# Red Hat Enterprise Linux 8

## ストレージデバイスの管理

ローカルおよびリモートのストレージデバイスの設定と管理

Last Updated: 2024-06-26

# Red Hat Enterprise Linux 8 ストレージデバイスの管理

ローカルおよびリモートのストレージデバイスの設定と管理

## 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 ® is the registered trademark of Linus Torvalds in the United States and other countries.

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

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

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

Node.js ® 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 ® 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

Red Hat Enterprise Linux (RHEL) は、ローカルおよびリモートのストレージオプションをいくつか提供します。利用可能なストレージオプションを使用すると、次のタスクを実行できます。 要件に従ってディスクパーティションを作成します。ディスク暗号化を使用して、ブロックデバイス上のデータを保護します。 RAID (Redundant Array of Independent Disks) を作成して、複数のドライブにデータを保存し、データ損失を回避します。 iSCSI および NVMe over Fabric を使用して、ネットワーク経由でストレージにアクセスします。

# 目次

# RED HAT ドキュメントへのフィードバック (英語のみ)

Red Hat ドキュメントに関するご意見やご感想をお寄せください。また、改善点があればお知らせください。

**Jira からのフィードバック送信 (アカウントが必要)**

1. Jira の Web サイトにログインします。
2. 上部のナビゲーションバーで **Create** をクリックします。
3. **Summary** フィールドにわかりやすいタイトルを入力します。
4. **Description** フィールドに、ドキュメントの改善に関するご意見を記入してください。ドキュメントの該当部分へのリンクも追加してください。
5. ダイアログの下部にある **Create** をクリックします。

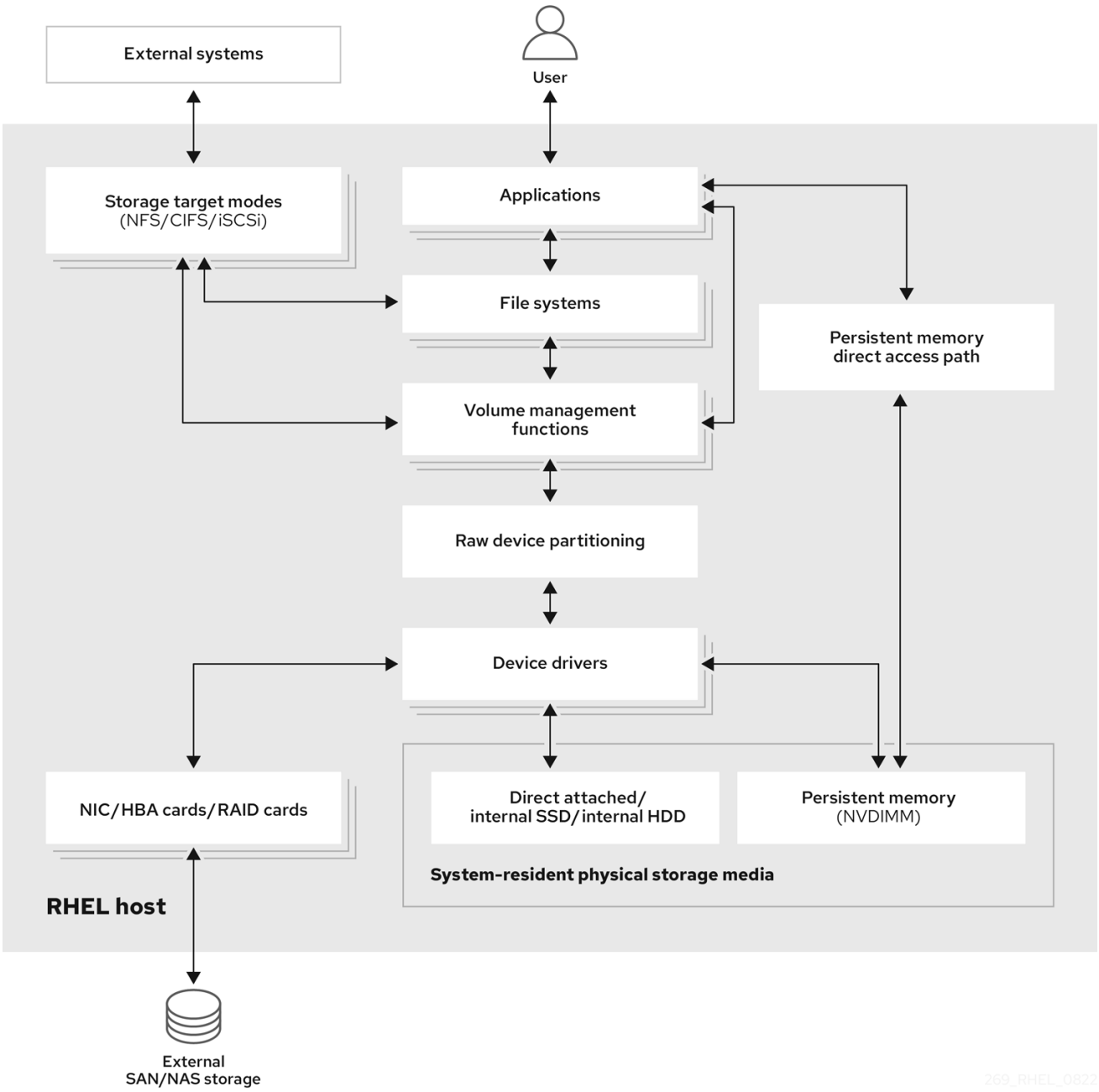
# 第1章 利用可能なストレージオプションの概要

RHEL 8 では、複数のローカル、リモート、およびクラスターベースのストレージオプションを利用できます。

ローカルストレージは、ストレージデバイスがシステムにインストールされているか、システムに直接接続されていることを意味します。

リモートストレージでは、LAN、インターネット、またはファイバーチャネルネットワークを介してデバイスにアクセスします。以下の Red Hat Enterprise Linux ストレージダイアグラムの概要では、さまざまなストレージオプションを説明します。

**図1.1 Red Hat Enterprise Linux ストレージダイアグラム (概要)**




## 1.1. ローカルストレージの概要

Red Hat Enterprise Linux 8 は、ローカルストレージオプションを複数提供します。

**基本的なディスク管理:**

**parted** と **fdisk** を使用して、ディスクパーティションの作成、変更、削除、および表示を行うことができます。パーティショニングレイアウトの標準は以下のようになります。

**マスターブートレコード (MBR)**

BIOS ベースのコンピューターで使用されます。プライマリーパーティション、拡張パーティション、および論理パーティションを作成できます。

**GUID パーティションテーブル (GPT)**

GUID (Globally Unique identifier) を使用し、一意のディスクおよびパーティション GUID を提供します。

パーティションを暗号化するには、LUKS (Linux Unified Key Setup-on-disk-format) を使用します。パーティションを暗号化する場合は、インストール時にオプションを選択し、パスフレーズを入力させるプロンプトを表示します。このパスフレーズにより、暗号化キーのロックが解除されます。

**ストレージ使用オプション**

**NVDIMM (Non-Volatile Dual In-line Memory Modules) の管理**

メモリーとストレージの組み合わせです。システムに接続した NVDIMM デバイスで、さまざまな種類のストレージを有効にして管理できます。

**ブロックストレージ管理**

各ブロックに固有の識別子を持つブロックの形式でデータを保存します。

**ファイルストレージ**

データは、ローカルシステムのファイルレベルに保存されます。これらのデータは、XFS (デフォルト) または ext4 を使用してローカルでアクセスしたり、NFS と SMB を使用してネットワーク上でアクセスできます。

**論理ボリューム**

**論理ボリュームマネージャー (LVM)**

物理デバイスから論理デバイスを作成します。論理ボリューム (LV) は、物理ボリューム (PV) とボリュームグループ (VG) の組み合わせです。LVM の設定には以下が含まれます。

- ハードドライブから PV の作成
- 物理ボリュームからボリュームグループの作成
- ボリュームグループから論理ボリュームを作成すると、マウントポイントが論理ボリュームに割り当てられます。

**VDO (Virtual Data Optimizer)**

重複排除、圧縮、およびシンプロビジョニングを使用して、データの削減に使用されます。VDO の下で論理ボリュームを使用すると、次のことができます。

- VDO ボリュームの拡張
- 複数のデバイスにまたがる VDO ボリューム

**ローカルファイルシステム**

**XFS**

デフォルトの RHEL ファイルシステム。

**Ext4**

レガシーファイルシステム。

**Stratis**

テクノロジープレビューとして利用可能になりました。Stratis は、高度なストレージ機能に対応する、ユーザーとカーネルのハイブリッドローカルストレージ管理システムです。

## 1.2. リモートストレージの概要

RHEL 8 で利用可能なリモートストレージオプションは次のとおりです。

**ストレージの接続オプション**

**iSCSI**

RHEL 8 は targetcli ツールを使用して、iSCSI ストレージの相互接続を追加、削除、表示、および監視します。

**ファイバーチャンネル (FC)**

RHEL 8 は、以下のネイティブファイバーチャネルドライバーを提供します。

- **lpfc**
- **qla2xxx**
- **Zfcp**

**NVMe (Non-volatile Memory Express)**

ホストソフトウェアユーティリティーがソリッドステートドライブと通信できるようにするインターフェイス。次の種類はファブリックトランスポートを使用して、NVMe over fabrics を設定します。

- RDMA (Remote Direct Memory Access) を使用する NVMe over fabrics
- ファイバーチャネル (FC) を使用した NVMe over fabrics

**Device Mapper Multipath (DM Multipath)**

サーバーノードとストレージアレイ間の複数の I/O パスを 1 つのデバイスに設定できます。これらの I/O パスは、個別のケーブル、スイッチ、コントローラーを含むことができる物理的な SAN 接続です。

**ネットワークファイルシステム**

- NFS
- SMB

## 1.3. GFS2 ファイルシステムの概要

Red Hat Global File System 2 (GFS2) ファイルシステムは、64 ビットの対称クラスターファイルシステムで、共有名前空間を提供し、一般的なブロックデバイスを共有する複数のノード間の一貫性を管理します。GFS2 ファイルシステムは、ローカルファイルシステムに可能な限り近い機能セットを提供すると同時に、ノード間でクラスターの完全な整合性を強制することを目的としています。これを実現するため、ノードはファイルシステムリソースにクラスター全体のロックスキームを使用します。このロックスキームは、TCP/IP などの通信プロトコルを使用して、ロック情報を交換します。

場合によっては、Linux ファイルシステム API では、GFS2 のクラスター化された性質を完全に透過的にすることができません。たとえば、GFS2 で POSIX ロックを使用しているプログラムは、**GETLK** の使用を回避する必要があります。なぜなら、クラスター環境では、プロセス ID が、クラスター内の別のノードに対するものである可能性があるためです。ただし、ほとんどの場合、GFS2 ファイルシステムの機能は、ローカルファイルシステムのものと同じです。

Red Hat Enterprise Linux Resilient Storage Add-On は GFS2 を提供します。GFS2 が必要とするクラスター管理の提供は Red Hat Enterprise Linux High Availability Add-On により提供されます。

**gfs2.ko** カーネルモジュールは GFS2 ファイルシステムを実装し、GFS2 クラスターノードに読み込まれます。

GFS2 環境を最大限に利用するためにも、基礎となる設計に起因するパフォーマンス事情を考慮することが重要です。GFS2 では、ローカルファイルシステムと同様、ページキャッシュで、頻繁に使用されるデータのローカルキャッシングを行ってパフォーマンスを向上します。クラスターのノード間で一貫性を維持するために、**glock** ステートマシンでキャッシュ制御が提供されます。

**関連情報**

- GFS2 ファイルシステムの設定

# 第2章 RHEL システムロールを使用してローカルストレージを管理する

Ansible を使用して LVM およびローカルファイルシステム (FS) を管理するには、RHEL 8 で使用可能な RHEL システムロールの 1 つである **ストレージ** ロールを使用できます。

**storage** ロールを使用すると、ディスク上のファイルシステム、複数のマシンにある論理ボリューム、および RHEL 7.7 以降の全バージョンでのファイルシステムの管理を自動化できます。

RHEL システムロールと、その適用方法の詳細は、RHEL システムロールの概要 を参照してください。

## 2.1. STORAGE RHEL システムロールの概要

**storage** ロールは以下を管理できます。

- パーティションが分割されていないディスクのファイルシステム
- 論理ボリュームとファイルシステムを含む完全な LVM ボリュームグループ
- MD RAID ボリュームとそのファイルシステム

**storage** ロールを使用すると、次のタスクを実行できます。

- ファイルシステムを作成する
- ファイルシステムを削除する
- ファイルシステムをマウントする
- ファイルシステムをアンマウントする
- 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を削除する
- 論理ボリュームを作成する
- 論理ボリュームを削除する
- RAID ボリュームを作成する
- RAID ボリュームを削除する
- RAID で LVM ボリュームグループを作成する
- RAID で LVM ボリュームグループを削除する
- 暗号化された LVM ボリュームグループを作成する
- RAID で LVM 論理ボリュームを作成する

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 2.2. STORAGE RHEL システムロールを使用してブロックデバイスに XFS ファイルシステムを作成する

Ansible Playbook の例では、**storage** ロールを適用して、デフォルトのパラメーターを使用してブロックデバイス上に XFS ファイルシステムを作成します。

**注記**

**storage** ロールは、パーティションが分割されていないディスク全体または論理ボリューム (LV) でのみファイルシステムを作成できます。パーティションにファイルシステムを作成することはできません。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: ~/**playbook.yml**) を作成します。

```
---
- hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_volumes:
      - name: barefs
        type: disk
        disks:
          - sdb
        fs_type: xfs
```

   - 現在、ボリューム名 (この例では **barefs**) は任意です。**storage** ロールは、**disks:** 属性にリスト表示されているディスクデバイスでボリュームを特定します。
   - XFS は RHEL 8 のデフォルトファイルシステムであるため、**fs_type: xfs** 行を省略することができます。
   - 論理ボリュームにファイルシステムを作成するには、エンクロージングボリュームグループを含む **disks:** 属性の下に LVM 設定を指定します。詳細は、ストレージ RHEL システムロールを使用した論理ボリュームの管理 を参照してください。
     LV デバイスへのパスを指定しないでください。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

   このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 2.3. STORAGE RHEL システムロールを使用してファイルシステムを永続的にマウントする

Ansible の例では、**storage** ロールを適用して、XFS ファイルシステムを即時かつ永続的にマウントします。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: **~/playbook.yml**) を作成します。

```
---
- hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_volumes:
      - name: barefs
        type: disk
        disks:
          - sdb
        fs_type: xfs
        mount_point: /mnt/data
        mount_user: somebody
        mount_group: somegroup
        mount_mode: 0755
```

   - この Playbook は、ファイルシステムを **/etc/fstab** ファイルに追加し、ファイルシステムを即座にマウントします。
   - **/dev/sdb** デバイス上のファイルシステム、またはマウントポイントのディレクトリーが存在しない場合は、Playbook により作成されます。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 2.4. STORAGE RHEL システムロールを使用して論理ボリュームを管理する

Ansible Playbook の例では、**storage** ロールを適用して、ボリュームグループに LVM 論理ボリュームを作成します。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: **~/playbook.yml**) を作成します。

```
- hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_pools:
      - name: myvg
        disks:
          - sda
          - sdb
          - sdc
        volumes:
          - name: mylv
            size: 2G
            fs_type: ext4
            mount_point: /mnt/dat
```

- **myvg** ボリュームグループは、ディスク **/dev/sda**、**/dev/sdb**、および **/dev/sdc** で構成されています。
- **myvg** ボリュームグループがすでに存在する場合は、Playbook により論理ボリュームがボリュームグループに追加されます。
- **myvg** ボリュームグループが存在しない場合は、Playbook により作成されます。

- この Playbook は、**mylv** 論理ボリュームに Ext4 ファイルシステムを作成し、そのファイルシステムを **/mnt** に永続的にマウントします。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 2.5. STORAGE RHEL システムロールを使用してオンラインのブロック破棄を有効にする

Ansible Playbook の例では、**storage** ロールを適用して、オンラインのブロック破棄を有効にして XFS ファイルシステムをマウントします。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: **~/playbook.yml**) を作成します。

```
---
- hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_volumes:
      - name: barefs
        type: disk
        disks:
          - sdb
        fs_type: xfs
        mount_point: /mnt/data
        mount_options: discard
```

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 2.6. STORAGE RHEL システムロールを使用して EXT4 ファイルシステムを作成およびマウントする

Ansible Playbook の例では、**storage** ロールを適用して、Ext4 ファイルシステムを作成してマウントします。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: **~/playbook.yml**) を作成します。

```
---
- hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_volumes:
      - name: barefs
        type: disk
        disks:
          - sdb
        fs_type: ext4
        fs_label: label-name
        mount_point: /mnt/data
```

- Playbook は、**/dev/sdb** ディスクにファイルシステムを作成します。
- この Playbook は、ファイルシステムを **/mnt/data** ディレクトリーに永続的にマウントします。
- ファイルシステムのラベルは **label-name** です。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 2.7. STORAGE RHEL システムロールを使用して EXT3 ファイルシステムを作成およびマウントする

Ansible Playbook の例では、**storage** ロールを適用して Ext3 ファイルシステムを作成してマウントします。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: **~/playbook.yml**) を作成します。

```
---
- hosts: all
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_volumes:
      - name: barefs
        type: disk
        disks:
          - sdb
        fs_type: ext3
        fs_label: label-name
        mount_point: /mnt/data
        mount_user: somebody
        mount_group: somegroup
        mount_mode: 0755
```

- Playbook は、**/dev/sdb** ディスクにファイルシステムを作成します。

- この Playbook は、ファイルシステムを **/mnt/data** ディレクトリーに永続的にマウントします。
- ファイルシステムのラベルは **label-name** です。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 2.8. STORAGE RHEL システムロールを使用して LVM 上の既存のファイルシステムのサイズを変更する

このサンプル Ansible Playbook は、**storage** RHEL システムロールを適用して、ファイルシステムを持つ LVM 論理ボリュームのサイズを変更します。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: **~/playbook.yml**) を作成します。

```
---
- name: Create LVM pool over three disks
  hosts: managed-node-01.example.com
  tasks:
    - name: Resize LVM logical volume with file system
      ansible.builtin.include_role:
        name: rhel-system-roles.storage
      vars:
        storage_pools:
          - name: myvg
            disks:
              - /dev/sda
              - /dev/sdb
```

```
      - /dev/sdc
    volumes:
      - name: mylv1
        size: 10 GiB
        fs_type: ext4
        mount_point: /opt/mount1
      - name: mylv2
        size: 50 GiB
        fs_type: ext4
        mount_point: /opt/mount2
```

この Playbook は、以下の既存のファイルシステムのサイズを変更します。

- **/opt/mount1** にマウントされる **mylv1** ボリュームの Ext4 ファイルシステムは、そのサイズを 10 GiB に変更します。
- **/opt/mount2** にマウントされる **mylv2** ボリュームの Ext4 ファイルシステムは、そのサイズを 50 GiB に変更します。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 2.9. STORAGE RHEL システムロールを使用してスワップボリュームを作成する

本セクションでは、Ansible Playbook の例を紹介します。この Playbook は、**storage** ロールを適用し、デフォルトのパラメーターを使用して、ブロックデバイスにスワップボリュームが存在しない場合は作成し、スワップボリュームがすでに存在する場合はそれを変更します。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: ~/**playbook.yml**) を作成します。

```
---
- name: Create a disk device with swap
  hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_volumes:
      - name: swap_fs
        type: disk
        disks:
          - /dev/sdb
        size: 15 GiB
        fs_type: swap
```

現在、ボリューム名 (この例では **swap_fs**) は任意です。**storage** ロールは、**disks:** 属性にリスト表示されているディスクデバイスでボリュームを特定します。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 2.10. STORAGE RHEL システムロールを使用した RAID ボリュームの設定

**storage** システムロールを使用すると、Red Hat Ansible Automation Platform と Ansible-Core を使用して RHEL に RAID ボリュームを設定できます。要件に合わせて RAID ボリュームを設定するためのパラメーターを使用して、Ansible Playbook を作成します。

**警告**

特定の状況でデバイス名が変更する場合があります。たとえば、新しいディスクをシステムに追加するときなどです。したがって、データの損失を防ぐために、Playbook で特定のディスク名を使用しないでください。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: ~/**playbook.yml**) を作成します。

```
---
- name: Configure the storage
  hosts: managed-node-01.example.com
  tasks:
    - name: Create a RAID on sdd, sde, sdf, and sdg
      ansible.builtin.include_role:
        name: rhel-system-roles.storage
      vars:
        storage_safe_mode: false
        storage_volumes:
          - name: data
            type: raid
            disks: [sdd, sde, sdf, sdg]
            raid_level: raid0
            raid_chunk_size: 32 KiB
            mount_point: /mnt/data
            state: present
```

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー
- RAID の管理

## 2.11. STORAGE RHEL システムロールを使用して RAID を備えた LVM プールを設定する

**storage** システムロールを使用すると、Red Hat Ansible Automation Platform を使用して、RAID を備えた LVM プールを RHEL に設定できます。利用可能なパラメーターを使用して Ansible Playbook をセットアップし、LVM pool with RAID を設定できます。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: ~/**playbook.yml**) を作成します。

```
---
- name: Configure LVM pool with RAID
  hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_safe_mode: false
    storage_pools:
      - name: my_pool
        type: lvm
        disks: [sdh, sdi]
        raid_level: raid1
        volumes:
          - name: my_volume
            size: "1 GiB"
            mount_point: "/mnt/app/shared"
            fs_type: xfs
            state: present
```

   RAID を備えた LVM プールを作成するには、**raid_level** パラメーターを使用して RAID タイプを指定する必要があります。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

   このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー
- RAID の管理

## 2.12. STORAGE RHEL システムロールを使用して RAID LVM ボリュームのストライプサイズを設定する

**storage** システムロールを使用すると、Red Hat Ansible Automation Platform を使用して、RHEL の RAID LVM ボリュームのストライプサイズを設定できます。利用可能なパラメーターを使用して Ansible Playbook をセットアップし、LVM pool with RAID を設定できます。

### 前提条件

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

### 手順

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: ~/**playbook.yml**) を作成します。

```
---
- name: Configure stripe size for RAID LVM volumes
  hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_safe_mode: false
    storage_pools:
      - name: my_pool
        type: lvm
        disks: [sdh, sdi]
        volumes:
          - name: my_volume
            size: "1 GiB"
            mount_point: "/mnt/app/shared"
            fs_type: xfs
            raid_level: raid1
            raid_stripe_size: "256 KiB"
            state: present
```

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

### 関連情報

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file

- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー
- RAID の管理

## 2.13. STORAGE RHEL システムロールを使用して LVM 上の VDO ボリュームを圧縮および重複排除する

このサンプル Ansible Playbook は、**storage** RHEL システムロールを適用し、Virtual Data Optimizer (VDO) を使用した論理ボリューム (LVM) の圧縮と重複排除を有効にします。

**注記**

**storage** システムロールが LVM VDO を使用するため、圧縮と重複排除を使用できるのはプールごとに 1 つのボリュームのみです。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: ~/**playbook.yml**) を作成します。

```
- name: Create LVM VDO volume under volume group 'myvg'
  hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_pools:
      - name: myvg
        disks:
          - /dev/sdb
        volumes:
          - name: mylv1
            compression: true
            deduplication: true
            vdo_pool_size: 10 GiB
            size: 30 GiB
            mount_point: /mnt/app/shared
```

この例では、**compression** プールおよび **deduplication** プールを true に設定します。これは、VDO が使用されることを指定します。以下では、このパラメーターの使用方法を説明します。

- **deduplication** は、ストレージボリュームに保存されている重複データの重複排除に使用されます。
- 圧縮は、ストレージボリュームに保存されているデータを圧縮するために使用されます。これにより、より大きなストレージ容量が得られます。

- vdo_pool_size は、ボリュームがデバイスで使用する実際のサイズを指定します。VDO ボリュームの仮想サイズは、**size** パラメーターで設定します。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 2.14. STORAGE RHEL システムロールを使用して LUKS2 暗号化ボリュームを作成する

**storage** ロールを使用し、Ansible Playbook を実行して、LUKS で暗号化されたボリュームを作成および設定できます。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: **~/playbook.yml**) を作成します。

```
---
- name: Create and configure a volume encrypted with LUKS
  hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_volumes:
      - name: barefs
        type: disk
        disks:
        - sdb
        fs_type: xfs
        fs_label: label-name
```

```
    mount_point: /mnt/data
    encryption: true
    encryption_password: <password>
```

また、**encryption_key**、**encryption_cipher**、**encryption_key_size**、**encryption_luks** など、他の暗号化パラメーターを Playbook ファイルに追加することもできます。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**検証**

1. 暗号化ステータスを表示します。

```
# cryptsetup status sdb

/dev/mapper/sdb is active and is in use.
type: LUKS2
cipher: aes-xts-plain64
keysize: 512 bits
key location: keyring
device: /dev/sdb
...
```

2. 作成された LUKS 暗号化ボリュームを確認します。

```
# cryptsetup luksDump /dev/sdb

Version:        2
Epoch:          6
Metadata area:  16384 [bytes]
Keyslots area:  33521664 [bytes]
UUID:           a4c6be82-7347-4a91-a8ad-9479b72c9426
Label:          (no label)
Subsystem:      (no subsystem)
Flags:          allow-discards

Data segments:
  0: crypt
        offset: 33554432 [bytes]
        length: (whole device)
        cipher: aes-xts-plain64
        sector: 4096 [bytes]
...
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー
- LUKS を使用したブロックデバイスの暗号化

## 2.15. STORAGE RHEL システムロールを使用してプールボリュームのサイズをパーセンテージで表す

このサンプル Ansible Playbook は、**storage** システムロールを適用して、論理マネージャーボリューム (LVM) のボリュームサイズをプールの合計サイズのパーセンテージで表現できるようにします。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: ~/**playbook.yml**) を作成します。

```
---
- name: Express volume sizes as a percentage of the pool's total size
  hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_pools:
      - name: myvg
        disks:
          - /dev/sdb
        volumes:
          - name: data
            size: 60%
            mount_point: /opt/mount/data
          - name: web
            size: 30%
            mount_point: /opt/mount/web
          - name: cache
            size: 10%
            mount_point: /opt/cache/mount
```

この例では、LVM ボリュームのサイズをプールサイズのパーセンテージで指定します (例: **60%**)。LVM ボリュームのサイズは、人間が判読できるファイルシステムのサイズ (例: **10g** または **50 GiB**) に占めるプールサイズのパーセンテージで指定することもできます。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

# 第3章 ディスクパーティション

ディスクを 1 つ以上の論理領域に分割するには、ディスクのパーティション設定ユーティリティーを使用します。これにより、各パーティションを個別に管理できます。

## 3.1. パーティションの概要

ハードディスクは、パーティションテーブルの各ディスクパーティションの場所とサイズに関する情報を保存します。オペレーティングシステムは、パーティションテーブルの情報を使用して、各パーティションを論理ディスクとして扱います。ディスクパーティション設定には、次のような利点があります。

- 物理ボリュームの管理上の見落としの可能性を減らす。
- 十分なバックアップを確保する。
- 効率的なディスク管理を提供する。

**関連情報**

- 直接または LVM を間に入れて、LUN でパーティション設定を使用するメリットとデメリットは何ですか？

## 3.2. ディスクのパーティション変更前の留意事項

ディスクパーティションを作成、削除、またはサイズ変更する前に、次の点を考慮してください。

デバイスでは、パーティションテーブルのタイプによって、個々のパーティションの最大数とサイズが決まります。

パーティションの最大数:

- **マスターブートレコード (MBR)** パーティションテーブルでフォーマットされたデバイスでは、次の数だけパーティションを設定できます。
  - 最大 4 つのプライマリーパーティション
  - 最大 3 つのプライマリーパーティション、1 つの拡張パーティション
    - 拡張パーティション内の複数の論理パーティション
- **GUID パーティションテーブル (GPT)** でフォーマットしたデバイスには、以下を設定できます。
  - **parted** ユーティリティーを使用している場合は、最大 128 のパーティション。
    - GPT 仕様では、パーティションテーブルの予約サイズを増やすことで、より多くのパーティションを作成できますが、parted ユーティリティーは 128 のパーティションに必要な領域に制限しています。

パーティションの最大サイズ:

- Master Boot Record (MBR) パーティションテーブルでフォーマットされたデバイスの場合:
  - 512b セクタードライブを使用している場合、最大サイズは 2 TiB です。

- 4k セクタードライブを使用している場合、最大サイズは 16 TiB です。

- **GUID パーティションテーブル (GPT)** でフォーマットされたデバイスの場合:
  - 512b セクタードライブを使用している場合、最大サイズは 8 ZiB です。
  - 4k セクタードライブを使用している場合、最大サイズは 64 ZiB です。

**parted** ユーティリティーを使用すると、複数の異なる接尾辞を使用してパーティションサイズを指定できます。

- **MiB、GiB、または TiB**
  - サイズは 2 のべき乗で表示されます。
  - パーティションの開始点は、サイズが指定する正確なセクターに調整されます。
  - 終了点は、指定されたサイズから 1 セクターを引いたサイズに調整されます。
- **MB、GB、TB**:
  - サイズは 10 のべき乗で表示されます。
  - 開始点と終了点は、指定されたユニットの半分以内に配置されます。たとえば、接尾辞 MB を使用する場合は ±500KB です。

**注記**

このセクションでは、IBM Z アーキテクチャーに固有の DASD パーティションテーブルを説明しません。

**関連情報**

- IBM Z への Linux インスタンスの設定
- What you should know about DASD

## 3.3. パーティションテーブルの種類の比較

デバイスでパーティションを有効にするには、さまざまな種類のパーティションテーブルでブロックデバイスをフォーマットします。次の表では、ブロックデバイスで作成できるさまざまな種類のパーティションテーブルのプロパティーを比較しています。

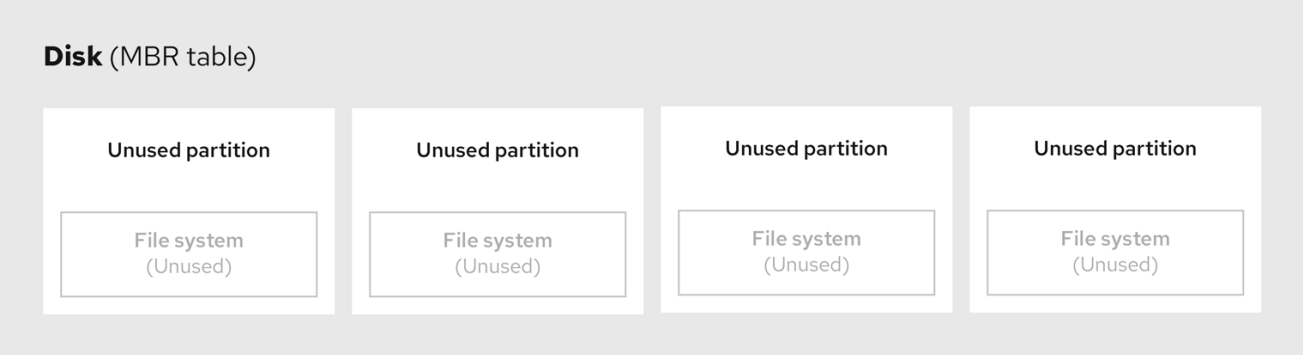
**表3.1 パーティションテーブルの種類**

| パーティションテーブル | パーティションの最大数 | パーティションの最大サイズ |
|---|---|---|
| マスターブートレコード (MBR) | 4 つのプライマリーパーティション、または 3 つのプライマリーパーティションと 12 の論理パーティションを持つ 1 つの拡張パーティション | 2TiB |
| GUID パーティションテーブル (GPT) | 128 | 8ZiB |

## 3.4. MBR ディスクパーティション

パーティションテーブルはそのディスクの先頭部分となる、他のファイルシステムまたはユーザーデータの前に格納されています。わかりやすくするために、次の図ではパーティションテーブルを区切って示しています。

**図3.1 MBR パーティションテーブルがあるディスク**




上記の図で示したとおり、パーティションテーブルは使用していない 4 つのプライマリーパーティションの 4 つのセクションに分けられます。プライマリーパーティションは、論理ディスクドライブ (またはセクション) を 1 つだけ含むハードドライブのパーティションです。各論理ドライブは、1 つのパーティションの定義に必要な情報を保持できます。つまり、パーティションテーブルで定義できるプライマリーパーティションは 4 つまでです。

各パーティションテーブルエントリーには、パーティションの重要な特徴が含まれています。

- ディスク上のパーティションの開始点と終了点
- パーティションの状態 (**アクティブ** としてフラグを立てることができるのは 1 つのパーティションのみ)
- パーティションのタイプ

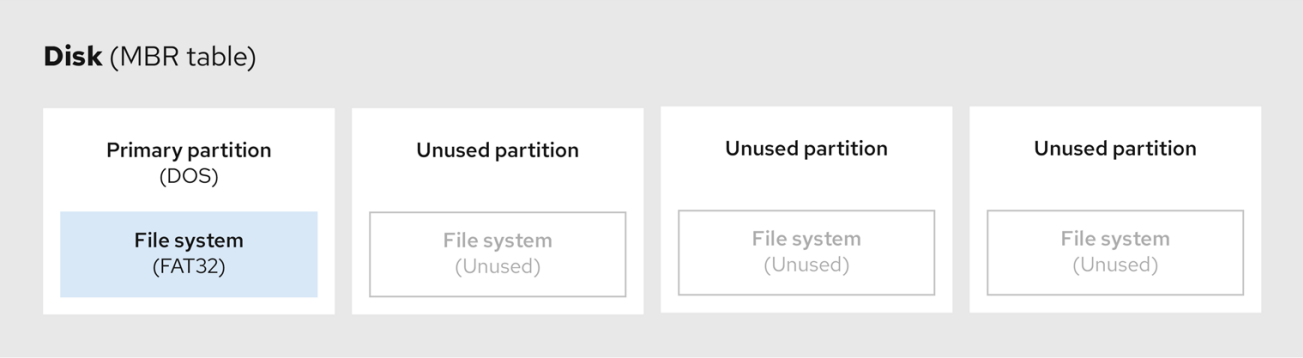
開始点と終了点は、ディスク上のパーティションのサイズと場所を定義します。一部のオペレーティングシステムブートローダーは、**active** フラグを使用します。つまり、active とマークされているパーティションのオペレーティングシステムが起動します。

タイプとは、パーティションの用途を識別する番号です。一部のオペレーティングシステムでは、パーティションの種類を使用して以下を行います。

- 特定のファイルシステムタイプを示します。
- 特定のオペレーティングシステムに関連付けられているパーティションにフラグを付けます。
- パーティションに起動可能なオペレーティングシステムが含まれていることを示します。

以下の図は、パーティションが 1 つあるドライブの例を示しています。この例では、最初のパーティションには **DOS** パーティションタイプのラベルが付けられています。

図3.2 1つのパーティションを持つディスク




269_RHEL_0822

**関連情報**

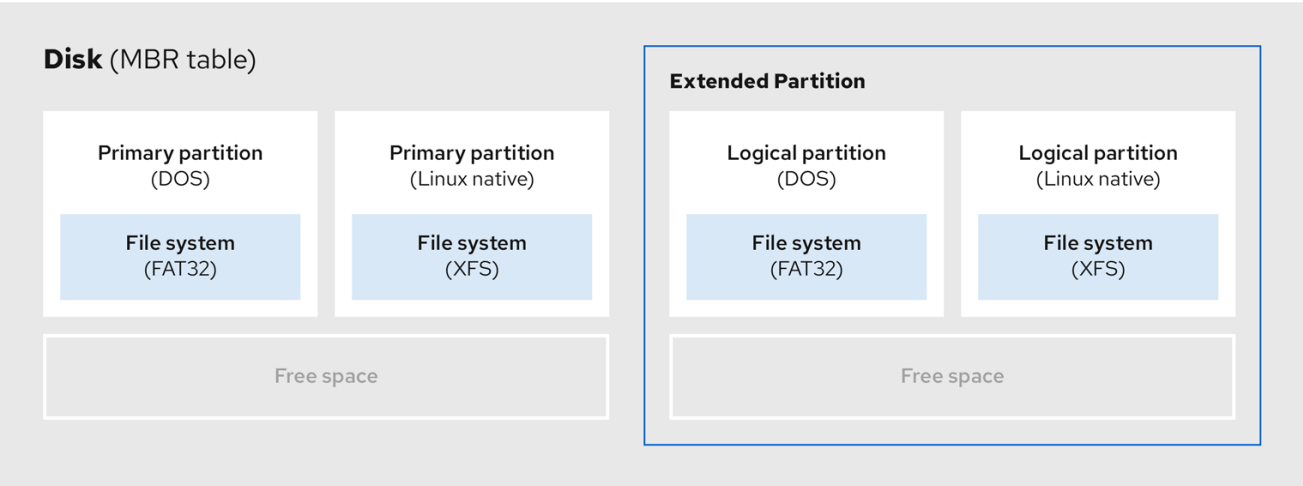
- MBR パーティションタイプ

## 3.5. 拡張 MBR パーティション

必要があれば、タイプを **extended** に設定して追加のパーティションを作成します。

拡張パーティションは、ディスクドライブに似ています。拡張パーティション内に完全に含まれる 1 つ以上の論理パーティションを指す独自のパーティションテーブルがあります。次の図は、2 つのプライマリーパーティションと、2 つの論理パーティションを含む 1 つの拡張パーティションおよびいくつかの未パーティションの空き領域を備えたディスクドライブを示しています。

図3.3 2つのプライマリーパーティションと拡張 MBR パーティションの両方を備えたディスク




269_RHEL_0822

最大 4 つのプライマリーパーティションと拡張パーティションのみを使用できますが、論理パーティションの数に制限はありません。パーティションにアクセスする場合の Linux の制限として、1 つのディスクドライブで最大 15 の論理パーティションが許可されます。

## 3.6. MBR パーティションタイプ

次の表は、最も一般的に使用される MBR パーティションタイプとそれらを表す 16 進数のリストです。

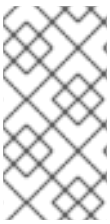
表3.2 MBR パーティションタイプ

| MBR パーティションタイプ | 値 | MBR パーティションタイプ | 値 |
|---|---|---|---|
| Empty | 00 | Novell Netware 386 | 65 |
| DOS 12 ビット FAT | 01 | PIC/IX | 75 |
| XENIX root | O2 | 旧 MINIX | 80 |
| XENIX usr | O3 | Linux/MINUX | 81 |
| DOS 16 ビット (32M 以下) | 04 | Linux swap | 82 |
| Extended | 05 | Linux ネイティブ | 83 |
| DOS 16 ビット (32 以上) | 06 | Linux 拡張 | 85 |
| OS/2 HPFS | 07 | Amoeba | 93 |
| AIX | 08 | Amoeba BBT | 94 |
| AIX ブート可能 | 09 | BSD/386 | a5 |
| OS/2 Boot Manager | 0a | OpenBSD | a6 |
| Win95 FAT32 | 0b | NEXTSTEP | a7 |
| Win95 FAT32 (LBA) | 0c | BSDI fs | b7 |
| Win95 FAT16 (LBA) | 0e | BSDI swap | b8 |
| Win95 Extended (LBA) | 0f | Syrinx | c7 |
| Venix 80286 | 40 | CP/M | db |
| Novell | 51 | DOS アクセス | e1 |
| PRep Boot | 41 | DOS R/O | e3 |
| GNU HURD | 63 | DOS セカンダリー | f2 |
| Novell Netware 286 | 64 | BBT | ff |

## 3.7. GUID パーティションテーブル

GUID パーティションテーブル (GPT) は、Globally Unique Identifier (GUID) に基づくパーティション設定スキームです。

GPT は、Mater Boot Record (MBR) パーティションテーブルの制限に対処します。MBR パーティションテーブルは、約 2.2 TB に相当する 2 TiB を超えるストレージに対応できません。代わりに、GPT は大容量のハードディスクをサポートします。アドレス指定可能な最大ディスクサイズは、512b セクタードライブを使用する場合は 8 ZiB、4096b セクタードライブを使用する場合は 64 ZiB です。さらに、デフォルトで、GPT は最大 128 のプライマリーパーティションの作成をサポートします。パーティションテーブルにより多くの領域を割り当てて、プライマリーパーティションの最大量を拡張します。



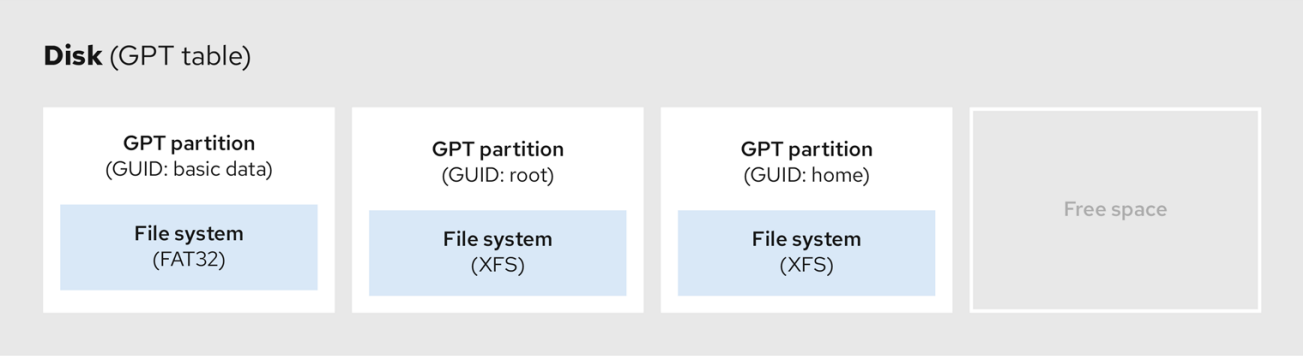
**注記**

GPT には GUID に基づくパーティションタイプがあります。特定のパーティションには特定の GUID が必要です。たとえば、Extensible Firmware Interface (EFI) ブートローダーのシステムパーティションには、GUID **C12A7328-F81F-11D2-BA4B-00A0C93EC93B** が必要です。

GPT ディスクは、論理ブロックアドレス指定 (LBA) とパーティションレイアウトを以下のように使用します。

- MBR ディスクとの下位互換性のために、システムは MBR データ用に GPT の最初のセクター (LBA 0) を予約し、protective MBR という名前を適用します。
- プライマリー GPT
  - ヘッダーは、デバイスの 2 番目の論理ブロック (LBA 1) から始まります。ヘッダーには、ディスク GUID、プライマリーパーティションテーブルの場所、セカンダリー GPT ヘッダーの場所、および CRC32 チェックサム、およびプライマリーパーティションテーブルが含まれます。また、テーブルにあるパーティションエントリーの数も指定します。
  - デフォルトでは、プライマリー GPT には 128 のパーティションエントリーが含まれます。各パーティションには、128 バイトのエントリーサイズ、パーティションタイプ GUID 、一意のパーティション GUID があります。
- セカンダリー GPT
  - リカバリーの場合は、プライマリーパーティションテーブルが破損した場合にバックアップテーブルとして役立ちます。
  - ディスクの最後の論理セクターにはセカンダリー GPT ヘッダーが含まれており、プライマリーヘッダーが破損した場合に備えて GPT 情報を回復します。
  - 以下が含まれます。
    - ディスク GUID
    - セカンダリーパーティションテーブルとプライマリー GPT ヘッダーの場所
    - それ自体の CRC32 チェックサム
    - セカンダリーパーティションテーブル
    - 可能なパーティションエントリーの数

図3.4 GUID パーティションテーブルを含むディスク




**重要**

GPT ディスクにブートローダーを正常にインストールするには、BIOS ブートパーティションが存在する必要があります。ディスクにすでに BIOS ブートパーティションが含まれている場合にのみ、再利用が可能です。これには、**Anaconda** インストールプログラムによって初期化されたディスクが含まれます。

## 3.8. パーティションタイプ

パーティションタイプを管理する方法は複数あります。

- **fdisk** ユーティリティーは、16 進数コードを指定することで、あらゆる種類のパーティションタイプに対応します。
- **systemd-gpt-auto-generator** はユニットジェネレーターユーティリティーで、パーティションタイプを使用してデバイスを自動的に識別し、マウントします。
- **parted** ユーティリティーは、**フラグ** を使用してパーティションタイプをマップします。**parted** ユーティリティーは、LVM、swap、RAID など、特定のパーティションタイプのみを処理します。
  **parted** ユーティリティーは、次のフラグの設定をサポートしています。
  - **boot**
  - **root**
  - **swap**
  - **hidden**
  - **raid**
  - **lvm**
  - **lba**
  - **legacy_boot**
  - **irst**
  - **esp**

- **palo**

**parted** ユーティリティーは、パーティションを作成するときにオプションでファイルシステムタイプ引数を受け付けます。parted でのパーティションの作成 で、

必要な条件の一覧を参照してください。値を使用して以下を行います。

- MBR にパーティションフラグを設定します。
- GPT にパーティションの UUID タイプを設定します。たとえば、ファイルシステムタイプの **swap**、**fat**、または **hfs** には、異なる GUID が設定されます。デフォルト値は Linux Data GUID です。

この引数では、パーティションのファイルシステムは変更されません。サポート対象フラグと GUID のみ区別します。

次のファイルシステムのタイプがサポートされています。

- **xfs**
- **ext2**
- **ext3**
- **ext4**
- **fat16**
- **fat32**
- **hfs**
- **hfs+**
- **linux-swap**
- **ntfs**
- **reiserfs**

**注記**

RHEL 8 で対応しているローカルファイルシステムは、**ext4** および **xfs** のみです。

## 3.9. パーティション命名スキーム

Red Hat Enterprise Linux は、**/dev/xxyN** 形式のファイル名を持つファイルベースの命名スキームを使用します。

デバイスおよびパーティション名は、以下の構造で設定されています。

**/dev/**

すべてのデバイスファイルが含まれるディレクトリーの名前。ハードディスクにはパーティションが含まれるため、すべてのパーティションを表すファイルは **/dev** にあります。

**xx**

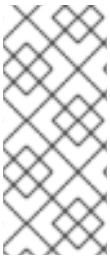
パーティション名の最初の 2 文字は、パーティションを含むデバイスのタイプを示します。

**y**

この文字は、パーティションを含む特定のデバイスを示します。たとえば、**/dev/sda** は最初のハードディスク、**/dev/sdb** は 2 番目のハードディスクです。ドライブの数が 26 を超えるシステムでは、さらに多くの文字を使用できます (例: **/dev/sdaa1**)。

**N**

最後の文字は、パーティションを表す数字を示します。最初の 4 つのパーティション (プライマリーまたは拡張) のパーティションには、**1** から **4** までの番号が付けられます。論理パーティションは **5** から始まります。たとえば、**/dev/sda3** は 1 番目のハードディスクの 3 番目のプライマリーパーティションまたは拡張パーティションで、2 番目のハードディスク上の 2 番目の論理パーティション **/dev/sdb6** です。ドライブのパーティション番号は、MBR パーティションテーブルにのみ適用されます。**N** は常にパーティションを意味するものではないことに注意してください。



**注記**

Red Hat Enterprise Linux が **すべて** のタイプのディスクパーティションを識別して参照できる場合でも、ファイルシステムを読み取れないため、すべてのパーティションタイプに保存されているデータにアクセスできます。ただし、多くの場合、別のオペレーティングシステム専用のパーティション上にあるデータには問題なくアクセスすることができます。

## 3.10. マウントポイントとディスクパーティション

Red Hat Enterprise Linux では、各パーティションは、ファイルおよびディレクトリーの単一セットをサポートするのに必要なストレージの一部を形成します。パーティションをマウントすると、指定されたディレクトリー (**マウントポイント** と呼ばれる) を開始点としてそのパーティションのストレージが利用可能になります。

たとえば、パーティション **/dev/sda5** が **/usr/** にマウントされている場合、**/usr/** 下にあるすべてのファイルとディレクトリーは物理的に **/dev/sda5** 上に存在することになります。ファイル **/usr/share/doc/FAQ/txt/Linux-FAQ** は **/dev/sda5** にありますが、ファイル **/etc/gdm/custom.conf** はありません。

また、この例では、**/usr/** 以下の 1 つ以上のディレクトリーが他のパーティションのマウントポイントになる可能性もあります。たとえば、**/usr/local** にマウントされた **/dev/sda7** パーティションが含まれる場合、**/usr/local/man/whatis** は **/dev/sda5** ではなく **/dev/sda7** にあります。

# 第4章 パーティションの使用

ディスクパーティション設定を使用して、ディスクを 1 つ以上の論理領域に分割し、各パーティションで個別に作業できるようにします。ハードディスクは、パーティションテーブルの各ディスクパーティションの場所とサイズに関する情報を保存します。このテーブルを使用すると、各パーティションはオペレーティングシステムへの論理ディスクとして表示されます。その後、それらの個々のディスクで読み取りと書き込みを行うことができます。

ブロックデバイスでパーティションを使用する場合のメリットとデメリットの概要については、利点と欠点の概要については 直接または LVM を間に入れて、LUN でパーティション設定を使用するメリットとデメリットは何ですか？を参照してください。

## 4.1. PARTED でディスクにパーティションテーブルを作成

**parted** ユーティリティーを使用して、より簡単にパーティションテーブルでブロックデバイスをフォーマットできます。

**警告**

パーティションテーブルを使用してブロックデバイスをフォーマットすると、そのデバイスに保存されているすべてのデータが削除されます。

**手順**

1. インタラクティブな **parted** シェルを起動します。

```
# parted block-device
```

2. デバイスにパーティションテーブルがあるかどうかを確認します。

```
# (parted) print
```

デバイスにパーティションが含まれている場合は、次の手順でパーティションを削除します。

3. 新しいパーティションテーブルを作成します。

```
# (parted) mklabel table-type
```

- **table-type** を、使用するパーティションテーブルのタイプに置き換えます。
  - **msdos** (MBR の場合)
  - **gpt** (GPT の場合)

**例4.1 GUID パーティションテーブル (GPT) テーブルの作成**

ディスクに GPT テーブルを作成するには、次のコマンドを使用します。

```
# (parted) mklabel gpt
```

```
```

このコマンドを入力すると、変更の適用が開始されます。

4. パーティションテーブルを表示して、作成されたことを確認します。

```
# (parted) print
```

5. **parted** シェルを終了します。

```
# (parted) quit
```

**関連情報**

- **parted(8)** man ページ

## 4.2. PARTED でパーティションテーブルの表示

ブロックデバイスのパーティションテーブルを表示して、パーティションレイアウトと個々のパーティションの詳細を確認します。**parted** ユーティリティーを使用して、ブロックデバイスのパーティションテーブルを表示できます。

**手順**

1. **parted** ユーティリティーを起動します。たとえば、次の出力は、デバイス **/dev/sda** をリストします。

```
# parted /dev/sda
```

2. パーティションテーブルを表示します。

```
# (parted) print

Model: ATA SAMSUNG MZNLN256 (scsi)
Disk /dev/sda: 256GB
Sector size (logical/physical): 512B/512B
Partition Table: msdos
Disk Flags:

Number  Start   End     Size    Type      File system  Flags
 1      1049kB  269MB   268MB   primary   xfs          boot
 2      269MB   34.6GB  34.4GB  primary
 3      34.6GB  45.4GB  10.7GB  primary
 4      45.4GB  256GB   211GB   extended
 5      45.4GB  256GB   211GB   logical
```

3. オプション: 次に調べるデバイスに切り替えます。

```
# (parted) select block-device
```

print コマンドの出力の詳細については、以下を参照してください。

**Model: ATA SAMSUNG MZNLN256 (scsi)**

ディスクタイプ、製造元、モデル番号、およびインターフェイス。

**Disk /dev/sda: 256GB**

ブロックデバイスへのファイルパスとストレージ容量。

**Partition Table: msdos**

ディスクラベルの種類。

**Number**

パーティション番号。たとえば、マイナー番号1のパーティションは、**/dev/sda1** に対応します。

**Start および End**

デバイスにおけるパーティションの開始場所と終了場所。

**Type**

有効なタイプは、メタデータ、フリー、プライマリー、拡張、または論理です。

**File system**

ファイルシステムの種類。ファイルシステムの種類が不明な場合は、デバイスの **File system** フィールドに値が表示されません。**parted** ユーティリティーは、暗号化されたデバイスのファイルシステムを認識できません。

**Flags**

パーティションのフラグ設定リスト。利用可能なフラグは、**boot**、**root**、**swap**、**hidden**、**raid**、**lvm**、または **lba** です。

**関連情報**

- **parted(8)** man ページ

## 4.3. PARTED でパーティションの作成

システム管理者は、**parted** ユーティリティーを使用してディスクに新しいパーティションを作成できます。

**注記**

必要なパーティションは、**swap**、**/boot/**、および **/(root)** です。

**前提条件**

- ディスクのパーティションテーブル。
- 2TiB を超えるパーティションを作成する場合は、GUID Partition Table (GPT)でディスクをフォーマットしておく。

**手順**

1. **parted** ユーティリティーを起動します。

```
# parted block-device
```

2. 現在のパーティションテーブルを表示し、十分な空き領域があるかどうかを確認します。

```
# (parted) print
```

- 十分な空き容量がない場合は、パーティションのサイズを変更してください。
- パーティションテーブルから、以下を確認します。
  - 新しいパーティションの開始点と終了点
  - MBR で、どのパーティションタイプにすべきか

3. 新しいパーティションを作成します。

```
# (parted) mkpart part-type name fs-type start end
```

- **part-type** を **primary**、**logical**、または **extended** に置き換えます。これは MBR パーティションテーブルにのみ適用されます。
- **name** を任意のパーティション名に置き換えます。これは GPT パーティションテーブルに必要です。
- **fs-type** を、**xfs**、**ext2**、**ext3**、**ext4**、**fat16**、**fat32**、**hfs**、**hfs+**、**linux-swap**、**ntfs**、または **reiserfs** に置き換えます。**fs-type** パラメーターは任意です。**parted** ユーティリティーは、パーティションにファイルシステムを作成しないことに注意してください。
- **start** と **end** を、パーティションの開始点と終了点を決定するサイズに置き換えます (ディスクの開始からカウントします)。**512MiB**、**20GiB**、**1.5TiB** などのサイズ接尾辞を使用できます。デフォルトサイズの単位はメガバイトです。

**例4.2 小さなプライマリーパーティションの作成**

MBR テーブルに 1024MiB から 2048MiB までのプライマリーパーティションを作成するには、次のコマンドを使用します。

```
# (parted) mkpart primary 1024MiB 2048MiB
```

コマンドを入力すると、変更の適用が開始されます。

4. パーティションテーブルを表示して、作成されたパーティションのパーティションタイプ、ファイルシステムタイプ、サイズが、パーティションテーブルに正しく表示されていることを確認します。

```
# (parted) print
```

5. **parted** シェルを終了します。

```
# (parted) quit
```

6. 新規デバイスノードを登録します。

```
# udevadm settle
```

7. カーネルが新しいパーティションを認識していることを確認します。

```
# cat /proc/partitions
```

**関連情報**

- **parted(8)** man ページ
- parted でディスクにパーティションテーブルを作成
- parted でパーティションのサイズ変更

## 4.4. FDISK でパーティションタイプの設定

**fdisk** ユーティリティーを使用して、パーティションタイプまたはフラグを設定できます。

**前提条件**

- ディスク上のパーティション。

**手順**

1. インタラクティブな **fdisk** シェルを起動します。

```
# fdisk block-device
```

2. 現在のパーティションテーブルを表示して、パーティションのマイナー番号を確認します。

```
Command (m for help): print
```

現在のパーティションタイプは **Type** 列で、それに対応するタイプ ID は **Id** 列で確認できます。

3. パーティションタイプコマンドを入力し、マイナー番号を使用してパーティションを選択します。

```
Command (m for help): type
Partition number (1,2,3 default 3): 2
```

4. オプション: リストを 16 進数コードで表示します。

```
Hex code (type L to list all codes): L
```

5. パーティションタイプを設定します。

```
Hex code (type L to list all codes): 8e
```

6. 変更を書き込み、**fdisk** シェルを終了します。

```
Command (m for help): write
The partition table has been altered.
Syncing disks.
```

7. 変更を確認します。

```
# fdisk --list block-device
```

## 4.5. PARTED でパーティションのサイズ変更

**parted** ユーティリティーを使用して、パーティションを拡張して未使用のディスク領域を利用したり、パーティションを縮小してその容量をさまざまな目的に使用したりできます。

**前提条件**

- パーティションを縮小する前にデータをバックアップする。
- 2TiB を超えるパーティションを作成する場合は、**GUID Partition Table (GPT)**でディスクをフォーマットしておく。
- パーティションを縮小する場合は、サイズを変更したパーティションより大きくならないように、最初にファイルシステムを縮小しておく。

**注記**

XFS は縮小に対応していません。

**手順**

1. **parted** ユーティリティーを起動します。

```
# parted block-device
```

2. 現在のパーティションテーブルを表示します。

```
# (parted) print
```

パーティションテーブルから、以下を確認します。

- パーティションのマイナー番号。
- 既存のパーティションの位置とサイズ変更後の新しい終了点。

3. パーティションのサイズを変更します。

```
# (parted) resizepart 1 2GiB
```

- **1** を、サイズを変更するパーティションのマイナー番号に置き換えます。
- **2** を、サイズを変更するパーティションの新しい終了点を決定するサイズに置き換えます (ディスクの開始からカウントします)。**512MiB**、**20GiB**、**1.5TiB** などのサイズ接尾辞を使用できます。デフォルトサイズの単位はメガバイトです。

4. パーティションテーブルを表示して、サイズ変更したパーティションのサイズが、パーティションテーブルで正しく表示されていることを確認します。

```
# (parted) print
```

5. **parted** シェルを終了します。

```
# (parted) quit
```

6. カーネルが新しいパーティションを登録していることを確認します。

```
# cat /proc/partitions
```

7. オプション: パーティションを拡張した場合は、そこにあるファイルシステムも拡張します。

**関連情報**

- **parted(8)** man ページ
- parted でディスクにパーティションテーブルを作成
- ext3 ファイルシステムのサイズ変更
- ext4 ファイルシステムのサイズ変更
- XFS ファイルシステムのサイズの拡大

## 4.6. PARTED でパーティションの削除

**parted** ユーティリティーを使用すると、ディスクパーティションを削除して、ディスク領域を解放できます。

**警告**

パーティションを削除すると、そのパーティションに保存されているすべてのデータが削除されます。

**手順**

1. インタラクティブな **parted** シェルを起動します。

```
# parted block-device
```

   - **block-device** を、パーティションを削除するデバイスへのパス (例: **/dev/sda**) に置き換えます。

2. 現在のパーティションテーブルを表示して、削除するパーティションのマイナー番号を確認します。

```
(parted) print
```

3. パーティションを削除します。

```
(parted) rm minor-number
```

   - **minor-number** を、削除するパーティションのマイナー番号に置き換えます。

   このコマンドを実行すると、すぐに変更の適用が開始されます。

4. パーティションテーブルからパーティションが削除されたことを確認します。

```
(parted) print
```

5. **parted** シェルを終了します。

```
(parted) quit
```

6. パーティションが削除されたことをカーネルが登録していることを確認します。

```
# cat /proc/partitions
```

7. パーティションが存在する場合は、**/etc/fstab** ファイルからパーティションを削除します。削除したパーティションを宣言している行を見つけ、ファイルから削除します。

8. システムが新しい **/etc/fstab** 設定を登録するように、マウントユニットを再生成します。

```
# systemctl daemon-reload
```

9. スワップパーティション、または LVM の一部を削除した場合は、カーネルコマンドラインからパーティションへの参照をすべて削除します。

   a. アクティブなカーネルオプションを一覧表示し、削除されたパーティションを参照するオプションがないか確認します。

   ```
   # grubby --info=ALL
   ```

   b. 削除されたパーティションを参照するカーネルオプションを削除します。

   ```
   # grubby --update-kernel=ALL --remove-args="option"
   ```

10. アーリーブートシステムに変更を登録するには、**initramfs** ファイルシステムを再構築します。

```
# dracut --force --verbose
```

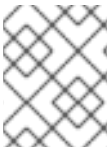
**関連情報**

- **parted(8)** man ページ

# 第5章 ディスクを再設定するストラテジー

ディスクのパーティションを再設定する方法は複数あります。これには以下が含まれます。

- パーティションが分割されていない空き領域が利用できる。
- 未使用のパーティションが利用可能である。
- アクティブに使用されているパーティションの空き領域が利用可能である。



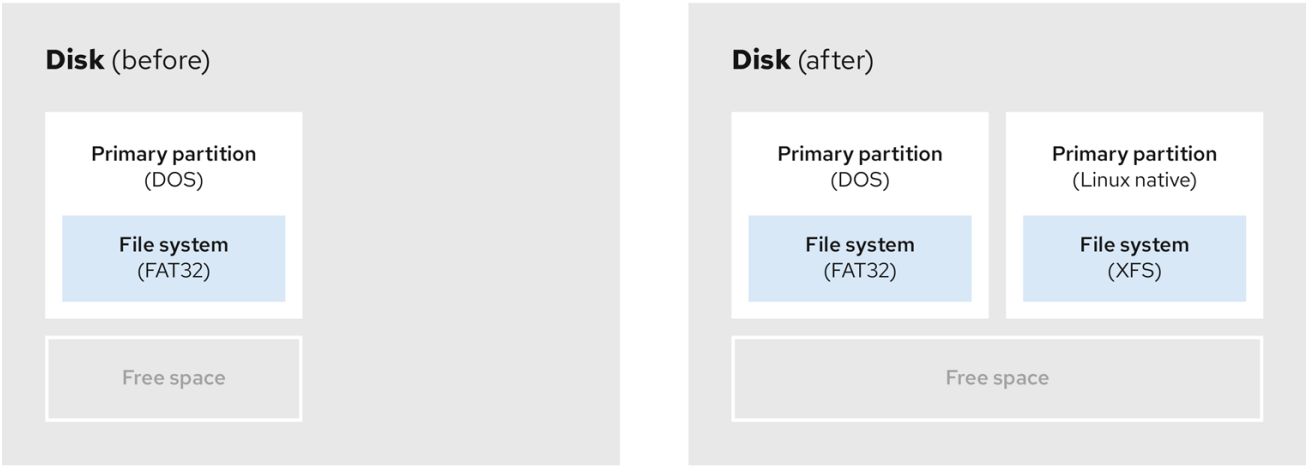
**注記**

以下の例は、わかりやすくするために単純化されており、実際に Red Hat Enterprise Linux をインストールするときの正確なパーティションレイアウトは反映していません。

## 5.1. パーティションが分割されていない空き領域の使用

すでに定義されているパーティションはハードディスク全体にまたがらないため、定義されたパーティションには含まれない未割り当ての領域が残されます。次の図は、これがどのようになるかを示しています。

**図5.1 パーティションが分割されていない空き領域があるディスク**




最初の図は、1つのプライマリーパーティションと未割り当て領域のある未定義のパーティションを持つディスクを表しています。2 番目の図は、スペースが割り当てられた 2 つの定義済みパーティションを持つディスクを表しています。

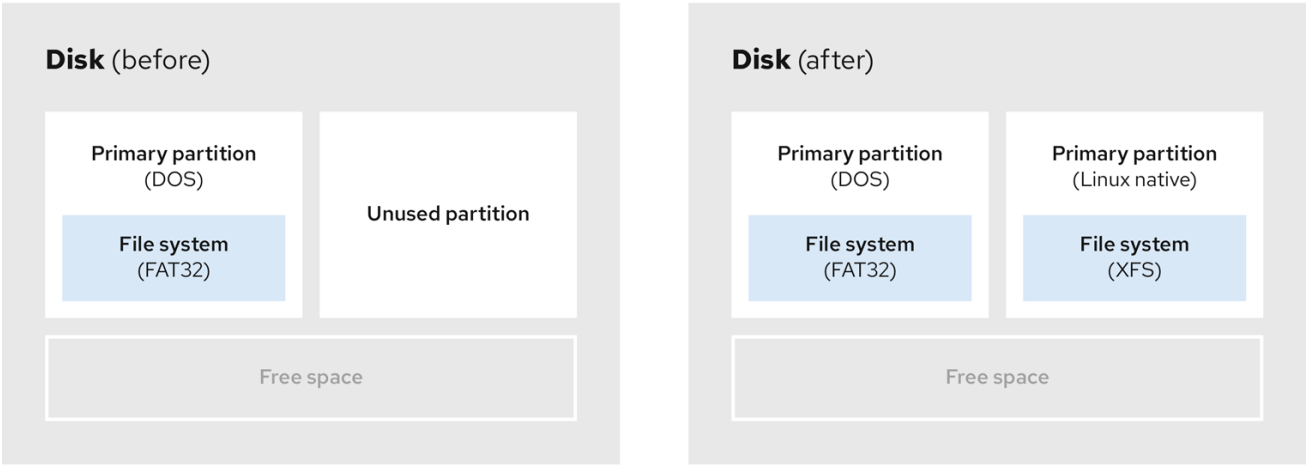
未使用のハードディスクもこのカテゴリーに分類されます。唯一の違いは、**すべて** の領域が定義されたパーティションの一部ではないことです。

新しいディスクでは、未使用の領域から必要なパーティションを作成できます。ほとんどのオペレーティングシステムは、ディスクドライブ上の利用可能な領域をすべて取得するように設定されています。

## 5.2. 未使用パーティションの領域の使用

次の例の最初の図は、未使用のパーティションを持つディスクを表しています。2 番目の図は、Linux の未使用パーティションの再割り当てを表しています。

**図5.2 未使用のパーティションがあるディスク**




未使用のパーティションに割り当てられた領域を使用するには、パーティションを削除してから、代わりに適切な Linux パーティションを作成します。または、インストールプロセス時に未使用のパーティションを削除し、新しいパーティションを手動で作成します。

## 5.3. アクティブなパーティションの空き領域の使用

すでに使用されているアクティブなパーティションには、必要な空き領域が含まれているため、このプロセスの管理は困難な場合があります。ほとんどの場合、ソフトウェアが事前にインストールされているコンピューターのハードディスクには、オペレーティングシステムとデータを保持する大きなパーティションが 1 つ含まれます。

**警告**

アクティブなパーティションでオペレーティングシステム (OS) を使用する場合は、OS を再インストールする必要があります。ソフトウェアが事前にインストールされている一部のコンピューターには、元の OS を再インストールするためのインストールメディアが含まれていないことに注意してください。元のパーティションと OS インストールを破棄する前に、これが OS に当てはまるか確認してください。

使用可能な空き領域の使用を最適化するには、破壊的または非破壊的なパーティション再設定の方法を使用できます。

### 5.3.1. 破壊的な再設定

破壊的なパーティション再設定は、ハードドライブのパーティションを破棄し、代わりにいくつかの小さなパーティションを作成します。この方法は完全にコンテンツを削除するため、元のパーティションから必要なデータをバックアップします。

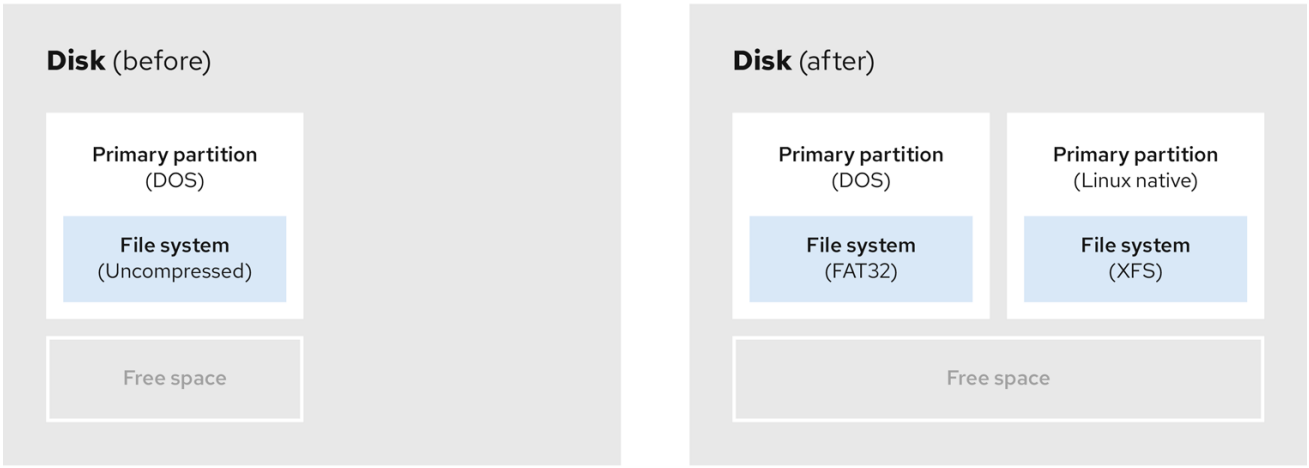
既存のオペレーティングシステム用に小規模なパーティションを作成すると、以下が可能になります。

- ソフトウェアをの再インストール。

- データの復元。
- Red Hat Enterprise Linux インストールの開始。

以下の図は、破壊的なパーティション再設定の方法を使用を簡潔に示しています。

**図5.3 ディスク上での破壊的な再パーティション処理**




**警告**

このメソッドは、元のパーティションに保存されたデータをすべて削除します。

### 5.3.2. 非破壊的な再パーティション

非破壊的なパーティション再設定では、データの損失なしにパーティションのサイズを変更します。この方法は信頼性できますが、大きなドライブでは処理に時間がかかります。

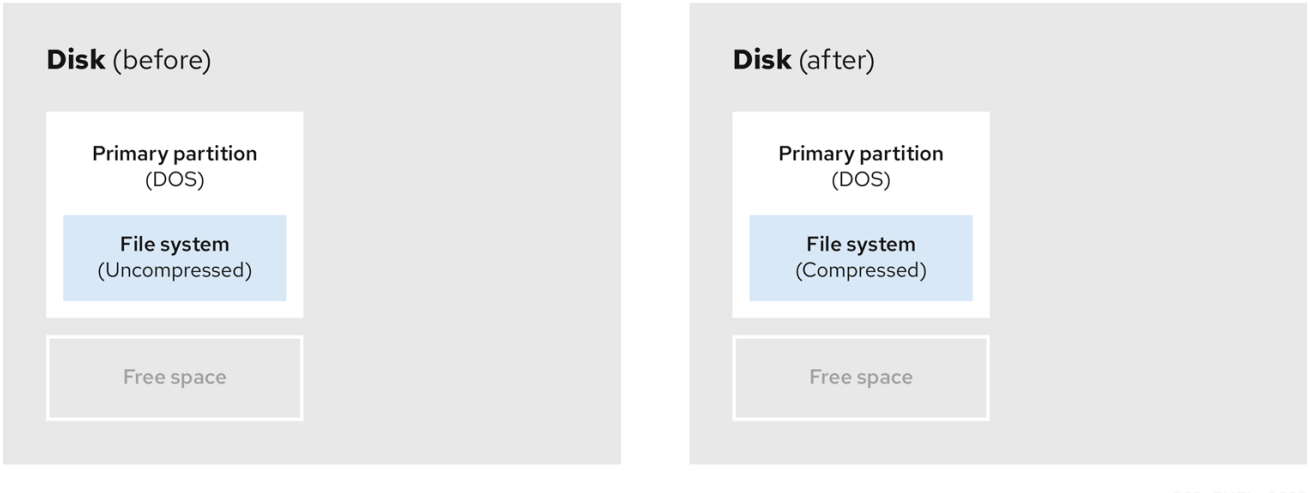
以下は、破壊的なパーティション再設定の開始に役立つメソッドのリストです。

- 既存データの圧縮

一部のデータの保存場所は変更できません。これにより、必要なサイズへのパーティションのサイズ変更が妨げられ、最終的に破壊的なパーティション再設定プロセスが必要になる可能性があります。既存のパーティションでデータを圧縮すると、必要に応じてパーティションのサイズを変更できます。また、使用可能な空き容量を最大化することもできます。

以下の図は、このプロセスを簡略化したものです。

**図5.4 ディスク上でのデータ圧縮**



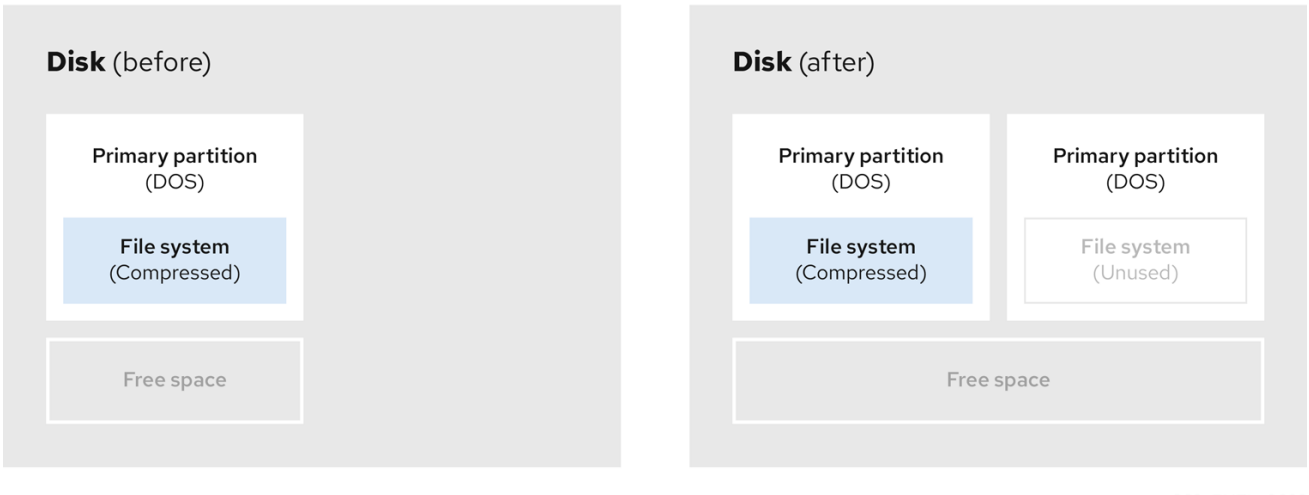

データ損失の可能性を回避するには、圧縮プロセスを続行する前にバックアップを作成します。

- 既存パーティションのサイズ変更

既存のパーティションのサイズを変更すると、より多くの領域を解放できます。結果は、サイズ変更ソフトウェアにより異なります。多くの場合、元のパーティションと同じタイプのフォーマットされていない新しいパーティションを作成できます。

サイズ変更後の手順は、使用するソフトウェアにより異なります。以下の例では、新しい DOS (Disk Operating System) パーティションを削除し、代わりに Linux パーティションを作成することを推奨します。サイズ変更プロセスを開始する前に、何がディスクに最適か確認してください。

**図5.5 ディスク上でのパーティションのサイズ変更**

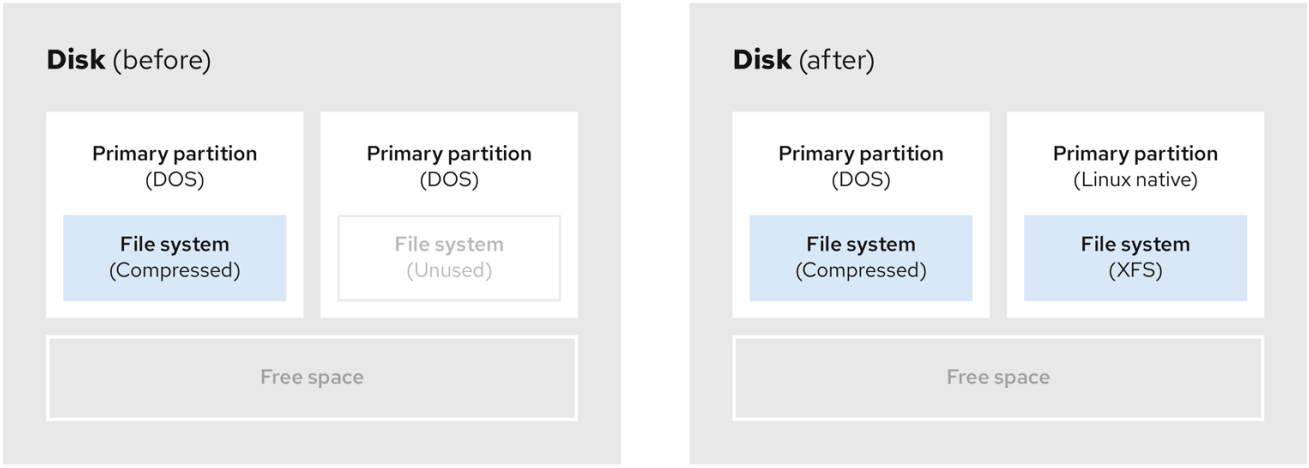



- オプション: 新規パーティションの作成

一部のサイズ変更ソフトウェアは、Linux ベースのシステムをサポートしています。この場合、サイズ変更後に新たに作成されたパーティションを削除する必要はありません。新しいパーティションの作成方法は、使用するソフトウェアによって異なります。

以下の図は、新しいパーティションを作成する前後のディスクの状態を示しています。

図5.6 最終パーティション設定のディスク



# 第6章 永続的な命名属性の概要

システム管理者は、永続的な命名属性を使用してストレージボリュームを参照し、再起動を何度も行っても信頼できるストレージ設定を構築する必要があります。

## 6.1. 非永続的な命名属性のデメリット

Red Hat Enterprise Linux では、ストレージデバイスを識別する方法が複数あります。特にドライブへのインストール時やドライブの再フォーマット時に誤ったデバイスにアクセスしないようにするため、適切なオプションを使用して各デバイスを識別することが重要になります。

従来、**/dev/sd(メジャー番号)(マイナー番号)** の形式の非永続的な名前は、ストレージデバイスを参照するために Linux 上で使用されます。メジャー番号とマイナー番号の範囲、および関連する **sd** 名は、検出されると各デバイスに割り当てられます。つまり、デバイスの検出順序が変わると、メジャー番号とマイナー番号の範囲、および関連する **sd** 名の関連付けが変わる可能性があります。

このような順序の変更は、以下の状況で発生する可能性があります。

- システム起動プロセスの並列化により、システム起動ごとに異なる順序でストレージデバイスが検出された場合。
- ディスクが起動しなかったり、SCSI コントローラーに応答しなかった場合。この場合は、通常のデバイスプローブにより検出されません。ディスクはシステムにアクセスできなくなり、後続のデバイスは関連する次の **sd** 名が含まれる、メジャー番号およびマイナー番号の範囲があります。たとえば、通常 **sdb** と呼ばれるディスクが検出されないと、**sdc** と呼ばれるディスクが **sdb** として代わりに表示されます。
- SCSI コントローラー (ホストバスアダプターまたは HBA) が初期化に失敗し、その HBA に接続されているすべてのディスクが検出されなかった場合。後続のプローブされた HBA に接続しているディスクは、別のメジャー番号およびマイナー番号の範囲、および関連する別の **sd** 名が割り当てられます。
- システムに異なるタイプの HBA が存在する場合は、ドライバー初期化の順序が変更する可能性があります。これにより、HBA に接続されているディスクが異なる順序で検出される可能性があります。また、HBA がシステムの他の PCI スロットに移動した場合でも発生する可能性があります。
- ストレージアレイや干渉するスイッチの電源が切れた場合など、ストレージデバイスがプローブされたときに、ファイバーチャネル、iSCSI、または FCoE アダプターを持つシステムに接続されたディスクがアクセスできなくなる可能性があります。システムが起動するまでの時間よりもストレージアレイがオンラインになるまでの時間の方が長い場合に、電源の障害後にシステムが再起動すると、この問題が発生する可能性があります。一部のファイバーチャネルドライバーは WWPN マッピングへの永続 SCSI ターゲット ID を指定するメカニズムをサポートしますが、メジャー番号およびマイナー番号の範囲や関連する **sd** 名は予約されず、一貫性のある SCSI ターゲット ID 番号のみが提供されます。

そのため、**/etc/fstab** ファイルなどにあるデバイスを参照するときにメジャー番号およびマイナー番号の範囲や関連する **sd** 名を使用することは望ましくありません。誤ったデバイスがマウントされ、データが破損する可能性があります。

しかし、場合によっては他のメカニズムが使用される場合でも **sd** 名の参照が必要になる場合もあります (デバイスによりエラーが報告される場合など)。これは、Linux カーネルはデバイスに関するカーネルメッセージで **sd** 名 (および SCSI ホスト、チャネル、ターゲット、LUN タプル) を使用するためです。

## 6.2. ファイルシステムおよびデバイスの識別子

このセクションでは、ファイルシステムおよびブロックデバイスを識別する永続的な属性の相違点を説明します。

**ファイルシステムの識別子**
ファイルシステムの識別子は、ブロックデバイス上に作成された特定のファイルシステムに関連付けられます。識別子はファイルシステムの一部としても格納されます。ファイルシステムを別のデバイスにコピーしても、ファイルシステム識別子は同じです。一方、**mkfs** ユーティリティーでフォーマットするなどしてデバイスを書き換えると、デバイスはその属性を失います。

ファイルシステムの識別子に含まれるものは、次のとおりです。

- 一意の ID (UUID)
- ラベル

**デバイスの識別子**
デバイス識別子は、ブロックデバイス (ディスクやパーティションなど) に関連付けられます。**mkfs** ユーティリティーでフォーマットするなどしてデバイスを書き換えた場合、デバイスはファイルシステムに格納されていないため、属性を保持します。

デバイスの識別子に含まれるものは、次のとおりです。

- World Wide Identifier (WWID)
- パーティション UUID
- シリアル番号

**推奨事項**

- 論理ボリュームなどの一部のファイルシステムは、複数のデバイスにまたがっています。Red Hat は、デバイスの識別子ではなくファイルシステムの識別子を使用してこのファイルシステムにアクセスすることを推奨します。

## 6.3. /DEV/DISK/ にある UDEV メカニズムにより管理されるデバイス名

**udev** メカニズムは、Linux のすべてのタイプのデバイスに使用され、ストレージデバイスだけに限定されません。**/dev/disk/** ディレクトリーにさまざまな種類の永続的な命名属性を提供します。ストレージデバイスの場合、Red Hat Enterprise Linux には **/dev/disk/** ディレクトリーにシンボリックリンクを作成する **udev** ルールが含まれています。これにより、次の方法でストレージデバイスを参照できます。

- ストレージデバイスのコンテンツ
- 一意の ID
- シリアル番号

**udev** の命名属性は永続的なものですが、システムを再起動しても自動的には変更されないため、設定可能なものもあります。

### 6.3.1. ファイルシステムの識別子

**/dev/disk/by-uuid/ の UUID 属性**

このディレクトリーのエントリーは、デバイスに格納されているコンテンツ (つまりデータ) 内の **一意の ID** (UUID) によりストレージデバイスを参照するシンボリック名を提供します。以下に例を示します。

```
/dev/disk/by-uuid/3e6be9de-8139-11d1-9106-a43f08d823a6
```

次の構文を使用することで、UUID を使用して **/etc/fstab** ファイルのデバイスを参照できます。

```
UUID=3e6be9de-8139-11d1-9106-a43f08d823a6
```

ファイルシステムを作成する際に UUID 属性を設定できます。後で変更することもできます。

#### /dev/disk/by-label/ のラベル属性

このディレクトリーのエントリーは、デバイスに格納されているコンテンツ (つまりデータ) 内の **ラベル** により、ストレージデバイスを参照するシンボリック名を提供します。

以下に例を示します。

```
/dev/disk/by-label/Boot
```

次の構文を使用することで、ラベルを使用して **/etc/fstab** ファイルのデバイスを参照できます。

```
LABEL=Boot
```

ファイルシステムを作成するときにラベル属性を設定できます。また、後で変更することもできます。

### 6.3.2. デバイスの識別子

#### /dev/disk/by-id/ の WWID 属性

World Wide Identifier (WWID) は永続的で、SCSI 規格によりすべての SCSI デバイスが必要とする **システムに依存しない識別子** です。各ストレージデバイスの WWID 識別子は一意となることが保証され、デバイスのアクセスに使用されるパスに依存しません。この識別子はデバイスのプロパティーですが、デバイスのコンテンツ (つまりデータ) には格納されません。

この識別子は、SCSI Inquiry を発行して Device Identification Vital Product Data (**0x83** ページ) または Unit Serial Number (**0x80** ページ) を取得することにより獲得できます。

Red Hat Enterprise Linux では、WWID ベースのデバイス名から、そのシステムの現在の **/dev/sd** 名への正しいマッピングを自動的に維持します。デバイスへのパスが変更したり、別のシステムからそのデバイスへのアクセスがあった場合にも、アプリケーションはディスク上のデータ参照に **/dev/disk/by-id/** を使用できます。

**例6.1 WWID マッピング**

| WWID シンボリックリンク | 非永続的なデバイス | 備考 |
|---|---|---|
| **/dev/disk/by-id/scsi-3600508b400105e210000900000490000** | **/dev/sda** | ページ **0x83** の識別子を持つデバイス |
| **/dev/disk/by-id/scsi-SSEAGATE_ST373453LW_3HW1RHM6** | **/dev/sdb** | ページ **0x80** の識別子を持つデバイス |

| WWID シンボリックリンク | 非永続的なデバイス | 備考 |
| --- | --- | --- |
| **/dev/disk/by-id/ata-SAMSUNG_MZNLN256HMHQ-000L7_S2WDNX0J336519-part3** | **/dev/sdc3** | ディスクパーティション |

システムにより提供される永続的な名前のほかに、**udev** ルールを使用して独自の永続的な名前を実装し、ストレージの WWID にマップすることもできます。

### /dev/disk/by-partuuid のパーティション UUID 属性

パーティション UUID (PARTUUID) 属性は、GPT パーティションテーブルにより定義されているパーティションを識別します。

**例6.2 パーティション UUID のマッピング**

| PARTUUID シンボリックリンク | 非永続的なデバイス |
| --- | --- |
| **/dev/disk/by-partuuid/4cd1448a-01** | **/dev/sda1** |
| **/dev/disk/by-partuuid/4cd1448a-02** | **/dev/sda2** |
| **/dev/disk/by-partuuid/4cd1448a-03** | **/dev/sda3** |

### /dev/disk/by-path/ のパス属性

この属性は、デバイスへのアクセスに使用される **ハードウェアパス** がストレージデバイスを参照するシンボル名を提供します。

ハードウェアパス (PCI ID、ターゲットポート、LUN 番号など) の一部が変更されると、パス属性に失敗します。このため、パス属性は信頼性に欠けます。ただし、パス属性は以下のいずれかのシナリオで役に立ちます。

- 後で置き換える予定のディスクを特定する必要があります。
- 特定の場所にあるディスクにストレージサービスをインストールする予定です。

## 6.4. DM MULTIPATH を使用した WORLD WIDE IDENTIFIER

Device Mapper (DM) Multipath を設定して、World Wide Identifier (WWID) と非永続的なデバイス名をマッピングできます。

システムからデバイスへのパスが複数ある場合、DM Multipath はこれを検出するために WWID を使用します。その後、DM Multipath は **/dev/mapper/wwid** ディレクトリー (例: **/dev/mapper/3600508b400105df70000e00000ac0000**) に単一の "疑似デバイス" を表示します。

コマンド **multipath -l** は、非永続的な識別子へのマッピングを示します。

- **Host:Channel:Target:LUN**

- **/dev/sd** 名
- **major:minor** 数値

**例6.3 マルチパス設定での WWID マッピング**

**multipath -l** コマンドの出力例:

```
3600508b400105df70000e00000ac0000 dm-2 vendor,product
[size=20G][features=1 queue_if_no_path][hwhandler=0][rw]
\_ round-robin 0 [prio=0][active]
 \_ 5:0:1:1 sdc 8:32  [active][undef]
 \_ 6:0:1:1 sdg 8:96  [active][undef]
\_ round-robin 0 [prio=0][enabled]
 \_ 5:0:0:1 sdb 8:16  [active][undef]
 \_ 6:0:0:1 sdf 8:80  [active][undef]
```

DM Multipath は、各 WWID ベースのデバイス名から、システムで対応する **/dev/sd** 名への適切なマッピングを自動的に維持します。これらの名前は、パスが変更しても持続し、他のシステムからデバイスにアクセスする際に一貫性を保持します。

DM Multipath の **user_friendly_names** 機能を使用すると、WWID は **/dev/mapper/mpathN** 形式の名前にマップされます。デフォルトでは、このマッピングは **/etc/multipath/bindings** ファイルに保持されています。これらの **mpathN** 名は、そのファイルが維持されている限り永続的です。

**重要**

**user_friendly_names** を使用する場合は、クラスター内で一貫した名前を取得するために追加の手順が必要です。

## 6.5. UDEV デバイス命名規則の制約

**udev** 命名規則の制約の一部は次のとおりです。

- **udev** イベントに対して **udev** ルールが処理されるときに、**udev** メカニズムはストレージデバイスをクエリーする機能に依存する可能性があるため、クエリーの実行時にデバイスにアクセスできない可能性があります。これは、ファイバーチャネル、iSCSI、または FCoE ストレージデバイスといった、デバイスがサーバーシャーシにない場合に発生する可能性が高くなります。
- カーネルは **udev** イベントをいつでも送信する可能性があるため、デバイスにアクセスできない場合に **/dev/disk/by-*/** リンクが削除される可能性があります。
- **udev** イベントが生成されそのイベントが処理されるまでに遅延が生じる場合があります (大量のデバイスが検出され、ユーザー空間の **udev** サービスによる各デバイスのルールを処理するのにある程度の時間がかかる場合など)。これにより、カーネルがデバイスを検出してから、**/dev/disk/by-*/** の名前が利用できるようになるまでに遅延が生じる可能性があります。
- ルールに呼び出される **blkid** などの外部プログラムによってデバイスが短期間開き、他の目的でデバイスにアクセスできなくなる可能性があります。
- /dev/disk/ の **udev** メカニズムで管理されるデバイス名は、メジャーリリース間で変更される可能性があるため、リンクの更新が必要になる場合があります。

## 6.6. 永続的な命名属性のリスト表示

この手順では、非永続的なストレージデバイスの永続命名属性を確認する方法を説明します。

**手順**

- UUID 属性とラベル属性をリスト表示するには、**lsblk** ユーティリティーを使用します。

```
$ lsblk --fs storage-device
```

以下に例を示します。

**例6.4 ファイルシステムの UUID とラベルの表示**

```
$ lsblk --fs /dev/sda1

NAME FSTYPE LABEL UUID                                 MOUNTPOINT
sda1 xfs    Boot  afa5d5e3-9050-48c3-acc1-bb30095f3dc4 /boot
```

- PARTUUID 属性をリスト表示するには、**--output +PARTUUID** オプションを指定して **lsblk** ユーティリティーを使用します。

```
$ lsblk --output +PARTUUID
```

以下に例を示します。

**例6.5 パーティションの PARTUUID 属性の表示**

```
$ lsblk --output +PARTUUID /dev/sda1

NAME MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINT PARTUUID
sda1   8:1    0  512M  0 part /boot      4cd1448a-01
```

- WWID 属性をリスト表示するには、**/dev/disk/by-id/** ディレクトリーのシンボリックリンクのターゲットを調べます。以下に例を示します。

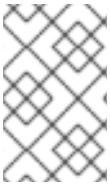
**例6.6 システムにある全ストレージデバイスの WWID の表示**

```
$ file /dev/disk/by-id/*

/dev/disk/by-id/ata-QEMU_HARDDISK_QM00001
symbolic link to ../../sda
/dev/disk/by-id/ata-QEMU_HARDDISK_QM00001-part1
symbolic link to ../../sda1
/dev/disk/by-id/ata-QEMU_HARDDISK_QM00001-part2
symbolic link to ../../sda2
/dev/disk/by-id/dm-name-rhel_rhel8-root
symbolic link to ../../dm-0
/dev/disk/by-id/dm-name-rhel_rhel8-swap
symbolic link to ../../dm-1
/dev/disk/by-id/dm-uuid-LVM-
QIWtEHtXGobe5bewlIUDivKOz5ofkgFhP0RMFsNyySVihqEl2cWWbR7MjXJolD6g
```

```
symbolic link to ../../dm-1
/dev/disk/by-id/dm-uuid-LVM-
QIWtEHtXGobe5bewlIUDivKOz5ofkgFhXqH2M45hD2H9nAf2qfWSrlRLhzfMyOKd
symbolic link to ../../dm-0
/dev/disk/by-id/lvm-pv-uuid-atlr2Y-vuMo-ueoH-CpMG-4JuH-AhEF-wu4QQm
symbolic link to ../../sda2
```

## 6.7. 永続的な命名属性の変更

この手順では、ファイルシステムの UUID またはラベルの永続的な命名属性を変更する方法を説明します。



**注記**

**udev** 属性の変更はバックグラウンドで行われ、時間がかかる場合があります。**udevadm settle** コマンドは変更が完全に登録されるまで待機します。これにより、次のコマンドが新しい属性を正しく利用できるようになります。

以下のコマンドでは、次を行います。

- **new-uuid** を、設定する UUID (例: **1cdfbc07-1c90-4984-b5ec-f61943f5ea50**) に置き換えます。**uuidgen** コマンドを使用して UUID を生成できます。
- **new-label** を、ラベル (例: **backup_data**) に置き換えます。

**前提条件**

- XFS ファイルシステムをアンマウントしている (XFS ファイルシステムの属性を変更する場合)。

**手順**

- **XFS** ファイルシステムの UUID またはラベル属性を変更するには、**xfs_admin** ユーティリティーを使用します。

```
# xfs_admin -U new-uuid -L new-label storage-device
# udevadm settle
```

- **ext4** ファイルシステム、**ext3** ファイルシステム、**ext2** ファイルシステムの UUID またはラベル属性を変更するには、**tune2fs** ユーティリティーを使用します。

```
# tune2fs -U new-uuid -L new-label storage-device
# udevadm settle
```

- スワップボリュームの UUID またはラベル属性を変更するには、**swaplabel** ユーティリティーを使用します。

```
# swaplabel --uuid new-uuid --label new-label swap-device
# udevadm settle
```

# 第7章 NVDIMM 永続メモリーストレージの使用

システムに接続した NVDIMM (Non-Volatile Dual In-line Memory Modules) デバイス上にあるさまざまなタイプのストレージの有効化および管理を行うことができます。

NVDIMM ストレージに Red Hat Enterprise Linux 8 をインストールする場合は、代わりに NVDIMM デバイスへのインストール を参照してください。

## 7.1. NVDIMM 永続メモリーテクノロジー

Non-Volatile Dual In-line Memory Modules (NVDIMM) 永続メモリーは、ストレージクラスメモリーまたは **pmem** とも呼ばれ、メモリーとストレージの組み合わせです。

NVDIMM は、ストレージの耐久性に加え、低アクセスレイテンシーと動的な DRAM の広帯域幅を採用しています。NVDIMM を使用するその他の利点は次のとおりです。

- NVDIMM ストレージはバイトアドレス指定可能です。つまり、CPU ロードおよびストア命令を使用してアクセスできます。従来のブロックベースのストレージへのアクセスに必要なシステムコール read() および write() の他に、NVDIMM はダイレクトロードとストアプログラミングモデルにも対応しています。
- NVDIMM のパフォーマンス特性は、アクセスレイテンシーが非常に低い DRAM と似ています。通常、数万から数十万ナノ秒です。
- NVDIMM に保存されたデータは、永続メモリーと同様に、電源がオフになっても保持されます。
- ダイレクトアクセス (DAX) テクノロジーを使用すると、システムページキャッシュを経由せずにメモリーマップストレージへのアプリケーションを直接実行できます。これにより、別の目的で DRAM を解放します。

NVDIMM は、次のようなユースケースでメリットがあります。

**データベース**

NVDIMM でのストレージアクセスレイテンシーの短縮により、データベースのパフォーマンスが向上します。

**高速な再起動**

高速な再起動は、ウォームキャッシュ効果とも呼ばれます。たとえば、ファイルサーバーは起動後、メモリー内にファイルコンテンツを持ちません。クライアントがデータを接続して読み書きすると、そのデータはページキャッシュにキャッシュされます。最終的に、キャッシュには、ほとんどのホットデータが含まれます。再起動後、システムは従来のストレージで再度プロセスを開始する必要があります。
NVDIMM を使用すると、アプリケーションが適切に設計されていれば、再起動後もウォームキャッシュを維持できます。この例には、ページキャッシュは含まれません。アプリケーションは、永続メモリーに直接データをキャッシュします。

**高速書き込みキャッシュ**

多くの場合、ファイルサーバーは、データが耐久性のあるメディアに保存されるまで、クライアントの書き込み要求を認識しません。NVDIMM を高速な書き込みキャッシュとして使用すると、ファイルサーバーが書き込み要求をすばやく認識できるようになり、遅延が少なくなります。

## 7.2. NVDIMM のインターリービングおよび地域

不揮発性デュアルインラインメモリーモジュール (NVDIMM) デバイスは、インターリーブ領域へのグループ化をサポートしています。

NVDIMM デバイスは、通常のダイナミック RAM (DRAM) と同じ方法でインターリーブセットにグループ化できます。インターリーブセットは、複数の DIMM にまたがる RAID 0 レベル (ストライプ) 設定と似ています。インターリーブセットは、リージョンとも呼ばれます。

インターリービングには、以下の利点があります。

- NVDIMM は、インターリーブセットに設定するとパフォーマンスが向上します。
- インターリービングは、複数の小さな NVDIMM デバイスを大きな論理デバイスに組み合わせます。

NVDIMM インターリーブセットは、システムの BIOS または UEFI ファームウェアで設定されます。Red Hat Enterprise Linux は、各インターリーブセットにリージョンデバイスを作成します。

## 7.3. NVDIMM 名前空間

不揮発性デュアルインラインメモリーモジュール (NVDIMM) 領域は、ラベル領域のサイズに応じて 1 つ以上の名前空間に分割できます。名前空間を使用すると、**sector**、**fsdax**、**devdax**、**raw** などの名前空間のアクセスモードに基づいて、さまざまな方法でデバイスにアクセスできます。詳細については、NVDIMM アクセスモード を参照してください。

一部の NVDIMM デバイスは、任意のリージョンでの複数の名前空間に対応していません。

- お使いの NVDIMM デバイスがラベルに対応している場合は、リージョンを名前空間に分割できます。
- NVDIMM デバイスがラベルに対応していない場合は、リージョンに名前空間を 1 つだけ追加できます。この場合、Red Hat Enterprise Linux は、リージョン全体に対応するデフォルトの名前空間を作成します。

## 7.4. NVDIMM アクセスモード

Non-Volatile Dual In-line Memory Modules (NVDIMM) 名前空間を設定して、次のいずれかのモードを使用できます。

**sector**

ストレージを高速ブロックデバイスとして示します。このモードは、NVDIMM ストレージを使用するように変更されていないレガシーアプリケーションや、Device Mapper を含む完全な I/O スタックを使用するアプリケーションに役立ちます。
**セクター** デバイスは、システム上のその他のブロックデバイスと同じ方法で使用できます。そこではパーティションやファイルシステムを作成し、ソフトウェア RAID セットの一部として作成したり、**dm-cache** のキャッシュデバイスとして使用できます

このモードのデバイスは、**/dev/pmemNs** として利用できます。名前空間を作成したら、リストされている **blockdev** 値を確認します。

**devdax またはデバイスダイレクトアクセス (DAX)**

**devdax** を使用すると、NVDIMM デバイスは、Storage Networking Industry Association (SNIA) Non-Volatile Memory (NVM) Programming Model 仕様で説明されているように、直接アクセスプログラミングをサポートします。このモードでは、I/O はカーネルのストレージスタックを回避します。したがって、デバイスマッパードライバーは使用できません。
デバイス DAX は、DAX キャラクターデバイスノードを使用して NVDIMM ストレージへの raw アク

セスを提供します。CPU キャッシュのフラッシュ命令とフェンシング命令を使用して、**devdax** デバイスのデータを作成できます。特定のデータベースおよび仮想マシンのハイパーバイザーは、このモードの利点を得られます。**devdax** デバイスにファイルシステムを作成することはできません。

このモードのデバイスは **/dev/dax N として利用できます。M.**名前空間を作成したら、リストされた **chardev** 値を確認します。

**fsdax またはファイルシステムダイレクトアクセス (DAX)**

**fsdax** を使用すると、NVDIMM デバイスは、Storage Networking Industry Association (SNIA) Non-Volatile Memory (NVM) Programming Model 仕様で説明されているように、直接アクセスプログラミングをサポートします。このモードでは、I/O はカーネルのストレージスタックを回避するため、多くのデバイスマッパードライバーが使用できなくなります。
ファイルシステム DAX デバイスにファイルシステムを作成できます。

このモードのデバイスは、**/dev/pmemN** として利用できます。名前空間を作成したら、リストされている **blockdev** 値を確認します。

**重要**

ファイルシステムの DAX テクノロジーはテクノロジープレビューとしてのみ提供されるため、Red Hat では対応していません。

**raw**

DAX に対応していないメモリーディスクを示します。このモードでは、名前空間にいくつかの制限があるため、使用すべきではありません。
このモードのデバイスは、**/dev/pmemN** として利用できます。名前空間を作成したら、リストされている **blockdev** 値を確認します。

## 7.5. NDCTL のインストール

**ndctl** ユーティリティーをインストールして、不揮発性デュアルインラインメモリーモジュール (NVDIMM) デバイスを設定および監視できます。

**手順**

- **ndctl** ユーティリティーをインストールします。

```
# yum install ndctl
```

## 7.6. ブロックデバイスとして動作する NVDIMM 上のセクター名前空間の作成

非揮発性デュアルインラインメモリーモジュール (NVDIMM) デバイスをセクターモード (レガシーモードとも呼ばれます) で設定して、従来のブロックベースのストレージをサポートできます。

次のいずれかになります。

- 既存の名前空間をセクターモードに再設定
- 新規セクター名前空間を作成 (利用可能な領域がある場合)

**前提条件**

- NVDIMM デバイスがシステムに接続されている。

### 7.6.1. 既存の NVDIMM 名前空間のセクターモードへの再設定

Non-Volatile Dual In-line Memory Modules (NVDIMM) 名前空間をセクターモードに再設定して、高速ブロックデバイスとして使用できます。

**警告**

名前空間を再構成すると、名前空間に以前に保存されたデータが削除されます。

**前提条件**

- **ndctl** ユーティリティーがインストールされている。詳細は、ndctl のインストール を参照してください。

**手順**

1. 既存の名前空間を表示します。

```
# ndctl list --namespaces --idle
[
  {
    "dev":"namespace1.0",
    "mode":"raw",
    "size":34359738368,
    "state":"disabled",
    "numa_node":1
  },
  {
    "dev":"namespace0.0",
    "mode":"raw",
    "size":34359738368,
    "state":"disabled",
    "numa_node":0
  }
]
```

2. 選択した名前空間をセクターモードに再設定します。

```
# ndctl create-namespace --force --reconfig=namespace-ID --mode=sector
```

**例7.1 セクターモードでの namespace1.0 の再設定**

```
# ndctl create-namespace --force --reconfig=namespace1.0 --mode=sector
{
  "dev":"namespace1.0",
  "mode":"sector",
```

```
  "size":"755.26 GiB (810.95 GB)",
  "uuid":"2509949d-1dc4-4ee0-925a-4542b28aa616",
  "sector_size":4096,
  "blockdev":"pmem1s"
}
```

再設定された名前空間は、**/dev** ディレクトリーの下で **/dev/pmem1s** ファイルとして利用できるようになりました。

**検証**

- システム上の既存の名前空間が再設定されているかどうかを確認します。

```
# ndctl list --namespace namespace1.0
[
  {
    "dev":"namespace1.0",
    "mode":"sector",
    "size":810954706944,
    "uuid":"2509949d-1dc4-4ee0-925a-4542b28aa616",
    "sector_size":4096,
    "blockdev":"pmem1s"
  }
]
```

**関連情報**

- man ページの **ndctl-create-namespace(1)**

### 7.6.2. セクターモードでの新たな NVDIMM 名前空間の作成

領域に利用可能なスペースがある場合、高速ブロックデバイスとして使用するために、不揮発性デュアルインラインメモリーモジュール (NVDIMM) 名前空間をセクターモードで作成できます。

**前提条件**

- **ndctl** ユーティリティーがインストールされている。詳細は、ndctl のインストール を参照してください。
- NVDIMM デバイスは、リージョン内に複数の名前空間を作成するためのラベルをサポートしています。これは、次のコマンドを使用して確認できます。

```
# ndctl read-labels nmem0 >/dev/null
  read 1 nmem
```

これは、1 つの NVDIMM デバイスのラベルを読み取ったことを示しています。値が **0** の場合、デバイスがラベルをサポートしていないことを意味します。

**手順**

1. 利用可能な領域があるシステムの **pmem** リージョンのリストを表示します。以下の例では、**region1** リージョンと **region0** リージョンの領域が利用できます。

```
# ndctl list --regions
[
  {
    "dev":"region1",
    "size":2156073582592,
    "align":16777216,
    "available_size":2117418876928,
    "max_available_extent":2117418876928,
    "type":"pmem",
    "iset_id":-9102197055295954944,
    "badblock_count":1,
    "persistence_domain":"memory_controller"
  },
  {
    "dev":"region0",
    "size":2156073582592,
    "align":16777216,
    "available_size":2143188680704,
    "max_available_extent":2143188680704,
    "type":"pmem",
    "iset_id":736272362787276936,
    "badblock_count":3,
    "persistence_domain":"memory_controller"
  }
]
```

2. 利用可能な領域のいずれかに、1 つ以上の名前空間を割り当てます。

```
# ndctl create-namespace --mode=sector --region=regionN --size=namespace-size
```

**例7.2 region0 に 36 GiB セクターの名前空間を作成する**

```
# ndctl create-namespace --mode=sector --region=region0 --size=36G
{
  "dev":"namespace0.1",
  "mode":"sector",
  "size":"35.96 GiB (38.62 GB)",
  "uuid":"ff5a0a16-3495-4ce8-b86b-f0e3bd9d1817",
  "sector_size":4096,
  "blockdev":"pmem0.1s"
}
```

新しい名前空間が **/dev/pmem0.1s** として利用できるようになりました。

**検証**

- 新しい名前空間がセクターモードで作成されているかどうかを確認します。

```
# ndctl list -RN -n namespace0.1
{
  "regions":[
    {
      "dev":"region0",
```

```
    "size":2156073582592,
    "align":16777216,
    "available_size":2104533975040,
    "max_available_extent":2104533975040,
    "type":"pmem",
    "iset_id":736272362787276936,
    "badblock_count":3,
    "persistence_domain":"memory_controller",
    "namespaces":[
     {
      "dev":"namespace0.1",
      "mode":"sector",
      "size":38615912448,
      "uuid":"ff5a0a16-3495-4ce8-b86b-f0e3bd9d1817",
      "sector_size":4096,
      "blockdev":"pmem0.1s"
     }
    ]
   }
  ]
}
```


**関連情報**

- man ページの **ndctl-create-namespace(1)**

## 7.7. NVDIMM でのデバイス DAX 名前空間の作成

システムに接続されている NVDIMM デバイスをデバイス DAX モードで設定して、ダイレクトアクセス機能を備えたキャラクターストレージをサポートします。

次のオプションを検討してください。

- 既存の名前空間をデバイス DAX モードに再設定する。
- 利用可能な領域がある場合は、新しいデバイスの DAX 名前空間を作成する。

### 7.7.1. デバイスのダイレクトアクセスモードの NVDIMM

デバイスダイレクトアクセス (デバイス DAX である **devdax**) は、ファイルシステムの関与なしで、アプリケーションがストレージに直接アクセスできる手段を提供します。デバイス DAX の利点は、**ndctl** ユーティリティーの **--align** オプションを使用して設定できる、保証されたフォールトの粒度を提供することです。

Intel 64 アーキテクチャーおよび AMD64 アーキテクチャーでは、以下のフォールト粒度に対応しています。

- 4 KiB
- 2 MiB
- 1 GiB

デバイス DAX ノードは、以下のシステム呼び出しにのみ対応しています。

- **open()**
- **close()**
- **mmap()**

**ndctl list --human --capabilities** コマンドを使用して、NVDIMM デバイスのサポートされているアライメントを表示できます。たとえば、**region0** デバイスについて表示するには、**ndctl list --human --capabilities -r region0** コマンドを使用します。

**注記**

デバイスの DAX ユースケースは SNIA 不揮発性メモリープログラミングモデルに関連付けられているため、**read ()** および **write ()** システムコールはサポートされていません。

### 7.7.2. 既存の NVDIMM 名前空間をデバイス DAX モードに再設定

既存の不揮発性デュアルインラインメモリーモジュール (NVDIMM) 名前空間をデバイス DAX モードに再設定できます。

**警告**

名前空間を再構成すると、名前空間に以前に保存されたデータが削除されます。

**前提条件**

- **ndctl** ユーティリティーがインストールされている。詳細は、ndctl のインストール を参照してください。

**手順**

1. システムにある名前空間のリストを表示します。

```
# ndctl list --namespaces --idle

[
  {
    "dev":"namespace1.0",
    "mode":"raw",
    "size":34359738368,
    "uuid":"ac951312-b312-4e76-9f15-6e00c8f2e6f4"
    "state":"disabled",
    "numa_node":1
  },
  {
    "dev":"namespace0.0",
    "mode":"raw",
    "size":38615912448,
    "uuid":"ff5a0a16-3495-4ce8-b86b-f0e3bd9d1817",
    "state":"disabled",
```

```
    "numa_node":0
  }
]
```

2. 名前空間を再設定します。

```
# ndctl create-namespace --force --mode=devdax --reconfig=namespace-ID
```

**例7.3 名前空間をデバイス DAX として再設定**

次のコマンドは、DAX に対応するデータストレージ用に **namespace0.1** を再設定します。オペレーティングシステムが一度に 2 MiB ページでフォールトされるように、2 MiB フォールトの粒度に合わせて調整されます。

```
# ndctl create-namespace --force --mode=devdax  --align=2M --reconfig=namespace0.1
{
  "dev":"namespace0.1",
  "mode":"devdax",
  "map":"dev",
  "size":"35.44 GiB (38.05 GB)",
  "uuid":"426d6a52-df92-43d2-8cc7-046241d6d761",
  "daxregion":{
    "id":0,
    "size":"35.44 GiB (38.05 GB)",
    "align":2097152,
    "devices":[
      {
        "chardev":"dax0.1",
        "size":"35.44 GiB (38.05 GB)",
        "target_node":4,
        "mode":"devdax"
      }
    ]
  },
  "align":2097152
}
```

名前空間は、**/dev/dax0.1** パスで利用できます。

**検証**

- システム上の既存の名前空間が再設定されているかどうかを確認します。

```
# ndctl list --namespace namespace0.1
[
  {
    "dev":"namespace0.1",
    "mode":"devdax",
    "map":"dev",
    "size":38048628736,
    "uuid":"426d6a52-df92-43d2-8cc7-046241d6d761",
    "chardev":"dax0.1",
```

```
    "align":2097152
  }
]
```

**関連情報**

- man ページの **ndctl-create-namespace(1)**

### 7.7.3. デバイス DAX モードでの新しい NVDIMM 名前空間の作成

リージョンに空き容量がある場合は、Non-Volatile Dual In-line Memory Modules (NVDIMM) デバイスに新しいデバイス DAX 名前空間を作成できます。

**前提条件**

- **ndctl** ユーティリティーがインストールされている。詳細は、ndctl のインストール を参照してください。
- NVDIMM デバイスは、リージョン内に複数の名前空間を作成するためのラベルをサポートしています。これは、次のコマンドを使用して確認できます。

```
# ndctl read-labels nmem0 >/dev/null
read 1 nmem
```

これは、1 つの NVDIMM デバイスのラベルを読み取ったことを示しています。値が **0** の場合、デバイスがラベルをサポートしていないことを意味します。

**手順**

1. 利用可能な領域があるシステムの **pmem** リージョンのリストを表示します。以下の例では、**region1** リージョンと **region0** リージョンの領域が利用できます。

```
# ndctl list --regions
[
  {
    "dev":"region1",
    "size":2156073582592,
    "align":16777216,
    "available_size":2117418876928,
    "max_available_extent":2117418876928,
    "type":"pmem",
    "iset_id":-9102197055295954944,
    "badblock_count":1,
    "persistence_domain":"memory_controller"
  },
  {
    "dev":"region0",
    "size":2156073582592,
    "align":16777216,
    "available_size":2143188680704,
    "max_available_extent":2143188680704,
    "type":"pmem",
    "iset_id":736272362787276936,
    "badblock_count":3,
```

```
    "persistence_domain":"memory_controller"
  }
]
```

2. 利用可能な領域のいずれかに、1 つ以上の名前空間を割り当てます。

```
# ndctl create-namespace --mode=devdax --region=region_N_ --size=namespace-size
```

**例7.4 リージョンへの名前空間の作成**

次のコマンドは、region0 に 36-GiB のデバイス DAX 名前空間を作成します。オペレーティングシステムが一度に 2 MiB ページでフォールトされるように、2 MiB フォールトの粒度に合わせて調整されます。

```
# ndctl create-namespace --mode=devdax --region=region0 --align=2M --size=36G
{
  "dev":"namespace0.2",
  "mode":"devdax",
  "map":"dev",
  "size":"35.44 GiB (38.05 GB)",
  "uuid":"89d13f41-be6c-425b-9ec7-1e2a239b5303",
  "daxregion":{
    "id":0,
    "size":"35.44 GiB (38.05 GB)",
    "align":2097152,
    "devices":[
      {
        "chardev":"dax0.2",
        "size":"35.44 GiB (38.05 GB)",
        "target_node":4,
        "mode":"devdax"
      }
    ]
  },
  "align":2097152
}
```

名前空間は **/dev/dax0.2** として利用できるようになりました。

**検証**

- 新しい名前空間がセクターモードで作成されているかどうかを確認します。

```
# ndctl list -RN -n namespace0.2
{
  "regions":[
    {
      "dev":"region0",
      "size":2156073582592,
      "align":16777216,
      "available_size":2065879269376,
      "max_available_extent":2065879269376,
      "type":"pmem",
```

```
      "iset_id":736272362787276936,
      "badblock_count":3,
      "persistence_domain":"memory_controller",
      "namespaces":[
        {
          "dev":"namespace0.2",
          "mode":"devdax",
          "map":"dev",
          "size":38048628736,
          "uuid":"89d13f41-be6c-425b-9ec7-1e2a239b5303",
          "chardev":"dax0.2",
          "align":2097152
        }
      ]
    }
  ]
}
```


**関連情報**

- man ページの **ndctl-create-namespace(1)**

## 7.8. NVDIMM でのファイルシステム DAX 名前空間の作成

システムに接続されている NVDIMM デバイスをファイルシステム DAX モードで設定して、ダイレクトアクセス機能を備えたファイルシステムをサポートします。

次のオプションを検討してください。

- ファイルシステムの DAX モードに既存の名前空間を再設定する。
- 新しいファイルシステムの DAX 名前空間を作成する (利用可能な領域がある場合)。

**重要**

ファイルシステムの DAX テクノロジーはテクノロジープレビューとしてのみ提供されるため、Red Hat では対応していません。

### 7.8.1. ファイルシステムの直接アクセスモードの NVDIMM

NVDIMM デバイスがファイルシステムダイレクトアクセス (ファイルシステム DAX、**fsdax**) モードで設定されている場合、その上にファイルシステムを作成できます。このファイルシステムのファイルで **mmap()** 操作を実行するアプリケーションは、ストレージに直接アクセスします。これにより、NVDIMM 上のプログラミングモデルに直接アクセスできます。

次の新しい **-o dax** オプションが利用できるようになりました。必要に応じて、ファイル属性を介して直接アクセスの動作を制御できます。

**-o dax=inode**

これは、ファイルシステムのマウント時に dax オプションを指定しない場合のデフォルトオプションです。このオプションを使用すると、ファイルに属性フラグを設定して、dax モードをアクティブにできるかどうかを制御できます。必要に応じて、個々のファイルにこのフラグを設定できます。

このフラグをディレクトリーに設定することもでき、そのディレクトリー内のすべてのファイルが同じフラグで作成されます。この属性フラグは、**xfs_io -c 'chattr +x'** directory-name コマンドを使用して設定できます。

**-o dax=never**

このオプションを使用すると、dax フラグが **inode** モードに設定されていても、dax モードは有効になりません。これは、inode ごとの dax 属性フラグが無視され、このフラグが設定されたファイルは直接アクセスが有効にならないことを意味します。

**-o dax=always**

このオプションは、古い **-o dax** の動作と同等です。このオプションを使用すると、dax 属性フラグに関係なく、ファイルシステム上の任意のファイルに対して直接アクセスモードを有効にできます。

**警告**

今後のリリースでは、**-o dax** がサポートされなくなる可能性があります。必要に応じて、代わりに **-o dax=always** を使用できます。このモードでは、すべてのファイルが直接アクセスモードになる可能性があります。

**ページごとのメタデータ割り当て**

このモードでは、システム DRAM または NVDIMM デバイス自体でページごとのメタデータを割り当てる必要があります。このデータ構造のオーバーヘッドは、4KiB ページにつき 64 バイトです。

- 小さいデバイスでは、問題なく DRAM に収まるのに十分なオーバーヘッド量があります。たとえば、16 GiB の名前区間のページ構造に必要なのは 256 MiB だけです。NVDIMM デバイスは通常小さくて高価であるため、ページトラッキングデータ構造を DRAM に格納することが推奨されます。

- テラバイト以上のサイズの NVDIMM デバイスの場合は、ページトラッキングデータ構造の格納に必要なメモリーの量がシステム内の DRAM の量を超える可能性があります。NVDIMM の 1 TiB に対して、ページ構造だけで 16 GiB が必要です。したがって、このような場合には、NVDIMM 自体にデータ構造を保存することが推奨されます。
名前空間の設定時に **--map** オプションを使用して、ページごとのメタデータを保存する場所を設定できます。

- システム RAM に割り当てるには、**--map=mem** を使用します。

- NVDIMM に割り当てるには、**--map=dev** を使用します。

### 7.8.2. ファイルシステム DAX モードへの既存の NVDIMM 名前空間の再設定

既存の不揮発性デュアルインラインメモリーモジュール (NVDIMM) 名前空間をファイルシステム DAX モードに再設定できます。

**警告**

名前空間を再構成すると、名前空間に以前に保存されたデータが削除されます。

**前提条件**

- **ndctl** ユーティリティーがインストールされている。詳細は、ndctl のインストール を参照してください。

**手順**

1. システムにある名前空間のリストを表示します。

```
# ndctl list --namespaces --idle
[
  {
    "dev":"namespace1.0",
    "mode":"raw",
    "size":34359738368,
    "uuid":"ac951312-b312-4e76-9f15-6e00c8f2e6f4"
    "state":"disabled",
    "numa_node":1
  },
  {
    "dev":"namespace0.0",
    "mode":"raw",
    "size":38615912448,
    "uuid":"ff5a0a16-3495-4ce8-b86b-f0e3bd9d1817",
    "state":"disabled",
    "numa_node":0
  }
]
```

2. 名前空間を再設定します。

```
# ndctl create-namespace --force --mode=fsdax --reconfig=namespace-ID
```

**例7.5 ファイルシステム DAX としての名前空間の再設定**

DAX に対応するファイルシステムに **namespace0.0** を使用するには、次のコマンドを使用します。

```
# ndctl create-namespace --force --mode=fsdax --reconfig=namespace0.0
{
  "dev":"namespace0.0",
  "mode":"fsdax",
  "map":"dev",
  "size":"11.81 GiB (12.68 GB)",
  "uuid":"f8153ee3-c52d-4c6e-bc1d-197f5be38483",
  "sector_size":512,
```

```
    "align":2097152,
    "blockdev":"pmem0"
  }
```

名前空間は **/dev/pmem0** パスで利用できるようになりました。

**検証**

- システム上の既存の名前空間が再設定されているかどうかを確認します。

```
# ndctl list --namespace namespace0.0
[
  {
    "dev":"namespace0.0",
    "mode":"fsdax",
    "map":"dev",
    "size":12681478144,
    "uuid":"f8153ee3-c52d-4c6e-bc1d-197f5be38483",
    "sector_size":512,
    "align":2097152,
    "blockdev":"pmem0"
  }
]
```

**関連情報**

- man ページの **ndctl-create-namespace(1)**

### 7.8.3. ファイルシステム DAX モードで新しい NVDIMM 名前空間の作成

リージョンに空き容量がある場合は、不揮発性デュアルインラインメモリーモジュール (NVDIMM) デバイスに新しいファイルシステム DAX 名前空間を作成できます。

**前提条件**

- **ndctl** ユーティリティーがインストールされている。詳細は、ndctl のインストール を参照してください。
- NVDIMM デバイスは、リージョン内に複数の名前空間を作成するためのラベルをサポートしています。これは、次のコマンドを使用して確認できます。

```
# ndctl read-labels nmem0 >/dev/null
read 1 nmem
```

これは、1 つの NVDIMM デバイスのラベルを読み取ったことを示しています。値が **0** の場合、デバイスがラベルをサポートしていないことを意味します。

**手順**

1. 利用可能な領域があるシステムの **pmem** リージョンのリストを表示します。以下の例では、**region1** リージョンと **region0** リージョンの領域が利用できます。

```
# ndctl list --regions
```

```
[
  {
    "dev":"region1",
    "size":2156073582592,
    "align":16777216,
    "available_size":2117418876928,
    "max_available_extent":2117418876928,
    "type":"pmem",
    "iset_id":-9102197055295954944,
    "badblock_count":1,
    "persistence_domain":"memory_controller"
  },
  {
    "dev":"region0",
    "size":2156073582592,
    "align":16777216,
    "available_size":2143188680704,
    "max_available_extent":2143188680704,
    "type":"pmem",
    "iset_id":736272362787276936,
    "badblock_count":3,
    "persistence_domain":"memory_controller"
  }
]
```

2. 利用可能な領域のいずれかに、1 つ以上の名前空間を割り当てます。

```
# ndctl create-namespace --mode=fsdax --region=regionN --size=namespace-size
```

**例7.6 リージョンへの名前空間の作成**

次のコマンドは、**region0** で 36 GiB のファイルシステム DAX 名前空間を作成します。

```
# ndctl create-namespace --mode=fsdax --region=region0 --size=36G
{
  "dev":"namespace0.3",
  "mode":"fsdax",
  "map":"dev",
  "size":"35.44 GiB (38.05 GB)",
  "uuid":"99e77865-42eb-4b82-9db6-c6bc9b3959c2",
  "sector_size":512,
  "align":2097152,
  "blockdev":"pmem0.3"
}
```

名前空間は **/dev/pmem0.3** として利用できるようになりました。

**検証**

- 新しい名前空間がセクターモードで作成されているかどうかを確認します。

```
# ndctl list -RN -n namespace0.3
{
```

```
  "regions":[
    {
      "dev":"region0",
      "size":2156073582592,
      "align":16777216,
      "available_size":2027224563712,
      "max_available_extent":2027224563712,
      "type":"pmem",
      "iset_id":736272362787276936,
      "badblock_count":3,
      "persistence_domain":"memory_controller",
      "namespaces":[
        {
          "dev":"namespace0.3",
          "mode":"fsdax",
          "map":"dev",
          "size":38048628736,
          "uuid":"99e77865-42eb-4b82-9db6-c6bc9b3959c2",
          "sector_size":512,
          "align":2097152,
          "blockdev":"pmem0.3"
        }
      ]
    }
  ]
}
```


**関連情報**

- man ページの **ndctl-create-namespace(1)**

### 7.8.4. ファイルシステム DAX デバイスでのファイルシステムの作成

ファイルシステム DAX デバイス上にファイルシステムを作成し、ファイルシステムをマウントできます。ファイルシステムを作成した後、アプリケーションは永続メモリーを使用して **mount-point** ディレクトリーにファイルを作成し、ファイルを開き、**mmap** 操作を使用して直接アクセスできるようにファイルをマップできます。

Red Hat Enterprise Linux 8 では、テクノロジープレビューとして、XFS および ext4 ファイルシステムの両方を NVDIMM にできます。

**手順**

1. オプション: ファイルシステム DAX デバイス上にパーティションを作成します。詳細は、parted を使用したパーティションの作成 を参照してください。

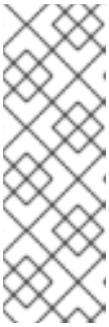
**注記**

**fsdax** デバイスにパーティションを作成する場合、パーティションはページの境界に調整する必要があります。Intel 64 アーキテクチャーおよび AMD64 アーキテクチャーでは、パーティションの開始と終了に最低 4 KiB のアライメントが必要です。2 MiB が優先されるアライメントです。

**parted** ツールは、デフォルトでは 1 MiB の境界にパーティションをそろえます。最初のパーティションには、パーティションの開始部分として 2 MiB を指定します。パーティションのサイズが 2 MiB の倍数である場合は、他のすべてのパーティションもそろえられます。

2. パーティションまたは NVDIMM デバイスに XFS または ext4 ファイルシステムを作成します。

```
# mkfs.xfs  -d su=2m,sw=1 fsdax-partition-or-device
```



**注記**

dax 対応ファイルと reflinked ファイルは、ファイルシステム上で共存できるようになりました。ただし、個々のファイルの場合、dax と reflink は相互に排他的です。

XFS の場合、dax マウントオプションと互換性がないため、共有コピーオンライトのデータエクステントを無効にします。また、大規模ページマッピングの可能性を増やすには、ストライプユニットとストライプの幅を設定します。

3. ファイルシステムをマウントします。

```
# mount f_sdax-partition-or-device mount-point_
```

直接アクセスモードを有効にするために dax オプションを使用してファイルシステムをマウントする必要はありません。マウント時に dax オプションを指定しない場合、ファイルシステムは **dax=inode** モードになります。直接アクセスモードをアクティブにする前に、ファイルに dax オプションを設定します。

**関連情報**

- man ページの **mkfs.xfs(8)**
- ファイルシステムの直接アクセスモードの NVDIMM

## 7.9. S.M.A.R.T. を使用した NVDIMM 正常性 (ヘルス) の監視

一部の不揮発性デュアルインラインメモリーモジュール (NVDIMM) デバイスは、ヘルス情報を取得するためのセルフモニタリング、分析、レポートテクノロジー (SMART) インターフェイスをサポートしています。

**重要**

NVDIMM 正常性を定期的に監視して、データの損失を防ぎます。SMART が NVDIMM デバイスのヘルスステータスに関する問題を報告した場合は、Detecting and replacing a broken NVDIMM device の説明に従って交換します。

**前提条件**

- オプション: 一部のシステムでは、次のコマンドを使用して **acpi_ipmi** ドライバーをアップロードし、ヘルス情報を取得します。

```
# modprobe acpi_ipmi
```

**手順**

- ヘルス情報にアクセスします。

```
# ndctl list --dimms --health
[
  {
    "dev":"nmem1",
    "id":"8089-a2-1834-00001f13",
    "handle":17,
    "phys_id":32,
    "security":"disabled",
    "health":{
      "health_state":"ok",
      "temperature_celsius":36.0,
      "controller_temperature_celsius":37.0,
      "spares_percentage":100,
      "alarm_temperature":false,
      "alarm_controller_temperature":false,
      "alarm_spares":false,
      "alarm_enabled_media_temperature":true,
      "temperature_threshold":82.0,
      "alarm_enabled_ctrl_temperature":true,
      "controller_temperature_threshold":98.0,
      "alarm_enabled_spares":true,
      "spares_threshold":50,
      "shutdown_state":"clean",
      "shutdown_count":4
    }
  },
[...]
]
```

**関連情報**

- man ページの **ndctl-list(1)**

## 7.10. 破損した NVDIMM デバイスの検出と交換

不揮発性デュアルインラインメモリーモジュール (NVDIMM) に関連するエラーメッセージがシステムログまたは SMART によって報告されている場合は、NVDIMM デバイスに障害が発生している可能性があります。この場合は、以下を行う必要があります。

1. NVDIMM デバイスがエラーしていることを検出
2. そこに格納されているデータをバックアップ
3. デバイスを物理的に交換

**手順**

1. 壊れたデバイスを検出します。

```
# ndctl list --dimms --regions --health
{
  "dimms":[
    {
      "dev":"nmem1",
      "id":"8089-a2-1834-00001f13",
      "handle":17,
      "phys_id":32,
      "security":"disabled",
      "health":{
        "health_state":"ok",
        "temperature_celsius":35.0,
        [...]
      }
[...]
}
```

2. 破損した NVDIMM の**phys_id** 属性を見つけます。

```
# ndctl list --dimms --human
```

前述の例では、**nmem0** が破損した NVDIMM になります。したがって、**nmem0** の **phys_id** 属性を確認します。

**例7.7 NVDIMMs の phys_id 属性**

以下の例では、**phys_id** は **0x10** です。

```
# ndctl list --dimms --human

[
  {
    "dev":"nmem1",
    "id":"XXXX-XX-XXXX-XXXXXXXX",
    "handle":"0x120",
    "phys_id":"0x1c"
  },
  {
    "dev":"nmem0",
    "id":"XXXX-XX-XXXX-XXXXXXXX",
    "handle":"0x20",
    "phys_id":"0x10",
    "flag_failed_flush":true,
    "flag_smart_event":true
  }
]
```

3. 壊れた NVDIMM のメモリースロットを見つけます。

```
# dmidecode
```

出力において、**Handle** 識別子が、破損した NVDIMM の **phys_id** 属性と一致するエントリーを確認します。**Locator** フィールドは、破損した NVDIMM が使用するメモリースロットの一覧を表示します。

**例7.8 NVDIMM メモリースロットリスティング**

以下の例では、**nmem0** デバイスが **0x0010** の識別子に一致し、**DIMM-XXX-YYYY** メモリースロットを使用します。

```
# dmidecode

...
Handle 0x0010, DMI type 17, 40 bytes
Memory Device
        Array Handle: 0x0004
        Error Information Handle: Not Provided
        Total Width: 72 bits
        Data Width: 64 bits
        Size: 125 GB
        Form Factor: DIMM
        Set: 1
        Locator: DIMM-XXX-YYYY
        Bank Locator: Bank0
        Type: Other
        Type Detail: Non-Volatile Registered (Buffered)
...
```

4. NVDIMM 上の名前空間にある全データのバックアップを作成します。NVDIMM を交換する前にデータのバックアップを作成しないと、システムから NVDIMM を削除したときにデータが失われます。

**警告**

時折、NVDIMM が完全に破損すると、バックアップが失敗することがあります。

これを防ぐには、Monitoring NVDIMM health using S.M.A.R.T. で説明されているように、SMART を使用して NVDIMM デバイスを定期的に監視し、故障した NVDIMM を破損する前に交換します。

5. NVDIMM の名前空間を一覧表示します。

```
# ndctl list --namespaces --dimm=DIMM-ID-number
```

**例7.9 NVDIMM 名前空間のリスト表示**

以下の例では、**nmem0** デバイスには、バックアップが必要な名前空間の **namespace0.0** と **namespace0.2** が含まれます。

```
# ndctl list --namespaces --dimm=0

[
  {
    "dev":"namespace0.2",
    "mode":"sector",
    "size":67042312192,
    "uuid":"XXXXXXXX-XXXX-XXXX-XXXX-XXXXXXXXXXXX",
    "raw_uuid":"XXXXXXXX-XXXX-XXXX-XXXX-XXXXXXXXXXXX",
    "sector_size":4096,
    "blockdev":"pmem0.2s",
    "numa_node":0
  },
  {
    "dev":"namespace0.0",
    "mode":"sector",
    "size":67042312192,
    "uuid":"XXXXXXXX-XXXX-XXXX-XXXX-XXXXXXXXXXXX",
    "raw_uuid":"XXXXXXXX-XXXX-XXXX-XXXX-XXXXXXXXXXXX",
    "sector_size":4096,
    "blockdev":"pmem0s",
    "numa_node":0
  }
]
```

6. 破損した NVDIMM を物理的に交換します。

**関連情報**

- **ndctl-list(1)** および **dmidecode(8)** の man ページ

# 第8章 未使用ブロックの破棄

破棄操作に対応するブロックデバイスで破棄操作を実行するか、そのスケジュールを設定できます。ブロック破棄操作は、マウントされたファイルシステムでファイルシステムブロックが使用されなくなった基礎となるストレージと通信します。ブロック破棄操作により、SSD はガベージコレクションルーチンを最適化でき、シンプロビジョニングされたストレージに未使用の物理ブロックを再利用するように通知できます。

### 要件

- ファイルシステムの基礎となるブロックデバイスは、物理的な破棄操作に対応している必要があります。
  **/sys/block/<device>/queue/discard_max_bytes** ファイルの値がゼロではない場合は、物理的な破棄操作はサポートされます。

## 8.1. ブロック破棄操作のタイプ

以下のような、さまざまな方法で破棄操作を実行できます。

**バッチ破棄**

これは、ユーザーによって明示的にトリガーされ、選択したファイルシステム内の未使用のブロックをすべて破棄します。

**オンライン破棄**

これは、マウント時に指定され、ユーザーの介入なしにリアルタイムでトリガーされます。オンライン破棄操作は、**used** から **free** 状態に移行中のブロックのみを破棄します。

**定期的な破棄**

**systemd** サービスが定期的に実行するバッチ操作です。

すべてのタイプは、XFS ファイルシステムおよび ext4 ファイルシステムでサポートされます。

**推奨事項**
Red Hat は、バッチ破棄または周期破棄を使用することを推奨します。

以下の場合にのみ、オンライン破棄を使用してください。

- システムのワークロードでバッチ破棄が実行できない場合
- パフォーマンス維持にオンライン破棄操作が必要な場合

## 8.2. バッチブロック破棄の実行

バッチブロック破棄操作を実行して、マウントされたファイルシステムの未使用ブロックを破棄することができます。

**前提条件**

- ファイルシステムがマウントされている。
- ファイルシステムの基礎となるブロックデバイスが物理的な破棄操作に対応している。

**手順**

- **fstrim** ユーティリティーを使用します。

- 選択したファイルシステムでのみ破棄を実行するには、次のコマンドを使用します。

```
# fstrim mount-point
```

- マウントされているすべてのファイルシステムで破棄を実行するには、次のコマンドを使用します。

```
# fstrim --all
```

**fstrim** コマンドを以下のいずれかで実行している場合は、

- 破棄操作に対応していないデバイス
- 複数のデバイスから設定され、そのデバイスの 1 つが破棄操作に対応していない論理デバイス (LVM または MD)

次のメッセージが表示されます。

```
# fstrim /mnt/non_discard

fstrim: /mnt/non_discard: the discard operation is not supported
```

**関連情報**

- **fstrim(8)** man ページ。

## 8.3. オンラインブロック破棄の有効化

オンラインブロック破棄操作を実行して、サポートしているすべてのファイルシステムで未使用のブロックを自動的に破棄できます。

**手順**

- マウント時のオンライン破棄を有効にします。
  - ファイルシステムを手動でマウントするには、**-o discard** マウントオプションを追加します。

```
# mount -o discard device mount-point
```

  - ファイルシステムを永続的にマウントするには、**/etc/fstab** ファイルのマウントエントリーに **discard** オプションを追加します。

**関連情報**

- **mount(8)** man ページ。
- **fstab(5)** man ページ

## 8.4. 定期的なブロック破棄の有効化

**systemd** タイマーを有効にして、サポートしているすべてのファイルシステムで未使用ブロックを定期的に破棄できます。

**手順**

- **systemd** タイマーを有効にして起動します。

```
# systemctl enable --now fstrim.timer
Created symlink /etc/systemd/system/timers.target.wants/fstrim.timer →
/usr/lib/systemd/system/fstrim.timer.
```

**検証**

- タイマーのステータスを確認します。

```
# systemctl status fstrim.timer
fstrim.timer - Discard unused blocks once a week
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/fstrim.timer; enabled; vendor preset: disabled)
   Active: active (waiting) since Wed 2023-05-17 13:24:41 CEST; 3min 15s ago
  Trigger: Mon 2023-05-22 01:20:46 CEST; 4 days left
     Docs: man:fstrim

May 17 13:24:41 localhost.localdomain systemd[1]: Started Discard unused blocks once a
week.
```

# 第9章 ISCSI ターゲットの設定

Red Hat Enterprise Linux では、コマンドラインインターフェイスとして **targetcli** シェルを使用し、以下の操作を行います。

- iSCSI ハードウェアを使用できるように iSCSI ストレージ相互接続を追加、削除、表示、監視します。
- ファイル、ボリューム、ローカル SCSI デバイス、またはリモートシステムへの RAM ディスクで対応しているローカルストレージリソースをエクスポートします。

**targetcli** ツールには、組み込みタブ補完、自動補完サポート、インラインドキュメントなどのツリーベースのレイアウトがあります。

## 9.1. TARGETCLI のインストール

**targetcli** ツールをインストールして、iSCSI ストレージの相互接続を追加、監視、削除します。

**手順**

1. **targetcli** ツールをインストールします。

```
# yum install targetcli
```

2. ターゲットサービスを起動します。

```
# systemctl start target
```

3. システムの起動時にターゲットサービスが起動するように設定するには、次のコマンドを実行します。

```
# systemctl enable target
```

4. ファイアウォールの **3260** ポートを開き、ファイアウォール設定を再読み込みします。

```
# firewall-cmd --permanent --add-port=3260/tcp
Success

# firewall-cmd --reload
Success
```

**検証**

- **targetcli** レイアウトを表示します。

```
# targetcli
/> ls
o- /.....[...]
  o- backstores.....[...]
  | o- block.....[Storage Objects: 0]
  | o- fileio.....[Storage Objects: 0]
  | o- pscsi.....[Storage Objects: 0]
```

```
| o- ramdisk.....[Storage Objects: 0]
o- iscsi.....[Targets: 0]
o- loopback.....[Targets: 0]
```

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.2. ISCSI ターゲットの作成

iSCSI ターゲットを作成すると、クライアントの iSCSI イニシエーターが、サーバーのストレージデバイスにアクセスできるようになります。ターゲットとイニシエーターにはどちらも一意の識別名があります。

**前提条件**

- **targetcli** をインストールして、実行している。詳細は、targetcli のインストール を参照してください。

**手順**

1. iSCSI ディレクトリーに移動します。

```
/> iscsi/
```

**注記**

**cd** コマンドは、ディレクトリーを変更したり、移動するパスのリストを表示するために使用されます。

2. iSCSI ターゲットを作成するには、以下のいずれかのオプションを使用します。

   a. デフォルトのターゲット名を使用した iSCSI ターゲットの作成:

```
/iscsi> create

Created target
iqn.2003-01.org.linux-iscsi.hostname.x8664:sn.78b473f296ff
Created TPG1
```

   b. 特定の名前を使用した iSCSI ターゲットの作成:

```
/iscsi> create iqn.2006-04.com.example:444

Created target iqn.2006-04.com.example:444
Created TPG1
Here iqn.2006-04.com.example:444 is target_iqn_name
```

   **iqn.2006-04.com.example:444** を、特定のターゲット名に置き換えます。

3. 新たに作成されたターゲットを確認します。

```
/iscsi> ls
```

```
o- iscsi.....[1 Target]
  o- iqn.2006-04.com.example:444.....[1 TPG]
    o- tpg1.....[enabled, auth]
      o- acls.....[0 ACL]
       o- luns.....[0 LUN]
      o- portals.....[0 Portal]
```

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.3. ISCSI バックストア

iSCSI バックストアは、エクスポートした LUN のデータをローカルマシンに保存するさまざまな方法に対応します。ストレージオブジェクトを作成して、バックストアが使用するリソースを定義します。

管理者は、LIO (Linux-IO) が対応する以下のバックストアデバイスのいずれかを選択できます。

**fileio バックストア**

ローカルファイルシステム上の通常のファイルをディスクイメージとして使用する場合は、**fileio** ストレージオブジェクトを作成します。**fileio** バックストアの作成については、Creating a fileio storage object を参照してください。

**block バックストア**

ローカルのブロックデバイスおよび論理デバイスを使用している場合には、**ブロック** ストレージオブジェクトを作成します。**block** バックストアの作成については、Creating a block storage object を参照してください。

**pscsi バックストア**

ストレージオブジェクトが SCSI コマンドの直接パススルーに対応している場合は、**pscsi** ストレージオブジェクトを作成します。**pscsi** バックストアの作成については、Creating a pscsi storage object を参照してください。

**ramdisk バックストア**

一時的な RAM 対応デバイスを作成する場合は、**ramdisk** ストレージオブジェクトを作成します。**ramdisk** バックストアの作成については、Creating a Memory Copy RAM disk storage object を参照してください。

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.4. FILEIO ストレージオブジェクトの作成

**fileio** ストレージオブジェクトは、**write_back** 操作または **write_ thru** 操作のいずれかに対応します。**write_back** 操作では、ローカルファイルシステムキャッシュが有効になります。これにより、パフォーマンスが向上しますが、データの損失のリスクが高まります。

**write_thru** 操作を優先させるために、**write_back=false** を使用して **write_back** 操作を無効にすることが推奨されます。

**前提条件**

- **targetcli** をインストールして、実行している。詳細は、targetcli のインストール を参照してください。

**手順**

1. **backstores/** ディレクトリーから **fileio/** に移動します。

```
/> backstores/fileio
```

2. **fileio** ストレージオブジェクトを作成します。

```
/backstores/fileio> create file1 /tmp/disk1.img 200M write_back=false

Created fileio file1 with size 209715200
```

**検証**

- 作成された **fileio** ストレージオブジェクトを確認します。

```
/backstores/fileio> ls
```

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.5. ブロックストレージオブジェクトの作成

ブロックドライバーを使用すると、**/sys/block/** ディレクトリーにあるブロックデバイスを LIO (Linux-IO) で使用できます。これには、HDD、SSD、CD、DVD などの物理デバイス、およびソフトウェアやハードウェアの RAID ボリューム、LVM ボリュームなどの論理デバイスが含まれます。

**前提条件**

- **targetcli** をインストールして、実行している。詳細は、targetcli のインストール を参照してください。

**手順**

1. **backstores/** ディレクトリーから **block/** に移動します。

```
/> backstores/block/
```

2. **block** バックストアを作成します。

```
/backstores/block> create name=block_backend dev=/dev/sdb

Generating a wwn serial.
Created block storage object block_backend using /dev/vdb.
```

**検証**

- 作成された **block** ストレージオブジェクトを確認します。

```
/backstores/block> ls
```

**注記**

**block** バックストアは、論理ボリュームにも作成できます。

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.6. PSCSI ストレージオブジェクトの作成

SCSI エミュレーションなしで SCSI コマンドの直接パススルーに対応するストレージオブジェクト、および **/proc/scsi/scsi** に **lsscsi** とともに表示される基盤の SCSI デバイス (SAS ハードドライブなど) で SCSI コマンドの直接パススルーに対応するストレージオブジェクトは、バックストアとして設定できます。このサブシステムでは、SCSI-3 以降に対応しています。

**警告**

**pscsi** は、上級ユーザーのみが使用してください。非対称論理ユニット割り当て (ALUA) や永続予約 (VMware ESX や vSphere で使用される永続予約など) は、通常はデバイスのファームウェアに実装されず、誤作動やクラッシュが発生する原因となることがあります。確信が持てない場合は、実稼働の設定に **block** バックストアを使用してください。

**前提条件**

- **targetcli** をインストールして、実行している。詳細は、targetcli のインストール を参照してください。

**手順**

1. **backstores/** ディレクトリーから **pscsi/** に移動します。

```
/> backstores/pscsi/
```

2. この例では、**/dev/sr0** を使用して物理 SCSI デバイスである TYPE_ROM デバイスの **pscsi** バックストアを作成します。

```
/backstores/pscsi> create name=pscsi_backend dev=/dev/sr0

Generating a wwn serial.
Created pscsi storage object pscsi_backend using /dev/sr0
```

**検証**

- 作成した **pscsi** ストレージオブジェクトを確認します。

```
/backstores/pscsi> ls
```

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.7. メモリーコピーの RAM ディスクストレージオブジェクトの作成

メモリーコピー RAM ディスク (**ramdisk**) は、完全な SCSI エミュレーションと、イニシエーターのメモリーコピーを使用した個別のメモリーマッピングが含まれる RAM ディスクを提供します。これにより、マルチセッションの機能を利用できます。これは、特に実稼働環境での高速で不揮発性の大容量ストレージで有用です。

**前提条件**

- **targetcli** をインストールして、実行している。詳細は、targetcli のインストール を参照してください。

**手順**

1. **backstores/** ディレクトリーから **ramdisk/** に移動します。

```
/> backstores/ramdisk/
```

2. 1GB RAM ディスクバックストアを作成します。

```
/backstores/ramdisk> create name=rd_backend size=1GB

Generating a wwn serial.
Created rd_mcp ramdisk rd_backend with size 1GB.
```

**検証**

- 作成した **ramdisk** ストレージオブジェクトを確認します。

```
/backstores/ramdisk> ls
```

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.8. ISCSI ポータルの作成

iSCSI ポータルを作成すると、ターゲットの有効性を維持するターゲットに IP アドレスとポートが追加されます。

**前提条件**

- **targetcli** をインストールして、実行している。詳細は、targetcli のインストール を参照してください。

- ターゲットポータルグループ (TPG) に関連付けられた iSCSI ターゲット。詳細は、Creating an iSCSI target を参照してください。

**手順**

1. TPG ディレクトリーに移動します。

```
/iscsi> iqn.2006-04.example:444/tpg1/
```

2. iSCSI ポータルを作成するには、以下のいずれかのオプションを使用します。

   a. デフォルトポータルを作成するには、デフォルトの iSCSI ポート **3260** を使用し、ターゲットがそのポートのすべての IP アドレスをリッスンできるようにします。

```
/iscsi/iqn.20...mple:444/tpg1> portals/ create

Using default IP port 3260
Binding to INADDR_Any (0.0.0.0)
Created network portal 0.0.0.0:3260
```

**注記**

iSCSI ターゲットが作成されると、デフォルトのポータルも作成されます。このポータルは、デフォルトのポート番号 **0.0.0.0:3260** ですべての IP アドレスをリッスンするように設定されます。

デフォルトのポータルを削除するには、次のコマンドを使用します。

```
/iscsi/iqn-name/tpg1/portals delete ip_address=0.0.0.0 ip_port=3260
```

   b. 特定の IP アドレスを使用したポータルの作成:

```
/iscsi/iqn.20...mple:444/tpg1> portals/ create 192.168.122.137

Using default IP port 3260
Created network portal 192.168.122.137:3260
```

**検証**

- 新たに作成されたポータルを確認します。

```
/iscsi/iqn.20...mple:444/tpg1> ls

o- tpg..... [enambled, auth]
   o- acls .....[0 ACL]
   o- luns .....[0 LUN]
   o- portals .....[1 Portal]
     o- 192.168.122.137:3260.....[OK]
```

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.9. ISCSI LUN の作成

論理ユニット番号 (LUN) は、iSCSI バックストアで対応している物理デバイスです。各 LUN には固有の番号があります。

### 前提条件

- **targetcli** をインストールして、実行している。詳細は、targetcli のインストール を参照してください。
- ターゲットポータルグループ (TPG) に関連付けられた iSCSI ターゲット。詳細は、Creating an iSCSI target を参照してください。
- 作成したストレージオブジェクト。詳細は、iSCSI Backstore を参照してください。

### 手順

1. 作成したストレージオブジェクトの LUN を作成します。

```
/iscsi/iqn.20...mple:444/tpg1> luns/ create /backstores/ramdisk/rd_backend
Created LUN 0.

/iscsi/iqn.20...mple:444/tpg1> luns/ create /backstores/block/block_backend
Created LUN 1.

/iscsi/iqn.20...mple:444/tpg1> luns/ create /backstores/fileio/file1
Created LUN 2.
```

2. 作成した LUN を確認します。

```
/iscsi/iqn.20...mple:444/tpg1> ls

o- tpg..................................... [enambled, auth]
   o- acls ....................................[0 ACL]
   o- luns ....................................[3 LUNs]
   |  o- lun0.....................[ramdisk/ramdisk1]
   |  o- lun1.................[block/block1 (/dev/vdb1)]
   |  o- lun2.................[fileio/file1 (/foo.img)]
   o- portals ..................................[1 Portal]
      o- 192.168.122.137:3260.....................[OK]
```

   デフォルトの LUN 名は **0** から始まります。

**重要**

デフォルトでは、読み書きパーミッションを持つ LUN が作成されます。ACL の作成後に新しい LUN が追加されると、LUN は自動的に利用可能なすべての ACL にマッピングされ、セキュリティー上のリスクが発生します。読み取り専用権限を持つ LUN の作成については、Creating a read-only iSCSI LUN を参照してください。

3. ACL を設定します。詳細は、Creating an iSCSI ACL を参照してください。

### 関連情報

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.10. 読み取り専用の ISCSI LUN の作成

デフォルトでは、読み書きパーミッションを持つ LUN が作成されます。この手順では、読み取り専用の LUN を作成する方法を説明します。

### 前提条件

- **targetcli** をインストールして、実行している。詳細は、targetcli のインストール を参照してください。
- ターゲットポータルグループ (TPG) に関連付けられた iSCSI ターゲット。詳細は、Creating an iSCSI target を参照してください。
- 作成したストレージオブジェクト。詳細は、iSCSI Backstore を参照してください。

### 手順

1. 読み取り専用パーミッションを設定します。

```
/> set global auto_add_mapped_luns=false

Parameter auto_add_mapped_luns is now 'false'.
```

これにより、LUN が既存の ACL へ自動的にマッピングされないようになり、LUN を手動でマッピングできるようになります。

2. **initiator_iqn_name** ディレクトリーに移動します。

```
/> iscsi/target_iqn_name/tpg1/acls/initiator_iqn_name/
```

3. LUN を作成します。

```
/iscsi/target_iqn_name/tpg1/acls/initiator_iqn_name> create
mapped_lun=next_sequential_LUN_number tpg_lun_or_backstore=backstore
write_protect=1
```

たとえば、以下のようになります。

```
/iscsi/target_iqn_name/tpg1/acls/2006-04.com.example:888> create mapped_lun=1
tpg_lun_or_backstore=/backstores/block/block2 write_protect=1

Created LUN 1.
Created Mapped LUN 1.
```

4. 作成した LUN を確認します。

```
/iscsi/target_iqn_name/tpg1/acls/2006-04.com.example:888> ls
 o- 2006-04.com.example:888 .. [Mapped LUNs: 2]
 | o- mapped_lun0 ..... [lun0 block/disk1 (rw)]
 | o- mapped_lun1 ..... [lun1 block/disk2 (ro)]
```

(mapped_lun0 の (**rw**) とは異なり) mapped_lun1 行の最後に (**ro**) が表示されますが、これは、読み取り専用であることを表しています。

5. ACL を設定します。詳細は、Creating an iSCSI ACL を参照してください。

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.11. ISCSI ACL の作成

**targetcli** サービスは、アクセスコントロールリスト (ACL) を使用してアクセスルールを定義し、各イニシエーターに論理ユニット番号 (LUN) へのアクセスを許可します。

ターゲットとイニシエーターにはどちらも一意の識別名があります。ACL を設定するには、イニシエーターの一意の名前を知っている必要があります。**iscsi-initiator-utils** パッケージによって提供される **/etc/iscsi/initiatorname.iscsi** ファイルには、iSCSI イニシエーター名が含まれています。

**前提条件**

- **targetcli** サービスが インストール され、実行されている。
- ターゲットポータルグループ (TPG) に関連付けられた iSCSI ターゲット。

**手順**

1. オプション: ACL への LUN の自動マッピングを無効にするには、読み取り専用の iSCSI LUN の作成 を参照してください。
2. acls ディレクトリーへ移動します。

```
/> iscsi/target_iqn_name/tpg_name/acls/
```

3. ACL を作成するには、以下のいずれかのオプションを使用します。
   - イニシエーターの **/etc/iscsi/initiatorname.iscsi** ファイルの **initiator_iqn_name** を使用します。

```
iscsi/target_iqn_name/tpg_name/acls> create initiator_iqn_name

Created Node ACL for initiator_iqn_name
Created mapped LUN 2.
Created mapped LUN 1.
Created mapped LUN 0.
```

   - **Custom_name** を使用し、それに一致するようにイニシエーターを更新します。

```
iscsi/target_iqn_name/tpg_name/acls> create custom_name

Created Node ACL for custom_name
Created mapped LUN 2.
Created mapped LUN 1.
Created mapped LUN 0.
```

イニシエーター名の更新については、iSCSI イニシエーターの作成 を参照してください。

**検証**

- 作成した ACL を確認します。

```
iscsi/target_iqn_name/tpg_name/acls> ls

o- acls .....[1 ACL]
  o- target_iqn_name ....[3 Mapped LUNs, auth]
    o- mapped_lun0 .....[lun0 ramdisk/ramdisk1 (rw)]
    o- mapped_lun1 .....[lun1 block/block1 (rw)]
    o- mapped_lun2 .....[lun2 fileio/file1 (rw)]
```

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.12. ターゲットのチャレンジハンドシェイク認証プロトコルの設定

**Challenge-Handshake Authentication Protocol (CHAP)** を使用すると、パスワードでターゲットを保護できます。イニシエーターは、このパスワードでターゲットに接続できることを認識している必要があります。

**前提条件**

- iSCSI ACL を作成している。詳細は、Creating an iSCSI ACL を参照してください。

**手順**

1. 属性認証を設定します。

```
/iscsi/iqn.20...mple:444/tpg1> set attribute authentication=1

Parameter authentication is now '1'.
```

2. **userid** と **password** を設定します。

```
/tpg1> set auth userid=redhat
Parameter userid is now 'redhat'.

/iscsi/iqn.20...689dcbb3/tpg1> set auth password=redhat_passwd
Parameter password is now 'redhat_passwd'.
```

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

## 9.13. TARGETCLI ツールで ISCSI オブジェクトの削除

この手順では、**targetcli** ツールを使用して iSCSI オブジェクトを削除する方法を説明します。

**手順**

1. ターゲットからログオフします。

```
# iscsiadm -m node -T iqn.2006-04.example:444 -u
```

ターゲットへのログイン方法は、iSCSI イニシエーターの作成 を参照してください。

2. ACL、LUN、およびポータルのすべてを含め、ターゲット全体を削除します。

```
/> iscsi/ delete iqn.2006-04.com.example:444
```

**iqn.2006-04.com.example:444** を target_iqn_name に置き換えます。

- iSCSI バックストアを削除するには、次のコマンドを実行します。

```
/> backstores/backstore-type/ delete block_backend
```

  - **backstore-type** を **fileio**、**block**、**pscsi**、または **ramdisk** に置き換えます。
  - **block_backend** を、削除する **バックストア名** に置き換えます。

- ACL などの iSCSI ターゲットの一部を削除するには、次のコマンドを実行します。

```
/> /iscsi/iqn-name/tpg/acls/ delete iqn.2006-04.com.example:444
```

**検証**

- 変更を表示します。

```
/> iscsi/ ls
```

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)**

# 第10章 ISCSI イニシエーターの設定

iSCSI イニシエーターは iSCSI ターゲットに接続するセッションを形成します。デフォルトでは、iSCSI サービスは起動に時間がかかり、**iscsiadm** コマンドの実行後にサービスが起動します。root が iSCSI デバイスにない場合や、**node.startup = automatic** でマークされたノードがない場合は、**iscsiadm** コマンドが実行するまで iSCSI サービスが起動しなくなります。これには、カーネルモジュール **iscsid** または **iscsi** の起動が必要になります。

root で **systemctl start iscsid.service** コマンドを実行し、**iscsid** デーモンを強制的に実行して、iSCSI カーネルモジュールを読み込みます。

## 10.1. ISCSI イニシエーターの作成

サーバー上のストレージデバイスにアクセスするために、iSCSI ターゲットに接続するための iSCSI イニシエーターを作成します。

**前提条件**

- iSCSI ターゲットのホスト名と IP アドレスがあります。
  - 外部ソフトウェアが作成したストレージターゲットに接続している場合は、ストレージ管理者からターゲットのホスト名と IP アドレスを取得します。
  - iSCSI ターゲットを作成する場合は、Creating an iSCSI target を参照してください。

**手順**

1. クライアントマシンに **iscsi-initiator-utils** をインストールします。

```
# yum install iscsi-initiator-utils
```

2. イニシエーター名を確認します。

```
# cat /etc/iscsi/initiatorname.iscsi

InitiatorName=iqn.2006-04.com.example:888
```

3. iSCSI ACL の作成 で ACL にカスタム名を指定した場合は、ACL と一致するようにイニシエーター名を更新します。
   a. **/etc/iscsi/initiatorname.iscsi** ファイルを開き、イニシエーター名を変更します。

```
# vi /etc/iscsi/initiatorname.iscsi

InitiatorName=custom-name
```

   b. **iscsid** サービスを再起動します。

```
# systemctl restart iscsid
```

4. ターゲットを検出し、表示されたターゲット IQN でターゲットにログインします。

```
# iscsiadm -m discovery -t st -p 10.64.24.179
```

```
    10.64.24.179:3260,1 iqn.2006-04.example:444

# iscsiadm -m node -T iqn.2006-04.example:444 -l
   Logging in to [iface: default, target: iqn.2006-04.example:444, portal: 10.64.24.179,3260]
(multiple)
   Login to [iface: default, target: iqn.2006-04.example:444, portal: 10.64.24.179,3260]
successful.
```

**10.64.24.179** を、target-ip-address に置き換えます。

この手順では、iSCSI ACL の作成 で説明されているように、それぞれのイニシエーター名が ACL に追加されている場合は、同じターゲットに接続されている任意の数のイニシエータに対してこの手順を使用できます。

5. iSCSI ディスク名を確認して、この iSCSI ディスクにファイルシステムを作成します。

```
# grep "Attached SCSI" /var/log/messages

# mkfs.ext4 /dev/disk_name
```

**disk_name** を、**/var/log/messages** ファイルに記載されている iSCSI ディスク名に置き換えます。

6. ファイルシステムをマウントします。

```
# mkdir /mount/point

# mount /dev/disk_name /mount/point
```

**/mount/point** を、パーティションのマウントポイントに置き換えます。

7. システムの起動時にファイルシステムを自動的にマウントするように **/etc/fstab** を編集します。

```
# vi /etc/fstab

/dev/disk_name /mount/point ext4 _netdev 0 0
```

**disk_name** を iSCSI ディスク名に置き換え、**/mount/point** を、パーティションのマウントポイントに置き換えます。

**関連情報**

- man ページの **targetcli(8)** および **iscsiadm(8)**

## 10.2. イニシエーター用のチャレンジハンドシェイク認証プロトコルの設定

**Challenge-Handshake Authentication Protocol (CHAP)** を使用すると、パスワードでターゲットを保護できます。イニシエーターは、このパスワードでターゲットに接続できることを認識している必要があります。

**前提条件**

- iSCSI イニシエーターを作成しました。詳細は、Creating an iSCSI initiator を参照してください。
- ターゲットの **CHAP** を設定します。詳細は、Setting up the Challenge-Handshake Authentication Protocol for the target を参照してください。

**手順**

1. **iscsid.conf** ファイルで CHAP 認証を有効にします。

```
# vi /etc/iscsi/iscsid.conf

node.session.auth.authmethod = CHAP
```

   デフォルトでは、**node.session.auth.authmethod** は **None** に設定されています。

2. ターゲットの **username** と **password** を **iscsid.conf** ファイルに追加します。

```
node.session.auth.username = redhat
node.session.auth.password = redhat_passwd
```

3. **iscsid** デーモンを起動します。

```
# systemctl start iscsid.service
```

**関連情報**

- man ページの **iscsiadm(8)**

## 10.3. ISCSIADM ユーティリティーで ISCSI セッションの監視

この手順では、**iscsiadm** ユーティリティーを使用して iscsi セッションを監視する方法を説明します。

デフォルトでは、iSCSI サービスの起動は **lazily** で、**iscsiadm** コマンドの実行後にサービスが起動します。root が iSCSI デバイスにない場合や、**node.startup = automatic** でマークされたノードがない場合は、**iscsiadm** コマンドが実行するまで iSCSI サービスが起動しなくなります。これには、カーネルモジュール **iscsid** または **iscsi** の起動が必要になります。

root で **systemctl start iscsid.service** コマンドを実行し、**iscsid** デーモンを強制的に実行して、iSCSI カーネルモジュールを読み込みます。

**手順**

1. クライアントマシンに **iscsi-initiator-utils** をインストールします。

```
# yum install iscsi-initiator-utils
```

2. 実行中のセッションに関する情報を検索します。

```
# iscsiadm -m session -P 3
```

このコマンドは、セッションまたはデバイスの状態、セッション ID (sid)、いくつかのネゴシエートしたパラメーター、およびセッション経由でアクセス可能な SCSI デバイスを表示します。

- より短い出力 (たとえば **sid-to-node** 間のマッピングのみの表示) には、次のコマンドを実行します。

```
# iscsiadm -m session -P 0
      or
# iscsiadm -m session

tcp [2] 10.15.84.19:3260,2 iqn.1992-08.com.netapp:sn.33615311
tcp [3] 10.15.85.19:3260,3 iqn.1992-08.com.netapp:sn.33615311
```

このコマンドは、**driver [sid] target_ip:port,target_portal_group_tag proper_target_name** の形式で実行中のセッションのリストを表示します。

**関連情報**

- **/usr/share/doc/iscsi-initiator-utils-version/README** ファイル
- man ページの **iscsiadm(8)**

## 10.4. DM MULTIPATH がデバイスタイムアウトの上書き

**recovery_tmo sysfs** オプションは、特定の iSCSI デバイスのタイムアウトを制御します。次のオプションは、システム全体の **recovery_tmo** 値を上書きします。

- **replacement_timeout** 設定オプションは、システム全体で全 iSCSI デバイスの **recovery_tmo** 値を上書きします。
- DM Multipath が管理するすべての iSCSI デバイスで、DM Multipath の **fast_io_fail_tmo** オプションは、システム全体の **recovery_tmo** 値を上書きします。
  DM Multipath の **fast_io_fail_tmo** オプションは、ファイバーチャネルデバイスの **fast_io_fail_tmo** オプションを上書きします。

DM Multipath の **fast_io_fail_tmo** オプションは **replacement_timeout** よりも優先します。Red Hat では、**replacement_timeou** を使用して、DM Multipath が管理するデバイスの **recovery_tmo** を上書きすることは推奨しません。これは、**multipathd** サービスが再読み込みを行うと、DM Multipath が常に **recovery_tmo** をリセットするためです。

# 第11章 ファイバーチャネルデバイスの使用

Red Hat Enterprise Linux 8 は、以下のネイティブファイバーチャネルドライバーを提供します。

- **lpfc**
- **qla2xxx**
- **zfcp**

## 11.1. ファイバーチャネル論理ユニットのサイズ変更

システム管理者は、ファイバーチャネルの論理ユニットのサイズを変更できます。

**手順**

1. **multipath** 論理ユニットのパスとなるデバイスを特定します。

```
multipath -ll
```

2. マルチパスを使用するシステムで、ファイバーチャネル論理ユニットを再スキャンします。

```
$ echo 1 > /sys/block/sdX/device/rescan
```

**関連情報**

- man ページの **multipath(8)**

## 11.2. ファイバーチャネルでデバイスのリンク切れ動作の特定

ドライバーがトランスポートの **dev_loss_tmo** コールバックを実装している場合、トランスポートの問題が検出されるとリンクを経由したデバイスへのアクセス試行がブロックされます。

**手順**

- リモートポートの状態を判断します。

```
$ cat /sys/class/fc_remote_port/rport-host:bus:remote-port/port_state
```

このコマンドは、以下のいずれかの出力を返します。

  - リモートポートからアクセスしたデバイスとともにリモートポートがブロックされると **Blocked** となります。
  - リモートポートが正常に動作しているときには **Online** となります **dev_loss_tmo** 秒以内に問題が解決されない場合は、**rport** およびデバイスのブロックが解除されます。そのデバイスで実行しているすべての I/O は、そのデバイスに送信された新しい I/O とともにすべて失敗します。

リンクロスが **dev_loss_tmo** を超えると、**scsi_device** デバイスおよび **sd_N_** デバイスが削除されます。通常、ファイバーチャネルクラスはデバイスをそのままにします。つまり、**/dev/sdx** は、**/dev/sdx** のままになります。これは、ターゲットバインディングがファイバーチャネルドライバーによって保存

され、ターゲットポートが戻されると、SCSI アドレスは同様に再作成されます。ただし、これは保証されません。LUN のストレージ内ボックス設定に追加の変更がない場合に限り、**sdx** デバイスが復元されます。

**関連情報**

- man ページの **multipath.conf(5)**
- Recommended tuning at scsi,multipath and at application layer while configuring Oracle RAC cluster (ナレッジベースの記事)

## 11.3. ファイバーチャネル設定ファイル

以下は、ユーザー空間の API をファイバーチャネルに提供する **/sys/class/** ディレクトリーの設定ファイルのリストです。

項目は以下の変数を使用します。

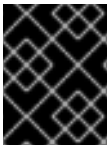
**H**
ホスト番号

**B**
バス番号

**T**
ターゲット

**L**
論理ユニット (LUN)

**-R**
リモートポート番号



**重要**

システムでマルチパスソフトウェアを使用している場合は、本セクションで説明されている値を変更する前にハードウェアベンダーにお問い合わせください。

**/sys/class/fc_transport/targetH:B:T/ のトランスポート設定**

**port_id**
24 ビットのポート ID/アドレス

**node_name**
64 ビットのノード名

**port_name**
64 ビットのポート名

**/sys/class/fc_remote_ports/rport-H:B-R/ のリモートポート設定**

- **port_id**
- **node_name**
- **port_name**

- **dev_loss_tmo**
  scsi デバイスがシステムから削除されるタイミングを制御します。**dev_loss_tmo** がトリガーされると、scsi デバイスが削除されます。**multipath.conf** ファイルでは、**dev_loss_tmo** を **infinity** に設定できます。

  Red Hat Enterprise Linux 8 では、**fast_io_fail_tmo** オプションを設定しないと、**dev_loss_tmo** の上限が **600** 秒になります。デフォルトでは、**multipathd** サービスが実行している場合は、Red Hat Enterprise Linux 8 の **fast_io_fail_tmo** が **5** 秒に設定されています。それ以外の場合は **off** に設定されています。

- **fast_io_fail_tmo**
  リンクに bad のマークが付くまでの待機秒数を指定します。リンクに bad のマークが付けられると、対応するパス上の既存の実行中の I/O または新しい I/O が失敗します。

  I/O がブロックされたキューに存在する場合は、**dev_loss_tmo** の期限が切れ、キューのブロックが解除されるまでエラーを起こしません。

  **fast_io_fail_tmo** を off 以外の値に設定すると、 **dev_loss_tmo** は取得されません。**fast_io_fail_tmo** を off に設定すると、システムからデバイスが削除されるまで I/O は失敗します。**fast_io_fail_tmo** に数値を設定すると、**fast_io_fail_tmo** タイムアウトが発生するとすぐに I/O が失敗します。

**/sys/class/fc_host/hostH/ のホスト設定**

- **port_id**
- **node_name**
- **port_name**
- **issue_lip**
  リモートポートを再検出するようにドライバーに指示します。

## 11.4. DM MULTIPATH がデバイスタイムアウトの上書き

**recovery_tmo sysfs** オプションは、特定の iSCSI デバイスのタイムアウトを制御します。次のオプションは、システム全体の **recovery_tmo** 値を上書きします。

- **replacement_timeout** 設定オプションは、システム全体で全 iSCSI デバイスの **recovery_tmo** 値を上書きします。
- DM Multipath が管理するすべての iSCSI デバイスで、DM Multipath の **fast_io_fail_tmo** オプションは、システム全体の **recovery_tmo** 値を上書きします。
  DM Multipath の **fast_io_fail_tmo** オプションは、ファイバーチャネルデバイスの **fast_io_fail_tmo** オプションを上書きします。

DM Multipath の **fast_io_fail_tmo** オプションは **replacement_timeout** よりも優先します。Red Hat では、**replacement_timeou** を使用して、DM Multipath が管理するデバイスの **recovery_tmo** を上書きすることは推奨しません。これは、**multipathd** サービスが再読み込みを行うと、DM Multipath が常に **recovery_tmo** をリセットするためです。

# 第12章 FIBRE CHANNEL OVER ETHERNET の設定

IEEE T11 FC-BB-5 標準に基づく Fibre Channel over Ethernet (FCoE) は、イーサネットネットワーク上でファイバーチャネルフレームを送信するためのプロトコルです。通常、データセンターには専用の LAN およびストレージエリアネットワーク (SAN) があり、各個別設定に分けられます。FCoE は、これらのネットワークを単一のネットワーク設定とコンバージドネットワーク設定に統合します。FCoE の利点 (ハードウェアおよび電力の低さなど) の利点は以下のとおりです。

## 12.1. RHEL でハードウェア FCOE HBA の使用

RHEL では、ハードウェアの Fibre Channel over Ethernet (FCoE) Host Bus Adapter (HBA) を使用できます。これは、以下のドライバーでサポートされています。

- **qedf**
- **bnx2fc**
- **fnic**

このような HBA を使用する場合は、HBA の設定で FCoE を設定します。詳細は、アダプターのドキュメントを参照してください。

HBA を設定すると、Storage Area Network (SAN) からエクスポートした論理ユニット番号 (LUN) が、**/dev/sd*** デバイスとして RHEL で自動的に利用可能になります。ローカルストレージデバイスと同様に、これらのデバイスを使用できます。

## 12.2. ソフトウェア FCOE デバイスの設定

ソフトウェア FCoE デバイスを使用すると、FCoE オフロードを部分的にサポートするイーサネットアダプターを使用し、FCoE を介して論理ユニット番号 (LUN) にアクセスできます。

**重要**

RHEL は、**fcoe.ko** カーネルモジュールを必要とするソフトウェア FCoE デバイスに対応していません。

この手順を完了すると、ストレージエリアネットワーク (SAN) からのエクスポート LUN は、**/dev/sd*** デバイスとして RHEL で利用可能になります。このようなデバイスは、ローカルストレージデバイスと同様に使用できます。

**前提条件**

- VLAN に対応するようにネットワークスイッチを設定している。
- SAN は VLAN を使用して、通常のイーサネットトラフィックからストレージトラフィックを分離します。
- サーバーの HBA が BIOS で設定されている。
- HBA がネットワークに接続されており、リンクが起動している。詳細は、HBA のドキュメントを参照してください。

**手順**

1. **fcoe-utils** パッケージをインストールします。

```
# yum install fcoe-utils
```

2. **/etc/fcoe/cfg-ethx** テンプレートファイルを **/etc/fcoe/cfg-interface_name** にコピーします。たとえば、FCoE を使用するように **enp1s0** インターフェイスを設定する場合は、以下のコマンドを実行します。

```
# cp /etc/fcoe/cfg-ethx /etc/fcoe/cfg-enp1s0
```

3. **fcoe** サービスを有効にして起動します。

```
# systemctl enable --now fcoe
```

4. インターフェイス **enp1s0** で FCoE VLAN を検出し、検出された VLAN のネットワークデバイスを作成して、イニシエーターを起動します。

```
# fipvlan -s -c enp1s0
Created VLAN device enp1s0.200
Starting FCoE on interface enp1s0.200
Fibre Channel Forwarders Discovered
interface       | VLAN | FCF MAC
------------------------------------------
enp1s0          | 200  | 00:53:00:a7:e7:1b
```

5. 必要に応じて、検出されたターゲット、LUN、および LUN に関連付けられたデバイスの詳細を表示します。

```
# fcoeadm -t
Interface:       enp1s0.200
Roles:           FCP Target
Node Name:       0x500a0980824acd15
Port Name:       0x500a0982824acd15
Target ID:       0
MaxFrameSize:    2048 bytes
OS Device Name:  rport-11:0-1
FC-ID (Port ID): 0xba00a0
State:           Online

LUN ID  Device Name   Capacity   Block Size  Description
------  -----------  ----------  ----------  ----------------------
    0  sdb           28.38 GiB      512     NETAPP LUN (rev 820a)
    ...
```

この例では、SAN からの LUN 0 が **/dev/sdb** デバイスとしてホストに割り当てられていることを示しています。

**検証**

- アクティブなすべての FCoE インターフェイスの情報を表示します。

```
# fcoeadm -i
Description:      BCM57840 NetXtreme II 10 Gigabit Ethernet
Revision:         11
```

```
Manufacturer:     Broadcom Inc. and subsidiaries
Serial Number:    000AG703A9B7

Driver:           bnx2x Unknown
Number of Ports:  1

    Symbolic Name:     bnx2fc (QLogic BCM57840) v2.12.13 over enp1s0.200
    OS Device Name:    host11
    Node Name:         0x2000000af70ae935
    Port Name:         0x2001000af70ae935
    Fabric Name:       0x20c8002a6aa7e701
    Speed:             10 Gbit
    Supported Speed:   1 Gbit, 10 Gbit
    MaxFrameSize:      2048 bytes
    FC-ID (Port ID):   0xba02c0
    State:             Online
```

**関連情報**

- **fcoeadm(8)** man ページ
- **/usr/share/doc/fcoe-utils/README**
- ファイバーチャネルデバイスの使用

# 第13章 EH_DEADLINE を使用したストレージエラーからの回復における最大時間の設定

障害が発生した SCSI デバイスを復旧するのに許容できる最大時間を設定できます。この設定は、ストレージハードウェアが不具合により応答しなくなっても、I/O 応答時間を保証します。

## 13.1. EH_DEADLINE パラメーター

SCSI エラー処理 (EH) メカニズムは、障害が発生した SCSI デバイスでエラーからの復旧の実行を試行します。SCSI ホストオブジェクト **eh_deadline** パラメーターでは、復旧時間の最大量を設定できます。設定した時間が過ぎると、SCSI EH は、ホストバスアダプター (HBA) 全体を停止してリセットします。

**eh_deadline** を使用すると、以下のいずれかの時間を短縮できます。

- エラーのあるパスのシャットオフ
- パスの切り替え
- RAID スライスの無効化

**警告**

**eh_deadline** が過ぎると、SCSI EH は HBA をリセットします。これは、エラーが発生しているものだけでなく、HBA 上のすべてのターゲットパスに影響します。一部の冗長パスがその他の理由により利用できない場合は、I/O エラーが発生する可能性があります。すべてのターゲットでマルチパスが設定されている場合にのみ、**eh_deadline** を有効にします。また、マルチパスデバイスが完全に冗長でない場合は、**no_path_retry** がパスの回復を可能にするのに十分な大きさに設定されていることを確認する必要があります。

**eh_deadline** パラメーターの値は秒単位で指定されます。デフォルト設定は **off** で、時間制限が無効になり、すべてのエラー復旧が行われるようになります。

### eh_deadline が便利なシナリオ

多くの場合、**eh_deadline** を有効にする必要はありません。**eh_deadline** を使用すると、特定のシナリオで役立つ場合があります。たとえば、ファイバーチャネル (FC) スイッチとターゲットポート間でリンクが失われ、HBA が Registered State Change Notifications (RSCN) を受信しない場合などです。このような場合、I/O 要求やエラーからの復旧コマンドは、エラーに遭遇することなく、すべてタイムアウトになります。この環境で **eh_deadline** を設定すると、リカバリー時間に上限が課せられます。これにより、DM Multipath により、利用できる別のパスで不具合の発生した I/O の再試行が可能になります。

以下の条件下では、**eh_deadline** パラメーターは、これ以上のメリットをもたらしません。その理由は、DM Multipath の再試行を可能にする I/O とエラー復旧コマンドがすぐに失敗するためです。

- RSCN が有効になっている場合
- HBA が利用できなくなっているリンクを登録しない場合

## 13.2. EH_DEADLINE パラメーターの設定

この手順では、SCSI を復旧する最大時間を制限する **eh-daedline** パラメーターの値を設定します。

**手順**

- **eh_deadline** は、以下のいずれかの方法で設定できます。
  - **multpath.conf** ファイルの **defaults** セクション
    **multpath.conf** ファイルの defaults セクションから、**eh_deadline** パラメーターを必要な秒数に設定します。

    ```
    # eh_deadline 300
    ```

    **注記**

    RHEL 8.4 以降、**multpath.conf** ファイルの defaults セクションを使用して **eh_deadline** パラメーターを設定することが推奨されます。

    このメソッドで **eh_deadline** パラメーターをオフにするには、**eh_deadline** を **off** に設定します。
  - **sysfs**
    **/sys/class/scsi_host/host<host-number>/eh_deadline** ファイルに秒数を書き込みます。たとえば、SCSI ホスト 6 の **sysfs** を介して **eh_deadline** パラメーターを設定するには、次のようにします。

    ```
    # echo 300 > /sys/class/scsi_host/host6/eh_deadline
    ```

    このメソッドで **eh_deadline** パラメーターをオフにするには、echo **off** を使用します。
  - カーネルパラメーター
    すべての SCSI HBA のデフォルト値は **scsi_mod.eh_deadline** カーネルパラメーターを使用して設定します。

    ```
    # echo 300 > /sys/module/scsi_mod/parameters/eh_deadline
    ```

    このメソッドで **eh_deadline** パラメーターをオフにするには、echo **-1** を使用します。

**関連情報**

- How to set eh_deadline and eh_timeout persistently, using a udev rule

# 第14章 スワップの使用

スワップ領域を使用して、非アクティブなプロセスとデータに一時的なストレージを提供し、物理メモリーがいっぱいになった場合に発生するメモリー不足エラーを防ぎます。スワップ領域は物理メモリーの拡張として機能し、物理メモリーが使い果たされた場合でもシステムがスムーズに動作し続けることを可能にします。スワップ領域を使用するとシステムのパフォーマンスが低下する可能性があるため、スワップ領域を利用する前に物理メモリーの使用を最適化するほうが望ましい場合があることに注意してください。

## 14.1. スワップ領域の概要

Linux の **スワップ領域** は、物理メモリー (RAM) が不足すると使用されます。システムに多くのメモリーリソースが必要で、RAM が不足すると、メモリーの非アクティブなページがスワップ領域に移動します。スワップ領域は、RAM が少ないマシンで役に立ちますが、RAM の代わりに使用しないようにしてください。

スワップ領域はハードドライブにあり、そのアクセス速度は物理メモリーに比べると遅くなります。スワップ領域の設定は、専用のスワップパーティション (推奨)、スワップファイル、またはスワップパーティションとスワップファイルの組み合せが考えられます。

過去数年、推奨されるスワップ領域のサイズは、システムの RAM サイズに比例して増加していました。しかし、最近のシステムには通常、数百ギガバイトの RAM が含まれます。結果として、推奨されるスワップ領域は、システムのメモリーではなく、システムメモリーのワークロードの機能とみなされます。

**スワップ領域の追加**

以下は、さまざまな方法でスワップ領域を追加する方法です。

- LVM2 論理ボリュームでのスワップ領域の拡張
- スワップ用の LVM2 論理ボリュームの作成
- スワップファイルの作成
  たとえば、システムの RAM 容量を 1 GB から 2 GB にアップグレードするときに、スワップスペースが 2 GB しかないとします。メモリーを大幅に消費する操作を実行している場合や、大量のメモリーを必要とするアプリケーションを実行する場合は、スワップ領域を 4 GB に増やすことが有益となる可能性があります。

**スワップ領域の削除**

スワップ領域を削除するには、以下の異なる方法を使用します。

- LVM2 論理ボリュームでのスワップ領域の縮小
- スワップ用の LVM2 論理ボリュームの削除
- スワップファイルの削除
  たとえば、システムの RAM 容量を 1 GB から 512 MB にダウングレードするとします。しかし、依然として 2 GB のスワップ容量が割り当てられています。ディスク領域が大きくなる (2 GB など) と無駄になる可能性があるため、スワップ領域を 1 GB に減らすことでメリットを得られることがあります。

## 14.2. システムの推奨スワップ領域

推奨されるスワップパーティションのサイズは、システムの RAM の容量と、システムをハイバネートするのに十分なメモリーが必要かどうかによって異なります。推奨されるスワップパーティションのサイズは、インストール時に自動的に設定されます。ハイバネートを可能にするには、カスタムのパーティション分割段階でスワップ領域を編集する必要があります。

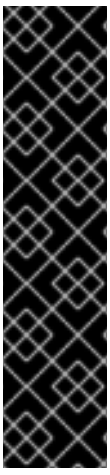
以下の推奨は、1GB 以下など、メモリーが少ないシステムで特に重要です。このようなシステムで十分なスワップ領域を割り当てられないと、システムが不安定になったり、インストールしたシステムが起動できなくなったりする可能性があります。

**表14.1 推奨されるスワップ領域**

| システム内の RAM の容量 | 推奨されるスワップ領域 | ハイバネートを許可する場合に推奨されるスワップ領域 |
|---|---|---|
| ⩽ 2 GB | RAM 容量の 2 倍 | RAM 容量の 3 倍 |
| > 2 GB – 8 GB | RAM 容量と同じ | RAM 容量の 2 倍 |
| > 8 GB – 64 GB | 最低 4GB | RAM 容量の 1.5 倍 |
| > 64 GB | 最低 4GB | ハイバネートは推奨されない |

システム RAM が 2 GB、8 GB、または 64 GB などの境界値の場合は、必要に応じてスワップサイズを選択してください。システムリソースに余裕がある場合は、スワップ領域を増やすとパフォーマンスが向上することがあります。

高速のドライブ、コントローラー、およびインターフェイスを搭載したシステムでは、複数のストレージデバイスにスワップ領域を分散すると、スワップ領域のパフォーマンスも向上します。



**重要**

スワップ領域として割り当てたファイルシステムおよび LVM2 ボリュームは、変更時に **使用しない** でください。システムプロセスまたはカーネルがスワップ領域を使用していると、スワップの修正に失敗します。**free** コマンドおよび **cat /proc/swaps** コマンドを使用して、スワップの使用量と、使用中の場所を確認します。

スワップ領域のサイズを変更するには、システムから一時的にスワップ領域を削除する必要があります。これは、実行中のアプリケーションが追加のスワップ領域に依存し、メモリーが不足する可能性がある場合に問題になる可能性があります。レスキューモードからスワップのサイズを変更することが推奨されます。**Performing an advanced RHEL 8 installation** の Debug boot options を参照してください。ファイルシステムをマウントするように指示されたら、**スキップ** を選択します。

## 14.3. スワップ用の LVM2 論理ボリュームの作成

スワップ用の LVM2 論理ボリュームを作成できます。ここでは、追加するスワップボリュームを **/dev/VolGroup00/LogVol02** とします。

**前提条件**

- 十分なディスク領域がある。

**手順**

1. サイズが **2 GB** の LVM2 論理ボリュームを作成します。

```
# lvcreate VolGroup00 -n LogVol02 -L 2G
```

2. 新しいスワップ領域をフォーマットします。

```
# mkswap /dev/VolGroup00/LogVol02
```

3. 次のエントリーを **/etc/fstab** ファイルに追加します。

```
/dev/VolGroup00/LogVol02 none swap defaults 0 0
```

4. システムが新しい設定を登録するように、マウントユニットを再生成します。

```
# systemctl daemon-reload
```

5. 論理ボリュームでスワップをアクティブにします。

```
# swapon -v /dev/VolGroup00/LogVol02
```

**検証**

- スワップ論理ボリュームが正常に作成され、アクティブになったかをテストするには、次のコマンドを使用して、アクティブなスワップ領域を調べます。

```
# cat /proc/swaps
              total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:           30Gi       1.2Gi        28Gi        12Mi       994Mi        28Gi
Swap:          22Gi          0B        22Gi
```

```
# free -h
              total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:           30Gi       1.2Gi        28Gi        12Mi       995Mi        28Gi
Swap:          17Gi          0B        17Gi
```

## 14.4. スワップファイルの作成

システムのメモリーが不足しているときに、スワップファイルを作成して、ソリッドステートドライブまたはハードディスク上に一時的なストレージ領域を作成できます。

**前提条件**

- 十分なディスク領域がある。

**手順**

1. 新しいスワップファイルのサイズをメガバイト単位で指定してから、そのサイズに 1024 をかけてブロック数を指定します。たとえばスワップファイルのサイズが 64 MB の場合は、ブロック数が 65536 になります。

2. 空のファイルの作成:

```
# dd if=/dev/zero of=/swapfile bs=1024 count=65536
```

65536 を、必要なブロックサイズと同じ値に置き換えます。

3. 次のコマンドでスワップファイルをセットアップします。

```
# mkswap /swapfile
```

4. スワップファイルのセキュリティーを変更して、全ユーザーで読み込みができないようにします。

```
# chmod 0600 /swapfile
```

5. システムの起動時にスワップファイルを有効にするには、次のエントリーを使用して **/etc/fstab** ファイルを編集します。

```
/swapfile none swap defaults 0 0
```

次にシステムが起動すると新しいスワップファイルが有効になります。

6. システムが新しい **/etc/fstab** 設定を登録するように、マウントユニットを再生成します。

```
# systemctl daemon-reload
```

7. すぐにスワップファイルをアクティブにします。

```
# swapon /swapfile
```

**検証**

- 新しいスワップファイルが正常に作成され、有効になったかをテストするには、次のコマンドを使用して、アクティブなスワップ領域を調べます。

```
$ cat /proc/swaps
$ free -h
```

## 14.5. LVM2 論理ボリュームでのスワップ領域の拡張

既存の LVM2 論理ボリューム上のスワップ領域を拡張できます。ここでは、2 GB 拡張するボリュームを **/dev/VolGroup00/LogVol01** とします。

**前提条件**

- 十分なディスク領域がある。

**手順**

1. 関連付けられている論理ボリュームのスワップ機能を無効にします。

```
# swapoff -v /dev/VolGroup00/LogVol01
```

2. LVM2 論理ボリュームのサイズを 2 GB 増やします。

```
# lvresize /dev/VolGroup00/LogVol01 -L +2G
```

3. 新しいスワップ領域をフォーマットします。

```
# mkswap /dev/VolGroup00/LogVol01
```

4. 拡張論理ボリュームを有効にします。

```
# swapon -v /dev/VolGroup00/LogVol01
```

**検証**

- スワップの論理ボリュームの拡張に成功したかどうかをテストするには、アクティブなスワップ容量を調べます。

```
# cat /proc/swaps
Filename                Type        Size        Used        Priority
/dev/dm-1               partition   16322556    0           -2
/dev/dm-4               partition   7340028     0           -3
```

```
# free -h
              total        used        free      shared  buff/cache   available
Mem:           30Gi       1.2Gi        28Gi        12Mi       994Mi        28Gi
Swap:          22Gi          0B        22Gi
```

## 14.6. LVM2 論理ボリュームでのスワップ領域の縮小

LVM2 論理ボリュームのスワップ領域を縮小できます。ここでは、縮小するボリュームを **/dev/VolGroup00/LogVol01** とします。

**手順**

1. 関連付けられている論理ボリュームのスワップ機能を無効にします。

```
# swapoff -v /dev/VolGroup00/LogVol01
```

2. スワップ署名を削除します。

```
# wipefs -a /dev/VolGroup00/LogVol01
```

3. LVM2 論理ボリュームのサイズを変更して 512 MB 削減します。

```
# lvreduce /dev/VolGroup00/LogVol01 -L -512M
```

4. 新しいスワップ領域をフォーマットします。

```
# mkswap /dev/VolGroup00/LogVol01
```

5. 論理ボリュームでスワップをアクティブにします。

```
# swapon -v /dev/VolGroup00/LogVol01
```

–

**検証**

- スワップ論理ボリュームが正常に削減されたかをテストするには、次のコマンドを使用して、アクティブなスワップ領域を調べます。

```
$ cat /proc/swaps
$ free -h
```

## 14.7. スワップ用の LVM2 論理ボリュームの削除

スワップ用の LVM2 論理ボリュームを削除できます。削除するスワップボリュームを **/dev/VolGroup00/LogVol02** とします。

**手順**

1. 関連付けられている論理ボリュームのスワップ機能を無効にします。

```
# swapoff -v /dev/VolGroup00/LogVol02
```

2. LVM2 論理ボリュームを削除します。

```
# lvremove /dev/VolGroup00/LogVol02
```

3. 次の関連エントリーを **/etc/fstab** ファイルから削除します。

```
/dev/VolGroup00/LogVol02 none swap defaults 0 0
```

4. マウントユニットを再生成して新しい設定を登録します。

```
# systemctl daemon-reload
```

**検証**

- 論理ボリュームが正常に削除されたかどうかをテストし、次のコマンドを使用してアクティブなスワップ領域を調べます。

```
$ cat /proc/swaps
$ free -h
```

## 14.8. スワップファイルの削除

スワップファイルを削除できます。

**手順**

1. **/swapfile** スワップファイルを無効にします。

```
# swapoff -v /swapfile
```

2. **/etc/fstab** ファイルからエントリーを削除します。

3. システムが新しい設定を登録するように、マウントユニットを再生成します。

```
# systemctl daemon-reload
```

4. 実際のファイルを削除します。

```
# rm /swapfile
```

# 第15章 スナップショットを使用したシステムアップグレードの管理

Red Hat Enterprise Linux システムのロールバック可能なアップグレードを実行して、以前のバージョンのオペレーティングシステムに戻します。**Boom Boot Manager** と Leapp オペレーティングシステム最新化フレームワークを使用できます。

オペレーティングシステムのアップグレードを実行する前に、次の点を考慮してください。

- スナップショットを使用したシステムアップグレードは、システムツリー内の複数のファイルシステム (別の **/var** パーティションや **/usr** パーティションなど) では機能しません。
- スナップショットを使用したシステムのアップグレードは、Red Hat Update Infrastructure (RHUI) システムでは機能しません。Boom ユーティリティーを使用する代わりに、仮想マシン (VM) のスナップショットを作成することを検討してください。

## 15.1. BOOM プロセスの概要

Boom Boot Manager を使用してブートエントリーを作成すると、GRUB ブートローダーメニューからこれらのエントリーを選択してアクセスできるようになります。ブートエントリーを作成すると、ロールバック可能なアップグレードの準備プロセスが簡素化されます。

次のブートエントリーは、アップグレードおよびロールバックプロセスの一部です。

- **ブートエントリーのアップグレード**
  Leapp アップグレード環境を起動します。**leapp** ユーティリティーを使用して、このブートエントリーを作成および管理します。**Leapp** アップグレードプロセスでは、このエントリーは自動的に削除されます。
- **Red Hat Enterprise Linux 8 boot entry**
  アップグレードシステム環境を起動します。アップグレードプロセスが正常に完了したら、**leapp** ユーティリティーを使用してこのブートエントリーを作成します。
- **スナップショットのブートエントリー**
  元のシステムのスナップショットを起動します。これを使用して、アップグレードの成功後または失敗後に、以前のオペレーティングシステムの状態を確認およびテストします。オペレーティングシステムをアップグレードする前に、**boom** コマンドを使用してこのブートエントリーを作成します。
- **ロールバックのブートエントリー**
  アップグレード前のシステムの環境で起動し、アップグレードが行われている部分を以前のシステムの状態にロールバックします。アップグレード手順のロールバックを開始するときに、**boom** コマンドを使用してこのブートエントリーを作成します。

**関連情報**

- **boom(1)** man ページ

## 15.2. BOOM BOOT MANAGER を使用した別のバージョンへのアップグレード

Boom Boot Manager を使用して、Red Hat Enterprise Linux オペレーティングシステムのアップグレードを実行します。

**前提条件**

- 最新バージョンの Red Hat Enterprise Linux を実行している。
- 最新バージョンの **boom-boot** パッケージ (バージョン boom-0.9、理想的には boom-1.3-2. 以降) がインストールされている。
- スナップショットに使用できる十分な領域がある。元のインストールのサイズに基づいてサイズを推定します。マウントされているすべての論理ボリュームをリストします。
- **leapp** パッケージがインストールされている。
- ソフトウェアリポジトリーが有効になっている。
- スナップショットボリュームがアクティブ化されている。アクティブでない場合、**boom** コマンドが失敗します。

**注記**

追加のブートエントリーに **/usr** または **/var** が含まれる場合があります。

**手順**

1. **root** 論理ボリュームのスナップショットを作成します。
   - root ファイルシステムがシンプロビジョニングを使用する場合は、シンスナップショットを作成します。

     ```
     # lvcreate -s rhel/root -kn -n root_snapshot_before_changes
     ```

     ここでは、以下のようになります。
     - **-s** はスナップショットを作成します。
     - **rhel/root** はファイルシステムを論理ボリュームにコピーします。
     - **-n root_snapshot_before_changes** はスナップショットの名前を示します。
       シンスナップショットを作成している間は、スナップショットのサイズを定義することができません。スナップショットは、シンプールから割り当てられます。
   - root ファイルシステムがシックプロビジョニングを使用する場合は、シックスナップショットを作成します。

     ```
     # lvcreate -s  rhel/root -n root_snapshot_before_changes -L 25g
     ```

     ここでは、以下のようになります。
     - **-s** はスナップショットを作成します。
     - **rhel/root** はファイルシステムを論理ボリュームにコピーします。
     - **-n root_snapshot_before_changes** はスナップショットの名前を示します。
     - **-L 25g** はスナップショットのサイズです。元のインストールのサイズに基づいてサイズを推定します。

シックスナップショットを作成する際は、アップグレード中にすべての変更を保持できるスナップショットサイズを定義します。

**重要**

作成されたスナップショットには、追加のシステム変更は含まれません。

2. プロファイルを作成します。

```
# boom profile create --from-host --uname-pattern el8
```

3. 元のブートイメージのバックアップコピーを使用して、元のシステムのスナップショットブートエントリーを作成します。

```
# boom create --backup --title "Root LV snapshot before changes" --rootlv
rhel/root_snapshot_before_changes
```

ここでは、以下のようになります。

- **--title Root LV snapshot before changes** は、システム起動時にブートエントリーリストに表示されるブートエントリーの名前です。
- **--rootlv** は、新しいブートエントリーに対応する root 論理ボリュームです。
- 前の手順を完了すると、アップグレード前の元のシステムにアクセスできるブートエントリーが作成されます。

4. Leapp ユーティリティーを使用して Red Hat Enterprise Linux 8 にアップグレードします。

```
# leapp upgrade
```

- **Leapp upgrade** コマンドのレポートで表示されたブロッカーを確認して解決します。

5. アップグレードされたブートエントリーで再起動します。

```
# leapp upgrade --reboot
```

- GRUB ブート画面から **Red Hat Enterprise Linux Upgrade Initramfs**エントリーを選択します。
- **Leapp** ユーティリティーがアップグレードブートエントリーを作成します。上記のコマンドを実行してアップグレードブートエントリーで再起動し、Red Hat Enterprise Linux 8 へのインプレースアップグレードの実行に進みます。この reboot 引数は、アップグレードプロセス後に自動システムの再起動を開始します。再起動中に GRUB 画面が表示されます。

**注記**

GRUB ブート画面の Snapshots サブメニューは、Red Hat Enterprise Linux 8 では使用できません。

**検証手順**

- アップグレードを続行し、新しい Red Hat Enterprise Linux 8 RPM パッケージをインストール

します。アップグレードが完了すると、システムが自動的に再起動します。GRUB 画面に、使用可能なオペレーティングシステムのアップグレードされたバージョンと古いバージョンが表示されます。アップグレードされたシステムバージョンがデフォルトの選択です。

- ブートエントリー **Root LV snapshot before changes** が GRUB メニューにあるかどうかを確認します。存在する場合、アップグレード前のオペレーティングシステムの状態に即座にアクセスできます。

**関連情報**

- **boom(1)** man ページ
- What is BOOM and how to install it?
- BOOM ブートエントリーを作成する方法
- RHEL 7 から RHEL 8 へのインプレースアップグレード時に Leapp ユーティリティーで必要なデータ

## 15.3. RED HAT ENTERPRISE LINUX のバージョン間の切り替え

マシン上の Red Hat Enterprise Linux の最新バージョンと以前のバージョンに同時にアクセスします。**Boom Boot Manager** を使用してさまざまなオペレーティングシステムのバージョンにアクセスすると、オペレーティングシステムのアップグレードに伴うリスクが軽減され、ハードウェアのダウンタイムも削減されます。環境を切り替えるこの機能により、次のことが可能になります。

- サイドバイサイド方式で両環境をすばやく比較する。
- 最小限のオーバーヘッドで環境を切り替える。
- ファイルシステムの古いコンテンツを復元する。
- アップグレードしたホストの実行中も古いシステムへのアクセスを継続する。
- 更新自体が実行中でも、更新プロセスをいつでも中止して、元に戻す。

**前提条件**

- 最新バージョンの Red Hat Enterprise Linux を実行している。

**手順**

1. システムを再起動します。

```
# reboot
```

2. GRUB ブートローダー画面から必要なブートエントリーを選択します。

**検証手順**

- 選択したブートボリュームが表示されていることを確認します。

```
# cat /proc/cmdline

root=/dev/rhel/root_snapshot_before_changes ro
```

```
rd.lvm.lv=rhel/root_snapshot_before_changes rd.lvm.lv=vg_root/swap rhgb quiet
```

**関連情報**

- **boom(1)** man ページ
- Boom Boot Manager を使用した別のバージョンへのアップグレード

## 15.4. 論理ボリュームのスナップショットの削除

現在のオペレーティングシステムのスナップショットを作成すると、オペレーティングシステムの以前の状態にアクセスし、それを確認およびテストすることができます。オペレーティングシステムのスナップショットの使用が終了したら、スナップショットを削除してストレージ領域を解放できます。

**重要**

論理ボリューム (LV) のスナップショットを削除すると、それ以上操作を実行できません。

**前提条件**

- 最新バージョンの Red Hat Enterprise Linux を実行している。

**手順**

1. GRUB エントリーから Red Hat Enterprise Linux 8 を起動します。以下の出力で、新規スナップショットが選択されていることを確認します。

```
# boom list
BootID    Version                 Name                          RootDevice
6d2ec72 3.10.0-957.21.3.el8.x86_64 Red Hat Enterprise Linux Server
/dev/rhel/root_snapshot_before_changes
```

2. **BootID** の値を使用してスナップショットエントリーを削除します。

```
# boom delete --boot-id 6d2ec72
```

   - これにより、GRUB メニューからブートエントリーが削除されます。

3. 論理ボリューム (LV) のスナップショットを削除します。

```
# lvremove rhel/root_snapshot_before_changes
Do you really want to remove active logical volume rhel/root_snapshot_before_changes?
[y/n]: y
      Logical volume "root_snapshot_before_changes" successfully removed
```

**関連情報**

- **boom(1)** man ページ
- Boom Boot Manager を使用した別のバージョンへのアップグレード

## 15.5. ロールバックブートエントリーの作成

ロールバックブートエントリーを使用して、アップグレード前の状態のオペレーティングシステム環境にアクセスします。さらに、オペレーティングシステムのアップグレードを元に戻すこともできます。

ロールバックブートエントリーは、アップグレードしたシステムまたはスナップショット環境から準備します。

**前提条件**

- 最新バージョンの Red Hat Enterprise Linux を実行している。

**手順**

1. スナップショットを元のボリューム (作成元) とマージします。

```
# lvconvert --merge rhel/root_snapshot_before_changes
```

**警告**

スナップショットをマージした後、データの損失を防ぐために、この手順の残りのすべてのステップを続けて実行する必要があります。

2. マージされたスナップショットのロールバックブートエントリーを作成します。

- **boom-0.9** の場合:

```
boom create --title "RHEL Rollback" --rootlv rhel/root
```

- **boom-1.2** 以降のバージョンの場合:

```
boom create --backup --title "RHEL Rollback" --rootlv rhel/root
```

3. オプション: マシンを再起動して、オペレーティングシステムの状態を復元します。

```
# reboot
```

- システムが再起動したら、GRUB 画面から Red Hat Enterprise Linux Rollback ブートエントリーを選択します。
- **root** 論理ボリュームがアクティブになると、システムは自動的にスナップショットのマージ操作を開始します。

**重要**

マージ操作が開始されると、スナップショットボリュームは使用できなくなります。Red Hat Enterprise Linux ロールバックブートエントリーが正常に起動すると、**ルート LV スナップショットブートエントリー** が機能しなくなります。スナップショットの論理ボリュームをマージすると、ルート LV スナップショットが破棄され、元のボリュームの以前の状態が復元されます。

4. オプション: マージ操作が完了したら、未使用のエントリーを削除し、元のブートエントリーを復元します。

   a. 未使用の Red Hat Enterprise Linux 8 ブートエントリーを **/boot** ファイルシステムから削除し、変更を有効にするために **grub.cfg** ファイルを再構築します。

   ```
   # grub2-mkconfig -o /boot/grub2/grub.cfg
   ```

   b. 元の Red Hat Enterprise Linux ブートエントリーを復元します。

   ```
   # new-kernel-pkg --update $(uname -r)
   ```

5. システムへのロールバックに成功したら、**boom** ブートエントリーを削除します。

   ```
   # boom list
   # boom delete boot-id
   ```

**関連情報**

- **boom(1)** man ページ
- Boom Boot Manager を使用した別のバージョンへのアップグレード

# 第16章 NVME/RDMA を使用した NVME OVER FABRIC の設定

Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) over RDMA (NVMe™/RDMA) 設定では、NVMe コントローラーと NVMe イニシエーターを設定します。

システム管理者として、次のタスクを実行して NVMe/RDMA 設定をデプロイします。

- configfs を使用した NVMe/RDMA コントローラーのセットアップ
- nvmetcli を使用した NVMe/RDMA コントローラーのセットアップ
- NVMe/RDMA ホストの設定

## 16.1. NVME OVER FABRIC デバイスの概要

Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) は、ホストソフトウェアユーティリティーがソリッドステートドライブと通信できるようにするインターフェイスです。

次の種類のファブリックトランスポートを使用して、NVMe over fabric デバイスを設定します。

**NVMe over Remote Direct Memory Access (NVMe/RDMA)**

NVMe™/RDMA の設定方法については、NVMe/RDMA を使用した NVMe over Fabric の設定 を参照してください。

**NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC)**

NVMe™/FC の設定方法については、NVMe/FC を使用した NVMe over Fabric の設定 を参照してください。

ファブリック上で NVMe を使用する場合、ソリッドステートドライブはシステムに対してローカルである必要はありません。NVMe over Fabrics デバイスを介してリモートで設定できます。

## 16.2. CONFIGFS を使用した NVME/RDMA コントローラーのセットアップ

**configfs** を使用して Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) over RDMA (NVMe™/RDMA) コントローラーを設定するには、この手順を使用します。

**前提条件**

- **nvmet** サブシステムに割り当てるブロックデバイスがあることを確認する。

**手順**

1. **nvmet-rdma** サブシステムを作成します。

```
# modprobe nvmet-rdma

# mkdir /sys/kernel/config/nvmet/subsystems/testnqn

# cd /sys/kernel/config/nvmet/subsystems/testnqn
```

**testnqn** を、サブシステム名に置き換えます。

2. すべてのホストがこのコントローラーに接続できるようにします。

```
# echo 1 > attr_allow_any_host
```

3. namespace を設定します。

```
# mkdir namespaces/10

# cd namespaces/10
```

10 を、namespace の数値に置き換えます。

4. NVMe デバイスへのパスを設定します。

```
# echo -n /dev/nvme0n1 > device_path
```

5. namespace を有効にします。

```
# echo 1 > enable
```

6. NVMe ポートでディレクトリーを作成します。

```
# mkdir /sys/kernel/config/nvmet/ports/1

# cd /sys/kernel/config/nvmet/ports/1
```

7. mlx5_ib0 の IP アドレスを表示します。

```
# ip addr show mlx5_ib0

8: mlx5_ib0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 4092 qdisc mq state UP
group default qlen 256
    link/infiniband 00:00:06:2f:fe:80:00:00:00:00:00:00:e4:1d:2d:03:00:e7:0f:f6 brd
00:ff:ff:ff:ff:12:40:1b:ff:ff:00:00:00:00:00:00:ff:ff:ff:ff
    inet 172.31.0.202/24 brd 172.31.0.255 scope global noprefixroute mlx5_ib0
       valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::e61d:2d03:e7:ff6/64 scope link noprefixroute
       valid_lft forever preferred_lft forever
```

8. コントローラーのトランスポートアドレスを設定します。

```
# echo -n 172.31.0.202 > addr_traddr
```

9. RDMA をトランスポートタイプとして設定します。

```
# echo rdma > addr_trtype

# echo 4420 > addr_trsvcid
```

10. ポートのアドレスファミリーを設定します。

```
# echo ipv4 > addr_adrfam
```

11. ソフトリンクを作成します。

-

```
# ln -s /sys/kernel/config/nvmet/subsystems/testnqn
/sys/kernel/config/nvmet/ports/1/subsystems/testnqn
```

**検証**

- NVMe コントローラーが指定されたポートでリッスンしていて、接続要求の準備ができていることを確認します。

```
# dmesg | grep "enabling port"
[ 1091.413648] nvmet_rdma: enabling port 1 (172.31.0.202:4420)
```

**関連情報**

- man ページの **nvme(1)**

## 16.3. NVMETCLI を使用した NVME/RDMA コントローラーのセットアップ

**nvmetcli** ユーティリティーを使用して、Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) コントローラーを編集、表示、起動します。**nvmetcli** ユーティリティーには、コマンドラインと対話式のシェルオプションが用意されています。**nvmetcli** によって NVMe™/RDMA コントローラーを設定するには、この手順を使用します。

**前提条件**

- **nvmet** サブシステムに割り当てるブロックデバイスがあることを確認する。
- root で、以下の **nvmetcli** 操作を実行する。

**手順**

1. **nvmetcli** パッケージをインストールします。

```
# yum install nvmetcli
```

2. **rdma.json** ファイルをダウンロードします。

```
# wget
http://git.infradead.org/users/hch/nvmetcli.git/blob_plain/0a6b088db2dc2e5de11e6f23f1e890e4b54fee64:/rdma.json
```

3. **rdma.json** ファイルを編集して、**traddr** の値を **172.31.0.202** に変更します。
4. NVMe コントローラー設定ファイルをロードして、コントローラーをセットアップします。

```
# nvmetcli restore rdma.json
```

**注記**

NVMe コントローラー設定ファイル名を指定しない場合は、**nvmetcli** が **/etc/nvmet/config.json** ファイルを使用します。

**検証**

- NVMe コントローラーが指定されたポートでリッスンしていて、接続要求の準備ができていることを確認します。

```
# dmesg | tail -1
[ 4797.132647] nvmet_rdma: enabling port 2 (172.31.0.202:4420)
```

- オプション: 現在の NVMe コントローラーをクリアします。

```
# nvmetcli clear
```

**関連情報**

- man ページの **nvmetcli** および **nvme(1)**

## 16.4. NVME/RDMA ホストの設定

NVMe 管理コマンドラインインターフェイス (**nvme-cli**) ツールを使用して、Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) over RDMA (NVMe™/RDMA) ホストを設定するには、次の手順を実行します。

**手順**

1. **nvme-cli** ツールをインストールします。

```
# yum install nvme-cli
```

2. **nvme-rdma** モジュールが読み込まれていない場合は、読み込みます。

```
# modprobe nvme-rdma
```

3. NVMe コントローラーで使用可能なサブシステムを検出します。

```
# nvme discover -t rdma -a 172.31.0.202 -s 4420

Discovery Log Number of Records 1, Generation counter 2
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  rdma
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified, sq flow control disable supported
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  testnqn
traddr:  172.31.0.202
rdma_prtype: not specified
rdma_qptype: connected
rdma_cms:    rdma-cm
rdma_pkey: 0x0000
```

4. 検出されたサブシステムに接続します。

```
# nvme connect -t rdma -n testnqn -a 172.31.0.202 -s 4420

# lsblk
```

```
NAME                      MAJ:MIN RM   SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
sda                         8:0    0 465.8G  0 disk
├─sda1                      8:1    0     1G  0 part /boot
└─sda2                      8:2    0 464.8G  0 part
  ├─rhel_rdma--virt--03-root 253:0    0    50G  0 lvm  /
  ├─rhel_rdma--virt--03-swap 253:1    0     4G  0 lvm  [SWAP]
  └─rhel_rdma--virt--03-home 253:2    0 410.8G  0 lvm  /home
nvme0n1

# cat /sys/class/nvme/nvme0/transport
rdma
```

**testnqn** を NVMe サブシステム名に置き換えます。

172.31.0.202 をコントローラーの IP アドレスに置き換えます。

4420 を、ポート番号に置き換えます。

**検証**

- 現在接続されている NVMe デバイスのリストを表示します。

```
# nvme list
```

- オプション: コントローラーから切断します。

```
# nvme disconnect -n testnqn
NQN:testnqn disconnected 1 controller(s)

# lsblk
NAME                      MAJ:MIN RM   SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
sda                         8:0    0 465.8G  0 disk
├─sda1                      8:1    0     1G  0 part /boot
└─sda2                      8:2    0 464.8G  0 part
  ├─rhel_rdma--virt--03-root 253:0    0    50G  0 lvm  /
  ├─rhel_rdma--virt--03-swap 253:1    0     4G  0 lvm  [SWAP]
  └─rhel_rdma--virt--03-home 253:2    0 410.8G  0 lvm  /home
```

**関連情報**

- man ページの **nvme(1)**
- Nvme-cli Github repository

## 16.5. 次のステップ

- NVMe デバイスでのマルチパスの有効化

# 第17章 NVME/FC を使用した NVME OVER FABRIC の設定

Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) over Fibre Channel (NVMe™/FC) トランスポートは、特定の Broadcom Emulex および Marvell Qlogic ファイバーチャネルアダプターと共に使用する場合、ホストモードで完全にサポートされます。システム管理者として、以下のセクションのタスクを完了し、FC-NVMe 設定をデプロイします。

- Broadcom アダプターの NVMe ホストの設定
- QLogic アダプターの NVMe ホストの設定

## 17.1. NVME OVER FABRIC デバイスの概要

Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) は、ホストソフトウェアユーティリティーがソリッドステートドライブと通信できるようにするインターフェイスです。

次の種類のファブリックトランスポートを使用して、NVMe over fabric デバイスを設定します。

**NVMe over Remote Direct Memory Access (NVMe/RDMA)**

NVMe™/RDMA の設定方法については、NVMe/RDMA を使用した NVMe over Fabric の設定 を参照してください。

**NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC)**

NVMe™/FC の設定方法については、NVMe/FC を使用した NVMe over Fabric の設定 を参照してください。

ファブリック上で NVMe を使用する場合、ソリッドステートドライブはシステムに対してローカルである必要はありません。NVMe over Fabrics デバイスを介してリモートで設定できます。

## 17.2. BROADCOM アダプターの NVME ホストの設定

NVMe 管理コマンドラインインターフェイス (**nvme-cli**) ユーティリティーを使用して、Broadcom アダプタークライアントの Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) ホストを設定するには、次の手順を実行します。

**手順**

1. **nvme-cli** ユーティリティーをインストールします。

```
# yum install nvme-cli
```

これにより、**/etc/nvme/** ディレクトリーに **hostnqn** ファイルが作成されます。**hostnqn** ファイルは、NVMe ホストを識別します。

2. ローカルポートとリモートポートのワールドワイドノード名 (WWNN) とワールドワイドポート名 (WWPN) 識別子を見つけます。

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Host Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0b5f5 WWNN x20000090fae0b5f5 DID x010f00 ONLINE
NVME RPORT       WWPN x204700a098cbcac6 WWNN x204600a098cbcac6 DID x01050e
```

```
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000008ea Issue 00000000000008ec OutIO 0000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr 00000000 err
00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000
```

これらの **host-traddr** と **traddr** の値を使用して、サブシステムの NVMe 修飾名 (NQN) を検索します。

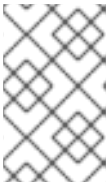
```
# nvme discover --transport fc \ --traddr nn-0x204600a098cbcac6:pn-
0x204700a098cbcac6 \ --host-traddr nn-0x20000090fae0b5f5:pn-0x10000090fae0b5f5

Discovery Log Number of Records 2, Generation counter 49530
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  fc
adrfam:  fibre-channel
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: none
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e18bfca87d5e11e98c0800a098cbcac6:subsystem.st14_nvme_ss_1_1
traddr:  nn-0x204600a098cbcac6:pn-0x204700a098cbcac6
```

nn-0x204600a098cbcac6:pn-0x204700a098cbcac6 を、**traddr** に置き換えます。

nn-0x20000090fae0b5f5:pn-0x10000090fae0b5f5 を、**host-traddr** に置き換えます。

3. **nvme-cli** を使用して NVMe コントローラーに接続します。

```
# nvme connect --transport fc \ --traddr nn-0x204600a098cbcac6:pn-
0x204700a098cbcac6 \ --host-traddr nn-0x20000090fae0b5f5:pn-0x10000090fae0b5f5 \ -
n nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e18bfca87d5e11e98c0800a098cbcac6:subsystem.st14_nvme_ss_1_
1 \ -k 5
```



**注記**

接続時間がデフォルトの keep-alive タイムアウト値を超えると **keep-alive timer (5 seconds) expired!** と表示される場合は、**-k** オプションを使用して値を増やします。たとえば、**-k 7** を使用できます。

ここでは、以下のようになります。

nn-0x204600a098cbcac6:pn-0x204700a098cbcac6 を、**traddr** に置き換えます。

nn-0x20000090fae0b5f5:pn-0x10000090fae0b5f5 を、**host-traddr** に置き換えます。

nqn.1992-
08.com.netapp:sn.e18bfca87d5e11e98c0800a098cbcac6:subsystem.st14_nvme_ss_1_1 を、**subnqn** に置き換えます。

5 を keep-alive タイムアウト値 (秒単位) に置き換えます。

**検証**

- 現在接続されている NVMe デバイスのリストを表示します。

```
# nvme list
Node             SN                   Model                                    Namespace Usage
Format           FW Rev
---------------- -------------------- ---------------------------------------- --------- ------------------------
- ---------------- --------
/dev/nvme0n1     80BgLFM7xMJbAAAAAAAC NetApp ONTAP Controller                   1
107.37  GB / 107.37  GB      4 KiB +  0 B   FFFFFFFF


# lsblk |grep nvme
nvme0n1                 259:0    0   100G  0 disk
```

**関連情報**

- man ページの **nvme(1)**
- Nvme-cli Github repository

## 17.3. QLOGIC アダプターの NVME ホストの設定

NVMe 管理コマンドラインインターフェイス (**nvme-cli**) ユーティリティーを使用して、Qlogic アダプタークライアントの Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) ホストを設定するには、次の手順を使用します。

**手順**

1. **nvme-cli** ユーティリティーをインストールします。

```
# yum install nvme-cli
```

これにより、**/etc/nvme/** ディレクトリーに **hostnqn** ファイルが作成されます。**hostnqn** ファイルは、NVMe ホストを識別します。

2. **qla2xxx** を再読み込みします。

```
# modprobe -r qla2xxx
# modprobe qla2xxx
```

3. ローカルポートとリモートポートのワールドワイドノード名 (WWNN) とワールドワイドポート名 (WWPN) 識別子を見つけます。

```
# dmesg |grep traddr

[    6.139862] qla2xxx [0000:04:00.0]-ffff:0: register_localport: host-traddr=nn-
0x20000024ff19bb62:pn-0x21000024ff19bb62 on portID:10700
[    6.241762] qla2xxx [0000:04:00.0]-2102:0: qla_nvme_register_remote: traddr=nn-
0x203b00a098cbcac6:pn-0x203d00a098cbcac6 PortID:01050d
```

これらの **host-traddr** と **traddr** の値を使用して、サブシステムの NVMe 修飾名 (NQN) を検索します。

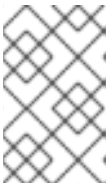
```
# nvme discover --transport fc \ --traddr nn-0x203b00a098cbcac6:pn-
0x203d00a098cbcac6 \ --host-traddr nn-0x20000024ff19bb62:pn-0x21000024ff19bb62

Discovery Log Number of Records 2, Generation counter 49530
=====Discovery Log Entry 0======
trtype:  fc
adrfam:  fibre-channel
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: none
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c9ecc9187b1111e98c0800a098cbcac6:subsystem.vs_nvme_multipath_1_su
bsystem_468
traddr:  nn-0x203b00a098cbcac6:pn-0x203d00a098cbcac6
```

nn-0x203b00a098cbcac6:pn-0x203d00a098cbcac6 を、**traddr** に置き換えます。

nn-0x20000024ff19bb62:pn-0x21000024ff19bb62 を、**host-traddr** に置き換えます。

4. **nvme-cli** ツールを使用して NVMe コントローラーに接続します。

```
# nvme connect --transport fc \ --traddr nn-0x203b00a098cbcac6:pn-
0x203d00a098cbcac6 \ --host-traddr nn-0x20000024ff19bb62:pn-0x21000024ff19bb62 \ -
n nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c9ecc9187b1111e98c0800a098cbcac6:subsystem.vs_nvme_multipat
h_1_subsystem_468\ -k 5
```



**注記**

接続時間がデフォルトの keep-alive タイムアウト値を超えると **keep-alive timer (5 seconds) expired!** と表示される場合は、**-k** オプションを使用して値を増やします。たとえば、**-k 7** を使用できます。

ここでは、以下のようになります。

nn-0x203b00a098cbcac6:pn-0x203d00a098cbcac6 を、**traddr** に置き換えます。

nn-0x20000024ff19bb62:pn-0x21000024ff19bb62 を、**host-traddr** に置き換えます。

nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c9ecc9187b1111e98c0800a098cbcac6:subsystem.vs_nvme_multipath_1_sub
を、**subnqn** に置き換えます。

5 を keep-live タイムアウト値 (秒単位) に置き換えます。

**検証**

- 現在接続されている NVMe デバイスのリストを表示します。

```
# nvme list
Node         SN              Model                    Namespace Usage
```

```
Format           FW Rev
---------------- -------------------- ---------------------------------------- --------- ------------------------
- ---------------- --------
/dev/nvme0n1     80BgLFM7xMJbAAAAAAAC NetApp ONTAP Controller                   1
107.37  GB / 107.37  GB      4 KiB +  0 B   FFFFFFFF

# lsblk |grep nvme
nvme0n1                 259:0    0   100G  0 disk
```

**関連情報**

- man ページの **nvme(1)**
- Nvme-cli Github repository

## 17.4. 次のステップ

- NVMe デバイスでのマルチパスの有効化

# 第18章 NVME デバイスでのマルチパスの有効化

ファイバーチャネル (FC) などのファブリックトランスポートを介して、システムに接続されている Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) デバイスをマルチパスすることができます。複数のマルチパスソリューションを選択することができます。

## 18.1. ネイティブ NVME マルチパスと DM MULTIPATH

Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) デバイスは、ネイティブなマルチパス機能をサポートしています。NVMe にマルチパスを設定する場合、標準の DM Multipath フレームワークと NVMe のネイティブなマルチパスのどちらかを選択できます。

DM Multipath と NVMe のネイティブマルチパスは、どちらも NVMe デバイスのマルチパス方式である ANA(Asymmetric Namespace Access) に対応しています。ANA は、コントローラーとホスト間の最適化されたパスを特定し、パフォーマンスを向上させます。

ネイティブ NVMe マルチパスを有効にすると、すべての NVMe デバイスにグローバルに適用されます。より高いパフォーマンスを提供できますが、DM Multipath が提供するすべての機能は含まれていません。例えば、ネイティブの NVMe マルチパスは、**numa** と **round-robin** のパス選択方法のみをサポートしています。

Red Hat は、Red Hat Enterprise Linux 8 の DM Multipath をデフォルトのマルチパスソリューションとして使用することを推奨します。

## 18.2. ネイティブ NVME マルチパスの実現

**nvme_core.multipath** オプションのデフォルトのカーネル設定は **N** に設定されています。これは、ネイティブ Non-volatile Memory Express™ (NVMe™) マルチパスが無効であることを意味します。ネイティブ NVMe マルチパスソリューションを使用して、ネイティブ NVMe マルチパスを有効にすることができます。

**前提条件**

- NVMe デバイスがシステムに接続されていることを確認します。詳細は、NVMe over fabric デバイスの概要 を参照してください。

**手順**

1. カーネルでネイティブ NVMe マルチパスが有効になっているかどうかを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

   コマンドは以下のいずれかを表示します。

   **N**
   ネイティブ NVMe マルチパスは無効です。

   **Y**
   ネイティブ NVMe マルチパスは有効です。

2. ネイティブ NVMe マルチパスが無効になっている場合は、次のいずれかの方法を使用して有効にします。

   - カーネルオプションの使用

a. **nvme_core.multipath=Y** オプションをコマンドラインに追加します。

```
# grubby --update-kernel=ALL --args="nvme_core.multipath=Y"
```

b. 64 ビットの IBM Z アーキテクチャーでは、ブートメニューを更新します。

```
# zipl
```

c. システムを再起動します。

- カーネルモジュール設定ファイルの使用

a. 以下の内容で **/etc/modprobe.d/nvme_core.conf** 設定ファイルを作成します。

```
options nvme_core multipath=Y
```

b. **initramfs** ファイルをバックアップします。

```
# cp /boot/initramfs-$(uname -r).img /boot/initramfs-$(uname -r).bak.$(date
+%m-%d-%H%M%S).img
```

c. **initramfs** を再構築します。

```
# dracut --force --verbose
```

d. システムを再起動します。

3. オプション: 実行中のシステムで、NVMe デバイスの I/O ポリシーを変更して、利用可能なすべてのパスに I/O を分散させます。

```
# echo "round-robin" > /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/iopolicy
```

4. オプション: **udev** ルールを使用して I/O ポリシーを永続的に設定します。以下の内容で **/etc/udev/rules.d/71-nvme-io-policy.rules** ファイルを作成します。

```
ACTION=="add|change", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{iopolicy}="round-
robin"
```

**検証**

1. システムが NVMe デバイスを認識しているかどうかを確認します。次の例は、2 つの NVMe 名前空間を持つ NVMe over fabrics ストレージサブシステムが接続されていることを想定しています:

```
# nvme list

Node             SN                   Model                                    Namespace Usage
Format           FW Rev
---------------- -------------------- ---------------------------------------- --------- -------------------------
- ---------------- --------
/dev/nvme0n1     a34c4f3a0d6f5cec     Linux                                    1         250.06  GB /
```

```
250.06 GB 512 B + 0 B 4.18.0-2
/dev/nvme0n2 a34c4f3a0d6f5cec Linux 2 250.06 GB /
250.06 GB 512 B + 0 B 4.18.0-2
```

2. 接続されているすべての NVMe サブシステムをリストアップします。

```
# nvme list-subsys

nvme-subsys0 - NQN=testnqn
\
 +- nvme0 fc traddr=nn-0x20000090fadd597a:pn-0x10000090fadd597a host_traddr=nn-
0x20000090fac7e1dd:pn-0x10000090fac7e1dd live
 +- nvme1 fc traddr=nn-0x20000090fadd5979:pn-0x10000090fadd5979 host_traddr=nn-
0x20000090fac7e1dd:pn-0x10000090fac7e1dd live
 +- nvme2 fc traddr=nn-0x20000090fadd5979:pn-0x10000090fadd5979 host_traddr=nn-
0x20000090fac7e1de:pn-0x10000090fac7e1de live
 +- nvme3 fc traddr=nn-0x20000090fadd597a:pn-0x10000090fadd597a host_traddr=nn-
0x20000090fac7e1de:pn-0x10000090fac7e1de live
```

アクティブトランスポートタイプを確認します。例えば、**nvme0 fc** はファイバーチャネルトランスポートで接続されていることを示し、**nvme tcp** は TCP で接続されていることを示しています。

3. カーネルオプションを編集した場合は、カーネルコマンドラインでネイティブ NVMe マルチパスが有効になっているかどうかを確認します。

```
# cat /proc/cmdline

BOOT_IMAGE=[...] nvme_core.multipath=Y
```

4. I/O ポリシーを変更した場合は、NVMe デバイス上で **round-robin** がアクティブな I/O ポリシーであるかどうかを確認します。

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/iopolicy

round-robin
```

**関連情報**

- カーネルコマンドラインパラメーターの設定

## 18.3. NVME デバイスでの DM MULTIPATH の有効化

ネイティブ NVMe マルチパスを無効にすることで、接続された NVMe デバイスで DM マルチパスを有効にできます。

**前提条件**

- NVMe デバイスがシステムに接続されていることを確認します。詳細は、NVMe over fabric デバイスの概要 を参照してください。

**手順**

1. ネイティブ NVMe マルチパスが無効になっているかどうかを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
```

コマンドは以下のいずれかを表示します。

**N**

ネイティブ NVMe マルチパスは無効です。

**Y**

ネイティブ NVMe マルチパスは有効です。

2. ネイティブ NVMe マルチパスが有効になっている場合は、次のいずれかの方法を使用して無効にします。

- カーネルオプションの使用

a. カーネルのコマンドラインから **nvme_core.multipath=Y** オプションを削除しました。

```
# grubby --update-kernel=ALL --remove-args="nvme_core.multipath=Y"
```

b. 64 ビットの IBM Z アーキテクチャーでは、ブートメニューを更新します。

```
# zipl
```

c. システムを再起動します。

- カーネルモジュール設定ファイルの使用

a. **/etc/modprobe.d/nvme_core.conf** ファイルに **nvme_core multipath=Y** オプションの行が存在する場合は、それを削除します。

b. **initramfs** ファイルをバックアップします。

```
# cp /boot/initramfs-$(uname -r).img /boot/initramfs-$(uname r).bak.$(date
+%m%d-%H%M%S).img
```

c. **initramfs** を再構築します。

```
# cp /boot/initramfs-$(uname -r).img /boot/initramfs-$(uname -r).bak.$(date
+%m-%d-%H%M%S).img
# dracut --force --verbose
```

d. システムを再起動します。

3. DM マルチパスを有効にします。

```
# systemctl enable --now multipathd.service
```

4. 利用可能なすべてのパスに I/O を分配します。**/etc/multipath.conf** ファイルに以下の内容を追加します。

```
devices {
        device {
                vendor "NVME"
                product ".*"
```

```
            path_grouping_policy group_by_prio
        }
}
```

**注記**

DM Multipath が NVMe デバイスを管理する場合、**/sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/iopolicy** 設定ファイルは I/O ディストリビューションには影響を与えません。

5. 設定の変更を適用するために、**multipathd** サービスをリロードします。

```
# multipath -r
```

**検証**

- ネイティブ NVMe マルチパスが無効になっているかどうかを確認します。

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
N
```

- DM マルチパスが NVMe デバイスを認識しているかどうかを確認します。

```
# multipath -l

eui.00007a8962ab241100a0980000d851c8 dm-6 NVME,NetApp E-Series
size=20G features='0' hwhandler='0' wp=rw
`-+- policy='service-time 0' prio=0 status=active
  |- 0:10:2:2 nvme0n2 259:3 active undef running
`-+- policy='service-time 0' prio=0 status=enabled
  |- 4:11:2:2 nvme4n2 259:28 active undef running
`-+- policy='service-time 0' prio=0 status=enabled
  |- 5:32778:2:2 nvme5n2 259:38 active undef running
`-+- policy='service-time 0' prio=0 status=enabled
  |- 6:32779:2:2 nvme6n2 259:44 active undef running
```

**関連情報**

- カーネルコマンドラインパラメーターの設定
- DM Multipath の設定

# 第19章 ディスクスケジューラーの設定

ディスクスケジューラーは、ストレージデバイスに送信された I/O 要求を順序付けます。

スケジューラーは以下の複数の方法で設定できます。

- Setting the disk scheduler using TuneD の説明に従って、**TuneD** を使用してスケジューラーを設定します。
- udev ルールを使用したディスクスケジューラーの設定 で説明されているように、**udev** を使用してスケジューラーを設定します。
- 特定ディスクに任意のスケジューラーを一時的に設定 で説明されているように、実行中のシステムのスケジューラーを一時的に変更します。

**注記**

Red Hat Enterprise Linux 8 では、ブロックデバイスはマルチキュースケジューリングのみに対応します。これにより、ブロックレイヤーのパフォーマンスを高速ソリッドステートドライブ (SSD) およびマルチコアシステムで適切に拡張できます。

Red Hat Enterprise Linux 7 以前のバージョンで利用できた従来のシングルキュースケジューラーが削除されました。

## 19.1. 利用可能なディスクスケジューラー

Red Hat Enterprise Linux 8 では、以下のマルチキューディスクスケジューラーに対応しています。

**none**

FIFO (First-in First-out) スケジューリングアルゴリズムを実装します。これにより、汎用のブロック層で単純な last-hit キャッシュを介して要求がマージされます。

**mq-deadline**

これにより、要求がスケジューラーに到達した時点からの要求のレイテンシーが保証されます。**mq-deadline** スケジューラーは、キュー待ちの I/O リクエストを読み取りバッチまたは書き込みバッチに分類します。そして、論理ブロックアドレス (LBA) を増大順に実行するためのスケジュール設定を行います。デフォルトでは、アプリケーションは読み取り I/O 操作でブロックする可能性の方が高いため、読み取りバッチの方が書き込みバッチより優先されます。**mq-deadline** がバッチを処理すると、このプロセスは書き込み動作が待機している長さを確認して、次の読み取りバッチまたは書き込みバッチをスケジュールします。

このスケジューラーはほとんどのユースケースに適していますが、必要に応じて特に書き込み動作より読み取り動作の方が頻繁に起こるユースケースに適しています。

**bfq**

デスクトップシステムおよび対話式のタスクを対象とします。
**bfq** スケジューラーは、単一のアプリケーションがすべての帯域幅を使用しないようにします。これにより、ストレージデバイスがアイドル状態であるかのように常に応答できるようになります。デフォルトの設定では、**bfq** は、最大スループットを実現するのではなく、レイテンシーを最小限に抑えることに焦点を合わせています。

**bfq** は **cfq** コードに基づいています。固定タイムスライスについて、ディスクは各プロセスに付与されることはありませんが、セクター数を測定する **budget** をプロセスに割り当てます。

このスケジューラーは大きなファイルをコピーする際に適しており、この場合、システムが応答しなくなることはありません。

**kyber**

スケジューラーは、ブロック I/O レイヤーに送信されたすべての I/O 要求のレイテンシーを計算することで、レイテンシーゴールを達成するために自身を調整します。cache-misses の場合、読み込み/同期書き込みリクエストにターゲットレイテンシーを設定できます。
このスケジューラーは、NVMe、SSD などの低レイテンシーデバイスなど、高速なデバイスに適しています。

## 19.2. 各種ユースケースで異なるディスクスケジューラー

システムが実行するタスクに応じて、分析タスクおよびチューニングタスクの前に、以下のディスクスケジューラーがベースラインとして推奨されます。

**表19.1 各種ユースケースのディスクスケジューラー**

| ユースケース | ディスクスケジューラー |
|---|---|
| SCSI インターフェイスを備えた従来の HDD | **mq-deadline** または **bfq** を使用します。 |
| 高速ストレージで高パフォーマンスの SSD または CPU がバインドされたシステム | 特にエンタープライズアプリケーションを実行する場合は **none** を使用します。または **kyber** を使用します。 |
| デスクトップまたはインタラクティブなタスク | **bfq** を使用します。 |
| 仮想ゲスト | **mq-deadline** を使用します。マルチキューに対応しているホストバスアダプター (HBA) ドライバーでは、**none** を使用します。 |

## 19.3. デフォルトのディスクスケジューラー

ブロックデバイスは、別のスケジューラーを指定しない限り、デフォルトのディスクスケジューラーを使用します。

**注記**

**NVMe (Non-volatile Memory Express)** ブロックデバイスの場合、デフォルトのスケジューラーは **none** であり、Red Hat ではこれを変更しないことを推奨します。

カーネルは、デバイスのタイプに基づいてデフォルトのディスクスケジューラーを選択します。自動的に選択されたスケジューラーは、通常、最適な設定です。別のスケジューラーが必要な場合は、Red Hat では、**udev** ルールまたは **TuneD** アプリケーションを使用して設定することを推奨しています。選択したデバイスを一致させ、それらのデバイスのスケジューラーのみを切り替えます。

## 19.4. アクティブなディスクスケジューラーの決定

この手順では、特定のブロックデバイスで現在アクティブなディスクスケジューラーを確認します。

**手順**

- **/sys/block/device/queue/scheduler** ファイルの内容を読み取ります。

```
# cat /sys/block/device/queue/scheduler

[mq-deadline] kyber bfq none
```

ファイル名の **device** を、**sdc** などのブロックデバイス名に置き換えます。

アクティブなスケジューラーは、角括弧 (**[ ]**) にリスト表示されます。

## 19.5. TUNED を使用したディスクスケジューラーの設定

この手順では、選択したブロックデバイスに特定のディスクスケジューラーを設定するTuneD プロファイルを作成して有効にします。この設定は、システムを再起動しても持続します。

以下のコマンドと設定で、以下の内容を置き換えます。

- **device** をブロックデバイスの名前に置き換えます (例: **sdf**)。
- **selected-scheduler** を、デバイスに設定するディスクスケジューラーに置き換えます (例: **bfq**)。

**前提条件**

- **Tuned** サービスがインストールされ、有効になっている。詳細は、TuneD のインストールと有効化 を参照してください。

**手順**

1. 必要に応じて、プロファイルのベースとなる既存のTuneDプロファイルを選択します。利用可能なプロファイルのリストは、RHEL とともに配布される TuneD プロファイル を参照してください。
   現在アクティブなプロファイルを確認するには、次のコマンドを実行します。

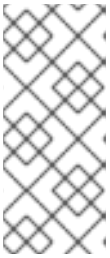
```
$ tuned-adm active
```

2. TuneD プロファイルを保持する新しいディレクトリーを作成します。

```
# mkdir /etc/tuned/my-profile
```

3. 選択したブロックデバイスのシステム固有の識別子を見つけます。

```
$ udevadm info --query=property --name=/dev/device | grep -E '(WWN|SERIAL)'

ID_WWN=0x5002538d00000000_
ID_SERIAL=Generic-_SD_MMC_20120501030900000-0:0
ID_SERIAL_SHORT=20120501030900000
```



**注記**

この例のコマンドは、指定したブロックデバイスに関連付けられた World Wide Name (WWN) またはシリアル番号として識別されるすべての値を返します。WWN を使用することが推奨されますが、WWN は特定のデバイスで常に利用できる訳ではなく、コマンド例で返される値は、**デバイスのシステム固有の ID** として使用することが許容されます。

4. **/etc/tuned/my-profile/tuned.conf** 設定ファイルを作成します。このファイルで、以下のオプションを設定します。

   a. 必要に応じて、既存のプロファイルを追加します。

   ```
   [main]
   include=existing-profile
   ```

   b. WWN 識別子に一致するデバイスに対して選択したディスクスケジューラーを設定します。

   ```
   [disk]
   devices_udev_regex=IDNAME=device system unique id
   elevator=selected-scheduler
   ```

   ここでは、以下のようになります。

   - **IDNAME** を、使用されている識別子名に置き換えます (例:**ID_WWN**)。
   - **device system unique id** を、選択した識別子の値に置き換えます (例:**0x5002538d00000000**)。
     **devices_udev_regex** オプションで複数のデバイスに一致させるには、識別子を括弧で囲み、垂直バーで区切ります。

     ```
     devices_udev_regex=(ID_WWN=0x5002538d00000000)|
     (ID_WWN=0x1234567800000000)
     ```

5. プロファイルを有効にします。

   ```
   # tuned-adm profile my-profile
   ```

**検証手順**

1. TuneD プロファイルがアクティブで、適用されていることを確認します。

   ```
   $ tuned-adm active

   Current active profile: my-profile
   ```

   ```
   $ tuned-adm verify

   Verification succeeded, current system settings match the preset profile.
   See TuneD log file ('/var/log/tuned/tuned.log') for details.
   ```

2. **/sys/block/device/queue/scheduler** ファイルの内容を読み取ります。

```
# cat /sys/block/device/queue/scheduler

[mq-deadline] kyber bfq none
```

ファイル名の **device** を、**sdc** などのブロックデバイス名に置き換えます。

アクティブなスケジューラーは、角括弧 (**[]**) にリスト表示されます。

**関連情報**

- TuneD プロファイルのカスタマイズ

## 19.6. UDEV ルールを使用したディスクスケジューラーの設定

この手順では、**udev** ルールを使用して、特定ブロックデバイスに、特定のディスクスケジューラーを設定します。この設定は、システムを再起動しても持続します。

以下のコマンドと設定で、以下の内容を置き換えます。

- **device** をブロックデバイスの名前に置き換えます (例: **sdf**)。
- **selected-scheduler** を、デバイスに設定するディスクスケジューラーに置き換えます (例: **bfq**)。

**手順**

1. ブロックデバイスのシステム固有の識別子を見つけます。

```
$ udevadm info --name=/dev/device | grep -E '(WWN|SERIAL)'
E: ID_WWN=0x5002538d00000000
E: ID_SERIAL=Generic-_SD_MMC_20120501030900000-0:0
E: ID_SERIAL_SHORT=20120501030900000
```

**注記**

この例のコマンドは、指定したブロックデバイスに関連付けられた World Wide Name (WWN) またはシリアル番号として識別されるすべての値を返します。WWN を使用することが推奨されますが、WWN は特定のデバイスで常に利用できる訳ではなく、コマンド例で返される値は、**デバイスのシステム固有の ID** として使用することが許容されます。

2. **udev** ルールを設定します。以下の内容で **/etc/udev/rules.d/99-scheduler.rules** ファイルを作成します。

```
ACTION=="add|change", SUBSYSTEM=="block", ENV{IDNAME}=="device system unique id", ATTR{queue/scheduler}="selected-scheduler"
```

ここでは、以下のようになります。

- **IDNAME** を、使用されている識別子名に置き換えます (例:**ID_WWN**)。
- **device system unique id** を、選択した識別子の値に置き換えます (例:**0x5002538d00000000**)。

3. **udev** ルールを再読み込みします。

```
# udevadm control --reload-rules
```

4. スケジューラー設定を適用します。

```
# udevadm trigger --type=devices --action=change
```

**検証手順**

- アクティブなスケジューラーを確認します。

```
# cat /sys/block/device/queue/scheduler
```

## 19.7. 特定ディスクに任意のスケジューラーを一時的に設定

この手順では、特定のブロックデバイスに、特定のディスクスケジューラーを設定します。この設定は、システムを再起動すると元に戻ります。

**手順**

- 選択したスケジューラーの名前を、**/sys/block/device/queue/scheduler** ファイルに書き込みます。

```
# echo selected-scheduler > /sys/block/device/queue/scheduler
```

ファイル名の **device** を、**sdc** などのブロックデバイス名に置き換えます。

**検証手順**

- スケジューラーがデバイスでアクティブになっていることを確認します。

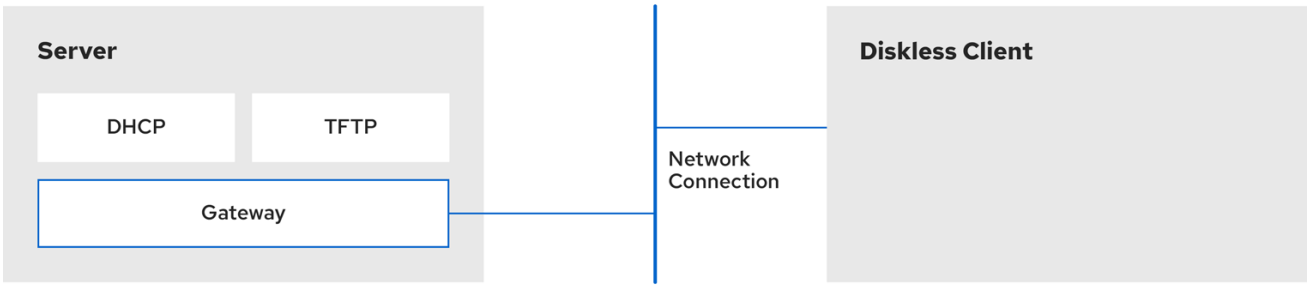
```
# cat /sys/block/device/queue/scheduler
```

# 第20章 リモートディスクレスシステムの設定

ネットワーク環境では、リモートディスクレスシステムをデプロイすることで、同一の設定で複数のクライアントをセットアップできます。現在の Red Hat Enterprise Linux サーバーバージョンを使用すると、これらのクライアントのハードドライブのコストを節約できるだけでなく、別のサーバーにゲートウェイを設定することもできます。

次の図は、Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) および Trivial File Transfer Protocol (TFTP) サービスを介したディスクレスクライアントとサーバーの接続を示しています。

**図20.1 リモートディスクレスシステム設定のダイアグラム**




269_RHEL_0822

## 20.1. リモートディスクレスシステムの環境の準備

リモートディスクレスシステムの実装を続行できるように環境を準備します。リモートディスクレスシステムのブートには、Trivial File Transfer Protocol (TFTP) サービス (**tftp-server** が提供) と Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) サービス (**dhcp** が提供) が必要です。システムは、**tftp** サービスを使用して、Preboot Execution Environment (PXE) ローダーを通じてネットワーク経由でカーネルイメージと初期 RAM ディスク **initrd** を取得します。

**重要**

ご使用の環境でリモートディスクレスシステムを正しく機能させるには、次の順序でサービスを設定してください。

1. ディスクレスクライアントの **tftp** サービス
2. DHCP サーバー
3. ネットワークファイルシステム (NFS)
4. エクスポートしたファイルシステム

**前提条件**

- 次のパッケージがインストールされている。
  - **xinetd**
- ネットワーク接続が設定されている。

**手順**

1. **dracut-network** パッケージをインストールします。

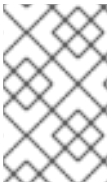
```
# yum install dracut-network
```

2. **/etc/dracut.conf.d/network.conf** ファイルに次の行を追加します。

```
add_dracutmodules+=" nfs "
```

## 20.2. ディスクレスクライアントの TFTP サービスの設定

リモートディスクレスシステムを環境内で正しく機能させるには、まずディスクレスクライアントの Trivial File Transfer Protocol (TFTP) サービスを設定する必要があります。



**注記**

この設定は、Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) 経由では起動しません。UEFI ベースのインストールの場合は、UEFI ベースのクライアント向けに TFTP サーバーを設定する を参照してください。

**前提条件**

- 次のパッケージがインストールされている。
  - **tftp-server**
  - **syslinux**
  - **xinetd**

**手順**

1. **TFTP** サービスを有効にします。

```
# systemctl enable --now tftp
```

2. **tftp** のルートディレクトリーに **pxelinux** ディレクトリーを作成します。

```
# mkdir -p /var/lib/tftpboot/pxelinux/
```

3. **/usr/share/syslinux/pxelinux.0** ファイルを **/var/lib/tftpboot/pxelinux/** ディレクトリーにコピーします。

```
# cp /usr/share/syslinux/pxelinux.0 /var/lib/tftpboot/pxelinux/
```

   - tftp ルートディレクトリー (**chroot**) は **/var/lib/tftpboot** ディレクトリーにあります。

4. **/usr/share/syslinux/ldlinux.c32** を **/var/lib/tftpboot/pxelinux/** にコピーします。

```
# cp /usr/share/syslinux/ldlinux.c32 /var/lib/tftpboot/pxelinux/
```

5. **tftp** のルートディレクトリーに **pxelinux.cfg** ディレクトリーを作成します。

```
# mkdir -p /var/lib/tftpboot/pxelinux/pxelinux.cfg/
```

この設定は、Unified Extensible Firmware Interface (UEFI) 経由では起動しません。UEFI のインストールを実行するには、UEFI ベースのクライアント向けに TFTP サーバーを設定する の手順に従ってください。

**検証**

- サービス **tftp** のステータスを確認します。

```
# systemctl status tftp
...
Active: active (running)
...
```

## 20.3. ディスクレスクライアントの DHCP サーバーの設定

リモートディスクレスシステムが正しく機能するには、いくつかのプリインストールされたサービスが必要です。まず、Trivial File Transfer Protocol (TFTP) サービスをインストールし、次に Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) サーバーを設定する必要があります。

**前提条件**

- 次のパッケージがインストールされている。
  - **dhcp-server**
  - **xinetd**
- ディスクレスクライアントの **tftp** サービスが設定されている。ディスクレスクライアントの TFTP サービスの設定 セクションを参照してください。

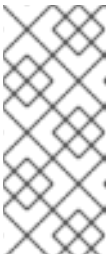
**手順**

1. **/etc/dhcp/dhcpd.conf** ファイルに設定を追加して、DHCP サーバーをセットアップし、ブート用の Preboot Execution Environment (PXE) を有効にします。

```
option space pxelinux;
option pxelinux.magic code 208 = string;
option pxelinux.configfile code 209 = text;
option pxelinux.pathprefix code 210 = text;
option pxelinux.reboottime code 211 = unsigned integer 32;
option architecture-type code 93 = unsigned integer 16;

subnet 192.168.205.0 netmask 255.255.255.0 {
 option routers 192.168.205.1;
 range 192.168.205.10 192.168.205.25;

 class "pxeclients" {
  match if substring (option vendor-class-identifier, 0, 9) = "PXEClient";
  next-server 192.168.205.1;

  if option architecture-type = 00:07 {
   filename "BOOTX64.efi";
   } else {
   filename "pxelinux/pxelinux.0";
```

```
    }
  }
}
```

- DHCP 設定は、リース時間や固定アドレスの設定など、環境によって異なる場合があります。詳細は、DHCP サービスの提供 を参照してください。



**注記**

**libvirt** 仮想マシンをディスクレスクライアントとして使用する場合、**libvirt** デーモンが DHCP サービスを提供し、スタンドアロン DHCP サーバーは使用されません。この状況では、**libvirt** ネットワーク設定の **virsh net-edit** で **bootp file=<filename>** オプションを使用して、ネットワークブートを有効にする必要があります。

2. **dhcpd.service** を有効にします。

```
# systemctl enable --now dhcpd.service
```

**検証**

- サービス **dhcpd.service** のステータスを確認します。

```
# systemctl status dhcpd.service
...
Active: active (running)
...
```

## 20.4. ディスクレスクライアントのエクスポートしたファイルシステムの設定

環境にリモートディスクレスシステムを設定する一環として、ディスクレスクライアント用にエクスポートしたファイルシステムを設定する必要があります。

**前提条件**

- ディスクレスクライアントの **tftp** サービスが設定されている。ディスクレスクライアントの TFTP サービスの設定 セクションを参照してください。
- Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) サーバーが設定されている。ディスクレスクライアントの DHCP サーバーの設定 セクションを参照してください。

**手順**

1. **/etc/exports** ディレクトリーにルートディレクトリーを追加して、ルートディレクトリーをエクスポートするようにネットワークファイルシステム (NFS) サーバーを設定します。詳細な手順は、以下を参照してください。
   - NFS サーバーのデプロイ
2. 完全にディスクレスのクライアントに対応できるように、Red Hat Enterprise Linux の完全なバージョンをルートディレクトリーにインストールします。これを行うには、新しいベースシステムをインストールするか、既存のインストールのクローンを作成します。

- exported-root-directory をエクスポートしたファイルシステムへのパスに置き換えて、エクスポートした場所に Red Hat Enterprise Linux をインストールします。

```
# yum install @Base kernel dracut-network nfs-utils --installroot=exported-root-directory --releasever=/
```

**releasever** オプションを / に設定すると、releasever がホスト (/) システムから検出されます。

- **rsync** ユーティリティーを使用して、実行中のシステムと同期します。

```
# rsync -a -e ssh --exclude='/proc/' --exclude='/sys/' example.com:/ exported-root-directory
```

  - example.com は、**rsync** ユーティリティーで同期する実行中のシステムのホスト名に置き換えます。
  - exported-root-directory を、エクスポートしたファイルシステムへのパスに置き換えます。
    このオプションには、実行中の別のシステムが必要です。これは、このコマンドでサーバーにクローンを作成します。

ファイルシステムをディスクレスクライアントで使用するには、エクスポートの準備が完了しているファイルシステムを完全に設定する必要があります。以下の手順に従って設定を完了してください。

**ファイルシステムの設定**

1. ディスクレスクライアントがサポートするカーネル (**vmlinuz-_kernel-version_pass:attributes**) を **tftp** ブートディレクトリーにコピーします。

```
# cp /exported-root-directory/boot/vmlinuz-kernel-version /var/lib/tftpboot/pxelinux/
```

2. **initramfs-kernel-version.img** ファイルをローカルに作成し、NFS をサポートするエクスポートされたルートディレクトリーに移動します。

```
# dracut --add nfs initramfs-kernel-version.img kernel-version
```

以下に例を示します。

```
# dracut --add nfs /exports/root/boot/initramfs-5.14.0-202.el9.x86_64.img 5.14.0-202.el9.x86_64
```

現在実行中のカーネルバージョンを使用し、既存のイメージを上書きして initrd を作成する例を以下に示します。

```
# dracut -f --add nfs "boot/initramfs-$(uname -r).img" "$(uname -r)"
```

3. **initrd** のファイル権限を **0644** に変更します。

```
# chmod 0644 /exported-root-directory/boot/initramfs-kernel-version.img
```

**警告**

**initrd** のファイル権限を変更しないと、**pxelinux.0** ブートローダーが "file not found" エラーを表示して失敗します。

4. 作成された **initramfs-kernel-version.img** ファイルを **tftp** ブートディレクトリーにコピーします。

```
# cp /exported-root-directory/boot/initramfs-kernel-version.img
/var/lib/tftpboot/pxelinux/
```

5. **/var/lib/tftpboot/pxelinux/pxelinux.cfg/default** ファイルに次の設定を追加して、**initrd** とカーネルを使用するためのデフォルトのブート設定を編集します。

```
default menu.c32
prompt 0
menu title PXE Boot Menu
ontimeout rhel8-over-nfsv4.2
timeout 120
label rhel8-over-nfsv4.2
  menu label Install diskless rhel8{} nfsv4.2{}
  kernel $vmlinuz
  append initrd=$initramfs root=nfs4:$nfsserv:/:vers=4.2,rw rw panic=60 ipv6.disable=1
console=tty0 console=ttyS0,115200n8
label rhel8-over-nfsv3
  menu label Install diskless rhel8{} nfsv3{}
  kernel $vmlinuz
  append initrd=$initramfs root=nfs:$nfsserv:$nfsroot:vers=3,rw rw panic=60 ipv6.disable=1
console=tty0 console=ttyS0,115200n8
```

- この設定は、ディスクレスクライアントの root に、エクスポートされたファイルシステム (**/exported-root-directory**) を読み取り/書き込みとしてマウントするように指示します。

6. オプション: **/var/lib/tftpboot/pxelinux/pxelinux.cfg/default** ファイルを次の設定で編集して、ファイルシステムを **読み取り専用** 形式でマウントします。

```
default rhel8

label rhel8
  kernel vmlinuz-kernel-version
  append initrd=initramfs-kernel-version.img root=nfs:server-ip:/exported-root-directory ro
```

7. NFS サーバーを再起動します。

```
# systemctl restart nfs-server.service
```

これで、NFS 共有をディスクレスクライアントにエクスポートできるようになりました。これらのクライアントは、Preboot Execution Environment (PXE) 経由でネットワーク経由で起動できます。

## 20.5. リモートディスクレスシステムの再設定

パッケージ更新のインストール、サービスの再起動、または問題のデバッグを行う場合は、システムを再設定できます。以下の手順では、ユーザーのパスワードを変更する方法、システムにソフトウェアをインストールする方法、システムを読み取り専用モードの **/usr** と読み取り/書き込みモードの **/var** に分割する方法を示します。

**前提条件**

- エクスポートしたファイルシステムで **no_root_squash** オプションが有効になっている。

**手順**

1. ユーザーパスワードを変更するには、以下の手順に従います。
   - コマンドラインを **/exported/root/directory** に変更します。

     ```
     # chroot /exported/root/directory /bin/bash
     ```

   - 必要なユーザーのパスワードを変更します。

     ```
     # passwd <username>
     ```

     **<username>** を、パスワードを変更する必要がある実際のユーザーに置き換えます。

   - コマンドラインを終了します。
2. リモートディスクレスシステムにソフトウェアをインストールします。

   ```
   # yum install <package> --installroot=/exported/root/directory --releasever=/ --config
   /etc/dnf/dnf.conf --setopt=reposdir=/etc/yum.repos.d/
   ```

   - **<package>** を、インストールする実際のパッケージに置き換えます。
3. 2 つの個別のエクスポートを設定して、リモートディスクレスシステムを **/usr** と **/var** に分割します。詳細は、以下を参照してください。
   - NFS サーバーのデプロイ

## 20.6. リモートディスクレスシステムのロードに関する一般的な問題のトラブルシューティング

以前の設定を利用すると、リモートディスクレスシステムのロード中に問題が発生する可能性があります。以下に、Red Hat Enterprise Linux サーバーで最も一般的な問題とそのトラブルシューティングの例をいくつか示します。

**例20.1 クライアントが IP アドレスを取得しない**

- サーバー上で Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) サービスが有効になっているかどうかを確認します。
  - **dhcp.service** が実行しているかどうかを確認します。

    ```
    # systemctl status dhcpd.service
    ```

- **dhcp.service** がアクティブでない場合は、有効にして起動する必要があります。

```
# systemctl enable dhcpd.service
# systemctl start dhcpd.service
```

- ディスクレスクライアントを再起動します。
- DHCP 設定ファイル **/etc/dhcp/dhcpd.conf** を確認します。詳細は、ディスクレスクライアントの DHCP サーバーの設定 を参照してください。

- ファイアウォールポートが開いているかどうかを確認します。
  - **dhcp.service** がアクティブなサービスにリストされているかどうかを確認します。

```
# firewall-cmd --get-active-zones
# firewall-cmd --info-zone=public
```

  - **dhcp.service** がアクティブなサービスにリストされていない場合は、リストに追加します。

```
# firewall-cmd --add-service=dhcp --permanent
```

  - **nfs.service** がアクティブなサービスに記載されているかどうかを確認します。

```
# firewall-cmd --get-active-zones
# firewall-cmd --info-zone=public
```

  - **nfs.service** がアクティブなサービスに記載されていない場合は、これをリストに追加します。

```
# firewall-cmd --add-service=nfs --permanent
```

**例20.2 リモートディスクレスシステムの起動時にファイルを使用できない**

1. ファイルが **/var/lib/tftpboot/** ディレクトリーにあるかどうかを確認します。
2. ファイルがディレクトリー内にある場合は、権限を確認します。

```
# chmod 644 pxelinux.0
```

3. ファイアウォールポートが開いているかどうかを確認します。

**例20.3 kernel/initrd のロード後にシステムの起動に失敗した**

1. サーバーで NFS サービスが有効になっているかどうかを確認します。
   a. **nfs.service** が実行中かどうかを確認します。

```
# systemctl status nfs.service
```

   b. **nfs.service** が非アクティブな場合は、それを起動して有効にする必要があります。

```
# systemctl start nfs.service
# systemctl enable nfs.service
```

2. **/var/lib/tftpboot/pxelinux.cfg/** ディレクトリーでパラメーターが正しいかどうかを確認してください。詳細は、ディスクレスクライアントのエクスポートしたファイルシステムの設定を参照してください。

3. ファイアウォールポートが開いているかどうかを確認します。

# 第21章 RAID の管理

Redundant Array of Independent Disks (RAID) を使用して、複数のドライブにデータを保存できます。ドライブに障害が発生した場合に、データの損失を回避することができます。

## 21.1. RAID の概要

RAID では、HDD、SSD、または NVMe などの複数のデバイスをアレイに組み合わせて、1 つの大型で高価なドライブでは達成できないパフォーマンスまたは冗長性の目標を達成することができますこのデバイスのアレイは、1 つの論理ストレージユニットまたはドライブとしてコンピューターに表示されます。

RAID は、レベル 0、1、4、5、6、10、リニアなどのさまざまな設定に対応します。RAID は、ディスクストライピング (RAID レベル 0)、ディスクミラーリング (RAID レベル 1)、および パリティーによるディスクストライピング (RAID レベル 4、5、および 6) などの技術を使用して、冗長性、低遅延、帯域の増加、ハードディスクのクラッシュからの回復能力の最大化を達成します。

RAID は、データを一貫して使用するチャンク (通常は 256KB または 512KB、他の値は受け入れ可能) に分割することで、アレイ内の各デバイスにデータを分散します。採用されている RAID レベルに従って、これらのチャンクを RAID アレイ内のハードドライブに書き込みます。データの読み取り中はプロセスが逆になり、アレイ内の複数のデバイスが実際には 1 つの大きなドライブであるかのように見えます。

RAID テクノロジーは、大量のデータを管理するユーザーにとって有益です。RAID を導入する主な理由は次のとおりです。

- 速度を高める
- 1 台の仮想ディスクを使用してストレージ容量を増やす
- ディスク障害によるデータ損失を最小限に抑える
- RAID レイアウトおよびレベルのオンライン変換

## 21.2. RAID のタイプ

RAID のタイプとして考えられるのは以下の通りです。

**ファームウェア RAID**

ファームウェア RAID (ATARAID とも呼ばれる) とは、ソフトウェア RAID の種類で、ファームウェアベースのメニューを使用して RAID セットを設定できます。このタイプの RAID で使用されるファームウェアは BIOS にもフックされるため、その RAID セットから起動できます。異なるベンダーは、異なるオンディスクメタデータ形式を使用して、RAID セットのメンバーをマークします。Intel Matrix RAID は、ファームウェア RAID システムの一例を示しています。

**ハードウェア RAID**

ハードウェアベースのアレイは、RAID サブシステムをホストとは別に管理します。ホストに対して RAID アレイごとに複数のデバイスが表示される場合があります。
ハードウェア RAID デバイスは、システムの内部または外部になる場合があります。内部デバイスは、一般的には、RAID タスクをオペレーティングシステムに対して透過的に処理する専用のコントローラーカードで設定されています。外部デバイスは、一般的には SCSI、ファイバーチャネル、iSCSI、InfiniBand などの高速ネットワーク相互接続を介してシステムに接続し、システムへの論理ユニットなどのボリュームを提示します。

RAID コントローラーカードは、オペレーティングシステムへの SCSI コントローラーのように動作

し、実際のドライブ通信をすべて処理します。ドライブを通常の SCSI コントローラーと同様に RAID コントローラーに接続し、RAID コントローラーの設定に追加できます。オペレーティングシステムはこの違いを認識できません。

### ソフトウェア RAID

ソフトウェア RAID は、カーネルブロックデバイスコード内にさまざまな RAID レベルを実装します。高価なディスクコントローラーカードやホットスワップシャーシが不要なため、可能な限り安価なソリューションを提供します。ホットスワップシャーシを使用すると、システムの電源を切らずにハードドライブを取り外すことができます。ソフトウェア RAID は、SATA、SCSI、NVMe などの Linux カーネルが対応しているブロックストレージでも機能します。現在高速 CPU では、ハイエンドのストレージデバイスを使用する場合以外は、ソフトウェア RAID は通常ハードウェア RAID の規模を上回します。
Linux カーネルにはマルチデバイス (MD) ドライバーが含まれているため、RAID ソリューションは完全にハードウェアに依存しません。ソフトウェアベースのアレイのパフォーマンスは、サーバーの CPU パフォーマンスと負荷によって異なります。

Linux ソフトウェア RAID スタックの主な機能は次のとおりです。

- マルチスレッド設計
- 再構築なしで Linux マシン間でのアレイの移植性
- アイドルシステムリソースを使用したバックグラウンドのアレイ再構築
- ホットスワップドライブのサポート
- CPU の自動検出は、ストリーミング SIMD (Single Instruction Multiple Data) サポートなどの特定の CPU 機能を利用するための自動 CPU 検出
- アレイ内のディスク上にある不良セクターの自動修正
- RAID データの整合性を定期的にチェックしアレイの健全性を確保
- 重要なイベントが発生すると、指定された電子メールアドレスに送信される電子メールアラートによるアレイのプロアクティブな監視
- システムのクラッシュ後にアレイ全体を再同期する代わりに、ディスクのどの部分を再同期する必要があるかをカーネルが正確に把握できるようにすることで、再同期イベントの速度を大幅に向上させる書き込みが集中しているビットマップ

**注記**

再同期は、既存の RAID 内のデバイス間でデータを同期して冗長性を実現するプロセスです。

- チェックポイントを再同期して、再同期中にコンピューターを再起動すると、起動時に再同期が中断したところから再開され、最初からやり直すことはありません。
- インストール後にアレイのパラメーターを変更する機能は、再形成と呼ばれます。たとえば、新しいデバイスを追加しても、4 つのディスクの RAID5 アレイを 5 つのディスク RAID5 アレイに増大させることができます。この拡張操作はライブで行うため、新しいアレイで再インストールする必要はありません。
- 再成形は、RAID アルゴリズム、RAID アレイタイプのサイズ (RAID4、RAID5、RAID6、RAID10 など) の変更に対応しています。

- テイクオーバーは、RAID0 から RAID6 などの RAID レベルの変換をサポートしています。
- クラスターのストレージソリューションである Cluster MD は、RAID1 ミラーリングの冗長性をクラスターに提供します。現在、RAID1 のみがサポートされています。

## 21.3. RAID レベルとリニアサポート

レベル 0、1、4、5、6、10、リニアなど、RAID 別の対応設定は以下のとおりです。

**レベル 0**

ストライピングとも呼ばれる RAID レベル 0 は、パフォーマンス指向のストライピングデータマッピング技術です。これは、アレイに書き込まれるデータがストライプに分割され、アレイのメンバーディスク全体に書き込まれることを意味します。これにより低い固有コストで高い I/O パフォーマンスを実現できますが、冗長性は提供されません。
RAID レベル 0 実装は、アレイ内の最小デバイスのサイズまで、メンバーデバイス全体にだけデータをストライピングします。つまり、複数のデバイスのサイズが少し異なる場合、それぞれのデバイスは最小ドライブと同じサイズであるかのように処理されます。したがって、レベル 0 アレイの共通ストレージ容量は、すべてのディスクの合計容量です。メンバー ディスクのサイズが異なる場合、RAID0 は使用可能なゾーンを使用して、それらのディスクのすべての領域を使用します。

**レベル 1**

RAID レベル 1 (ミラーリング) は、アレイの各メンバーディスクに同一のデータを書き込み、ミラー化されたコピーを各ディスクに残すことによって冗長性を提供します。ミラーリングは、データの可用性の単純化と高レベルにより、いまでも人気があります。レベル 1 は 2 つ以上のディスクと連携して、非常に優れたデータ信頼性を提供し、読み取り集中型のアプリケーションに対してパフォーマンスが向上しますが、比較的コストが高くなります。
RAID レベル 1 は、アレイ内のすべてのディスクに同じ情報を書き込むためコストがかかります。これにより、データの信頼性が提供されますが、レベル 5 などのパリティーベースの RAID レベルよりもスペース効率が大幅に低下します。ただし、この領域の非効率性にはパフォーマンス上の利点があります。パリティーベースの RAID レベルは、パリティーを生成するためにかなり多くの CPU 電力を消費しますが、RAID レベル 1 は単に同じデータを、CPU オーバーヘッドが非常に少ない複数の RAID メンバーに複数回書き込むだけです。そのため、RAID レベル 1 は、ソフトウェア RAID が使用されているマシンや、マシンの CPU リソースが一貫して RAID アクティビティー以外の操作でアレイ化されます。

レベル 1 アレイのストレージ容量は、ハードウェア RAID 内でミラーリングされている最小サイズのハードディスクの容量と同じか、ソフトウェア RAID 内でミラーリングされている最小のパーティションと同じ容量になります。レベル 1 の冗長性は、すべての RAID タイプの中で最も高いレベルであり、アレイは 1 つのディスクのみで動作できます。

**レベル 4**

レベル 4 は、1 つのディスクドライブでパリティー連結を使用して、データを保護します。パリティー情報は、アレイ内の残りのメンバーディスクのコンテンツに基づいて計算されます。この情報は、アレイ内のいずれかのディスクに障害が発生した場合にデータの再構築に使用できます。その後、再構築されたデータを使用して、交換前に失敗したディスクに I/O 要求に対応でき、交換後に失敗したディスクを接続します。
パリティー専用ディスクは、RAID アレイへのすべての書き込みトランザクションにおいて固有のボトルネックとなるため、ライトバックキャッシングなどの付随する技術なしにレベル 4 が使用されることはほとんどありません。または、システム管理者が意図的にこのボトルネックを考慮してソフトウェア RAID デバイスを設計している特定の状況下で使用されます。たとえば、アレイにデータが格納されると書き込みトランザクションがほとんどないようなアレイです。RAID レベル 4 にはほとんど使用されないため、Anaconda ではこのオプションとしては使用できません。ただし、実際には必要な場合は、ユーザーが手動で作成できます。

ハードウェア RAID レベル 4 のストレージ容量は、最小メンバーパーティションの容量にパーティションの数を掛けて 1 を引いた値に等しくなります。RAID レベル 4 アレイのパフォーマンスは常に非対称です。つまり、読み込みは書き込みを上回ります。これは、パリティーを生成するときに書き込み操作が余分な CPU リソースとメインメモリー帯域幅を消費し、実際のデータをディスクに書き込むときに余分なバス帯域幅も消費するためです。これは、データだけでなくパリティーも書き込むためです。読み取り操作は、アレイが劣化状態にない限り、データを読み取るだけでパリティーを読み取る必要はありません。その結果、読み取り操作では、通常の操作条件下で同じ量のデータ転送を行う場合でも、ドライブおよびコンピューターのバス全体に生成されるトラフィックが少なくなります。

**レベル 5**

これは RAID の最も一般的なタイプです。RAID レベル 5 は、アレイのすべてのメンバーディスクドライブにパリティーを分散することにより、レベル 4 に固有の書き込みボトルネックを排除します。パリティー計算プロセス自体のみがパフォーマンスのボトルネックです。最近の CPU はパリティーを非常に高速に計算できます。しかし、RAID 5 アレイに多数のディスクを使用していて、すべてのデバイスの合計データ転送速度が十分に高い場合、パリティー計算がボトルネックになる可能性があります。

レベル 5 のパフォーマンスは非対称であり、読み取りは書き込みよりも大幅に優れています。RAID レベル 5 のストレージ容量は、レベル 4 と同じです。

**レベル 6**

パフォーマンスではなくデータの冗長性と保存が最重要事項であるが、レベル 1 の領域の非効率性が許容できない場合は、これが RAID の一般的なレベルです。レベル 6 では、複雑なパリティースキームを使用して、アレイ内の 2 つのドライブから失われたドライブから復旧できます。複雑なパリティースキームにより、ソフトウェア RAID デバイスで CPU 幅が大幅に高くなり、書き込みトランザクションの際に増大度が高まります。したがって、レベル 6 はレベル 4 や 5 よりもパフォーマンスにおいて、非常に非対称です。

RAID レベル 6 アレイの合計容量は、RAID レベル 5 および 4 と同様に計算されますが、デバイス数から追加パリティーストレージ領域用に 2 つのデバイス (1 ではなく) を引きます。

**レベル 10**

この RAID レベルでは、レベル 0 のパフォーマンスとレベル 1 の冗長性を組み合わせます。また、2 台以上のデバイスを使用するレベル 1 アレイの無駄なスペースをある程度削減することができます。レベル 10 では、たとえば、データごとに 2 つのコピーのみを格納するように設定された 3 ドライブアレイを作成することができます。これにより、全体用のアレイサイズを最小デバイスのみと同じサイズ (3 つのデバイス、レベル 1 アレイなど) ではなく、最小デバイスのサイズの 1.5 倍にすることができます。これにより、CPU プロセスの使用量が RAID レベル 6 のようにパリティーを計算するのを防ぎますが、これは領域効率が悪くなります。

RAID レベル 10 の作成は、インストール時には対応していません。インストール後に手動で作成できます。

**リニア RAID**

リニア RAID は、より大きな仮想ドライブを作成するドライブのグループ化です。

リニア RAID では、あるメンバードライブからチャンクが順次割り当てられます。最初のドライブが完全に満杯になったときにのみ次のドライブに移動します。これにより、メンバードライブ間の I/O 操作が分割される可能性はないため、パフォーマンスの向上は見られません。リニア RAID は冗長性がなく、信頼性は低下します。メンバードライブが 1 台でも故障すると、アレイ全体が使用できなくなり、データが失われる可能性があります。容量はすべてのメンバーディスクの合計になります。

## 21.4. LINUX RAID サブシステム

Linux では、以下のサブシステムで RAID を作成します。

**Linux ハードウェア RAID のコントローラードライバー**

Linux には、ハードウェア RAID コントローラーに固有の RAID サブシステムがありません。特別な RAID チップセットを使用するため、ハードウェア RAID コントローラには独自のドライバが付属しています。これらのドライバーを使用すると、システムは RAID セットを通常のディスクとして検出します。

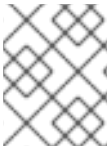
**mdraid**

**mdraid** サブシステムは、Linux 用のソフトウェア RAID ソリューションとして設計されました。これは、Red Hat Enterprise Linux のソフトウェア RAID の推奨ソリューションでもあります。このサブシステムでは独自のメタデータ形式が使用され、通常はネイティブの MD メタデータと呼ばれます。
mdraid は、外部メタデータとして知られる他のメタデータ形式にも対応しています。Red Hat Enterprise Linux 8 は **mdraid** と外部メタデータを使用して、Intel Rapid Storage (ISW) または Intel Matrix Storage Manager (IMSM) セットと Storage Networking Industry Association (SNIA) Disk Drive Format (DDF) にアクセスします。**mdraid** サブシステム セットは、**mdadm** ユーティリティーによって設定および制御されます。

## 21.5. インストール中のソフトウェア RAID の作成

Redundant Arrays of Independent Disks (RAID) デバイスは、パフォーマンスを向上させ、一部の設定ではより優れたフォールトトレランスを提供するように配置された複数のストレージデバイスから構築されます。

RAID デバイスの作成は 1 つのステップで終わり、必要に応じてディスクを追加または削除できます。システムでは、1 つの物理ディスクに 1 つの RAID パーティションが作成できるため、インストールプログラムで使用できるディスク数により、利用できる RAID デバイスのレベルが決定します。たとえば、システムにディスクが 2 つある場合は、RAID 10 デバイスを作成することはできません。少なくともディスクが 3 つ必要になるためです。



**注記**

64 ビットの IBM Z では、ストレージサブシステムが RAID を透過的に使用します。ソフトウェア RAID を手動で設定する必要はありません。

**前提条件**

- RAID 設定オプションは、インストール用に複数のディスクを選択している場合にのみ表示される。作成する RAID タイプに応じて、少なくとも 2 つのディスクが必要です。
- マウントポイントを作成している。マウントポイントを設定して、RAID デバイスを設定します。
- **インストール先** 画面で **カスタム** ラジオボタンを選択している。

**手順**

1. **手動パーティション設定** 画面の左側のペインで、必要なパーティションを選択します。
2. **デバイス** セクションの下にある **修正** をクリックします。**マウントポイントの設定** ダイアログボックスが開きます。
3. RAID デバイスに追加するディスクを選択して、**選択** をクリックします。
4. **デバイスタイプ** ドロップダウンメニューをクリックして、**RAID** を選択します。

5. **ファイルシステム** のドロップダウンメニューをクリックして、目的のファイルシステムタイプを選択します。
6. **RAID レベル** ドロップダウンメニューをクリックして、目的の RAID レベルを選択します。
7. **設定を更新** をクリックして、変更を保存します。
8. **完了** をクリックして設定を適用し、**インストールの概要** ウィンドウに戻ります。

**関連情報**

- DM 整合性での RAID LV の作成

## 21.6. インストール済みシステムでのソフトウェア RAID の作成

**mdadm** ユーティリティーを使用して、既存のシステムにソフトウェア Redundant Array of Independent Disks (RAID) を作成できます。

**前提条件**

- **mdadm** パッケージがインストールされている。
- システム上に 2 つ以上のパーティションを作成している。詳細な手順は、parted を使用したパーティションの作成 を参照してください。

**手順**

1. **/dev/sda1** と **/dev/sdc1** などの 2 つのブロック デバイスの RAID を作成します。

```
# mdadm --create /dev/md0 --level=0 --raid-devices=2 /dev/sda1 /dev/sdc1
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md0 started.
```

**level_value** オプションは、RAID レベルを定義します。

2. オプション: RAID のステータスを確認します。

```
# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
           Version : 1.2
     Creation Time : Thu Oct 13 15:17:39 2022
        Raid Level : raid0
        Array Size : 18649600 (17.79 GiB 19.10 GB)
      Raid Devices : 2
     Total Devices : 2
       Persistence : Superblock is persistent

       Update Time : Thu Oct 13 15:17:39 2022
             State : clean
    Active Devices : 2
   Working Devices : 2
    Failed Devices : 0
     Spare Devices : 0
[...]
```

3. オプション: RAID 内の各デバイスに関する詳細情報を確認します。

```
# mdadm --examine /dev/sda1 /dev/sdc1
/dev/sda1:
          Magic : a92b4efc
        Version : 1.2
    Feature Map : 0x1000
     Array UUID : 77ddfb0a:41529b0e:f2c5cde1:1d72ce2c
           Name : 0
  Creation Time : Thu Oct 13 15:17:39 2022
     Raid Level : raid0
   Raid Devices : 2
[...]
```

4. RAID ドライブにファイル システムを作成します。

```
# mkfs -t xfs /dev/md0
```

**xfs** を、ドライブをフォーマットするために選択したファイルシステムに置き換えます。

5. RAID ドライブのマウントポイントを作成してマウントします。

```
# mkdir /mnt/raid1
# mount /dev/md0 /mnt/raid1
```

**/mnt/raid1** をマウントポイントに置き換えます。

システムの起動時に RHEL が **md0** RAID デバイスを自動的にマウントするようにするには、デバイスのエントリを **/etc/fstab** ファイルに追加します。

```
/dev/md0   /mnt/raid1 xfs  defaults   0 0
```

## 21.7. STORAGE RHEL システムロールを使用した RAID ボリュームの設定

**storage** システムロールを使用すると、Red Hat Ansible Automation Platform と Ansible-Core を使用して RHEL に RAID ボリュームを設定できます。要件に合わせて RAID ボリュームを設定するためのパラメーターを使用して、Ansible Playbook を作成します。

**警告**

特定の状況でデバイス名が変更する場合があります。たとえば、新しいディスクをシステムに追加するときなどです。したがって、データの損失を防ぐために、Playbook で特定のディスク名を使用しないでください。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している

- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: ~/**playbook.yml**) を作成します。

```
---
- name: Configure the storage
  hosts: managed-node-01.example.com
  tasks:
    - name: Create a RAID on sdd, sde, sdf, and sdg
      ansible.builtin.include_role:
        name: rhel-system-roles.storage
      vars:
        storage_safe_mode: false
        storage_volumes:
          - name: data
            type: raid
            disks: [sdd, sde, sdf, sdg]
            raid_level: raid0
            raid_chunk_size: 32 KiB
            mount_point: /mnt/data
            state: present
```

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー

## 21.8. RAID の拡張

**mdadm** ユーティリティーの **--grow** オプションを使用して RAID を拡張できます。

**前提条件**

- 十分なディスク領域
- **parted** パッケージがインストールされている

**手順**

1. RAID パーティションを拡張します。詳細は、parted を使用したパーティションのサイズ変更 を参照してください。
2. RAID をパーティション容量の最大値まで拡張します。

```
# mdadm --grow --size=max /dev/md0
```

特定のサイズを設定するには、**--size** パラメータの値を kB で記述します (例: **--size=524228**)。

3. ファイルシステムのサイズを拡大します。たとえば、ボリュームが XFS を使用し、**/mnt/** にマウントされている場合は、次のように入力します。

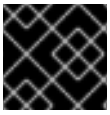
```
# xfs_growfs /mnt/
```

**関連情報**

- **mdadm(8)** の man ページ
- ファイルシステムの管理

## 21.9. RAID を縮小

**mdadm** ユーティリティの **--grow** オプションを使用して RAID を縮小できます。



**重要**

XFS ファイルシステムは縮小に対応していません。

**前提条件**

- **parted** パッケージがインストールされている

**手順**

1. ファイルシステムを縮小します。詳細は、ファイルシステムの管理 を参照してください。
2. RAID のサイズを 512 MB などに減らします。

```
# mdadm --grow --size=524228 /dev/md0
```

**--size** パラメータを kB で記述します。

3. パーティションのサイズを、必要なサイズまで縮小します。

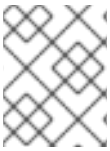
**関連情報**

- **mdadm(8)** の man ページ
- parted でのパーティションのサイズ変更

## 21.10. サポート対象の RAID 変換

RAID レベルを別のレベルに変換することが可能です。たとえば、RAID5 から RAID10 への変換はできますが、RAID10 から RAID5 への変換はできません。次の表は、サポートされている RAID 変換を示しています。

| ソースレベル | 宛先レベル |
|---|---|
| RAID0 | RAID4、RAID5、RAID10 |
| RAID1 | RAID0、RAID5 |
| RAID4 | RAID0、RAID5 |
| RAID5 | RAID0、RAID1、RAID4、RAID6、RAID10 |
| RAID6 | RAID5 |
| RAID10 | RAID0 |



**注記**

RAID 5 から RAID0 および RAID4 への変換は、**ALGORITHM_PARITY_N** レイアウトでのみ可能です。

**関連情報**

- **mdadm(8)** の man ページ

## 21.11. RAID レベルの変換

必要に応じて、RAID を別の RAID レベルに変換できます。次の例では、レベル 0 の RAID デバイス **/dev/md0** を 5 に変換し、アレイにディスク **/dev/sdd** をもう 1 つ追加しています。

**前提条件**

- 変換するのに十分なディスク。
- **mdadm** パッケージがインストールされている。
- 目的の変換が対応していることを確認してある。サポート対象の RAID 変換 を参照してください。

**手順**

1. RAID /dev/md0 to RAID レベルを **5** に変換します。

```
# mdadm --grow --level=5 -n 3 /dev/md0 --force
```

2. 新しいディスクをアレイに追加します。

```
# mdadm --manage /dev/md0 --add /dev/sdd
```

**検証**

- RAID レベルが変換されているかどうかを確認します。

```
# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
           Version : 1.2
     Creation Time : Thu Oct 13 15:17:39 2022
        Raid Level : raid0
        Array Size : 18649600 (17.79 GiB 19.10 GB)
      Raid Devices : 5
[...]
```

**関連情報**

- **mdadm(8)** の man ページ

## 21.12. インストール後の ROOT ディスクの RAID1 への変換

このセクションでは、Red Hat Enterprise Linux 8 のインストール後に RAID 以外の root ディスクを RAID1 ミラーに変換する方法を説明します。

PowerPC (PPC) アーキテクチャーでは、以下の追加手順を行う必要があります。

**前提条件**

- Red Hat ナレッジベースの記事 How do I convert my root disk to RAID1 after installation of Red Hat Enterprise Linux 7? の手順を行ってください。

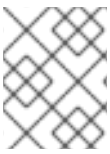
**手順**

1. PowerPC Reference Platform (PReP) 起動パーティションの内容を **/dev/sda1** から **/dev/sdb1** にコピーします。

```
# dd if=/dev/sda1 of=/dev/sdb1
```

2. 両方のディスクの最初のパーティションで **prep** フラグと **boot** フラグを更新します。

```
$ parted /dev/sda set 1 prep on
$ parted /dev/sda set 1 boot on

$ parted /dev/sdb set 1 prep on
$ parted /dev/sdb set 1 boot on
```



**注記**

PowerPC マシンでは **grub2-install /dev/sda** コマンドを実行しても動作せず、エラーが返されますが、システムは想定どおりに起動します。

## 21.13. 高度な RAID デバイスの作成

場合によっては、インストールが完了する前に作成されたアレイにオペレーティングシステムをインストールすることを推奨します。通常、これは複雑な RAID デバイスに **/boot** または root ファイルシステ

ムアレイを設定することを意味します。このような場合、Anaconda インストーラーでサポートされていないアレイオプションを使用する必要がある場合があります。これを回避するには、以下の手順を行います。

**注記**

インストーラーの制限されたレスキューモードには man ページは含まれません。**mdadm** と **md** の両方の man ページには、カスタム RAID アレイを作成するための有用な情報が含まれており、回避策全体で必要になる場合があります。

**手順**

1. インストールディスクを挿入します。
2. 初回起動時に、**Install** または **Upgrade** ではなく、**Rescue Mode** を選択します。システムが **Rescue mode** で完全に起動すると、コマンドラインターミナルが表示されます。
3. このターミナルから、次のコマンドを実行します。
   a. **parted** コマンドを使用して、ターゲットハードドライブに RAID パーティションを作成します。
   b. 使用可能なすべての設定とオプションを使用して、これらのパーティションから **mdadm** コマンドを使用して手動で RAID アレイを作成します。
4. オプション: アレイを作成したら、アレイ上にもファイルシステムを作成します。
5. コンピューターを再起動して、**インストール** または **更新** を選択して通常通りにインストールします。Anaconda インストーラーはシステム内のディスクを検索するため、既存の RAID デバイスが見つかります。
6. システムのディスクの使い方を求められたら、**カスタムレイアウト** を選択して **次へ** をクリックします。デバイス一覧に、既存の MD RAID デバイスが表示されます。
7. RAID デバイスを選択し、**Edit** をクリックします。
8. マウントポイントを設定し、必要に応じて、以前に作成していない場合は使用するファイルシステムのタイプを設定し、**Done** をクリックします。Anaconda は、この既存の RAID デバイスにインストールし、Rescue モードで作成したときに選択したカスタムオプションを保持します。

## 21.14. RAID を監視するための電子メール通知の設定

**mdadm** ツールを使用して RAID を監視するように電子メールアラートを設定できます。 **MAILADDR** 変数が必要な電子メールアドレスに設定されると、監視システムは追加された電子メールアドレスにアラートを送信します。

**前提条件**

- **mdadm** パッケージがインストールされている。
- メールサービスが設定されている。

**手順**

1. RAID の詳細をスキャンして、アレイを監視するための **/etc/mdadm.conf** 構成ファイルを作成します。

```
# mdadm --detail --scan >> /etc/mdadm.conf
```

**ARRAY** および **MAILADDR** は必須の変数であることに注意してください。

2. 任意のテキストエディターで **/etc/mdadm.conf** 設定ファイルを開き、**MAILADDR** 変数に通知用のメールアドレスを追加します。たとえば、次の行を追加します。

```
MAILADDR example@example.com
```

**example@example.com** は、アレイの監視からアラートを受信するためのメールアドレスです。

3. **/etc/mdadm.conf** ファイルに変更を保存して、閉じます。

**関連情報**

- **mdadm.conf(5)** man ページ

## 21.15. RAID での障害のあるディスクの置き換え

残りのディスクを使用して、故障したディスクからデータを再構築できます。データを正常に再構築するために最低限必要な残りのディスクの量は、RAID レベルとディスクの総数によって決まります。

この手順では、**/dev/md0** RAID に 4 つのディスクが含まれています。**/dev/sdd** ディスクに障害が発生したため、**/dev/sdf** ディスクと交換する必要があります。

**前提条件**

- 交換用スペアディスク。
- **mdadm** パッケージがインストールされている。

**手順**

1. 障害が発生したディスクを確認します。
   a. カーネルログを表示します。

```
# journalctl -k -f
```

   b. 次のようなメッセージを検索します。

```
md/raid:md0: Disk failure on sdd, disabling device.

md/raid:md0: Operation continuing on 3 devices.
```

   c. キーボードの **Ctrl**+**C** を押して、**journalctl** プログラムを終了します。

2. 障害の発生したディスクに faulty のマークを付けます。

```
# mdadm --manage /dev/md0 --fail /dev/sdd
```

3. オプション: 障害が発生したディスクが正しくマークされているかどうかを確認します。

```
# mdadm --detail /dev/md0
```

出力の最後には、ディスク **/dev/sdd** のステータスが **faulty**の **/dev/md0** RAID 内にあるディスクのリストが表示されます。

```
Number   Major   Minor   RaidDevice State
   0       8       16        0      active sync   /dev/sdb
   1       8       32        1      active sync   /dev/sdc
   -       0        0        2      removed
   3       8       64        3      active sync   /dev/sde

   2       8       48        -      faulty   /dev/sdd
```

4. 障害が発生したディスクを RAID から取り外します。

```
# mdadm --manage /dev/md0 --remove /dev/sdd
```

**警告**

RAID が別のディスク障害に耐えられない場合は、新しいディスクのステータスが **active sync** になるまでディスクを取り外さないでください。**watch cat /proc/mdstat** コマンドを使用すると、進捗を監視できます。

5. 新しいディスクを RAID に追加します。

```
# mdadm --manage /dev/md0 --add /dev/sdf
```

**/dev/md0** RAID には新しいディスク **/dev/sdf** が含まれるようになり、**mdadm** サービスは他のディスクからデータのコピーを自動的に開始します。

**検証**

- アレイの詳細を確認します。

```
# mdadm --detail /dev/md0
```

このコマンドの出力の最後に表示される **/dev/md0** RAID 内のディスクのリストで、新しいディスクのステータスが **spare rebuilding** である場合、データはまだ他のディスクからコピーされています。

```
Number   Major   Minor   RaidDevice State
   0       8       16        0      active sync   /dev/sdb
   1       8       32        1      active sync   /dev/sdc
   4       8       80        2      spare rebuilding   /dev/sdf
   3       8       64        3      active sync   /dev/sde
```

データのコピーが完了すると、新しいディスクは **active sync** 状態になります。

**関連情報**

- RAID を監視するための電子メール通知の設定

## 21.16. RAID ディスクの修復

この手順では、RAID アレイ内のディスクを修復する方法について説明します。

**前提条件**

- **mdadm** パッケージがインストールされている。

**手順**

1. 障害が発生したディスクの動作についてアレイを確認します。

```
# echo check > /sys/block/md0/md/sync_action
```

これによりアレイがチェックされ、**/sys/block/md0/md/sync_action** ファイルに同期アクションが表示されます。

2. **/sys/block/md0/md/sync_action** ファイルを任意のテキストエディターで開き、ディスク同期の失敗に関するメッセージがあるかどうかを確認します。

3. **/sys/block/md0/md/mismatch_cnt** ファイルを表示します。**mismatch_cnt** パラメーターが **0** でない場合は、RAID ディスクを修復する必要があることを意味します。

4. アレイ内のディスクを修復します。

```
# echo repair > /sys/block/md0/md/sync_action
```

これにより、アレイ内のディスクが修復され、結果が **/sys/block/md0/md/sync_action** ファイルに書き込まれます。

5. 同期の進行状況を表示します。

```
# cat /sys/block/md0/md/sync_action
repair

# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid0] [raid6] [raid5] [raid4] [raid1]
md0 : active raid1 sdg[1] dm-3[0]
      511040 blocks super 1.2 [2/2] [UU]
unused devices: <none>
```

# 第22章 LUKS を使用したブロックデバイスの暗号化

ディスク暗号化を使用すると、ブロックデバイス上のデータを暗号化して保護できます。デバイスの復号化されたコンテンツにアクセスするには、認証としてパスフレーズまたは鍵を入力します。これは、デバイスがシステムから物理的に取り外された場合でも、デバイスのコンテンツを保護するのに役立つため、モバイルコンピューターやリムーバブルメディアにとって重要です。LUKS 形式は、Red Hat Enterprise Linux におけるブロックデバイスの暗号化のデフォルト実装です。

## 22.1. LUKS ディスクの暗号化

Linux Unified Key Setup-on-disk-format (LUKS) は、暗号化されたデバイスの管理を簡素化するツールセットを提供します。LUKS を使用すると、ブロックデバイスを暗号化し、複数のユーザーキーでマスターキーを復号化できるようになります。パーティションの一括暗号化には、このマスターキーを使用します。

Red Hat Enterprise Linux は、LUKS を使用してブロックデバイスの暗号化を実行します。デフォルトではインストール時に、ブロックデバイスを暗号化するオプションが指定されていません。ディスクを暗号化するオプションを選択すると、コンピューターを起動するたびにパスフレーズの入力が求められます。このパスフレーズは、パーティションを復号化するバルク暗号鍵のロックを解除します。デフォルトのパーティションテーブルを変更する場合は、暗号化するパーティションを選択できます。この設定は、パーティションテーブル設定で行われます。

### Ciphers

LUKS に使用されるデフォルトの暗号は **aes-xts-plain64** です。LUKS のデフォルトの鍵サイズは 512 ビットです。**Anaconda** XTS モードを使用した LUKS のデフォルトの鍵サイズは 512 ビットです。使用可能な暗号は次のとおりです。

- 高度暗号化標準 (Advanced Encryption Standard, AES)
- Twofish
- Serpent

#### LUKS によって実行される操作

- LUKS は、ブロックデバイス全体を暗号化するため、脱着可能なストレージメディアやノート PC のディスクドライブといった、モバイルデバイスのコンテンツを保護するのに適しています。
- 暗号化されたブロックデバイスの基本的な内容は任意であり、スワップデバイスの暗号化に役立ちます。また、とりわけデータストレージ用にフォーマットしたブロックデバイスを使用する特定のデータベースに関しても有用です。
- LUKS は、既存のデバイスマッパーのカーネルサブシステムを使用します。
- LUKS はパスフレーズのセキュリティーを強化し、辞書攻撃から保護します。
- LUKS デバイスには複数のキースロットが含まれているため、バックアップキーやパスフレーズを追加できます。

**重要**

LUKS は次のシナリオには推奨されません。

- LUKS などのディスク暗号化ソリューションは、システムの停止時にしかデータを保護しません。システムの電源がオンになり、LUKS がディスクを復号化すると、そのディスクのファイルは、そのファイルにアクセスできるすべてのユーザーが使用できます。
- 同じデバイスに対する個別のアクセスキーを複数のユーザーが持つ必要があるシナリオ。LUKS1 形式はキースロットを 8 個提供し、LUKS2 形式はキースロットを最大 32 個提供します。
- ファイルレベルの暗号化を必要とするアプリケーション。

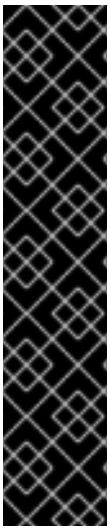
**関連情報**

- LUKS プロジェクトのホームページ
- LUKS オンディスクフォーマットの仕様
- FIPS 197: Advanced Encryption Standard (AES)

## 22.2. RHEL の LUKS バージョン

Red Hat Enterprise Linux では、LUKS 暗号化のデフォルト形式は LUKS2 です。古い LUKS1 形式は引き続き完全にサポートされており、以前の Red Hat Enterprise Linux リリースと互換性のある形式で提供されます。LUKS2 再暗号化は、LUKS1 再暗号化と比較して、より堅牢で安全に使用できる形式と考えられています。

LUKS2 形式を使用すると、バイナリー構造を変更することなく、さまざまな部分を後に更新できます。LUKS2 は、内部的にメタデータに JSON テキスト形式を使用し、メタデータの冗長性を提供し、メタデータの破損を検出し、メタデータのコピーから自動的に修復します。



**重要**

LUKS2 と LUKS1 はディスクの暗号化に異なるコマンドを使用するため、LUKS1 のみをサポートするシステムでは LUKS2 を使用しないでください。LUKS バージョンに誤ったコマンドを使用すると、データが失われる可能性があります。

**表22.1 LUKS バージョンに応じた暗号化コマンド**

| LUKS バージョン | 暗号化コマンド |
|---|---|
| LUKS2 | **cryptsetup reencrypt** |
| LUKS1 | **cryptsetup-reencrypt** |

### オンラインの再暗号化

LUKS2 形式は、デバイスが使用中の間に、暗号化したデバイスの再暗号化に対応します。たとえば、以下のタスクを実行するにあたり、デバイスでファイルシステムをアンマウントする必要はありません。

- ボリュームキーの変更
- 暗号化アルゴリズムの変更
  暗号化されていないデバイスを暗号化する場合は、ファイルシステムのマウントを解除する必要があります。暗号化の短い初期化後にファイルシステムを再マウントできます。

  LUKS1 形式は、オンライン再暗号化に対応していません。

**変換**

特定の状況では、LUKS1 を LUKS2 に変換できます。具体的には、以下のシナリオでは変換ができません。

- LUKS1 デバイスが、Policy-Based Decryption (PBD) Clevis ソリューションにより使用されているとマークされている。**cryptsetup** ツールは、**luksmeta** メタデータが検出されると、そのデバイスを変換することを拒否します。
- デバイスがアクティブになっている。デバイスが非アクティブ状態でなければ、変換することはできません。

## 22.3. LUKS2 再暗号化中のデータ保護のオプション

LUKS2 では、再暗号化プロセスで、パフォーマンスやデータ保護の優先度を設定する複数のオプションを選択できます。LUKS2 は、次のモードの **resilience** オプションを備えています。**cryptsetup reencrypt --resilience resilience-mode /dev/sdx** コマンドを使用すると、これらのモードのいずれかを選択できます。

**checksum**

デフォルトのモード。データ保護とパフォーマンスのバランスを取ります。
このモードでは、再暗号化領域内のセクターのチェックサムが個別に保存されます。チェックサムは、LUKS2 によって再暗号化されたセクターについて、復旧プロセスで検出できます。このモードでは、ブロックデバイスセクターの書き込みがアトミックである必要があります。

**journal**

最も安全なモードですが、最も遅いモードでもあります。このモードでは、再暗号化領域をバイナリー領域にジャーナル化するため、LUKS2 はデータを 2 回書き込みます。

**none**

**none** モードではパフォーマンスが優先され、データ保護は提供されません。**SIGTERM** シグナルやユーザーによる **Ctrl**+**C** キーの押下など、安全なプロセス終了からのみデータを保護します。予期しないシステム障害やアプリケーション障害が発生すると、データが破損する可能性があります。

LUKS2 の再暗号化プロセスが強制的に突然終了した場合、LUKS2 は以下のいずれかの方法で復旧を実行できます。

**自動**

次のいずれかのアクションを実行すると、次回の LUKS2 デバイスを開くアクション中に自動復旧アクションがトリガーされます。

- **cryptsetup open** コマンドを実行する。
- **systemd-cryptsetup** コマンドを使用してデバイスを接続する。

**手動**

LUKS2 デバイスで **cryptsetup repair /dev/sdx** コマンドを使用する。

**関連情報**

- **cryptsetup-reencrypt(8)** および **cryptsetup-repair(8)** man ページ

## 22.4. LUKS2 を使用したブロックデバイスの既存データの暗号化

LUKS2 形式を使用して、まだ暗号化されていないデバイスの既存のデータを暗号化できます。新しい LUKS ヘッダーは、デバイスのヘッドに保存されます。

**前提条件**

- ブロックデバイスにファイルシステムがある。
- データのバックアップを作成している。

**警告**

ハードウェア、カーネル、または人的ミスにより、暗号化プロセス時にデータが失われる場合があります。データの暗号化を開始する前に、信頼性の高いバックアップを作成してください。

**手順**

1. 暗号化するデバイスにあるファイルシステムのマウントをすべて解除します。次に例を示します。

```
# umount /dev/mapper/vg00-lv00
```

2. LUKS ヘッダーを保存するための空き容量を確認します。シナリオに合わせて、次のいずれかのオプションを使用します。
   - 論理ボリュームを暗号化する場合は、以下のように、ファイルシステムのサイズを変更せずに、論理ボリュームを拡張できます。以下に例を示します。

```
# lvextend -L+32M /dev/mapper/vg00-lv00
```

   - **parted** などのパーティション管理ツールを使用してパーティションを拡張します。
   - このデバイスのファイルシステムを縮小します。ext2、ext3、または ext4 のファイルシステムには **resize2fs** ユーティリティーを使用できます。XFS ファイルシステムは縮小できないことに注意してください。

3. 暗号化を初期化します。

```
# cryptsetup reencrypt --encrypt --init-only --reduce-device-size 32M /dev/mapper/vg00-lv00 lv00_encrypted

/dev/mapper/lv00_encrypted is now active and ready for online encryption.
```

4. デバイスをマウントします。

```
# mount /dev/mapper/lv00_encrypted /mnt/lv00_encrypted
```

5. 永続的なマッピングのエントリーを **/etc/crypttab** ファイルに追加します。

   a. **luksUUID** を見つけます。

   ```
   # cryptsetup luksUUID /dev/mapper/vg00-lv00

   a52e2cc9-a5be-47b8-a95d-6bdf4f2d9325
   ```

   b. 任意のテキストエディターで **/etc/crypttab** を開き、このファイルにデバイスを追加します。

   ```
   $ vi /etc/crypttab

   lv00_encrypted UUID=a52e2cc9-a5be-47b8-a95d-6bdf4f2d9325 none
   ```

   **a52e2cc9-a5be-47b8-a95d-6bdf4f2d9325** は、デバイスの **luksUUID** に置き換えます。

   c. **dracut** で initramfs を更新します。

   ```
   $ dracut -f --regenerate-all
   ```

6. **/etc/fstab** ファイルに永続的なマウントのエントリーを追加します。

   a. アクティブな LUKS ブロックデバイスのファイルシステムの UUID を見つけます。

   ```
   $ blkid -p /dev/mapper/lv00_encrypted

   /dev/mapper/lv00-encrypted: UUID="37bc2492-d8fa-4969-9d9b-bb64d3685aa9"
   BLOCK_SIZE="4096" TYPE="xfs" USAGE="filesystem"
   ```

   b. 任意のテキストエディターで **/etc/fstab** を開き、このファイルにデバイスを追加します。次に例を示します。

   ```
   $ vi /etc/fstab

   UUID=37bc2492-d8fa-4969-9d9b-bb64d3685aa9 /home auto rw,user,auto 0
   ```

   **37bc2492-d8fa-4969-9d9b-bb64d3685aa9** は、ファイルシステムの UUID に置き換えます。

7. オンライン暗号化を再開します。

```
# cryptsetup reencrypt --resume-only /dev/mapper/vg00-lv00

Enter passphrase for /dev/mapper/vg00-lv00:
Auto-detected active dm device 'lv00_encrypted' for data device /dev/mapper/vg00-lv00.
Finished, time 00:31.130, 10272 MiB written, speed 330.0 MiB/s
```

**検証**

1. 既存のデータが暗号化されているかどうかを確認します。

```
# cryptsetup luksDump /dev/mapper/vg00-lv00

LUKS header information
Version: 2
Epoch: 4
Metadata area: 16384 [bytes]
Keyslots area: 16744448 [bytes]
UUID: a52e2cc9-a5be-47b8-a95d-6bdf4f2d9325
Label: (no label)
Subsystem: (no subsystem)
Flags: (no flags)

Data segments:
  0: crypt
 offset: 33554432 [bytes]
 length: (whole device)
 cipher: aes-xts-plain64
[...]
```

2. 暗号化された空のブロックデバイスのステータスを表示します。

```
# cryptsetup status lv00_encrypted

/dev/mapper/lv00_encrypted is active and is in use.
  type:    LUKS2
  cipher:  aes-xts-plain64
  keysize: 512 bits
  key location: keyring
  device:  /dev/mapper/vg00-lv00
```

**関連情報**

- **cryptsetup(8)**、**cryptsetup-reencrypt(8)**、**lvextend(8)**、**resize2fs(8)**、および **parted(8)** man ページ

## 22.5. 独立したヘッダーがある LUKS2 を使用してブロックデバイスの既存データの暗号化

LUKS ヘッダーを保存するための空き領域を作成せずに、ブロックデバイスの既存のデータを暗号化できます。ヘッダーは、追加のセキュリティー層としても使用できる、独立した場所に保存されます。この手順では、LUKS2 暗号化形式を使用します。

**前提条件**

- ブロックデバイスにファイルシステムがある。
- データのバックアップを作成している。

**警告**

ハードウェア、カーネル、または人的ミスにより、暗号化プロセス時にデータが失われる場合があります。データの暗号化を開始する前に、信頼性の高いバックアップを作成してください。

**手順**

1. 以下のように、そのデバイスのファイルシステムをすべてアンマウントします。

```
# umount /dev/nvme0n1p1
```

2. 暗号化を初期化します。

```
# cryptsetup reencrypt --encrypt --init-only --header /home/header /dev/nvme0n1p1
nvme_encrypted

WARNING!
========
Header file does not exist, do you want to create it?

Are you sure? (Type 'yes' in capital letters): YES
Enter passphrase for /home/header:
Verify passphrase:
/dev/mapper/nvme_encrypted is now active and ready for online encryption.
```

/home/header は、独立した LUKS ヘッダーを持つファイルへのパスに置き換えます。後で暗号化したデバイスのロックを解除するために、独立した LUKS ヘッダーにアクセスできる必要があります。

3. デバイスをマウントします。

```
# mount /dev/mapper/nvme_encrypted /mnt/nvme_encrypted
```

4. オンライン暗号化を再開します。

```
# cryptsetup reencrypt --resume-only --header /home/header /dev/nvme0n1p1

Enter passphrase for /dev/nvme0n1p1:
Auto-detected active dm device 'nvme_encrypted' for data device /dev/nvme0n1p1.
Finished, time 00m51s,   10 GiB written, speed 198.2 MiB/s
```

**検証**

1. 独立したヘッダーがある LUKS2 を使用するブロックデバイスの既存のデータが暗号化されているかどうかを確認します。

```
# cryptsetup luksDump /home/header

LUKS header information
```

```
Version:        2
Epoch:          88
Metadata area:  16384 [bytes]
Keyslots area:  16744448 [bytes]
UUID:           c4f5d274-f4c0-41e3-ac36-22a917ab0386
Label:          (no label)
Subsystem:      (no subsystem)
Flags:        (no flags)

Data segments:
  0: crypt
 offset: 0 [bytes]
 length: (whole device)
 cipher: aes-xts-plain64
 sector: 512 [bytes]
[...]
```

2. 暗号化された空のブロックデバイスのステータスを表示します。

```
# cryptsetup status nvme_encrypted

/dev/mapper/nvme_encrypted is active and is in use.
  type:    LUKS2
  cipher:  aes-xts-plain64
  keysize: 512 bits
  key location: keyring
  device:  /dev/nvme0n1p1
```

**関連情報**

- **cryptsetup(8)** および **cryptsetup-reencrypt(8)** man ページ

## 22.6. LUKS2 を使用した空のブロックデバイスの暗号化

LUKS2 形式を使用して、空のブロックデバイスを暗号化して、暗号化ストレージとして使用できます。

**前提条件**

- 空のブロックデバイス。**lsblk** などのコマンドを使用して、そのデバイス上に実際のデータ (ファイルシステムなど) がないかどうかを確認できます。

**手順**

1. 暗号化した LUKS パーティションとしてパーティションを設定します。

```
# cryptsetup luksFormat /dev/nvme0n1p1

WARNING!
========
This will overwrite data on /dev/nvme0n1p1 irrevocably.
Are you sure? (Type 'yes' in capital letters): YES
Enter passphrase for /dev/nvme0n1p1:
Verify passphrase:
```

2. 暗号化した LUKS パーティションを開きます。

```
# cryptsetup open /dev/nvme0n1p1 nvme0n1p1_encrypted

Enter passphrase for /dev/nvme0n1p1:
```

これにより、パーティションのロックが解除され、デバイスマッパーを使用してパーティションが新しいデバイスにマッピングされます。暗号化されたデータを上書きしないように、このコマンドは、デバイスが暗号化されたデバイスであり、**/dev/mapper/device_mapped_name** パスを使用して LUKS を通じてアドレス指定されることをカーネルに警告します。

3. 暗号化されたデータをパーティションに書き込むためのファイルシステムを作成します。このパーティションには、デバイスマップ名を介してアクセスする必要があります。

```
# mkfs -t ext4 /dev/mapper/nvme0n1p1_encrypted
```

4. デバイスをマウントします。

```
# mount /dev/mapper/nvme0n1p1_encrypted mount-point
```

**検証**

1. 空のブロックデバイスが暗号化されているかどうかを確認します。

```
# cryptsetup luksDump /dev/nvme0n1p1

LUKS header information
Version:        2
Epoch:          3
Metadata area:  16384 [bytes]
Keyslots area:  16744448 [bytes]
UUID:           34ce4870-ffdf-467c-9a9e-345a53ed8a25
Label:          (no label)
Subsystem:      (no subsystem)
Flags:          (no flags)

Data segments:
  0: crypt
 offset: 16777216 [bytes]
 length: (whole device)
 cipher: aes-xts-plain64
 sector: 512 [bytes]
[...]
```

2. 暗号化された空のブロックデバイスのステータスを表示します。

```
# cryptsetup status nvme0n1p1_encrypted

/dev/mapper/nvme0n1p1_encrypted is active and is in use.
  type:    LUKS2
  cipher:  aes-xts-plain64
  keysize: 512 bits
  key location: keyring
  device:  /dev/nvme0n1p1
```

```
sector size:  512
offset:  32768 sectors
size:    20938752 sectors
mode:    read/write
```

**関連情報**

- **cryptsetup(8)**、**cryptsetup-open (8)**、および **cryptsetup-lusFormat(8)** man ページ

## 22.7. STORAGE RHEL システムロールを使用して LUKS2 暗号化ボリュームを作成する

**storage** ロールを使用し、Ansible Playbook を実行して、LUKS で暗号化されたボリュームを作成および設定できます。

**前提条件**

- 制御ノードと管理ノードを準備している
- 管理対象ノードで Playbook を実行できるユーザーとしてコントロールノードにログインしている。
- 管理対象ノードへの接続に使用するアカウントに、そのノードに対する **sudo** 権限がある。

**手順**

1. 次の内容を含む Playbook ファイル (例: ~/**playbook.yml**) を作成します。

```
---
- name: Create and configure a volume encrypted with LUKS
  hosts: managed-node-01.example.com
  roles:
    - rhel-system-roles.storage
  vars:
    storage_volumes:
      - name: barefs
        type: disk
        disks:
        - sdb
        fs_type: xfs
        fs_label: label-name
        mount_point: /mnt/data
        encryption: true
        encryption_password: <password>
```

また、**encryption_key**、**encryption_cipher**、**encryption_key_size**、**encryption_luks** など、他の暗号化パラメーターを Playbook ファイルに追加することもできます。

2. Playbook の構文を検証します。

```
$ ansible-playbook --syntax-check ~/playbook.yml
```

このコマンドは構文を検証するだけであり、有効だが不適切な設定から保護するものではないことに注意してください。

3. Playbook を実行します。

```
$ ansible-playbook ~/playbook.yml
```

**検証**

1. 暗号化ステータスを表示します。

```
# cryptsetup status sdb

/dev/mapper/sdb is active and is in use.
type: LUKS2
cipher: aes-xts-plain64
keysize: 512 bits
key location: keyring
device: /dev/sdb
...
```

2. 作成された LUKS 暗号化ボリュームを確認します。

```
# cryptsetup luksDump /dev/sdb

Version:        2
Epoch:          6
Metadata area:  16384 [bytes]
Keyslots area:  33521664 [bytes]
UUID:           a4c6be82-7347-4a91-a8ad-9479b72c9426
Label:          (no label)
Subsystem:      (no subsystem)
Flags:          allow-discards

Data segments:
  0: crypt
        offset: 33554432 [bytes]
        length: (whole device)
        cipher: aes-xts-plain64
        sector: 4096 [bytes]
...
```

**関連情報**

- **/usr/share/ansible/roles/rhel-system-roles.storage/README.md** file
- **/usr/share/doc/rhel-system-roles/storage/** ディレクトリー
- LUKS を使用したブロックデバイスの暗号化

# 第23章 テープデバイスの管理

テープデバイスは、データの保存先で順次アクセスされる磁気テープです。データは、テープドライブを使用してこのテープデバイスに書き込まれます。テープデバイスにデータを保存するためにファイルシステムを作成する必要はありません。テープドライブは、SCSI、FC、USB、SATA などのさまざまなインターフェイスを備えたホストコンピューターに接続できます。

## 23.1. テープデバイスの種類

以下は、さまざまなタイプのテープデバイスのリストです。

- **/dev/st0** は、巻き戻しありのテープデバイスです。
- **/dev/nst0** は、巻き戻しなしのテープデバイスです。日次バックアップには、巻き戻しなしのデバイスを使用します。

テープデバイスを使用するメリットは複数あります。コスト効率が高く、安定しています。テープデバイスは、データの破損に対しても回復力があり、データの保持に適しています。

## 23.2. テープドライブ管理ツールのインストール

**mt** コマンドを使用して、データを送受信します。**mt** ユーティリティーはテープドライブの操作を制御します。**st** ユーティリティーは SCSI テープドライバーに使用されます。この手順では、テープドライブの操作用に **mt-st** パッケージをインストールする方法を説明します。

### 手順

- **mt-st** パッケージをインストールします。

```
# yum install mt-st
```

### 関連情報

- **mt(1)** および **st(4)** の man ページ

## 23.3. 巻き戻しテープデバイスへの書き込み

巻き戻しテープデバイスは、操作のたびにテープを巻き戻します。データをバックアップするには、**tar** コマンドを使用できます。デフォルトでは、テープデバイスの **ブロックサイズ** は 10KB(**bs=10k**)です。**export TAPE=/dev/st0** 属性を使用して **TAPE** 環境変数を設定できます。代わりに **-f** デバイスオプションを使用してテープデバイスファイルを指定します。このオプションは、複数のテープデバイスを使用する場合に役立ちます。

### 前提条件

1. **mt-st** パッケージがインストールされている。詳細は、テープドライブ管理ツールのインストール を参照。
2. テープドライブが読み込まれている。

```
# mt -f /dev/st0 load
```

**手順**

1. テープヘッドを確認します。

```
# mt -f /dev/st0 status

SCSI 2 tape drive:
File number=-1, block number=-1, partition=0.
Tape block size 0 bytes. Density code 0x0 (default).
Soft error count since last status=0
General status bits on (50000):
 DR_OPEN IM_REP_EN
```

ここでは、以下のようになります。

- 現在の **ファイル番号** は -1 です。
- **block number** はテープヘッドを定義します。デフォルトでは、-1 に設定されます。
- **block size** 0 は、テープデバイスのブロックサイズが固定されていないことを示します。
- **Soft error count** は、mt status コマンドの実行後に発生したエラーの数を示します。
- **General status bits** は、テープデバイスの統計を表示します。
- **DR_OPEN** は、ドアが開き、テープデバイスが空であることを示します。**IM_REP_EN** は即時レポートモードです。

2. テープデバイスが空でない場合は、それを上書きします。

```
# tar -czf /dev/st0 _/source/directory
```

このコマンドは、テープデバイスのデータを **/source/directory** の内容で上書きします。

3. **/source/directory** をテープデバイスにバックアップします。

```
# tar -czf /dev/st0 _/source/directory
tar: Removing leading `/' from member names
/source/directory
/source/directory/man_db.conf
/source/directory/DIR_COLORS
/source/directory/rsyslog.conf
[...]
```

4. テープデバイスのステータスを表示します。

```
# mt -f /dev/st0  status
```

**検証手順**

- テープデバイスにあるすべてのファイルのリストを表示します。

```
# tar -tzf /dev/st0
/source/directory/
/source/directory/man_db.conf
```

```
/source/directory/DIR_COLORS
/source/directory/rsyslog.conf
[...]
```

**関連情報**

- **mt(1)**、**st(4)**、および **tar(1)** の man ページ
- Red Hat Knowlegebase 記事: 書き込みで保護として検出されたテープドライブメディア
- Red Hat Knowlegebase 記事: テープドライブがシステムで検出されたかどうかを確認する方法

## 23.4. 巻き戻しなしのテープデバイスへの書き込み

特定のコマンドの実行を完了した後、巻き戻しなしのテープデバイスはテープをその状態のままにします。たとえば、巻き戻しなしのテープデバイスでは、バックアップの後にさらにデータを追加できます。また、これを使用して予期しない巻き戻しを回避することもできます。

**前提条件**

1. **mt-st** パッケージがインストールされている。詳細は、テープドライブ管理ツールのインストール を参照。
2. テープドライブが読み込まれている。

```
# mt -f /dev/nst0 load
```

**手順**

1. 巻き戻しなしのテープデバイス **/dev/nst0** のテープヘッドを確認します。

```
# mt -f /dev/nst0 status
```

2. テープのヘッドまたはテープの最後にポインターを指定します。

```
# mt -f /dev/nst0 rewind
```

3. テープデバイスにデータを追加するには、次のコマンドを実行します。

```
# mt -f /dev/nst0 eod
# tar -czf /dev/nst0 /source/directory/
```

4. **/source/directory/** をテープデバイスにバックアップします。

```
# tar -czf /dev/nst0 /source/directory/
tar: Removing leading `/' from member names
/source/directory/
/source/directory/man_db.conf
/source/directory/DIR_COLORS
/source/directory/rsyslog.conf
[...]
```

5. テープデバイスのステータスを表示します。

```
# mt -f /dev/nst0  status
```

**検証手順**

- テープデバイスにあるすべてのファイルのリストを表示します。

```
# tar -tzf /dev/nst0
/source/directory/
/source/directory/man_db.conf
/source/directory/DIR_COLORS
/source/directory/rsyslog.conf
[...]
```

**関連情報**

- **mt(1)**、**st(4)**、および **tar(1)** の man ページ
- Red Hat Knowlegebase 記事: 書き込みで保護として検出されたテープドライブメディア
- Red Hat Knowlegebase 記事: テープドライブがシステムで検出されたかどうかを確認する方法

## 23.5. テープデバイスでのテープヘッドの切り替え

以下の手順に従って、テープデバイス内のテープヘッドを切り替えます。

**前提条件**

1. **mt-st** パッケージがインストールされている。詳細は、テープドライブ管理ツールのインストール を参照。
2. データはテープデバイスに書き込まれる。詳細は、Writing to rewinding tape devices または Writing to non-rewinding tape devices を参照。

**手順**

- テープポインターの現在の位置を表示するには、次のコマンドを実行します。

```
# mt -f /dev/nst0 tell
```

- データをテープデバイスに追加する際にテープヘッドを切り替えるには、次のコマンドを実行します。

```
# mt -f /dev/nst0 eod
```

- 前のレコードに移動するには、以下を実行します。

```
# mt -f /dev/nst0 bsfm 1
```

- 次のレコードに移動するには、以下を行います。

```
# mt -f /dev/nst0 fsf 1
```

**関連情報**

- **mt(1)** man ページ

## 23.6. テープデバイスからのデータの復元

テープデバイスからデータを復元するには、**tar** コマンドを使用します。

**前提条件**

1. **mt-st** パッケージがインストールされている。詳細は、テープドライブ管理ツールのインストール を参照。
2. データはテープデバイスに書き込まれる。詳細は、Writing to rewinding tape devices または Writing to non-rewinding tape devices を参照。

**手順**

- 巻き戻しありのテープデバイス **/dev/st0** の場合、以下を実行します。
  - **/source/directory/** を復元します。

```
# tar -xzf /dev/st0 /source/directory/
```

- 巻き戻しなしのテープデバイス **/dev/nst0** の場合、以下を実行します。
  - テープデバイスを巻き戻します。

```
# mt -f /dev/nst0 rewind
```

  - **/etc** ディレクトリーを復元します。

```
# tar -xzf /dev/nst0 /source/directory/
```

**関連情報**

- **mt(1)** および **tar(1)** の man ページ

## 23.7. テープデバイスのデータの消去

テープデバイスからデータを削除するには、**Erase** オプションを使用します。

**前提条件**

1. **mt-st** パッケージがインストールされている。詳細は、テープドライブ管理ツールのインストール を参照。
2. データはテープデバイスに書き込まれる。詳細は、Writing to rewinding tape devices または Writing to non-rewinding tape devices を参照。

**手順**

1. テープデバイスからデータを削除します。

```
# mt -f /dev/st0 erase
```

2. テープデバイスをアンロードします。

```
mt -f /dev/st0 offline
```

**関連情報**

- **mt(1)** man ページ

## 23.8. テープコマンド

以下は、一般的な **mt** コマンドです。

**表23.1 mt コマンド**

| コマンド | 説明 |
|---|---|
| **mt -f /dev/st0 status** | テープデバイスの状態を表示します。 |
| **mt -f /dev/st0 erase** | テープ全体を消去します。 |
| **mt -f /dev/nst0 rewind** | テープデバイスを巻き戻します。 |
| **mt -f /dev/nst0 fsf n** | テープヘッドを正引きレコードに切り替えます。ここでは、**n** はオプションのファイル数です。ファイル数を指定すると、テープヘッドは **n** 件のレコードをスキップします。 |
| **mt -f /dev/nst0 bsfm n** | テープヘッドを以前のレコードに切り替えます。 |
| **mt -f /dev/nst0 eod** | テープヘッドをデータの最後に切り替えます。 |

# 第24章 ストレージデバイスの削除

実行中のシステムからストレージデバイスを安全に削除できるので、システムメモリーのオーバーロードやデータ損失を防ぐことができます。

**前提条件**

- I/O フラッシュ中にシステムメモリーの読み込みが増加するため、ストレージデバイスを削除する前に、システムのメモリーが十分にあることを確認する必要がある。次のコマンドを使用して、システムの現在のメモリー負荷および空きメモリーを表示する。

```
# vmstat 1 100
# free
```

- Red Hat では、以下のシステムでのストレージデバイスの削除は推奨していない。
  - 空きメモリーが合計メモリーの 5 % 未満 (サンプル 100 件の内 10 件以上)。
  - スワップが有効になっている (**vmstat** コマンドの出力で **si** と **so** のコラムが 0 以外の値)。

## 24.1. ストレージデバイスの安全な削除

稼働中のシステムからストレージデバイスを安全に取り外すには、上から下へのアプローチが必要です。アプリケーションやファイルシステムなどの最上位層から始め、物理デバイスなどの最下位層に向かって作業を進めます。

ストレージデバイスは複数の方法で使用でき、物理デバイスの上層に別の仮想設定を指定できます。例えば、デバイスの複数のインスタンスをマルチパスデバイスにグループ化したり、RAID の一部にしたり、LVM グループの一部にしたりすることが可能です。さらに、デバイスはファイルシステムを介してアクセスすることもできるし、raw デバイスのように直接アクセスすることもできます。

上から下へのアプローチを用いながら、次のことを確認する必要があります。

- 削除したいデバイスが使用中でないこと
- デバイスへの保留中の I/O がすべてフラッシュされる
- オペレーティングシステムがストレージデバイスを参照していない

## 24.2. ブロックデバイスと関連メタデータの削除

実行中のシステムからブロックデバイスを安全に削除するには、システムメモリーのオーバーロードとデータ損失を防ぐために、最初にブロックデバイスからメタデータを削除する必要があります。ファイルシステムから始めて、スタック内の各レイヤーに対処し、ディスクに進みます。これらのアクションにより、システムが不整合な状態になるのを防ぎます。

削除するデバイスのタイプに応じて異なる特定のコマンドを使用します。

- **lvremove**、**vgremove**、および **pvremove** は LVM に固有です。
- ソフトウェア RAID の場合、**mdadm** を実行してアレイを削除します。詳細は、RAID の管理 を参照してください。

- LUKS を使用して暗号化されたブロックデバイスの場合、特定の追加手順があります。次の手順は、LUKS を使用して暗号化されたブロックデバイスでは機能しません。詳細は、LUKS を使用したブロックデバイスの暗号化 を参照してください。

**警告**

SCSI バスを再びスキャンしたり、ここで説明されている手順に従わずにオペレーティングシステムを変更する別のアクションを実行すると、I/O タイムアウトが原因で遅延が発生したり、デバイスやデータが予期せず削除されたりする可能性があります。

**前提条件**

- ファイルシステム、論理ボリューム、およびボリュームグループを含む既存のブロックデバイススタックがある。
- 削除するデバイスを他のアプリケーションやサービスが使用していないことを確認した。
- 削除するデバイスからデータをバックアップした。
- オプション: マルチパスデバイスを削除する必要があり、そのパスデバイスにアクセスできない場合は、次のコマンドを実行してマルチパスデバイスのキューイングを無効にしておく。

```
# multipathd disablequeueing map multipath-device
```

  無効にすることで、デバイスの I/O が失敗し、デバイスを使用しているアプリケーションがシャットダウンできるようになります。

**注記**

メタデータを含むデバイスを一度に 1 レイヤーずつ削除することで、ディスクに古い署名が残らないようにします。

**手順**

1. ファイルシステムをアンマウントします。

```
# umount /mnt/mount-point
```

2. ファイルシステムを削除します。

```
# wipefs -a /dev/vg0/myvol
```

**注記**

**/etc/fstab** ファイルにエントリーを追加して、ファイルシステムとマウントポイントの間の永続的な関連付けを作成した場合は、この時点で **/etc/fstab** を編集してそのエントリーを削除する必要もあります。

削除するデバイスのタイプに応じて、次の手順に進みます。

3. ファイルシステムを含む論理ボリューム (LV) を削除します。

```
# lvremove vg0/myvol
```

4. ボリュームグループ (VG) に他の論理ボリュームが残っていない場合は、デバイスを含む VG を安全に削除できます。

```
# vgremove vg0
```

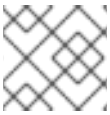
5. 物理ボリューム (PV) メタデータを PV デバイスから削除します。

```
# pvremove /dev/sdc1
```

```
# wipefs -a /dev/sdc1
```

6. PV が含まれていたパーティションを削除します。

```
# parted /dev/sdc rm 1
```

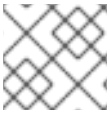


**注記**

デバイスを完全にワイプする場合にのみ、次の手順に従います。

7. パーティションテーブルを削除します。

```
# wipefs -a /dev/sdc
```



**注記**

デバイスを物理的に取り外す場合にのみ、次の手順に従います。

- マルチパスデバイスを削除する場合は，次のコマンドを実行します。

  a. デバイスへの全パスを表示します。

  ```
  # multipath -l
  ```

  このコマンドの出力は、後のステップで必要になります。

  i. I/O をフラッシュして、マルチパスデバイスを削除します。

  ```
  # multipath -f multipath-device
  ```

- デバイスがマルチパスデバイスとして設定されていない場合や、デバイスがマルチパスデバイスとして設定されていて、過去に I/O を個別のパスに渡している場合は、未処理の I/O を、使用されている全デバイスパスにフラッシュします。

```
# blockdev --flushbufs device
```

この操作は、**umount** コマンドまたは **vgreduce** コマンドで I/O がフラッシュされないデバイスに直接アクセスする場合に重要になります。

- SCSI デバイスを取り外す場合は、以下のコマンドを実行します。

  a. システム上のアプリケーション、スクリプト、またはユーティリティーで、**/dev/sd**、**/dev/disk/by-path**、または **major:minor** 番号など、デバイスのパスベースの名前への参照をすべて削除します。参照を削除することで、今後追加される別のデバイスが現在のデバイスと混同されないようにします。

  b. SCSI サブシステムからデバイスへの各パスを削除します。

  ```
  # echo 1 > /sys/block/device-name/device/delete
  ```

  デバイスが以前にマルチパスデバイスとして使用されていた場合、**device-name** は、**multipath -l** コマンドの出力からの内容に置き換えます。

8. 稼働中のシステムから物理デバイスを削除します。このデバイスを削除しても、他のデバイスへの I/O は停止しないことに注意してください。

**検証**

- 削除したデバイスが **lsblk** コマンドの出力に表示されないことを確認します。出力例を以下に示します。

```
# lsblk

NAME   MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
sda      8:0    0    5G  0 disk
sr0     11:0    1 1024M  0 rom
vda    252:0    0   10G  0 disk
|-vda1 252:1    0    1M  0 part
|-vda2 252:2    0  100M  0 part /boot/efi
`-vda3 252:3    0  9.9G  0 part /
```

**関連情報**

- **multipath (8)**、**pvremove (8)**、**vgremove (8)**、**lvremove (8)**、**wipefs (8)**、**parted (8)**、**blockdev (8)**、および **umount (8)** man ページ。

# 第25章 STRATIS ファイルシステムの設定

Stratis は、物理ストレージデバイスのプールを管理するためにサービスとして実行され、複雑なストレージ設定のセットアップと管理を支援しながら、ローカルストレージ管理を使いやすく簡素化します。

**重要**

Stratis 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ことがあります。Red Hat では、実稼働環境での使用を推奨していません。テクノロジープレビューの機能は、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ついての詳細は、https://access.redhat.com/ja/support/offerings/techpreview/ を参照してください。

## 25.1. STRATIS とは

Stratis は、Linux 用のローカルストレージ管理ソリューションです。これは、シンプルさと使いやすさに力を入れており、高度なストレージ機能にアクセスできます。

Stratis を使用すると、以下の活動をより簡単に行うことができます。

- ストレージの初期設定
- その後の変更
- 高度なストレージ機能の使用

Stratis は、高度なストレージ機能をサポートするローカルストレージ管理システムです。Stratis は、ストレージ **プール** の概念を中心としています。このプールは 1 つ以上のローカルディスクまたはパーティションから作成され、ファイルシステムはプールから作成されます。

プールにより、次のような多くの便利な機能を使用できます。

- ファイルシステムのスナップショット
- シンプロビジョニング
- 階層化
- 暗号化

**関連情報**

- Stratis Web サイト

## 25.2. STRATIS ボリュームの設定要素

Stratis ボリュームを設定するコンポーネントについて説明します。

外部的には、Stratis は、コマンドラインインターフェイスおよび API に次のボリュームコンポーネントを表示します。

**blockdev**

ディスクやディスクパーティションなどのブロックデバイス。

**pool**

1 つ以上のブロックデバイスで設定されています。
プールの合計サイズは固定で、ブロックデバイスのサイズと同じです。

プールには、**dm-cache** ターゲットを使用した不揮発性データキャッシュなど、ほとんどの Stratis レイヤーが含まれています。

Stratis は、各プールの **/dev/stratis/my-pool/** ディレクトリーを作成します。このディレクトリーには、プール内の Stratis ファイルシステムを表すデバイスへのリンクが含まれています。

**filesystem**

各プールには、ファイルを格納する 1 つ以上のファイルシステムを含めることができます。
ファイルシステムはシンプロビジョニングされており、合計サイズは固定されていません。ファイルシステムの実際のサイズは、そこに格納されているデータとともに大きくなります。データのサイズがファイルシステムの仮想サイズに近づくと、Stratis はシンボリュームとファイルシステムを自動的に拡張します。

ファイルシステムは XFS でフォーマットされています。

**重要**

Stratis は、Stratis を使用して作成したファイルシステムに関する情報を追跡し、XFS はそれを認識しません。また、XFS を使用して変更を行っても、自動的に Stratis に更新を作成しません。ユーザーは、Stratis が管理する XFS ファイルシステムを再フォーマットまたは再設定しないでください。

Stratis は、**/dev/stratis/my-pool/my-fs** パスにファイルシステムへのリンクを作成します。

**注記**

Stratis は、**dmsetup** リストと **/proc/partitions** ファイルに表示される多くの Device Mapper デバイスを使用します。同様に、**lsblk** コマンドの出力は、Stratis の内部の仕組みとレイヤーを反映します。

## 25.3. STRATIS で使用可能なブロックデバイス

Stratis で使用可能なストレージデバイス。

**対応デバイス**
Stratis プールは、次の種類のブロックデバイスで動作するかどうかをテスト済みです。

- LUKS
- LVM 論理ボリューム
- MD RAID
- DM Multipath
- iSCSI

- HDD および SSD
- NVMe デバイス

**対応していないデバイス**
Stratis にはシンプロビジョニングレイヤーが含まれているため、Red Hat はすでにシンプロビジョニングされているブロックデバイスに Stratis プールを配置することを推奨しません。

## 25.4. STRATIS のインストール

Stratis に必要なパッケージをインストールします。

**手順**

1. Stratis サービスとコマンドラインユーティリティーを提供するパッケージをインストールします。

```
# yum install stratisd stratis-cli
```

2. **stratisd** サービスが有効になっていることを確認します。

```
# systemctl enable --now stratisd
```

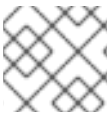
## 25.5. 暗号化されていない STRATIS プールの作成

1 つ以上のブロックデバイスから暗号化されていない Stratis プールを作成できます。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。詳細は、Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis プールを作成するブロックデバイスは使用されておらず、マウントされていない。
- Stratis プールを作成する各ブロックデバイスが、1 GB 以上である。
- IBM Z アーキテクチャーでは、**/dev/dasd*** ブロックデバイスをパーティションに分割している。Stratis プールの作成には、パーティションデバイスを使用します。

DASD デバイスのパーティション分割の詳細は、IBM Z での Linux インスタンスの設定 を参照してください。



**注記**

暗号化されていない Stratis プールを暗号化することはできません。

**手順**

1. Stratis プールで使用する各ブロックデバイスに存在するファイルシステム、パーティションテーブル、または RAID 署名をすべて削除します。

```
# wipefs --all block-device
```

ここで、**block-device** は、ブロックデバイスへのパスになります (例: **/dev/sdb**)。

2. 選択したブロックデバイスに新しい暗号化されていない Stratis プールを作成します。

```
# stratis pool create my-pool block-device
```

ここで、**block-device** は、空のブロックデバイスまたは消去したブロックデバイスへのパスになります。

**注記**

1 行に複数のブロックデバイスを指定します。

```
# stratis pool create my-pool block-device-1 block-device-2
```

3. 新しい Stratis プールが作成されていることを確認します。

```
# stratis pool list
```

## 25.6. 暗号化された STRATIS プールの作成

データを保護するために、1 つ以上のブロックデバイスから暗号化された Stratis プールを作成できます。

暗号化された Stratis プールを作成すると、カーネルキーリングはプライマリー暗号化メカニズムとして使用されます。その後のシステムを再起動すると、このカーネルキーリングは、暗号化された Stratis プールのロックを解除します。

1 つ以上のブロックデバイスから暗号化された Stratis プールを作成する場合は、次の点に注意してください。

- 各ブロックデバイスは **cryptsetup** ライブラリーを使用して暗号化され、**LUKS2** 形式を実装します。
- 各 Stratis プールは、一意の鍵を持つか、他のプールと同じ鍵を共有できます。これらのキーはカーネルキーリングに保存されます。
- Stratis プールを設定するブロックデバイスは、すべて暗号化または暗号化されていないデバイスである必要があります。同じ Stratis プールに、暗号化したブロックデバイスと暗号化されていないブロックデバイスの両方を含めることはできません。
- 暗号化 Stratis プールのデータ層に追加されるブロックデバイスは、自動的に暗号化されます。

**前提条件**

- Stratis v2.1.0 以降がインストールされている。詳細は、Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis プールを作成するブロックデバイスは使用されておらず、マウントされていない。
- Stratis プールを作成するブロックデバイスが、それぞれ 1GB 以上である。

- IBM Z アーキテクチャーでは、**/dev/dasd*** ブロックデバイスをパーティションに分割している。Stratis プールでパーティションを使用します。

DASD デバイスのパーティション分割の詳細は、IBM Z での Linux インスタンスの設定 を参照してください。

**手順**

1. Stratis プールで使用する各ブロックデバイスに存在するファイルシステム、パーティションテーブル、または RAID 署名をすべて削除します。

```
# wipefs --all block-device
```

ここで、**block-device** は、ブロックデバイスへのパスになります (例: **/dev/sdb**)。

2. キーセットをまだ作成していない場合には、以下のコマンドを実行してプロンプトに従って、暗号化に使用するキーセットを作成します。

```
# stratis key set --capture-key key-description
```

ここでの **key-description** は、カーネルキーリングで作成されるキーへの参照になります。

3. 暗号化した Stratis プールを作成し、暗号化に使用する鍵の説明を指定します。**key-description** オプションを使用する代わりに、**--keyfile-path** オプションを使用してキーのパスを指定することもできます。

```
# stratis pool create --key-desc key-description my-pool block-device
```

ここでは、以下のようになります。

**key-description**
直前の手順で作成したカーネルキーリングに存在するキーを参照します。

**my-pool**
新しい Stratis プールの名前を指定します。

**block-device**
空のブロックデバイスまたは消去したブロックデバイスへのパスを指定します。

**注記**

1 行に複数のブロックデバイスを指定します。

```
# stratis pool create --key-desc key-description my-pool block-device-1
block-device-2
```

4. 新しい Stratis プールが作成されていることを確認します。

```
# stratis pool list
```

## 25.7. STRATIS ファイルシステムでのオーバープロビジョニングモードの設定

ストレージスタックは、オーバープロビジョニングの状態になる可能性があります。ファイルシステムのサイズが、そのファイルシステムをサポートするプールよりも大きい場合には、プールがいっぱいになります。これを回避するには、オーバープロビジョニングを無効にし、プール上のすべてのファイルシステムのサイズが、プールが提供する利用可能な物理ストレージを超えないようにします。重要なアプリケーションまたは root ファイルシステムに Stratis を使用する場合は、このモードでは特定の障害ケースが阻止されます。

オーバープロビジョニングを有効にすると、ストレージが完全に割り当てられたことを API シグナルに通知します。通知は、残りのプールスペースがすべていっぱいになると、Stratis に拡張するスペースが残っていないことをユーザーに通知する警告として機能します。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。詳細は、Stratis のインストール を参照してください。

**手順**

プールを正しく設定するには、次の 2 つの方法があります。

1. 1 つ以上のブロックデバイスからプールを作成します。

```
# stratis pool create pool-name /dev/sdb
```

2. 既存のプールにオーバープロビジョニングモードを設定します。

```
# stratis pool overprovision pool-name <yes|no>
```

   - yes に設定すると、プールへのオーバープロビジョニングが有効になります。これは、プールによってサポートされる Stratis ファイルシステムの論理サイズの合計が、利用可能なデータ領域の量を超える可能性があることを意味します。

**検証**

1. 以下のコマンドを実行し、Stratis プールの全一覧を表示します。

```
# stratis pool list

Name         Total Physical                Properties     UUID                                  Alerts
pool-name    1.42 TiB / 23.96 MiB / 1.42 TiB   ~Ca,~Cr,~Op    cb7cb4d8-9322-4ac4-a6fd-eb7ae9e1e540
```

2. ubuntu pool **list** の出力に、プールのオーバープロビジョニングモードフラグが表示されているかどうかを確認します。" ~ " は NOT を表す数学記号であるため、**~Op** はオーバープロビジョニングなしという意味です。

3. オプション: 以下のコマンドを実行して、特定のプールでオーバープロビジョニングを確認します。

```
# stratis pool overprovision pool-name yes

# stratis pool list

Name         Total Physical                Properties     UUID                                  Alerts
pool-name    1.42 TiB / 23.96 MiB / 1.42 TiB   ~Ca,~Cr,~Op    cb7cb4d8-9322-4ac4-a6fd-eb7ae9e1e540
```

**関連情報**

- Stratis Storage の Web ページ

## 25.8. STRATIS プールの NBDE へのバインド

暗号化された Stratis プールを Network Bound Disk Encryption (NBDE) にバインドするには、Tang サーバーが必要です。Stratis プールを含むシステムが再起動すると、Tang サーバーに接続して、カーネルキーリングの説明を指定しなくても、暗号化したプールのロックを自動的に解除します。

**注記**

Stratis プールを補助 Clevis 暗号化メカニズムにバインドすると、プライマリーカーネルキーリング暗号化は削除されません。

**前提条件**

- Stratis v2.3.0 以降がインストールされている。詳細は、Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- 暗号化した Stratis プールを作成し、暗号化に使用されたキーの説明がある。詳細は、暗号化された Stratis プールの作成 を参照してください。
- Tang サーバーに接続できる。詳細は SELinux を Enforcing モードで有効にした Tang サーバーのデプロイメント を参照してください。

**手順**

- 暗号化された Stratis プールを NBDE にバインドする。

```
# stratis pool bind nbde --trust-url my-pool tang-server
```

ここでは、以下のようになります。

**my-pool**
: 暗号化された Stratis プールの名前を指定します。

**tang-server**
: Tang サーバーの IP アドレスまたは URL を指定します。

**関連情報**

- ポリシーベースの復号を使用して暗号化ボリュームの自動アンロックの設定

## 25.9. STRATIS プールの TPM へのバインド

暗号化された Stratis プールを Trusted Platform Module (TPM) 2.0 にバインドすると、プールを含むシステムが再起動され、カーネルキーリングの説明を指定しなくても、プールは自動的にロック解除されます。

**前提条件**

- Stratis v2.3.0 以降がインストールされている。詳細は、Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- 暗号化された Stratis プールを作成している。詳細は、暗号化された Stratis プールの作成 を参照してください。

**手順**

- 暗号化された Stratis プールを TPM にバインドします。

```
# stratis pool bind tpm my-pool key-description
```

ここでは、以下のようになります。

**my-pool**
暗号化された Stratis プールの名前を指定します。

**key-description**
暗号化された Stratis プールの作成時に生成されたカーネルキーリングに存在するキーを参照します。

## 25.10. カーネルキーリングを使用した暗号化 STRATIS プールのロック解除

システムの再起動後、暗号化した Stratis プール、またはこれを設定するブロックデバイスが表示されない場合があります。プールの暗号化に使用したカーネルキーリングを使用して、プールのロックを解除できます。

**前提条件**

- Stratis v2.1.0 がインストールされている。詳細は、Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- 暗号化された Stratis プールを作成している。詳細は、暗号化された Stratis プールの作成 を参照してください。

**手順**

1. 以前使用したものと同じキー記述を使用して、キーセットを再作成します。

```
# stratis key set --capture-key key-description
```

ここで、**key-description** は、暗号化された Stratis プールの作成時に生成されたカーネルキーリングに存在するキーを参照します。

2. Stratis プールが表示されることを確認します。

```
# stratis pool list
```

## 25.11. 補助暗号化からの STRATIS プールのバインド解除

暗号化した Stratis プールを、サポート対象の補助暗号化メカニズムからバインドを解除すると、プライマリーカーネルキーリングの暗号化はそのまま残ります。これは、最初から Clevis 暗号化を使用して作成されたプールには当てはまりません。

**前提条件**

- Stratis v2.3.0 以降がシステムにインストールされている。詳細は、Stratis のインストール を参照してください。
- 暗号化された Stratis プールを作成している。詳細は、暗号化された Stratis プールの作成 を参照してください。
- 暗号化した Stratis プールは、サポート対象の補助暗号化メカニズムにバインドされます。

**手順**

- 補助暗号化メカニズムから暗号化された Stratis プールのバインドを解除します。

```
# stratis pool unbind clevis my-pool
```

ここでは、以下のようになります。

**my-pool** は、バインドを解除する Stratis プールの名前を指定します。

**関連情報**

- 暗号化された Stratis プールの NBDE へのバインド
- 暗号化された Stratis プールの TPM へのバインド

## 25.12. STRATIS プールの開始および停止

Stratis プールを開始および停止できます。これにより、ファイルシステム、キャッシュデバイス、シンプール、暗号化されたデバイスなど、プールの構築に使用されたすべてのオブジェクトをオプションとして分解するか、停止できます。プールがデバイスまたはファイルシステムをアクティブに使用している場合は、警告が表示され、停止できない可能性があることに注意してください。

停止状態は、プールのメタデータに記録されます。これらのプールは、プールが開始コマンドを受信するまで、次のブートでは開始されません。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。詳細は、Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- 暗号化されていない、または暗号化された Stratis プールを作成している。暗号化されていない Stratis プールの作成 を参照してください。

または 暗号化された Stratis プールの作成

**手順**

- 以下のコマンドを使用して Stratis プールを起動します。**--unlock-method** オプションは、プールが暗号化されている場合にプールのロックを解除する方法を指定します。

```
# stratis pool start pool-uuid --unlock-method <keyring|clevis>
```

- または、以下のコマンドを使用して Stratis プールを停止します。これにより、ストレージスタックが切断されますが、メタデータはすべて保持されます。

```
# stratis pool stop pool-name
```

**検証手順**

- 以下のコマンドを使用して、システム上のプールを一覧表示します。

```
# stratis pool list
```

- 以下のコマンドを使用して、以前に起動していないプールの一覧を表示します。UUID を指定すると、このコマンドは UUID に対応するプールに関する詳細情報を出力します。

```
# stratis pool list --stopped --uuid UUID
```

## 25.13. STRATIS ファイルシステムの作成

既存の Stratis プールに Stratis ファイルシステムを作成します。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。詳細は、Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis プールを作成している。暗号化されていない Stratis プールの作成 を参照してください。

または 暗号化された Stratis プールの作成

**手順**

1. Stratis ファイルシステムをプールに作成するには、次のコマンドを実行します。

```
# stratis filesystem create --size number-and-unit my-pool my-fs
```

ここでは、以下のようになります。

**number-and-unit**
ファイルシステムのサイズを指定します。仕様形式は、入力の標準サイズ指定形式 (B、KiB、MiB、GiB、TiB、または PiB) に準拠する必要があります。

**my-pool**
Stratis プールの名前を指定します。

**my-fs**
ファイルシステムの任意名を指定します。
以下に例を示します。

**例25.1 Stratis ファイルシステムの作成**

```
# stratis filesystem create --size 10GiB pool1 filesystem1
```

**検証手順**

- プール内のファイルシステムを一覧表示して、Stratis ファイルシステムが作成されているか確認します。

```
# stratis fs list my-pool
```

**関連情報**

- Stratis ファイルシステムのマウント

## 25.14. STRATIS ファイルシステムのマウント

既存の Stratis ファイルシステムをマウントして、コンテンツにアクセスします。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。詳細は、Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis ファイルシステムを作成している。詳細は、Stratis ファイルシステムの作成 を参照してください。

**手順**

- ファイルシステムをマウントするには、**/dev/stratis/** ディレクトリーに Stratis が維持するエントリーを使用します。

```
# mount /dev/stratis/my-pool/my-fs mount-point
```

これでファイルシステムは **mount-point** ディレクトリーにマウントされ、使用できるようになりました。

**関連情報**

- Stratis ファイルシステムの作成

## 25.15. STRATIS ファイルシステムの永続的なマウント

この手順では、Stratis ファイルシステムを永続的にマウントして、システムが起動した後に自動的に利用できるようにします。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。

- Stratis ファイルシステムを作成している。Stratis ファイルシステムの作成 を参照してください。

**手順**

1. ファイルシステムの UUID 属性を調べます。

```
$ lsblk --output=UUID /dev/stratis/my-pool/my-fs
```

以下に例を示します。

**例25.2 Stratis ファイルシステムの UUID の表示**

```
$ lsblk --output=UUID /dev/stratis/my-pool/fs1

UUID
a1f0b64a-4ebb-4d4e-9543-b1d79f600283
```

2. このマウントポイントのディレクトリーがない場合は、作成します。

```
# mkdir --parents mount-point
```

3. root で **/etc/fstab** ファイルを編集し、ファイルシステムに行を追加します (UUID で識別されます)。**xfs** をファイルシステムのタイプとして使用し、**x-systemd.requires=stratisd.service** オプションを追加します。
以下に例を示します。

**例25.3 /etc/fstab の /fs1 マウントポイント**

```
UUID=a1f0b64a-4ebb-4d4e-9543-b1d79f600283 /fs1 xfs defaults,x-
systemd.requires=stratisd.service 0 0
```

4. システムが新しい設定を登録するように、マウントユニットを再生成します。

```
# systemctl daemon-reload
```

5. ファイルシステムをマウントして、設定が機能することを確認します。

```
# mount mount-point
```

**関連情報**

- ファイルシステムの永続的なマウント

## 25.16. SYSTEMD サービスを使用した /ETC/FSTAB での非 ROOT STRATIS ファイルシステムの設定

systemd サービスを使用して、/etc/fstab で非 root ファイルシステムの設定を管理できます。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis ファイルシステムを作成している。Stratis ファイルシステムの作成 を参照してください。

**手順**

- すべての非 root Stratis ファイルシステムでは、次を使用します。

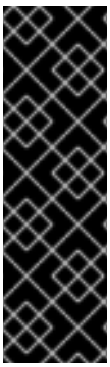
```
# /dev/stratis/[STRATIS_SYMLINK] [MOUNT_POINT] xfs defaults, x-
systemd.requires=stratis-fstab-setup@[POOL_UUID].service,x-systemd.after=stratis-stab-
setup@[POOL_UUID].service <dump_value> <fsck_value>
```

**関連情報**

- ファイルシステムの永続的なマウント

# 第26章 追加のブロックデバイスでの STRATIS ボリュームの拡張

Stratis ファイルシステムのストレージ容量を増やすために、追加のブロックデバイスを Stratis プールに追加できます。



**重要**

Stratis 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ことがあります。Red Hat では、実稼働環境での使用を推奨していません。テクノロジープレビューの機能は、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ついての詳細は、https://access.redhat.com/ja/support/offerings/techpreview/ を参照してください。

## 26.1. STRATIS ボリュームの設定要素

Stratis ボリュームを設定するコンポーネントについて説明します。

外部的には、Stratis は、コマンドラインインターフェイスおよび API に次のボリュームコンポーネントを表示します。

**blockdev**

ディスクやディスクパーティションなどのブロックデバイス。

**pool**

1 つ以上のブロックデバイスで設定されています。
プールの合計サイズは固定で、ブロックデバイスのサイズと同じです。

プールには、**dm-cache** ターゲットを使用した不揮発性データキャッシュなど、ほとんどの Stratis レイヤーが含まれています。

Stratis は、各プールの **/dev/stratis/my-pool/** ディレクトリーを作成します。このディレクトリーには、プール内の Stratis ファイルシステムを表すデバイスへのリンクが含まれています。

**filesystem**

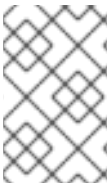
各プールには、ファイルを格納する 1 つ以上のファイルシステムを含めることができます。
ファイルシステムはシンプロビジョニングされており、合計サイズは固定されていません。ファイルシステムの実際のサイズは、そこに格納されているデータとともに大きくなります。データのサイズがファイルシステムの仮想サイズに近づくと、Stratis はシンボリュームとファイルシステムを自動的に拡張します。

ファイルシステムは XFS でフォーマットされています。

**重要**

Stratis は、Stratis を使用して作成したファイルシステムに関する情報を追跡し、XFS はそれを認識しません。また、XFS を使用して変更を行っても、自動的に Stratis に更新を作成しません。ユーザーは、Stratis が管理する XFS ファイルシステムを再フォーマットまたは再設定しないでください。

Stratis は、**/dev/stratis/my-pool/my-fs** パスにファイルシステムへのリンクを作成します。



**注記**

Stratis は、**dmsetup** リストと **/proc/partitions** ファイルに表示される多くの Device Mapper デバイスを使用します。同様に、**lsblk** コマンドの出力は、Stratis の内部の仕組みとレイヤーを反映します。

## 26.2. STRATIS プールへのブロックデバイスの追加

この手順では、Stratis ファイルシステムで使用できるように、1 つ以上のブロックデバイスを Stratis プールに追加します。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis プールに追加するブロックデバイスは使用されておらず、マウントされていない。
- Stratis プールに追加するブロックデバイスは使用されておらず、それぞれ 1 GiB 以上である。

**手順**

- 1 つ以上のブロックデバイスをプールに追加するには、以下を使用します。

```
# stratis pool add-data my-pool device-1 device-2 device-n
```

**関連情報**

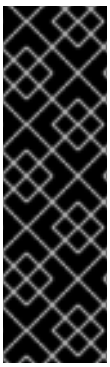
- **stratis(8)** man ページ

## 26.3. 関連情報

- **Stratis Storage** の Web サイト

# 第27章 STRATIS ファイルシステムの監視

Stratis ユーザーは、システムにある Stratis ボリュームに関する情報を表示して、その状態と空き容量を監視できます。



**重要**

Stratis 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ことがあります。Red Hat では、実稼働環境での使用を推奨していません。テクノロジープレビューの機能は、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ついての詳細は、https://access.redhat.com/ja/support/offerings/techpreview/ を参照してください。

## 27.1. さまざまなユーティリティーが報告する STRATIS のサイズ

本セクションでは、**df** などの標準的なユーティリティーと、**stratis** ユーティリティーにより報告される Stratis サイズの相違点を説明します。

**df** などの標準的な Linux ユーティリティーは、Stratis 上の 1TiB の XFS ファイルシステムレイヤーのサイズを報告します。これは 1 TiB です。Stratis の実際のストレージ使用量は、シンプロビジョニングにより少なくなっており、また XFS レイヤーが満杯に近くなると Stratis が自動的にファイルシステムを拡張するため、これは特に有用な情報ではありません。

**重要**

Stratis ファイルシステムに書き込まれているデータ量を定期的に監視します。これは **Total Physical Used** の値として報告されます。これが **Total Physical Size** の値を超えていないことを確認してください。

**関連情報**

- **stratis (8)** man ページ

## 27.2. STRATIS ボリュームの情報表示

この手順では、Stratis ボリュームに関する合計サイズ、使用済みサイズ、空きサイズ、ファイルシステム、プールに属するブロックデバイスなどの統計情報をリスト表示します。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。

**手順**

- システムで Stratis に使用されているすべての **ブロックデバイス** に関する情報を表示する場合は、次のコマンドを実行します。

```
# stratis blockdev
```

```
Pool Name  Device Node    Physical Size   State  Tier
my-pool    /dev/sdb            9.10 TiB  In-use  Data
```

- システムにあるすべての Stratis **プール** に関する情報を表示するには、次のコマンドを実行します。

```
# stratis pool

Name    Total Physical Size  Total Physical Used
my-pool           9.10 TiB             598 MiB
```

- システムにあるすべての Stratis **ファイルシステム** に関する情報を表示するには、次のコマンドを実行します。

```
# stratis filesystem

Pool Name  Name  Used     Created            Device
my-pool    my-fs 546 MiB  Nov 08 2018 08:03  /dev/stratis/my-pool/my-fs
```

**関連情報**

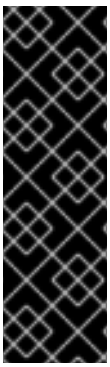
- **stratis (8)** man ページ

## 27.3. 関連情報

- Stratis Storage の Web サイト

# 第28章 STRATIS ファイルシステムでのスナップショットの使用

Stratis ファイルシステムのスナップショットを使用して、ファイルシステムの状態を任意の時点でキャプチャーし、後でそれを復元できます。



**重要**

Stratis 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ことがあります。Red Hat では、実稼働環境での使用を推奨していません。テクノロジープレビューの機能は、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ついての詳細は、https://access.redhat.com/ja/support/offerings/techpreview/ を参照してください。

## 28.1. STRATIS スナップショットの特徴

Stratis では、スナップショットは、別の Stratis ファイルシステムのコピーとして作成した通常の Stratis ファイルシステムです。スナップショットには、元のファイルシステムと同じファイルの内容が含まれていますが、スナップショットが変更するときにファイル内容が変更する可能性があります。スナップショットにどんな変更を加えても、元のファイルシステムには反映されません。

Stratis の現在のスナップショット実装は、次のような特徴があります。

- ファイルシステムのスナップショットは別のファイルシステムです。
- スナップショットと元のファイルシステムのリンクは、有効期間中は行われません。スナップショットされたファイルシステムは、元のファイルシステムよりも長く存続します。
- スナップショットを作成するためにファイルシステムをマウントする必要はありません。
- 各スナップショットは、XFS ログに必要となる実際のバッキングストレージの約半分のギガバイトを使用します。

## 28.2. STRATIS スナップショットの作成

この手順では、既存の Stratis ファイルシステムのスナップショットとして Stratis ファイルシステムを作成します。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis ファイルシステムを作成している。Stratis ファイルシステムの作成 を参照してください。

**手順**

- Stratis スナップショットを作成するには、次のコマンドを実行します。

```
# stratis fs snapshot my-pool my-fs my-fs-snapshot
```

**関連情報**

- **stratis (8)** man ページ

## 28.3. STRATIS スナップショットのコンテンツへのアクセス

この手順では、Stratis ファイルシステムのスナップショットをマウントして、読み書き操作にアクセスできるようにします。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis スナップショットを作成している。Stratis ファイルシステムの作成 を参照してください。

**手順**

- スナップショットにアクセスするには、**/dev/stratis/my-pool/** ディレクトリーから通常のファイルシステムとしてマウントします。

```
# mount /dev/stratis/my-pool/my-fs-snapshot mount-point
```

**関連情報**

- Stratis ファイルシステムのマウント
- **mount(8)** man ページ。

## 28.4. STRATIS ファイルシステムを以前のスナップショットに戻す

この手順では、Stratis ファイルシステムの内容を、Stratis スナップショットでキャプチャーされた状態に戻します。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis スナップショットを作成している。Stratis スナップショットの作成 を参照してください。

**手順**

1. 必要に応じて、後でそれにアクセスできるように、ファイルシステムの現在の状態のバックアップを作成します。

```
# stratis filesystem snapshot my-pool my-fs my-fs-backup
```

2. 元のファイルシステムをアンマウントして削除します。

```
# umount /dev/stratis/my-pool/my-fs
# stratis filesystem destroy my-pool my-fs
```

3. 元のファイルシステムの名前でスナップショットのコピーを作成します。

```
# stratis filesystem snapshot my-pool my-fs-snapshot my-fs
```

4. 元のファイルシステムと同じ名前でアクセスできるようになったスナップショットをマウントします。

```
# mount /dev/stratis/my-pool/my-fs mount-point
```

**my-fs** という名前のファイルシステムの内容は、スナップショット **my-fs-snapshot** と同じになりました。

**関連情報**

- **stratis (8)** man ページ

## 28.5. STRATIS スナップショットの削除

この手順では、Stratis スナップショットをプールから削除します。スナップショットのデータは失われます。

**前提条件**

- Stratis がインストールされている。Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis スナップショットを作成している。Stratis スナップショットの作成 を参照してください。

**手順**

1. スナップショットをアンマウントします。

```
# umount /dev/stratis/my-pool/my-fs-snapshot
```

2. スナップショットを破棄します。

```
# stratis filesystem destroy my-pool my-fs-snapshot
```

**関連情報**

- **stratis (8)** man ページ

## 28.6. 関連情報

- Stratis Storage の Web サイト

# 第29章 STRATIS ファイルシステムの削除

既存の Stratis ファイルシステムまたは Stratis プールは、そこに含まれるデータを破棄することで削除できます。

**重要**

Stratis 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ことがあります。Red Hat では、実稼働環境での使用を推奨していません。テクノロジープレビューの機能は、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ついての詳細は、https://access.redhat.com/ja/support/offerings/techpreview/ を参照してください。

## 29.1. STRATIS ボリュームの設定要素

Stratis ボリュームを設定するコンポーネントについて説明します。

外部的には、Stratis は、コマンドラインインターフェイスおよび API に次のボリュームコンポーネントを表示します。

**blockdev**

ディスクやディスクパーティションなどのブロックデバイス。

**pool**

1 つ以上のブロックデバイスで設定されています。
プールの合計サイズは固定で、ブロックデバイスのサイズと同じです。

プールには、**dm-cache** ターゲットを使用した不揮発性データキャッシュなど、ほとんどの Stratis レイヤーが含まれています。

Stratis は、各プールの **/dev/stratis/my-pool/** ディレクトリーを作成します。このディレクトリーには、プール内の Stratis ファイルシステムを表すデバイスへのリンクが含まれています。

**filesystem**

各プールには、ファイルを格納する 1 つ以上のファイルシステムを含めることができます。
ファイルシステムはシンプロビジョニングされており、合計サイズは固定されていません。ファイルシステムの実際のサイズは、そこに格納されているデータとともに大きくなります。データのサイズがファイルシステムの仮想サイズに近づくと、Stratis はシンボリュームとファイルシステムを自動的に拡張します。

ファイルシステムは XFS でフォーマットされています。

**重要**

Stratis は、Stratis を使用して作成したファイルシステムに関する情報を追跡し、XFS はそれを認識しません。また、XFS を使用して変更を行っても、自動的に Stratis に更新を作成しません。ユーザーは、Stratis が管理する XFS ファイルシステムを再フォーマットまたは再設定しないでください。

Stratis は、**/dev/stratis/my-pool/my-fs** パスにファイルシステムへのリンクを作成します。

**注記**

Stratis は、**dmsetup** リストと **/proc/partitions** ファイルに表示される多くの Device Mapper デバイスを使用します。同様に、**lsblk** コマンドの出力は、Stratis の内部の仕組みとレイヤーを反映します。

## 29.2. STRATIS ファイルシステムの削除

この手順では、既存の Stratis ファイルシステムを削除します。そこに保存されているデータは失われます。

### 前提条件

- Stratis がインストールされている。Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis ファイルシステムを作成している。Stratis ファイルシステムの作成 を参照してください。

### 手順

1. ファイルシステムをアンマウントします。

```
# umount /dev/stratis/my-pool/my-fs
```

2. ファイルシステムを破棄します。

```
# stratis filesystem destroy my-pool my-fs
```

3. ファイルシステムがもう存在しないことを確認します。

```
# stratis filesystem list my-pool
```

### 関連情報

- **stratis (8)** man ページ

## 29.3. STRATIS プールの削除

この手順では、既存の Stratis プールを削除します。そこに保存されているデータは失われます。

### 前提条件

- Stratis がインストールされている。Stratis のインストール を参照してください。
- **stratisd** サービスを実行している。
- Stratis プールを作成している。
  - 暗号化されていないプールを作成するには、暗号化されていない Stratis プールの作成 を参照してください。

- 暗号化されたプールを作成するには、暗号化された Stratis プールの作成 を参照してください。

**手順**

1. プールにあるファイルシステムのリストを表示します。

```
# stratis filesystem list my-pool
```

2. プール上のすべてのファイルシステムをアンマウントします。

```
# umount /dev/stratis/my-pool/my-fs-1 \
        /dev/stratis/my-pool/my-fs-2 \
        /dev/stratis/my-pool/my-fs-n
```

3. ファイルシステムを破棄します。

```
# stratis filesystem destroy my-pool my-fs-1 my-fs-2
```

4. プールを破棄します。

```
# stratis pool destroy my-pool
```

5. プールがなくなったことを確認します。

```
# stratis pool list
```

**関連情報**

- **stratis (8)** man ページ

## 29.4. 関連情報

- Stratis Storage の Web サイト