EFS ボリュームサイズのモニタリングを使用することを強く推奨します。

## 前提条件

- Amazon Elastic File Storage (Amazon EFS) ボリュームが作成されている。
- AWS EFS ストレージクラスを作成している。

## 手順

動的プロビジョニングを有効にするには、以下の手順を実施します。

- 以前に作成した **StorageClass** を参照して、通常どおり PVC (または StatefulSet や Template) を作成します。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: test
spec:
  storageClassName: efs-sc
  accessModes:
    - ReadWriteMany
resources:
  requests:
    storage: 5Gi
```

動的プロビジョニングのセットアップに問題がある場合は、[AWS EFS のトラブルシューティング](#) を参照してください。

## 関連情報

- [Creating and configuring access to AWS EFS volume\(s\)](#)
- [AWS EFS ストレージクラスの作成](#)

### 5.10.8. Amazon Elastic File Storage を使用した静的 PV の作成

動的プロビジョニングを行わずに、Amazon Elastic File Storage (Amazon EFS) ボリュームを単一の PV として使用できます。ボリューム全体が Pod にマウントされます。

## 前提条件

- Amazon EFS ボリュームが作成されている。

## 手順

- 以下の YAML ファイルで PV を作成します。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  name: efs-pv
spec:
  capacity: 1
    storage: 5Gi
  volumeMode: Filesystem
  accessModes:
    - ReadWriteMany
    - ReadWriteOnce
  persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
  csi:
    driver: efs.csi.aws.com
    volumeHandle: fs-ae66151a 2
    volumeAttributes:
      encryptInTransit: "false" 3
```

- 1 **spec.capacity** には意味がなく、CSI ドライバーでは無視されます。PVC へのバインディング時にのみ使用されます。アプリケーションは、ボリュームに任意の量のデータを保存することができます。
- 2 **volumeHandle** は、AWS で作成した EFS ボリュームと同じ ID である必要があります。独自のアクセスポイントを提供する場合、**volumeHandle** は **<EFS volume ID>::**access point ID**** とします。たとえば、**fs-6e633ada::fsap-081a1d293f0004630** です。
- 3 必要に応じて、転送中の暗号化を無効にすることができます。デフォルトでは、暗号化が有効になっています。

静的 PV の設定に問題がある場合は、[AWS EFS のトラブルシューティング](#) を参照してください。

### 5.10.9. Amazon Elastic File Storage のセキュリティー

次の情報は、Amazon Elastic File Storage (Amazon EFS) のセキュリティーに重要です。

前述の動的プロビジョニングなどでアクセスポイントを使用する場合、Amazon はファイルの GID をアクセスポイントの GID に自動的に置き換えます。また、EFS では、ファイルシステムの権限を評価する際に、アクセスポイントのユーザー ID、グループ ID、セカンダリーグループ ID を考慮します。EFS は、NFS クライアントの ID を無視します。アクセスポイントの詳細については、<https://docs.aws.amazon.com/efs/latest/ug/efs-access-points.html> を参照してください。

その結果、EFS ボリュームは FSGroup を静かに無視します。OpenShift Container Platform は、ボリューム上のファイルの GID を FSGroup で置き換えることができません。マウントされた EFS アクセスポイントにアクセスできる Pod は、そこにあるすべてのファイルにアクセスできます。

これとは関係ありませんが、転送中の暗号化はデフォルトで有効になっています。詳細は、<https://docs.aws.amazon.com/efs/latest/ug/encryption-in-transit.html> を参照してください。

### 5.10.10. Amazon Elastic File Storage のトラブルシューティング

次の情報は、Amazon Elastic File Storage (Amazon EFS) に関する問題のトラブルシューティング方法に関するガイダンスです。

- AWS EFS Operator と CSI ドライバーは、namespace **openshift-cluster-csi-drivers** で実行されます。
- AWS EFS Operator と CSI ドライバーのログ収集を開始するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc adm must-gather
[must-gather ] OUT Using must-gather plugin-in image: quay.io/openshift-release-dev/ocp-v4.0-art-dev@sha256:125f183d13601537ff15b3239df95d47f0a604da2847b561151fedd699f5e3a5
[must-gather ] OUT namespace/openshift-must-gather-xm4wq created
[must-gather ] OUT clusterrolebinding.rbac.authorization.k8s.io/must-gather-2bd8x created
[must-gather ] OUT pod for plug-in image quay.io/openshift-release-dev/ocp-v4.0-art-dev@sha256:125f183d13601537ff15b3239df95d47f0a604da2847b561151fedd699f5e3a5 created
```

- AWS EFS Operator のエラーを表示するには、**ClusterCSIDriver** のステータスを表示します。

```
$ oc get clustercsidriver efs.csi.aws.com -o yaml
```

- Pod にボリュームをマウントできない場合 (以下のコマンドの出力に示す):

```
$ oc describe pod
...
Type      Reason      Age   From           Message
----      -
Normal    Scheduled   2m13s default-scheduler Successfully assigned default/efs-app to ip-10-0-135-94.ec2.internal
Warning   FailedMount 13s    kubelet        MountVolume.Setup failed for volume "pvc-d7c097e6-67ec-4fae-b968-7e7056796449" : rpc error: code = DeadlineExceeded desc = context deadline exceeded 1
Warning   FailedMount 10s    kubelet        Unable to attach or mount volumes: unmounted volumes=[persistent-storage], unattached volumes=[persistent-storage kube-api-access-9j477]: timed out waiting for the condition
```

- 1** ボリュームがマウントされていないことを示す警告メッセージ。

このエラーは、OpenShift Container Platform ノードと Amazon EFS 間のパケットを AWS がドロップすることで頻繁に発生します。

以下が正しいことを確認します。

- AWS のファイアウォールとセキュリティーグループ
- ネットワーク: ポート番号と IP アドレス

### 5.10.11. AWS EFS CSI Driver Operator のアンインストール

[AWS EFS CSI Driver Operator](#) (Red Hat Operator) をアンインストールすると、すべての EFS PV にアクセスできなくなります。

#### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。

#### 手順

Web コンソールから AWS EFS CSI Driver Operator をアンインストールするには、以下を実行します。

1. Web コンソールにログインします。
2. AWS EFS PV を使用するすべてのアプリケーションを停止します。
3. すべての AWS EFS PV を削除します。
  - a. **Storage** → **PersistentVolumeClaims** をクリックします。
  - b. AWS EFS CSI Driver Operator が使用している各 PVC を選択し、PVC の右端にあるドロップダウンメニューをクリックして、**Delete PersistentVolumeClaims** をクリックします。
4. [AWS EFS CSI ドライバー](#) をアンインストールします。



#### 注記

Operator をアンインストールする前に、まず CSI ドライバーを削除する必要があります。

- a. **Administration** → **CustomResourceDefinitions** → **ClusterCSIDriver** をクリックします。
  - b. **Instances** タブの **efs.csi.aws.com** の左端にあるドロップダウンメニューをクリックし、**Delete ClusterCSIDriver** をクリックします。
  - c. プロンプトが表示されたら、**Delete** をクリックします。
5. AWS EFS CSI Operator をアンインストールします。
    - a. **Operators** → **Installed Operators** をクリックします。
    - b. **Installed Operators** ページで、スクロールするか、**Search by name** ボックスに AWS EFS CSI と入力してオペレーターを見つけ、クリックします。
    - c. **Installed Operators** > **Operator details** ページの右上にある **Actions** → **Uninstall Operator** をクリックします。
    - d. **Uninstall Operator** ウィンドウでプロンプトが表示されたら、**Uninstall** ボタンをクリックして namespace から Operator を削除します。Operator によってクラスターにデプロイされたアプリケーションは手動でクリーンアップする必要があります。アンインストールすると、AWS EFS CSI Driver Operator が Web コンソールの **Installed Operators** セクションにリスト表示されなくなります。



## 注記

クラスターを破棄 (**openshift-install destroy cluster**) する前に、AWS の EFS ボリュームを削除する必要があります。クラスターの VPC を使用する EFS ボリュームがある場合、OpenShift Container Platform クラスターを破棄することはできません。Amazon はこのような VPC の削除を許可していません。

### 5.10.12. 関連情報

- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.11. AZURE DISK CSI DRIVER OPERATOR

### 5.11.1. 概要

OpenShift Container Platform は、Microsoft Azure Disk Storage の Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

CSI Operator およびドライバーを使用する場合は、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

Azure Disk ストレージアセットにマウントする CSI でプロビジョニングされた永続ボリューム (PV) を作成するには、OpenShift Container Platform は、デフォルトで Azure Disk CSI Driver Operator および Azure Disk CSI ドライバーを **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。

- **Azure Disk CSI Driver Operator:** 永続ボリューム要求 (PVC) の作成に使用できる **managed-csi** というストレージクラスを提供します。Azure Disk CSI Driver Operator は、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できるようにし、クラスター管理者がストレージを事前にプロビジョニングする必要がなくすることで、動的ボリュームのプロビジョニングをサポートします。必要に応じて、このデフォルトのストレージクラスを無効にできます ([デフォルトストレージクラスの管理](#) を参照)。
- **Azure Disk CSI** ドライバーを使用すると、Azure Disk PV を作成し、マウントできます。

### 5.11.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。



## 注記

OpenShift Container Platform は、Azure Disk インツリーボリュームプラグインを同等の CSI ドライバーに自動的に移行します。詳細は、[CSI 自動移行](#) を参照してください。

### 5.11.3. ストレージアカウントタイプを使用したストレージクラスの作成

ストレージクラスを使用すると、ストレージのレベルや使用状況を区別し、記述することができます。ストレージクラスを定義することで、動的にプロビジョニングされた永続ボリュームを取得できます。

ストレージクラスを作成するときに、ストレージアカウントの種類を指定できます。これは、Azure ス

ストレージアカウントのSKUの層に対応します。有効なオプションは、**Standard\_LRS**、**Premium\_LRS**、**StandardSSD\_LRS**、**UltraSSD\_LRS**、**Premium\_ZRS**、**StandardSSD\_ZRS**、および **PremiumV2\_LRS** です。Azure SKU レベルを見つける方法については、[SKU Types](#) を参照してください。

ZRS と PremiumV2\_LRS の両方に、いくつかのリージョン制限があります。これらの制限は、[ZRS の制限](#) および [Premium\\_LRS の制限](#) を参照してください。

#### 前提条件

- 管理者権限を持つ OpenShift Container Platform クラスターへのアクセス

#### 手順

次の手順を使用して、ストレージアカウントの種類でストレージクラスを作成します。

1. 次のような YAML ファイルを使用して、ストレージアカウントの種類を指定するストレージクラスを作成します。

```
$ oc create -f - << EOF
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: <storage-class> ①
provisioner: disk.csi.azure.com
parameters:
  skuName: <storage-class-account-type> ②
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer
allowVolumeExpansion: true
EOF
```

- ① ストレージクラス名。
- ② ストレージアカウントの種類。これは、Azure ストレージアカウントのSKU層（`Standard\_LRS`、**Premium\_LRS**、**StandardSSD\_LRS**、**UltraSSD\_LRS**、**Premium\_ZRS**、**StandardSSD\_ZRS**、**PremiumV2\_LRS**）に対応しています。



#### 注記

PremiumV2\_LRS の場合、**storageclass.parameters** で **cachingMode: None** を指定します。

2. ストレージクラスを一覧表示して、ストレージクラスが作成されたことを確認します。

```
$ oc get storageclass
```

#### 出力例

```
$ oc get storageclass
NAME                PROVISIONER          RECLAIMPOLICY  VOLUMEBINDINGMODE
ALLOWVOLUMEEXPANSION  AGE
azurefile-csi       file.csi.azure.com  Delete         Immediate         true             68m
```

managed-csi (default)	disk.csi.azure.com	Delete	WaitForFirstConsumer	true
68m				
sc-prem-zrs	disk.csi.azure.com	Delete	WaitForFirstConsumer	true
4m25s				

① ストレージアカウントタイプを使用する新しいストレージクラス。

#### 5.11.4. ユーザー管理の暗号化

ユーザー管理型の暗号化機能を使用すると、インストール中に OpenShift Container Platform ノードのルートボリュームを暗号化するキーを指定でき、すべてのマネージドストレージクラスはこれらのキーを使用してプロビジョニングされたストレージボリュームを暗号化できます。install-config YAML ファイルの `platform.<cloud_type>.defaultMachinePlatform` フィールドにカスタムキーを指定する必要があります。

この機能は、次のストレージタイプをサポートします。

- Amazon Web Services (AWS) Elastic Block storage (EBS)
- Microsoft Azure Disk ストレージ
- Google Cloud Platform (GCP) 永続ディスク (PD) ストレージ
- IBM Virtual Private Cloud (VPC) Block ストレージ



#### 注記

OS (ルート) ディスクが暗号化されており、ストレージクラスに暗号化キーが定義されていない場合、Azure Disk CSI ドライバーは、デフォルトで OS ディスク暗号化キーを使用して、プロビジョニングされたストレージボリュームを暗号化します。

Azure のユーザー管理の暗号化を使用してインストールする方法は、[Azure のユーザー管理の暗号化を有効にする](#) を参照してください。

#### 5.11.5. PVC を使用して Ultra ディスクと共にマシンをデプロイするマシンセット

Ultra ディスクと共にマシンをデプロイする Azure で実行されるマシンセットを作成できます。Ultra ディスクは、最も要求の厳しいデータワークロードでの使用を目的とした高性能ストレージです。

in-tree プラグインおよび CSI ドライバーの両方が、Ultra ディスクを有効にするための PVC の使用をサポートします。PVC を作成せずに、データディスクとしての Ultra ディスクと共にマシンをデプロイすることもできます。

#### 関連情報

- [Microsoft Azure Ultra ディスクのドキュメント](#)
- [in-tree\(インツリー\)PVC を使用して Ultra ディスクにマシンをデプロイするマシンセット](#)
- [データディスクとしての Ultra ディスク上にマシンをデプロイするマシンセット](#)

##### 5.11.5.1. マシンセットを使用した Ultra ディスクを持つマシンの作成

マシンセットの YAML ファイルを編集することで、Azure 上に Ultra ディスクと共にマシンをデプロイできます。

#### 前提条件

- 既存の Microsoft Azure クラスタがある。

#### 手順

1. 既存の Azure **MachineSet** カスタムリソース (CR) をコピーし、次のコマンドを実行して編集します。

```
$ oc edit machineset <machine-set-name>
```

ここで、**<machine-set-name>** は、Ultra ディスクと共にマシンをプロビジョニングするマシンセットです。

2. 示された位置に次の行を追加します。

```
apiVersion: machine.openshift.io/v1beta1
kind: MachineSet
spec:
  template:
    spec:
      metadata:
        labels:
          disk: ultrasd 1
      providerSpec:
        value:
          ultraSSDCapability: Enabled 2
```

**1** このマシンセットによって作成されるノードを選択するために使用するラベルを指定します。この手順では、この値に **disk.ultrasd** を使用します。

**2** これらの行により、Ultra ディスクの使用が可能になります。

3. 次のコマンドを実行して、更新された設定を使用してマシンセットを作成します。

```
$ oc create -f <machine-set-name>.yaml
```

4. 以下の YAML 定義が含まれるストレージクラスを作成します。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ultra-disk-sc 1
parameters:
  cachingMode: None
  diskIopsReadWrite: "2000" 2
  diskMbpsReadWrite: "320" 3
  kind: managed
  skuName: UltraSSD_LRS
```

```

provisioner: disk.csi.azure.com ④
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer ⑤

```

- ① ストレージクラスの名前を指定します。この手順では、この値に **ultra-disk-sc** を使用しています。
  - ② ストレージクラスの IOPS の数値を指定します。
  - ③ ストレージクラスのスループットを MBps 単位で指定します。
  - ④ Azure Kubernetes Service (AKS) バージョン 1.21 以降の場合は、**disk.csi.azure.com** を使用します。以前のバージョンの AKS の場合は、**kubernetes.io/azure-disk** を使用します。
  - ⑤ オプション: ディスクを使用する Pod の作成を待機するには、このパラメーターを指定します。
5. 以下の YAML 定義が含まれる、**ultra-disk-sc** ストレージクラスを参照する永続ボリューム要求 (PVC) を作成します。

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: ultra-disk ①
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteOnce
  storageClassName: ultra-disk-sc ②
resources:
  requests:
    storage: 4Gi ③

```

- ① PVC の名前を指定します。この手順では、この値に **ultra-disk** を使用しています。
  - ② この PVC は **ultra-disk-sc** ストレージクラスを参照します。
  - ③ ストレージクラスのサイズを指定します。最小値は **4Gi** です。
6. 以下の YAML 定義が含まれる Pod を作成します。

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx-ultra
spec:
  nodeSelector:
    disk: ultrasd ①
  containers:
  - name: nginx-ultra
    image: alpine:latest
    command:
    - "sleep"
    - "infinity"

```

```

volumeMounts:
  - mountPath: "/mnt/azure"
    name: volume
volumes:
  - name: volume
    persistentVolumeClaim:
      claimName: ultra-disk ❷

```

- ❶ Ultra ディスクの使用を有効にするマシンセットのラベルを指定します。この手順では、この値に **disk.ultrassd** を使用します。
- ❷ この Pod は **ultra-disk** PVC を参照します。

## 検証

1. 次のコマンドを実行して、マシンが作成されていることを確認します。

```
$ oc get machines
```

マシンは **Running** 状態になっているはずです。

2. 実行中でノードが接続されているマシンの場合、次のコマンドを実行してパーティションを検証します。

```
$ oc debug node/<node-name> -- chroot /host lsblk
```

このコマンドでは、**oc debug node/<node-name>** がノード **<node-name>** でデバッグシェルを開始し、**--** を付けてコマンドを渡します。渡されたコマンド **chroot /host** は、基盤となるホスト OS バイナリーへのアクセスを提供し、**lsblk** は、ホスト OS マシンに接続されているブロックデバイスを表示します。

## 次のステップ

- Pod 内から Ultra ディスクを使用するには、マウントポイントを使用するワークロードを作成します。次の例のような YAML ファイルを作成します。

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: ssd-benchmark1
spec:
  containers:
    - name: ssd-benchmark1
      image: nginx
      ports:
        - containerPort: 80
          name: "http-server"
      volumeMounts:
        - name: lun0p1
          mountPath: "/tmp"
  volumes:
    - name: lun0p1
      hostPath:
        path: /var/lib/lun0p1

```

```

type: DirectoryOrCreate
nodeSelector:
  disktype: ultrasdd

```

### 5.11.5.2. Ultra ディスクを有効にするマシンセットのリソースに関するトラブルシューティング

このセクションの情報を使用して、発生する可能性のある問題を理解し、回復してください。

#### 5.11.5.2.1. Ultra ディスクがサポートする永続ボリューム要求 (PVC) をマウントできない

Ultra ディスクでサポートされる永続ボリューム要求 (PVC) のマウントに問題がある場合、Pod は **ContainerCreating** 状態のままになり、アラートがトリガーされます。

たとえば、**additionalCapabilities.ultraSSDEnabled** パラメーターが Pod をホストするノードをサポートするマシンで設定されていない場合、以下のエラーメッセージが表示されます。

```
StorageAccountType UltraSSD_LRS can be used only when additionalCapabilities.ultraSSDEnabled is set.
```

- この問題を解決するには、以下のコマンドを実行して Pod を記述します。

```
$ oc -n <stuck_pod_namespace> describe pod <stuck_pod_name>
```

### 5.11.6. 関連情報

- [Azure Disk を使用した永続ストレージ](#)
- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.12. AZURE FILE CSI DRIVER OPERATOR

### 5.12.1. 概要

OpenShift Container Platform は、Microsoft Azure File Storage の Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して、永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

CSI Operator およびドライバーを使用する場合は、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

Azure File ストレージアセットにマウントする CSI でプロビジョニングされた永続ボリューム (PV) を作成するには、OpenShift Container Platform は、デフォルトで Azure File CSI Driver Operator および Azure File CSI ドライバーを **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。

- Azure File CSI Driver Operator.** 永続ボリューム要求 (PVC) の作成に使用できる **azurefile-csi** というストレージクラスを提供します。必要に応じて、このデフォルトのストレージクラスを無効にできます ([デフォルトストレージクラスの管理](#) を参照)。
- Azure File CSI** ドライバーを使用すると、Azure File PV を作成し、マウントできます。Azure File CSI ドライバーは、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できるようにし、クラスター管理者がストレージを事前にプロビジョニングする必要がなくすることで、動的ボリュームのプロビジョニングをサポートします。

Azure File CSI Driver Operator は以下をサポートしません。

- 仮想ハードディスク (VHD)
- Server Message Block (SMB) ファイル共有に対して連邦情報処理標準 (FIPS) モードが有効になっているノードで実行。ただし、Network File System (NFS) は FIPS モードをサポートしません。

サポートされる機能の詳細は、[サポートされる CSI ドライバーおよび機能](#) を参照してください。

### 5.12.2. NFS のサポート

OpenShift Container Platform 4.14 以降では、Network File System (NFS) を備えた Azure File Container Storage Interface (CSI) Driver Operator がサポートされていますが、次の注意事項があります。

- コントロールプレーンノードにスケジュールされている Azure File NFS ボリュームを含む Pod を作成すると、マウントが拒否されます。  
この問題を回避するには、コントロールプレーンノードがスケジュール可能で、Pod がワーカーノードで実行できる場合は、**nodeSelector** または Affinity を使用してワーカーノードで Pod をスケジュールします。
- FS グループポリシーの動作:



#### 重要

NFS を使用した Azure File CSI は、Pod によって要求された fsGroupChangePolicy を受け入れません。NFS を使用した Azure File CSI は、Pod によって要求されたポリシーに関係なく、デフォルトの OnRootMismatch FS グループポリシーを適用します。

- Azure File CSI Operator は、NFS のストレージクラスを自動的に作成しません。手動で作成する必要があります。次のようなファイルを使用します。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: <storage-class-name> ①
provisioner: file.csi.azure.com ②
parameters:
  protocol: nfs ③
  skuName: Premium_LRS # available values: Premium_LRS, Premium_ZRS
mountOptions:
  - nconnect=4
```

- ① ストレージクラス名。
- ② Azure File CSI プロバイダーを指定します。
- ③ ストレージバックエンドプロトコルとして NFS を指定します。

### 5.12.3. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

#### 関連情報

- [Azure File を使用した永続ストレージ](#)
- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.13. AZURE STACK HUB CSI DRIVER OPERATOR

### 5.13.1. 概要

OpenShift Container Platform は、Azure Stack Hub Storage の Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。Azure Stack ポートフォリオの一部である Azure Stack Hub を使用すると、オンプレミス環境でアプリケーションを実行し、データセンターで Azure サービスを配信できます。

CSI Operator およびドライバーを使用する場合は、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

Azure Stack Hub ストレージセットにマウントする CSI でプロビジョニングされた永続ボリューム (PV) を作成するには、OpenShift Container Platform は、デフォルトで Azure Stack Hub CSI Driver Operator および Azure Stack Hub CSI ドライバーを **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。

- **Azure Stack Hub CSI Driver Operator**は、デフォルトのストレージアカウントタイプとして Standard\_LRS が設定されたストレージクラス (**managed-csi**) を提供し、永続的ボリューム要求 (PVC) の作成に使用することができます。Azure Stack Hub CSI Driver Operator は、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できるようにし、クラスター管理者がストレージを事前にプロビジョニングする必要がなくすることで、動的ボリュームのプロビジョニングをサポートします。
- **Azure Stack Hub CSI** ドライバーを使用すると、Azure Stack Hub PV を作成し、マウントできます。

### 5.13.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

### 5.13.3. 関連情報

- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.14. GCP PD CSI DRIVER OPERATOR

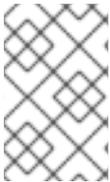
### 5.14.1. 概要

OpenShift Container Platform は、Google Cloud Platform (GCP) 永続ディスク (PD) ストレージの Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

Container Storage Interface (CSI) Operator およびドライバーを使用する場合、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

GCP PD ストレージアセットにマウントする CSI でプロビジョニングされた永続ボリューム (PV) を作成するには、OpenShift Container Platform はデフォルトで GCP PD CSI Driver Operator および GCP PD CSI ドライバーを **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。

- **GCP PD CSI Driver Operator:** デフォルトで、Operator は PVC の作成に使用できるストレージクラスを提供します。必要に応じて、このデフォルトのストレージクラスを無効にできます ([デフォルトストレージクラスの管理](#) を参照)。[GCE Persistent Disk を使用した永続ストレージ](#) で説明されているように、GCP PD ストレージを作成するオプションもあります。
- **GCP PD ドライバー:** このドライバーを使用すると、GCP PD PV を作成し、マウントできます。



#### 注記

OpenShift Container Platform では、GCE Persistent Disk in-tree ボリュームプラグインと同等の CSI ドライバーに自動的に移行できます。詳細は、[CSI 自動移行](#) を参照してください。

### 5.14.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

### 5.14.3. GCP PD CSI ドライバーストレージクラスパラメーター

Google Cloud Platform (GCP) 永続ディスク (PD) の Container Storage Interface (CSI) ドライバーは CSI の **external-provisioner** サイドカーをコントローラーとして使用します。これは、CSI ドライバーでデプロイされる別のヘルパーコンテナです。サイドカーは、**CreateVolume** 操作をトリガーして永続ボリューム (PV) を管理します。

GCP PD CSI ドライバーは、**csi.storage.k8s.io/fstype** パラメーターキーを使用して動的プロビジョニングをサポートします。以下の表は、OpenShift Container Platform がサポートするすべての GCP PD CSI ストレージクラスパラメーターについて説明しています。

表5.5 CreateVolume パラメーター

パラメーター	値	デフォルト	説明
<b>type</b>	<b>pd-ssd</b> または <b>pd-standard</b>	<b>pd-standard</b>	標準の PV または solid-state-drive (SSD) PV を選択できます。

パラメーター	値	デフォルト	説明
<b>replication-type</b>	<b>none</b> または <b>region-pd</b>	<b>none</b>	zonal またはリージョン PV を選択できます。
<b>disk-encryption-kms-key</b>	新規ディスクの暗号化に使用するキーの完全修飾リソース識別子。	空の文字列	顧客管理の暗号鍵 (CMEK) を使用して新規ディスクを暗号化します。

#### 5.14.4. カスタムで暗号化された永続ボリュームの作成

**PersistentVolumeClaim** オブジェクトの作成時に、OpenShift Container Platform は新規永続ボリューム (PV) をプロビジョニングし、**PersistentVolume** オブジェクトを作成します。新規に作成された PV を暗号化することで、Google Cloud Platform (GCP) にカスタム暗号化キーを追加し、クラスター内の PV を保護することができます。

暗号化の場合、作成した新たに割り当てられる PV は、新規または既存の Google Cloud Key Management Service (KMS) キーを使用してクラスターで顧客管理の暗号鍵 (CMEK) を使用します。

##### 前提条件

- 実行中の OpenShift Container Platform クラスターにログインしている。
- Cloud KMS キーリングとキーのバージョンを作成している。

CMEK および Cloud KMS リソースの詳細は、[顧客管理の暗号鍵 \(CMEK\) の使用](#) を参照してください。

##### 手順

カスタムで暗号化された PV を作成するには、以下の手順を実行します。

1. Cloud KMS キーを使用してストレージクラスを作成します。以下の例では、暗号化されたボリュームの動的プロビジョニングを有効にします。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: csi-gce-pd-cmek
provisioner: pd.csi.storage.gke.io
volumeBindingMode: "WaitForFirstConsumer"
allowVolumeExpansion: true
parameters:
  type: pd-standard
  disk-encryption-kms-key: projects/<key-project-id>/locations/<location>/keyRings/<key-ring>/cryptoKeys/<key> ❶
```

- ❶ このフィールドは、新規ディスクの暗号化に使用されるキーのリソース識別子である必要があります。値では、大文字と小文字が区別されます。キー ID の値を指定する方法は、[Retrieving a resource's ID](#) および [Getting a Cloud KMS resource ID](#) を参照してください。



## 注記

**disk-encryption-kms-key** パラメーターは既存のストレージクラスに追加することはできません。ただし、ストレージクラスを削除し、同じ名前および異なるパラメーターセットでこれを再作成できます。これを実行する場合、既存クラスのプロビジョナーは **pd.csi.storage.gke.io** である必要があります。

2. **oc** コマンドを使用して、ストレージクラスを OpenShift Container Platform クラスタにデプロイします。

```
$ oc describe storageclass csi-gce-pd-cmek
```

## 出力例

```
Name:          csi-gce-pd-cmek
IsDefaultClass: No
Annotations:   None
Provisioner:   pd.csi.storage.gke.io
Parameters:    disk-encryption-kms-key=projects/key-project-
id/locations/location/keyRings/ring-name/cryptoKeys/key-name,type=pd-standard
AllowVolumeExpansion: true
MountOptions:  none
ReclaimPolicy: Delete
VolumeBindingMode: WaitForFirstConsumer
Events:        none
```

3. 直前の手順で作成したストレージクラスオブジェクトの名前に一致する **pvc.yaml** という名前のファイルを作成します。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: podpvc
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  storageClassName: csi-gce-pd-cmek
  resources:
    requests:
      storage: 6Gi
```



## 注記

新規ストレージクラスをデフォルトとしてマークした場合は、**storageClassName** フィールドを省略できます。

4. PVC をクラスタに適用します。

```
$ oc apply -f pvc.yaml
```

5. PVC のステータスを取得し、これが作成され、新規にプロビジョニングされた PV にバインドされていることを確認します。

```
$ oc get pvc
```

### 出力例

NAME	STATUS	VOLUME	CAPACITY	ACCESS MODES
podpvc	Bound	pvc-e36abf50-84f3-11e8-8538-42010a800002	10Gi	RWO
gce-pd-cmek	9s			csi-



### 注記

ストレージクラスで **volumeBindingMode** フィールドが **WaitForFirstConsumer** に設定されている場合、これを検証する前に PVC を使用するために Pod を作成する必要があります。

CMEK で保護される PV が OpenShift Container Platform クラスタで使用できるようになります。

### 5.14.5. ユーザー管理の暗号化

ユーザー管理型の暗号化機能を使用すると、インストール中に OpenShift Container Platform ノードのルートボリュームを暗号化するキーを指定でき、すべてのマネージドストレージクラスはこれらのキーを使用してプロビジョニングされたストレージボリュームを暗号化できます。install-config YAML ファイルの **platform.<cloud\_type>.defaultMachinePlatform** フィールドにカスタムキーを指定する必要があります。

この機能は、次のストレージタイプをサポートします。

- Amazon Web Services (AWS) Elastic Block storage (EBS)
- Microsoft Azure Disk ストレージ
- Google Cloud Platform (GCP) 永続ディスク (PD) ストレージ
- IBM Virtual Private Cloud (VPC) Block ストレージ

GCP PD のユーザー管理の暗号化を使用したインストールの詳細は、[インストール設定パラメーター](#) を参照してください。

### 5.14.6. 関連情報

- [GCE Persistent Disk を使用した永続ストレージ](#)
- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.15. GOOGLE COMPUTE PLATFORM FILESTORE CSI ドライバーオペレーター

### 5.15.1. 概要

OpenShift Container Platform は、Google Compute Platform (GCP) Filestore Storage の Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

CSI Operator およびドライバーを使用する場合は、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

GCP Filestore Storage アセットにマウントする CSI プロビジョニング PV を作成するには、GCP Filestore CSI Driver Operator と GCP Filestore CSI ドライバーを **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。

- **GCP Filestore CSI Driver Operator** は、デフォルトではストレージクラスを提供しませんが、[必要に応じて作成](#) できます。GCP Filestore CSI Driver Operator は、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できるようにすることで動的なボリュームプロビジョニングをサポートし、クラスター管理者がストレージを事前にプロビジョニングする必要がなくなります。
- **GCP Filestore CSI** ドライバーを使用すると、GCP Filestore PV を作成してマウントできます。

### 5.15.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

### 5.15.3. GCP Filestore CSI Driver Operator のインストール

デフォルトでは、Google Compute Platform (GCP) Filestore Container Storage Interface (CSI) Driver Operator は OpenShift Container Platform にインストールされません。次の手順を使用して、GCP Filestore CSI Driver Operator をクラスターにインストールします。

#### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。

#### 手順

ウェブコンソールから GCP Filestore CSI Driver Operator をインストールするには:

1. Web コンソールにログインします。
2. 次のコマンドを実行して、GCE プロジェクトで Filestore API を有効にします。

```
$ gcloud services enable file.googleapis.com --project <my_gce_project> 1
```

- 1** **<my\_gce\_project>** を Google Cloud プロジェクトに置き換えます。

これは、Google Cloud Web コンソールを使用して行うこともできます。

3. GCP Filestore CSI Operator をインストールします。
  - a. **Operators** → **OperatorHub** をクリックします。
  - b. フィルターボックスに **GCP Filestore** と入力して、GCP Filestore CSI Operator を見つけます。

- c. **GCP Filestore CSI Driver Operator** ボタンをクリックします。
  - d. **GCP Filestore CSI Driver Operator** ページで、**Install** をクリックします。
  - e. **Install Operator** のページで、以下のことを確認してください。
    - **All namespaces on the cluster (default)**が選択されている。
    - **Installed Namespace** が **openshift-cluster-csi-drivers** に設定されている。
  - f. **Install** をクリックします。  
インストールが終了すると、GCP Filestore CSI Operator が Web コンソールの **Installed Operators** に表示されます。
4. GCP Filestore CSI ドライバーをインストールします。
    - a. **administration** → **CustomResourceDefinitions** → **ClusterCSIDriver** をクリックします。
    - b. **Instances** タブで **Create ClusterCSIDriver** をクリックします。  
以下の YAML ファイルを使用します。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: ClusterCSIDriver
metadata:
  name: filestore.csi.storage.gke.io
spec:
  managementState: Managed
```

- c. **Create** をクリックします。
- d. 以下の条件が "true" に変わるのを待ちます。
  - **GCPFilestoreDriverCredentialsRequestControllerAvailable**
  - **GCPFilestoreDriverNodeServiceControllerAvailable**
  - **GCPFilestoreDriverControllerServiceControllerAvailable**

#### 関連情報

- [Google Cloud で API を有効にします。](#)
- [Enabling an API using the Google Cloud web console。](#)

#### 5.15.4. GCP Filestore Storage のストレージクラスの作成

Operator をインストールしたら、Google Compute Platform (GCP) Filestore ボリュームの動的プロビジョニング用のストレージクラスを作成する必要があります。

#### 前提条件

- 実行中の OpenShift Container Platform クラスタにログインしている。

#### 手順

ストレージクラスを作成するには、以下を行います。

1. 次のサンプル YAML ファイルを使用してストレージクラスを作成します。

### サンプル YAML ファイル

```
kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: filestore-csi
provisioner: filestore.csi.storage.gke.io
parameters:
  connect-mode: DIRECT_PEERING ①
  network: network-name ②
allowVolumeExpansion: true
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer
```

- ① 共有 VPC の場合は、**connect-mode** パラメーターを **PRIVATE\_SERVICE\_ACCESS** に設定して使用します。非共有 VPC の場合、この値はデフォルト設定の **DIRECT\_PEERING** になります。
- ② Filestore インスタンスを作成する GCP Virtual Private Cloud (VPC) ネットワークの名前を指定します。

2. Filestore インスタンスを作成する VPC ネットワークの名前を指定します。  
Filestore インスタンスを作成する VPC ネットワークを指定することを推奨します。VPC ネットワークが指定されていないと、Container Storage Interface (CSI) ドライバーは、プロジェクトのデフォルト VPC ネットワークにインスタンスを作成しようとします。

IPI インストールでは、VPC ネットワーク名は通常、クラスター名に接尾辞 `-network` を付けたものです。ただし、UPI インストールでは、VPC ネットワーク名はユーザーが選択した任意の値にすることができます。

共有 VPC (**connect-mode = PRIVATE\_SERVICE\_ACCESS**) の場合、ネットワークは完全な VPC 名である必要があります。たとえば **project/shared-vpc-name/global/networks/gcp-filestore-network** です。

次のコマンドを使用して **MachineSets** オブジェクトを調べると、VPC ネットワーク名を確認できます。

```
$ oc -n openshift-machine-api get machinesets -o yaml | grep "network:"
- network: gcp-filestore-network
(...)
```

この例では、このクラスターの VPC ネットワーク名は `gcp-filestore-network` です。

#### 5.15.5. クラスターと GCP Filestore の破棄

通常、クラスターを破棄すると、OpenShift Container Platform インストーラーはそのクラスターに属するすべてのクラウドリソースを削除します。ただし、クラスターが破棄されても、Google Compute Platform (GCP) Filestore インスタンスは自動的に削除されないため、クラスターを破棄する前に、Filestore ストレージクラスを使用するすべての永続ボリュームクレーム (PVC) を手動で削除する必要があります。

#### 手順

すべての GCP Filestore PVC を削除するには:

1. ストレージクラス **filestore-csi** を使用して作成されたすべての PVC を一覧表示します。

```
$ oc get pvc -o json -A | jq -r '.items[] | select(.spec.storageClassName == "filestore-csi")
```

2. 前のコマンドでリストされたすべての PVC を削除します。

```
$ oc delete <pvc-name> 1
```

- 1** <pvc-name> を、削除する必要がある PVC の名前に置き換えます。

## 5.15.6. 関連情報

- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.16. IBM VPC BLOCK CSI DRIVER OPERATOR

### 5.16.1. 概要

OpenShift Container Platform は、IBM® Virtual Private Cloud (VPC) Block Storage の Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して、永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

CSI Operator およびドライバーを使用する場合は、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

IBM® VPC Block ストレージアセットにマウントする CSI でプロビジョニングされた永続ボリューム (PV) を作成するには、OpenShift Container Platform は、デフォルトで IBM® VPC Block CSI Driver Operator および IBM® VPC Block CSI ドライバーを **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。

- **IBM® VPC Block CSI Driver Operator** は、永続ボリューム要求 (PVC) の作成に使用できる異なるレイヤー用に、**ibmc-vpc-block-10iops-tier** (デフォルト)、**ibmc-vpc-block-5iops-tier**、および **ibmc-vpc-block-custom** という 3 つのストレージクラスを提供します。IBM® VPC Block CSI Driver Operator は、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できるようにすることで動的なボリュームプロビジョニングをサポートするので、クラスター管理者はストレージを事前にプロビジョニングする必要がありません。必要に応じて、このデフォルトのストレージクラスを無効にできます ([デフォルトストレージクラスの管理](#) を参照)。
- **IBM® VPC Block CSI** ドライバーを使用すると、IBM® VPC Block PV を作成およびマウントできます。

### 5.16.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

### 5.16.3. ユーザー管理の暗号化

ユーザー管理型の暗号化機能を使用すると、インストール中に OpenShift Container Platform ノードのルートボリュームを暗号化するキーを指定でき、すべてのマネージドストレージクラスはこれらのキーを使用してプロビジョニングされたストレージボリュームを暗号化できます。install-config YAML ファイルの `platform.<cloud_type>.defaultMachinePlatform` フィールドにカスタムキーを指定する必要があります。

この機能は、次のストレージタイプをサポートします。

- Amazon Web Services (AWS) Elastic Block storage (EBS)
- Microsoft Azure Disk ストレージ
- Google Cloud Platform (GCP) 永続ディスク (PD) ストレージ
- IBM Virtual Private Cloud (VPC) Block ストレージ

IBM VPC のユーザー管理の暗号化を使用してインストールする方法は、IBM Cloud のユーザー [管理の暗号化](#) および [IBM Cloud へのインストールの準備](#) を参照してください。

#### 関連情報

- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.17. IBM POWER VIRTUAL SERVER BLOCK CSI DRIVER OPERATOR

### 5.17.1. 概要

IBM Power® Virtual Server Block CSI ドライバーは、IBM Power® Virtual Server Block CSI Driver Operator を通じてインストールされ、その Operator は **library-go** をベースとしています。OpenShift Container Platform **library-go** フレームワークは、ユーザーによる OpenShift Operator の構築を容易にする関数のコレクションです。CSI Driver Operator の機能のほとんどは、このコレクションで提供されています。IBM Power® Virtual Server Block CSI Driver Operator は、Cluster Storage Operator によってインストールされます。プラットフォームのタイプが Power Virtual Servers の場合、Cluster Storage Operator は IBM Power® Virtual Server Block CSI Driver Operator をインストールします。

### 5.17.2. 概要

OpenShift Container Platform は、IBM Power® Virtual Server Block Storage の Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

CSI Operator およびドライバーを使用する場合、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

IBM Power® Virtual Server Block アセットにマウントする CSI でプロビジョニングされた永続ボリューム (PV) を作成するには、OpenShift Container Platform は、デフォルトで IBM Power® Virtual Server Block CSI Driver Operator および IBM Power® Virtual Server Block CSI ドライバーを **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。

- **IBM Power® Virtual Server ブロック CSI Driver Operator**は、永続ボリューム要求 (PVC) の作成に使用できる、**ibm-powervs-tier1** (デフォルト) とさまざまな層用の **ibm-powervs-tier3** という名前の 2 つのストレージクラスを提供します。IBM Power® Virtual Server Block CSI Driver Operator は、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できるようにすることで動的なボリュームプロビジョニングをサポートするので、クラスター管理者はストレージを事前にプロビジョニングする必要がありません。

- **IBM Power® Virtual Server Block CSI** ドライバーを使用すると、IBM Power® Virtual Server ブロック PV を作成およびマウントできます。

### 5.17.3. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

#### 関連情報

- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.18. OPENSTACK CINDER CSI DRIVER OPERATOR

### 5.18.1. 概要

OpenShift Container Platform は、OpenStack Cinder の Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

Container Storage Interface (CSI) Operator およびドライバーを使用する場合、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

OpenStack Cinder ストレージアセットにマウントする CSI でプロビジョニングされる PV を作成するには、OpenShift Container Platform は **openshift-cluster-csi-drivers** namespace に OpenStack Cinder CSI Driver Operator および OpenStack Cinder CSI ドライバーをインストールします。

- **OpenStack Cinder CSI Driver Operator** は、PVC の作成に使用できる CSI ストレージクラスを提供します。必要に応じて、このデフォルトのストレージクラスを無効にできます ([デフォルトストレージクラスの管理](#) を参照)。
- **OpenStack Cinder CSI** ドライバーを使用すると、OpenStack Cinder PV を作成し、マウントすることができます。



#### 注記

OpenShift Container Platform では、Cinder インツリーボリュームプラグインと同等の CSI ドライバーに自動的に移行できます。詳細は、[CSI 自動移行](#) を参照してください。

### 5.18.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。



## 重要

OpenShift Container Platform は、デフォルトで CSI プラグインを使用して Cinder ストレージをプロビジョニングします。

### 5.18.3. OpenStack Cinder CSI をデフォルトのストレージクラスに設定する

OpenStack Cinder CSI ドライバーは、**cinder.csi.openstack.org** パラメーターキーを使用して動的プロビジョニングをサポートします。

OpenShift Container Platform で OpenStack Cinder CSI プロビジョニングを有効にするには、デフォルトの in-tree(インツリー) ストレージクラスを **standard-csi** で上書きすることが推奨されます。または、永続ボリューム要求 (PVC) を作成し、ストレージクラスを standard-csi として指定できます。

OpenShift Container Platform では、デフォルトのストレージクラスは in-tree(インツリー)Cinder ドライバーを参照します。ただし、CSI の自動移行が有効な場合に、デフォルトのストレージクラスを使用して作成されたボリュームは実際には CSI ドライバーを使用します。

## 手順

以下の手順に従ってデフォルトの in-tree(インツリー) ストレージクラスを上書きし、**standard-csi** ストレージクラスを適用します。

1. ストレージクラスをリスト表示します。

```
$ oc get storageclass
```

## 出力例

NAME	PROVISIONER	RECLAIMPOLICY	VOLUMEBINDINGMODE	ALLOWVOLUMEEXPANSION	AGE
standard(default)	cinder.csi.openstack.org	Delete	WaitForFirstConsumer	true	46h
standard-csi	kubernetes.io/cinder	Delete	WaitForFirstConsumer	true	46h

2. 以下の例に示されるように、デフォルトストレージクラスについてアノテーション **storageclass.kubernetes.io/is-default-class** の値を **false** に変更します。

```
$ oc patch storageclass standard -p '{"metadata": {"annotations": {"storageclass.kubernetes.io/is-default-class": "false"}}}'
```

3. アノテーションを追加するか、アノテーションを **storageclass.kubernetes.io/is-default-class=true** として変更することで、別のストレージクラスをデフォルトにします。

```
$ oc patch storageclass standard-csi -p '{"metadata": {"annotations": {"storageclass.kubernetes.io/is-default-class": "true"}}}'
```

4. デフォルトで PVC が CSI ストレージクラスを参照していることを確認します。

```
$ oc get storageclass
```

## 出力例

NAME	PROVISIONER	RECLAIMPOLICY	VOLUMEBINDINGMODE
ALLOWVOLUMEEXPANSION	AGE		
standard	kubernetes.io/cinder	Delete	WaitForFirstConsumer true
46h			
standard-csi(default)	cinder.csi.openstack.org	Delete	WaitForFirstConsumer true
46h			

5. オプション: ストレージクラスを指定することなく新規 PVC を定義できます。

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: cinder-claim
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi

```

特定のストレージクラスを指定しない PVC は、デフォルトのストレージクラスを使用して自動的にプロビジョニングされます。

6. オプション: 新規ファイルを設定した後に、クラスター内にこのファイルを作成します。

```
$ oc create -f cinder-claim.yaml
```

## 関連情報

- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.19. OPENSTACK MANILA CSI DRIVER OPERATOR

### 5.19.1. 概要

OpenShift Container Platform は、[OpenStack Manila](#) 共有ファイルシステムサービスの Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

Container Storage Interface (CSI) Operator およびドライバーを使用する場合、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

Manila ストレージアセットにマウントされる CSI でプロビジョニングされる PV を作成するには、OpenShift Container Platform は Manila CSI Driver Operator および Manila CSI ドライバーを Manila サービスが有効にされている OpenStack クラスターにデフォルトでインストールします。

- **Manila CSI Driver Operator** は、利用可能なすべての Manila 共有タイプの PVC の作成に必要なストレージクラスを作成します。Operator は **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールされます。
- **Manila CSI ドライバー** を使用すると、Manila PV を作成し、マウントできます。ドライバーは **openshift-manila-csi-driver** namespace にインストールされます。

### 5.19.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

### 5.19.3. Manila CSI Driver Operator の制限事項

次の制限は、Manila Container Storage Interface (CSI) Driver Operator に適用されます。

#### NFS のみがサポートされています

OpenStack Manila は、NFS、CIFS、CEPHFS など、多くのネットワーク接続ストレージプロトコルをサポートしており、これらは OpenStack クラウドで選択的に有効にすることができます。

OpenShift Container Platform の Manila CSI Driver Operator は、NFS プロトコルの使用のみをサポートします。基盤となる OpenStack クラウドで NFS が利用可能でなく、有効化されていない場合は、Manila CSI Driver Operator を使用して OpenShift Container Platform のストレージをプロビジョニングすることはできません。

#### バックエンドが CephFS-NFS の場合、スナップショットはサポートされません

永続ボリューム (PV) のスナップショットを作成し、ボリュームをスナップショットに戻すには、使用している Manila 共有タイプがこれらの機能をサポートしていることを確認する必要があります。Red Hat OpenStack 管理者は、使用するストレージクラスに関連付けられた共有タイプで、スナップショットのサポート (**share type extra-spec snapshot\_support**) およびスナップショットからの共有の作成 (**share type extra-spec create\_share\_from\_snapshot\_support**) を有効にする必要があります。

#### FSGroup はサポートされていません

Manila CSI は、複数のリーダーおよび複数のライターによるアクセス用の共有ファイルシステムを提供するため、FSGroup の使用をサポートしていません。これは、ReadWriteOnce アクセスモードで作成された永続ボリュームにも当てはまります。したがって、Manila CSI Driver で使用するために手動で作成するストレージクラスでは、**fsType** 属性を指定しないことが重要です。



#### 重要

Red Hat OpenStack Platform 16.x および 17.x では、NFS を介した CephFS を使用する Shared File Systems サービス (Manila) は、Manila CSI を介した OpenShift Container Platform への共有の提供を完全にサポートします。ただし、このソリューションは大規模なスケールを意図したものではありません。[CephFS NFS Manila-CSI Workload Recommendations for Red Hat OpenStack Platform](#) の重要な推奨事項を確認してください。

### 5.19.4. Manila CSI ボリュームの動的プロビジョニング

OpenShift Container Platform は利用可能な Manila 共有タイプ別にストレージクラスをインストールします。

作成される YAML ファイルは Manila およびその Container Storage Interface (CSI) プラグインから完全に切り離されます。アプリケーション開発者は、ReadWriteMany (RWX) ストレージを動的にプロビジョニングし、YAML マニフェストを使用してストレージを安全に使用するアプリケーションと共に Pod をデプロイできます。

PVC 定義のストレージクラス参照を除き、AWS、GCP、Azure、および他のプラットフォームで OpenShift Container Platform で使用する同じ Pod および永続ボリューム要求 (PVC) 定義をオンプレミスで使用できます。



## 注記

Manila サービスはオプションです。サービスが Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) で有効にされていない場合には、Manila CSI ドライバーがインストールされず、Manila のストレージクラスが作成されません。

### 前提条件

- RHOSP は適切な Manila 共有インフラストラクチャーでデプロイされ、OpenShift Container Platform でボリュームを動的にプロビジョニングし、マウントするために使用できます。

### 手順 (UI)

Web コンソールを使用して Manila CSI ボリュームを動的に作成するには、以下を実行します。

1. OpenShift Container Platform コンソールで、**Storage → Persistent Volume Claims** をクリックします。
2. 永続ボリューム要求の概要で、**Create Persistent Volume Claim** をクリックします。
3. 結果のページで必要なオプションを定義します。
  - a. 適切なストレージクラスを選択します。
  - b. ストレージ要求の一意の名前を入力します。
  - c. アクセスモードを選択し、作成する PVC の読み取りおよび書き込みアクセスを指定します。



## 重要

この PVC を満たす永続ボリューム (PV) をクラスター内の複数ノードの複数 Pod にマウントする必要がある場合には、RWX を使用します。

4. ストレージ要求のサイズを定義します。
5. **Create** をクリックして永続ボリューム要求を作成し、永続ボリュームを生成します。

### 手順 (CLI)

コマンドラインインターフェイス (CLI) を使用して Manila CSI ボリュームを動的に作成するには、以下を実行します。

1. 以下の YAML によって記述される **PersistentVolumeClaim** オブジェクトを使用してファイルを作成し、保存します。

#### pvc-manila.yaml

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: pvc-manila
spec:
  accessModes: 1
    - ReadWriteMany
resources:

```

```
requests:
  storage: 10Gi
storageClassName: csi-manila-gold 2
```

- 1 この PVC を満たす永続ボリューム (PV) をクラスター内の複数ノードの複数 Pod にマウントする必要がある場合には、RWX を使用します。
- 2 ストレージのバックエンドをプロビジョニングするストレージクラスの名前。Manila ストレージクラスは Operator によってプロビジョニングされ、これには **csi-manila-** 接頭辞があります。

2. 以下のコマンドを実行して、直前の手順で保存されたオブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f pvc-manila.yaml
```

新規 PVC が作成されます。

3. ボリュームが作成され、準備状態にあることを確認するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc get pvc pvc-manila
```

**pvc-manila** は、これが **Bound** であることを示します。

新規 PVC を使用して Pod を設定できるようになりました。

#### 関連情報

- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.20. SECRETS STORE CSI ドライバー

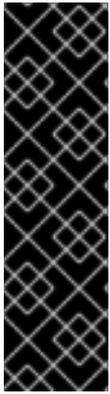
### 5.20.1. 概要

Kubernetes シークレットは Base64 エンコーディングで保存されます。etcd は、これらのシークレットの保存時に暗号化しますが、シークレットの取得時に、シークレットが復号化されてユーザーに表示されます。クラスターでロールベースのアクセス制御が適切に設定されていない場合、API または etcd へのアクセス権を持つユーザーは誰でもシークレットを取得または変更できます。さらに、namespace で Pod を作成する権限を持つ人は誰でも、そのアクセス権を使用して、その namespace 内の任意のシークレットを読み取ることができます。

シークレットを安全に保存および管理するには、プロバイダープラグインを使用して、Azure Key Vault などの外部シークレット管理システムからシークレットをマウントするように OpenShift Container Platform Secrets Store Container Storage Interface (CSI) Driver Operator を設定できます。アプリケーションはシークレットを使用できますが、アプリケーション Pod が破棄されるとシークレットはシステム上に保持されません。

Secrets Store CSI Driver Operator (**Secrets-store.csi.k8s.io**) を使用すると、OpenShift Container Platform で、エンタープライズグレードの外部シークレットストアに保存されている複数のシークレット、キー、証明書をボリュームとして Pod にマウントできます。Secrets Store CSI Driver Operator は、gRPC を使用してプロバイダーと通信し、指定された外部シークレットストアからマウントコンテンツを取得します。ボリュームがアタッチされると、その中のデータがコンテナのファイルシステムにマウントされます。シークレットストアボリュームはインラインでマウントされます。

CSI インラインボリュームの詳細については、[CSI インライン一時ボリューム](#) を参照してください。



### 重要

GCP Filestore CSI Driver Operator は、テクノロジープレビュー機能としてのみ使用できます。テクノロジープレビュー機能は、Red Hat 製品サポートのサービスレベルアグリーメント (SLA) の対象外であり、機能的に完全ではない場合があります。Red Hat は、実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビュー機能は、最新の製品機能をいち早く提供して、開発段階で機能のテストを行いフィードバックを提供していただくことを目的としています。

Red Hat のテクノロジープレビュー機能のサポート範囲に関する詳細は、[テクノロジープレビュー機能のサポート範囲](#) を参照してください。

CSI ドライバーを使用する場合、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

#### 5.20.1.1. シークレットストアプロバイダー

次のシークレットストアプロバイダーは、Secrets Store CSI Driver Operator で使用できます。

- AWS Secrets Manager
- AWS Systems Manager パラメータストア
- Azure Key Vault
- HashiCorp Vault

#### 5.20.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

#### 5.20.3. Secrets Store CSI ドライバーのインストール

##### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。
- 管理者としてクラスターにアクセスできる。

##### 手順

Secrets Store CSI ドライバーをインストールするには、以下を実行します。

1. Secrets Store CSI Driver Operator をインストールします。
  - a. Web コンソールにログインします。
  - b. Operators → OperatorHub をクリックします。

- c. フィルターボックスに "Secrets Store CSI" と入力し、Secrets Store CSI Driver Operator を見つけます。
  - d. **Secrets Store CSI Driver Operator** ボタンをクリックします。
  - e. **Secrets Store CSI Driver Operator** ページで、**Install** をクリックします。
  - f. **Install Operator** のページで、以下のことを確認してください。
    - **All namespaces on the cluster (default)**が選択されている。
    - **Installed Namespace** が **openshift-cluster-csi-drivers** に設定されている。
  - g. **Install** をクリックします。  
インストールが終了すると、Web コンソールの **Installed Operators** セクションに **GCP Filestore CSI Driver Operator** がリストされます。
2. ドライバーの **ClusterCSIDriver** インスタンス (**Secrets-store.csi.k8s.io**) を作成します。
    - a. **Administration** → **CustomResourceDefinitions** → **ClusterCSIDriver** をクリックします。
    - b. **Instances** タブで **Create ClusterCSIDriver** をクリックします。  
以下の YAML ファイルを使用します。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: ClusterCSIDriver
metadata:
  name: secrets-store.csi.k8s.io
spec:
  managementState: Managed
```

- c. **Create** をクリックします。

#### 次のステップ

- [外部シークレットストアから CSI ボリュームへのシークレットのマウント](#)

### 5.20.4. Secrets Store CSI Driver Operator のアンインストール

#### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。
- 管理者としてクラスターにアクセスできる。

#### 手順

Secrets Store CSI Driver Operator をアンインストールするには、以下を実行します。

1. **Secrets-store.csi.k8s.io** プロバイダーを使用するすべてのアプリケーション Pod を停止します。
2. 選択したシークレットストアのサードパーティープロバイダープラグインをすべて削除します。
3. Container Storage Interface (CSI) ドライバーと関連するマニフェストを削除します。

- a. **Administration** → **CustomResourceDefinitions** → **ClusterCSIDriver** をクリックします。
  - b. **Instances** タブの左端にある **Secrets-store.csi.k8s.io** でドロップダウンメニューをクリックし、**Delete ClusterCSIDriver** をクリックします。
  - c. プロンプトが表示されたら、**Delete** をクリックします。
4. CSI ドライバー Pod が稼働していないことを確認します。
  5. Secrets Store CSI Driver Operator をアンインストールします。



### 注記

Operator をアンインストールする前に、まず CSI ドライバーを削除する必要があります。

- a. **Operators** → **Installed Operators** をクリックします。
- b. **Installed Operators** ページで、スクロールするか、**Search by name** ボックスに "Secrets Store CSI" と入力して Operator を見つけ、クリックします。
- c. **Installed Operators** > **Operator details** ページの右上に表示される **Actions** → **Uninstall Operator** をクリックします。
- d. **Uninstall Operator** ウィンドウでプロンプトが表示されたら、**Uninstall** ボタンをクリックして namespace から Operator を削除します。Operator によってクラスターにデプロイされたアプリケーションは手動でクリーンアップする必要があります。アンインストールすると、Secrets Store CSI Driver Operator は Web コンソールの **Installed Operators** セクションにリストされなくなります。

## 5.20.5. 関連情報

- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.21. CIFS/SMB CSI DRIVER OPERATOR

OpenShift Container Platform は、Common Internet File System (CIFS) 方言/Server Message Block (SMB) プロトコル用の Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。



### 重要

CIFS/SMB CSI Driver Operator は、テクノロジープレビューのみの機能です。テクノロジープレビュー機能は、Red Hat 製品サポートのサービスレベルアグリーメント (SLA) の対象外であり、機能的に完全ではない場合があります。Red Hat は、実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビュー機能は、最新の製品機能をいち早く提供して、開発段階で機能のテストを行いフィードバックを提供していただくことを目的としています。

Red Hat のテクノロジープレビュー機能のサポート範囲に関する詳細は、[テクノロジープレビュー機能のサポート範囲](#) を参照してください。

CSI Operator およびドライバーを使用する場合は、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

CIFS/SMB CSI Driver Operator をインストールした後、OpenShift Container Platform は、Operator とドライバーに対応する Pod をデフォルトで **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。これにより、CIFS/SMB CSI ドライバーは、CIFS/SMB 共有にマウントされる CSI プロビジョニングされた永続ボリューム (PV) を作成できるようになります。

- **CIFS/SMB CSI Driver Operator** をインストールしても、永続ボリューム要求 (PVC) の作成に使用するストレージクラスがデフォルトで作成されません。ただし、[動的プロビジョニング用の CIFS/SMB StorageClass を手動で作成できます](#)。CIFS/SMB CSI Driver Operator は、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できるようにすることで、動的なボリュームプロビジョニングをサポートします。クラスター管理者がストレージを事前にプロビジョニングする必要がなくなることで、動的ボリュームのプロビジョニングをサポートします。
- **CIFS/SMB CSI ドライバー** を使用すると、CIFS/SMB PV の作成およびマウントが可能です。

### 5.21.1. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

### 5.21.2. 制限事項

次の制限は、Common Internet File System (CIFS)/Server Message Block (SMB) Container Storage Interface (CSI) Driver Operator に適用されます。

- FIPS モードはサポートされていません。  
Federal Information Processing Standards (FIPS) モードが有効になっている場合、md4 および md5 の使用は無効になり、ユーザーは ntlm、ntlmv2、または ntlmssp 認証を使用できなくなります。また、署名は md5 を使用しているため、使用できません。FIPS モードが有効になっていると、これらのメソッドを使用する CIFS マウントは失敗します。
- HTTP プロキシ設定を使用してクラスター SMB サーバーの外部に接続することは、CSI ドライバーではサポートされていません。  
CIFS/SMB は LAN プロトコルであり、サブネットにルーティングすることはできますが、WAN 経由で拡張するようには設計されておらず、HTTP プロキシ設定はサポートされていません。

### 5.21.3. CIFS/SMB CSI Driver Operator のインストール

CIFS/SMB CSI Driver Operator (Red Hat Operator) は、デフォルトでは OpenShift Container Platform にインストールされません。以下の手順を使用して、クラスター内で CIFS/SMB CSI Driver Operator をインストールおよび設定します。

#### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。

#### 手順

Web コンソールから CIFS/SMB CSI Driver Operator をインストールするには、以下を実行します。

1. Web コンソールにログインします。

2. CIFS/SMB CSI Operator をインストールします。
  - a. **Operators** → **OperatorHub** をクリックします。
  - b. フィルターボックスに CIFS/SMB CSI と入力して、**CIFS/SMB CSI Operator** を見つけます。
  - c. **CIFS/SMB CSI Driver Operator** ボタンをクリックします。
  - d. **CIFS/SMB CSI Driver Operator** ページで、**Install** をクリックします。
  - e. **Install Operator** のページで、以下のことを確認してください。
    - **All namespaces on the cluster (default)**が選択されている。
    - **Installed Namespace** が **openshift-cluster-csi-drivers** に設定されている。
  - f. **Install** をクリックします。  
インストールが終了すると、CIFS/SMB CSI Operator が Web コンソールの **Installed Operators** に表示されます。

#### 5.21.4. CIFS/SMB CSI ドライバーのインストール

CIFS/SMB Container Storage Interface (CSI) ドライバー Operator をインストールした後、CIFS/SMB CSI ドライバーをインストールします。

##### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。
- CIFS/SMB CSI Driver Operator がインストールされている。

##### 手順

1. **Administration** → **CustomResourceDefinitions** → **ClusterCSIDriver** をクリックします。
2. **Instances** タブで **Create ClusterCSIDriver** をクリックします。
3. 以下の YAML ファイルを使用します。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: ClusterCSIDriver
metadata:
  name: smb.csi.k8s.io
spec:
  managementState: Managed
```

4. **Create** をクリックします。
5. 以下の条件が "true" に変わるのを待ちます。
  - **SambaDriverControllerServiceControllerAvailable**
  - **SambaDriverNodeServiceControllerAvailable**

#### 5.21.5. 動的プロビジョニング

Common Internet File System (CIFS) 方言/Server Message Block (SMB) プロトコルボリュームの動的プロビジョニング用のストレージクラスを作成できます。ボリュームをプロビジョニングすると、ストレージクラスで定義された **source** の下に永続ボリューム (PV) 名を持つサブディレクトリーが作成されます。

### 前提条件

- CIFS/SMB CSI Driver Operator およびドライバーがインストールされている。
- 実行中の OpenShift Container Platform クラスタにログインしている。
- SMB サーバーをインストールしており、サーバーに関する次の情報を把握している。
  - Hostname
  - 共有名
  - ユーザー名およびパスワード

### 手順

動的プロビジョニングを設定するには、以下を行います。

1. 以下のコマンドと次のサンプル YAML ファイルを使用して、Samba サーバーにアクセスするためのシークレットを作成します。

```
$ oc create -f <file_name>.yaml
```

#### シークレット YAML ファイルの例

```
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: smbcreds 1
  namespace: samba-server 2
stringData:
  username: <username> 3
  password: <password> 4
```

- 1** Samba サーバーのシークレットの名前。
- 2** Samba サーバーのシークレットの namespace。
- 3** Samba サーバーのシークレットのユーザー名。
- 4** Samba サーバーのシークレットのパスワード

2. 次のサンプル YAML ファイルを使用して次のコマンドを実行して、ストレージクラスを作成します。

```
$ oc create -f <sc_file_name>.yaml 1
```

- 1** ストレージクラス YAML ファイルの名前。

## ストレージクラスのサンプル YAML ファイル

```

apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: <sc_name> ❶
provisioner: smb.csi.k8s.io
parameters:
  source: //<hostname>/<shares> ❷
  csi.storage.k8s.io/provisioner-secret-name: smbcreds ❸
  csi.storage.k8s.io/provisioner-secret-namespace: samba-server ❹
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: smbcreds ❺
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: samba-server ❻
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: Immediate
mountOptions:
  - dir_mode=0777
  - file_mode=0777
  - uid=1001
  - gid=1001

```

- ❶ ストレージクラス名
- ❷ Samba サーバーをインストールし、クラスターからアクセスできるようにする必要があります。`<hostname>` は Samba サーバーのホスト名、`<shares>` はエクスポートされた共有で使用するために設定したパスを表します。
- ❸ ❺ 前の手順で設定した Samba サーバーのシークレットの名前。**csi.storage.k8s.io/provisioner-secret** が指定されている場合は、**source** の下に PV 名を持つサブディレクトリーが作成されます。
- ❹ ❻ 前の手順で設定した Samba サーバーのシークレットの namespace。

## 3. PVC を作成します。

- a. 次のサンプル YAML ファイルを使用して次のコマンドを実行し、PVC を作成します。

```
$ oc create -f <pv_file_name>.yaml ❶
```

- ❶ PVC YAML ファイルの名前。

## PVC YAML ファイルの例

```

kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: <pvc_name> ❶
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  resources:

```

```
requests:
  storage: <storage_amount> 2
  storageClassName: <sc_name> 3
```

- 1** PVC の名前。
- 2** ストレージ要求の量。
- 3** 前の手順で作成した CIFS/SMB ストレージクラスの名前。

- b. 次のコマンドを実行して、PVC が作成され、バインドステータスになっていることを確認します。

```
$ oc describe pvc <pvc_name> 1
```

- 1** 前の手順で作成した PVC の名前。

### 出力例

```
Name:      pvc-test
Namespace: default
StorageClass: samba
Status:    Bound 1
...
```

- 1** PVC のステータスは Bound です。

## 5.21.6. 静的プロビジョニング

静的プロビジョニングを使用して、永続ボリューム (PV) と永続ボリューム要求 (PVC) を作成し、既存のサーバーメッセージブロックプロトコル (SMB) 共有を使用することができます。

### 前提条件

- OpenShift Container Platform Web コンソールにアクセスできる。
- CIFS/SMB CSI Driver Operator およびドライバーがインストールされている。
- SMB サーバーをインストールしており、サーバーに関する次の情報を把握している。
  - Hostname
  - 共有名
  - ユーザー名およびパスワード

### 手順

静的プロビジョニングを設定するには以下を実行します。

1. 以下のコマンドと次のサンプル YAML ファイルを使用して、Samba サーバーにアクセスするためのシークレットを作成します。

-

```
$ oc create -f <file_name>.yaml
```

### シークレット YAML ファイルの例

```
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: smbcreds ①
  namespace: samba-server ②
stringData:
  username: <username> ③
  password: <password> ④
```

- ① Samba サーバーのシークレットの名前。
- ② Samba サーバーのシークレットの namespace。
- ③ Samba サーバーのシークレットのユーザー名。
- ④ Samba サーバーのシークレットのパスワード

2. 次のサンプル YAML ファイルを使用して次のコマンドを実行し、PV を作成します。

```
$ oc create -f <pv_file_name>.yaml ①
```

- ① PV YAML ファイルの名前。

### PV YAML ファイルの例

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
  annotations:
    pv.kubernetes.io/provisioned-by: smb.csi.k8s.io
  name: <pv_name> ①
spec:
  capacity:
    storage: 100Gi
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  persistentVolumeReclaimPolicy: Retain
  storageClassName: ""
  mountOptions:
    - dir_mode=0777
    - file_mode=0777
  csi:
    driver: smb.csi.k8s.io
    volumeHandle: samba-server.default.svc.cluster.local/share/ ②
    volumeAttributes:
      source: //<hostname>/<shares> ③
```

```
nodeStageSecretRef:
  name: <secret_name_shares> 4
  namespace: <namespace> 5
```

- 1 PV の名前。
- 2 **volumeHandle** の形式: {smb-server-address}.{sub-dir-name}.{share-name}。この値がクラスター内のすべての共有に対して一意であることを確認してください。
- 3 Samba サーバーをインストールし、クラスターからアクセスできるようにする必要があります。<hostname> は Samba サーバーのホスト名、<shares> はエクスポートされた共有で使用するために設定したパスを表します。
- 4 共有のシークレットの名前。
- 5 適用可能な namespace。

### 3. PVC を作成します。

- a. 次のサンプル YAML ファイルを使用して次のコマンドを実行し、PVC を作成します。

```
$ oc create -f <pv_file_name>.yaml 1
```

- 1 PVC YAML ファイルの名前。

#### PVC YAML ファイルの例

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: <pvc_name> 1
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  resources:
    requests:
      storage: <storage_amount> 2
      storageClassName: ""
      volumeName: <pv_name> 3
```

- 1 PVC の名前。
- 2 ストレージ要求の量。
- 3 最初のステップの PV の名前。

- b. 次のコマンドを実行して、PVC が作成され、バインドステータスになっていることを確認します。

```
$ oc describe pvc <pvc_name> 1
```

- 1 前の手順で作成した PVC の名前。

## 出力例

```
Name:      pvc-test
Namespace: default
StorageClass:
Status:    Bound 1
...
```

**1** PVC のステータスは Bound です。

4. 次のサンプル YAML ファイルを使用して次のコマンドを実行し、Linux 上にデプロイメントを作成します。



## 注記

前の手順で作成した PV と PVC を使用する場合、次のデプロイメントは必須ではありません。これらはどのように使用できるかの例です。

```
$ oc create -f <deployment_file_name>.yaml 1
```

**1** デプロイメント YAML ファイルの名前。

## デプロイメント YAML ファイルの例

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  labels:
    app: nginx
  name: <deployment_name> 1
spec:
  replicas: 1
  selector:
    matchLabels:
      app: nginx
  template:
    metadata:
      labels:
        app: nginx
    name: <deployment_name> 2
    spec:
      nodeSelector:
        "kubernetes.io/os": linux
      containers:
        - name: <deployment_name> 3
          image: quay.io/centos/centos:stream8
          command:
            - "/bin/bash"
            - "-c"
            - set -eou pipefail; while true; do echo $(date) >> <mount_path>/outfile; sleep 1; done
```

**4**

```

    volumeMounts:
      - name: <vol_mount_name> 5
        mountPath: <mount_path> 6
        readOnly: false
    volumes:
      - name: <vol_mount_name> 7
        persistentVolumeClaim:
          claimName: <pvc_name> 8
  strategy:
    rollingUpdate:
      maxSurge: 0
      maxUnavailable: 1
    type: RollingUpdate

```

- 1 2 3 デプロイメントの名前。
- 4 6 ボリュームマウントパス。
- 5 7 ボリュームマウントの名前。
- 8 前述の手順で作成された PVC の名前。

5. コンテナで **df -h** コマンドを実行して、設定を確認します。

```
$ oc exec -it <pod_name> -- df -h 1
```

- 1 Pod の名前。

### 出力例

```

Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
...
/dev/sda1       97G  21G  77G  22% /etc/hosts
//20.43.191.64/share 97G  21G  77G  22% /mnt/smb
...

```

この例では、Common Internet File System (CIFS) ファイルシステムとしてマウントされた **/mnt/smb** ディレクトリーがあります。

#### 5.21.7. 関連情報

- [CSI ボリュームの設定](#)

## 5.22. VMWARE VSPHERE CSI DRIVER OPERATOR

### 5.22.1. 概要

OpenShift Container Platform は、Virtual Machine Disk (VMDK) ボリュームの永続ディスク (PD) ストレージの Container Storage Interface (CSI) VMware vSphere ドライバーを使用して永続ボリューム (PV) をプロビジョニングできます。

CSI Operator およびドライバーを使用する場合は、[永続ストレージ](#) および [CSI ボリュームの設定](#) について理解しておくことが推奨されます。

vSphere ストレージアセットにマウントする CSI でプロビジョニングされた永続ボリューム (PV) を作成するには、OpenShift Container Platform は、デフォルトで vSphere CSI Driver Operator および vSphere CSI ドライバーを **openshift-cluster-csi-drivers** namespace にインストールします。

- **vSphere CSI Driver Operator:** Operator は、永続ボリューム要求 (PVC) の作成に使用できる **thin-csi** というストレージクラスを提供します。vSphere CSI Driver Operator は、ストレージボリュームをオンデマンドで作成できるようにし、クラスター管理者がストレージを事前にプロビジョニングする必要がなくすることで、動的ボリュームのプロビジョニングをサポートします。必要に応じて、このデフォルトのストレージクラスを無効にできます ([デフォルトストレージクラスの管理](#) を参照)。
- **vSphere CSI ドライバー:** このドライバーを使用すると、vSphere PV を作成し、マウントできます。OpenShift Container Platform 4.15 のドライバーバージョンは 3.1.2 です。vSphere CSI ドライバーは、XFS や Ext4 など、基盤となる Red Hat Core オペレーティングシステムリリースでサポートされているすべてのファイルシステムをサポートします。サポートされているファイルシステムの詳細は、[利用可能なファイルシステムの概要](#) を参照してください。

### 注記

新規インストールの場合、OpenShift Container Platform 4.13 以降では、vSphere インツリーボリュームプラグインと同等の CSI ドライバーに自動的に移行できます。OpenShift Container Platform 4.15 以降に更新した場合も、自動移行が可能になります。更新と移行の詳細は、[CSI の自動移行](#) を参照してください。

CSI 自動移行はシームレスに行ってください。移行をしても、永続ボリューム、永続ボリューム要求、ストレージクラスなどの既存の API オブジェクトを使用する方法は変更されません。

## 5.22.2. CSI について

ストレージベンダーはこれまで Kubernetes の一部としてストレージドライバーを提供してきました。Container Storage Interface (CSI) の実装では、サードパーティーのプロバイダーは、コア Kubernetes コードを変更せずに標準のインターフェイスを使用してストレージプラグインを提供できます。

CSI Operator は、in-tree (インツリー) ボリュームプラグインでは不可能なボリュームスナップショットなどのストレージオプションを OpenShift Container Platform ユーザーに付与します。

## 5.22.3. vSphere CSI の制限

次の制限は、Manila Container Storage Interface (CSI) Driver Operator に適用されます。

- vSphere CSI Driver は、動的および静的なプロビジョニングをサポートします。PV 仕様で静的プロビジョニングを使用する場合、**csi.volumeAttributes** でキー **storage.kubernetes.io/csiProvisionerIdentity** を使用しないでください。このキーは動的にプロビジョニングされた PV を示すためです。
- vSphere クライアントインターフェイスを使用したデータストア間での永続的なコンテナボリュームの移行は、OpenShift Container Platform ではサポートされていません。

## 5.22.4. vSphere ストレージポリシー

vSphere CSI Driver Operator ストレージクラスは、vSphere のストレージポリシーを使用します。OpenShift Container Platform は、クラウド設定で設定されるデータストアをターゲットにするストレージポリシーを自動的に作成します。

```
kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: thin-csi
provisioner: csi.vsphere.vmware.com
parameters:
  StoragePolicyName: "$openshift-storage-policy-xxxx"
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer
allowVolumeExpansion: false
reclaimPolicy: Delete
```

### 5.22.5. ReadWriteMany vSphere ボリュームのサポート

基盤となる vSphere 環境が vSAN ファイルサービスをサポートしている場合、OpenShift Container Platform によってインストールされた vSphere Container Storage Interface (CSI) Driver Operator は ReadWriteMany (RWX) ボリュームのプロビジョニングをサポートします。vSAN ファイルサービスが設定されていない場合、使用可能なアクセスモードは ReadWriteOnce (RWO) のみです。vSAN ファイルサービスが設定されていない場合に RWX を要求すると、ボリュームの作成に失敗し、エラーがログに記録されます。

ご使用の環境で vSAN ファイルサービスを設定する方法について、詳しくは [vSAN File Service](#) を参照してください。

次の永続ボリューム要求 (PVC) を行うことで、RWX ボリュームを要求できます。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: myclaim
spec:
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  storageClassName: thin-csi
```

RWX ボリュームタイプの PVC を要求すると、vSAN ファイルサービスによってサポートされる永続ボリューム (PV) がプロビジョニングされます。

### 5.22.6. VMware vSphere CSI Driver Operator の要件

vSphere Container Storage Interface (CSI) Driver Operator をインストールするには、次の要件を満たす必要があります。

- VMware vSphere バージョン: 7.0 Update 2 以降、8.0 Update 1 以降
- vCenter バージョン: 7.0 Update 2 以降、8.0 Update 1 以降
- ハードウェアバージョン 15 以降の仮想マシン

- クラスタにサードパーティーの vSphere CSI ドライバーがインストールされていない

サードパーティーの vSphere CSI ドライバーがクラスタに存在する場合、OpenShift Container Platform はそれを上書きしません。サードパーティーの vSphere CSI ドライバーが存在すると、OpenShift Container Platform を OpenShift Container Platform 4.13 以降にアップグレードできなくなります。



### 注記

VMware vSphere CSI Driver Operator は、インストール manifests の **platform: vsphere** でデプロイされたクラスタでのみサポートされます。

Container Storage Interface (CSI) ドライバー、vSphere CSI Driver Operator、および vSphere Problem Detector Operator のカスタムロールを作成できます。カスタムロールには、各 vSphere オブジェクトに最小限の権限セットを割り当てる権限セットを含めることができます。つまり、CSI ドライバー、vSphere CSI Driver Operator、および vSphere Problem Detector Operator はこれらのオブジェクトとの基本的な対話を確立できます。



### 重要

vCenter への OpenShift Container Platform クラスタのインストールは、「必要な vCenter アカウントの特権」セクションで説明されているすべての特権のリストに対してテストされています。完全な権限リストに従うことで、一連の制限された権限を持つカスタムロールの作成時に発生する可能性のある予期しない動作やサポートされていない動作が発生する可能性を抑制できます。

サードパーティーの CSI ドライバーを削除するには、[サードパーティーの vSphere CSI ドライバーの削除](#) を参照してください。

#### 5.22.7. サードパーティー vSphere CSI Driver Operator の削除

OpenShift Container Platform 4.10 以降には、Red Hat がサポートする vSphere Container Storage Interface (CSI) Operator ドライバーの組み込みバージョンが含まれます。コミュニティまたは別のベンダーが提供する vSphere CSI ドライバーをインストールした場合、OpenShift Container Platform の次のメジャーバージョン (4.13 以降など) への更新がクラスタで無効になる可能性があります。

OpenShift Container Platform 4.12 以降では、クラスタは引き続き完全にサポートされており、4.12.z などの 4.12 の z ストリームリリースの更新はブロックされませんが、OpenShift Container Platform の次のメジャーバージョンに更新する前に、サードパーティーの vSphere CSI Driver ドライバーを削除してこの状態を修正する必要があります。サードパーティーの vSphere CSI ドライバーの削除には、関連する永続ボリューム (PV) オブジェクトの削除が必要ないため、データ喪失は発生しません。



### 注記

以下の手順は完全ではない可能性があるため、ベンダーまたはコミュニティプロバイダーのアンインストールガイドを参照して、ドライバーおよびコンポーネントを完全に削除してください。

サードパーティーの vSphere CSI Driver をアンインストールするには、以下を実行します。

1. サードパーティーの vSphere CSI Driver (VMware vSphere Container Storage プラグイン) の Deployment および Daemonset オブジェクトを削除します。

2. サードパーティーの vSphere CSI Driver で以前にインストールされた configmap およびシークレットオブジェクトを削除します。
3. サードパーティーの vSphere CSI ドライバー **CSIDriver** オブジェクトを削除します。

```
~ $ oc delete CSIDriver csi.vsphere.vmware.com
```

```
csidriver.storage.k8s.io "csi.vsphere.vmware.com" deleted
```

OpenShift Container Platform クラスターからサードパーティーの vSphere CSI Driver を削除した後に、Red Hat の vSphere CSI Driver Operator のインストールが自動的に再開され、OpenShift Container Platform 4.11 以降へのアップグレードをブロックする可能性のある条件は自動的に削除されます。既存の vSphere CSI PV オブジェクトがある場合、それらのライフサイクルは Red Hat の vSphere CSI Driver Operator で管理されるようになります。

### 5.22.8. vSphere 永続ディスクの暗号化

vSphere 上で実行される OpenShift Container Platform では、仮想マシン (VM) と動的にプロビジョニングされた永続ボリューム (PV) を暗号化できます。



#### 注記

OpenShift Container Platform は、RWX 暗号化 PV をサポートしていません。暗号化されたストレージポリシーを使用するストレージクラスから RWX PV をリクエストすることはできません。

PV を暗号化する前に仮想マシンを暗号化する必要があります。これは、インストール中またはインストール後に実行できます。

VM の暗号化については、次を参照してください。

- [仮想マシンを暗号化するための要件](#)
- [インストール中: RHCOS のインストールと OpenShift Container Platform ブートストラッププロセスの開始のステップ 7](#)
- [インストール後に vSphere クラスターで暗号化を有効にする](#)

VM を暗号化した後、vSphere Container Storage Interface (CSI) ドライバーを使用して、動的暗号化ボリュームプロビジョニングをサポートするストレージクラスを設定できます。これは、次の 2 つの方法のいずれかで実行できます。

- **データストア URL:** このアプローチは柔軟性があまり高くないため、単一のデータストアを使用する必要があります。また、トポロジーを意識したプロビジョニングもサポートしていません。
- **タグベースの配置:** プロビジョニングされたボリュームを暗号化し、タグベースの配置を使用して特定のデータストアをターゲットにします。

#### 5.22.8.1. データストア URL の使用

##### 手順

データストア URL を使用して暗号化するには、以下を実行します。

1. 暗号化をサポートするデータストア内のデフォルトのストレージポリシーの名前を見つけます。  
これは、VM の暗号化に使用されたポリシーと同じです。
2. このストレージポリシーを使用するストレージクラスを作成します。

```
kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: encryption
provisioner: csi.vsphere.vmware.com
parameters:
  storagePolicyName: <storage-policy-name> ❶
  datastoreurl: "ds:///vmfs/volumes/vsan:522e875627d-b090c96b526bb79c/"
```

- ❶ 暗号化をサポートするデータストア内のデフォルトのストレージポリシーの名前

### 5.22.8.2. タグベースの配置の使用

#### 手順

タグベースの配置を使用して暗号化するには:

1. vCenter で、このストレージクラスで使用できるデータストアにタグを付けるためのカテゴリを作成します。また、作成されたカテゴリの関連付け可能なエンティティとして **StoragePod (Datastore クラスタ)**、**Datastore**、および **Folder** が選択されていることを確認します。
2. vCenter で、前に作成したカテゴリを使用するタグを作成します。
3. 以前に作成したタグを、ストレージクラスで使用できる各データストアに割り当てます。データストアが OpenShift Container Platform クラスタに参加しているホストと共有されていることを確認してください。
4. vCenter で、メインメニューから **Policies and Profiles** をクリックします。
5. **Policies and Profiles** ページのナビゲーションペインで、**VM Storage Policies** をクリックします。
6. **CREATE** をクリックします。
7. ストレージポリシーの名前を入力します。
8. **Enable host based rules** および **Enable tag based placement rules** を選択します。
9. **Next** タブで:
  - a. **Encryption** および **Default Encryption Properties** を選択します。
  - b. 先ほど作成したタグカテゴリを選択し、選択したタグを選択します。ポリシーが一致するデータストアを選択していることを確認します。
10. ストレージポリシーを作成します。
11. ストレージポリシーを使用するストレージクラスを作成します。

```

kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: csi-encrypted
provisioner: csi.vsphere.vmware.com
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer
parameters:
  storagePolicyName: <storage-policy-name> ❶

```

❶ 暗号化用に作成したストレージポリシーの名前

### 5.22.9. vSphere CSI トポロジーの概要

OpenShift Container Platform は、異なるゾーンおよびリージョンに OpenShift Container Platform for vSphere をデプロイする機能を提供します。この機能を使用することで、複数のコンピュータークラスターとデータセンターにデプロイできるため、単一障害点を回避するのに役立ちます。

これは、vCenter でゾーンとリージョンのカテゴリーを定義し、これらのゾーンとリージョンのカテゴリーのタグを作成して、コンピューティングクラスターなどのさまざまな障害ドメインにこれらのカテゴリーを割り当てることによって実現されます。適切なカテゴリーを作成し、vCenter オブジェクトにタグを割り当てたら、それらの障害ドメインで Pod のスケジュールを担当する仮想マシン (VM) を作成する追加のマシンセットを作成できます。

次の例では、1つのリージョンと2つのゾーンを持つ2つの障害ドメインを定義しています。

表5.6 1つのリージョンと2つのゾーンを含む vSphere ストレージトポロジー

計算クラスター	障害ドメイン	説明
コンピューティングクラスター: ocp1、データセンター: アトランタ	openshift-region: us-east-1 (タグ)、 openshift-zone: us-east-1a (タグ)	これにより、リージョン us-east-1 にゾーン us-east-1a を持つ障害ドメインが定義されます。
コンピュータークラスター: ocp2、データセンター: アトランタ	openshift-region: us-east-1 (タグ)、 openshift-zone: us-east-1b (タグ)	これにより、us-east-1b と呼ばれる同じリージョン内の別の障害ドメインが定義されます。

#### 5.22.9.1. vSphere CSI トポロジーの要件

vSphere CSI トポロジーには次のガイドラインが推奨されます。

- トポロジータグは、ホストではなく、データセンターとコンピュータークラスターに追加することを強く推奨します。  
**vsphere-problem-detector** は、データセンターまたはコンピュータークラスターレベルで **openshift-region** または **openshift-zone** タグが定義されていない場合にアラートを発し、各トポロジータグ (**openshift-region** または **openshift-zone**) は階層内で1回だけ出現する必要があります。



## 注記

この推奨事項を無視すると、CSI ドライバーからのログ警告のみが発生し、ホストなどの階層の下位にある重複タグは無視されます。VMware はこれを無効な設定と見なすため、問題を防ぐためにはこれを使用しないでください。

- トポロジー対応環境でのボリュームプロビジョニング要求は、特定のトポロジーセグメントの下にあるすべてのホストからアクセス可能なデータストアにボリュームを作成しようとしません。これには、Kubernetes ノード仮想マシンが実行されていないホストも含まれます。たとえば、vSphere Container Storage プラグインドライバーが、データセンター dc-1 に適用されたゾーン a のボリュームをプロビジョニングする要求を受信した場合、dc-1 の下にあるすべてのホストは、ボリュームのプロビジョニング用に選択されたデータストアにアクセスする必要があります。ホストには、dc-1 の直下にあるホストと、dc-1 内のクラスターの一部であるホストが含まれます。
- 追加の推奨事項については、VMware の [トポロジーを使用したデプロイメントに関するガイドラインとベストプラクティス](#) セクションを参照してください。

### 5.22.9.2. インストール時の vSphere ストレージトポロジーの作成

#### 5.22.9.2.1. 手順

- インストール時にトポロジーを指定します。 [Configuring regions and zones for a VMware vCenter](#) セクションを参照してください。

追加のアクションは必要ありません。OpenShift Container Platform によって作成されるデフォルトのストレージクラスはトポロジーを認識し、さまざまな障害ドメインでのボリュームのプロビジョニングを許可します。

#### 関連情報

- [VMware vCenter のリージョンとゾーンの設定](#)

### 5.22.9.3. インストール後に vSphere ストレージトポロジーを作成する

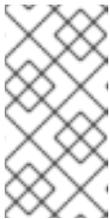
#### 5.22.9.3.1. 手順

1. VMware vCenter vSphere クライアント GUI で、適切なゾーンとリージョンのカテゴリとタグを定義します。  
vSphere では任意の名前でカテゴリを作成できますが、OpenShift Container Platform では、トポロジーカテゴリの定義に **openshift-region** 名と **openshift-zone** 名を使用することを強く推奨します。

vSphere のカテゴリとタグの詳細については、VMware vSphere のドキュメントを参照してください。

2. OpenShift Container Platform で、障害ドメインを作成します。 [Specifying multiple regions and zones for your cluster on vSphere](#) セクションを参照してください。
3. 障害ドメイン全体のデータストアに割り当てるタグを作成します。  
OpenShift Container Platform が複数の障害ドメインにまたがる場合、データストアがそれらの障害ドメイン間で共有されない可能性があります。この場合、永続ボリューム (PV) のトポロジーを意識したプロビジョニングが役立ちます。

- a. vCenter で、データストアにタグを付けるためのカテゴリを作成します。例: **openshift-zonal-datastore-cat**。カテゴリが OpenShift Container Platform クラスターに参加するデータストアのタグ付けに一意に使用される場合、他のカテゴリ名を使用できます。また、作成したカテゴリの関連付け可能なエンティティとして **StoragePod**、**Datastore**、および **Folder** が選択されていることを確認します。
- b. vCenter で、以前に作成したカテゴリを使用するタグを作成します。この例では、タグ名 **openshift-zonal-datastore** を使用しています。
- c. 以前に作成したタグ (この例では **openshift-zonal-datastore**) を、動的プロビジョニングと見なされる障害ドメイン内の各データストアに割り当てます。



### 注記

データストアのカテゴリとタグには任意の名前を使用できます。この例で使用されている名前は、推奨事項として提供されています。定義するタグとカテゴリが、OpenShift Container Platform クラスター内のすべてのホストと共有されるデータストアのみを一意に識別するようにします。

4. 必要に応じて、各障害ドメイン内のタグベースのデータストアを対象とするストレージポリシーを作成します。
  - a. vCenter で、メインメニューから **Policies and Profiles** をクリックします。
  - b. **Policies and Profiles** ページのナビゲーションペインで、**VM Storage Policies** をクリックします。
  - c. **CREATE** をクリックします。
  - d. ストレージポリシーの名前を入力します。
  - e. ルールについては、**Tag Placement rules** を選択し、目的のデータストアを対象とするタグとカテゴリを選択します (この例では、**openshift-zonal-datastore** タグ)。データストアは、ストレージ互換性テーブルにリストされています。
5. 新しいゾーンストレージポリシーを使用する新しいストレージクラスを作成します。
  - a. **Storage > StorageClasses** をクリックします。
  - b. **StorageClasses** ページで、**Create StorageClass** をクリックします。
  - c. **Name** に新しいストレージクラスの名前を入力します。
  - d. **Provisioner** で、**csi.vsphere.vmware.com** を選択します。
  - e. **Additional parameters** で、**StoragePolicyName** パラメーターの **Value** を、前に作成した新しいゾーンストレージポリシーの名前に設定します。
  - f. **Create** をクリックします。

### 出力例

```
kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: zoned-sc 1
```

```

provisioner: csi.vsphere.vmware.com
parameters:
  StoragePolicyName: zoned-storage-policy ❷
reclaimPolicy: Delete
allowVolumeExpansion: true
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer

```

- ❶ 新しいトポロジー対応ストレージクラス名。
- ❷ ゾーンストレージポリシーを指定します。



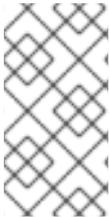
### 注記

前述の YAML ファイルを編集し、コマンド **oc create -f \$FILE** を実行して、ストレージクラスを作成することもできます。

### 関連情報

- [vSphere 上のクラスターに複数のリージョンとゾーンを指定する](#)
- [VMware vSphere タグのドキュメント](#)

## 5.22.9.4. インフラトポロジーを使用しない vSphere ストレージトポロジーの作成



### 注記

OpenShift Container Platform は、トポロジー対応セットアップで障害ドメインを指定するためにインフラストラクチャーオブジェクトを使用することを推奨します。インフラストラクチャーオブジェクトで障害ドメインを指定し、同時に **ClusterCSIDriver** オブジェクトでトポロジーカテゴリーを指定することは、サポートされていない操作です。

### 5.22.9.4.1. 手順

1. VMware vCenter vSphere クライアント GUI で、適切なゾーンとリージョンのカテゴリーとタグを定義します。  
vSphere では任意の名前でカテゴリーを作成できますが、OpenShift Container Platform では、トポロジーを定義するために **openshift-region** および **openshift-zone** 名を使用することを強く推奨します。

vSphere のカテゴリーとタグの詳細については、VMware vSphere のドキュメントを参照してください。

2. Container Storage Interface (CSI) ドライバーがこのトポロジーを検出できるようにするには、**clusterCSIDriver** オブジェクトの YAML ファイルの **driverConfig** セクションを編集します。
  - 以前に作成した **openshift-zone** および **openshift-region** カテゴリーを指定します。
  - **driverType** を **vSphere** に設定します。

```
~ $ oc edit clustercsidriver csi.vsphere.vmware.com -o yaml
```

### 出力例

```

apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: ClusterCSIDriver
metadata:
  name: csi.vsphere.vmware.com
spec:
  logLevel: Normal
  managementState: Managed
  observedConfig: null
  operatorLogLevel: Normal
  unsupportedConfigOverrides: null
  driverConfig:
    driverType: vSphere ❶
    vSphere:
      topologyCategories: ❷
      - openshift-zone
      - openshift-region

```

- ❶ **driverType** が **vSphere** に設定されていることを確認します。
- ❷ vCenter で以前に作成された **openshift-zone** および **openshift-region** カテゴリ。

3. 次のコマンドを実行して、**CSINode** オブジェクトにトポロジーキーがあることを確認します。

```
~ $ oc get csinode
```

#### 出力例

```

NAME DRIVERS AGE
co8-4s88d-infra-2m5vd 1 27m
co8-4s88d-master-0 1 70m
co8-4s88d-master-1 1 70m
co8-4s88d-master-2 1 70m
co8-4s88d-worker-j2hmg 1 47m
co8-4s88d-worker-mbb46 1 47m
co8-4s88d-worker-zlk7d 1 47m

```

```
~ $ oc get csinode co8-4s88d-worker-j2hmg -o yaml
```

#### 出力例

```

...
spec:
  drivers:
    - allocatable:
        count: 59
      name: csi-vsphere.vmware.com
      nodeID: co8-4s88d-worker-j2hmg
      topologyKeys: ❶
      - topology.csi.vmware.com/openshift-zone
      - topology.csi.vmware.com/openshift-region

```

- ❶ vSphere **openshift-zone** および **openshift-region** カテゴリからのトポロジーキー。



### 注記

**CSINode** オブジェクトは、更新されたトポロジー情報を受信するのに時間がかかる場合があります。ドライバーが更新された後、**CSINode** オブジェクトにはトポロジーキーが含まれている必要があります。

4. 障害ドメイン全体のデータストアに割り当てるタグを作成します。  
OpenShift Container Platform が複数の障害ドメインにまたがる場合、データストアがそれらの障害ドメイン間で共有されない可能性があります。この場合、永続ボリューム (PV) のトポロジーを意識したプロビジョニングが役立ちます。
  - a. vCenter で、データストアにタグを付けるためのカテゴリを作成します。例: **openshift-zonal-datastore-cat**。カテゴリが OpenShift Container Platform クラスターに参加するデータストアのタグ付けに一意に使用される場合、他のカテゴリ名を使用できます。また、作成したカテゴリの関連付け可能なエンティティとして **StoragePod**、**Datastore**、および **Folder** が選択されていることを確認します。
  - b. vCenter で、以前に作成したカテゴリを使用するタグを作成します。この例では、タグ名 **openshift-zonal-datastore** を使用しています。
  - c. 以前に作成したタグ (この例では **openshift-zonal-datastore**) を、動的プロビジョニングと見なされる障害ドメイン内の各データストアに割り当てます。



### 注記

カテゴリとタグには、好きな名前を使用できます。この例で使用されている名前は、推奨事項として提供されています。定義するタグとカテゴリが、OpenShift Container Platform クラスター内のすべてのホストと共有されるデータストアのみを一意に識別するようにします。

5. 各障害ドメインのタグベースのデータストアを対象とするストレージポリシーを作成します。
  - a. vCenter で、メインメニューから **Policies and Profiles** をクリックします。
  - b. **Policies and Profiles** ページのナビゲーションペインで、**VM Storage Policies** をクリックします。
  - c. **CREATE** をクリックします。
  - d. ストレージポリシーの名前を入力します。
  - e. ルールについては、**Tag Placement rules** を選択し、目的のデータストアを対象とするタグとカテゴリを選択します (この例では、**openshift-zonal-datastore** タグ)。データストアは、ストレージ互換性テーブルにリストされています。
6. 新しいゾーンストレージポリシーを使用する新しいストレージクラスを作成します。
  - a. **Storage > StorageClasses** をクリックします。
  - b. **StorageClasses** ページで、**Create StorageClass** をクリックします。
  - c. **Name** に新しいストレージクラスの名前を入力します。
  - d. **Provisioner** で、**csi.vsphere.vmware.com** を選択します。

- e. **Additional parameters** で、StoragePolicyName パラメーターの **Value** を、前に作成した新しいゾーンストレージポリシーの名前に設定します。
- f. **Create** をクリックします。

### 出力例

```
kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: zoned-sc ❶
provisioner: csi.vsphere.vmware.com
parameters:
  StoragePolicyName: zoned-storage-policy ❷
reclaimPolicy: Delete
allowVolumeExpansion: true
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer
```

- ❶ 新しいトポロジー対応ストレージクラス名。
- ❷ ゾーンストレージポリシーを指定します。



### 注記

前述の YAML ファイルを編集し、コマンド **oc create -f \$FILE** を実行して、ストレージクラスを作成することもできます。

### 関連情報

- [VMware vSphere タグのドキュメント](#)

### 5.22.9.5. 結果

トポロジー対応ストレージクラスからの永続ボリュームクレーム (PVC) と PV の作成は完全にゾーンであり、Pod のスケジューリング方法に応じて、それぞれのゾーンでデータストアを使用する必要があります。

```
~ $ oc get pv <pv-name> -o yaml
```

### 出力例

```
...
nodeAffinity:
  required:
    nodeSelectorTerms:
      - matchExpressions:
          - key: topology.csi.vmware.com/openshift-zone ❶
            operator: In
            values:
              - <openshift-zone>
          - key: topology.csi.vmware.com/openshift-region ❷
            operator: In
            values:
```

```

- <openshift-region>
...
persistentVolumeclaimPolicy: Delete
storageClassName: <zoned-storage-class-name> ❸
volumeMode: Filesystem
...

```

- ❶ ❷ PV にはゾーン化されたキーがあります。
- ❸ PV はゾーンストレージクラスを使用しています。

### 5.22.10. vSphere のスナップショットの最大数の変更

vSphere Container Storage Interface (CSI) のボリュームあたりのスナップショットのデフォルトの最大数は 3 です。1 ボリュームあたり最大 32 個まで変更できます。

ただし、スナップショットの最大値を増やすとパフォーマンスとのトレードオフが発生するため、パフォーマンスを向上させるには、ボリュームごとに 2-3 個のスナップショットのみを使用するようにしてください。

VMWare スナップショットのパフォーマンスに関する推奨事項の詳細は、[関連情報](#) を参照してください。

#### 前提条件

- 管理者権限でクラスターにアクセスできる。

#### 手順

1. 次のコマンドを実行して、現在の config map を確認します。

```
$ oc -n openshift-cluster-csi-drivers get cm/vsphere-csi-config -o yaml
```

#### 出力例

```

apiVersion: v1
data:
  cloud.conf: |+
    # Labels with topology values are added dynamically via operator
    [Global]
    cluster-id = vsphere-01-cwv8p

    [VirtualCenter "vcenter.openshift.com"]
    insecure-flag      = true
    datacenters        = DEVQEdatacenter
    migration-datastore-url = ds:///vmfs/volumes/vsan:527320283a8c3163-2faa6dc5949a3a28/

kind: ConfigMap
metadata:
  creationTimestamp: "2024-03-06T09:46:40Z"
  name: vsphere-csi-config
  namespace: openshift-cluster-csi-drivers
  resourceVersion: "126687"

```

この例では、スナップショットのグローバル最大数は設定されていないため、デフォルト値の 3 が適用されます。

2. 次のコマンドを実行してスナップショットの制限を変更します。

- **global** スナップショット制限を設定します。

```
$ oc patch clustercsidriver/csi.vsphere.vmware.com --type=merge -p '{"spec":
{"driverConfig":{"vSphere":{"globalMaxSnapshotsPerBlockVolume": 10}}}'
clustercsidriver.operator.openshift.io/csi.vsphere.vmware.com patched
```

この例では、グローバル制限が 10 に変更されます  
(**globalMaxSnapshotsPerBlockVolume** が 10 に設定されています)。

- 仮想ボリュームのスナップショット制限を設定します。  
このパラメーターは、仮想ボリュームデータストアのみに制限を設定します。仮想ボリュームの最大スナップショット制限は、設定されている場合はグローバル制約を上書きしますが、設定されていない場合はデフォルトでグローバル制限になります。

```
$ oc patch clustercsidriver/csi.vsphere.vmware.com --type=merge -p '{"spec":
{"driverConfig":{"vSphere":{"granularMaxSnapshotsPerBlockVolumeInVVOL": 5}}}'
clustercsidriver.operator.openshift.io/csi.vsphere.vmware.com patched
```

この例では、仮想ボリュームの制限が 5 に変更されます  
(**granularMaxSnapshotsPerBlockVolumeInVVOL** が 5 に設定されています)。

- **vSAN** スナップショットの制限を設定します。  
このパラメーターは、vSAN データストアのみに制限を設定します。vSAN の最大スナップショット制限は、設定されている場合はグローバル制約をオーバーライドしますが、設定されていない場合はデフォルトでグローバル制限になります。vSAN ESA セットアップでは、最大値 32 を設定できます。

```
$ oc patch clustercsidriver/csi.vsphere.vmware.com --type=merge -p '{"spec":
{"driverConfig":{"vSphere":{"granularMaxSnapshotsPerBlockVolumeInVSAN": 7}}}'
clustercsidriver.operator.openshift.io/csi.vsphere.vmware.com patched
```

この例では、vSAN 制限が 7 に変更されます  
(**granularMaxSnapshotsPerBlockVolumeInVSAN** が 7 に設定されています)。

## 検証

- 次のコマンドを実行して、行った変更が config map に反映されていることを確認します。

```
$ oc -n openshift-cluster-csi-drivers get cm/vsphere-csi-config -o yaml
```

## 出力例

```
apiVersion: v1
data:
  cloud.conf: |+
    # Labels with topology values are added dynamically via operator
    [Global]
    cluster-id = vsphere-01-cwv8p
```

```
[VirtualCenter "vcenter.openshift.com"]  
insecure-flag      = true  
datacenters       = DEVQEdatacenter  
migration-datastore-url = ds:///vmfs/volumes/vsan:527320283a8c3163-2faa6dc5949a3a28/
```

```
[Snapshot]  
global-max-snapshots-per-block-volume = 10 1
```

```
kind: ConfigMap  
metadata:  
  creationTimestamp: "2024-03-06T09:46:40Z"  
  name: vsphere-csi-config  
  namespace: openshift-cluster-csi-drivers  
  resourceVersion: "127118"  
  uid: f6968303-81d8-4048-99c1-d8211363d0fa
```

**1** **global-max-snapshots-per-block-volume** が 10 に設定されました。

### 5.22.11. 関連情報

- [CSI ボリュームの設定](#)
- [Best practices for using VMware snapshots in the vSphere environment](#)

## 第6章 汎用的な一時ボリューム

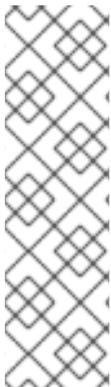
### 6.1. 概要

汎用一時ボリュームは、永続ボリュームおよび動的プロビジョニングをサポートするすべてのストレージドライバーが提供できる一時ボリュームの一種です。汎用の一時ボリュームは、スクラッチデータ用に Pod ごとのディレクトリー (通常、プロビジョニング後は空) を提供する点で **emptyDir** ボリュームと類似しています。

汎用の一時ボリュームは Pod 仕様に準拠して指定され、Pod のライフサイクルに従います。これらは Pod と共に作成され、削除されます。

汎用の一時ボリュームには、以下の特徴があります。

- ストレージは、ローカルまたはネットワーク接続タイプとすることができます。
- ボリュームには、Pod が超過できない固定サイズを指定できます。
- ドライバーおよびパラメーターによっては、ボリュームに特定の初期データが含まれる場合があります。
- ドライバーがサポートしていれば、スナップショットの作成、クローンの作成、サイズ変更、ストレージ容量の追跡など、ボリュームに対する一般的な操作がサポートされます。



#### 注記

汎用の一時ボリュームは、オフラインのスナップショットやサイズ変更をサポートしません。

この制約により、以下の Container Storage Interface (CSI) ドライバーは、以下の汎用一時ボリューム機能をサポートしません。

- Azure Disk CSI ドライバーは、サイズ変更をサポートしません。
- Cinder CSI ドライバーは、スナップショットをサポートしません。

### 6.2. ライフサイクルおよび永続ボリューム要求

ボリューム要求のパラメーターは Pod のボリュームソース内で許可されます。ラベル、アノテーション、および永続ボリューム要求 (PVC) のフィールドの全セットがサポートされます。このような Pod が作成されると、一時ボリュームコントローラーは (汎用一時ボリュームの作成 の手順に示すテンプレートから) Pod と同じ namespace に実際の PVC オブジェクトを作成し、Pod が削除されると PVC が削除されるようにします。これがトリガーとなり、以下の 2 つの方法のいずれかでボリュームのバインディングおよびプロビジョニングが行われます。

- 直ちに (ストレージクラスが即時ボリュームバインディングを使用する場合は) 即時バインディングの場合、スケジューラーはボリュームが利用可能になった後にボリュームにアクセスできるノードを強制的に選択させられます。
- Pod が一時的にノードにスケジューラされる場合 (**WaitForFirstConsumervolume** バインディングモード) スケジューラーは Pod に適したノードを選択できるため、このボリュームバインディングオプションは、汎用一時ボリュームに推奨されます。

リソースの所有権に関しては、汎用一時ストレージを持つ Pod は、その一時ストレージを提供する

PVCの所有者となります。Podが削除されると、Kubernetes ガベージコレクターによって PVC が削除され、ストレージクラスのデフォルトの再利用ポリシーがボリュームを削除することになっているため、通常はボリュームの削除がトリガーされます。回収ポリシーが保持のストレージクラスを使用して、準一時ローカルストレージを作成できます。Podが削除されてもストレージは存続するため、この場合は別途ボリュームのクリーンアップが行われるようにする必要があります。これらの PVC は存在しますが、それらは他の PVC と同様に使用できます。特に、それらはボリュームのクローン作成またはスナップショット作成時にデータソースとして参照できます。PVC オブジェクトは、ボリュームの現在のステータスも保持します。

#### 関連情報

- [汎用一時ボリュームの作成](#)

### 6.3. セキュリティー

汎用一時ボリューム機能を有効にすると、Pod を作成できるユーザーが永続ボリューム要求 (PVC) も間接的に作成できるようになります。この機能は、これらのユーザーが PVC を直接作成するパーミッションを持たない場合でも機能します。クラスター管理者はこれを認識している必要があります。これがセキュリティーモデルに適さない場合は、汎用的な一時ボリュームを持つ Pod などのオブジェクトを拒否する容認 Webhook を使用します。

PVC に対する通常の namespace クォータがそのまま適用されるため、この新しいメカニズムを使用できる場合でも新しいメカニズムを使用して他のポリシーを回避できません。

### 6.4. 永続ボリューム要求の命名

自動的に作成される永続ボリューム要求 (PVC) には、Pod 名とボリューム名を組み合わせ、間にハイフン (-) を挿入した名前が付けられます。この命名規則では、異なる Pod 間および Pod と手動で作成された PVC 間で競合が生じる可能性があります。

たとえば、**pod-a** とボリューム **scratch** の組み合わせと、**pod** とボリューム **a-scratch** の組み合わせは、どちらも同じ PVC 名 **pod-a-scratch** になります。

このような競合は検出され、Pod 用に作成された場合にのみ、PVC は一時ボリュームに使用されません。このチェックは所有者の関係に基づいています。既存の PVC は上書きまたは変更されませんが、競合は解決されません。適切な PVC がないと、Pod は起動できません。



#### 重要

同じ namespace 内で Pod とボリュームに名前を付ける際には、命名の競合が発生しないように注意してください。

### 6.5. 汎用一時ボリュームの作成

#### 手順

1. **pod** オブジェクト定義を作成し、これをファイルに保存します。
2. ファイルに汎用一時ボリュームの情報を追加します。

**my-example-pod-with-generic-vols.yaml**

```
kind: Pod
```

```
apiVersion: v1
metadata:
  name: my-app
spec:
  containers:
    - name: my-frontend
      image: busybox:1.28
      volumeMounts:
        - mountPath: "/mnt/storage"
          name: data
      command: [ "sleep", "1000000" ]
  volumes:
    - name: data 1
      ephemeral:
        volumeClaimTemplate:
          metadata:
            labels:
              type: my-app-ephvol
          spec:
            accessModes: [ "ReadWriteOnce" ]
            storageClassName: "gp2-csi"
            resources:
              requests:
                storage: 1Gi
```

**1** 汎用一時ボリューム要求

## 第7章 永続ボリュームの拡張

### 7.1. ボリューム拡張サポートの有効化

永続ボリュームを拡張する前に、**StorageClass** オブジェクトでは **allowVolumeExpansion** フィールドを **true** に設定している必要があります。

手順

- **StorageClass** オブジェクトを編集し、以下のコマンドを実行して **allowVolumeExpansion** 属性を追加します。

```
$ oc edit storageclass <storage_class_name> ①
```

- ① ストレージクラスの名前を指定します。

以下の例では、ストレージクラスの設定の下部にこの行を追加する方法を示しています。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
...
parameters:
  type: gp2
reclaimPolicy: Delete
allowVolumeExpansion: true ①
```

- ① この属性を **true** に設定すると、PVC を作成後に拡張することができます。

### 7.2. CSI ボリュームの拡張

Container Storage Interface (CSI) を使用して、作成後にストレージボリュームを拡張することができます。

CSI ボリューム拡張は、以下をサポートしません。

- ボリューム拡張時の障害からの復旧
- 縮小

前提条件

- 基礎となる CSI ドライバーがサイズ変更をサポートする。
- 動的プロビジョニングが使用される。
- 制御する側の **StorageClass** オブジェクトには **allowVolumeExpansion** が **true** に設定されている。詳細は、ボリューム拡張サポートの有効化を参照してください。

手順

1. 永続ボリューム要求 (PVC) の場合は、**.spec.resources.requests.storage** を必要な新しいサイズに設定します。
2. PVC の **status.conditions** フィールドを監視し、サイズ変更が完了したかどうかを確認します。OpenShift Container Platform は、拡張時に **Resizing** 条件を PVC に追加します。これは、拡張の完了後に削除されます。

### 7.3. サポートされているドライバーでの FLEXVOLUME の拡張

FlexVolume を使用してバックエンドストレージシステムに接続する場合は、永続ストレージボリュームを作成後に拡張することができます。これは、OpenShift Container Platform で永続ボリューム要求 (PVC) を手動で更新して実行できます。

FlexVolume は、ドライバーが **RequiresFSResize** が **true** の状態で設定されている場合に拡張を許可します。FlexVolume は、Pod の再起動時に拡張できます。

他のボリュームタイプと同様に、FlexVolume ボリュームは Pod によって使用される場合にも拡張できます。

#### 前提条件

- 基礎となるボリュームドライバーがサイズ変更をサポートする。
- ドライバーは **RequiresFSResize** 機能が **true** の状態で設定されている。
- 動的プロビジョニングが使用される。
- 制御する側の **StorageClass** オブジェクトには **allowVolumeExpansion** が **true** に設定されている。

#### 手順

- FlexVolume プラグインのサイズ変更を使用するには、以下の方法で **ExpandableVolumePlugin** インターフェイスを実装する必要があります。

#### RequiresFSResize

**true** の場合、容量を直接更新します。**false** の場合、**ExpandFS** メソッドを呼び出し、ファイルシステムのサイズ変更を終了します。

#### ExpandFS

**true** の場合、**ExpandFS** を呼び出し、物理ボリュームの拡張の実行後にファイルシステムのサイズを変更します。ボリュームドライバーは、ファイルシステムのサイズ変更と共に物理ボリュームのサイズ変更も実行できます。



#### 重要

OpenShift Container Platform はコントロールプレーンノードへの FlexVolume プラグインのインストールをサポートしないため、FlexVolume のコントロールプレーンの拡張をサポートしません。

### 7.4. ローカルボリュームの拡張

ローカルストレージ Operator (LSO) を使用して作成された永続ボリューム (PV) および永続ボリューム要求 (PVC) を手動で拡張できます。

## 手順

1. 基礎となるデバイスを拡張します。これらのデバイスで適切な容量が利用できるようにします。
2. PV の **.spec.capacity** フィールドを編集して、新しいデバイスサイズに一致するように対応する PV オブジェクトを更新します。
3. PVC を PVet にバインドするためのストレージクラスに **allowVolumeExpansion:true** を設定します。
4. PVC に新しいサイズに一致するように **.spec.resources.requests.storage** を設定します。

Kubelet は、ボリューム上の基礎となるファイルシステムを自動的に拡張するはずですが、必要に応じて、新しいサイズを反映するように PVC の status フィールドを更新します。

## 7.5. ファイルシステムを使用した永続ボリューム要求 (PVC) の拡張

ファイルシステムのサイズ変更を必要とするボリュームタイプ (GCE、EBS、および Cinder など) に基づいて PVC を拡張するには 2 つの手順からなるプロセスが必要です。まず、クラウドプロバイダーのボリュームオブジェクトを拡張します。次に、ノードのファイルシステムを拡張します。

ノードでのファイルシステムの拡張は、新規 Pod がボリュームと共に起動する場合にのみ実行されません。

## 前提条件

- 制御する側の **StorageClass** オブジェクトでは、**allowVolumeExpansion** が **true** に設定されている必要がある。

## 手順

1. **spec.resources.requests** を編集して PVC を編集し、新規サイズを要求します。たとえば、以下では **ebs** PVC を 8 Gi に拡張します。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: ebs
spec:
  storageClass: "storageClassWithFlagSet"
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 8Gi ①
```

- ① **spec.resources.requests** をさらに大きな量を表す値に更新すると、PVC が拡張されません。

2. クラウドプロバイダーオブジェクトのサイズ変更が終了すると、PVC は **FileSystemResizePending** に設定されます。以下のコマンドを入力して状態を確認します。

```
$ oc describe pvc <pvc_name>
```

3. クラウドプロバイダーオブジェクトのサイズ変更が終了すると、**PersistentVolume** オブジェクトは **PersistentVolume.Spec.Capacity** に新規に要求されたサイズを反映します。この時点で、PVC から新規 Pod を作成または再作成してファイルシステムのサイズ変更を終了できます。Pod が実行している場合は、新たに要求されたサイズが利用可能になり、**FileSystemResizePending** 状態が PVC から削除されます。

## 7.6. ボリューム拡張時の障害からの復旧

基礎となるストレージの拡張に失敗した場合に、OpenShift Container Platform の管理者は永続ボリューム要求 (PVC) の状態を手動で復旧し、サイズ変更要求を取り消します。そうでない場合には、サイズ変更要求がコントローラーによって継続的に再試行されます。

### 手順

1. **Retain** 回収ポリシーで要求 (PVC) にバインドされている永続ボリューム (PV) にマークを付けます。これは、PV を編集し、**persistentVolumeReclaimPolicy** を **Retain** に変更して実行できます。
2. PVC を削除します。
3. PV を手動で編集し、PV 仕様から **claimRef** エントリを削除して、新しく作成された PVC を **Retain** とマークされた PV にバインドできるようにします。これで、PV には **Available** というマークが付けられます。
4. より小さいサイズ、または基礎となるストレージプロバイダーによって割り当て可能なサイズで PVC を再作成します。
5. PVC の **volumeName** フィールドを PV の名前に設定します。これにより、PVC がプロビジョニングされた PV にのみバインドされます。
6. PV で回収ポリシーを復元します。

### 関連情報

- 制御する側の **StorageClass** オブジェクトには、**allowVolumeExpansion** が **true** に設定されています ([ボリューム拡張サポートの有効化](#) を参照)。

## 第8章 動的プロビジョニング

### 8.1. 動的プロビジョニングについて

**StorageClass** リソースオブジェクトは、要求可能なストレージを記述し、分類するほか、動的にプロビジョニングされるストレージのパラメーターを要求に応じて渡すための手段を提供します。**StorageClass** オブジェクトは、さまざまなレベルのストレージとストレージへのアクセスを制御するための管理メカニズムとしても機能します。クラスター管理者 (**cluster-admin**) またはストレージ管理者 (**storage-admin**) は、ユーザーが基礎となるストレージボリュームソースに関する詳しい知識がなくても要求できる **StorageClass** オブジェクトを定義し、作成します。

OpenShift Container Platform の永続ボリュームフレームワークはこの機能を有効にし、管理者がクラスターに永続ストレージをプロビジョニングできるようにします。フレームワークにより、ユーザーは基礎となるインフラストラクチャーの知識がなくてもこれらのリソースを要求できるようになります。

OpenShift Container Platform では、数多くのストレージタイプを永続ボリュームとして使用することができます。これらはすべて管理者によって静的にプロビジョニングされますが、一部のストレージタイプは組み込みプロバイダーとプラグイン API を使用して動的に作成できます。

### 8.2. 利用可能な動的プロビジョニングプラグイン

OpenShift Container Platform は、以下のプロビジョナープラグインを提供します。これらには、クラスターの設定済みプロバイダーの API を使用して新規ストレージリソースを作成する動的プロビジョニング用の一般的な実装が含まれます。

ストレージタイプ	プロビジョナープラグインの名前	注記
Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) Cinder	<b>kubernetes.io/cinder</b>	
RHOSP Manila Container Storage Interface (CSI)	<b>manila.csi.openstack.org</b>	インストールが完了すると、OpenStack Manila CSI Driver Operator および ManilaDriver は、動的プロビジョニングに必要なすべての利用可能な Manila 共有タイプに必要なストレージクラスを自動的に作成します。
Amazon Elastic Block Store (Amazon EBS)	<b>kubernetes.io/aws-efs</b>	複数クラスターを複数の異なるゾーンで使用する際の動的プロビジョニングの場合、各ノードに <b>Key=kubernetes.io/cluster/&lt;cluster_name&gt;,Value=&lt;cluster_id&gt;</b> のタグを付けます。ここで、<cluster_name> および <cluster_id> はクラスターごとに固有の値になります。
Azure Disk	<b>kubernetes.io/azure-disk</b>	

ストレージタイプ	プロビジョナープラグインの名前	注記
Azure File	<b>kubernetes.io/azure-file</b>	<b>persistent-volume-binder</b> サービスアカウントでは、Azure ストレージアカウントおよびキーを保存するためにシークレットを作成し、取得するためのパーミッションが必要です。
GCE Persistent Disk (gcePD)	<b>kubernetes.io/gce-pd</b>	マルチゾーン設定では、GCE プロジェクトごとに OpenShift Container Platform クラスターを実行し、現行クラスターのノードが存在しないゾーンで PV が作成されないようにすることが推奨されます。
IBM Power® 仮想サーバーブロック	<b>powervs.csi.ibm.com</b>	インストール後、IBM Power® Virtual Server Block CSI Driver Operator と IBM Power® Virtual Server Block CSI Driver は、動的プロビジョニングに必要なストレージクラスを自動的に作成します。
VMware vSphere	<b>kubernetes.io/vsphere-volume</b>	



### 重要

選択したプロビジョナープラグインでは、関連するクラウド、ホスト、またはサードパーティープロバイダーを、関連するドキュメントに従って設定する必要があります。

## 8.3. ストレージクラスの定義

現時点で、**StorageClass** オブジェクトはグローバルスコープオブジェクトであり、**cluster-admin** または **storage-admin** ユーザーによって作成される必要があります。



### 重要

Cluster Storage Operator は、使用されるプラットフォームに応じてデフォルトのストレージクラスをインストールする可能性があります。このストレージクラスは Operator によって所有され、制御されます。アノテーションとラベルを定義するほかは、これを削除したり、変更したりすることはできません。異なる動作が必要な場合は、カスタムストレージクラスを定義する必要があります。

以下のセクションでは、**StorageClass** オブジェクトの基本的な定義とサポートされている各プラグインタイプの具体的な例について説明します。

### 8.3.1. 基本 StorageClass オブジェクト定義

以下のリソースは、ストレージクラスを設定するために使用するパラメーターおよびデフォルト値を示しています。この例では、AWS ElasticBlockStore (EBS) オブジェクト定義を使用します。

### StorageClass 定義の例

```
kind: StorageClass ❶
apiVersion: storage.k8s.io/v1 ❷
metadata:
  name: <storage-class-name> ❸
  annotations: ❹
    storageclass.kubernetes.io/is-default-class: 'true'
  ...
provisioner: kubernetes.io/aws-ebs ❺
parameters: ❻
  type: gp3
...
```

- ❶ (必須) API オブジェクトタイプ。
- ❷ (必須) 現在の apiVersion。
- ❸ (必須) ストレージクラスの名前。
- ❹ (オプション) ストレージクラスのアノテーション。
- ❺ (必須) このストレージクラスに関連付けられているプロビジョナーのタイプ。
- ❻ (オプション) 特定のプロビジョナーに必要なパラメーター。これはプラグインによって異なります。

### 8.3.2. ストレージクラスのアノテーション

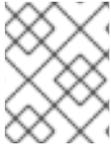
ストレージクラスをクラスター全体のデフォルトとして設定するには、以下のアノテーションをストレージクラスのメタデータに追加します。

```
storageclass.kubernetes.io/is-default-class: "true"
```

以下に例を示します。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  annotations:
    storageclass.kubernetes.io/is-default-class: "true"
...
```

これにより、特定のストレージクラスを指定しない永続ボリューム要求 (PVC) がデフォルトのストレージクラスによって自動的にプロビジョニングされるようになります。ただし、クラスターには複数のストレージクラスを設定できますが、それらのうちの1つのみをデフォルトのストレージクラスにすることができます。



## 注記

ベータアノテーションの **storageclass.beta.kubernetes.io/is-default-class** は依然として使用可能ですが、今後のリリースで削除される予定です。

ストレージクラスの記述を設定するには、以下のアノテーションをストレージクラスのメタデータに追加します。

```
kubernetes.io/description: My Storage Class Description
```

以下に例を示します。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  annotations:
    kubernetes.io/description: My Storage Class Description
...
```

### 8.3.3. RHOSP Cinder オブジェクトの定義

#### cinder-storageclass.yaml

```
kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: <storage-class-name> ❶
provisioner: kubernetes.io/cinder
parameters:
  type: fast ❷
  availability: nova ❸
  fsType: ext4 ❹
```

- ❶ ストレージクラス名永続ボリューム要求 (PVC) は、関連する永続ボリュームをプロビジョニングするためにこのストレージクラスを使用します。
- ❷ Cinder で作成されるボリュームタイプ。デフォルトは空です。
- ❸ アベイラビリティゾーン。指定しない場合、ボリュームは通常 OpenShift Container Platform クラスターのノードがあるすべてのアクティブゾーンでラウンドロビンされます。
- ❹ 動的にプロビジョニングされたボリュームで作成されるファイルシステム。この値は、動的にプロビジョニングされる永続ボリュームの **fsType** フィールドにコピーされ、ボリュームの初回マウント時にファイルシステムが作成されます。デフォルト値は **ext4** です。

### 8.3.4. RHOSP Manila Container Storage Interface (CSI) オブジェクト定義

インストールが完了すると、OpenStack Manila CSI Driver Operator および ManilaDriver は、動的プロビジョニングに必要なすべての利用可能な Manila 共有タイプに必要なストレージクラスを自動的に作成します。

### 8.3.5. AWS Elastic Block Store (EBS) オブジェクト定義

#### aws-ebs-storageclass.yaml

```
kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: <storage-class-name> ❶
provisioner: kubernetes.io/aws-ebs
parameters:
  type: io1 ❷
  iopsPerGB: "10" ❸
  encrypted: "true" ❹
  kmsKeyId: keyvalue ❺
  fsType: ext4 ❻
```

- ❶ (必須) ストレージクラスの名前。永続ボリューム要求 (PVC) は、関連する永続ボリュームをプロビジョニングするためにこのストレージクラスを使用します。
- ❷ (必須) **io1**、**gp3**、**sc1**、**st1** から選択します。デフォルトは **gp3** です。有効な Amazon Resource Name (ARN) 値は、[AWS のドキュメント](#) を参照してください。
- ❸ (オプション) **io1** ボリュームのみ。1 GiB あたり 1 秒あたりの I/O 処理数。AWS ボリュームプラグインは、この値と要求されたボリュームのサイズを乗算してボリュームの IOPS を算出します。値の上限は、AWS でサポートされる最大値である 20,000 IOPS です。詳細は、[AWS のドキュメント](#) を参照してください。
- ❹ (オプション) EBS ボリュームを暗号化するかどうかを示します。有効な値は **true** または **false** です。
- ❺ (オプション) ボリュームを暗号化するために使用するキーの完全な ARN。値を指定しない場合でも **encrypted** が **true** に設定されている場合は、AWS によってキーが生成されます。有効な ARN 値は、[AWS のドキュメント](#) を参照してください。
- ❻ (オプション) 動的にプロビジョニングされたボリュームで作成されるファイルシステム。この値は、動的にプロビジョニングされる永続ボリュームの **fsType** フィールドにコピーされ、ボリュームの初回マウント時にファイルシステムが作成されます。デフォルト値は **ext4** です。

### 8.3.6. Azure Disk オブジェクト定義

#### azure-advanced-disk-storageclass.yaml

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: <storage-class-name> ❶
provisioner: kubernetes.io/azure-disk
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer ❷
allowVolumeExpansion: true
parameters:
  kind: Managed ❸
  storageaccounttype: Premium_LRS ❹
reclaimPolicy: Delete
```

- 
- 1 ストレージクラス名永続ボリューム要求 (PVC) は、関連する永続ボリュームをプロビジョニングするためにこのストレージクラスを使用します。
- 2 **WaitForFirstConsumer** を使用することが強く推奨されます。これにより、Pod を利用可能なゾーンから空きのあるワーカーノードにスケジューリングするのに十分なストレージがボリュームプロビジョニングされます。
- 3 許容値は、**Shared** (デフォルト)、**Managed**、および **Dedicated** です。



### 重要

Red Hat は、ストレージクラスでの **kind: Managed** の使用のみをサポートします。

**Shared** および **Dedicated** の場合、Azure はマネージド外のディスクを作成しますが、OpenShift Container Platform はマシンの OS (root) ディスクの管理ディスクを作成します。ただし、Azure Disk はノードで管理ディスクおよびマネージド外ディスクの両方の使用を許可しないため、**Shared** または **Dedicated** で作成されたマネージド外ディスクを OpenShift Container Platform ノードに割り当てることはできません。

- 4 Azure ストレージアカウントの SKU 層。デフォルトは空です。プレミアム VM は **Standard\_LRS** ディスクと **Premium\_LRS** ディスクの両方を割り当て、標準 VM は **Standard\_LRS** ディスクのみを、マネージド VM はマネージドディスクのみを、アンマネージド VM はアンマネージドディスクのみを割り当てることができます。
  - a. **kind** が **Shared** に設定されている場合は、Azure は、クラスターと同じリソースグループにあるいくつかの共有ストレージアカウントで、アンマネージドディスクをすべて作成します。
  - b. **kind** が **Managed** に設定されている場合は、Azure は新しいマネージドディスクを作成します。
  - c. **kind** が **Dedicated** に設定されており、**storageAccount** が指定されている場合には、Azure は、クラスターと同じリソースグループ内にある新規のアンマネージドディスク用に、指定のストレージアカウントを使用します。これを機能させるには、以下が前提となります。
    - 指定のストレージアカウントが、同じリージョン内にあること。
    - Azure Cloud Provider にストレージアカウントへの書き込み権限があること。
  - d. **kind** が **Dedicated** に設定されており、**storageAccount** が指定されていない場合には、Azure はクラスターと同じリソースグループ内の新規のアンマネージドディスク用に、新しい専用のストレージアカウントを作成します。

### 8.3.7. Azure File のオブジェクト定義

Azure File ストレージクラスはシークレットを使用して Azure ストレージアカウント名と Azure ファイル共有の作成に必要なストレージアカウントキーを保存します。これらのパーミッションは、以下の手順の一部として作成されます。

手順

1. シークレットの作成および表示を可能にする **ClusterRole** オブジェクトを定義します。

```

apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRole
metadata:
  # name: system:azure-cloud-provider
  name: <persistent-volume-binder-role> ❶
rules:
- apiGroups: [""]
  resources: ['secrets']
  verbs: ['get','create']

```

- ❶ シークレットを表示し、作成するためのクラスターロールの名前。

2. クラスターロールをサービスアカウントに追加します。

```

$ oc adm policy add-cluster-role-to-user <persistent-volume-binder-role>
system:serviceaccount:kube-system:persistent-volume-binder

```

3. Azure File **StorageClass** オブジェクトを作成します。

```

kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: <azure-file> ❶
provisioner: kubernetes.io/azure-file
parameters:
  location: eastus ❷
  skuName: Standard_LRS ❸
  storageAccount: <storage-account> ❹
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: Immediate

```

- ❶ ストレージクラス名永続ボリューム要求 (PVC) は、関連する永続ボリュームをプロビジョニングするためにこのストレージクラスを使用します。
- ❷ **eastus** などの Azure ストレージアカウントの場所。デフォルトは空であり、新規 Azure ストレージアカウントが OpenShift Container Platform クラスターの場所に作成されません。
- ❸ **Standard\_LRS** などの Azure ストレージアカウントの SKU 層。デフォルトは空です。つまり、新しい Azure ストレージアカウントは **Standard\_LRS** SKU で作成されます。
- ❹ Azure ストレージアカウントの名前。ストレージアカウントが提供されると、**skuName** および **location** は無視されます。ストレージアカウントを指定しない場合、ストレージクラスは、定義された **skuName** および **location** に一致するアカウントのリソースグループに関連付けられたストレージアカウントを検索します。

### 8.3.7.1. Azure File を使用する場合の考慮事項

以下のファイルシステム機能は、デフォルトの Azure File ストレージクラスではサポートされません。

- シンボリックリンク

- ハードリンク
- 拡張属性
- スパースファイル
- 名前付きパイプ

また、Azure File がマウントされるディレクトリーの所有者 ID (UID) は、コンテナのプロセス UID とは異なります。**uid** マウントオプションは **StorageClass** オブジェクトに指定して、マウントされたディレクトリーに使用する特定のユーザー ID を定義できます。

以下の **StorageClass** オブジェクトは、マウントされたディレクトリーのシンボリックリンクを有効にした状態で、ユーザーおよびグループ ID を変更する方法を示しています。

```
kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: azure-file
mountOptions:
  - uid=1500 ①
  - gid=1500 ②
  - mfsymlinks ③
provisioner: kubernetes.io/azure-file
parameters:
  location: eastus
  skuName: Standard_LRS
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: Immediate
```

- ① マウントされたディレクトリーに使用するユーザー ID を指定します。
- ② マウントされたディレクトリーに使用するグループ ID を指定します。
- ③ シンボリックリンクを有効にします。

### 8.3.8. GCE PersistentDisk (gcePD) オブジェクトの定義

#### gce-pd-storageclass.yaml

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: <storage-class-name> ①
provisioner: kubernetes.io/gce-pd
parameters:
  type: pd-standard ②
  replication-type: none
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer
allowVolumeExpansion: true
reclaimPolicy: Delete
```

- 1 ストレージクラス名永続ボリューム要求 (PVC) は、関連する永続ボリュームをプロビジョニングするためにこのストレージクラスを使用します。
- 2 **pd-standard** または **pd-ssd** のいずれかを選択します。デフォルトは **pd-standard** です。

### 8.3.9. VMWare vSphere オブジェクトの定義

#### vsphere-storageclass.yaml

```
kind: StorageClass
apiVersion: storage.k8s.io/v1
metadata:
  name: <storage-class-name> 1
provisioner: csi.vsphere.vmware.com 2
```

- 1 ストレージクラス名永続ボリューム要求 (PVC) は、関連する永続ボリュームをプロビジョニングするためにこのストレージクラスを使用します。
- 2 OpenShift Container Platform での VMware vSphere CSI の使用の詳細は、[Kubernetes のドキュメント](#) を参照してください。

## 8.4. デフォルトストレージクラスの変更

次の手順を使用して、デフォルトのストレージクラスを変更します。

たとえば、**gp3** と **standard** の2つのストレージクラスがあり、デフォルトのストレージクラスを **gp3** から **standard** に変更する必要がある場合などです。

#### 前提条件

- クラスタ管理者権限でクラスタにアクセスできる。

#### 手順

デフォルトのストレージクラスを変更するには、以下を実行します。

1. ストレージクラスを一覧表示します。

```
$ oc get storageclass
```

#### 出力例

NAME	TYPE
gp3 (default)	kubernetes.io/aws-efs 1
standard	kubernetes.io/aws-efs

- 1 **(default)** はデフォルトのストレージクラスを示します。

2. 目的のストレージクラスをデフォルトにします。  
目的のストレージクラスに、次のコマンドを実行して **storageclass.kubernetes.io/is-default-class** アノテーションを **true** に設定します。

```
$ oc patch storageclass standard -p '{"metadata": {"annotations": {"storageclass.kubernetes.io/is-default-class": "true"}}}'
```



### 注記

短期間であれば、複数のデフォルトのストレージクラスを使用できます。ただし、最終的には1つのデフォルトのストレージクラスのみが存在することを確認する必要があります。

複数のデフォルトストレージクラスが存在する場合、デフォルトストレージクラス (`pvc.spec.storageClassName = nil`) を要求するすべての永続ボリューム要求 (PVC) は、そのストレージクラスのデフォルトステータスと管理者に関係なく、最後に作成されたデフォルトストレージクラスを取得します。アラートダッシュボードで、複数のデフォルトストレージクラス **MultipleDefaultStorageClasses** があるというアラートを受け取ります。

- 古いデフォルトストレージクラスからデフォルトのストレージクラス設定を削除します。古いデフォルトのストレージクラスの場合は、次のコマンドを実行して **storageclass.kubernetes.io/is-default-class** アノテーションの値を **false** に変更します。

```
$ oc patch storageclass gp3 -p '{"metadata": {"annotations": {"storageclass.kubernetes.io/is-default-class": "false"}}}'
```

- 変更内容を確認します。

```
$ oc get storageclass
```

### 出力例

```
NAME                TYPE
gp3                  kubernetes.io/aws-ebs
standard (default) kubernetes.io/aws-ebs
```