OpenShift Container Platform 4.13

専用のハードウェアおよびドライバーの有効化

OpenShift Container Platform でのハードウェアの有効化に関する説明

Last Updated: 2024-04-19

OpenShift Container Platform 4.13 専用のハードウェアおよびドライバーの有効化

OpenShift Container Platform でのハードウェアの有効化に関する説明

法律上の通知

概要

本書では、OpenShift Container Platform でのハードウェアの有効化に関して解説します。

目次

第1章 専用のハードウェアおよびドライバーの有効化

Driver Toolkit (DTK) は、OpenShift Container Platform ペイロードのコンテナーイメージであり、ドライバーコンテナーを構築するベースイメージとして使用することが目的です。Driver Toolkit イメージには、カーネルモジュールをビルドまたはインストールするための依存関係として一般的に必要なカーネルパッケージと、ドライバーコンテナーに必要ないくつかのツールが含まれています。これらのパッケージのバージョンは、対応する OpenShift Container Platform リリースの RHCOS ノードで実行されているカーネルのバージョンと一致します。

ドライバーコンテナーは、コンテナーオペレーティングシステム (Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS)) でツリー外のカーネルモジュールとドライバーをビルドおよびデプロイメントするために使用されるコンテナーイメージです。カーネルモジュールおよびドライバーは、レベルの高い権限で、オペレーティングシステムカーネル内で実行されるソフトウェアライブラリーです。また、カーネル機能の拡張や、新しいデバイスの制御に必要なハードウェア固有のコードを提供します。例としては、field-programmable gate arrays (FPGA) や graphics processing units (GPU) などのハードウェアデバイスや、ソフトウェア定義のストレージソリューションなどがあります。これらはすべて、クライアントマシンでカーネルモジュールを必要とします。ドライバーコンテナーは、OpenShift Container Platform デプロイメントでこれらのテクノロジーを有効にするために使用されるソフトウェアスタックの最初の階層です。

第2章 ドライバーツールキット

Driver Toolkit について、およびドライバーコンテナーのベースイメージとしてそれを使用して、OpenShift Container Platform デプロイメントで特別なソフトウェアおよびハードウェアデバイスを有効にする方法について説明します。

2.1. DRIVER TOOLKIT について

背景情報
Driver Toolkit は、ドライバーコンテナーをビルドできるベースイメージとして使用する OpenShift Container Platform ペイロードのコンテナーイメージです。Driver Toolkit イメージには、カーネルモジュールをビルドまたはインストールするための依存関係として一般的に必要なカーネルパッケージと、ドライバーコンテナーに必要ないくつかのツールが含まれています。これらのパッケージのバージョンは、対応する OpenShift Container Platform リリースの Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS) ノードで実行されているカーネルバージョンと同じです。

ドライバーコンテナーは、RHCOS などのコンテナーオペレーティングシステムで out-of-tree カーネルモジュールをビルドしてデプロイするのに使用するコンテナーイメージです。カーネルモジュールおよびドライバーは、レベルの高い権限で、オペレーティングシステムカーネル内で実行されるソフトウェアライブラリーです。また、カーネル機能の拡張や、新しいデバイスの制御に必要なハードウェア固有のコードを提供します。例として、Field Programmable Gate Arrays (FPGA) または GPU などのハードウェアデバイスや、クライアントマシンでカーネルモジュールを必要とする Lustre parallel ファイルシステムなどのソフトウェア定義のストレージ (SDS) ソリューションなどがあります。ドライバーコンテナーは、Kubernetes でこれらの技術を有効にするために使用されるソフトウェアスタックの最初の層です。

Driver Toolkit のカーネルパッケージのリストには、以下とその依存関係が含まれます。

- **kernel-core**
- **kernel-devel**
- **kernel-headers**
- **kernel-modules**
- **kernel-modules-extra**

また、Driver Toolkit には、対応するリアルタイムカーネルパッケージも含まれています。

- **kernel-rt-core**
- **kernel-rt-devel**
- **kernel-rt-modules**
- **kernel-rt-modules-extra**

Driver Toolkit には、カーネルモジュールのビルドおよびインストールに一般的に必要となるツールが複数あります。たとえば、以下が含まれます。

- **elfutils-libelf-devel**
- **kmod**
- **binutilskabi-dw**

- **kernel-abi-whitelists**
- 上記の依存関係

目的
Driver Toolkit がリリースされる前は、エンタイトルメントのあるビルド を使用するか、ホストの **machine-os-content** のカーネル RPM からインストールして、Pod またはビルド設定のカーネルパッケージを OpenShift Container Platform にインストールできていました。Driver Toolkit を使用すると、エンタイトルメントステップがなくなりプロセスが単純化され、Pod で machine-os-content にアクセスする特権操作を回避できます。Driver Toolkit は、プレリリース済みの OpenShift Container Platform バージョンにアクセスできるパートナーも使用でき、今後の OpenShift Container Platform リリース用にハードウェアデバイスのドライバーコンテナーを事前にビルドできます。

Driver Toolkit は Kernel Module Management (KMM) でも使用されます。Kernel Module Management (KMM) は、現在 OperatorHub でコミュニティー Operator として利用できます。KMM は、out-of-tree およびサードパーティーのカーネルドライバー、および基礎となるオペレーティングシステムのサポートソフトウェアをサポートします。ユーザーは、KMM のレシピを作成してドライバーコンテナーを構築してデプロイしたり、デバイスプラグインやメトリックなどのソフトウェアをサポートしたりできます。モジュールには、ビルド設定を追加して、Driver Toolkit をベースにドライバーコンテナーをビルドできます。または KMM で事前ビルドされたドライバーコンテナーをデプロイできます。

2.2. DRIVER TOOLKIT コンテナーイメージのプル

driver-toolkit イメージは、Red Hat Ecosystem Catalog および OpenShift Container Platform リリースペイロードのコンテナーイメージ セクションから入手できます。OpenShift Container Platform の最新のマイナーリリースに対応するイメージは、カタログのバージョン番号でタグ付けされます。特定のリリースのイメージ URL は、**oc adm** CLI コマンドを使用して確認できます。

2.2.1. registry.redhat.io からの Driver Toolkit コンテナーイメージのプル

podman または OpenShift Container Platform を使用して **registry.redhat.io** から **driver-toolkit** イメージをプルする手順は、Red Hat Ecosystem Catalog を参照してください。最新のマイナーリリースのドライバーツールキットイメージは、**registry.redhat.io** のマイナーリリースバージョンでタグ付けされます (例: **registry.redhat.io/openshift4/driver-toolkit-rhel8:v4.13**)。

2.2.2. ペイロードでの Driver Toolkit イメージ URL の検索

前提条件

- Red Hat OpenShift Cluster Manager からイメージプルシークレットを 取得している。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。

手順

1. **oc adm** コマンドを使用して、特定のリリースに対応する **driver-toolkit** のイメージ URL を抽出します。
   - x86 イメージの場合、コマンドは次のとおりです。

     ```
     $ oc adm release info quay.io/openshift-release-dev/ocp-release:4.13.z-x86_64 --image-for=driver-toolkit
     ```

   - ARM イメージの場合、コマンドは次のとおりです。

```
$ oc adm release info quay.io/openshift-release-dev/ocp-release:4.13.z-aarch64 --
image-for=driver-toolkit
```

出力例

ocp-release:4.13.0-x86_64 イメージの出力は次のとおりです。

```
quay.io/openshift-release-dev/ocp-v4.0-art-
dev@sha256:b53883ca2bac5925857148c4a1abc300ced96c222498e3bc134fe7ce3a1dd404
```

2. OpenShift Container Platform のインストールに必要なプルシークレットなど、有効なプルシークレットを使用してこのイメージを取得します。

```
$ podman pull --authfile=path/to/pullsecret.json quay.io/openshift-release-dev/ocp-v4.0-art-
dev@sha256:<SHA>
```

2.3. DRIVER TOOLKIT の使用

たとえば、Driver Toolkit は **simple-kmod** と呼ばれる単純なカーネルモジュールを構築するベースイメージとして使用できます。

注記

Driver Toolkit には、カーネルモジュールに署名するために必要な依存関係である **openssl**、**mokutil**、および **keyutils** が含まれています。ただし、この例では、**simple-kmod** カーネルモジュールは署名されていないため、**Secure Boot** が有効になっているシステムにはロードできません。

2.3.1. クラスターでの simple-kmod ドライバーコンテナーをビルドし、実行します。

前提条件

- OpenShift Container Platform クラスターが実行中である。
- クラスターのイメージレジストリー Operator の状態を **Managed** に設定している。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限があるユーザーとして OpenShift CLI にログインしている。

手順

namespace を作成します。以下に例を示します。

```
$ oc new-project simple-kmod-demo
```

1. YAML は、**simple-kmod** ドライバーコンテナーイメージを保存する **ImageStream** と、コンテナーをビルドする **BuildConfig** を定義します。この YAML を **0000-buildconfig.yaml.template** として保存します。

```
apiVersion: image.openshift.io/v1
kind: ImageStream
metadata:
```

```
  labels:
    app: simple-kmod-driver-container
  name: simple-kmod-driver-container
  namespace: simple-kmod-demo
spec: {}
---
apiVersion: build.openshift.io/v1
kind: BuildConfig
metadata:
  labels:
    app: simple-kmod-driver-build
  name: simple-kmod-driver-build
  namespace: simple-kmod-demo
spec:
  nodeSelector:
    node-role.kubernetes.io/worker: ""
  runPolicy: "Serial"
  triggers:
    - type: "ConfigChange"
    - type: "ImageChange"
  source:
    dockerfile: |
      ARG DTK
      FROM ${DTK} as builder

      ARG KVER

      WORKDIR /build/

      RUN git clone https://github.com/openshift-psap/simple-kmod.git

      WORKDIR /build/simple-kmod

      RUN make all install KVER=${KVER}

      FROM registry.redhat.io/ubi8/ubi-minimal

      ARG KVER

      # Required for installing `modprobe`
      RUN microdnf install kmod

      COPY --from=builder /lib/modules/${KVER}/simple-kmod.ko /lib/modules/${KVER}/
      COPY --from=builder /lib/modules/${KVER}/simple-procfs-kmod.ko
/lib/modules/${KVER}/
      RUN depmod ${KVER}
  strategy:
    dockerStrategy:
      buildArgs:
        - name: KMODVER
          value: DEMO
          # $ oc adm release info quay.io/openshift-release-dev/ocp-release:<cluster version>-
x86_64 --image-for=driver-toolkit
        - name: DTK
          value: quay.io/openshift-release-dev/ocp-v4.0-art-
dev@sha256:34864ccd2f4b6e385705a730864c04a40908e57acede44457a783d739e377cae
```

```
      - name: KVER
        value: 4.18.0-372.26.1.el8_6.x86_64
  output:
    to:
      kind: ImageStreamTag
      name: simple-kmod-driver-container:demo
```

2. 以下のコマンドで、DRIVER_TOOLKIT_IMAGE の代わりに、実行中の OpenShift Container Platform バージョンのドライバーツールキットイメージを置き換えます。

```
$ OCP_VERSION=$(oc get clusterversion/version -ojsonpath={.status.desired.version})
```

```
$ DRIVER_TOOLKIT_IMAGE=$(oc adm release info $OCP_VERSION --image-for=driver-toolkit)
```

```
$ sed "s#DRIVER_TOOLKIT_IMAGE#${DRIVER_TOOLKIT_IMAGE}#" 0000-buildconfig.yaml.template > 0000-buildconfig.yaml
```

3. 以下でイメージストリームおよびビルド設定を作成します。

```
$ oc create -f 0000-buildconfig.yaml
```

4. ビルダー Pod が正常に完了したら、ドライバーコンテナーイメージを **DaemonSet** としてデプロイします。

   a. ホスト上でカーネルモジュールを読み込むには、特権付きセキュリティーコンテキストでドライバーコンテナーを実行する必要があります。以下の YAML ファイルには、ドライバーコンテナーを実行するための RBAC ルールおよび **DaemonSet** が含まれます。この YAML を **1000-drivercontainer.yaml** として保存し ます。

```
apiVersion: v1
kind: ServiceAccount
metadata:
  name: simple-kmod-driver-container
---
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: Role
metadata:
  name: simple-kmod-driver-container
rules:
- apiGroups:
  - security.openshift.io
  resources:
  - securitycontextconstraints
  verbs:
  - use
  resourceNames:
  - privileged
---
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: RoleBinding
metadata:
  name: simple-kmod-driver-container
roleRef:
```

```
  apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
  kind: Role
  name: simple-kmod-driver-container
subjects:
- kind: ServiceAccount
  name: simple-kmod-driver-container
userNames:
- system:serviceaccount:simple-kmod-demo:simple-kmod-driver-container
---
apiVersion: apps/v1
kind: DaemonSet
metadata:
  name: simple-kmod-driver-container
spec:
  selector:
    matchLabels:
      app: simple-kmod-driver-container
  template:
    metadata:
      labels:
        app: simple-kmod-driver-container
    spec:
      serviceAccount: simple-kmod-driver-container
      serviceAccountName: simple-kmod-driver-container
      containers:
      - image: image-registry.openshift-image-registry.svc:5000/simple-kmod-
demo/simple-kmod-driver-container:demo
        name: simple-kmod-driver-container
        imagePullPolicy: Always
        command: [sleep, infinity]
        lifecycle:
          postStart:
            exec:
              command: ["modprobe", "-v", "-a" , "simple-kmod", "simple-procfs-kmod"]
          preStop:
            exec:
              command: ["modprobe", "-r", "-a" , "simple-kmod", "simple-procfs-kmod"]
        securityContext:
          privileged: true
      nodeSelector:
        node-role.kubernetes.io/worker: ""
```

b. RBAC ルールおよびデーモンセットを作成します。

```
$ oc create -f 1000-drivercontainer.yaml
```

5. Pod がワーカーノードで実行された後に、**simple_kmod** カーネルモジュールが **lsmod** のホストマシンで正常に読み込まれることを確認します。

a. Pod が実行されていることを確認します。

```
$ oc get pod -n simple-kmod-demo
```

出力例

```
NAME                                  READY   STATUS      RESTARTS   AGE
simple-kmod-driver-build-1-build      0/1     Completed   0          6m
simple-kmod-driver-container-b22fd    1/1     Running     0          40s
simple-kmod-driver-container-jz9vn    1/1     Running     0          40s
simple-kmod-driver-container-p45cc    1/1     Running     0          40s
```

b. ドライバーコンテナー Pod で **lsmod** コマンドを実行します。

```
$ oc exec -it pod/simple-kmod-driver-container-p45cc -- lsmod | grep simple
```

出力例

```
simple_procfs_kmod     16384  0
simple_kmod            16384  0
```

2.4. 関連情報

- クラスターのレジストリーストレージの設定に関する詳細は、OpenShift Container Platform のイメージレジストリー Operator を参照してください。

第3章 NODE FEATURE DISCOVERY OPERATOR

Node Feature Discovery (NFD) Operator および、これを使用して Node Feature Discovery (ハードウェア機能やシステム設定を検出するための Kubernetes アドオン) をオーケストレーションしてノードレベルの情報を公開する方法を説明します。

3.1. NODE FEATURE DISCOVERY OPERATOR について

Node Feature Discovery Operator (NFD) は、ハードウェア固有の情報でノードにラベルを付け、OpenShift Container Platform クラスターのハードウェア機能と設定の検出を管理します。NFD は、PCI カード、カーネル、オペレーティングシステムのバージョンなど、ノード固有の属性でホストにラベルを付けます。

NFD Operator は、Node Feature Discovery と検索して Operator Hub で確認できます。

3.2. NODE FEATURE DISCOVERY OPERATOR のインストール

Node Feature Discovery (NFD) Operator は、NFD デーモンセットの実行に必要なすべてのリソースをオーケストレーションします。クラスター管理者は、OpenShift Container Platform CLI または Web コンソールを使用して NFD Operator をインストールできます。

3.2.1. CLI を使用した NFD Operator のインストール

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

前提条件

- OpenShift Container Platform クラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインしている。

手順

1. NFD Operator の namespace を作成します。
   a. **openshift-nfd** namespace を定義する以下の **Namespace** カスタムリソース (CR) を作成し、YAML を **nfd-namespace.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: openshift-nfd
```

   b. 以下のコマンドを実行して namespace を作成します。

```
$ oc create -f nfd-namespace.yaml
```

2. 以下のオブジェクトを作成して、直前の手順で作成した namespace に NFD Operator をインストールします。
   a. 以下の **OperatorGroup** CR を作成し、YAML を **nfd-operatorgroup.yaml** ファイルに保存します。

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

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

```
$ oc create -f nfd-operatorgroup.yaml
```

c. 以下の **Subscription** CR を作成し、YAML を **nfd-sub.yaml** ファイルに保存します。

Subscription の例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: nfd
  namespace: openshift-nfd
spec:
  channel: "stable"
  installPlanApproval: Automatic
  name: nfd
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
```

d. 以下のコマンドを実行して Subscription オブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f nfd-sub.yaml
```

e. **openshift-nfd** プロジェクトに切り替えます。

```
$ oc project openshift-nfd
```

検証

- Operator のデプロイメントが正常に行われたことを確認するには、以下を実行します。

```
$ oc get pods
```

出力例

```
NAME                                  READY   STATUS    RESTARTS   AGE
nfd-controller-manager-7f86ccfb58-vgr4x   2/2     Running   0          10m
```

正常にデプロイされると、**Running** ステータスが表示されます。

3.2.2. Web コンソールでの NFD Operator のインストール

クラスター管理者は、Web コンソールを使用して NFD Operator をインストールできます。

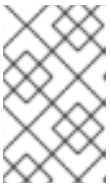
手順

1. OpenShift Container Platform Web コンソールで、**Operators → OperatorHub** をクリックします。
2. 利用可能な Operator の一覧から **Node Feature Discovery** を選択してから **Install** をクリックします。
3. **Install Operator** ページで **A specific namespace on the cluster**を選択し、**Install** をクリックします。namespace が作成されるため、これを作成する必要はありません。

検証

以下のように、NFD Operator が正常にインストールされていることを確認します。

1. **Operators → Installed Operators** ページに移動します。
2. **Status** が **InstallSucceeded** の **Node Feature Discovery** が **openshift-nfd** プロジェクトにリスト表示され ていることを確認します。



注記

インストール時に、 Operator は **Failed** ステータスを表示する可能性があります。インストールが後に **InstallSucceeded** メッセージを出して正常に実行される場合は、**Failed** メッセージを無視できます。

トラブルシューティング

Operator がインストール済みとして表示されない場合に、さらにトラブルシューティングを実行します。

1. **Operators → Installed Operators** ページに移動し、**Operator Subscriptions** および **Install Plans** タブで **Status** にエラーがあるかどうかを検査します。
2. **Workloads → Pods** ページに移動し、**openshift-nfd** プロジェクトで Pod のログを確認します。

3.3. NODE FEATURE DISCOVERY OPERATOR の使用

Node Feature Discovery (NFD) Operator は、**NodeFeatureDiscovery** CR を監視して Node-Feature-Discovery デーモンセットの実行に必要な全リソースをオーケストレーションします。**NodeFeatureDiscovery** CR に基づいて、Operator は任意の namespace にオペランド (NFD) コンポーネントを作成します。CR を編集して、他にあるオプションの中から、別の **namespace**、**image**、**imagePullPolicy**、および **nfd-worker-conf** を選択できます。

クラスター管理者は、OpenShift Container Platform CLI または Web コンソールを使用して **NodeFeatureDiscovery** を作成できます。

3.3.1. CLI を使用した NodeFeatureDiscovery インスタンスの作成

クラスター管理者は、CLI を使用して **NodeFeatureDiscovery** CR インスタンスを作成できます。

前提条件

- OpenShift Container Platform クラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインしている。
- NFD Operator をインストールしている。

手順

1. 以下の **NodeFeatureDiscovery** カスタムリソース (CR) を作成し、YAML を NodeFeatureDiscovery **.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: nfd.openshift.io/v1
kind: NodeFeatureDiscovery
metadata:
  name: nfd-instance
  namespace: openshift-nfd
spec:
  instance: "" # instance is empty by default
  topologyupdater: false # False by default
  operand:
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-node-feature-discovery:v4.13
    imagePullPolicy: Always
  workerConfig:
    configData: |
      core:
      #  labelWhiteList:
      #  noPublish: false
        sleepInterval: 60s
      #  sources: [all]
      #  klog:
      #    addDirHeader: false
      #    alsologtostderr: false
      #    logBacktraceAt:
      #    logtostderr: true
      #    skipHeaders: false
      #    stderrthreshold: 2
      #    v: 0
      #    vmodule:
      ##   NOTE: the following options are not dynamically run-time configurable
      ##         and require a nfd-worker restart to take effect after being changed
      #    logDir:
      #    logFile:
      #    logFileMaxSize: 1800
      #    skipLogHeaders: false
      sources:
        cpu:
          cpuid:
      #     NOTE: whitelist has priority over blacklist
            attributeBlacklist:
              - "BMI1"
              - "BMI2"
              - "CLMUL"
              - "CMOV"
              - "CX16"
```

```
            - "ERMS"
            - "F16C"
            - "HTT"
            - "LZCNT"
            - "MMX"
            - "MMXEXT"
            - "NX"
            - "POPCNT"
            - "RDRAND"
            - "RDSEED"
            - "RDTSCP"
            - "SGX"
            - "SSE"
            - "SSE2"
            - "SSE3"
            - "SSE4.1"
            - "SSE4.2"
            - "SSSE3"
          attributeWhitelist:
      kernel:
        kconfigFile: "/path/to/kconfig"
        configOpts:
          - "NO_HZ"
          - "X86"
          - "DMI"
      pci:
        deviceClassWhitelist:
          - "0200"
          - "03"
          - "12"
        deviceLabelFields:
          - "class"
  customConfig:
    configData: |
        - name: "more.kernel.features"
          matchOn:
          - loadedKMod: ["example_kmod3"]
```

NFD ワーカーをカスタマイズする方法は、nfd-worker の設定ファイルリファレンス を参照してください。

1. 以下のコマンドを実行し、**NodeFeatureDiscovery** CR インスタンスを作成します。

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

検証

- インスタンスが作成されたことを確認するには、以下を実行します。

```
$ oc get pods
```

出力例

```
NAME                                  READY   STATUS    RESTARTS   AGE
```

```
nfd-controller-manager-7f86ccfb58-vgr4x  2/2     Running   0          11m
nfd-master-hcn64                         1/1     Running   0          60s
nfd-master-lnnxx                         1/1     Running   0          60s
nfd-master-mp6hr                         1/1     Running   0          60s
nfd-worker-vgcz9                         1/1     Running   0          60s
nfd-worker-xqbws                         1/1     Running   0          60s
```

正常にデプロイされると、**Running** ステータスが表示されます。

3.3.2. Web コンソールを使用した NodeFeatureDiscovery CR の作成

手順

1. **Operators → Installed Operators** ページに移動します。
2. **Node Feature Discovery** を見つけ、**Provided APIs** でボックスを表示します。
3. **Create instance** をクリックします。
4. **NodeFeatureDiscovery** CR の値を編集します。
5. **Create** をクリックします。

3.4. NODE FEATURE DISCOVERY OPERATOR の設定

3.4.1. コア

core セクションには、共通の設定が含まれており、これは特定の機能ソースに固有のものではありません。

core.sleepInterval
core.sleepInterval は、次に機能検出または再検出するまでの間隔を指定するので、ノードの再ラベル付けの間隔も指定します。正の値以外は、無限のスリープ状態を意味するので、再検出や再ラベル付けは行われません。

この値は、指定されている場合は、非推奨の **--sleep-interval** コマンドラインフラグで上書きされます。

使用例

```
core:
  sleepInterval: 60s 1
```

デフォルト値は **60s** です。

core.sources
core.sources は、有効な機能ソースのリストを指定します。特殊な値 **all** はすべての機能ソースを有効にします。

この値は、指定されている場合は非推奨の **--sources** コマンドラインフラグにより上書きされます。

デフォルト: **[all]**

使用例

```
core:
  sources:
    - system
    - custom
```

core.labelWhiteList
core.labelWhiteList は、正規表現を指定してラベル名に基づいて機能ラベルをフィルターします。一致しないラベルは公開されません。

正規表現は、ラベルのベース名 ('/' の後に名前の一部) だけを照合します。ラベルの接頭辞または namespace は省略されます。

この値は、指定されている場合は、非推奨の **--label-whitelist** コマンドラインフラグで上書きされます。

デフォルト: **null**

使用例

```
core:
  labelWhiteList: '^cpu-cpuid'
```

core.noPublish
core.noPublish を **true** に設定すると、**nfd-master** による全通信が無効になります。これは実質的にはドライランフラグです。**nfd-worker** は通常通り機能検出を実行しますが、ラベル付け要求は **nfd-master** に送信されます。

この値は、指定されている場合には、**--no-publish** コマンドラインフラグにより上書きされます。

例:

使用例

```
core:
  noPublish: true (1)
```

デフォルト値は **false** です。

core.klog
以下のオプションは、実行時にほとんどを動的に調整できるロガー設定を指定します。

ロガーオプションはコマンドラインフラグを使用して指定することもできますが、対応する設定ファイルオプションよりもこちらが優先されます。

core.klog.addDirHeader
true に設定すると、**core.klog.addDirHeader** がファイルディレクトリーをログメッセージのヘッダーに追加します。

デフォルト: **false**

ランタイム設定可能: yes

core.klog.alsologtostderr
標準エラーおよびファイルにロギングします。

デフォルト: **false**

ランタイム設定可能: yes

core.klog.logBacktraceAt
file:N の行にロギングが到達すると、スタックストレースを出力します。

デフォルト: **empty**

ランタイム設定可能: yes

core.klog.logDir
空でない場合は、このディレクトリーにログファイルを書き込みます。

デフォルト: **empty**

ランタイム設定可能: no

core.klog.logFile
空でない場合は、このログファイルを使用します。

デフォルト: **empty**

ランタイム設定可能: no

core.klog.logFileMaxSize
core.klog.logFileMaxSize は、ログファイルの最大サイズを定義します。単位はメガバイトです。値が **0** の場合には、最大ファイルサイズは無制限になります。

デフォルト: **1800**

ランタイム設定可能: no

core.klog.logtostderr
ファイルの代わりに標準エラーにログを記録します。

デフォルト: **true**

ランタイム設定可能: yes

core.klog.skipHeaders
core.klog.skipHeaders が **true** に設定されている場合には、ログメッセージでヘッダー接頭辞を使用しません。

デフォルト: **false**

ランタイム設定可能: yes

core.klog.skipLogHeaders
core.klog.skipLogHeaders が **true** に設定されている場合は、ログファイルを表示する時にヘッダーは使用されません。

デフォルト: **false**

ランタイム設定可能: no

core.klog.stderrthreshold
このしきい値以上のログは stderr になります。

デフォルト: **2**

ランタイム設定可能: yes

core.klog.v
core.klog.v はログレベルの詳細度の数値です。

デフォルト: **0**

ランタイム設定可能: yes

core.klog.vmodule
core.klog.vmodule は、ファイルでフィルターされたロギングの **pattern=N** 設定 (コンマ区切りのリスト) です。

デフォルト: **empty**

ランタイム設定可能: yes

3.4.2. ソース

sources セクションには、機能ソース固有の設定パラメーターが含まれます。

sources.cpu.cpuid.attributeBlacklist
このオプションに記述されている **cpuid** 機能は公開されません。

この値は、指定されている場合は **source.cpu.cpuid.attributeWhitelist** によって上書きされます。

デフォルト: **[BMI1, BMI2, CLMUL, CMOV, CX16, ERMS, F16C, HTT, LZCNT, MMX, MMXEXT, NX, POPCNT, RDRAND, RDSEED, RDTSCP, SGX, SGXLC, SSE, SSE2, SSE3, SSE4.1, SSE4.2, SSSE3]**

使用例

```
sources:
  cpu:
    cpuid:
      attributeBlacklist: [MMX, MMXEXT]
```

sources.cpu.cpuid.attributeWhitelist
このオプションに記述されている **cpuid** 機能のみを公開します。

sources.cpu.cpuid.attributeWhitelist は **sources.cpu.cpuid.attributeBlacklist** よりも優先されます。

デフォルト: **empty**

使用例

```
sources:
  cpu:
    cpuid:
      attributeWhitelist: [AVX512BW, AVX512CD, AVX512DQ, AVX512F, AVX512VL]
```

sources.kernel.kconfigFile
sources.kernel.kconfigFile は、カーネル設定ファイルのパスです。空の場合には、NFD は一般的な標準場所で検索を実行します。

デフォルト: **empty**

使用例

```
sources:
  kernel:
    kconfigFile: "/path/to/kconfig"
```

sources.kernel.configOpts
sources.kernel.configOpts は、機能ラベルとして公開するカーネル設定オプションを表します。

デフォルト: **[NO_HZ、NO_HZ_IDLE、NO_HZ_FULL、PREEMPT]**

使用例

```
sources:
  kernel:
    configOpts: [NO_HZ, X86, DMI]
```

sources.pci.deviceClassWhitelist
sources.pci.deviceClassWhitelist は、ラベルを公開する PCI デバイスクラス ID の一覧です。メインクラスとしてのみ (例: **03**) か、完全なクラスサブクラスの組み合わせ (例: **0300**) として指定できます。前者は、すべてのサブクラスが許可されていることを意味します。ラベルの形式は、**deviceLabelFields** でさらに設定できます。

デフォルト: **["03", "0b40", "12"]**

使用例

```
sources:
  pci:
    deviceClassWhitelist: ["0200", "03"]
```

sources.pci.deviceLabelFields
sources.pci.deviceLabelFields は、機能ラベルの名前を構築する時に使用する PCI ID フィールドのセットです。有効なフィールドは **class**、**vendor**、**device**、**subsystem_vendor** および **subsystem_device** です。

デフォルト: **[class, vendor]**

使用例

```
sources:
  pci:
    deviceLabelFields: [class, vendor, device]
```

上記の設定例では、NFD は **feature.node.kubernetes.io/pci-<class-id>_<vendor-id>_<device-id>.present=true** などのラベルを公開します。

sources.usb.deviceClassWhitelist
sources.usb.deviceClassWhitelist は、機能ラベルを公開する USB デバイスクラス ID の一覧です。ラベルの形式は、**deviceLabelFields** でさらに設定できます。

デフォルト: **["0e", "ef", "fe", "ff"]**

使用例

```
sources:
  usb:
    deviceClassWhitelist: ["ef", "ff"]
```

sources.usb.deviceLabelFields
sources.usb.deviceLabelFields は、機能ラベルの名前を作成する USB ID フィールドのセットです。有効なフィールドは **class**、**vendor**、および **device** です。

デフォルト: **[class, vendor, device]**

使用例

```
sources:
  pci:
    deviceLabelFields: [class, vendor]
```

上記の設定例では、NFD は **feature.node.kubernetes.io/usb-<class-id>_<vendor-id>.present=true** などのラベルを公開します。

sources.custom
sources.custom は、ユーザー固有のラベルを作成するためにカスタム機能ソースで処理するルールの一覧です。

デフォルト: **empty**

使用例

```
source:
  custom:
  - name: "my.custom.feature"
    matchOn:
    - loadedKMod: ["e1000e"]
    - pciId:
        class: ["0200"]
        vendor: ["8086"]
```

3.5. NODEFEATURERULE カスタムリソースについて

NodeFeatureRule オブジェクトは、ノードに対するルールベースのカスタムラベル付け用に設計された **NodeFeatureDiscovery** カスタムリソースです。一部のユースケースには、デバイス固有ラベルを作成するための、ハードウェアベンダーによるアプリケーション固有のラベル付けまたは配布が含まれます。

NodeFeatureRule オブジェクトを使用すると、ベンダー固有またはアプリケーション固有のラベルおよびテイントを作成できます。柔軟なルールベースのメカニズムを使用して、ラベルを作成し、オプションでノードの機能に基づきテイントを作成します。

3.6. NODEFEATURERULE カスタムリソースの使用

一連のルールが条件に一致する場合にノードにラベルを付ける **NodeFeatureRule** オブジェクトを作成します。

手順

1. 次のテキストを含むカスタムリソースを、**nodefeaturerule.yaml** という名前で作成します。

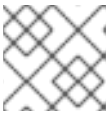
```
apiVersion: nfd.openshift.io/v1
kind: NodeFeatureRule
metadata:
  name: example-rule
spec:
  rules:
    - name: "example rule"
      labels:
        "example-custom-feature": "true"
      # Label is created if all of the rules below match
      matchFeatures:
        # Match if "veth" kernel module is loaded
        - feature: kernel.loadedmodule
          matchExpressions:
            veth: {op: Exists}
        # Match if any PCI device with vendor 8086 exists in the system
        - feature: pci.device
          matchExpressions:
            vendor: {op: In, value: ["8086"]}
```

このカスタムリソースは、**veth** モジュールがロードされ、ベンダーコードが **8086** の PCI デバイスがクラスター内に存在する場合にラベル付けするように指定します。

2. 次のコマンドを実行して、**nodefeaturerule.yaml** ファイルをクラスターに適用します。

```
$ oc apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-sigs/node-feature-discovery/v0.13.6/examples/nodefeaturerule.yaml
```

この例では、**veth** モジュールがロードされており、ベンダーコードが **8086** の PCI デバイスが存在するノードに機能ラベルを適用します。



注記

ラベルの再設定では、最大 1 分の遅延が発生する可能性があります。

3.7. NFD トポロジーアップデータの使用

Node Feature Discovery (NFD) Topology Updater は、ワーカーノードに割り当てられたリソースを調べるデーモンです。これは、ゾーンごとに新規 Pod に割り当てることができるリソースに対応し、ゾーンを Non-Uniform Memory Access (NUMA) ノードにすることができます。NFD Topology Updater は、情報を nfd-master に伝達します。これにより、クラスター内のすべてのワーカーノードに対応する**NodeResourceTopology**カスタムリソース (CR) が作成されます。NFD Topology Updater のインスタンスが 1 台、クラスターの各ノードで実行されます。

NFD で Topology Updater ワーカーを有効にするには **Node Feature Discovery Operator の使用** のセクションで説明されているように、**Node Feature Discovery CR** で **topologyupdater** 変数を **true** に設定します。

3.7.1. NodeResourceTopology CR

NFD Topology Updater を使用して実行すると、NFD は、次のようなノードリソースハードウェアトポロジーに対応するカスタムリソースインスタンスを作成します。

```
apiVersion: topology.node.k8s.io/v1alpha1
kind: NodeResourceTopology
metadata:
  name: node1
topologyPolicies: ["SingleNUMANodeContainerLevel"]
zones:
  - name: node-0
    type: Node
    resources:
      - name: cpu
        capacity: 20
        allocatable: 16
        available: 10
      - name: vendor/nic1
        capacity: 3
        allocatable: 3
        available: 3
  - name: node-1
    type: Node
    resources:
      - name: cpu
        capacity: 30
        allocatable: 30
        available: 15
      - name: vendor/nic2
        capacity: 6
        allocatable: 6
        available: 6
  - name: node-2
    type: Node
    resources:
      - name: cpu
        capacity: 30
        allocatable: 30
        available: 15
      - name: vendor/nic1
        capacity: 3
        allocatable: 3
        available: 3
```

3.7.2. NFD Topology Updater コマンドラインフラグ

使用可能なコマンドラインフラグを表示するには、**nfd-topology-updater-help** コマンドを実行します。たとえば、podman コンテナーで、次のコマンドを実行します。

```
$ podman run gcr.io/k8s-staging-nfd/node-feature-discovery:master nfd-topology-updater -help
```

-ca-file
-ca-file フラグは、**-cert-file** フラグおよび `-key-file` フラグとともに、NFD トポロジーアップデータで相互 TLS 認証を制御する 3 つのフラグの 1 つです。このフラグは、nfd-master の信頼性検証に使用する TLS ルート証明書を指定します。

デフォルト: empty

重要

-ca-file フラグは、**-cert-file** と **-key-file** フラグと一緒に指定する必要があります。

例

```
$ nfd-topology-updater -ca-file=/opt/nfd/ca.crt -cert-file=/opt/nfd/updater.crt -key-
file=/opt/nfd/updater.key
```

-cert-file
-cert-file フラグは、**-ca-file** と **-key-file flags** とともに、NFD トポロジーアップデータで相互 TLS 認証を制御する 3 つのフラグの 1 つです。このフラグは、送信要求の認証時に提示する TLS 証明書を指定します。

デフォルト: empty

重要

-cert-file フラグは、**-ca-file** と **-key-file** フラグと一緒に指定する必要があります。

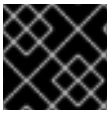
例

```
$ nfd-topology-updater -cert-file=/opt/nfd/updater.crt -key-file=/opt/nfd/updater.key -ca-
file=/opt/nfd/ca.crt
```

-h, -help
使用法を出力して終了します。

-key-file
-key-file フラグは、**-ca-file** と **-cert-file** フラグとともに、NFD Topology Updater で相互 TLS 認証を制御する 3 つのフラグの 1 つです。このフラグは、指定の証明書ファイルまたは **-cert-file** に対応する秘密鍵 (送信要求の認証に使用) を指定します。

デフォルト: empty



重要

-key-file フラグは、**-ca-file** と **-cert-file** フラグと一緒に指定する必要があります。

例

```
$ nfd-topology-updater -key-file=/opt/nfd/updater.key -cert-file=/opt/nfd/updater.crt -ca-
file=/opt/nfd/ca.crt
```

-kubelet-config-file
-kubelet-config-file は、Kubelet の設定ファイルへのパスを指定します。

デフォルト: **/host-var/lib/kubelet/config.yaml**

例

```
$ nfd-topology-updater -kubelet-config-file=/var/lib/kubelet/config.yaml
```

-no-publish
-no-publish フラグは、nfd-master とのすべての通信を無効にし、nfd-topology-updater のドライランフラグにします。NFD Topology Updater は、リソースハードウェアトポロジー検出を正常に実行しますが、CR 要求は nfd-master に送信されません。

デフォルト: **false**

例

```
$ nfd-topology-updater -no-publish
```

3.7.2.1. -oneshot

-oneshot フラグを使用すると、リソースハードウェアトポロジーの検出が 1 回行われた後も、NFD Topology Updater が終了します。

デフォルト: **false**

例

```
$ nfd-topology-updater -oneshot -no-publish
```

-podresources-socket
-podresources-socket フラグは、kubelet が gRPC サービスをエクスポートして使用中の CPU とデバイスを検出できるようにし、それらのメタデータを提供する Unix ソケットへのパスを指定します。

デフォルト: **/host-var/liblib/kubelet/pod-resources/kubelet.sock**

例

```
$ nfd-topology-updater -podresources-socket=/var/lib/kubelet/pod-resources/kubelet.sock
```

-server
-server フラグは、接続する nfd-master エンドポイントのアドレスを指定します。

デフォルト: **localhost:8080**

例

```
$ nfd-topology-updater -server=nfd-master.nfd.svc.cluster.local:443
```

-server-name-override
-server-name-override フラグは、nfd-master TLS 証明書から必要とされるコモンネーム (CN) を指定します。このフラグは、主に開発とデバッグを目的としています。

デフォルト: empty

例

```
$ nfd-topology-updater -server-name-override=localhost
```

-sleep-interval
-sleep-interval フラグは、リソースハードウェアトポロジーの再検査とカスタムリソースの更新の間隔を指定します。正でない値は、スリープ間隔が無限であることを意味し、再検出は行われません。

デフォルト: **60s**。

例

```
$ nfd-topology-updater -sleep-interval=1h
```

-version
バージョンを出力して終了します。

-watch-namespace
-watch-namespace フラグは namespace を指定して、指定された namespace で実行されている Pod に対してのみリソースハードウェアトポロジーの検査が行われるようにします。指定された namespace で実行されていない Pod は、リソースアカウンティングでは考慮されません。これは、テストとデバッグの目的で特に役立ちます。* 値は、全 namespace に含まれるすべての Pod がアカウンティングプロセス中に考慮されることを意味します。

デフォルト: *

例

```
$ nfd-topology-updater -watch-namespace=rte
```

第4章 KERNEL MODULE MANAGEMENT OPERATOR

Kernel Module Management (KMM) Operator について、およびそれを使用して out-of-tree のカーネルモジュールとデバイスプラグインを OpenShift Container Platform クラスターにデプロイする方法について説明します。

4.1. KERNEL MODULE MANAGEMENT OPERATOR について

Kernel Module Management (KMM) Operator は、OpenShift Container Platform クラスター上の out-of-tree のカーネルモジュールとデバイスプラグインを管理、ビルド、署名、およびデプロイします。

KMM は、ツリー外のカーネルモジュールとそれに関連するデバイスプラグインを記述する新しい **Module** CRD を追加します。**モジュール** リソースを使用して、モジュールをロードする方法を設定し、カーネルバージョンの **ModuleLoader** イメージを定義し、特定のカーネルバージョンのモジュールをビルドして署名するための指示を含めることができます。

KMM は、任意のカーネルモジュールに対して一度に複数のカーネルバージョンに対応できるように設計されているため、ノードのシームレスなアップグレードとアプリケーションのダウンタイムの削減が可能になります。

4.2. KERNEL MODULE MANAGEMENT OPERATOR のインストール

クラスター管理者は、OpenShift CLI または Web コンソールを使用して Kernel Module Management (KMM) Operator をインストールできます。

KMM Operator は、OpenShift Container Platform 4.12 以降でサポートされています。バージョン 4.11 に KMM をインストールする場合、特に追加手順は必要ありません。KMM をバージョン 4.10 以前にインストールする方法の詳細は、「以前のバージョンの OpenShift Container Platform への Kernel Module Management Operator のインストール」セクションを参照してください。

4.2.1. Web コンソールを使用した Kernel Module Management Operator のインストール

クラスター管理者は、OpenShift Container Platform Web コンソールを使用して Kernel Module Management (KMM) Operator をインストールできます。

手順

1. OpenShift Container Platform Web コンソールにログインします。
2. Kernel Module Management Operator をインストールします。
    a. OpenShift Container Platform Web コンソールで、**Operators → OperatorHub** をクリックします。
    b. 使用可能な Operator のリストから **Kernel Module Management Operator** を選択し、**Install** をクリックします。
    c. **Installed Namespace** リストから、**openshift-kmm** namespace を選択します。
    d. **Install** をクリックします。

検証

KMM Operator が正常にインストールされたことを確認するには、以下を実行します。

1. **Operators → Installed Operators** ページに移動します。
2. **Kernel Module Management Operator** が **openshift-kmm** プロジェクトにリストされ、**Status** が **InstallSucceeded** であることを確認します。

注記

インストール時に、Operator は **Failed** ステータスを表示する可能性があります。インストールが後に **InstallSucceeded** メッセージを出して正常に実行される場合は、**Failed** メッセージを無視できます。

トラブルシューティング

1. Operator のインストールに関する問題をトラブルシューティングするには、以下を実行します。
   a. **Operators → Installed Operators** ページに移動し、**Operator Subscriptions** および **Install Plans** タブで **Status** にエラーがあるかどうかを検査します。
   b. **Workloads → Pods** ページに移動し、**openshift-kmm** プロジェクトで Pod のログを確認します。

4.2.2. CLI を使用した Kernel Module Management Operator のインストール

クラスター管理者は、OpenShift CLI を使用して Kernel Module Management (KMM) Operator をインストールできます。

前提条件

- OpenShift Container Platform クラスターが実行中である。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限があるユーザーとして OpenShift CLI にログインしている。

手順

1. KMM を **openshift-kmm** namespace にインストールします。
   a. 次の **Namespace** CR を作成し、YAML ファイル (**kmm-namespace.yaml** など) を保存します。

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: openshift-kmm
```

   b. 次の **OperatorGroup** CR を作成し、YAML ファイル **(kmm-op-group.yaml** など) を保存します。

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: kernel-module-management
  namespace: openshift-kmm
```

c. 次の **Subscription** CR を作成し、YAML ファイル (**kmm-sub.yaml** など) を保存します。

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: kernel-module-management
  namespace: openshift-kmm
spec:
  channel: release-1.0
  installPlanApproval: Automatic
  name: kernel-module-management
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
  startingCSV: kernel-module-management.v1.0.0
```

d. 以下のコマンドを実行して Subscription オブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f kmm-sub.yaml
```

検証

- Operator のデプロイメントが正常に行われたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get -n openshift-kmm deployments.apps kmm-operator-controller-manager
```

出力例

```
NAME                              READY UP-TO-DATE  AVAILABLE AGE
kmm-operator-controller-manager   1/1   1           1         97s
```

Operator は利用可能です。

4.2.3. 以前のバージョンの OpenShift Container Platform への Kernel Module Management Operator のインストール

KMM Operator は、OpenShift Container Platform 4.12 以降でサポートされています。バージョン 4.10 以前では、新しい **SecurityContextConstraint** オブジェクトを作成し、それを Operator の **ServiceAccount** にバインドする必要があります。クラスター管理者は、OpenShift CLI を使用して Kernel Module Management (KMM) Operator をインストールできます。

前提条件

- OpenShift Container Platform クラスターが実行中である。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限があるユーザーとして OpenShift CLI にログインしている。

手順

1. KMM を **openshift-kmm** namespace にインストールします。

   a. 次の **Namespace** CR を作成し、YAML ファイル (**kmm-namespace.yaml** ファイルなど)

を保存します。

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: openshift-kmm
```

b. 次の **SecurityContextConstraint** オブジェクトを作成し、YAML ファイル **(kmm-security-constraint.yaml** など) を保存します。

```
allowHostDirVolumePlugin: false
allowHostIPC: false
allowHostNetwork: false
allowHostPID: false
allowHostPorts: false
allowPrivilegeEscalation: false
allowPrivilegedContainer: false
allowedCapabilities:
  - NET_BIND_SERVICE
apiVersion: security.openshift.io/v1
defaultAddCapabilities: null
fsGroup:
  type: MustRunAs
groups: []
kind: SecurityContextConstraints
metadata:
  name: restricted-v2
priority: null
readOnlyRootFilesystem: false
requiredDropCapabilities:
  - ALL
runAsUser:
  type: MustRunAsRange
seLinuxContext:
  type: MustRunAs
seccompProfiles:
  - runtime/default
supplementalGroups:
  type: RunAsAny
users: []
volumes:
  - configMap
  - downwardAPI
  - emptyDir
  - persistentVolumeClaim
  - projected
  - secret
```

c. 次のコマンドを実行して、**SecurityContextConstraint** オブジェクトを Operator の **ServiceAccount** にバインドします。

```
$ oc apply -f kmm-security-constraint.yaml
```

```
$ oc adm policy add-scc-to-user kmm-security-constraint -z kmm-operator-controller-manager -n openshift-kmm
```

d. 次の **OperatorGroup** CR を作成し、YAML ファイル **(kmm-op-group.yaml** など) を保存します。

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: kernel-module-management
  namespace: openshift-kmm
```

e. 次の **Subscription** CR を作成し、YAML ファイル (**kmm-sub.yaml** など) を保存します。

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: kernel-module-management
  namespace: openshift-kmm
spec:
  channel: release-1.0
  installPlanApproval: Automatic
  name: kernel-module-management
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
  startingCSV: kernel-module-management.v1.0.0
```

f. 以下のコマンドを実行して Subscription オブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f kmm-sub.yaml
```

検証

- Operator のデプロイメントが正常に行われたことを確認するには、次のコマンドを実行します。

```
$ oc get -n openshift-kmm deployments.apps kmm-operator-controller-manager
```

出力例

```
NAME                              READY UP-TO-DATE  AVAILABLE AGE
kmm-operator-controller-manager   1/1   1           1         97s
```

Operator は利用可能です。

4.3. KERNEL MODULE MANAGEMENT OPERATOR のアンインストール

KMM Operator のインストール方法に応じて、次のいずれかの手順を使用して、カーネルモジュール管理 (KMM) Operator をアンインストールします。

4.3.1. Red Hat カタログインストールのアンインストール

KMM が Red Hat カタログからインストールされた場合は、この手順を使用します。

手順

KMM Operator をアンインストールするには、次の方法を使用します。

- OpenShift コンソールの **Operators** -→ **Installed Operators** を使用して、Operator を見つけてアンインストールします。

注記

あるいは、KMM namespace の **Subscription** リソースを削除することもできます。

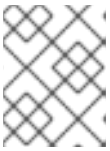
4.3.2. CLI インストールのアンインストール

KMM Operator が OpenShift CLI を使用してインストールされた場合は、このコマンドを使用します。

手順

- 次のコマンドを実行して、KMM Operator をアンインストールします。

```
$ oc delete -k https://github.com/rh-ecosystem-edge/kernel-module-management/config/default
```



注記

このコマンドを使用すると、**Module** CRD とクラスター内のすべての **Module** インスタンスが削除されます。

4.4. カーネルモジュールのデプロイ

Module リソースごとに、カーネルモジュール管理 (KMM) は多数の **DaemonSet** リソースを作成できます。

- クラスターで実行されている互換性のあるカーネルバージョンごとに 1 つの ModuleLoader **DaemonSet**。
- 1 つのデバイスプラグイン **DaemonSet** (設定されている場合)。

モジュールローダーデーモンは、カーネルモジュールをロードするために ModuleLoader イメージを実行するリソースを設定します。モジュールローダーイメージは、**.ko** ファイルと **modprobe** および **sleep** バイナリーの両方を含む OCI イメージです。

モジュールローダー Pod が作成されると、Pod は **modprobe** を実行して、指定されたモジュールをカーネルに挿入します。その後、終了するまでスリープ状態になります。その場合、**ExecPreStop** フックは **modprobe -r** を実行してカーネルモジュールをアンロードします。

モジュール リソースで **.spec.devicePlugin** 属性が設定されている場合、KMM はクラスター内に デバイスプラグイン デーモンセットを作成します。このデーモンセットは、以下を対象とします。

- **Module** リソースの **.spec.selector** に一致するノード。
- カーネルモジュールがロードされたノード (モジュールローダー Pod が **Ready** 状態にある場合)。

4.4.1. Module カスタムリソース定義

Module のカスタムリソース定義 (CRD) は、モジュールローダーイメージを介してクラスター内のすべてのノードまたは選択したノードにロードできるカーネルモジュールを表します。**Module** カスタムリソース (CR) は、互換性のある 1 つ以上のカーネルバージョンとノードセレクターを指定します。

Module リソースの互換性のあるバージョンは、**.spec.moduleLoader.container.kernelMappings** の下にリストされています。カーネルマッピングは、**literal** バージョンと一致するか、**regexp** を使用してそれらの多くを同時に一致させることができます。

Module リソースの調整ループでは、次の手順が実行されます。

1. **.spec.selector** に一致するすべてのノードをリスト表示します。
2. それらのノードで実行されているすべてのカーネルバージョンのセットを構築します。
3. 各カーネルバージョンで以下を実行します。
    a. **.spec.moduleLoader.container.kernelMappings** を調べて、適切なコンテナーイメージ名を見つけます。カーネルマッピングに **build** または **sign** が定義されていて、コンテナーイメージがまだ存在しない場合は、必要に応じてビルド、署名ジョブ、またはその両方を実行します。
    b. 前の手順で決定したコンテナーイメージを使用して、モジュールローダーデーモンセットを作成します。
    c. **.spec.devicePlugin** が定義されている場合は、**.spec.devicePlugin.container** で指定された設定を使用して、デバイスプラグインデーモンセットを作成します。
4. 以下で **garbage-collect** を実行します。
    a. クラスター内のどのノードでも実行されていないカーネルバージョンをターゲットとする既存のデーモンセットリソース。
    b. 成功したビルドジョブ。
    c. 成功した署名ジョブ。

4.4.2. カーネルモジュール間のソフト依存関係を設定する

一部の設定では、複数のカーネルモジュールがシンボルを通じて相互に直接依存していない場合でも、それらのモジュールを特定の順序でロードしなければ適切に動作しません。これはソフト依存関係と呼ばれています。**depmod** は通常、これらの依存関係を認識せず、生成するファイルには表示されません。たとえば、**mod_a** に **mod_b** に対するソフト依存関係がある場合、**modprobe mod_a** は **mod_b** をロードしません。

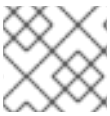
このような状況は、**modulesLoadingOrder** フィールドを使用してモジュールカスタムリソース定義 (CRD) でソフト依存関係を宣言することで解決できます。

```
# ...
spec:
  moduleLoader:
    container:
      modprobe:
        moduleName: mod_a
        dirName: /opt
        firmwarePath: /firmware
        parameters:
          - param=1
```

```
modulesLoadingOrder:
 - mod_a
 - mod_b
```

上記の設定では次のようになります。

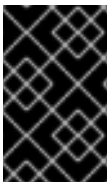
- ロードの順序は **mod_b**、次に **mod_a** です。
- アンロードの順序は **mod_a**、次に **mod_b** です。



注記

リストの最初の値は最後にロードされ、**moduleName** と等しくなければなりません。

4.4.3. セキュリティーおよびパーミッション



重要

カーネルモジュールのロードは、非常に機密性の高い操作です。それらがロードされると、カーネルモジュールには、ノード上であらゆる種類の操作を実行するためのすべての可能な権限が付与されます。

4.4.3.1. ServiceAccounts および SecurityContextConstraints

カーネルモジュール管理 (KMM) は、カーネルモジュールをノードにロードするための特権ワークロードを作成します。そのワークロードには、**privileged SecurityContextConstraint** (SCC) リソースの使用を許可された **ServiceAccounts** が必要です。

そのワークロードの承認モデルは、**Module** リソースの namespace とその仕様によって異なります。

- **.spec.moduleLoader.serviceAccountName** または **.spec.devicePlugin.serviceAccountName** フィールドが設定されている場合は常に使用されます。
- これらのフィールドが設定されていない場合:
  - **Module** リソースが Operator の namespace (デフォルトでは **openshift-kmm**) に作成される場合、KMM はそのデフォルトの強力な **ServiceAccounts** を使用してデーモンセットを実行します。
  - **Module** リソースが他の namespace で作成された場合、KMM はデーモンセットを namespace の **default ServiceAccount** として実行します。**Module** リソースは、**privileged** SCC の使用を手動で有効にしない限り、特権ワークロードを実行できません。

重要

openshift-kmm は信頼できる namespace です。

RBAC 権限を設定するときは、ユーザーまたは **ServiceAccount** が**openshift-kmm** namespace で **Module** リソースを作成すると、KMM がクラスター内のすべてのノードで特権ワークロードを自動的に実行することに注意してください。

ServiceAccount が **privileged** SCC を使用できるようにして、モジュールローダーまたはデバイスプラグイン Pod を実行できるようにするには、次のコマンドを使用します。

```
$ oc adm policy add-scc-to-user privileged -z "${serviceAccountName}" [ -n "${namespace}" ]
```

4.4.3.2. Pod のセキュリティー基準

OpenShift は、使用中のセキュリティーコンテキストに基づいて namespace Pod セキュリティーレベルを自動的に設定する同期メカニズムを実行します。アクションは不要です。

関連情報

- Pod セキュリティーアドミッションの理解と管理

4.5. ツリー内モジュールをツリー外モジュールに置き換える

カーネルモジュール管理 (KMM) を使用して、オンデマンドでカーネルにロードまたはアンロードできるカーネルモジュールを構築できます。これらのモジュールは、システムを再起動することなくカーネルの機能を拡張します。モジュールは、ビルトインまたは動的にロードされるように設定できます。

動的にロードされるモジュールには、ツリー内モジュールとツリー外 (OOT) モジュールが含まれます。ツリー内モジュールは、すでにカーネルの一部として Linux カーネルツリーの内部にあります。ツリー外モジュールは、Linux カーネルツリーの外側にあります。これらは通常、ツリー内で出荷されるカーネルモジュールの新しいバージョンのテストや、非互換性に対処するなど、開発およびテストの目的で作成されます。

KMM によってロードされる一部のモジュールは、ノードにすでにロードされているツリー内モジュールを置き換える可能性があります。モジュールをロードする前にツリー内モジュールをアンロードするには、**.spec.moduleLoader.container.inTreeModuleToRemove** フィールドを設定します。以下は、すべてのカーネルマッピングのモジュール置換の例です。

```
# ...
spec:
  moduleLoader:
    container:
      modprobe:
        moduleName: mod_a

      inTreeModuleToRemove: mod_b
```

この例では、**moduleLoader** Pod は、**moduleLoader** イメージから **mod_a** をロードする前に、**inTreeModuleToRemove** を使用してツリー内の **mod_b** をアンロードします。**moduleLoader`pod is terminated and `mod_a** がアンロードされても、**mod_b** は再ロードされません。

以下は、特定のカーネルマッピングのモジュール置換の例です。

```
# ...
spec:
  moduleLoader:
    container:
      kernelMappings:
```

```
    - literal: 6.0.15-300.fc37.x86_64
      containerImage: some.registry/org/my-kmod:6.0.15-300.fc37.x86_64
      inTreeModuleToRemove: <module_name>
```

関連情報

- Building a linux kernel module

4.5.1. モジュール CR の例

以下は、アノテーション付きの **Module** の例です。

```
apiVersion: kmm.sigs.x-k8s.io/v1beta1
kind: Module
metadata:
  name: <my_kmod>
spec:
  moduleLoader:
    container:
      modprobe:
        moduleName: <my_kmod> (1)
        dirName: /opt (2)
        firmwarePath: /firmware (3)
        parameters: (4)
          - param=1
      kernelMappings: (5)
        - literal: 6.0.15-300.fc37.x86_64
          containerImage: some.registry/org/my-kmod:6.0.15-300.fc37.x86_64
        - regexp: '^.+\fc37\.x86_64$' (6)
          containerImage: "some.other.registry/org/<my_kmod>:${KERNEL_FULL_VERSION}"
        - regexp: '^.+$' (7)
          containerImage: "some.registry/org/<my_kmod>:${KERNEL_FULL_VERSION}"
          build:
            buildArgs: (8)
              - name: ARG_NAME
                value: <some_value>
            secrets:
              - name: <some_kubernetes_secret> (9)
            baseImageRegistryTLS: (10)
              insecure: false
              insecureSkipTLSVerify: false (11)
            dockerfileConfigMap: (12)
              name: <my_kmod_dockerfile>
          sign:
            certSecret:
              name: <cert_secret> (13)
            keySecret:
              name: <key_secret> (14)
            filesToSign:
              - /opt/lib/modules/${KERNEL_FULL_VERSION}/<my_kmod>.ko
          registryTLS: (15)
            insecure: false (16)
            insecureSkipTLSVerify: false
```

```
  serviceAccountName: <sa_module_loader> 17
devicePlugin: 18
  container:
    image: some.registry/org/device-plugin:latest 19
    env:
      - name: MY_DEVICE_PLUGIN_ENV_VAR
        value: SOME_VALUE
    volumeMounts: 20
      - mountPath: /some/mountPath
        name: <device_plugin_volume>
  volumes: 21
    - name: <device_plugin_volume>
      configMap:
        name: <some_configmap>
  serviceAccountName: <sa_device_plugin> 22
imageRepoSecret: 23
  name: <secret_name>
selector:
  node-role.kubernetes.io/worker: ""
```

1 1 1 必須。

2 オプション。

3 オプション: **/firmware/*** をノード上の **/var/lib/firmware/** にコピーします。

4 オプション。

5 少なくとも 1 つのカーネル項目が必要です。

6 正規表現に一致するカーネルを実行しているノードごとに、KMM は **${KERNEL_FULL_VERSION}** をカーネルバージョンに置き換えて、**containerImage** で指定されたイメージを実行する **DaemonSet** リソースを作成します。

7 その他のカーネルの場合は、**my-kmod** ConfigMap の Dockerfile を使用してイメージをビルドします。

8 オプション。

9 オプション: **some-kubernetes-secret** の値 **は、/run/secrets/some-kubernetes-secret** のビルド環境から取得できます。

10 オプション: このパラメーターは使用しないでください。**true** に設定すると、ビルドはプレーン HTTP を使用して Dockerfile **FROM** 命令のイメージをプルできます。

11 オプション: このパラメーターは使用しないでください。**true** に設定すると、プレーン HTTP を使用して Dockerfile **FROM** 命令でイメージをプルするときに、ビルドは TLS サーバー証明書の検証をスキップします。

12 必須。

13 必須: 鍵 cert を持つ公開セキュアブート鍵を保持するシークレット。

14 必須: 'key' という鍵が含まれるセキュアブート秘密鍵を保持するシークレット。

15 オプション: このパラメーターは使用しないでください。**true** に設定すると、KMM はプレーン HTTP を使用してコンテナーイメージがすでに存在するかどうかを確認できます

HTTP を使用してコンテナーイメージがすでに存在するかどうかを確認できます。

16 オプション: このパラメーターは使用しないでください。**true** に設定すると、コンテナーイメージがすでに存在するかどうかを確認するときに、KMM は TLS サーバー証明書の検証をスキップします。

17 オプション。

18 オプション。

19 必須: デバイスプラグインセクションが存在する場合。

20 オプション。

21 オプション。

22 オプション。

23 オプション: モジュールローダーとデバイスプラグインイメージをプルするために使用されます。

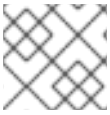
4.6. MODULELOADER イメージの使用

カーネルモジュール管理 (KMM) は、専用のモジュールローダーイメージで動作します。これらは、次の要件を満たす必要がある標準の OCI イメージです。

- **.ko** ファイルは **/opt/lib/modules/${KERNEL_VERSION}** に配置する必要があります。
- **modprobe** および **sleep** バイナリーは、**$PATH** 変数で定義する必要があります。

4.6.1. depmod の実行

モジュールローダーイメージに複数のカーネルモジュールが含まれており、モジュールの 1 つが別のモジュールに依存している場合は、ビルドプロセスの最後に **depmod** を実行して、依存関係とマップファイルを生成することを推奨します。



注記

kernel-devel パッケージをダウンロードするには、Red Hat Subscription が必要です。

手順

1. 特定のカーネルバージョンの **modules.dep** および **.map** ファイルを生成するには、**depmod -b/opt ${KERNEL_VERSION}** を実行します。

4.6.1.1. Dockerfile の例

OpenShift Container Platform でイメージをビルドする場合は、Driver Tool Kit (DTK) の使用を検討してください。

詳細は、資格のあるビルドの使用 を参照してください。

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
```

```
  name: kmm-ci-dockerfile
data:
  dockerfile: |
    ARG DTK_AUTO
    FROM ${DTK_AUTO} as builder
    ARG KERNEL_VERSION
    WORKDIR /usr/src
    RUN ["git", "clone", "https://github.com/rh-ecosystem-edge/kernel-module-management.git"]
    WORKDIR /usr/src/kernel-module-management/ci/kmm-kmod
    RUN KERNEL_SRC_DIR=/lib/modules/${KERNEL_VERSION}/build make all
    FROM registry.redhat.io/ubi9/ubi-minimal
    ARG KERNEL_VERSION
    RUN microdnf install kmod
    COPY --from=builder /usr/src/kernel-module-management/ci/kmm-kmod/kmm_ci_a.ko
/opt/lib/modules/${KERNEL_VERSION}/
    COPY --from=builder /usr/src/kernel-module-management/ci/kmm-kmod/kmm_ci_b.ko
/opt/lib/modules/${KERNEL_VERSION}/
    RUN depmod -b /opt ${KERNEL_VERSION}
```

関連情報

- ドライバーツールキット。

4.6.2. クラスターでのビルド

KMM は、クラスター内にモジュールローダーイメージを構築できます。次のガイドラインに従ってください。

- カーネルマッピングの build セクションを使用して **build** 命令を提供します。
- コンテナーイメージの **Dockerfile** を **ConfigMap** リソースの **dockerfile** キーの下にコピーします。
- **ConfigMap** が **Module** と同じ namespace にあることを確認します。

KMM は、**containerImage** フィールドで指定されたイメージ名が存在するかどうかを確認します。その場合、ビルドはスキップされます。

それ以外の場合、KMM は **Build** リソースを作成してイメージをビルドします。イメージがビルドされると、KMM はモジュールの調整を **Module** します。以下の例を参照してください。

```
# ...
- regexp: '^.+$'
  containerImage: "some.registry/org/<my_kmod>:${KERNEL_FULL_VERSION}"
  build:
    buildArgs: 1
      - name: ARG_NAME
        value: <some_value>
    secrets: 2
      - name: <some_kubernetes_secret> 3
    baseImageRegistryTLS:
      insecure: false 4
      insecureSkipTLSVerify: false 5
    dockerfileConfigMap: 6
```

```
    name: <my_kmod_dockerfile>
registryTLS:
  insecure: false 7
  insecureSkipTLSVerify: false 8
```

1. オプション。
2. オプション。
3. **/run/secrets/some-kubernetes-secret** としてビルド Pod にマウントされます。
4. オプション: このパラメーターは使用しないでください。**true** に設定すると、ビルドはプレーン HTTP を使用して Dockerfile **FROM** 命令でイメージをプルできます。
5. オプション: このパラメーターは使用しないでください。**true** に設定すると、プレーン HTTP を使用して Dockerfile **FROM** 命令でイメージをプルするときに、ビルドは TLS サーバー証明書の検証をスキップします。
6. 必須。
7. オプション: このパラメーターは使用しないでください。**true** に設定すると、KMM はプレーン HTTP を使用してコンテナーイメージがすでに存在するかどうかを確認できます。
8. オプション: このパラメーターは使用しないでください。**true** に設定すると、コンテナーイメージがすでに存在するかどうかを確認するときに、KMM は TLS サーバー証明書の検証をスキップします。

関連情報

- 設定リソースのビルド。

4.6.3. Driver Toolkit の使用

Driver Toolkit (DTK) は、ビルドモジュールローダーイメージをビルドするための便利なベースイメージです。これには、クラスターで現在実行されている OpenShift バージョンのツールとライブラリーが含まれています。

手順

マルチステージの **Dockerfile** の最初のステージとして DTK を使用します。

1. カーネルモジュールをビルドします。
2. **.ko** ファイルを **ubi-minimal** などの小さなエンドユーザーイメージにコピーします。
3. クラスター内ビルドで DTK を利用するには、**DTK_AUTO** ビルド引数を使用します。この値は、**Build** リソースの作成時に KMM によって自動的に設定されます。以下の例を参照してください。

```
ARG DTK_AUTO
FROM ${DTK_AUTO} as builder
ARG KERNEL_VERSION
WORKDIR /usr/src
RUN ["git", "clone", "https://github.com/rh-ecosystem-edge/kernel-module-management.git"]
WORKDIR /usr/src/kernel-module-management/ci/kmm-kmod
```

```
RUN KERNEL_SRC_DIR=/lib/modules/${KERNEL_VERSION}/build make all
FROM registry.redhat.io/ubi9/ubi-minimal
ARG KERNEL_VERSION
RUN microdnf install kmod
COPY --from=builder /usr/src/kernel-module-management/ci/kmm-kmod/kmm_ci_a.ko
/opt/lib/modules/${KERNEL_VERSION}/
COPY --from=builder /usr/src/kernel-module-management/ci/kmm-kmod/kmm_ci_b.ko
/opt/lib/modules/${KERNEL_VERSION}/
RUN depmod -b /opt ${KERNEL_VERSION}
```

関連情報

- ドライバーツールキット。

4.7. カーネルモジュール管理 (KMM) による署名の使用

セキュアブートが有効なシステムでは、すべてのカーネルモジュール (kmods) は、マシン所有者の鍵 (MOK) データベースに登録された公開/秘密鍵のペアで署名する必要があります。ディストリビューションの一部として配布されるドライバーは、ディストリビューションの秘密鍵によってすでに署名されている必要がありますが、ツリー外でビルドされたカーネルモジュールの場合、KMM はカーネルマッピングの **sign** セクションを使用したカーネルモジュールへの署名をサポートします。

セキュアブートの使用の詳細は、公開鍵と秘密鍵のペアの生成 を参照してください。

前提条件

- 正しい (DER) 形式の公開秘密鍵ペア。
- 公開鍵が MOK データベースに登録されている、少なくとも 1 つのセキュアブート対応ノード。
- ビルド済みのドライバーコンテナーイメージ、またはクラスター内でビルドするために必要なソースコードと **Dockerfile** のいずれか。

4.8. SECUREBOOT の鍵の追加

KMM Kernel Module Management (KMM) を使用してカーネルモジュールに署名するには、証明書と秘密鍵が必要です。これらの作成方法の詳細は、公開鍵と秘密鍵のペアの生成 を参照してください。

公開鍵と秘密鍵のペアを抽出する方法の詳細は、秘密鍵を使用してカーネルモジュールに署名する を参照してください。手順 1~4 を使用して、キーをファイルに抽出します。

手順

1. 証明書を含む **sb_cert.cer** ファイルと、秘密鍵を含む **sb_cert.priv** ファイルを作成します。

```
$ openssl req -x509 -new -nodes -utf8 -sha256 -days 36500 -batch -config
configuration_file.config -outform DER -out my_signing_key_pub.der -keyout
my_signing_key.priv
```

2. 次のいずれかの方法を使用して、ファイルを追加します。
   - ファイルを シークレット として直接追加します。

```
$ oc create secret generic my-signing-key --from-file=key=<my_signing_key.priv>
```

```
$ oc create secret generic my-signing-key-pub --from-file=key=
<my_signing_key_pub.der>
```

- base64 エンコーディングでファイルを追加します。

```
$ cat sb_cert.priv | base64 -w 0 > my_signing_key2.base64
```

```
$ cat sb_cert.cer | base64 -w 0 > my_signing_key_pub.base64
```

3. エンコードされたテキストを YAML ファイルに追加します。

```
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: my-signing-key-pub
  namespace: default (1)
type: Opaque
data:
  cert: <base64_encoded_secureboot_public_key>

---
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: my-signing-key
  namespace: default (2)
type: Opaque
data:
  key: <base64_encoded_secureboot_private_key>
```

(1) (2) **namespace** - **default** を 有効な namespace に置き換えます。

4. YAML ファイルを適用します。

```
$ oc apply -f <yaml_filename>
```

4.8.1. キーの確認

キーを追加したら、キーが正しく設定されていることを確認する必要があります。

手順

1. 公開鍵シークレットが正しく設定されていることを確認します。

```
$ oc get secret -o yaml <certificate secret name> | awk '/cert/{print $2; exit}' | base64 -d  |
openssl x509 -inform der -text
```

これにより、シリアル番号、発行者、サブジェクトなどを含む証明書が表示されます。

2. 秘密鍵シークレットが正しく設定されていることを確認します。

```
$ oc get secret -o yaml <private key secret name> | awk '/key/{print $2; exit}' | base64 -d
```

-

これにより、**-----BEGIN PRIVATE KEY-----** および **-----END PRIVATE KEY-----** 行で囲まれたキーが表示されます。

4.9. ビルド済みのドライバーコンテナーの署名

ハードウェアベンダーによって配布されたイメージや別の場所でビルドされたイメージなど、ビルド済みのイメージがある場合は、この手順を使用します。

次の YAML ファイルは、公開鍵と秘密鍵のペアを必要なキー名 (秘密鍵の場合は **key**、公開鍵の場合は **cert)** を持つシークレットとして追加します。次に、クラスターは **unsignedImage** イメージをプルダウンし、これを開いて **filesToSign** に一覧表示されているカーネルモジュールに署名し、それらを再び追加し、作成されたイメージを **containerImage** としてプッシュします。

Kernel Module Management (KMM) は、セレクターに一致するすべてのノードに署名済みの kmod をロードする DaemonSet をデプロイする必要があります。ドライバーコンテナーは、MOK データベースに公開鍵があるすべてのノード、および署名を無視するセキュアブートが有効になっていないすべてのノードで正常に実行されるはずです。セキュアブートが有効になっているが、MOK データベースにそのキーがない場合は、ロードに失敗するはずです。

前提条件

- **keySecret** および **certSecret** シークレットが作成されている。

手順

1. YAML ファイルを適用します。

```
---
apiVersion: kmm.sigs.x-k8s.io/v1beta1
kind: Module
metadata:
  name: example-module
spec:
  moduleLoader:
    serviceAccountName: default
    container:
      modprobe: 1
        moduleName: '<your module name>'
      kernelMappings:
        # the kmods will be deployed on all nodes in the cluster with a kernel that matches the
regexp
        - regexp: '^.*\.x86_64$'
          # the container to produce containing the signed kmods
          containerImage: <image name e.g. quay.io/myuser/my-driver:<kernelversion>-signed>
          sign:
            # the image containing the unsigned kmods (we need this because we are not
building the kmods within the cluster)
            unsignedImage: <image name e.g. quay.io/myuser/my-driver:<kernelversion> >
            keySecret: # a secret holding the private secureboot key with the key 'key'
              name: <private key secret name>
            certSecret: # a secret holding the public secureboot key with the key 'cert'
              name: <certificate secret name>
            filesToSign: # full path within the unsignedImage container to the kmod(s) to sign
              - /opt/lib/modules/4.18.0-348.2.1.el8_5.x86_64/kmm_ci_a.ko
```

```
  imageRepoSecret:
    # the name of a secret containing credentials to pull unsignedImage and push
containerImage to the registry
    name: repo-pull-secret
  selector:
    kubernetes.io/arch: amd64
```

1 **modprobe** - ロードする kmod の名前。

4.10. MODULELOADER コンテナーイメージのビルドと署名

ソースコードがあり、最初にイメージをビルドする必要がある場合は、この手順を使用します。

次の YAML ファイルは、リポジトリーのソースコードを使用して新しいコンテナーイメージをビルドします。生成されたイメージは一時的な名前でレジストリーに保存され、この一時的なイメージは **sign** セクションのパラメーターを使用して署名されます。

一時的なイメージ名は最終的なイメージ名に基づいており、**<containerImage>:<tag>-<namespace>_<module name>_kmm_unsigned** に設定されています。

たとえば、次の YAML ファイルを使用すると、Kernel Module Management (KMM) は、**example.org/repository/minimal-driver:final-default_example-module_kmm_unsigned** という名前のイメージをビルドし、署名されていない kmod を含むビルドを含み、レジストリーにプッシュします。次に、署名された kmod を含む **example.org/repository/minimal-driver:final** という名前の 2 番目のイメージを作成します。これは、**DaemonSet** オブジェクトによって読み込まれ、kmods をクラスターノードにデプロイするこの 2 つ目のイメージです。

署名後、一時イメージはレジストリーから安全に削除できます。必要に応じて再構築されます。

前提条件

- **keySecret** および **certSecret** シークレットが作成されている。

手順

1. YAML ファイルを適用します。

```
---
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: example-module-dockerfile
  namespace: default 1
data:
  Dockerfile: |
    ARG DTK_AUTO
    ARG KERNEL_VERSION
    FROM ${DTK_AUTO} as builder
    WORKDIR /build/
    RUN git clone -b main --single-branch https://github.com/rh-ecosystem-edge/kernel-
module-management.git
    WORKDIR kernel-module-management/ci/kmm-kmod/
    RUN make
    FROM registry.access.redhat.com/ubi9/ubi:latest
```

```
    ARG KERNEL_VERSION
    RUN yum -y install kmod && yum clean all
    RUN mkdir -p /opt/lib/modules/${KERNEL_VERSION}
    COPY --from=builder /build/kernel-module-management/ci/kmm-kmod/*.ko
/opt/lib/modules/${KERNEL_VERSION}/
    RUN /usr/sbin/depmod -b /opt
---
apiVersion: kmm.sigs.x-k8s.io/v1beta1
kind: Module
metadata:
  name: example-module
  namespace: default (2)
spec:
  moduleLoader:
    serviceAccountName: default (3)
    container:
      modprobe:
        moduleName: simple_kmod
      kernelMappings:
        - regexp: '^.*\.x86_64$'
          containerImage: < the name of the final driver container to produce>
          build:
            dockerfileConfigMap:
              name: example-module-dockerfile
          sign:
            keySecret:
              name: <private key secret name>
            certSecret:
              name: <certificate secret name>
            filesToSign:
              - /opt/lib/modules/4.18.0-348.2.1.el8_5.x86_64/kmm_ci_a.ko
  imageRepoSecret: (4)
    name: repo-pull-secret
  selector: # top-level selector
    kubernetes.io/arch: amd64
```

(1) (2) **namespace** - **default** を有効な namespace に置き換えます。

(3) **serviceAccountName**: デフォルトの **serviceAccountName** には、特権付きのモジュールを実行するために必要な権限がありません。サービスアカウントの作成については、このセクションのその他のリソースのサービスアカウントの作成を参照してください。

(4) **imageRepoSecret**: **DaemonSet** オブジェクトの **imagePullSecret** として使用され、ビルドおよび署名機能のプルおよびプッシュに使用されます。

関連情報

サービスアカウントの作成は、サービスアカウントの作成 を参照してください。

4.11. KMM ハブおよびスポーク

ハブおよびスポークシナリオでは、多くのスポーククラスターが中央の強力なハブクラスターに接続されます。カーネルモジュール管理 (KMM) は、ハブおよびスポーク環境で動作するために Red Hat Advanced Cluster Management (RHACM) に依存します。

KMM は、KMM 機能の分離によりハブおよびスポーク環境と互換性があります。**ManagedClusterModule** カスタムリソース定義 (CRD) は、既存の **Module** CRD をラップし、選択したスポーククラスターに拡張するために提供されています。また、ハブクラスター上でイメージを構築し、モジュールに署名する新しいスタンドアロンコントローラーである KMM-Hub も提供されます。

ハブおよびスポークのセットアップでは、スポークはハブクラスターによって集中管理される、リソースに制約のある集中的なクラスターです。スポークは、リソースを大量に消費する機能を無効にした状態で、KMM の単一クラスターエディションを実行します。KMM をこの環境に適応させるには、ハブが高価なタスクを処理しながら、スポークで実行されるワークロードを最小限に抑える必要があります。

カーネルモジュールイメージの構築と **.ko** ファイルへの署名は、ハブ上で実行する必要があります。モジュールローダーおよびデバイスプラグイン **DaemonSet** のスケジューリングは、スポーク上でのみ実行できます。

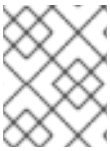
関連情報

- Red Hat Advanced Cluster Management (RHACM)

4.11.1. KMM-Hub

KMM プロジェクトは、ハブクラスター専用の KMM エディションである KMM-Hub を提供します。KMM-Hub は、スポーク上で実行しているすべてのカーネルバージョンを監視し、カーネルモジュールを受け取る必要があるクラスター上のノードを決定します。

KMM-Hub は、イメージのビルドや kmod 署名などの計算集約型タスクをすべて実行し、RHACM を介してスポークに転送されるようにトリミングされた **Module** を準備します。



注記

KMM-Hub を使用してハブクラスターにカーネルモジュールをロードすることはできません。カーネルモジュールをロードするには、KMM の通常版をインストールします。

関連情報

- KMM のインストール

4.11.2. KMM-Hub のインストール

次のいずれかの方法を使用して、KMM-Hub をインストールできます。

- Operator Lifecycle Manager (OLM) の使用
- KMM リソースの作成

関連情報

- KMM Operator バンドル

4.11.2.1. Operator Lifecycle Manager を使用した KMM-Hub のインストール

OpenShift コンソールの **Operators** セクションを使用して、KMM-Hub をインストールします。

4.11.2.2. KMM リソースの作成による KMM-Hub のインストール

手順

- KMM-Hub をプログラムでインストールする場合は、次のリソースを使用して、**Namespace** リソース、**OperatorGroup** リソース、および **Subscription** リソースを作成できます。

```
---
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: openshift-kmm-hub
---
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: kernel-module-management-hub
  namespace: openshift-kmm-hub
---
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: kernel-module-management-hub
  namespace: openshift-kmm-hub
spec:
  channel: stable
  installPlanApproval: Automatic
  name: kernel-module-management-hub
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
```

4.11.3. ManagedClusterModule CRD の使用

ManagedClusterModule カスタムリソース定義 (CRD) を使用して、スポーククラスターでのカーネルモジュールのデプロイメントを設定します。この CRD はクラスタースコープであり、**Module** 仕様をラップし、次の追加フィールドを追加します。

```
apiVersion: hub.kmm.sigs.x-k8s.io/v1beta1
kind: ManagedClusterModule
metadata:
  name: <my-mcm>
  # No namespace, because this resource is cluster-scoped.
spec:
  moduleSpec: (1)
    selector: (2)
      node-wants-my-mcm: 'true'

  spokeNamespace: <some-namespace> (3)

  selector: (4)
    wants-my-mcm: 'true'
```

(1) **moduleSpec**: **Module** リソースと同様に、**moduleLoader** セクションと **devicePlugin** セクションが含まれます。

(2) **ManagedCluster** 内のノードを選択します。

3 **Module** を作成する namespace を指定します。

4 **ManagedCluster** オブジェクトを選択します。

ビルドまたは署名の命令が **.spec.moduleSpec** に存在すると、その Pod はオペレーターの namespace のハブクラスター上で実行します。

.spec.selector が 1 つ以上の **ManagedCluster** リソースと一致すると、KMM-Hub は対応する namespace に **ManifestWork** リソースを作成します。**ManifestWork** には、カーネルマッピングは保持されていますが、すべての **build** と **sign** サブセクションが削除された、トリミングされた **Module** リソースが含まれています。タグで終わるイメージ名を含む **containerImage** フィールドは、同等のダイジェストに置き換えられます。

4.11.4. スポーク上で KMM の実行

KMM をスポークにインストールしたら、それ以上の操作は必要ありません。ハブから **ManagedClusterModule** オブジェクトを作成して、スポーククラスターにカーネルモジュールをデプロイします。

手順

RHACM **Policy** オブジェクトを通じて KMM をスポーククラスターにインストールできます。Operator ハブから KMM をインストールし、軽量スポークモードで実行することに加えて、**Policy** は、RHACM エージェントが **Module** リソースを管理できるようにするために必要な追加の RBAC を設定します。

- 次の RHACM ポリシーを使用して、スポーククラスターに KMM をインストールします。

```
---
apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
kind: Policy
metadata:
  name: install-kmm
spec:
  remediationAction: enforce
  disabled: false
  policy-templates:
    - objectDefinition:
        apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
        kind: ConfigurationPolicy
        metadata:
          name: install-kmm
        spec:
          severity: high
          object-templates:
          - complianceType: mustonlyhave
            objectDefinition:
              apiVersion: v1
              kind: Namespace
              metadata:
                name: openshift-kmm
          - complianceType: mustonlyhave
            objectDefinition:
              apiVersion: operators.coreos.com/v1
              kind: OperatorGroup
              metadata:
                name: kmm
```

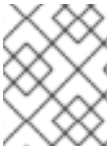
```
            namespace: openshift-kmm
          spec:
            upgradeStrategy: Default
        - complianceType: mustonlyhave
          objectDefinition:
            apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
            kind: Subscription
            metadata:
              name: kernel-module-management
              namespace: openshift-kmm
            spec:
              channel: stable
              config:
                env:
                  - name: KMM_MANAGED
                    value: "1"
              installPlanApproval: Automatic
              name: kernel-module-management
              source: redhat-operators
              sourceNamespace: openshift-marketplace
        - complianceType: mustonlyhave
          objectDefinition:
            apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
            kind: ClusterRole
            metadata:
              name: kmm-module-manager
            rules:
              - apiGroups: [kmm.sigs.x-k8s.io]
                resources: [modules]
                verbs: [create, delete, get, list, patch, update, watch]
        - complianceType: mustonlyhave
          objectDefinition:
            apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
            kind: ClusterRoleBinding
            metadata:
              name: klusterlet-kmm
            subjects:
            - kind: ServiceAccount
              name: klusterlet-work-sa
              namespace: open-cluster-management-agent
            roleRef:
              kind: ClusterRole
              name: kmm-module-manager
              apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
---
apiVersion: apps.open-cluster-management.io/v1
kind: PlacementRule
metadata:
  name: all-managed-clusters
spec:
  clusterSelector: (1)
    matchExpressions: []
---
apiVersion: policy.open-cluster-management.io/v1
kind: PlacementBinding
metadata:
```

```
  name: install-kmm
placementRef:
  apiGroup: apps.open-cluster-management.io
  kind: PlacementRule
  name: all-managed-clusters
subjects:
  - apiGroup: policy.open-cluster-management.io
    kind: Policy
    name: install-kmm
```

1. **spec.clusterSelector** フィールドは、選択クラスターのみをターゲットにするようにカスタマイズできます。

4.12. カーネルモジュールのアップグレードのカスタマイズ

必要に応じて、ノードの再起動など、ノードでのメンテナンス操作の実行中にカーネルモジュールをアップグレードします。クラスターで実行しているワークロードへの影響を最小限に抑えるには、カーネルのアップグレードプロセスを一度に 1 つずつ実行します。



注記

この手順では、カーネルモジュールを使用するワークロードに関する知識が必要で、クラスター管理者が管理する必要があります。

前提条件

- アップグレードする前に、カーネルモジュールで使用されるすべてのノードで **kmm.node.kubernetes.io/version-module.<module_namespace>.<module_name>=$moduleVersion** ラベルを設定します。
- ノード上のすべてのユーザーアプリケーションワークロードを終了するか、別のノードに移動します。
- 現在読み込み済みのカーネルモジュールをアンロードします。
- カーネルモジュールをアンロードする前にユーザーワークロード (カーネルモジュールにアクセスしているクラスター内で実行されているアプリケーション) がノード上で実行していないこと、および新しいカーネルモジュールバージョンがロードされた後にワークロードがノード上で再び実行していることを確認します。

手順

1. ノード上の KMM によって管理されているデバイスプラグインがアンロードされていることを確認します。
2. **Module** カスタムリソース (CR) の次のフィールドを更新します。
   - **containerImage**（適切なカーネルバージョンへ）
   - **version**
     更新はアトミックである必要があります。つまり、**containerImage** フィールドと **version** フィールドの両方を同時に更新する必要があります。

3. アップグレードしているノードのカーネルモジュールを使用して、すべてのワークロードを終了します。

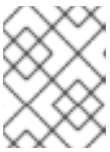
4. ノードの **kmm.node.kubernetes.io/version-module.<module_namespace>.<module_name>** ラベルを削除します。次のコマンドを実行して、ノードからカーネルモジュールをアンロードします。

```
$ oc label node/<node_name> kmm.node.kubernetes.io/version-module.
<module_namespace>.<module_name>-
```

5. 必要に応じて、クラスター管理者として、カーネルモジュールのアップグレードに必要な追加のメンテナンスをノード上で実行します。
追加のアップグレードが必要ない場合は、**kmm.node.kubernetes.io/version-module.<module-namespace>.<module-name>** ラベル値を、**Module** の設定どおりに新しい **$moduleVersion** に更新して、手順 3 から 6 を省略できます。

6. 次のコマンドを実行して、**kmm.node.kubernetes.io/version-module.<module_namespace>.<module_name>=$moduleVersion** ラベルをノードに追加します。**$moduleVersion** は、**Module** CR の **version** フィールドの新しい値と等しくなければなりません。

```
$ oc label node/<node_name> kmm.node.kubernetes.io/version-module.
<module_namespace>.<module_name>=<desired_version>
```



注記

ラベル名の Kubernetes の制限により、**Module** 名と namespace の組み合わせの長さが 39 文字を超えることができません。

7. ノード上のカーネルモジュールを活用するワークロードを復元します。

8. ノード上の KMM によって管理されるデバイスプラグインをリロードします。

4.13. DAY 1 カーネルモジュールのロード

カーネルモジュール管理 (KMM) は通常、Day 2 Operator です。カーネルモジュールは、Linux (RHCOS) サーバーの初期化が完了しなければロードされません。ただし、シナリオによっては、カーネルモジュールを早い段階でロードする必要があります。Day 1 機能を使用すると、Linux **systemd** の初期化段階で Machine Config Operator (MCO) を使用してカーネルモジュールをロードできます。

関連情報

- Machine Config Operator

4.13.1. Day 1 のサポート対象ユースケース

Day 1 機能がサポートするユースケースの数は限られています。主なユースケースは、NetworkManager サービスの初期化前にツリー外 (OOT) のカーネルモジュールをロードできるようにすることです。**initramfs** 段階でのカーネルモジュールのロードはサポートされていません。

Day 1 機能に必要な条件は次のとおりです。

- カーネルモジュールはカーネルにロードされていない。

- ツリー内カーネルモジュールがカーネルにロードされているが、アンロードして OOT カーネルモジュールに置き換えることができる。これは、ツリー内モジュールが他のカーネルモジュールから参照されていないことを意味します。
- Day 1 機能が正常に機能するためには、ノードに機能するネットワークインターフェイス、つまりそのインターフェイス用のツリー内カーネルドライバーが必要。OOT カーネルモジュールは、正常に機能するネットワークドライバーを置き換えるネットワークドライバーにできます。

4.13.2. OOT カーネルモジュールのローディングフロー

ツリー外 (OOT) カーネルモジュールのロードには、Machine Config Operator (MCO) が利用されます。フローシーケンスは次のとおりです。

手順

1. **MachineConfig** リソースを実行中の既存クラスターに適用します。更新する必要があるノードを特定するには、適切な **MachineConfigPool** リソースを作成する必要があります。
2. MCO はノードごとに再起動を適用します。再起動されたノードには、**pull** サービスと **load** サービスという 2 つの新しい **systemd** サービスがデプロイされます。
3. **load** サービスは、**NetworkConfiguration** サービスの前に実行されるように設定されています。サービスは、事前定義されたカーネルモジュールイメージをプルし、次にそのイメージを使用してツリー内モジュールをアンロードし、OOT カーネルモジュールをロードしようとします。
4. **pull** サービスは、NetworkManager サービスの後に実行されるように設定されています。サービスは、事前設定されたカーネルモジュールイメージがノードのファイルシステム上に配置されているか確認します。そのようになっている場合、サービスは正常に存在し、サーバーはブートプロセスを続行します。そうでない場合は、イメージをノードにプルし、その後ノードを再起動します。

4.13.3. カーネルモジュールイメージ

Day 1 機能は、Day 2 KMM ビルドで利用されるのと同じ DTK ベースのイメージを使用します。ツリー外のカーネルモジュールは、**/opt/lib/modules/${kernelVersion}** の配下にある必要があります。

関連情報

- ドライバーツールキット

4.13.4. ツリー内モジュールの置き換え

Day 1 機能は常に、ツリー内のカーネルモジュールを OOT バージョンに置き換えようとします。ツリー内カーネルモジュールがロードされていない場合、フローは影響を受けません。サービスは続行し、OOT カーネルモジュールをロードします。

4.13.5. MCO yaml の作成

KMM は、Day 1 機能の MCO YAML マニフェストの作成に使用する API を提供します。

```
ProduceMachineConfig(machineConfigName, machineConfigPoolRef, kernelModuleImage,
kernelModuleName string) (string, error)
```

返される出力は、適用される MCO YAML マニフェストの文字列表現です。この YAML を適用するかどうかはお客様が判断します。

パラメーターは以下のとおりです。

machineConfigName

MCO YAML マニフェストの名前。このパラメーターは、MCO YAML マニフェストのメタデータの **name** パラメーターとして設定されます。

machineConfigPoolRef

ターゲットノードを識別するために使用される **MachineConfigPool** 名。

kernelModuleImage

OOT カーネルモジュールを含むコンテナーイメージの名前。

kernelModuleName

OOT カーネルモジュールの名前。このパラメーターは、ツリー内カーネルモジュール (カーネルにロードされている場合) のアンロードと OOT カーネルモジュールのロードの両方に使用されます。

API は、KMM ソースコードの **pkg/mcProducer** パッケージの下にあります。Day 1 機能を使用するために KMM Operator を実行する必要はありません。必要なのは、**pkg/mcProducer** パッケージを Operator/ユーティリティーコードにインポートし、API を呼び出し、生成された MCO YAML をクラスターに適用することだけです。

4.13.6. MachineConfigPool

MachineConfigPool は、適用された MCO の影響を受けるノードのコレクションを識別します。

```
kind: MachineConfigPool
metadata:
  name: sfc
spec:
  machineConfigSelector: 1
    matchExpressions:
      - {key: machineconfiguration.openshift.io/role, operator: In, values: [worker, sfc]}
  nodeSelector: 2
    matchLabels:
      node-role.kubernetes.io/sfc: ""
  paused: false
  maxUnavailable: 1
```

1 MachineConfig 内のラベルと一致します。

2 ノード上のラベルと一致します。

OCP クラスターには、事前定義された **MachineConfigPool** があります。

- **worker**: クラスター内のすべてのワーカーノードをターゲットにします
- **master** : クラスター内のすべてのマスターノードをターゲットにします

マスター **MachineConfigPool** をターゲットにするために、次の **MachineConfig** を定義します。

```
metadata:
  labels:
    machineconfiguration.opensfhit.io/role: master
```

ワーカー **MachineConfigPool** をターゲットにするために、次の **MachineConfig** を定義します。

```
metadata:
  labels:
    machineconfiguration.opensfhit.io/role: worker
```

関連情報

- MachineConfigPool について

4.14. デバッグとトラブルシューティング

ドライバーコンテナー内の kmod が署名されていないか、間違ったキーで署名されている場合、コンテナーは **PostStartHookError** または **CrashLoopBackOff** ステータスに入る可能性があります。コンテナーで **oc describe** コマンドを実行することで確認できます。このシナリオでは、次のメッセージが表示されます。

```
modprobe: ERROR: could not insert '<your_kmod_name>': Required key not available
```

4.15. KMM ファームウェアのサポート

カーネルモジュールは、ファイルシステムからファームウェアファイルをロードする必要がある場合があります。KMM は、ModuleLoader イメージからノードのファイルシステムへのファームウェアファイルのコピーをサポートしています。

modprobe コマンドを実行してカーネルモジュールを挿入する前に、**.spec.moduleLoader.container.modprobe.firmwarePath** の内容がノードの **/var/lib/firmware** パスにコピーされます。

Pod の終了時に **modprobe -r** コマンドを実行してカーネルモジュールをアンロードする前に、すべてのファイルと空のディレクトリーがその場所から削除されます。

関連情報

- ModuleLoader イメージの作成。

4.15.1. ノードでのルックアップパスの設定

OpenShift Container Platform ノードでは、ファームウェアのデフォルトのルックアップパスのセットに **/var/lib/firmware** パスが含まれません。

手順

1. Machine Config Operator を使用して、**/var/lib/firmware** パスを含む **MachineConfig** カスタムリソース (CR) を作成します。

```
apiVersion: machineconfiguration.openshift.io/v1
kind: MachineConfig
```

```
metadata:
  labels:
    machineconfiguration.openshift.io/role: worker 1
  name: 99-worker-kernel-args-firmware-path
spec:
  kernelArguments:
    - 'firmware_class.path=/var/lib/firmware'
```

1 必要に応じてラベルを設定できます。単一ノードの OpenShift の場合は、**control-pane** または **master** オブジェクトのいずれかを使用します。

2. **MachineConfig** CR を適用すると、ノードが自動的に再起動されます。

関連情報

- Machine Config Operator

4.15.2. ModuleLoader イメージのビルド

手順

- カーネルモジュール自体をビルドするだけでなく、バイナリーファームウェアをビルダーイメージに含めます。

```
FROM registry.redhat.io/ubi9/ubi-minimal as builder

# Build the kmod

RUN ["mkdir", "/firmware"]
RUN ["curl", "-o", "/firmware/firmware.bin", "https://artifacts.example.com/firmware.bin"]

FROM registry.redhat.io/ubi9/ubi-minimal

# Copy the kmod, install modprobe, run depmod

COPY --from=builder /firmware /firmware
```

4.15.3. モジュールリソースのチューニング

手順

- **Module** カスタムリソース (CR) で **.spec.moduleLoader.container.modprobe.firmwarePath** を設定します。

```
apiVersion: kmm.sigs.x-k8s.io/v1beta1
kind: Module
metadata:
  name: my-kmod
spec:
  moduleLoader:
    container:
      modprobe:
```

```
    moduleName: my-kmod  # Required

    firmwarePath: /firmware (1)
```

(1) オプション: **/firmware/*** をノード上の **/var/lib/firmware/** にコピーします。

4.16. KMM のトラブルシューティング

KMM インストール問題のトラブルシューティングを行う場合、ログを監視して、どの段階で問題が発生したかを判断できます。次に、その段階に関連する診断データを取得します。

4.16.1. must-gather ツールの使用

oc adm must-gather コマンドは、サポートバンドルを収集してデバッグ情報を Red Hat サポートに提供するための推奨される方法です。次のセクションで説明するように、適切な引数を指定してコマンドを実行し、特定の情報を収集します。

関連情報

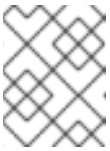
- must-gather ツールについて

4.16.1.1. KMM のデータの収集

手順

1. KMM Operator コントローラーマネージャーのデータを収集します。
   a. **MUST_GATHER_IMAGE** 変数を設定します。

```
$ export MUST_GATHER_IMAGE=$(oc get deployment -n openshift-kmm kmm-operator-controller-manager -ojsonpath='{.spec.template.spec.containers[?(@.name=="manager")].env[?(@.name=="RELATED_IMAGES_MUST_GATHER")].value}')
```



注記

KMM をカスタム namespace にインストールしている場合は、**-n <namespace>** スイッチを使用して namespace を指定します。

   b. **must-gather** ツールを実行します。

```
$ oc adm must-gather --image="${MUST_GATHER_IMAGE}" -- /usr/bin/gather
```

2. Operator ログを表示します。

```
$ oc logs -fn openshift-kmm deployments/kmm-operator-controller-manager
```

例4.1 出力例

```
I0228 09:36:37.352405       1 request.go:682] Waited for 1.001998746s due to client-side throttling, not priority and fairness, request:
```

```
GET:https://172.30.0.1:443/apis/machine.openshift.io/v1beta1?timeout=32s
I0228 09:36:40.767060       1 listener.go:44] kmm/controller-runtime/metrics
"msg"="Metrics server is starting to listen" "addr"="127.0.0.1:8080"
I0228 09:36:40.769483       1 main.go:234] kmm/setup "msg"="starting manager"
I0228 09:36:40.769907       1 internal.go:366] kmm "msg"="Starting server" "addr"=
{"IP":"127.0.0.1","Port":8080,"Zone":""} "kind"="metrics" "path"="/metrics"
I0228 09:36:40.770025       1 internal.go:366] kmm "msg"="Starting server" "addr"=
{"IP":"::","Port":8081,"Zone":""} "kind"="health probe"
I0228 09:36:40.770128       1 leaderelection.go:248] attempting to acquire leader lease
openshift-kmm/kmm.sigs.x-k8s.io...
I0228 09:36:40.784396       1 leaderelection.go:258] successfully acquired lease
openshift-kmm/kmm.sigs.x-k8s.io
I0228 09:36:40.784876       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="Module" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io" "controllerKind"="Module"
"source"="kind source: *v1beta1.Module"
I0228 09:36:40.784925       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="Module" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io" "controllerKind"="Module"
"source"="kind source: *v1.DaemonSet"
I0228 09:36:40.784968       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="Module" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io" "controllerKind"="Module"
"source"="kind source: *v1.Build"
I0228 09:36:40.785001       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="Module" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io" "controllerKind"="Module"
"source"="kind source: *v1.Job"
I0228 09:36:40.785025       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="Module" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io" "controllerKind"="Module"
"source"="kind source: *v1.Node"
I0228 09:36:40.785039       1 controller.go:193] kmm "msg"="Starting Controller"
"controller"="Module" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io" "controllerKind"="Module"
I0228 09:36:40.785458       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="PodNodeModule" "controllerGroup"="" "controllerKind"="Pod" "source"="kind
source: *v1.Pod"
I0228 09:36:40.786947       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="PreflightValidation" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="PreflightValidation" "source"="kind source: *v1beta1.PreflightValidation"
I0228 09:36:40.787406       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="PreflightValidation" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="PreflightValidation" "source"="kind source: *v1.Build"
I0228 09:36:40.787474       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="PreflightValidation" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="PreflightValidation" "source"="kind source: *v1.Job"
I0228 09:36:40.787488       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="PreflightValidation" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="PreflightValidation" "source"="kind source: *v1beta1.Module"
I0228 09:36:40.787603       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="NodeKernel" "controllerGroup"="" "controllerKind"="Node" "source"="kind
source: *v1.Node"
I0228 09:36:40.787634       1 controller.go:193] kmm "msg"="Starting Controller"
"controller"="NodeKernel" "controllerGroup"="" "controllerKind"="Node"
I0228 09:36:40.787680       1 controller.go:193] kmm "msg"="Starting Controller"
"controller"="PreflightValidation" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="PreflightValidation"
I0228 09:36:40.785607       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="imagestream" "controllerGroup"="image.openshift.io"
"controllerKind"="ImageStream" "source"="kind source: *v1.ImageStream"
I0228 09:36:40.787822       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
```

```
"controller"="preflightvalidationocp" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="PreflightValidationOCP" "source"="kind source:
*v1beta1.PreflightValidationOCP"
I0228 09:36:40.787853       1 controller.go:193] kmm "msg"="Starting Controller"
"controller"="imagestream" "controllerGroup"="image.openshift.io"
"controllerKind"="ImageStream"
I0228 09:36:40.787879       1 controller.go:185] kmm "msg"="Starting EventSource"
"controller"="preflightvalidationocp" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="PreflightValidationOCP" "source"="kind source:
*v1beta1.PreflightValidation"
I0228 09:36:40.787905       1 controller.go:193] kmm "msg"="Starting Controller"
"controller"="preflightvalidationocp" "controllerGroup"="kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="PreflightValidationOCP"
I0228 09:36:40.786489       1 controller.go:193] kmm "msg"="Starting Controller"
"controller"="PodNodeModule" "controllerGroup"="" "controllerKind"="Pod"
```

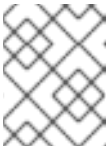
4.16.1.2. KMM-Hub のデータ収集

手順

1. KMM Operator ハブコントローラーマネージャーのデータを収集します。

   a. **MUST_GATHER_IMAGE** 変数を設定します。

   ```
   $ export MUST_GATHER_IMAGE=$(oc get deployment -n openshift-kmm-hub kmm-
   operator-hub-controller-manager -ojsonpath='{.spec.template.spec.containers[?
   (@.name=="manager")].env[?
   (@.name=="RELATED_IMAGES_MUST_GATHER")].value}')
   ```

   注記

   KMM をカスタム namespace にインストールしている場合は、**-n <namespace>** スイッチを使用して namespace を指定します。

   b. **must-gather** ツールを実行します。

   ```
   $ oc adm must-gather --image="${MUST_GATHER_IMAGE}" -- /usr/bin/gather -u
   ```

2. Operator ログを表示します。

   ```
   $ oc logs -fn openshift-kmm-hub deployments/kmm-operator-hub-controller-manager
   ```

   例4.2 出力例

   ```
   I0417 11:34:08.807472       1 request.go:682] Waited for 1.023403273s due to client-side
   throttling, not priority and fairness, request:
   GET:https://172.30.0.1:443/apis/tuned.openshift.io/v1?timeout=32s
   I0417 11:34:12.373413       1 listener.go:44] kmm-hub/controller-runtime/metrics
   "msg"="Metrics server is starting to listen" "addr"="127.0.0.1:8080"
   I0417 11:34:12.376253       1 main.go:150] kmm-hub/setup "msg"="Adding controller"
   "name"="ManagedClusterModule"
   I0417 11:34:12.376621       1 main.go:186] kmm-hub/setup "msg"="starting manager"
   ```

```
I0417 11:34:12.377690       1 leaderelection.go:248] attempting to acquire leader lease
openshift-kmm-hub/kmm-hub.sigs.x-k8s.io...
I0417 11:34:12.378078       1 internal.go:366] kmm-hub "msg"="Starting server" "addr"=
{"IP":"127.0.0.1","Port":8080,"Zone":""} "kind"="metrics" "path"="/metrics"
I0417 11:34:12.378222       1 internal.go:366] kmm-hub "msg"="Starting server" "addr"=
{"IP":"::","Port":8081,"Zone":""} "kind"="health probe"
I0417 11:34:12.395703       1 leaderelection.go:258] successfully acquired lease
openshift-kmm-hub/kmm-hub.sigs.x-k8s.io
I0417 11:34:12.396334       1 controller.go:185] kmm-hub "msg"="Starting EventSource"
"controller"="ManagedClusterModule" "controllerGroup"="hub.kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="ManagedClusterModule" "source"="kind source:
*v1beta1.ManagedClusterModule"
I0417 11:34:12.396403       1 controller.go:185] kmm-hub "msg"="Starting EventSource"
"controller"="ManagedClusterModule" "controllerGroup"="hub.kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="ManagedClusterModule" "source"="kind source: *v1.ManifestWork"
I0417 11:34:12.396430       1 controller.go:185] kmm-hub "msg"="Starting EventSource"
"controller"="ManagedClusterModule" "controllerGroup"="hub.kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="ManagedClusterModule" "source"="kind source: *v1.Build"
I0417 11:34:12.396469       1 controller.go:185] kmm-hub "msg"="Starting EventSource"
"controller"="ManagedClusterModule" "controllerGroup"="hub.kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="ManagedClusterModule" "source"="kind source: *v1.Job"
I0417 11:34:12.396522       1 controller.go:185] kmm-hub "msg"="Starting EventSource"
"controller"="ManagedClusterModule" "controllerGroup"="hub.kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="ManagedClusterModule" "source"="kind source: *v1.ManagedCluster"
I0417 11:34:12.396543       1 controller.go:193] kmm-hub "msg"="Starting Controller"
"controller"="ManagedClusterModule" "controllerGroup"="hub.kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="ManagedClusterModule"
I0417 11:34:12.397175       1 controller.go:185] kmm-hub "msg"="Starting EventSource"
"controller"="imagestream" "controllerGroup"="image.openshift.io"
"controllerKind"="ImageStream" "source"="kind source: *v1.ImageStream"
I0417 11:34:12.397221       1 controller.go:193] kmm-hub "msg"="Starting Controller"
"controller"="imagestream" "controllerGroup"="image.openshift.io"
"controllerKind"="ImageStream"
I0417 11:34:12.498335       1 filter.go:196] kmm-hub "msg"="Listing all
ManagedClusterModules" "managedcluster"="local-cluster"
I0417 11:34:12.498570       1 filter.go:205] kmm-hub "msg"="Listed
ManagedClusterModules" "count"=0 "managedcluster"="local-cluster"
I0417 11:34:12.498629       1 filter.go:238] kmm-hub "msg"="Adding reconciliation
requests" "count"=0 "managedcluster"="local-cluster"
I0417 11:34:12.498687       1 filter.go:196] kmm-hub "msg"="Listing all
ManagedClusterModules" "managedcluster"="sno1-0"
I0417 11:34:12.498750       1 filter.go:205] kmm-hub "msg"="Listed
ManagedClusterModules" "count"=0 "managedcluster"="sno1-0"
I0417 11:34:12.498801       1 filter.go:238] kmm-hub "msg"="Adding reconciliation
requests" "count"=0 "managedcluster"="sno1-0"
I0417 11:34:12.501947       1 controller.go:227] kmm-hub "msg"="Starting workers"
"controller"="imagestream" "controllerGroup"="image.openshift.io"
"controllerKind"="ImageStream" "worker count"=1
I0417 11:34:12.501948       1 controller.go:227] kmm-hub "msg"="Starting workers"
"controller"="ManagedClusterModule" "controllerGroup"="hub.kmm.sigs.x-k8s.io"
"controllerKind"="ManagedClusterModule" "worker count"=1
I0417 11:34:12.502285       1 imagestream_reconciler.go:50] kmm-hub "msg"="registered
imagestream info mapping" "ImageStream"={"name":"driver-
toolkit","namespace":"openshift"} "controller"="imagestream"
"controllerGroup"="image.openshift.io" "controllerKind"="ImageStream"
"dtkImage"="quay.io/openshift-release-dev/ocp-v4.0-art-
```

```
dev@sha256:df42b4785a7a662b30da53bdb0d206120cf4d24b45674227b16051ba4b7c3934" "name"="driver-toolkit" "namespace"="openshift" "osImageVersion"="412.86.202302211547-0" "reconcileID"="e709ff0a-5664-4007-8270-49b5dff8bae9"
```