OpenShift Container Platform 4.8

ネットワーク

クラスターネットワークの設定および管理

Last Updated: 2023-06-12

OpenShift Container Platform 4.8 ネットワーク

クラスターネットワークの設定および管理

法律上の通知

概要

この文書では、DNS、ingress および Pod ネットワークを含む、OpenShift Container Platform のクラスターネットワークを設定し、管理する方法を説明します。

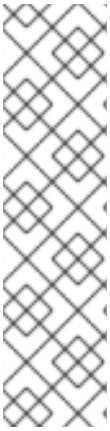
目次

第1章 ネットワークについて

クラスター管理者は、クラスターで実行されるアプリケーションを外部トラフィックに公開し、ネットワーク接続のセキュリティーを保護するための複数のオプションがあります。

- ノードポートやロードバランサーなどのサービスタイプ
- **Ingress** や **Route** などの API リソース

デフォルトで、Kubernetes は各 Pod に、Pod 内で実行しているアプリケーションの内部 IP アドレスを割り当てます。Pod とそのコンテナーはネットワークネットワーク接続が可能ですが、クラスター外のクライアントにはネットワークアクセスがありません。アプリケーションを外部トラフィックに公開する場合、各 Pod に IP アドレスを割り当てると、ポートの割り当て、ネットワーク、名前の指定、サービス検出、負荷分散、アプリケーション設定、移行などの点で、Pod を物理ホストや仮想マシンのように扱うことができます。



注記

一部のクラウドプラットフォームでは、169.254.169.254 IP アドレスでリッスンするメタデータ API があります。これは、IPv4 **169.254.0.0/16** CIDR ブロックのリンクローカル IP アドレスです。

この CIDR ブロックは Pod ネットワークから到達できません。これらの IP アドレスへのアクセスを必要とする Pod には、Pod 仕様の **spec.hostNetwork** フィールドを **true** に設定して、ホストのネットワークアクセスが付与される必要があります。

Pod ホストのネットワークアクセスを許可する場合、Pod に基礎となるネットワークインフラストラクチャーへの特権アクセスを付与します。

1.1. OPENSHIFT CONTAINER PLATFORM DNS

フロントエンドサービスやバックエンドサービスなど、複数のサービスを実行して複数の Pod で使用している場合、フロントエンド Pod がバックエンドサービスと通信できるように、ユーザー名、サービス IP などの環境変数を作成します。サービスが削除され、再作成される場合には、新規の IP アドレスがそのサービスに割り当てられるので、フロントエンド Pod がサービス IP の環境変数の更新された値を取得するには、これを再作成する必要があります。さらに、バックエンドサービスは、フロントエンド Pod を作成する前に作成し、サービス IP が正しく生成され、フロントエンド Pod に環境変数として提供できるようにする必要があります。

そのため、OpenShift Container Platform には DNS が組み込まれており、これにより、サービスは、サービス IP/ポートと共にサービス DNS によって到達可能になります。

1.2. OPENSHIFT CONTAINER PLATFORM INGRESS OPERATOR

OpenShift Container Platform クラスターを作成すると、クラスターで実行している Pod およびサービスにはそれぞれ独自の IP アドレスが割り当てられます。IP アドレスは、近くで実行されている他の Pod やサービスからアクセスできますが、外部クライアントの外部からはアクセスできません。Ingress Operator は **IngressController** API を実装し、OpenShift Container Platform クラスターサービスへの外部アクセスを可能にするコンポーネントです。

Ingress Operator を使用すると、ルーティングを処理する 1 つ以上の HAProxy ベースの Ingress コントローラー をデプロイおよび管理することにより、外部クライアントがサービスにアクセスできるようになります。OpenShift Container Platform **Route** および Kubernetes **Ingress** リソースを指定して、トラ

フィックをルーティングするために Ingress Operator を使用します。**endpointPublishingStrategy** タイプおよび内部負荷分散を定義する機能などの Ingress コントローラー内の設定は、Ingress コントローラーエンドポイントを公開する方法を提供します。

1.2.1. ルートと Ingress の比較

OpenShift Container Platform の Kubernetes Ingress リソースは、クラスター内で Pod として実行される共有ルーターサービスと共に Ingress コントローラーを実装します。Ingress トラフィックを管理する最も一般的な方法は Ingress コントローラーを使用することです。他の通常の Pod と同様にこの Pod をスケーリングし、複製できます。このルーターサービスは、オープンソースのロードバランサーソリューションである HAProxy をベースとしています。

OpenShift Container Platform ルートは、クラスターのサービスに Ingress トラフィックを提供します。ルートは、Blue-Green デプロイメント向けに TLS 再暗号化、TLS パススルー、分割トラフィックなどの標準の Kubernetes Ingress コントローラーでサポートされない可能性のある高度な機能を提供します。

Ingress トラフィックは、ルートを介してクラスターのサービスにアクセスします。ルートおよび Ingress は、Ingress トラフィックを処理する主要なリソースです。Ingress は、外部要求を受け入れ、ルートに基づいてそれらを委譲するなどのルートと同様の機能を提供します。ただし、Ingress では、特定タイプの接続 (HTTP/2、HTTPS およびサーバー名 ID(SNI)、ならび証明書を使用した TLS のみを許可できます。OpenShift Container Platform では、ルートは、Ingress リソースで指定される各種の条件を満たすために生成されます。

1.3. OPENSHIFT CONTAINER PLATFORM ネットワーキングの一般用語集

この用語集では、ネットワーキングコンテンツで使用される一般的な用語を定義します。

authentication

OpenShift Container Platform クラスターへのアクセスを制御するために、クラスター管理者はユーザー認証を設定し、承認されたユーザーのみがクラスターにアクセスできます。OpenShift Container Platform クラスターと対話するには、OpenShift Container Platform API に対して認証する必要があります。Open Shift Container Platform API へのリクエストで、OAuth アクセストークンまたは X.509 クライアント証明書を提供することで認証できます。

AWS Load Balancer Operator

AWS Load Balancer (ALB) Operator は、**aws-load-balancer-controller** のインスタンスをデプロイおよび管理します。

Cluster Network Operator

Cluster Network Operator (CNO) は、OpenShift Container Platform クラスター内のクラスターネットワークコンポーネントをデプロイおよび管理します。これには、インストール中にクラスター用に選択された Container Network Interface (CNI) のデフォルトネットワークプロバイダープラグインのデプロイメントが含まれます。

設定マップ

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

カスタムリソース (CR)

CR は Kubernetes API の拡張です。カスタムリソースを作成できます。

DNS

クラスター DNS は、Kubernetes サービスの DNS レコードを提供する DNS サーバーです。Kubernetes により開始したコンテナーは、DNS 検索にこの DNS サーバーを自動的に含めます。

DNS Operator

DNS Operator は、CoreDNS をデプロイして管理し、Pod に名前解決サービスを提供します。これにより、OpenShift Container Platform で DNS ベースの Kubernetes サービス検出が可能になります。

deployment

アプリケーションのライフサイクルを維持する Kubernetes リソースオブジェクト。

domain

ドメインは、Ingress Controller によってサービスされる DNS 名です。

egress

Pod からのネットワークのアウトバウンドトラフィックを介して外部とデータを共有するプロセス。

外部 DNS Operator

外部 DNS Operator は、ExternalDNS をデプロイして管理し、外部 DNS プロバイダーから OpenShift Container Platform へのサービスおよびルートの名前解決を提供します。

HTTP ベースのルート

HTTP ベースのルートとは、セキュアではないルートで、基本的な HTTP ルーティングプロトコルを使用してセキュリティー保護されていないアプリケーションポートでサービスを公開します。

Ingress

OpenShift Container Platform の Kubernetes Ingress リソースは、クラスター内で Pod として実行される共有ルーターサービスと共に Ingress コントローラーを実装します。

Ingress コントローラー

Ingress Operator は Ingress Controller を管理します。Ingress コントローラーの使用は、OpenShift Container Platform クラスターへの外部アクセスを許可するための最も一般的な方法です。

インストーラーでプロビジョニングされるインフラストラクチャー

インストールプログラムは、クラスターが実行されるインフラストラクチャーをデプロイして設定します。

kubelet

コンテナーが Pod で実行されていることを確認するために、クラスター内の各ノードで実行されるプライマリーノードエージェント。

Kubernetes NMState Operator

Kubernetes NMState Operator は、NMState の OpenShift Container Platform クラスターのノード間でステートドリブンのネットワーク設定を実行するための Kubernetes API を提供します。

kube-proxy

Kube-proxy は、各ノードで実行するプロキシーサービスであり、外部ホストがサービスを利用できるようにするのに役立ちます。リクエストを正しいコンテナーに転送するのに役立ち、基本的な負荷分散を実行できます。

ロードバランサー

OpenShift Container Platform は、ロードバランサーを使用して、クラスターの外部からクラスターで実行されているサービスと通信します。

Metal LB オペレーター

クラスター管理者は、Bare MetalLB Operator をクラスターに追加し、タイプ **LoadBalancer** のサービスがクラスターに追加されると、MetalLB はサービスの外部 IP アドレスを追加できます。

multicast

IP マルチキャストを使用すると、データが多数の IP アドレスに同時に配信されます。

namespace

namespace は、すべてのプロセスから見える特定のシステムリソースを分離します。namespace 内では、その namespace のメンバーであるプロセスのみがそれらのリソースを参照できます。

networking

OpenShift Container Platform クラスターのネットワーク情報。

node

OpenShift Container Platform クラスター内のワーカーマシン。ノードは、仮想マシン (VM) または物理マシンのいずれかです。

OpenShift Container Platform Ingress Operator

Ingress Operator は **IngressController** API を実装し、OpenShift Container Platform サービスへの外部アクセスを可能にするコンポーネントです。

Pod

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

PTP Operator

PTP Operator は、**linuxptp** サービスを作成し、管理します。

route

OpenShift Container Platform ルートは、クラスターのサービスに Ingress トラフィックを提供します。ルートは、Blue-Green デプロイメント向けに TLS 再暗号化、TLS パススルー、分割トラフィックなどの標準の Kubernetes Ingress コントローラーでサポートされない可能性のある高度な機能を提供します。

スケーリング

リソース容量の増減。

サービス

一連の Pod で実行中のアプリケーションを公開します。

シングルルート I/O 仮想化 (SR-IOV) Network Operator

Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) ネットワーク Operator は、クラスターで SR-IOV ネットワークデバイスおよびネットワーク割り当てを管理します。

ソフトウェア定義ネットワーク (SDN)

OpenShift Container Platform は、Software Defined Networking (SDN) アプローチを使用して、クラスターのネットワークを統合し、OpenShift Container Platform クラスターの Pod 間の通信を可能にします。

SCTP (Stream Control Transmission Protocol)

SCTP は、IP ネットワークの上部で実行される信頼できるメッセージベースのプロトコルです。

taint

テイントと容認により、Pod が適切なノードに確実にスケジュールされます。ノードに 1 つ以上のテイントを適用できます。

容認

Pod に容認を適用できます。Tolerations を使用すると、スケジューラーは、テイントが一致する Pod をスケジュールできます。

Web コンソール

OpenShift Container Platform を管理するためのユーザーインターフェイス (UI)。

第2章 ホストへのアクセス

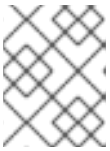
OpenShift Container Platform インスタンスにアクセスして、セキュアなシェル (SSH) アクセスでコントロールプレーンノード (別名マスターノード) にアクセスするために bastion ホストを作成する方法を学びます。

2.1. インストーラーでプロビジョニングされるインフラストラクチャークラスターでの AMAZON WEB SERVICES のホストへのアクセス

OpenShift Container Platform インストーラーは、OpenShift Container Platform クラスターにプロビジョニングされる Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) インスタンスのパブリック IP アドレスを作成しません。OpenShift Container Platform ホストに対して SSH を実行できるようにするには、以下の手順を実行する必要があります。

手順

1. **openshift-install** コマンドで作成される仮想プライベートクラウド (VPC) に対する SSH アクセスを可能にするセキュリティーグループを作成します。
2. インストーラーが作成したパブリックサブネットのいずれかに Amazon EC2 インスタンスを作成します。
3. パブリック IP アドレスを、作成した Amazon EC2 インスタンスに関連付けます。OpenShift Container Platform のインストールとは異なり、作成した Amazon EC2 インスタンスを SSH キーペアに関連付ける必要があります。これにはインターネットを OpenShift Container Platform クラスターの VPC にブリッジ接続するための SSH bastion としてのみの単純な機能しかないため、このインスタンスにどのオペレーティングシステムを選択しても問題ありません。どの Amazon Machine Image (AMI) を使用するかについては、注意が必要です。たとえば、Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS) では、インストーラーと同様に、Ignition でキーを指定することができます。
4. Amazon EC2 インスタンスをプロビジョニングし、これに対して SSH を実行した後に、OpenShift Container Platform インストールに関連付けた SSH キーを追加する必要があります。このキーは bastion インスタンスのキーとは異なる場合がありますが、異なるキーにしなければならない訳ではありません。



注記

直接の SSH アクセスは、障害復旧を目的とする場合にのみ推奨されます。Kubernetes API が応答する場合、特権付き Pod を代わりに実行します。

5. **oc get nodes** を実行し、出力を検査し、マスターであるノードのいずれかを選択します。ホスト名は **ip-10-0-1-163.ec2.internal** に類似したものになります。
6. Amazon EC2 に手動でデプロイした bastion SSH ホストから、そのコントロールプレーンホスト (別名マスターホスト) に対して SSH を実行します。インストール時に指定したものと同じ SSH キーを使用するようにします。

```
$ ssh -i <ssh-key-path> core@<master-hostname>
```

第3章 ネットワーキング OPERATOR の概要

OpenShift Container Platform は、複数のタイプのネットワーキング Operator をサポートします。これらのネットワーク Operator を使用して、クラスターネットワークを管理できます。

3.1. CLUSTER NETWORK OPERATOR

Cluster Network Operator (CNO) は、OpenShift Container Platform クラスター内のクラスターネットワークコンポーネントをデプロイおよび管理します。これには、インストール中にクラスター用に選択された Container Network Interface (CNI) のデフォルトネットワークプロバイダープラグインのデプロイメントが含まれます。詳細は、OpenShift Container Platform における Cluster Network Operator を参照してください。

3.2. DNS OPERATOR

DNS Operator は、CoreDNS をデプロイして管理し、Pod に名前解決サービスを提供します。これにより、OpenShift Container Platform で DNS ベースの Kubernetes サービス検出が可能になります。詳細は、OpenShift Container Platform の DNS Operator を参照してください。

3.3. INGRESS OPERATOR

OpenShift Container Platform クラスターを作成すると、クラスターで実行している Pod およびサービスにはそれぞれの IP アドレスが割り当てられます。IP アドレスは、近くで実行されている他の Pod やサービスからアクセスできますが、外部クライアントの外部からはアクセスできません。Ingress Operator は IngressController API を実装し、OpenShift Container Platform クラスターサービスへの外部アクセスを可能にします。詳細は、OpenShift Container Platform の Ingress Operator を参照してください。

第4章 OPENSHIFT CONTAINER PLATFORM における CLUSTER NETWORK OPERATOR

Cluster Network Operator (CNO) は、インストール時にクラスター用に選択される Container Network Interface (CNI) デフォルトネットワークプロバイダープラグインを含む、OpenShift Container Platform クラスターの各種のクラスターネットワークコンポーネントをデプロイし、これらを管理します。

4.1. CLUSTER NETWORK OPERATOR

Cluster Network Operator は、**operator.openshift.io** API グループから **network** API を実装します。Operator は、デーモンセットを使用して OpenShift SDN デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダープラグイン、またはクラスターのインストール時に選択したデフォルトネットワークプロバイダープラグインをデプロイします。

手順

Cluster Network Operator は、インストール時に Kubernetes **Deployment** としてデプロイされます。

1. 以下のコマンドを実行して Deployment のステータスを表示します。

```
$ oc get -n openshift-network-operator deployment/network-operator
```

出力例

```
NAME               READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
network-operator   1/1     1            1           56m
```

2. 以下のコマンドを実行して、Cluster Network Operator の状態を表示します。

```
$ oc get clusteroperator/network
```

出力例

```
NAME      VERSION   AVAILABLE   PROGRESSING   DEGRADED   SINCE
network   4.5.4     True        False         False      50m
```

以下のフィールドは、Operator のステータス (**AVAILABLE**、**PROGRESSING**、および **DEGRADED**) についての情報を提供します。**AVAILABLE** フィールドは、Cluster Network Operator が Available ステータス条件を報告する場合に **True** になります。

4.2. クラスターネットワーク設定の表示

すべての新規 OpenShift Container Platform インストールには、**cluster** という名前の **network.config** オブジェクトがあります。

手順

- **oc describe** コマンドを使用して、クラスターネットワーク設定を表示します。

```
$ oc describe network.config/cluster
```

出力例

```
Name:         cluster
Namespace:
Labels:       <none>
Annotations:  <none>
API Version:  config.openshift.io/v1
Kind:         Network
Metadata:
  Self Link:          /apis/config.openshift.io/v1/networks/cluster
Spec: 1
  Cluster Network:
    Cidr:         10.128.0.0/14
    Host Prefix:  23
  Network Type:   OpenShiftSDN
  Service Network:
    172.30.0.0/16
Status: 2
  Cluster Network:
    Cidr:               10.128.0.0/14
    Host Prefix:        23
  Cluster Network MTU:  8951
  Network Type:         OpenShiftSDN
  Service Network:
    172.30.0.0/16
Events:  <none>
```

1. **Spec** フィールドは、クラスターネットワークの設定済みの状態を表示します。
2. **Status** フィールドは、クラスターネットワークの現在の状態を表示します。

4.3. CLUSTER NETWORK OPERATOR のステータス表示

oc describe コマンドを使用して、Cluster Network Operator のステータスを検査し、その詳細を表示することができます。

手順

- 以下のコマンドを実行して、Cluster Network Operator のステータスを表示します。

```
$ oc describe clusteroperators/network
```

4.4. CLUSTER NETWORK OPERATOR ログの表示

oc logs コマンドを使用して、Cluster Network Operator ログを表示できます。

手順

- 以下のコマンドを実行して、Cluster Network Operator のログを表示します。

```
$ oc logs --namespace=openshift-network-operator deployment/network-operator
```

4.5. CLUSTER NETWORK OPERATOR (CNO) の設定

クラスターネットワークの設定は、Cluster Network Operator (CNO) 設定の一部として指定され、**cluster** という名前のカスタムリソース (CR) オブジェクトに保存されます。CR は **operator.openshift.io** API グループの **Network** API のフィールドを指定します。

CNO 設定は、**Network.config.openshift.io** API グループの **Network** API からクラスターのインストール時に以下のフィールドを継承し、これらのフィールドは変更できません。

clusterNetwork

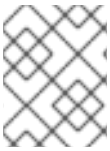
Pod IP アドレスの割り当てに使用する IP アドレスプール。

serviceNetwork

サービスの IP アドレスプール。

defaultNetwork.type

OpenShift SDN または OVN-Kubernetes などのクラスターネットワークプロバイダー。



注記

クラスターのインストール後に、直前のセクションで一覧表示されているフィールドを変更することはできません。

defaultNetwork オブジェクトのフィールドを **cluster** という名前の CNO オブジェクトに設定することにより、クラスターのクラスターネットワークプロバイダー設定を指定できます。

4.5.1. Cluster Network Operator 設定オブジェクト

Cluster Network Operator (CNO) のフィールドは以下の表で説明されています。

表4.1 Cluster Network Operator 設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
metadata.name	**string**	CNO オブジェクトの名前。この名前は常に **cluster** です。

spec.clusterNetwork	**array**	Pod ID アドレスの割り当て、サブネット接頭辞の長さのクラスター内の個別ノードへの割り当てに使用される IP アドレスのブロックを指定する一覧です。以下に例を示します。
		
		`spec:`
		`  clusterNetwork:`
		`  - cidr: 10.128.0.0/19`
		`  hostPrefix: 23`
		`  - cidr: 10.128.32.0/19`
		`  hostPrefix: 23`
		
		この値は読み取り専用であり、クラスターのインストール時に **cluster** という名前の **Network.config.openshift.io** オブジェクトから継承されます。

フィールド	タイプ	説明
spec.serviceNetwork	**array**	サービスの IP アドレスのブロック。OpenShift SDN および OVN-Kubernetes Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーは、サービスネットワークの単一 IP アドレスブロックのみをサポートします。以下に例を示します。 spec: serviceNetwork: - 172.30.0.0/14 この値は読み取り専用であり、クラスターのインストール時に **cluster** という名前の **Network.config.openshift.io** オブジェクトから継承されます。
spec.defaultNetwork	**object**	クラスターネットワークの Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーを設定します。
spec.kubeProxyConfig	**object**	このオブジェクトのフィールドは、kube-proxy 設定を指定します。OVN-Kubernetes クラスターネットワークプロバイダーを使用している場合、kube-proxy 設定は機能しません。

defaultNetwork オブジェクト設定
defaultNetwork オブジェクトの値は、以下の表で定義されます。

表4.2 defaultNetwork オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
type	**string**	**OpenShiftSDN** または **OVNKubernetes** のいずれか。クラスターネットワークプロバイダーはインストール時に選択されます。この値は、クラスターのインストール後は変更できません。 **注記** OpenShift Container Platform はデフォルトで、OpenShift SDN Container Network Interface (CNI) クラスターネットワークプロバイダーを使用します。
openshiftSDNConfig	**object**	このオブジェクトは OpenShift SDN クラスターネットワークプロバイダーにのみ有効です。
ovnKubernetesConfig	**object**	このオブジェクトは OVN-Kubernetes クラスターネットワークプロバイダーにのみ有効です。

OpenShift SDN CNI クラスターネットワークプロバイダーの設定

以下の表は、OpenShift SDN Container Network Interface (CNI) クラスターネットワークプロバイダーの設定フィールドについて説明しています。

表4.3 openshiftSDNConfig オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
mode	**string**	OpenShiftSDN のネットワーク分離モード。
mtu	**integer**	VXLAN オーバーレイネットワークの最大転送単位 (MTU)。通常、この値は自動的に設定されます。
vxlanPort	**integer**	すべての VXLAN パケットに使用するポート。デフォルト値は **4789** です。

注記

クラスターのインストール時にのみクラスターネットワークプロバイダーの設定を変更することができます。

OpenShift SDN 設定の例

```
defaultNetwork:
  type: OpenShiftSDN
  openshiftSDNConfig:
    mode: NetworkPolicy
    mtu: 1450
    vxlanPort: 4789
```

OVN-Kubernetes CNI クラスターネットワークプロバイダーの設定

以下の表は OVN-Kubernetes CNI クラスターネットワークプロバイダーの設定フィールドについて説明しています。

表4.4 ovnKubernetesConfig object

フィールド	タイプ	説明
mtu	**integer**	Geneve (Generic Network Virtualization Encapsulation) オーバーレイネットワークの MTU (maximum transmission unit)。通常、この値は自動的に設定されます。
genevePort	**integer**	Geneve オーバーレイネットワークの UDP ポート。
ipsecConfig	**object**	フィールドがある場合、IPsec はクラスターに対して有効にされます。
policyAuditConfig	**object**	ネットワークポリシー監査ロギングをカスタマイズする設定オブジェクトを指定します。指定されていない場合は、デフォルトの監査ログ設定が使用されます。

表4.5 policyAuditConfig object

フィールド	タイプ	説明
rateLimit	integer	ノードごとに毎秒生成されるメッセージの最大数。デフォルト値は、1秒あたり **20** メッセージです。
maxFileSize	integer	監査ログの最大サイズ (バイト単位)。デフォルト値は **50000000** (50 MB) です。
destination	string	以下の追加の監査ログターゲットのいずれかになります。 **libc** ホスト上の journald プロセスの libc **syslog()** 関数。 **udp:<host>:<port>** syslog サーバー。**<host>:<port>** を syslog サーバーのホストおよびポートに置き換えます。 **unix:<file>** **<file>** で指定された Unix ドメインソケットファイル。 **null** 監査ログを追加のターゲットに送信しないでください。
syslogFacility	string	RFC5424 で定義される **kern** などの syslog ファシリティー。デフォルト値は **local0** です。

注記

クラスターのインストール時にのみクラスターネットワークプロバイダーの設定を変更することができます。

OVN-Kubernetes 設定の例

```
defaultNetwork:
  type: OVNKubernetes
  ovnKubernetesConfig:
    mtu: 1400
    genevePort: 6081
    ipsecConfig: {}
```

kubeProxyConfig オブジェクト設定
kubeProxyConfig オブジェクトの値は以下の表で定義されます。

表4.6 kubeProxyConfig オブジェクト

フィールド	タイプ	説明

フィールド	タイプ	説明
iptablesSyncPeriod	**string**	**iptables** ルールの更新期間。デフォルト値は **30s** です。有効な接尾辞には、**s**、**m**、および **h** などが含まれ、これらについては、Go **time** パッケージ ドキュメントで説明されています。 **注記** OpenShift Container Platform 4.3 以降で強化されたパフォーマンスの向上により、**iptablesSyncPeriod** パラメーターを調整する必要はなくなりました。

proxyArguments.iptables-min-sync-period	**array**	**iptables** ルールを更新する前の最小期間。このフィールドにより、更新の頻度が高くなり過ぎないようにできます。有効な接尾辞には、**s**、**m**、および **h** などが含まれ、これらについては、Go **time** パッケージ で説明されています。デフォルト値:
		
		`kubeProxyConfig:`
		`  proxyArguments:`
		`  iptables-min-sync-period:`
		`  - 0s`

4.5.2. Cluster Network Operator の設定例

以下の例では、詳細な CNO 設定が指定されています。

Cluster Network Operator オブジェクトのサンプル

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  clusterNetwork: 1
  - cidr: 10.128.0.0/14
    hostPrefix: 23
  serviceNetwork: 2
  - 172.30.0.0/16
  defaultNetwork: 3
    type: OpenShiftSDN
    openshiftSDNConfig:
      mode: NetworkPolicy
      mtu: 1450
      vxlanPort: 4789
  kubeProxyConfig:
    iptablesSyncPeriod: 30s
```

```
  proxyArguments:
    iptables-min-sync-period:
    - 0s
```

1 2 3 クラスターのインストール時にのみ設定されます。

4.6. 関連情報

- **operator.openshift.io** API グループの **Network** API

第5章 OPENSHIFT CONTAINER PLATFORM の DNS OPERATOR

DNS Operator は、Pod に対して名前解決サービスを提供するために CoreDNS をデプロイし、これを管理し、OpenShift Container Platform での DNS ベースの Kubernetes サービス検出を可能にします。

5.1. DNS OPERATOR

DNS Operator は、**operator.openshift.io** API グループから **dns** API を実装します。この Operator は、デーモンセットを使用して CoreDNS をデプロイし、デーモンセットのサービスを作成し、kubelet を Pod に対して名前解決に CoreDNS サービス IP を使用するように指示するように設定します。

手順

DNS Operator は、インストール時に **Deployment** オブジェクトを使用してデプロイされます。

1. **oc get** コマンドを使用してデプロイメントのステータスを表示します。

```
$ oc get -n openshift-dns-operator deployment/dns-operator
```

出力例

```
NAME          READY    UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
dns-operator  1/1      1            1           23h
```

2. **oc get** コマンドを使用して DNS Operator の状態を表示します。

```
$ oc get clusteroperator/dns
```

出力例

```
NAME     VERSION     AVAILABLE   PROGRESSING   DEGRADED   SINCE
dns      4.1.0-0.11  True        False         False      92m
```

AVAILABLE、 **PROGRESSING** および **DEGRADED** は、Operator のステータスについての情報を提供します。**AVAILABLE** は、CoreDNS デーモンセットからの 1 つ以上の Pod が **Available** ステータス条件を報告する場合は **True** になります。

5.2. DNS POD 配置の制御

DNS Operator には、CoreDNS 用と **/etc/hosts** ファイルを管理するための 2 つのデーモンセットがあります。**/etc/hosts** に設定されたデーモンは、イメージのプルをサポートするクラスターイメージレジストリーのエントリーを追加するために、すべてのノードホストで実行する必要があります。セキュリティーポリシーにより、ノードのペア間の通信が禁止され、CoreDNS のデーモンセットがすべてのノードで実行できなくなります。

クラスター管理者は、カスタムノードセレクターを使用して、CoreDNS のデーモンセットを特定のノードで実行するか、または実行しないように設定できます。

前提条件

- **oc** CLI をインストールしていること。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしていること。

手順

- 特定のノード間の通信を防ぐには、**spec.nodePlacement.nodeSelector** API フィールドを設定します。
  1. **default** という名前の DNS Operator オブジェクトを変更します。

```
$ oc edit dns.operator/default
```

  2. **spec.nodePlacement.nodeSelector** API フィールドにコントロールプレーンノードのみが含まれるノードセレクターを指定します。

```
spec:
  nodePlacement:
    nodeSelector:
      node-role.kubernetes.io/worker: ""
```

- CoreDNS のデーモンセットをノードで実行されるようにするには、テイントおよび容認を設定します。
  1. **default** という名前の DNS Operator オブジェクトを変更します。

```
$ oc edit dns.operator/default
```

  2. テイントのテイントキーおよび容認を指定します。

```
spec:
  nodePlacement:
    tolerations:
    - effect: NoExecute
      key: "dns-only"
      operators: Equal
      value: abc
      tolerationSeconds: 3600 (1)
```

(1) テイントが **dns-only** である場合、それは無制限に許容できます。**tolerationSeconds** は省略できます。

5.3. デフォルト DNS の表示

すべての新規 OpenShift Container Platform インストールには、**default** という名前の **dns.operator** があります。

手順

1. **oc describe** コマンドを使用してデフォルトの **dns** を表示します。

```
$ oc describe dns.operator/default
```

出力例

```
Name:         default
Namespace:
Labels:       <none>
Annotations:  <none>
API Version:  operator.openshift.io/v1
Kind:         DNS
...
Status:
  Cluster Domain:  cluster.local (1)
  Cluster IP:      172.30.0.10 (2)
...
```

(1) Cluster Domain フィールドは、完全修飾 Pod およびサービスドメイン名を作成するために使用されるベース DNS ドメインです。

(2) クラスター IP は、Pod が名前解決のためにクエリーするアドレスです。IP は、サービス CIDR 範囲の 10 番目のアドレスで定義されます。

2. クラスターのサービス CIDR を見つけるには、**oc get** コマンドを使用します。

```
$ oc get networks.config/cluster -o jsonpath='{$.status.serviceNetwork}'
```

出力例

```
[172.30.0.0/16]
```

5.4. DNS 転送の使用

DNS 転送を使用すると、指定のゾーンにどのネームサーバーを使用するかを指定することで、ゾーンごとに **/etc/resolv.conf** で特定される転送設定をオーバーライドできます。転送されるゾーンが OpenShift Container Platform によって管理される Ingress ドメインである場合、アップストリームネームサーバーがドメインについて認証される必要があります。

手順

1. **default** という名前の DNS Operator オブジェクトを変更します。

```
$ oc edit dns.operator/default
```

これにより、**Server** に基づく追加のサーバー設定ブロックを使用して **dns-default** という名前の ConfigMap を作成し、更新できます。クエリーに一致するゾーンを持つサーバーがない場合、名前解決は **/etc/resolv.conf** で指定されたネームサーバーにフォールバックします。

DNS の例

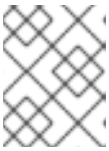
```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: DNS
metadata:
  name: default
spec:
```

```
servers:
- name: foo-server 1
  zones: 2
    - example.com
  forwardPlugin:
    upstreams: 3
      - 1.1.1.1
      - 2.2.2.2:5353
- name: bar-server
  zones:
    - bar.com
    - example.com
  forwardPlugin:
    upstreams:
      - 3.3.3.3
      - 4.4.4.4:5454
```

1 **name** は、**rfc6335** サービス名の構文に準拠する必要があります。

2 **zones** は、**rfc1123** の **subdomain** の定義に準拠する必要があります。クラスタードメインの **cluster.local** は、 **zones** の無効な **subdomain** です。

3 **forwardPlugin** ごとに最大 15 の **upstreams** が許可されます。



注記

servers が定義されていないか、または無効な場合、ConfigMap にはデフォルトサーバーのみが含まれます。

2. ConfigMap を表示します。

```
$ oc get configmap/dns-default -n openshift-dns -o yaml
```

以前のサンプル DNS に基づく DNS ConfigMap の例

```
apiVersion: v1
data:
  Corefile: |
    example.com:5353 {
        forward . 1.1.1.1 2.2.2.2:5353
    }
    bar.com:5353 example.com:5353 {
        forward . 3.3.3.3 4.4.4.4:5454 1
    }
    .:5353 {
        errors
        health
        kubernetes cluster.local in-addr.arpa ip6.arpa {
            pods insecure
            upstream
            fallthrough in-addr.arpa ip6.arpa
        }
        prometheus :9153
```

```
        forward . /etc/resolv.conf {
           policy sequential
        }
        cache 30
        reload
    }
kind: ConfigMap
metadata:
  labels:
    dns.operator.openshift.io/owning-dns: default
  name: dns-default
  namespace: openshift-dns
```

1 **forwardPlugin** への変更により、CoreDNS デーモンセットのローリング更新がトリガーされます。

関連情報

- DNS 転送の詳細は、CoreDNS forward のドキュメント を参照してください。

5.5. DNS OPERATOR のステータス

oc describe コマンドを使用して、DNS Operator のステータスを検査し、その詳細を表示することができます。

手順

DNS Operator のステータスを表示します。

```
$ oc describe clusteroperators/dns
```

5.6. DNS OPERATOR ログ

oc logs コマンドを使用して、DNS Operator ログを表示できます。

手順

DNS Operator のログを表示します。

```
$ oc logs -n openshift-dns-operator deployment/dns-operator -c dns-operator
```

第6章 OPENSHIFT CONTAINER PLATFORM の INGRESS OPERATOR

6.1. OPENSHIFT CONTAINER PLATFORM INGRESS OPERATOR

OpenShift Container Platform クラスターを作成すると、クラスターで実行している Pod およびサービスにはそれぞれ独自の IP アドレスが割り当てられます。IP アドレスは、近くで実行されている他の Pod やサービスからアクセスできますが、外部クライアントの外部からはアクセスできません。Ingress Operator は **IngressController** API を実装し、OpenShift Container Platform クラスターサービスへの外部アクセスを可能にするコンポーネントです。

Ingress Operator を使用すると、ルーティングを処理する 1 つ以上の HAProxy ベースの Ingress コントローラー をデプロイおよび管理することにより、外部クライアントがサービスにアクセスできるようになります。OpenShift Container Platform **Route** および Kubernetes **Ingress** リソースを指定して、トラフィックをルーティングするために Ingress Operator を使用します。**endpointPublishingStrategy** タイプおよび内部負荷分散を定義する機能などの Ingress コントローラー内の設定は、Ingress コントローラーエンドポイントを公開する方法を提供します。

6.2. INGRESS 設定アセット

インストールプログラムでは、**config.openshift.io** API グループの **Ingress** リソースでアセットを生成します (**cluster-ingress-02-config.yml**)。

Ingress リソースの YAML 定義

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: cluster
spec:
  domain: apps.openshiftdemos.com
```

インストールプログラムは、このアセットを **manifests/** ディレクトリーの **cluster-ingress-02-config.yml** ファイルに保存します。この **Ingress** リソースは、Ingress のクラスター全体の設定を定義します。この Ingress 設定は、以下のように使用されます。

- Ingress Operator は、クラスター Ingress 設定のドメインを、デフォルト Ingress コントローラーのドメインとして使用します。
- OpenShift API Server Operator は、クラスター Ingress 設定からのドメインを使用します。このドメインは、明示的なホストを指定しない **Route** リソースのデフォルトホストを生成する際にも使用されます。

6.3. INGRESS コントローラー設定パラメーター

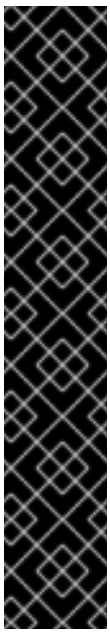
ingresscontrollers.operator.openshift.io リソースは以下の設定パラメーターを提供します。

パラメーター	説明

パラメーター	説明
domain	**domain** は Ingress コントローラーによって提供される DNS 名で、複数の機能を設定するために使用されます。 ● **LoadBalancerService** エンドポイント公開ストラテジーの場合、**domain** は DNS レコードを設定するために使用されます。**endpointPublishingStrategy** を参照してください。 ● 生成されるデフォルト証明書を使用する場合、証明書は **domain** およびその **subdomains** で有効です。**defaultCertificate** を参照してください。 ● この値は個別の Route ステータスに公開され、ユーザーは外部 DNS レコードのターゲット先を認識できるようにします。 **domain** 値はすべての Ingress コントローラーの中でも固有の値であり、更新できません。 空の場合、デフォルト値は **ingress.config.openshift.io/cluster .spec.domain** です。
replicas	**replicas** は Ingress コントローラーレプリカの必要な数です。設定されていない場合、デフォルト値は **2** になります。
endpointPublishingStrategy	**endpointPublishingStrategy** は Ingress コントローラーエンドポイントを他のネットワークに公開し、ロードバランサーの統合を有効にし、他のシステムへのアクセスを提供するために使用されます。 設定されていない場合、デフォルト値は **infrastructure.config.openshift.io/cluster .status.platform** をベースとします。 ● AWS: **LoadBalancerService** (外部スコープあり) ● Azure: **LoadBalancerService** (外部スコープあり) ● GCP: **LoadBalancerService** (外部スコープあり) ● Bare metal: **NodePortService** ● その他: **HostNetwork** ほとんどのプラットフォームの場合、**endpointPublishingStrategy** 値は更新できません。ただし、GCP では、**loadbalancer.providerParameters.gcp.clientAccess** サブフィールドを設定できます。

パラメーター	説明
defaultCertificate	**defaultCertificate** 値は、Ingress コントローラーによって提供されるデフォルト証明書が含まれるシークレットへの参照です。ルートが独自の証明書を指定しない場合、**defaultCertificate** が使用されます。 シークレットには以下のキーおよびデータが含まれる必要があります: * **tls.crt**: 証明書ファイルコンテンツ * **tls.key**: キーファイルコンテンツ 設定されていない場合、ワイルドカード証明書は自動的に生成され、使用されます。証明書は Ingress コントーラーの **domain** および **subdomains** で有効であり、生成された証明書 CA はクラスターの信頼ストアに自動的に統合されます。 使用中の証明書 (生成されるか、ユーザー指定の場合かを問わない) は OpenShift Container Platform のビルトイン OAuth サーバーに自動的に統合されます。
namespaceSelector	**namespaceSelector** は、Ingress コントローラーによって提供される namespace セットをフィルターするために使用されます。これはシャードの実装に役立ちます。
routeSelector	**routeSelector** は、Ingress コントローラーによって提供される Routes のセットをフィルターするために使用されます。これはシャードの実装に役立ちます。

nodePlacement	**nodePlacement** は、Ingress コントローラーのスケジュールに対する明示的な制御を有効にします。
	
	設定されていない場合は、デフォルト値が使用されます。
	
	 
	注記
	
	nodePlacement パラメーターには、**nodeSelector** と **tolerations** の 2 つの部分が含まれます。以下に例を示します。
	
	`nodePlacement:`
	`  nodeSelector:`
	`  matchLabels:`
	`  kubernetes.io/os: linux`
	`  tolerations:`
	`  - effect: NoSchedule`
	`  operator: Exists`

パラメーター	説明
tlsSecurityProfile	**tlsSecurityProfile** は、Ingress コントローラーの TLS 接続の設定を指定します。 これが設定されていない場合、デフォルト値は **apiservers.config.openshift.io/cluster** リソースをベースとして設定されます。 **Old**、**Intermediate**、および **Modern** のプロファイルタイプを使用する場合、有効なプロファイル設定はリリース間で変更される可能性があります。たとえば、リリース **X.Y.Z** にデプロイされた **Intermediate** プロファイルを使用する仕様がある場合、リリース **X.Y.Z+1** へのアップグレードにより、新規のプロファイル設定が Ingress コントローラーに適用され、ロールアウトが生じる可能性があります。 Ingress コントローラーの最小 TLS バージョンは **1.1** で、最大 TLS バージョンは **1.2** です。  **重要** HAProxy Ingress コントローラーイメージは TLS **1.3** をサポートしません。**Modern** プロファイルには TLS**1.3** が必要であることから、これはサポートされません。Ingress Operator は **Modern** プロファイルを **Intermediate** に変換します。 また、Ingress Operator は TLS **1.0** の **Old** または **Custom** プロファイルを **1.1** に変換し、TLS**1.3** の **Custom** プロファイルを **1.2** に変換します。 OpenShift Container Platform ルーターは、TLS_AES_128_CCM_SHA256、TLS_CHACHA20_POLY1305_SHA256、TLS_AES_256_GCM_SHA384、および TLS_AES_128_GCM_SHA256 を使用する TLS **1.3** 暗号スイートの Red Hat 分散 OpenSSL デフォルトセットを有効にします。OpenShift Container Platform 4.6、4.7、および 4.8 では TLS **1.3** がサポートされていなくても、クラスターは TLS**1.3** 接続と暗号スイートを受け入れる場合があります。  **注記** 設定されたセキュリティープロファイルの暗号および最小 TLS バージョンが **TLSProfile** ステータスに反映されます。

パラメーター	説明
routeAdmission	**routeAdmission** は、複数の namespace での要求の許可または拒否など、新規ルート要求を処理するためのポリシーを定義します。 **namespaceOwnership** は、namespace 間でホスト名の要求を処理する方法を記述します。デフォルトは **Strict** です。 ● **Strict**: ルートが複数の namespace 間で同じホスト名を要求することを許可しません。 ● **InterNamespaceAllowed**: ルートが複数の namespace 間で同じホスト名の異なるパスを要求することを許可します。 **wildcardPolicy** は、ワイルドカードポリシーを使用するルートが Ingress コントローラーによって処理される方法を記述します。 ● **WildcardsAllowed**: ワイルドカードポリシーと共にルートが Ingress コントローラーによって許可されていることを示します。 ● **WildcardsDisallowed**: ワイルドカードポリシーの **None** を持つルートのみが Ingress コントローラーによって許可されることを示します。**wildcardPolicy** を **WildcardsAllowed** から **WildcardsDisallowed** に更新すると、ワイルドカードポリシーの **Subdomain** を持つ許可されたルートが機能を停止します。これらのルートは、Ingress コントローラーによって許可されるように **None** のワイルドカードポリシーに対して再作成される必要があります。**WildcardsDisallowed** はデフォルト設定です。

パラメーター	説明
IngressControllerLogging	**logging** はログに記録される内容および場所のパラメーターを定義します。このフィールドが空の場合、操作ログは有効になりますが、アクセスログは無効になります。 ● **access** は、クライアント要求をログに記録する方法を記述します。このフィールドが空の場合、アクセスロギングは無効になります。 ○ **destination** はログメッセージの宛先を記述します。 ■ **type** はログの宛先のタイプです。 ● **Container** は、ログがサイドカーコンテナーに移動することを指定します。Ingress Operator は Ingress コントローラー Pod で **logs** という名前のコンテナーを設定し、Ingress コントローラーがログをコンテナーに書き込むように設定します。管理者がこのコンテナーからログを読み取るカスタムロギングソリューションを設定することが予想されます。コンテナーログを使用すると、ログの割合がコンテナーランタイムの容量やカスタムロギングソリューションの容量を超えるとログがドロップされることがあります。 ● **Syslog** は、ログが Syslog エンドポイントに送信されることを指定します。管理者は、Syslog メッセージを受信できるエンドポイントを指定する必要があります。管理者がカスタム Syslog インスタンスを設定していることが予想されます。 ■ **container** は **Container** ロギング宛先タイプのパラメーターを記述します。現在、コンテナーロギングのパラメーターはないため、このフィールドは空である必要があります。 ■ **syslog** は、**Syslog** ロギング宛先タイプのパラメーターを記述します。 ● **address** は、ログメッセージを受信する syslog エンドポイントの IP アドレスです。 ● **port** は、ログメッセージを受信する syslog エンドポイントの UDP ポート番号です。 ● **facility** はログメッセージの syslog ファシリティーを指定します。このフィールドが空の場合、ファシリティーは **local1** になります。それ以外の場合、有効な syslog ファシリティー (**kern**、**user**、**mail**、**daemon**、**auth**、**syslog**、**lpr**、**news**、**uucp**、**cron**、**auth2**、**ftp**、**ntp**、**audit**、**alert**、**cron2**、**local0**、**local1**、**local2**、**local3**) を指定する必要があります。**local4**、**local5**、**local6**、または **local7**。 ○ **httpLogFormat** は、HTTP 要求のログメッセージの形式を指定します。このフィールドが空の場合、ログメッセージは実装のデフォルト HTTP ログ形式を使用します。HAProxy のデフォルトの HTTP ログ形式については、HAProxy ドキュメント を参照してください。

パラメーター	説明
httpHeaders	**httpHeaders** は HTTP ヘッダーのポリシーを定義します。 **IngressControllerHTTPHeaders** の **forwardedHeaderPolicy** を設定することで、Ingress コントローラーが **Forwarded**、**X-Forwarded-For**、**X-Forwarded-Host**、**X-Forwarded-Port**、**X-Forwarded-Proto**、および **X-Forwarded-Proto-Version** HTTP ヘッダーをいつどのように設定するか指定します。 デフォルトでは、ポリシーは **Append** に設定されます。 ● **Append** は、Ingress コントローラーがヘッダーを追加するように指定し、既存のヘッダーを保持します。 ● **Replace** は、Ingress コントローラーがヘッダーを設定するように指定し、既存のヘッダーを削除します。 ● **IfNone** は、ヘッダーがまだ設定されていない場合に、Ingress コントローラーがヘッダーを設定するように指定します。 ● **Never** は、Ingress コントローラーがヘッダーを設定しないように指定し、既存のヘッダーを保持します。 **headerNameCaseAdjustments** を設定して、HTTP ヘッダー名に適 用できるケースの調整を指定できます。それぞれの調整は、必要な大文字化を指定して HTTP ヘッダー名として指定されます。たとえば、**X-Forwarded-For** を指定すると、指定された大文字化を有効にするために **x-forwarded-for** HTTP ヘッダーを調整する必要があることを示唆できます。 これらの調整は、クリアテキスト、edge terminationd、および re-encrypt ルートにのみ適用され、HTTP/1 を使用する場合にのみ適用されます。 要求ヘッダーの場合、これらの調整は **haproxy.router.openshift.io/h1-adjust-case=true** アノテーションを持つルートについてのみ適用されます。応答ヘッダーの場合、これらの調整はすべての HTTP 応答に適用されます。このフィールドが空の場合、要求ヘッダーは調整されません。
httpCompression	**http Compression**は、HTTP トラフィック圧縮のポリシーを定義します。 ● **mimeTypes** は、圧縮を適用する必要がある MIME タイプのリストを定義します。(例: **text/css; charset=utf-8**, **text/html**, **text/***, **image/svg+xml**, **application/octet-stream**, **X-custom/customsub**, using the format pattern,**type/subtype; [;attribute=value]**)**types**は、アプリケーション、イメージ、メッセージ、マルチパート、テキスト、ビデオ、または**X-**で始まるカスタムタイプ。例: MIME タイプとサブタイプの完全な表記を確認するには、 RFC1341を参照してください。
httpErrorCodePages	**httpErrorCodePages** は、カスタムの HTTP エラーコードの応答ページを指定します。デフォルトで、IngressController は IngressController イメージにビルドされたエラーページを使用します。

パラメーター	説明

httpCaptureCookies	**httpCaptureCookies** は、アクセスログにキャプチャーする HTTP Cookie を指定します。**httpCaptureCookies** フィールドが空の場合、アクセスログは Cookie をキャプチャーしません。
	
	キャプチャーするすべての Cookie について、次のパラメーターが **IngressController** 設定に含まれている必要があります。
	
	● **name** は、Cookie の名前を指定します。
	● **maxLength** は、Cookie の最大長を指定します。
	● **matchType** は、Cookie のフィールド の **name** が、キャプチャー Cookie 設定と完全に一致するか、キャプチャー Cookie 設定の接頭辞であるかを指定します。**matchType** フィールドは **Exact** および **Prefix** パラメーターを使用します。
	
	以下に例を示します。
	
	`httpCaptureCookies:`
	`- matchType: Exact`
	`  maxLength: 128`
	`  name: MYCOOKIE`

httpCaptureHeaders	**httpCaptureHeaders** は、アクセスログにキャプチャーする HTTP ヘッダーを指定します。**httpCaptureHeaders** フィールドが空の場合、アクセスログはヘッダーをキャプチャーしません。
	
	httpCaptureHeaders には、アクセスログにキャプチャーするヘッダーの 2 つのリストが含まれています。ヘッダーフィールドの 2 つのリストは **request** と **response** です。どちらのリストでも、**name** フィールドはヘッダー名を指定し、**maxlength** フィールドはヘッダーの最大長を指定する必要があります。以下に例を示します。
	
	`httpCaptureHeaders:`
	`  request:`
	`  - maxLength: 256`
	`    name: Connection`
	`  - maxLength: 128`
	`    name: User-Agent`
	`  response:`
	`  - maxLength: 256`
	`    name: Content-Type`
	`  - maxLength: 256`
	`    name: Content-Length`

パラメーター	説明
tuningOptions	**tuningOptions** は、Ingress コントローラー Pod のパフォーマンスを調整するためのオプションを指定します。 • **headerBufferBytes** は、Ingress コントローラー接続セッション用に予約されるメモリーの量をバイト単位で指定します。Ingress コントローラーで HTTP / 2 が有効になっている場合、この値は少なくとも **16384** である必要があります。設定されていない場合、デフォルト値は **32768** バイトになります。このフィールドを設定することはお勧めしません。**headerBufferBytes** 値が小さすぎると Ingress コントローラーが破損する可能性があり、**headerBufferBytes** 値が大きすぎると、Ingress コントローラーが必要以上のメモリーを使用する可能性があるためです。 • **headerBufferMaxRewriteBytes** は、HTTP ヘッダーの書き換えと Ingress コントローラー接続セッションの追加のために **headerBufferBytes** から予約するメモリーの量をバイト単位で指定します。**headerBufferMaxRewriteBytes** の最小値は **4096** です。受信 HTTP 要求には、**headerBufferBytes** は **headerBufferMaxRewriteBytes** よりも大きくなければなりません。設定されていない場合、デフォルト値は **8192** バイトになります。このフィールドを設定することはお勧めしません。**headerBufferMaxRewriteBytes** 値が小さすぎると Ingress コントローラーが破損する可能性があり、**headerBufferMaxRewriteBytes** 値が大きすぎると、Ingress コントローラーが必要以上のメモリーを使用する可能性があるためです。 • **threadCount** は、HAProxy プロセスごとに作成するスレッドの数を指定します。より多くのスレッドを作成すると、使用されるシステムリソースを増やすことで、各 Ingress コントローラー Pod がより多くの接続を処理できるようになります。HAProxy は最大 **64** のスレッドをサポートします。このフィールドが空の場合、Ingress コントローラーはデフォルト値の **4** スレッドを使用します。デフォルト値は、将来のリリースで変更される可能性があります。このフィールドを設定することはお勧めしません。HAProxy スレッドの数を増やすと、Ingress コントローラー Pod が負荷時に CPU 時間をより多く使用できるようになり、他の Pod が実行に必要な CPU リソースを受け取れないようになるためです。スレッドの数を減らすと、Ingress コントローラーのパフォーマンスが低下する可能性があります。

注記

すべてのパラメーターはオプションです。

6.3.1. Ingress コントローラーの TLS セキュリティープロファイル

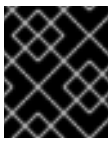
TLS セキュリティープロファイルは、サーバーに接続する際に接続クライアントが使用できる暗号を規制する方法をサーバーに提供します。

6.3.1.1. TLS セキュリティープロファイルについて

TLS (Transport Layer Security) セキュリティープロファイルを使用して、さまざまな OpenShift Container Platform コンポーネントに必要な TLS 暗号を定義できます。OpenShift Container Platform の TLS セキュリティープロファイルは、Mozilla が推奨する設定 に基づいています。

コンポーネントごとに、以下の TLS セキュリティープロファイルのいずれかを指定できます。

表6.1 TLS セキュリティープロファイル

プロファイル	説明
Old	このプロファイルは、レガシークライアントまたはライブラリーでの使用を目的としています。このプロファイルは、Old 後方互換性 の推奨設定に基づいています。 **Old** プロファイルには、最小 TLS バージョン 1.0 が必要です。  **注記** Ingress コントローラーの場合、TLS の最小バージョンは 1.0 から 1.1 に変換されます。
Intermediate	このプロファイルは、大多数のクライアントに推奨される設定です。これは、Ingress コントローラー、kubelet、およびコントロールプレーンのデフォルトの TLS セキュリティープロファイルです。このプロファイルは、Intermediate 互換性 の推奨設定に基づいています。 **Intermediate** プロファイルには、最小 TLS バージョン 1.2 が必要です。
Modern	このプロファイルは、後方互換性を必要としない Modern のクライアントでの使用を目的としています。このプロファイルは、Modern 互換性 の推奨設定に基づいています。 **Modern** プロファイルには、最小 TLS バージョン 1.3 が必要です。  **注記** OpenShift Container Platform 4.6、4.7、および 4.8 では、**Modern** プロファイルはサポートされていません。選択すると、**Intermediate** プロファイルが有効になります。  **重要** **Modern** プロファイルは現在サポートされていません。

プロファイル	説明
カスタム	このプロファイルを使用すると、使用する TLS バージョンと暗号を定義できます。 **警告** 無効な設定により問題が発生する可能性があるため、**Custom** プロファイルを使用する際には注意してください。 **注記** OpenShift Container Platform ルーターは、Red Hat 分散の OpenSSL デフォルトセットの TLS **1.3** 暗号スイートを有効にします。OpenShift Container Platform 4.6、4.7、および 4.8 では TLS **1.3** がサポートされていなくても、クラスターは TLS **1.3** 接続と暗号スイートを受け入れる場合があります。

注記

事前定義されたプロファイルタイプのいずれかを使用する場合、有効なプロファイル設定はリリース間で変更される可能性があります。たとえば、リリース X.Y.Z にデプロイされた Intermediate プロファイルを使用する仕様がある場合、リリース X.Y.Z+1 へのアップグレードにより、新規のプロファイル設定が適用され、ロールアウトが生じる可能性があります。

6.3.1.2. Ingress コントローラーの TLS セキュリティープロファイルの設定

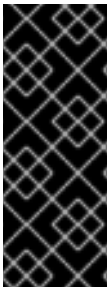
Ingress コントローラーの TLS セキュリティープロファイルを設定するには、**IngressController** カスタムリソース (CR) を編集して、事前定義済みまたはカスタムの TLS セキュリティープロファイルを指定します。TLS セキュリティープロファイルが設定されていない場合、デフォルト値は API サーバーに設定された TLS セキュリティープロファイルに基づいています。

Old TLS のセキュリティープロファイルを設定するサンプル IngressController CR

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
 ...
spec:
  tlsSecurityProfile:
    old: {}
    type: Old
 ...
```

TLS セキュリティープロファイルは、Ingress コントローラーの TLS 接続の最小 TLS バージョンと TLS 暗号を定義します。

設定された TLS セキュリティープロファイルの暗号と最小 TLS バージョンは、**Status.Tls Profile** 配下の **IngressController** カスタムリソース (CR) と **Spec.Tls Security Profile** 配下の設定された TLS セキュリティープロファイルで確認できます。**Custom** TLS セキュリティープロファイルの場合、特定の暗号と最小 TLS バージョンは両方のパラメーターの下に一覧表示されます。



重要

HAProxy Ingress コントローラーイメージは TLS **1.3** をサポートしません。**Modern** プロファイルには TLS **1.3** が必要であることから、これはサポートされません。Ingress Operator は **Modern** プロファイルを **Intermediate** に変換します。

また、Ingress Operator は TLS **1.0** の **Old** または **Custom** プロファイルを **1.1** に変換し、TLS **1.3** の **Custom** プロファイルを **1.2** に変換します。

前提条件

- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。

手順

1. **openshift-ingress-operator** プロジェクトの **IngressController** CR を編集して、TLS セキュリティープロファイルを設定します。

```
$ oc edit IngressController default -n openshift-ingress-operator
```

2. **spec.tlsSecurityProfile** フィールドを追加します。

Custom プロファイルのサンプル IngressController CR

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
 ...
spec:
  tlsSecurityProfile:
    type: Custom (1)
    custom: (2)
      ciphers: (3)
      - ECDHE-ECDSA-CHACHA20-POLY1305
      - ECDHE-RSA-CHACHA20-POLY1305
      - ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256
      - ECDHE-ECDSA-AES128-GCM-SHA256
      minTLSVersion: VersionTLS11
  ...
```

(1) TLS セキュリティープロファイルタイプ (**Old**、**Intermediate**、または **Custom**) を指定します。デフォルトは **Intermediate** です。

(2) 選択したタイプに適切なフィールドを指定します。

- **old: {}**
- **intermediate: {}**
- **custom:**

3 **custom** タイプには、TLS 暗号の一覧と最小許容 TLS バージョンを指定します。

3. 変更を適用するためにファイルを保存します。

検証

- **IngressController** CR にプロファイルが設定されていることを確認します。

```
$ oc describe IngressController default -n openshift-ingress-operator
```

出力例

```
Name:         default
Namespace:    openshift-ingress-operator
Labels:       <none>
Annotations:  <none>
API Version:  operator.openshift.io/v1
Kind:         IngressController
 ...
Spec:
 ...
  Tls Security Profile:
    Custom:
      Ciphers:
        ECDHE-ECDSA-CHACHA20-POLY1305
        ECDHE-RSA-CHACHA20-POLY1305
        ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256
        ECDHE-ECDSA-AES128-GCM-SHA256
      Min TLS Version:  VersionTLS11
    Type:               Custom
...
```

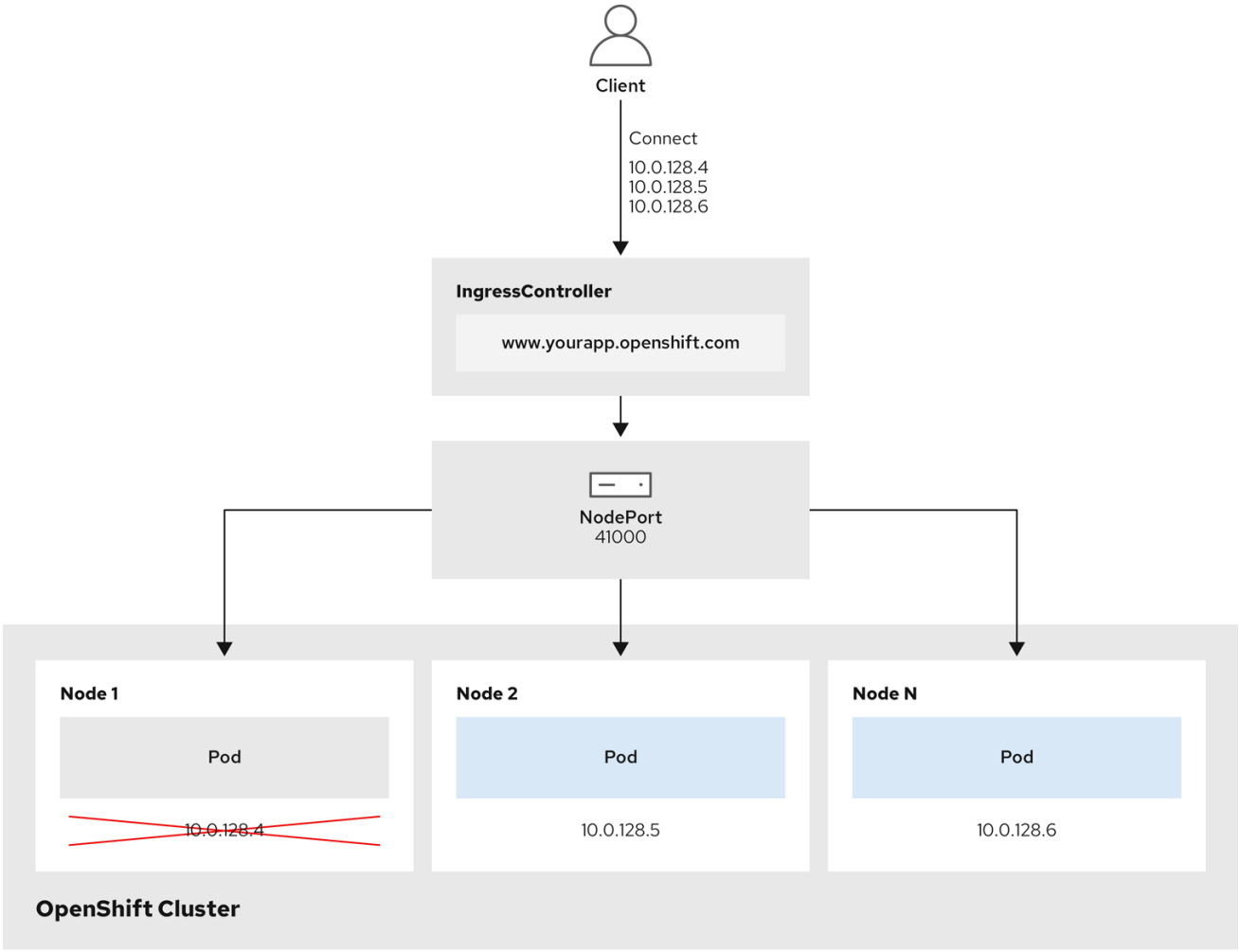
6.3.2. Ingress コントローラーエンドポイントの公開ストラテジー

NodePortService エンドポイントの公開ストラテジー

NodePortService エンドポイントの公開ストラテジーは、Kubernetes NodePort サービスを使用して Ingress コントローラーを公開します。

この設定では、Ingress コントローラーのデプロイメントはコンテナーのネットワークを使用します。**NodePortService** はデプロイメントを公開するために作成されます。特定のノードポートは OpenShift Container Platform によって動的に割り当てられますが、静的ポートの割り当てをサポートするために、管理される **NodePortService** のノードポートフィールドへの変更が保持されます。

図6.1 NodePortService の図



前述の図では、OpenShift Container Platform Ingress NodePort エンドポイントの公開戦略に関する以下のような概念を示しています。

- クラスターで利用可能なノードにはすべて、外部からアクセス可能な独自の IP アドレスが割り当てられています。クラスター内で動作するサービスは、全ノードに固有の NodePort にバインドされます。
- たとえば、クライアントが図中の IP アドレス **10.0.128.4** に接続してダウンしているノードに接続した場合に、ノードポートは、サービスを実行中で利用可能なノードにクライアントを直接接続します。このシナリオでは、ロードバランシングは必要ありません。イメージが示すように、**10.0.128.4** アドレスがダウンしており、代わりに別の IP アドレスを使用する必要があります。

注記

Ingress Operator は、サービスの **.spec.ports[].nodePort** フィールドへの更新を無視します。

デフォルトで、ポートは自動的に割り当てられ、各種の統合用のポート割り当てにアクセスできます。ただし、既存のインフラストラクチャーと統合するために静的ポートの割り当てが必要になることがありますが、これは動的ポートに対応して簡単に再設定できない場合があります。静的ノードポートとの統合を実行するには、管理対象のサービスリソースを直接更新できます。

詳細は、**NodePort** についての Kubernetes サービスについてのドキュメント を参照してください。

HostNetwork エンドポイントの公開ストラテジー

HostNetwork エンドポイントの公開ストラテジーは、Ingress コントローラーがデプロイされるノードポートで Ingress コントローラーを公開します。

HostNetwork エンドポイント公開ストラテジーを持つ Ingress コントローラーには、ノードごとに単一の Pod レプリカのみを設定できます。**n** のレプリカを使用する場合、それらのレプリカをスケジュールできる **n** 以上のノードを使用する必要があります。各 Pod はスケジュールされるノードホストでポート **80** および **443** を要求するので、同じノードで別の Pod がそれらのポートを使用している場合、レプリカをノードにスケジュールすることはできません。

6.4. デフォルト INGRESS コントローラーの表示

Ingress Operator は、OpenShift Container Platform の中核となる機能であり、追加の設定なしに有効にできます。

すべての新規 OpenShift Container Platform インストールには、**ingresscontroller** の名前付きのデフォルトがあります。これは、追加の Ingress コントローラーで補足できます。デフォルトの **ingresscontroller** が削除される場合、Ingress Operator は 1 分以内にこれを自動的に再作成します。

手順

- デフォルト Ingress コントローラーを表示します。

```
$ oc describe --namespace=openshift-ingress-operator ingresscontroller/default
```

6.5. INGRESS OPERATOR ステータスの表示

Ingress Operator のステータスを表示し、検査することができます。

手順

- Ingress Operator ステータスを表示します。

```
$ oc describe clusteroperators/ingress
```

6.6. INGRESS コントローラーログの表示

Ingress コントローラーログを表示できます。

手順

- Ingress コントローラーログを表示します。

```
$ oc logs --namespace=openshift-ingress-operator deployments/ingress-operator
```

6.7. INGRESS コントローラーステータスの表示

特定の Ingress コントローラーのステータスを表示できます。

手順

- Ingress コントローラーのステータスを表示します。

```
$ oc describe --namespace=openshift-ingress-operator ingresscontroller/<name>
```

6.8. INGRESS コントローラーの設定

6.8.1. カスタムデフォルト証明書の設定

管理者として、 Secret リソースを作成し、**IngressController** カスタムリソース (CR) を編集して Ingress コントローラーがカスタム証明書を使用するように設定できます。

前提条件

- PEM エンコードされたファイルに証明書/キーのペアがなければなりません。ここで、証明書は信頼される認証局またはカスタム PKI で設定されたプライベートの信頼される認証局で署名されます。
- 証明書が以下の要件を満たしている必要があります。
  - 証明書が Ingress ドメインに対して有効化されている必要があります。
  - 証明書は拡張を使用して、**subjectAltName** 拡張を使用して、***.apps.ocp4.example.com** などのワイルドカードドメインを指定します。
- **IngressController** CR がなければなりません。デフォルトの CR を使用できます。

```
$ oc --namespace openshift-ingress-operator get ingresscontrollers
```

出力例

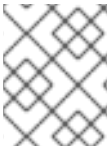
```
NAME      AGE
default   10m
```

注記

Intermediate 証明書がある場合、それらはカスタムデフォルト証明書が含まれるシークレットの **tls.crt** ファイルに組み込まれる必要があります。証明書を指定する際の順序は重要になります。サーバー証明書の後に Intermediate 証明書を一覧表示します。

手順

以下では、カスタム証明書とキーのペアが、現在の作業ディレクトリーの **tls.crt** および **tls.key** ファイルにあることを前提とします。**tls.crt** および **tls.key** を実際のパス名に置き換えます。さらに、 Secret リソースを作成し、これを IngressController CR で参照する際に、**custom-certs-default** を別の名前に置き換えます。



注記

このアクションにより、Ingress コントローラーはデプロイメントストラテジーを使用して再デプロイされます。

1. **tls.crt** および **tls.key** ファイルを使用して、カスタム証明書を含む Secret リソースを **openshift-ingress** namespace に作成します。

```
$ oc --namespace openshift-ingress create secret tls custom-certs-default --cert=tls.crt --
key=tls.key
```

2. IngressController CR を、新規証明書シークレットを参照するように更新します。

```
$ oc patch --type=merge --namespace openshift-ingress-operator ingresscontrollers/default \
  --patch '{"spec":{"defaultCertificate":{"name":"custom-certs-default"}}}'
```

3. 更新が正常に行われていることを確認します。

```
$ echo Q |\
  openssl s_client -connect console-openshift-console.apps.<domain>:443 -showcerts
2>/dev/null |\
  openssl x509 -noout -subject -issuer -enddate
```

ここでは、以下のようになります。

<domain>
クラスターのベースドメイン名を指定します。

出力例

```
subject=C = US, ST = NC, L = Raleigh, O = RH, OU = OCP4, CN = *.apps.example.com
issuer=C = US, ST = NC, L = Raleigh, O = RH, OU = OCP4, CN = example.com
notAfter=May 10 08:32:45 2022 GM
```

ヒント

または、以下の YAML を適用してカスタムのデフォルト証明書を設定できます。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  defaultCertificate:
    name: custom-certs-default
```

証明書シークレットの名前は、CR を更新するために使用された値に一致する必要があります。

IngressController CR が変更された後に、Ingress Operator はカスタム証明書を使用できるように Ingress コントローラーのデプロイメントを更新します。

6.8.2. カスタムデフォルト証明書の削除

管理者は、使用する Ingress Controller を設定したカスタム証明書を削除できます。

前提条件

- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- Ingress Controller のカスタムデフォルト証明書を設定している。

手順

- カスタム証明書を削除し、OpenShift Container Platform に同梱されている証明書を復元するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc patch -n openshift-ingress-operator ingresscontrollers/default \
  --type json -p $'- op: remove\n  path: /spec/defaultCertificate'
```

クラスターが新しい証明書設定を調整している間、遅延が発生する可能性があります。

検証

- 元のクラスター証明書が復元されたことを確認するには、次のコマンドを入力します。

```
$ echo Q | \
  openssl s_client -connect console-openshift-console.apps.<domain>:443 -showcerts
2>/dev/null | \
  openssl x509 -noout -subject -issuer -enddate
```

ここでは、以下のようになります。

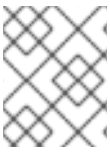
<domain>
クラスターのベースドメイン名を指定します。

出力例

```
subject=CN = *.apps.<domain>
issuer=CN = ingress-operator@1620633373
notAfter=May 10 10:44:36 2023 GMT
```

6.8.3. Ingress コントローラーのスケーリング

Ingress コントローラーは、スループットを増大させるための要件を含む、ルーティングのパフォーマンスや可用性に関する各種要件に対応するために手動でスケーリングできます。**oc** コマンドは、**IngressController** リソースのスケーリングに使用されます。以下の手順では、デフォルトの **IngressController** をスケールアップする例を示します。



注記

スケーリングは、必要な数のレプリカを作成するのに時間がかかるため、すぐに実行できるアクションではありません。

手順

1. デフォルト **IngressController** の現在の利用可能なレプリカ数を表示します。

```
$ oc get -n openshift-ingress-operator ingresscontrollers/default -o
jsonpath='{$.status.availableReplicas}'
```

出力例

```
2
```

2. **oc patch** コマンドを使用して、デフォルトの **IngressController** を必要なレプリカ数にスケーリングします。以下の例では、デフォルトの **IngressController** を 3 つのレプリカにスケーリングしています。

```
$ oc patch -n openshift-ingress-operator ingresscontroller/default --patch '{"spec":{"replicas":
3}}' --type=merge
```

出力例

```
ingresscontroller.operator.openshift.io/default patched
```

3. デフォルトの **IngressController** が指定したレプリカ数にスケーリングされていることを確認します。

```
$ oc get -n openshift-ingress-operator ingresscontrollers/default -o
jsonpath='{$.status.availableReplicas}'
```

出力例

```
3
```

ヒント

または、以下の YAML を適用して Ingress コントローラーを 3 つのレプリカにスケーリングすることもできます。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  replicas: 3 (1)
```

(1) 異なる数のレプリカが必要な場合は **replicas** 値を変更します。

6.8.4. Ingress アクセスロギングの設定

アクセスログを有効にするように Ingress コントローラーを設定できます。大量のトラフィックを受信しないクラスターがある場合、サイドカーにログインできます。クラスターのトラフィックが多い場合、ロギングスタックの容量を超えないようにしたり、OpenShift Container Platform 外のロギングインフラストラクチャーと統合したりするために、ログをカスタム syslog エンドポイントに転送することができます。アクセスログの形式を指定することもできます。

コンテナーロギングは、既存の Syslog ロギングインフラストラクチャーがない場合や、Ingress コントローラーで問題を診断する際に短期間使用する場合に、低トラフィックのクラスターのアクセスログを有効にするのに役立ちます。

アクセスログが OpenShift Logging スタックの容量を超える可能性があるトラフィックの多いクラスターや、ロギングソリューションが既存の Syslog ロギングインフラストラクチャーと統合する必要のある環境では、syslog が必要です。Syslog のユースケースは重複する可能性があります。

前提条件

- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインしている。

手順

サイドカーへの Ingress アクセスロギングを設定します。

- Ingress アクセスロギングを設定するには、**spec.logging.access.destination** を使用して宛先を指定する必要があります。サイドカーコンテナーへのロギングを指定するには、**Container** **spec.logging.access.destination.type** を指定する必要があります。以下の例は、コンテナー **Container** の宛先に対してログ記録する Ingress コントローラー定義です。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  replicas: 2
  logging:
    access:
      destination:
        type: Container
```

- Ingress コントローラーをサイドカーに対してログを記録するように設定すると、Operator は Ingress コントローラー Pod 内に **logs** という名前のコンテナーを作成します。

```
$ oc -n openshift-ingress logs deployment.apps/router-default -c logs
```

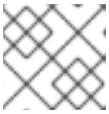
出力例

```
2020-05-11T19:11:50.135710+00:00 router-default-57dfc6cd95-bpmk6 router-default-
57dfc6cd95-bpmk6 haproxy[108]: 174.19.21.82:39654 [11/May/2020:19:11:50.133] public
be_http:hello-openshift:hello-openshift/pod:hello-openshift:hello-openshift:10.128.2.12:8080
0/0/1/0/1 200 142 - - --NI 1/1/0/0/0 0/0 "GET / HTTP/1.1"
```

Syslog エンドポイントへの Ingress アクセスロギングを設定します。

- Ingress アクセスロギングを設定するには、**spec.logging.access.destination** を使用して宛先を指定する必要があります。Syslog エンドポイント宛先へのロギングを指定するには、**spec.logging.access.destination.type** に **Syslog** を指定する必要があります。宛先タイプが **Syslog** の場合、**spec.logging.access.destination.syslog.endpoint** を使用して宛先エンドポイントも指定する必要があります。また、**spec.logging.access.destination.syslog.facility** を使用してファシリティーを指定できます。以下の例は、**Syslog** 宛先に対してログを記録する Ingress コントローラーの定義です。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  replicas: 2
  logging:
    access:
      destination:
        type: Syslog
        syslog:
          address: 1.2.3.4
          port: 10514
```



注記

syslog 宛先ポートは UDP である必要があります。

特定のログ形式で Ingress アクセスロギングを設定します。

- **spec.logging.access.httpLogFormat** を指定して、ログ形式をカスタマイズできます。以下の例は、IP アドレスが 1.2.3.4 およびポート 10514 の **syslog** エンドポイントに対してログを記録する Ingress コントローラーの定義です。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  replicas: 2
  logging:
    access:
      destination:
        type: Syslog
        syslog:
          address: 1.2.3.4
          port: 10514
      httpLogFormat: '%ci:%cp [%t] %ft %b/%s %B %bq %HM %HU %HV'
```

Ingress アクセスロギングを無効にします。

- Ingress アクセスロギングを無効にするには、**spec.logging** または **spec.logging.access** を空のままにします。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
```

```
replicas: 2
logging:
  access: null
```

6.8.5. Ingress コントローラースレッド数の設定

クラスター管理者は、スレッド数を設定して、クラスターが処理できる受信接続の量を増やすことができます。既存の Ingress コントローラーにパッチを適用して、スレッドの数を増やすことができます。

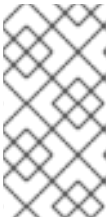
前提条件

- 以下では、Ingress コントローラーがすでに作成されていることを前提とします。

手順

- Ingress コントローラーを更新して、スレッド数を増やします。

```
$ oc -n openshift-ingress-operator patch ingresscontroller/default --type=merge -p '{"spec":
{"tuningOptions": {"threadCount": 8}}}'
```



注記

大量のリソースを実行できるノードがある場合、**spec.nodePlacement.nodeSelector** を、意図されているノードの容量に一致するラベルで設定し、**spec.tuningOptions.threadCount** を随時高い値に設定します。

6.8.6. Ingress コントローラーのシャード化

トラフィックがクラスターに送信される主要なメカニズムとして、Ingress コントローラーまたはルーターへの要求が大きくなる可能性があります。クラスター管理者は、以下を実行するためにルートをシャード化できます。

- Ingress コントローラーまたはルーターを複数のルートに分散し、変更に対する応答を加速します。
- 特定のルートを他のルートとは異なる信頼性の保証を持つように割り当てます。
- 特定の Ingress コントローラーに異なるポリシーを定義することを許可します。
- 特定のルートのみが追加機能を使用することを許可します。
- たとえば、異なるアドレスで異なるルートを公開し、内部ユーザーおよび外部ユーザーが異なるルートを認識できるようにします。

Ingress コントローラーは、ルートラベルまたは namespace ラベルのいずれかをシャード化の方法として使用できます。

6.8.6.1. ルートラベルを使用した Ingress コントローラーのシャード化の設定

ルートラベルを使用した Ingress コントローラーのシャード化とは、Ingress コントローラーがルートセレクターによって選択される任意 namespace の任意のルートを提供することを意味します。

Ingress コントローラーのシャード化は、一連の Ingress コントローラー間で着信トラフィックの負荷を

分散し、トラフィックを特定の Ingress コントローラーに分離する際に役立ちます。たとえば、Company A のトラフィックをある Ingress コントローラーに指定し、Company B を別の Ingress コントローラーに指定できます。

手順

1. **router-internal.yaml** ファイルを編集します。

```
# cat router-internal.yaml
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: operator.openshift.io/v1
  kind: IngressController
  metadata:
    name: sharded
    namespace: openshift-ingress-operator
  spec:
    domain: <apps-sharded.basedomain.example.net>
    nodePlacement:
      nodeSelector:
        matchLabels:
          node-role.kubernetes.io/worker: ""
    routeSelector:
      matchLabels:
        type: sharded
  status: {}
kind: List
metadata:
  resourceVersion: ""
  selfLink: ""
```

2. Ingress コントローラーの **router-internal.yaml** ファイルを適用します。

```
# oc apply -f router-internal.yaml
```

Ingress コントローラーは、**type: sharded** というラベルのある namespace のルートを選択します。

6.8.6.2. namespace ラベルを使用した Ingress コントローラーのシャード化の設定

namespace ラベルを使用した Ingress コントローラーのシャード化とは、Ingress コントローラーが namespace セレクターによって選択される任意の namespace の任意のルートを提供することを意味します。

Ingress コントローラーのシャード化は、一連の Ingress コントローラー間で着信トラフィックの負荷を分散し、トラフィックを特定の Ingress コントローラーに分離する際に役立ちます。たとえば、Company A のトラフィックをある Ingress コントローラーに指定し、Company B を別の Ingress コントローラーに指定できます。

警告

Keepalived Ingress VIP をデプロイする場合は、**endpoint Publishing Strategy** パラメーターに **Host Network** の値が割り当てられた、デフォルト以外の Ingress Controller をデプロイしないでください。デプロイしてしまうと、問題が発生する可能性があります。**endpoint Publishing Strategy** に **Host Network** ではなく、**Node Port** という値を使用してください。

手順

1. **router-internal.yaml** ファイルを編集します。

```
# cat router-internal.yaml
```

出力例

```
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: operator.openshift.io/v1
  kind: IngressController
  metadata:
    name: sharded
    namespace: openshift-ingress-operator
  spec:
    domain: <apps-sharded.basedomain.example.net>
    nodePlacement:
      nodeSelector:
        matchLabels:
          node-role.kubernetes.io/worker: ""
    namespaceSelector:
      matchLabels:
        type: sharded
  status: {}
kind: List
metadata:
  resourceVersion: ""
  selfLink: ""
```

2. Ingress コントローラーの **router-internal.yaml** ファイルを適用します。

```
# oc apply -f router-internal.yaml
```

Ingress コントローラーは、**type: sharded** というラベルのある namespace セレクターによって選択される namespace のルートを選択します。

6.8.7. 内部ロードバランサーを使用するように Ingress コントローラーを設定する

クラウドプラットフォームで Ingress コントローラーを作成する場合、Ingress コントローラーはデフォルトでパブリッククラウドロードバランサーによって公開されます。管理者は、内部クラウドロードバランサーを使用する Ingress コントローラーを作成できます。

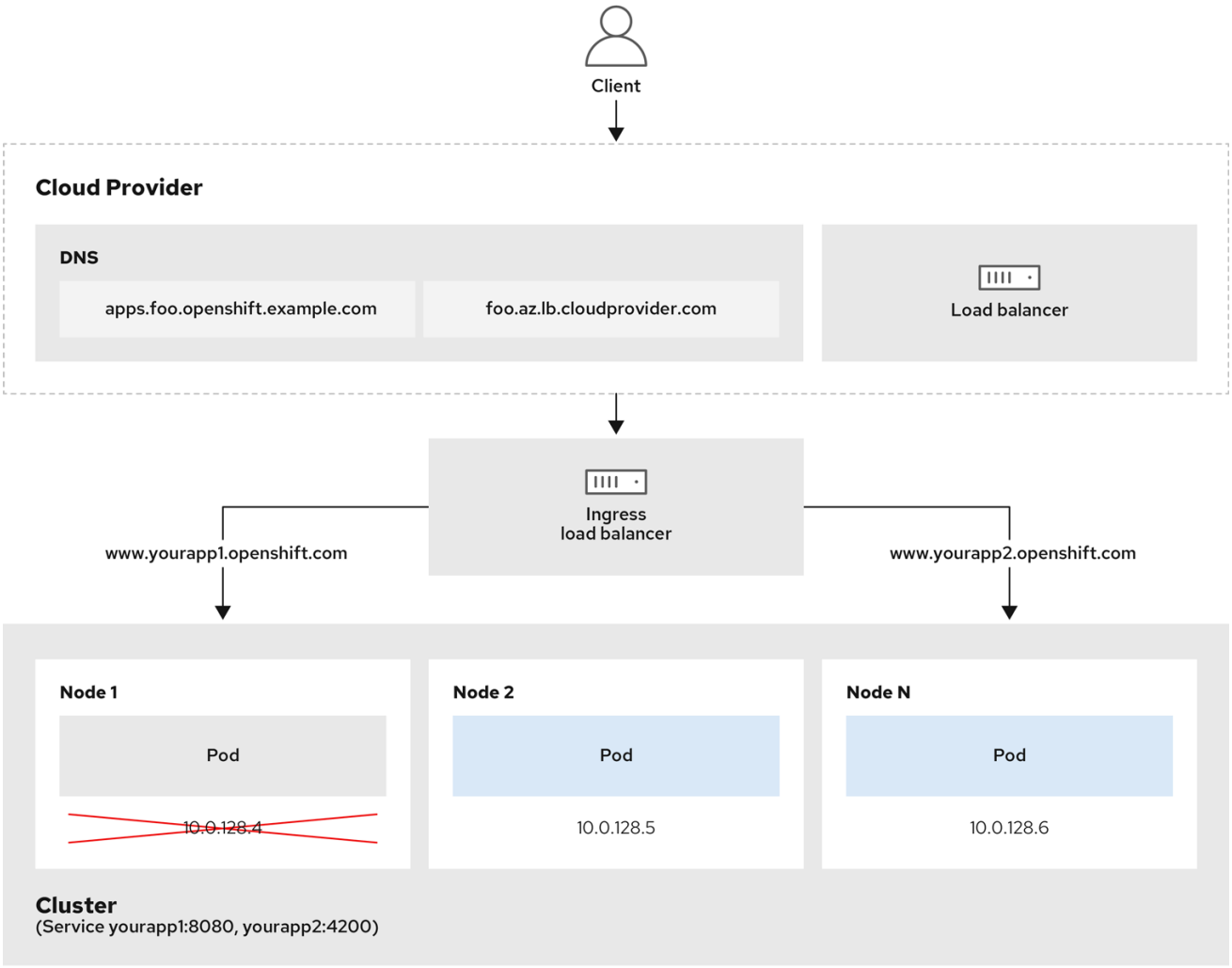
警告

クラウドプロバイダーが Microsoft Azure の場合、ノードを参照するパブリックロードバランサーが少なくとも 1 つ必要です。これがない場合、すべてのノードがインターネットへの egress 接続を失います。

重要

IngressController オブジェクトの **スコープ** を変更する必要がある場合、**IngressController** オブジェクトを削除してから、これを再作成する必要があります。カスタムリソース (CR) の作成後に **.spec.endpointPublishingStrategy.loadBalancer.scope** パラメーターを変更することはできません。

図6.2 ロードバランサーの図



前述の図では、OpenShift Container Platform Ingress LoadBalancerService エンドポイントの公開戦略に関する以下のような概念を示しています。

- 負荷は、外部からクラウドプロバイダーのロードバランサーを使用するか、内部から OpenShift Ingress Controller Load Balancer を使用して、分散できます。
- ロードバランサーのシングル IP アドレスと、図にあるクラスターのように、8080 や 4200 といった馴染みのあるポートを使用することができます。
- 外部のロードバランサーからのトラフィックは、ダウンしたノードのインスタンスで記載されているように、Pod の方向に進められ、ロードバランサーが管理します。実装の詳細については、Kubernetes サービスドキュメント を参照してください。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. 以下の例のように、**<name>-ingress-controller.yaml** という名前のファイルに **IngressController** カスタムリソース (CR) を作成します。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  namespace: openshift-ingress-operator
  name: <name> 1
spec:
  domain: <domain> 2
  endpointPublishingStrategy:
    type: LoadBalancerService
    loadBalancer:
      scope: Internal 3
```

1. **<name>** を **IngressController** オブジェクトの名前に置き換えます。
2. コントローラーによって公開されるアプリケーションの **ドメイン** を指定します。
3. 内部ロードバランサーを使用するために **Internal** の値を指定します。

2. 以下のコマンドを実行して、直前の手順で定義された Ingress コントローラーを作成します。

```
$ oc create -f <name>-ingress-controller.yaml 1
```

1. **<name>** を **IngressController** オブジェクトの名前に置き換えます。

3. オプション: 以下のコマンドを実行して Ingress コントローラーが作成されていることを確認します。

```
$ oc --all-namespaces=true get ingresscontrollers
```

6.8.8. GCP での Ingress コントローラーのグローバルアクセスの設定

内部ロードバランサーで GCP で作成された Ingress コントローラーは、サービスの内部 IP アドレスを生成します。クラスター管理者は、グローバルアクセスオプションを指定できます。これにより、同じ VPC ネットワーク内の任意のリージョンでクラスターを有効にし、ロードバランサーとしてコンピュートリージョンを有効にして、クラスターで実行されるワークロードに到達できるようにできます。

詳細情報は、GCP ドキュメントの グローバルアクセス について参照してください。

前提条件

- OpenShift Container Platform クラスターを GCP インフラストラクチャーにデプロイしている。
- 内部ロードバランサーを使用するように Ingress コントローラーを設定している。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。

手順

1. グローバルアクセスを許可するように Ingress コントローラーリソースを設定します。

注記

Ingress コントローラーを作成し、グローバルアクセスのオプションを指定することもできます。

   a. Ingress コントローラーリソースを設定します。

```
$ oc -n openshift-ingress-operator edit ingresscontroller/default
```

   b. YAML ファイルを編集します。

サンプル clientAccess 設定を Global に設定します。

```
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    loadBalancer:
      providerParameters:
        gcp:
          clientAccess: Global 1
        type: GCP
      scope: Internal
    type: LoadBalancerService
```

1 **gcp.clientAccess** を **Global** に設定します。

   c. 変更を適用するためにファイルを保存します。

2. 以下のコマンドを実行して、サービスがグローバルアクセスを許可することを確認します。

```
$ oc -n openshift-ingress edit svc/router-default -o yaml
```

この出力では、グローバルアクセスがアノテーション **networking.gke.io/internal-load-balancer-allow-global-access** で GCP について有効にされていることを示しています。

6.8.9. クラスターを内部に配置するようにのデフォルト Ingress コントローラーを設定する

削除や再作成を実行して、クラスターを内部に配置するように **default** Ingress コントローラーを設定できます。

警告

クラウドプロバイダーが Microsoft Azure の場合、ノードを参照するパブリックロードバランサーが少なくとも 1 つ必要です。これがない場合、すべてのノードがインターネットへの egress 接続を失います。

重要

IngressController オブジェクトの **スコープ** を変更する必要がある場合、**IngressController** オブジェクトを削除してから、これを再作成する必要があります。カスタムリソース (CR) の作成後に **.spec.endpointPublishingStrategy.loadBalancer.scope** パラメーターを変更することはできません。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. 削除や再作成を実行して、クラスターを内部に配置するように **default** Ingress コントローラーを設定します。

```
$ oc replace --force --wait --filename - <<EOF
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  namespace: openshift-ingress-operator
  name: default
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    type: LoadBalancerService
    loadBalancer:
      scope: Internal
EOF
```

6.8.10. ルートの受付ポリシーの設定

管理者およびアプリケーション開発者は、同じドメイン名を持つ複数の namespace でアプリケーションを実行できます。これは、複数のチームが同じホスト名で公開されるマイクロサービスを開発する組織を対象としています。

警告

複数の namespace での要求の許可は、namespace 間の信頼のあるクラスターに対してのみ有効にする必要があります。有効にしないと、悪意のあるユーザーがホスト名を乗っ取る可能性があります。このため、デフォルトの受付ポリシーは複数の namespace 間でのホスト名の要求を許可しません。

前提条件

- クラスター管理者の権限。

手順

- 以下のコマンドを使用して、**ingresscontroller** リソース変数の **.spec.routeAdmission** フィールドを編集します。

```
$ oc -n openshift-ingress-operator patch ingresscontroller/default --patch '{"spec":
{"routeAdmission":{"namespaceOwnership":"InterNamespaceAllowed"}}}' --type=merge
```

イメージコントローラー設定例

```
spec:
  routeAdmission:
    namespaceOwnership: InterNamespaceAllowed
...
```

ヒント

または、以下の YAML を適用してルートの受付ポリシーを設定できます。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  routeAdmission:
    namespaceOwnership: InterNamespaceAllowed
```

6.8.11. ワイルドカードルートの使用

HAProxy Ingress コントローラーにはワイルドカードルートのサポートがあります。Ingress Operator は **wildcardPolicy** を使用して、Ingress コントローラーの **ROUTER_ALLOW_WILDCARD_ROUTES** 環境変数を設定します。

Ingress コントローラーのデフォルトの動作では、ワイルドカードポリシーの **None** (既存の **IngressController** リソースとの後方互換性がある) を持つルートを許可します。

手順

1. ワイルドカードポリシーを設定します。

   a. 以下のコマンドを使用して **IngressController** リソースを編集します。

   ```
   $ oc edit IngressController
   ```

   b. **spec** の下で、**wildcardPolicy** フィールドを **WildcardsDisallowed** または **WildcardsAllowed** に設定します。

   ```
   spec:
     routeAdmission:
       wildcardPolicy: WildcardsDisallowed # or WildcardsAllowed
   ```

6.8.12. X-Forwarded ヘッダーの使用

Forwarded および **X-Forwarded-For** を含む HTTP ヘッダーの処理方法についてのポリシーを指定するように HAProxy Ingress コントローラーを設定します。Ingress Operator は **HTTPHeaders** フィールドを使用して、Ingress コントローラーの **ROUTER_SET_FORWARDED_HEADERS** 環境変数を設定します。

手順

1. Ingress コントローラー用に **HTTPHeaders** フィールドを設定します。

   a. 以下のコマンドを使用して **IngressController** リソースを編集します。

   ```
   $ oc edit IngressController
   ```

   b. **spec** の下で、**HTTPHeaders** ポリシーフィールドを **Append**、**Replace**、**IfNone**、または **Never** に設定します。

   ```
   apiVersion: operator.openshift.io/v1
   kind: IngressController
   metadata:
     name: default
     namespace: openshift-ingress-operator
   spec:
     httpHeaders:
       forwardedHeaderPolicy: Append
   ```

使用例
クラスター管理者として、以下を実行できます。

- Ingress コントローラーに転送する前に、**X-Forwarded-For** ヘッダーを各リクエストに挿入する外部プロキシーを設定します。
  ヘッダーを変更せずに渡すように Ingress コントローラーを設定するには、**never** ポリシーを指定します。これにより、Ingress コントローラーはヘッダーを設定しなくなり、アプリケーションは外部プロキシーが提供するヘッダーのみを受信します。

- 外部プロキシーが外部クラスター要求を設定する **X-Forwarded-For** ヘッダーを変更せずに渡すように Ingress コントローラーを設定します。
  外部プロキシーを通過しない内部クラスター要求に **X-Forwarded-For** ヘッダーを設定するように Ingress コントローラーを設定するには、**if-none** ポリシーを指定します。外部プロキシー経由で HTTP 要求にヘッダーがすでに設定されている場合、Ingress コントローラーはこれを保持

します。要求がプロキシーを通過していないためにヘッダーがない場合、Ingress コントローラーはヘッダーを追加します。

アプリケーション開発者として、以下を実行できます。

- **X-Forwarded-For** ヘッダーを挿入するアプリケーション固有の外部プロキシーを設定します。他の Route のポリシーに影響を与えずに、アプリケーションの Route 用にヘッダーを変更せずに渡すように Ingress コントローラーを設定するには、アプリケーションの Route に アノテーション **haproxy.router.openshift.io/set-forwarded-headers: if-none** または **haproxy.router.openshift.io/set-forwarded-headers: never** を追加します。

注記

Ingress コントローラーのグローバルに設定された値とは別に、**haproxy.router.openshift.io/set-forwarded-headers** アノテーションをルートごとに設定できます。

6.8.13. HTTP/2 Ingress 接続の有効化

HAProxy で透過的なエンドツーエンド HTTP/2 接続を有効にすることができます。これにより、アプリケーションの所有者は、単一接続、ヘッダー圧縮、バイナリーストリームなど、HTTP/2 プロトコル機能を使用できます。

個別の Ingress コントローラーまたはクラスター全体について、HTTP/2 接続を有効にすることができます。

クライアントから HAProxy への接続について HTTP/2 の使用を有効にするために、ルートはカスタム証明書を指定する必要があります。デフォルトの証明書を使用するルートは HTTP/2 を使用することができません。この制限は、クライアントが同じ証明書を使用する複数の異なるルートに接続を再使用するなどの、接続の結合 (coalescing) の問題を回避するために必要です。

HAProxy からアプリケーション Pod への接続は、re-encrypt ルートのみに HTTP/2 を使用でき、edge termination ルートまたは非セキュアなルートには使用しません。この制限は、HAProxy が TLS 拡張である Application-Level Protocol Negotiation (ALPN) を使用してバックエンドで HTTP/2 の使用をネゴシエートするためにあります。そのため、エンドツーエンドの HTTP/2 はパススルーおよび re-encrypt 使用できますが、非セキュアなルートまたは edge termination ルートでは使用できません。

警告

再暗号化ルートで WebSocket を使用し、Ingress Controller で HTTP/2 を有効にするには、HTTP/2 を介した WebSocket のサポートが必要です。HTTP/2 上の WebSockets は HAProxy 2.4 の機能であり、現時点では OpenShift Container Platform ではサポートされていません。

重要

パススルー以外のルートの場合、Ingress コントローラーはクライアントからの接続とは独立してアプリケーションへの接続をネゴシエートします。つまり、クライアントが Ingress コントローラーに接続して HTTP/1.1 をネゴシエートし、Ingress コントローラーは次にアプリケーションに接続して HTTP/2 をネゴシエートし、アプリケーションへの HTTP/2 接続を使用してクライアント HTTP/1.1 接続からの要求の転送を実行できます。Ingress コントローラーは WebSocket を HTTP/2 に転送できず、その HTTP/2 接続を WebSocket に対してアップグレードできないため、クライアントが後に HTTP/1.1 から WebSocket プロトコルに接続をアップグレードしようとすると問題が発生します。そのため、WebSocket 接続を受け入れることが意図されたアプリケーションがある場合、これは HTTP/2 プロトコルのネゴシエートを許可できないようにする必要があります。そうしないと、クライアントは WebSocket プロトコルへのアップグレードに失敗します。

手順

単一 Ingress コントローラーで HTTP/2 を有効にします。

- Ingress コントローラーで HTTP/2 を有効にするには、**oc annotate** コマンドを入力します。

```
$ oc -n openshift-ingress-operator annotate ingresscontrollers/<ingresscontroller_name>
ingress.operator.openshift.io/default-enable-http2=true
```

<ingresscontroller_name> をアノテーションを付ける Ingress コントローラーの名前に置き換えます。

クラスター全体で HTTP/2 を有効にします。

- クラスター全体で HTTP/2 を有効にするには、**oc annotate** コマンドを入力します。

```
$ oc annotate ingresses.config/cluster ingress.operator.openshift.io/default-enable-http2=true
```

ヒント

または、以下の YAML を適用してアノテーションを追加できます。

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: cluster
  annotations:
    ingress.operator.openshift.io/default-enable-http2: "true"
```

6.8.14. Ingress コントローラーの PROXY プロトコルの設定

クラスター管理者は、Ingress コントローラーが **HostNetwork** または **NodePortService** エンドポイントの公開ストラテジータイプのいずれかを使用する際に PROXY プロトコル を設定できます。PROXY プロトコルにより、ロードバランサーは Ingress コントローラーが受信する接続の元のクライアントアドレスを保持することができます。元のクライアントアドレスは、HTTP ヘッダーのロギング、フィルターリング、および挿入を実行する場合に便利です。デフォルト設定では、Ingress コントローラーが受信する接続には、ロードバランサーに関連付けられるソースアドレスのみが含まれます。

この機能は、クラウドデプロイメントではサポートされていません。この制限は、OpenShift Container Platform がクラウドプラットフォームで実行される場合、IngressController はサービ出力ドバランサー

を使用するように指定し、Ingress Operator はロードバランサーサービスを設定し、ソースアドレスを保持するプラットフォーム要件に基づいて PROXY プロトコルを有効にするためにあります。

重要

PROXY プロトコルまたは TCP を使用するには、OpenShift Container Platform と外部ロードバランサーの両方を設定する必要があります。

警告

PROXY プロトコルは、Keepalived Ingress VIP を使用するクラウド以外のプラットフォーム上のインストーラーによってプロビジョニングされたクラスターを使用するデフォルトの Ingress コントローラーではサポートされていません。

前提条件

- Ingress コントローラーを作成している。

手順

1. Ingress コントローラーリソースを編集します。

```
$ oc -n openshift-ingress-operator edit ingresscontroller/default
```

2. PROXY 設定を設定します。

- Ingress コントローラーが hostNetwork エンドポイント公開ストラテジータイプを使用する場合は、**spec.endpointPublishingStrategy.nodePort.protocol** サブフィールドを **PROXY** に設定します。

PROXY への hostNetwork の設定例

```
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    hostNetwork:
      protocol: PROXY
    type: HostNetwork
```

- Ingress コントローラーが NodePortService エンドポイント公開ストラテジータイプを使用する場合は、**spec.endpointPublishingStrategy.nodePort.protocol** サブフィールドを **PROXY** に設定します。

PROXY へのサンプル nodePort 設定

```
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    nodePort:
      protocol: PROXY
    type: NodePortService
```

6.8.15. appsDomain オプションを使用した代替クラスタードメインの指定

クラスター管理者は、**appsDomain** フィールドを設定して、ユーザーが作成したルートのデフォルトのクラスタードメインの代わりとなるものを指定できます。**appsDomain** フィールドは、**domain** フィールドで指定されているデフォルトの代わりに使用する OpenShift Container Platform のオプションのドメインです。代替ドメインを指定する場合、これは新規ルートのデフォルトホストを判別できるようにする目的でデフォルトのクラスタードメインを上書きします。

たとえば、所属企業の DNS ドメインを、クラスター上で実行されるアプリケーションのルートおよび ingress のデフォルトドメインとして使用できます。

前提条件

- OpenShift Container Platform クラスターをデプロイしていること。
- **oc** コマンドラインインターフェイスをインストールしている。

手順

1. ユーザーが作成するルートに代替のデフォルトドメインを指定して **appsDomain** フィールドを設定します。

   a. Ingress **cluster** リソースを編集します。

   ```
   $ oc edit ingresses.config/cluster -o yaml
   ```

   b. YAML ファイルを編集します。

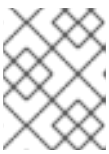
   test.example.com への apps Domain の設定例

   ```
   apiVersion: config.openshift.io/v1
   kind: Ingress
   metadata:
     name: cluster
   spec:
     domain: apps.example.com
     appsDomain: <test.example.com>
   ```

   1. デフォルトドメインを指定します。インストール後にデフォルトドメインを変更することはできません。

   2. オプション: アプリケーションルートに使用する OpenShift Container Platform インフラストラクチャーのドメイン。デフォルトの接頭辞である **apps** の代わりに、**test** のような別の接頭辞を使用できます。

2. ルートを公開し、ルートドメインの変更を確認して、既存のルートに、**appsDomain** フィールドで指定したドメイン名が含まれていることを確認します。

   注記

   ルートを公開する前に **openshift-apiserver** がローリング更新を終了するのを待機します。

a. ルートを公開します。

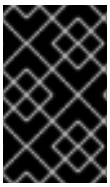
```
$ oc expose service hello-openshift
route.route.openshift.io/hello-openshift exposed
```

出力例:

```
$ oc get routes
NAME              HOST/PORT                                   PATH   SERVICES         PORT
TERMINATION   WILDCARD
hello-openshift   hello_openshift-<my_project>.test.example.com
hello-openshift   8080-tcp                None
```

6.8.16. HTTP ヘッダーケースの変換

HAProxy 2.2 では、デフォルトで HTTP ヘッダー名を小文字化します。たとえば、**Host: xyz.com** を **host: xyz.com** に変更します。レガシーアプリケーションが HTTP ヘッダー名の大文字を認識する場合、Ingress Controller の **spec.httpHeaders.headerNameCaseAdjustments** API フィールドを、修正されるまでレガシーアプリケーションに対応するソリューションに使用します。



重要

OpenShift Container Platform 4.8 には HAProxy 2.2 が含まれるため、アップグレードする前に **spec.httpHeaders.headerNameCaseAdjustments** を使用して必要な設定を追加するようにしてください。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。

手順

クラスター管理者は、**oc patch** コマンドを入力するか、または Ingress コントローラー YAML ファイルの **HeaderNameCaseAdjustments** フィールドを設定して HTTP ヘッダーのケースを変換できます。

- **oc patch** コマンドを入力して、HTTP ヘッダーの大文字化を指定します。
  1. **oc patch** コマンドを入力して、HTTP **host** ヘッダーを **Host** に変更します。

```
$ oc -n openshift-ingress-operator patch ingresscontrollers/default --type=merge --
patch='{"spec":{"httpHeaders":{"headerNameCaseAdjustments":["Host"]}}}'
```

  2. アプリケーションのルートにアノテーションを付けます。

```
$ oc annotate routes/my-application haproxy.router.openshift.io/h1-adjust-case=true
```

  次に、Ingress コントローラーは **host** 要求ヘッダーを指定どおりに調整します。

- Ingress コントローラーの YAML ファイルを設定し、 **HeaderNameCaseAdjustments** フィールドを使用して調整を指定します。

1. 以下のサンプル Ingress コントローラー YAML は、適切にアノテーションが付けられたルートへの HTTP/1 要求について **host** ヘッダーを **Host** に調整します。

Ingress コントローラー YAML のサンプル

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  httpHeaders:
    headerNameCaseAdjustments:
    - Host
```

2. 以下のサンプルルートでは、**haproxy.router.openshift.io/h1-adjust-case** アノテーションを使用して HTTP 応答ヘッダー名のケース調整を有効にします。

ルート YAML のサンプル

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/h1-adjust-case: true (1)
  name: my-application
  namespace: my-application
spec:
  to:
    kind: Service
    name: my-application
```

(1) **haproxy.router.openshift.io/h1-adjust-case** を true に設定します。

6.9. 関連情報

- カスタム PKI の設定

第7章 エンドポイントへの接続の確認

Cluster Network Operator (CNO) は、クラスター内のリソース間の接続ヘルスチェックを実行するコントローラーである接続性チェックコントローラーを実行します。ヘルスチェックの結果を確認して、調査している問題が原因で生じる接続の問題を診断したり、ネットワーク接続を削除したりできます。

7.1. 実行する接続ヘルスチェック

クラスターリソースにアクセスできることを確認するには、以下のクラスター API サービスのそれぞれに対して TCP 接続が行われます。

- Kubernetes API サーバーサービス
- Kubernetes API サーバーエンドポイント
- OpenShift API サーバーサービス
- OpenShift API サーバーエンドポイント
- ロードバランサー

サービスおよびサービスエンドポイントがクラスター内のすべてのノードで到達可能であることを確認するには、以下の各ターゲットに対して TCP 接続が行われます。

- ヘルスチェックターゲットサービス
- ヘルスチェックターゲットエンドポイント

7.2. 接続ヘルスチェックの実装

接続チェックコントローラーは、クラスター内の接続検証チェックをオーケストレーションします。接続テストの結果は、**openshift-network-diagnostics** namespace の **PodNetworkConnectivity** オブジェクトに保存されます。接続テストは、1 分ごとに並行して実行されます。

Cluster Network Operator (CNO) は、接続性ヘルスチェックを送受信するためにいくつかのリソースをクラスターにデプロイします。

ヘルスチェックのソース

このプログラムは、**Deployment** オブジェクトで管理される単一の Pod レプリカセットにデプロイします。このプログラムは **PodNetworkConnectivity** オブジェクトを消費し、各オブジェクトで指定される **spec.targetEndpoint** に接続されます。

ヘルスチェックのターゲット

クラスターのすべてのノードにデーモンセットの一部としてデプロイされた Pod。Pod はインバウンドのヘルスチェックをリッスンします。すべてのノードにこの Pod が存在すると、各ノードへの接続をテストすることができます。

7.3. PODNETWORKCONNECTIVITYCHECK オブジェクトフィールド

PodNetworkConnectivityCheck オブジェクトフィールドについては、以下の表で説明されています。

表7.1 PodNetworkConnectivityCheck オブジェクトフィールド

フィールド	タイプ	説明
metadata.name	**string**	以下の形式のオブジェクトの名前: **<source>-to-<target><target>** で記述される宛先には、以下のいずれかの文字列が含まれます。 • **load-balancer-api-external** • **load-balancer-api-internal** • **kubernetes-apiserver-endpoint** • **kubernetes-apiserver-service-cluster** • **network-check-target** • **openshift-apiserver-endpoint** • **openshift-apiserver-service-cluster**
metadata.namespace	**string**	オブジェクトが関連付けられる namespace。この値は、常に **openshift-network-diagnostics** になります。
spec.sourcePod	**string**	接続チェックの起点となる Pod の名前 (例: **network-check-source-596b4c6566-rgh92**)。
spec.targetEndpoint	**string**	**api.devcluster.example.com:6443** などの接続チェックのターゲット。
spec.tlsClientCert	**object**	使用する TLS 証明書の設定。
spec.tlsClientCert.name	**string**	使用される TLS 証明書の名前 (ある場合)。デフォルト値は空の文字列です。
status	**object**	接続テストの状態を表す、および最近の接続の成功および失敗についてのログ。
status.conditions	**array**	接続チェックと最新のステータスと以前のステータス。
status.failures	**array**	試行に失敗した接続テストのログ。
status.outages	**array**	停止が生じた期間が含まれる接続テストのログ。
status.successes	**array**	試行に成功した接続テストのログ。

以下の表は、**status.conditions** 配列内のオブジェクトのフィールドについて説明しています。

表7.2 status.conditions

フィールド	タイプ	説明
lastTransitionTime	**string**	接続の条件がある状態から別の状態に移行した時間。
message	**string**	人が判読できる形式の最後の移行についての詳細。
reason	**string**	マシンの読み取り可能な形式での移行の最後のステータス。
status	**string**	状態のテータス。
type	**string**	状態のタイプ。

以下の表は、**status.conditions** 配列内のオブジェクトのフィールドについて説明しています。

表7.3 status.outages

フィールド	タイプ	説明
end	**string**	接続の障害が解決された時点からのタイムスタンプ。
endLogs	**array**	接続ログエントリー (停止の正常な終了に関連するログエントリーを含む)。
message	**string**	人が判読できる形式の停止について詳細情報の要約。
start	**string**	接続の障害が最初に検知された時点からのタイムスタンプ。
startLogs	**array**	元の障害を含む接続ログのエントリー。

接続ログフィールド

接続ログエントリーのフィールドの説明は以下の表で説明されています。オブジェクトは以下のフィールドで使用されます。

- **status.failures[]**
- **status.successes[]**
- **status.outages[].startLogs[]**
- **status.outages[].endLogs[]**

表7.4 接続ログオブジェクト

フィールド	タイプ	説明
latency	**string**	アクションの期間を記録します。
message	**string**	ステータスを人が判読できる形式で提供します。
reason	**string**	ステータスの理由をマシンが判読できる形式で提供します。値は **TCPConnect**、**TCPConnectError**、**DNSResolve**、**DNSError** のいずれかになります。
success	**boolean**	ログエントリーが成功または失敗であるかを示します。
time	**string**	接続チェックの開始時間。

7.4. エンドポイントのネットワーク接続の確認

クラスター管理者は、API サーバー、ロードバランサー、サービス、または Pod などのエンドポイントの接続を確認できます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。

手順

1. 現在の **PodNetworkConnectivityCheck** オブジェクトを一覧表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get podnetworkconnectivitycheck -n openshift-network-diagnostics
```

出力例

```
NAME                                                                                                AGE
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0   75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-1   73m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-2   75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-apiserver-service-cluster                               75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-default-service-cluster                                 75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-load-balancer-api-external                                         75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-load-balancer-api-internal                                         75m
```

```
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0            75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-1            75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-2            75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh      74m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-c-n8mbf      74m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-d-4hnrz      74m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-service-cluster                              75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-openshift-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0    75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-openshift-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-1    75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-openshift-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-2    74m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-openshift-apiserver-service-cluster                              75m
```

2. 接続テストログを表示します。

   a. 直前のコマンドの出力から、接続ログを確認するエンドポイントを特定します。

   b. オブジェクトを表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get podnetworkconnectivitycheck <name> \
  -n openshift-network-diagnostics -o yaml
```

   ここで、**<name>** は **PodNetworkConnectivityCheck** オブジェクトの名前を指定します。

   出力例

```
apiVersion: controlplane.operator.openshift.io/v1alpha1
kind: PodNetworkConnectivityCheck
metadata:
  name: network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0
  namespace: openshift-network-diagnostics
  ...
spec:
  sourcePod: network-check-source-7c88f6d9f-hmg2f
  targetEndpoint: 10.0.0.4:6443
  tlsClientCert:
    name: ""
status:
  conditions:
  - lastTransitionTime: "2021-01-13T20:11:34Z"
    message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
      connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
    reason: TCPConnectSuccess
    status: "True"
    type: Reachable
```

```
  failures:
  - latency: 2.241775ms
    message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: failed
      to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443: connect:
      connection refused'
    reason: TCPConnectError
    success: false
    time: "2021-01-13T20:10:34Z"
  - latency: 2.582129ms
    message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: failed
      to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443: connect:
      connection refused'
    reason: TCPConnectError
    success: false
    time: "2021-01-13T20:09:34Z"
  - latency: 3.483578ms
    message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: failed
      to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443: connect:
      connection refused'
    reason: TCPConnectError
    success: false
    time: "2021-01-13T20:08:34Z"
  outages:
  - end: "2021-01-13T20:11:34Z"
    endLogs:
    - latency: 2.032018ms
      message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0:
        tcp connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
      reason: TCPConnect
      success: true
      time: "2021-01-13T20:11:34Z"
    - latency: 2.241775ms
      message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0:
        failed to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443:
        connect: connection refused'
      reason: TCPConnectError
      success: false
      time: "2021-01-13T20:10:34Z"
    - latency: 2.582129ms
      message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0:
        failed to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443:
        connect: connection refused'
      reason: TCPConnectError
      success: false
      time: "2021-01-13T20:09:34Z"
    - latency: 3.483578ms
      message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0:
        failed to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443:
        connect: connection refused'
      reason: TCPConnectError
      success: false
      time: "2021-01-13T20:08:34Z"
    message: Connectivity restored after 2m59.999789186s
    start: "2021-01-13T20:08:34Z"
    startLogs:
    - latency: 3.483578ms
```

```
    message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0:
      failed to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443:
      connect: connection refused'
    reason: TCPConnectError
    success: false
    time: "2021-01-13T20:08:34Z"
successes:
- latency: 2.845865ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:14:34Z"
- latency: 2.926345ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:13:34Z"
- latency: 2.895796ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:12:34Z"
- latency: 2.696844ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:11:34Z"
- latency: 1.502064ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:10:34Z"
- latency: 1.388857ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:09:34Z"
- latency: 1.906383ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:08:34Z"
- latency: 2.089073ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:07:34Z"
- latency: 2.156994ms
```

```
    message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
      connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
    reason: TCPConnect
    success: true
    time: "2021-01-13T21:06:34Z"
  - latency: 1.777043ms
    message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
      connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
    reason: TCPConnect
    success: true
    time: "2021-01-13T21:05:34Z"
```

第8章 ノードポートサービス範囲の設定

クラスター管理者は、利用可能なノードのポート範囲を拡張できます。クラスターで多数のノードポートが使用される場合、利用可能なポートの数を増やす必要がある場合があります。

デフォルトのポート範囲は **30000-32767** です。最初にデフォルト範囲を超えて拡張した場合でも、ポート範囲を縮小することはできません。

8.1. 前提条件

- クラスターインフラストラクチャーは、拡張された範囲内で指定するポートへのアクセスを許可する必要があります。たとえば、ノードのポート範囲を **30000-32900** に拡張する場合、ファイアウォールまたはパケットフィルターリングの設定によりこれに含まれるポート範囲 **32768-32900** を許可する必要があります。

8.2. ノードのポート範囲の拡張

クラスターのノードポート範囲を拡張できます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインする。

手順

1. ノードのポート範囲を拡張するには、以下のコマンドを入力します。**<port>** を、新規の範囲内で最大のポート番号に置き換えます。

```
$ oc patch network.config.openshift.io cluster --type=merge -p \
  '{
    "spec":
      { "serviceNodePortRange": "30000-<port>" }
  }'
```

ヒント

または、以下の YAML を適用してノードのポート範囲を更新することもできます。

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  serviceNodePortRange: "30000-<port>"
```

出力例

```
network.config.openshift.io/cluster patched
```

2. 設定がアクティブであることを確認するには、以下のコマンドを入力します。更新が適用されるまでに数分の時間がかかることがあります。

```
$ oc get configmaps -n openshift-kube-apiserver config \
  -o jsonpath="{.data['config\.yaml']}" | \
  grep -Eo '"service-node-port-range":["[[:digit:]]+-[[:digit:]]+"]'
```

出力例

```
"service-node-port-range":["30000-33000"]
```

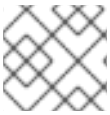
8.3. 関連情報

- NodePort を使用した ingress クラストラフィックの設定
- Network [config.openshift.io/v1]
- Service [core/v1]

第9章 IP フェイルオーバーの設定

このトピックでは、OpenShift Container Platform クラスターの Pod およびサービスの IP フェイルオーバーの設定について説明します。

IP フェイルオーバーは、ノードセットの仮想 IP (VIP) アドレスのプールを管理します。セットのすべての VIP はセットから選択されるノードによって提供されます。VIP は単一ノードが利用可能である限り提供されます。ノード上で VIP を明示的に配布する方法がないため、VIP のないノードがある可能性も、多数の VIP を持つノードがある可能性もあります。ノードが 1 つのみ存在する場合は、すべての VIP がそのノードに配置されます。



注記

VIP はクラスター外からルーティングできる必要があります。

IP フェイルオーバーは各 VIP のポートをモニターし、ポートがノードで到達可能かどうかを判別します。ポートが到達不能な場合、VIP はノードに割り当てられません。ポートが **0** に設定されている場合、このチェックは抑制されます。check スクリプトは必要なテストを実行します。

IP フェイルオーバーは Keepalived を使用して、一連のホストでの外部からアクセスできる VIP アドレスのセットをホストします。各 VIP は 1 度に 1 つのホストによって提供されます。Keepalived は Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) を使用して、(一連のホストの) どのホストがどの VIP を提供するかを判別します。ホストが利用不可の場合や Keepalived が監視しているサービスが応答しない場合は、VIP は一連のホストの別のホストに切り換えられます。したがって、VIP はホストが利用可能である限り常に提供されます。

Keepalived を実行するノードが check スクリプトを渡す場合、ノードの VIP はプリエンプションストラテジーに応じて、その優先順位および現在のマスターの優先順位に基づいて **master** 状態になることができます。

クラスター管理者は **OPENSHIFT_HA_NOTIFY_SCRIPT** 変数を介してスクリプトを提供できます。このスクリプトは、ノードの VIP の状態が変更されるたびに呼び出されます。Keepalived は VIP を提供する場合は **master** 状態を、別のノードが VIP を提供する場合は **backup** 状態を、または check スクリプトが失敗する場合は **fault** 状態を使用します。notify スクリプトは、状態が変更されるたびに新規の状態で呼び出されます。

OpenShift Container Platform で IP フェイルオーバーのデプロイメント設定を作成できます。IP フェイルオーバーのデプロイメント設定は VIP アドレスのセットを指定し、それらの提供先となるノードのセットを指定します。クラスターには複数の IP フェイルオーバーのデプロイメント設定を持たせることができ、それぞれが固有な VIP アドレスの独自のセットを管理します。IP フェイルオーバー設定の各ノードは IP フェイルオーバー Pod として実行され、この Pod は Keepalived を実行します。

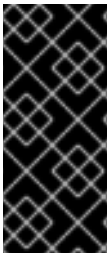
VIP を使用してホストネットワークを持つ Pod にアクセスする場合、アプリケーション Pod は IP フェイルオーバー Pod を実行しているすべてのノードで実行されます。これにより、いずれの IP フェイルオーバーノードもマスターになり、必要時に VIP を提供することができます。アプリケーション Pod が IP フェイルオーバーのすべてのノードで実行されていない場合、一部の IP フェイルオーバーノードが VIP を提供できないか、または一部のアプリケーション Pod がトラフィックを受信できなくなります。この不一致を防ぐために、IP フェイルオーバーとアプリケーション Pod の両方に同じセレクターとレプリケーション数を使用します。

VIP を使用してサービスにアクセスしている間は、アプリケーション Pod が実行されている場所に関係なく、すべてのノードでサービスに到達できるため、任意のノードをノードの IP フェイルオーバーセットに含めることができます。いずれの IP フェイルオーバーノードも、いつでもマスターにすることができます。サービスは外部 IP およびサービスポートを使用するか、または **NodePort** を使用することができます。

サービス定義で外部 IP を使用する場合、VIP は外部 IP に設定され、IP フェイルオーバーのモニターリングポートはサービスポートに設定されます。ノードポートを使用する場合、ポートはクラスター内のすべてのノードで開かれ、サービスは、現在 VIP にサービスを提供しているあらゆるノードからのトラフィックの負荷を分散します。この場合、IP フェイルオーバーのモニターリングポートはサービス定義で **NodePort** に設定されます。

重要

NodePort のセットアップは特権付きの操作で実行されます。



重要

サービス VIP の可用性が高い場合でも、パフォーマンスに影響が出る可能性があります。Keepalived は、各 VIP が設定内の一部のノードによってサービスされることを確認し、他のノードに VIP がない場合でも、複数の VIP が同じノードに配置される可能性があります。IP フェイルオーバーによって複数の VIP が同じノードに配置されると、VIP のセット全体で外部から負荷分散される戦略が妨げられる可能性があります。

ingressIP を使用する場合は、IP フェイルオーバーを **ingressIP** 範囲と同じ VIP 範囲を持つように設定できます。また、モニターリングポートを無効にすることもできます。この場合、すべての VIP がクラスター内の同じノードに表示されます。すべてのユーザーが **ingressIP** でサービスをセットアップし、これを高い可用性のあるサービスにすることができます。

重要

クラスター内の VIP の最大数は 254 です。

9.1. IP フェイルオーバーの環境変数

以下の表は、IP フェイルオーバーの設定に使用される変数を示しています。

表9.1 IP フェイルオーバーの環境変数

変数名	デフォルト	説明
OPENSHIFT_HA_MONITOR_PORT	**80**	IP フェイルオーバー Pod は、各仮想 IP (VIP) のこのポートに対して TCP 接続を開こうとします。接続が設定されると、サービスは実行中であると見なされます。このポートが **0** に設定される場合、テストは常にパスします。
OPENSHIFT_HA_NETWORK_INTERFACE		IP フェイルオーバーが Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) トラフィックの送信に使用するインターフェイス名。デフォルト値は **eth0** です。
OPENSHIFT_HA_REPLICA_COUNT	**2**	作成するレプリカの数です。これは、IP フェイルオーバーデプロイメント設定の **spec.replicas** 値に一致する必要があります。
OPENSHIFT_HA_VIRTUAL_IPS		複製する IP アドレス範囲の一覧です。これは指定する必要があります例: **1.2.3.4-6,1.2.3.9**

変数名	デフォルト	説明
OPENSHIFT_HA_VRRP_ID_OFFSET	**0**	仮想ルーター ID の設定に使用されるオフセット値。異なるオフセット値を使用すると、複数の IP フェイルオーバー設定が同じクラスター内に存在できるようになります。デフォルトのオフセットは **0** で、許可される範囲は **0** から **255** までです。
OPENSHIFT_HA_VIP_GROUPS		VRRP に作成するグループの数です。これが設定されていない場合、グループは **OPENSHIFT_HA_VIP_GROUPS** 変数で指定されている仮想 IP 範囲ごとに作成されます。
OPENSHIFT_HA_IPTABLES_CHAIN	INPUT	iptables チェーンの名前であり、**iptables** ルールを自動的に追加し、VRRP トラフィックをオンにすることを許可するために使用されます。この値が設定されていない場合、**iptables** ルールは追加されません。チェーンが存在しない場合は作成されません。
OPENSHIFT_HA_CHECK_SCRIPT		アプリケーションが動作していることを確認するために定期的に実行されるスクリプトの Pod ファイルシステム内の完全パス名です。
OPENSHIFT_HA_CHECK_INTERVAL	**2**	check スクリプトが実行される期間 (秒単位) です。
OPENSHIFT_HA_NOTIFY_SCRIPT		状態が変更されるたびに実行されるスクリプトの Pod ファイルシステム内の完全パス名です。
OPENSHIFT_HA_PREEMPTION	**preempt_nodelay 300**	新たな優先度の高いホストを処理するためのストラテジーです。**nopreempt** ストラテジーでは、マスターを優先度の低いホストから優先度の高いホストに移動しません。

9.2. IP フェイルオーバーの設定

クラスター管理者は、クラスター全体に IP フェイルオーバーを設定することも、ラベルセレクターの定義に基づいてノードのサブセットに IP フェイルオーバーを設定することもできます。また、複数の IP フェイルオーバーのデプロイメント設定をクラスター内に設定することもでき、それぞれの設定をクラスター内で相互に切り離すことができます。

IP フェイルオーバーのデプロイメント設定により、フェイルオーバー Pod は、制約または使用されるラベルに一致する各ノードで確実に実行されます。

この Pod は Keepalived を実行します。これは、最初のノードがサービスまたはエンドポイントに到達できない場合に、エンドポイントを監視し、Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) を使用して仮想 IP (VIP) を別のノードにフェイルオーバーできます。

実稼働環境で使用する場合は、少なくとも 2 つのノードを選択し、選択したノードの数に相当する **replicas** を設定する **selector** を設定します。

前提条件

- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしていること。
- プルシークレットを作成している。

手順

1. IP フェイルオーバーのサービスアカウントを作成します。

```
$ oc create sa ipfailover
```

2. **hostNetwork** の SCC (Security Context Constraints) を更新します。

```
$ oc adm policy add-scc-to-user privileged -z ipfailover
$ oc adm policy add-scc-to-user hostnetwork -z ipfailover
```

3. デプロイメント YAML ファイルを作成して IP フェイルオーバーを設定します。

IP フェイルオーバー設定のデプロイメント YAML の例

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: ipfailover-keepalived (1)
  labels:
    ipfailover: hello-openshift
spec:
  strategy:
    type: Recreate
  replicas: 2
  selector:
    matchLabels:
      ipfailover: hello-openshift
  template:
    metadata:
      labels:
        ipfailover: hello-openshift
    spec:
      serviceAccountName: ipfailover
      privileged: true
      hostNetwork: true
      nodeSelector:
        node-role.kubernetes.io/worker: ""
      containers:
      - name: openshift-ipfailover
        image: quay.io/openshift/origin-keepalived-ipfailover
        ports:
        - containerPort: 63000
          hostPort: 63000
        imagePullPolicy: IfNotPresent
        securityContext:
          privileged: true
        volumeMounts:
        - name: lib-modules
```

```
      mountPath: /lib/modules
      readOnly: true
    - name: host-slash
      mountPath: /host
      readOnly: true
      mountPropagation: HostToContainer
    - name: etc-sysconfig
      mountPath: /etc/sysconfig
      readOnly: true
    - name: config-volume
      mountPath: /etc/keepalive
    env:
    - name: OPENSHIFT_HA_CONFIG_NAME
      value: "ipfailover"
    - name: OPENSHIFT_HA_VIRTUAL_IPS 2
      value: "1.1.1.1-2"
    - name: OPENSHIFT_HA_VIP_GROUPS 3
      value: "10"
    - name: OPENSHIFT_HA_NETWORK_INTERFACE 4
      value: "ens3" #The host interface to assign the VIPs
    - name: OPENSHIFT_HA_MONITOR_PORT 5
      value: "30060"
    - name: OPENSHIFT_HA_VRRP_ID_OFFSET 6
      value: "0"
    - name: OPENSHIFT_HA_REPLICA_COUNT 7
      value: "2" #Must match the number of replicas in the deployment
    - name: OPENSHIFT_HA_USE_UNICAST
      value: "false"
    #- name: OPENSHIFT_HA_UNICAST_PEERS
      #value: "10.0.148.40,10.0.160.234,10.0.199.110"
    - name: OPENSHIFT_HA_IPTABLES_CHAIN 8
      value: "INPUT"
    #- name: OPENSHIFT_HA_NOTIFY_SCRIPT 9
    #  value: /etc/keepalive/mynotifyscript.sh
    - name: OPENSHIFT_HA_CHECK_SCRIPT 10
      value: "/etc/keepalive/mycheckscript.sh"
    - name: OPENSHIFT_HA_PREEMPTION 11
      value: "preempt_delay 300"
    - name: OPENSHIFT_HA_CHECK_INTERVAL 12
      value: "2"
    livenessProbe:
      initialDelaySeconds: 10
      exec:
        command:
        - pgrep
        - keepalived
  volumes:
  - name: lib-modules
    hostPath:
      path: /lib/modules
  - name: host-slash
    hostPath:
      path: /
  - name: etc-sysconfig
    hostPath:
```

```
      path: /etc/sysconfig
    # config-volume contains the check script
    # created with `oc create configmap keepalived-checkscript --from-file=mycheckscript.sh`
    - configMap:
        defaultMode: 0755
        name: keepalived-checkscript
      name: config-volume
    imagePullSecrets:
      - name: openshift-pull-secret 13
```

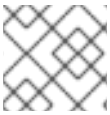
1. IP フェイルオーバーデプロイメントの名前。
2. 複製する IP アドレス範囲の一覧です。これは指定する必要があります例: **1.2.3.4-6,1.2.3.9**
3. VRRP に作成するグループの数です。これが設定されていない場合、グループは **OPENSHIFT_HA_VIP_GROUPS** 変数で指定されている仮想 IP 範囲ごとに作成されます。
4. IP フェイルオーバーが VRRP トラフィックの送信に使用するインターフェイス名。デフォルトで **eth0** が使用されます。
5. IP フェイルオーバー Pod は、各 VIP のこのポートに対して TCP 接続を開こうとします。接続が設定されると、サービスは実行中であると見なされます。このポートが **0** に設定される場合、テストは常にパスします。デフォルト値は **80** です。
6. 仮想ルーター ID の設定に使用されるオフセット値。異なるオフセット値を使用すると、複数の IP フェイルオーバー設定が同じクラスター内に存在できるようになります。デフォルトのオフセットは **0** で、許可される範囲は **0** から **255** までです。
7. 作成するレプリカの数です。これは、IP フェイルオーバーデプロイメント設定の **spec.replicas** 値に一致する必要があります。デフォルト値は **2** です。
8. **iptables** チェーンの名前であり、**iptables** ルールを自動的に追加し、VRRP トラフィックをオンにすることを許可するために使用されます。この値が設定されていない場合、**iptables** ルールは追加されません。チェーンが存在しない場合は作成されず、Keepalived はユニキャストモードで動作します。デフォルトは **INPUT** です。
9. 状態が変更されるたびに実行されるスクリプトの Pod ファイルシステム内の完全パス名です。
10. アプリケーションが動作していることを確認するために定期的に実行されるスクリプトの Pod ファイルシステム内の完全パス名です。
11. 新たな優先度の高いホストを処理するためのストラテジーです。デフォルト値は **preempt_delay 300** で、優先順位の低いマスターが VIP を保持する場合に、Keepalived インスタンスが VIP を 5 分後に引き継ぎます。
12. check スクリプトが実行される期間 (秒単位) です。デフォルト値は **2** です。
13. デプロイメントを作成する前にプルシークレットを作成します。作成しない場合には、デプロイメントの作成時にエラーが発生します。

9.3. 仮想 IP アドレスについて

Keepalived は一連の仮想 IP アドレス (VIP) を管理します。管理者はこれらすべてのアドレスについて以下の点を確認する必要があります。

- 仮想 IP アドレスは設定されたホストでクラスター外からアクセスできる。
- 仮想 IP アドレスはクラスター内でこれ以外の目的で使用されていない。

各ノードの Keepalived は、必要とされるサービスが実行中であるかどうかを判別します。実行中の場合、VIP がサポートされ、Keepalived はネゴシエーションに参加してどのノードが VIP を提供するかを決定します。これに参加するノードについては、このサービスが VIP の監視 ポートでリッスンしている、またはチェックが無効にされている必要があります。



注記

セット内の各 VIP は最終的に別のノードによって提供される可能性があります。

9.4. CHECK スクリプトおよび NOTIFY スクリプトの設定

Keepalived は、オプションのユーザー指定の check スクリプトを定期的に実行してアプリケーションの正常性をモニターします。たとえば、このスクリプトは要求を発行し、応答を検証することで web サーバーをテストします。

チェックスクリプトが指定されない場合、TCP 接続をテストする単純なデフォルトスクリプトが実行されます。このデフォルトテストは、モニターポートが **0** の場合は抑制されます。

各 IP フェイルオーバー Pod は、Pod が実行されているノードで 1 つ以上の仮想 IP (VIP) を管理する Keepalived デーモンを管理します。Keepalived デーモンは、ノードの各 VIP の状態を維持します。特定のノード上の特定の VIP は、**master**、**backup**、または **fault** 状態にある可能性があります。

master 状態にあるノードでその VIP の check スクリプトが失敗すると、そのノードの VIP は **fault** 状態になり、再ネゴシエーションがトリガーされます。再ネゴシエーションの中に **fault** 状態にないノード上のすべての VIP は、どのノードが VIP を引き継ぐかを決定することに参加します。最終的に VIP は一部のノードで **master** の状態に入り、VIP は他のノードで **backup** 状態のままになります。

backup 状態の VIP を持つノードに障害が発生すると、そのノードの VIP は **fault** 状態になります。**fault** 状態のノード上の VIP の check スクリプトが再度パスすると、そのノードの VIP は **fault** 状態を終了し、**master** 状態に入るためにネゴシエートします。次に、そのノードの VIP は、**master** 状態または **backup** 状態のいずれかになります。

クラスター管理者は、オプションの notify スクリプトを提供できます。このスクリプトは状態が変更されるたびに呼び出されます。Keepalived は以下の 3 つのパラメーターをこのスクリプトに渡します。

- **$1** - **group** または **instance**
- **$2**: **group** または **instance** の名前です。
- **$3**: 新規の状態: **master**、**backup**、または **fault**

check および notify スクリプトは、IP フェイルオーバー Pod で実行され、ホストファイルシステムではなく Pod ファイルシステムを使用します。ただし、IP フェイルオーバー Pod はホストファイルシステムが **/hosts** マウントパスで利用可能にします。check または notify スクリプトを設定する場合は、スクリプトへの完全パスを指定する必要があります。スクリプトを提供する方法として、設定マップの使用が推奨されます。

check および notify スクリプトの完全パス名は、Keepalived 設定ファイル (_/**etc**/**keepalived**/**keepalived.conf**) に追加されます。このファイルは、Keepalived が起動するたびにロードされます。スクリプトは、以下のように設定マップを使用して Pod に追加できます。

前提条件

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

手順

1. 必要なスクリプトを作成し、これを保持する設定マップを作成します。スクリプトには入力引数は指定されず、**OK** の場合は **0** を、**fail** の場合は **1** を返す必要があります。
   check スクリプト **mycheckscript.sh**:

```
#!/bin/bash
    # Whatever tests are needed
    # E.g., send request and verify response
exit 0
```

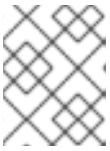
2. 設定マップを作成します。

```
$ oc create configmap mycustomcheck --from-file=mycheckscript.sh
```

3. スクリプトを Pod に追加します。マウントされた設定マップファイルの **defaultMode** は、**oc** コマンドを使用して、またはデプロイメント設定を編集して実行できる必要があります。通常は、**0755**、**493** (10 進数) の値が使用されます。

```
$ oc set env deploy/ipfailover-keepalived \
    OPENSHIFT_HA_CHECK_SCRIPT=/etc/keepalive/mycheckscript.sh
```

```
$ oc set volume deploy/ipfailover-keepalived --add --overwrite \
    --name=config-volume \
    --mount-path=/etc/keepalive \
    --source='{"configMap": { "name": "mycustomcheck", "defaultMode": 493}}'
```



注記

oc set env コマンドは空白を区別します。**=** 記号の両側に空白を入れることはできません。

ヒント

または、**ipfailover-keepalived** デプロイメント設定を編集することもできます。

```
$ oc edit deploy ipfailover-keepalived
```

```
    spec:
      containers:
      - env:
        - name: OPENSHIFT_HA_CHECK_SCRIPT (1)
          value: /etc/keepalive/mycheckscript.sh
...
        volumeMounts: (2)
        - mountPath: /etc/keepalive
          name: config-volume
      dnsPolicy: ClusterFirst
...
      volumes: (3)
      - configMap:
          defaultMode: 0755 (4)
          name: customrouter
        name: config-volume
...
```

1. **spec.container.env** フィールドで、マウントされたスクリプトファイルを参照する **OPENSHIFT_HA_CHECK_SCRIPT** 環境変数を追加します。
2. **spec.container.volumeMounts** フィールドを追加してマウントポイントを作成します。
3. 新規の **spec.volumes** フィールドを追加して設定マップに言及します。
4. これはファイルの実行パーミッションを設定します。読み取られる場合は 10 進数 (**493**) で表示されます。

変更を保存し、エディターを終了します。これにより **ipfailover-keepalived** が再起動されます。

9.5. VRRP プリエンプションの設定

ノードの仮想 IP (VIP) が check スクリプトを渡すことで **fault** 状態を終了すると、ノードの VIP は、現在 **master** 状態にあるノードの VIP よりも優先度が低い場合は **backup** 状態になります。ただし、**fault** 状態を終了するノードの VIP の優先度が高い場合は、プリエンプションストラテジーによってクラスター内でのそのロールが決定されます。

nopreempt ストラテジーは **master** をホスト上の優先度の低いホストからホスト上の優先度の高い VIP に移動しません。デフォルトの **preempt_delay 300** の場合、Keepalived は指定された 300 秒の間待機し、**master** をホスト上の優先度の高い VIP に移動します。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。

手順

- プリエンプションを指定するには、**oc edit deploy ipfailover-keepalived** を入力し、ルーターのデプロイメント設定を編集します。

```
$ oc edit deploy ipfailover-keepalived
```

```
...
   spec:
     containers:
     - env:
       - name: OPENSHIFT_HA_PREEMPTION 1
         value: preempt_delay 300
...
```

1 **OPENSHIFT_HA_PREEMPTION** の値を設定します。

- **preempt_delay 300**: Keepalived は、指定された 300 秒の間待機し、 **master** をホスト上の優先度の高い VIP に移動します。これはデフォルト値です。
- **nopreempt**: **master** をホスト上の優先度の低い VIP からホスト上の優先度の高い VIP に移動しません。

9.6. VRRP ID オフセットについて

IP フェイルオーバーのデプロイメント設定で管理される各 IP フェイルオーバー Pod (ノード/レプリカあたり **1** Pod) は Keepalived デーモンを実行します。設定される IP フェイルオーバーのデプロイメント設定が多くなると、作成される Pod も多くなり、共通の Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) ネゴシエーションに参加するデーモンも多くなります。このネゴシエーションはすべての Keepalived デーモンによって実行され、これはどのノードがどの仮想 IP (VIP) を提供するかを決定します。

Keepalived は内部で固有の **vrrp-id** を各 VIP に割り当てます。ネゴシエーションはこの **vrrp-ids** セットを使用し、決定後には優先される **vrrp-id** に対応する VIP が優先されるノードで提供されます。

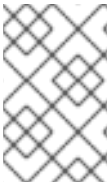
したがって、IP フェイルオーバーのデプロイメント設定で定義されるすべての VIP について、IP フェイルオーバー Pod は対応する **vrrp-id** を割り当てる必要があります。これは、**OPENSHIFT_HA_VRRP_ID_OFFSET** から開始し、順序に従って **vrrp-ids** を VIP の一覧に割り当てることによって実行されます。**vrrp-ids** には範囲 **1..255** の値を設定できます。

複数の IP フェイルオーバーのデプロイメント設定がある場合は、**OPENSHIFT_HA_VRRP_ID_OFFSET** を指定して、デプロイメント設定内の VIP 数を増やす余地があり、**vrrp-id** 範囲が重複しないようにする必要があります。

9.7. 254 を超えるアドレスについての IP フェイルオーバーの設定

IP フェイルオーバー管理は、仮想 IP (VIP) アドレスの 254 グループに制限されています。デフォルトでは、OpenShift Container Platform は各グループに 1 つの IP アドレスを割り当てます。**OPENSHIFT_HA_VIP_GROUPS** 変数を使用してこれを変更し、複数の IP アドレスが各グループに含まれるようにして、IP フェイルオーバーを設定するときに各 Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) インスタンスで使用可能な VIP グループの数を定義できます。

VIP の作成により、VRRP フェイルオーバーの発生時の広範囲の VRRP の割り当てが作成され、これはクラスター内のすべてのホストがローカルにサービスにアクセスする場合に役立ちます。たとえば、サービスが **ExternalIP** で公開されている場合などがこれに含まれます。



注記

フェイルオーバーのルールとして、ルーターなどのサービスは特定の 1 つのホストに制限しません。代わりに、サービスは、IP フェイルオーバーの発生時にサービスが新規ホストに再作成されないように各ホストに複製可能な状態にする必要があります。

注記

OpenShift Container Platform のヘルスチェックを使用している場合、IP フェイルオーバーおよびグループの性質上、グループ内のすべてのインスタンスはチェックされません。そのため、Kubernetes ヘルスチェック を使ってサービスが有効であることを確認する必要があります。

前提条件

- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしていること。

手順

- 各グループに割り当てられた IP アドレスの数を変更するには、**OPENSHIFT_HA_VIP_GROUPS** 変数の値を変更します。次に例を示します。

  IP フェイルオーバー設定の Deployment YAML の例

```
...
  spec:
    env:
    - name: OPENSHIFT_HA_VIP_GROUPS (1)
      value: "3"
...
```

(1) たとえば、7 つの VIP のある環境で **OPENSHIFT_HA_VIP_GROUPS** が **3** に設定されている場合、これは 3 つのグループを作成し、3 つの VIP を最初のグループに、2 つの VIP を 2 つの残りのグループにそれぞれ割り当てます。

注記

OPENSHIFT_HA_VIP_GROUPS で設定されたグループの数が、フェイルオーバーに設定された IP アドレスの数より少ない場合、グループには複数の IP アドレスが含まれ、すべてのアドレスが 1 つのユニットとして移動します。

9.8. INGRESSIP の高可用性

クラウド以外のクラスターでは、IP フェイルオーバーおよびサービスへの **ingressIP** を組み合わせることができます。結果として、**ingressIP** を使用してサービスを作成するユーザーに高可用サービスが提供されます。

この方法では、まず **ingressIPNetworkCIDR** 範囲を指定し、次に ipfailover 設定を作成する際に同じ範囲を使用します。

IP フェイルオーバーはクラスター全体に対して最大 255 の VIP をサポートできるため、**ingressIPNetworkCIDR** は **/24** 以下に設定する必要があります。

第10章 ベアメタルクラスターでの SCTP (STREAM CONTROL TRANSMISSION PROTOCOL) の使用

クラスター管理者は、クラスターで SCTP (Stream Control Transmission Protocol) を使用できます。

10.1. OPENSHIFT CONTAINER PLATFORM での SCTP (STREAM CONTROL TRANSMISSION PROTOCOL) のサポート

クラスター管理者は、クラスターのホストで SCTP を有効にできます。Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS) で、SCTP モジュールはデフォルトで無効にされています。

SCTP は、IP ネットワークの上部で実行される信頼できるメッセージベースのプロトコルです。

これを有効にすると、SCTP を Pod、サービス、およびネットワークポリシーでプロトコルとして使用できます。**Service** オブジェクトは、**type** パラメーターを **ClusterIP** または **NodePort** のいずれかの値に設定して定義する必要があります。

10.1.1. SCTP プロトコルを使用した設定例

protocol パラメーターを Pod またはサービスリソース定義の **SCTP** 値に設定して、Pod またはサービスを SCTP を使用するように設定できます。

以下の例では、Pod は SCTP を使用するように設定されています。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  namespace: project1
  name: example-pod
spec:
  containers:
    - name: example-pod
...
      ports:
        - containerPort: 30100
          name: sctpserver
          protocol: SCTP
```

以下の例では、サービスは SCTP を使用するように設定されています。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  namespace: project1
  name: sctpserver
spec:
...
  ports:
    - name: sctpserver
      protocol: SCTP
      port: 30100
      targetPort: 30100
  type: ClusterIP
```

以下の例では、**NetworkPolicy** オブジェクトは、特定のラベルの付いた Pod からポート **80** の SCTP ネットワークトラフィックに適用するように設定されます。

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-sctp-on-http
spec:
  podSelector:
    matchLabels:
      role: web
  ingress:
  - ports:
    - protocol: SCTP
      port: 80
```

10.2. SCTP (STREAM CONTROL TRANSMISSION PROTOCOL) の有効化

クラスター管理者は、クラスターのワーカーノードでブラックリストに指定した SCTP カーネルモジュールを読み込み、有効にできます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。

手順

1. 以下の YAML 定義が含まれる **load-sctp-module.yaml** という名前のファイルを作成します。

```
apiVersion: machineconfiguration.openshift.io/v1
kind: MachineConfig
metadata:
  name: load-sctp-module
  labels:
    machineconfiguration.openshift.io/role: worker
spec:
  config:
    ignition:
      version: 3.2.0
    storage:
      files:
        - path: /etc/modprobe.d/sctp-blacklist.conf
          mode: 0644
          overwrite: true
          contents:
            source: data:,
        - path: /etc/modules-load.d/sctp-load.conf
          mode: 0644
          overwrite: true
          contents:
            source: data:,sctp
```

2. **MachineConfig** オブジェクトを作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc create -f load-sctp-module.yaml
```

3. オプション: MachineConfig Operator が設定変更を適用している間にノードのステータスを確認するには、以下のコマンドを入力します。ノードのステータスが **Ready** に移行すると、設定の更新が適用されます。

```
$ oc get nodes
```

10.3. SCTP (STREAM CONTROL TRANSMISSION PROTOCOL) が有効になっていることの確認

SCTP がクラスターで機能することを確認するには、SCTP トラフィックをリッスンするアプリケーションで Pod を作成し、これをサービスに関連付け、公開されたサービスに接続します。

前提条件

- クラスターからインターネットにアクセスし、**nc** パッケージをインストールすること。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールします。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。

手順

1. SCTP リスナーを起動する Pod を作成します。
   a. 以下の YAML で Pod を定義する **sctp-server.yaml** という名前のファイルを作成します。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: sctpserver
  labels:
    app: sctpserver
spec:
  containers:
    - name: sctpserver
      image: registry.access.redhat.com/ubi8/ubi
      command: ["/bin/sh", "-c"]
      args:
        ["dnf install -y nc && sleep inf"]
      ports:
        - containerPort: 30102
          name: sctpserver
          protocol: SCTP
```

   b. 以下のコマンドを入力して Pod を作成します。

```
$ oc create -f sctp-server.yaml
```

2. SCTP リスナー Pod のサービスを作成します。

a. 以下の YAML でサービスを定義する **sctp-service.yaml** という名前のファイルを作成します。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: sctpservice
  labels:
    app: sctpserver
spec:
  type: NodePort
  selector:
    app: sctpserver
  ports:
    - name: sctpserver
      protocol: SCTP
      port: 30102
      targetPort: 30102
```

b. サービスを作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc create -f sctp-service.yaml
```

3. SCTP クライアントの Pod を作成します。

a. 以下の YAML で **sctp-client.yaml** という名前のファイルを作成します。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: sctpclient
  labels:
    app: sctpclient
spec:
  containers:
    - name: sctpclient
      image: registry.access.redhat.com/ubi8/ubi
      command: ["/bin/sh", "-c"]
      args:
        ["dnf install -y nc && sleep inf"]
```

b. **Pod** オブジェクトを作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc apply -f sctp-client.yaml
```

4. サーバーで SCTP リスナーを実行します。

a. サーバー Pod に接続するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc rsh sctpserver
```

b. SCTP リスナーを起動するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ nc -l 30102 --sctp
```

5. サーバーの SCTP リスナーに接続します。

   a. ターミナルプログラムで新規のターミナルウィンドウまたはタブを開きます。

   b. **sctpservice** サービスの IP アドレスを取得します。以下のコマンドを入力します。

      ```
      $ oc get services sctpservice -o go-template='{{.spec.clusterIP}}{{"\n"}}'
      ```

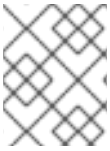
   c. クライアント Pod に接続するには、以下のコマンドを入力します。

      ```
      $ oc rsh sctpclient
      ```

   d. SCTP クライアントを起動するには、以下のコマンドを入力します。**<cluster_IP>** を **sctpservice** サービスのクラスター IP アドレスに置き換えます。

      ```
      # nc <cluster_IP> 30102 --sctp
      ```

第11章 PTP ハードウェアの設定



注記

通常のクロックを備えた PTP ハードウェアは一般的に利用可能であり、OpenShift Container Platform 4.8 で完全にサポートされています。

11.1. PTP ハードウェアについて

OpenShift Container Platform には、ノード上で Precision Time Protocol (PTP) ハードウェアを使用する機能が含まれます。linuxptp サービスは、PTP 対応ハードウェアを搭載したクラスターで設定できます。

注記

PTP Operator は、ベアメタルインフラストラクチャーでのみプロビジョニングされるクラスターの PTP 対応デバイスと連携します。

PTP Operator をデプロイし、OpenShift Container Platform コンソールを使用して PTP をインストールできます。PTP Operator は、**linuxptp** サービスを作成し、管理します。Operator は以下の機能を提供します。

- クラスター内の PTP 対応デバイスの検出。
- **linuxptp** サービスの設定の管理。

11.2. PTP ネットワークデバイスの自動検出

PTP Operator は **NodePtpDevice.ptp.openshift.io** カスタムリソース定義 (CRD) を OpenShift Container Platform に追加します。PTP Operator はクラスターで、各ノードの PTP 対応ネットワークデバイスを検索します。Operator は、互換性のある PTP デバイスを提供する各ノードの **NodePtpDevice** カスタムリソース (CR) オブジェクトを作成し、更新します。

1 つの CR がノードごとに作成され、ノードと同じ名前を共有します。**.status.devices** 一覧は、ノード上の PTP デバイスについての情報を提供します。

以下は、PTP Operator によって作成される **NodePtpDevice** CR の例です。

```
apiVersion: ptp.openshift.io/v1
kind: NodePtpDevice
metadata:
  creationTimestamp: "2019-11-15T08:57:11Z"
  generation: 1
  name: dev-worker-0 (1)
  namespace: openshift-ptp (2)
  resourceVersion: "487462"
  selfLink: /apis/ptp.openshift.io/v1/namespaces/openshift-ptp/nodeptpdevices/dev-worker-0
  uid: 08d133f7-aae2-403f-84ad-1fe624e5ab3f
spec: {}
status:
  devices: (3)
  - name: eno1
  - name: eno2
```

```
- name: ens787f0
- name: ens787f1
- name: ens801f0
- name: ens801f1
- name: ens802f0
- name: ens802f1
- name: ens803
```

1. **name** パラメーターの値はノードの名前と同じです。
2. CR は PTP Operator によって **openshift-ptp** namespace に作成されます。
3. **devices** コレクションには、ノード上の Operator によって検出されるすべての PTP 対応デバイスの一覧が含まれます。

11.3. PTP OPERATOR のインストール

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 PTP Operator をインストールできます。

11.3.1. CLI: PTP Operator のインストール

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

前提条件

- PTP に対応するハードウェアを持つノードでベアメタルハードウェアにインストールされたクラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. PTP Operator の namespace を作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ cat << EOF| oc create -f -
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: openshift-ptp
  annotations:
    workload.openshift.io/allowed: management
  labels:
    name: openshift-ptp
    openshift.io/cluster-monitoring: "true"
EOF
```

2. Operator の Operator グループを作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ cat << EOF| oc create -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1
```

```
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: ptp-operators
  namespace: openshift-ptp
spec:
  targetNamespaces:
  - openshift-ptp
EOF
```

3. PTP Operator にサブスクライブします。

   a. 以下のコマンドを実行して、OpenShift Container Platform のメジャーおよびマイナーバージョンを環境変数として設定します。これは次の手順で **channel** の値として使用されます。

   ```
   $ OC_VERSION=$(oc version -o yaml | grep openshiftVersion | \
       grep -o '[0-9]*[.][0-9]*' | head -1)
   ```

   b. PTP Operator のサブスクリプションを作成するには、以下のコマンドを入力します。

   ```
   $ cat << EOF| oc create -f -
   apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
   kind: Subscription
   metadata:
     name: ptp-operator-subscription
     namespace: openshift-ptp
   spec:
     channel: "${OC_VERSION}"
     name: ptp-operator
     source: redhat-operators
     sourceNamespace: openshift-marketplace
   EOF
   ```

4. Operator がインストールされていることを確認するには、以下のコマンドを入力します。

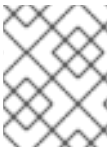
```
$ oc get csv -n openshift-ptp \
  -o custom-columns=Name:.metadata.name,Phase:.status.phase
```

出力例

```
Name                                 Phase
ptp-operator.4.4.0-202006160135      Succeeded
```

11.3.2. Web コンソール: PTP 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 Operator をインストールできます。



注記

先のセクションで説明されているように namespace および Operator グループを作成する必要があります。

手順

1. OpenShift Container Platform Web コンソールを使用して PTP 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。

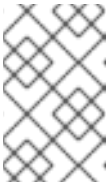
   b. 利用可能な Operator の一覧から **PTP Operator** を選択してから **Install** をクリックします。

   c. **Install Operator** ページの **A specific namespace on the cluster**の下で **openshift-ptp** を選択します。次に、**Install** をクリックします。

2. オプション: PTP Operator が正常にインストールされていることを確認します。

   a. **Operators → Installed Operators** ページに切り替えます。

   b. **PTP Operator** が **Status** が **InstallSucceeded** の状態で **openshift-ptp** プロジェクトに一覧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。

   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。

   - **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。
   - **Workloads → Pods** ページに移動し、**openshift-ptp** プロジェクトで Pod のログを確認します。

11.4. LINUXPTP サービスの設定

PTP Operator は **PtpConfig.ptp.openshift.io** カスタムリソース定義 (CRD) を OpenShift Container Platform に追加します。**PtpConfig** カスタムリソース (CR) オブジェクトを作成して、Linuxptp サービス (ptp4l、phc2sys) を設定できます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインしている。
- PTP Operator がインストールされていること。

手順

1. 以下の **PtpConfig** CR を作成してから、YAML を **<name>-ptp-config.yaml** ファイルに保存します。**<name>** をこの設定の名前に置き換えます。

```
apiVersion: ptp.openshift.io/v1
kind: PtpConfig
```

```
metadata:
  name: <name> 1
  namespace: openshift-ptp 2
spec:
  profile: 3
  - name: "profile1" 4
    interface: "ens787f1" 5
    ptp4lOpts: "-s -2" 6
    phc2sysOpts: "-a -r" 7
    ptp4lConf: "" 8
  recommend: 9
  - profile: "profile1" 10
    priority: 10 11
    match: 12
    - nodeLabel: "node-role.kubernetes.io/worker" 13
      nodeName: "dev-worker-0" 14
```

1. **PtpConfig** CR の名前を指定します。
2. PTP Operator がインストールされている namespace を指定します。
3. 1 つ以上の **profile** オブジェクトの配列を指定します。
4. プロファイルオブジェクトを一意に識別するために使用されるプロファイルオブジェクトの名前を指定します。
5. **ptp4l** サービスで使用するネットワークインターフェイス名を指定します (例: **ens787f1**)。
6. **ptp4l** サービスのシステム設定オプション (例: **-s -2**) を指定します。これには、インターフェイス名 **-i <interface>** およびサービス設定ファイル **-f /etc/ptp4l.conf** を含めないでください。これらは自動的に追加されます。
7. **phc2sys** サービスのシステム設定オプション (例: **-a -r**) を指定します。
8. デフォルトの **/etc/ptp4l.conf** ファイルを置き換える設定が含まれる文字列を指定します。デフォルト設定を使用するには、フィールドを空のままにします。
9. **profile** がノードに適用される方法を定義する 1 つ以上の **recommend** オブジェクトの配列を指定します。
10. **profile** セクションに定義される **profile** オブジェクト名を指定します。
11. **0** から **99** までの整数値で **priority** を指定します。数値が大きいほど優先度が低くなるため、**99** の優先度は **10** よりも低くなります。ノードが **match** フィールドで定義されるルールに基づいて複数のプロファイルに一致する場合、優先順位の高い プロファイルがそのノードに適用されます。
12. **match** ルールを、**nodeLabel** または **nodeName** で指定します。
13. **oc get nodes --show-labels** コマンドを使用して、ノードオブジェクトの**node.Labels**の**key**で**nodeLabel**を指定します。
14. **oc get nodes**コマンドを使用して、ノードオブジェクトの**node.Name**で**nodeName**を指定します。

2. 以下のコマンドを実行して CR を作成します。

```
$ oc create -f <filename> 1
```

1 **<filename>** を、先の手順で作成したファイルの名前に置き換えます。

3. オプション: **PtpConfig** プロファイルが、 **nodeLabel** または **nodeName** に一致するノードに適用されることを確認します。

```
$ oc get pods -n openshift-ptp -o wide
```

出力例

```
NAME                           READY   STATUS    RESTARTS   AGE   IP           NODE
NOMINATED NODE   READINESS GATES
linuxptp-daemon-4xkbb          1/1     Running   0          43m   192.168.111.15   dev-worker-0
<none>           <none>
linuxptp-daemon-tdspf          1/1     Running   0          43m   192.168.111.11   dev-master-0
<none>           <none>
ptp-operator-657bbb64c8-2f8sj  1/1     Running   0          43m   10.128.0.116     dev-master-0
<none>           <none>

$ oc logs linuxptp-daemon-4xkbb -n openshift-ptp
I1115 09:41:17.117596 4143292 daemon.go:107] in applyNodePTPProfile
I1115 09:41:17.117604 4143292 daemon.go:109] updating NodePTPProfile to:
I1115 09:41:17.117607 4143292 daemon.go:110] ------------------------------------
I1115 09:41:17.117612 4143292 daemon.go:102] Profile Name: profile1 1
I1115 09:41:17.117616 4143292 daemon.go:102] Interface: ens787f1 2
I1115 09:41:17.117620 4143292 daemon.go:102] Ptp4lOpts: -s -2 3
I1115 09:41:17.117623 4143292 daemon.go:102] Phc2sysOpts: -a -r 4
I1115 09:41:17.117626 4143292 daemon.go:116] ------------------------------------
I1115 09:41:18.117934 4143292 daemon.go:186] Starting phc2sys...
I1115 09:41:18.117985 4143292 daemon.go:187] phc2sys cmd: &{Path:/usr/sbin/phc2sys
Args:[/usr/sbin/phc2sys -a -r] Env:[] Dir: Stdin:<nil> Stdout:<nil> Stderr:<nil> ExtraFiles:[]
SysProcAttr:<nil> Process:<nil> ProcessState:<nil> ctx:<nil> lookPathErr:<nil> finished:false
childFiles:[] closeAfterStart:[] closeAfterWait:[] goroutine:[] errch:<nil> waitDone:<nil>}
I1115 09:41:19.118175 4143292 daemon.go:186] Starting ptp4l...
I1115 09:41:19.118209 4143292 daemon.go:187] ptp4l cmd: &{Path:/usr/sbin/ptp4l Args:
[/usr/sbin/ptp4l -m -f /etc/ptp4l.conf -i ens787f1 -s -2] Env:[] Dir: Stdin:<nil> Stdout:<nil>
Stderr:<nil> ExtraFiles:[] SysProcAttr:<nil> Process:<nil> ProcessState:<nil> ctx:<nil>
lookPathErr:<nil> finished:false childFiles:[] closeAfterStart:[] closeAfterWait:[] goroutine:[]
errch:<nil> waitDone:<nil>}
ptp4l[102189.864]: selected /dev/ptp5 as PTP clock
ptp4l[102189.886]: port 1: INITIALIZING to LISTENING on INIT_COMPLETE
ptp4l[102189.886]: port 0: INITIALIZING to LISTENING on INIT_COMPLETE
```

1 **Profile Name** は、ノード **dev-worker-0** に適用される名前です。

2 **Interface** は、**profile1** インターフェイスフィールドに指定される PTP デバイスです。**ptp4l** サービスはこのインターフェイスで実行されます。

3 **PTP4lOpts** は、**profile1** Ptp4lOpts フィールドで指定される ptp4l sysconfig オプションです。

4 **phc2sysOpts** は、**profile1** phc2sysOpts フィールドで指定される phc2sys sysconfig オプションです。

第12章 ネットワークポリシー

12.1. ネットワークポリシーについて

クラスター管理者は、トラフィックをクラスター内の Pod に制限するネットワークポリシーを定義できます。

12.1.1. ネットワークポリシーについて

Kubernetes ネットワークポリシーをサポートする Kubernetes Container Network Interface (CNI) プラグインを使用するクラスターでは、ネットワークの分離は **NetworkPolicy** オブジェクトによって完全に制御されます。OpenShift Container Platform 4.8 では、OpenShift SDN はデフォルトのネットワーク分離モードでのネットワークポリシーの使用をサポートしています。

注記

OpenShift SDN クラスターネットワークプロバイダーを使用する場合、ネットワークポリシーについて、以下の制限が適用されます。

- **egress** フィールドで指定される egress ネットワークポリシーはサポートされていません。
- IPBlock はネットワークポリシーでサポートされますが、**except** 句はサポートしません。**except** 句を含む IPBlock セクションのあるポリシーを作成する場合、SDN Pod は警告をログに記録し、そのポリシーの IPBlock セクション全体は無視されます。

警告

ネットワークポリシーは、ホストのネットワーク namespace には適用されません。ホストネットワークが有効にされている Pod はネットワークポリシールールによる影響を受けません。

デフォルトで、プロジェクトのすべての Pod は他の Pod およびネットワークのエンドポイントからアクセスできます。プロジェクトで 1 つ以上の Pod を分離するには、そのプロジェクトで **NetworkPolicy** オブジェクトを作成し、許可する着信接続を指定します。プロジェクト管理者は独自のプロジェクト内で **NetworkPolicy** オブジェクトの作成および削除を実行できます。

Pod が 1 つ以上の **NetworkPolicy** オブジェクトのセレクターで一致する場合、Pod はそれらの 1 つ以上の **NetworkPolicy** オブジェクトで許可される接続のみを受け入れます。**NetworkPolicy** オブジェクトによって選択されていない Pod は完全にアクセス可能です。

以下のサンプル **NetworkPolicy** オブジェクトは、複数の異なるシナリオをサポートすることを示しています。

- すべてのトラフィックを拒否します。
  プロジェクトに deny by default (デフォルトで拒否) を実行させるには、すべての Pod に一致するが、トラフィックを一切許可しない **NetworkPolicy** オブジェクトを追加します。

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: deny-by-default
spec:
  podSelector: {}
  ingress: []
```

- OpenShift Container Platform Ingress コントローラーからの接続のみを許可します。
プロジェクトで OpenShift Container Platform Ingress コントローラーからの接続のみを許可するには、以下の **NetworkPolicy** オブジェクトを追加します。

```
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: allow-from-openshift-ingress
spec:
  ingress:
  - from:
    - namespaceSelector:
        matchLabels:
          network.openshift.io/policy-group: ingress
  podSelector: {}
  policyTypes:
  - Ingress
```

- プロジェクト内の Pod からの接続のみを受け入れます。
Pod が同じプロジェクト内の他の Pod からの接続を受け入れるが、他のプロジェクトの Pod からの接続を拒否するように設定するには、以下の **NetworkPolicy** オブジェクトを追加します。

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-same-namespace
spec:
  podSelector: {}
  ingress:
  - from:
    - podSelector: {}
```

- Pod ラベルに基づいて HTTP および HTTPS トラフィックのみを許可します。
特定のラベル (以下の例の **role=frontend**) の付いた Pod への HTTP および HTTPS アクセスのみを有効にするには、以下と同様の **NetworkPolicy** オブジェクトを追加します。

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-http-and-https
spec:
  podSelector:
    matchLabels:
      role: frontend
  ingress:
```

```
  - ports:
    - protocol: TCP
      port: 80
    - protocol: TCP
      port: 443
```

- namespace および Pod セレクターの両方を使用して接続を受け入れます。
  namespace と Pod セレクターを組み合わせてネットワークトラフィックのマッチングをするには、以下と同様の **NetworkPolicy** オブジェクトを使用できます。

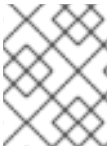
```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-pod-and-namespace-both
spec:
  podSelector:
    matchLabels:
      name: test-pods
  ingress:
    - from:
      - namespaceSelector:
          matchLabels:
            project: project_name
        podSelector:
          matchLabels:
            name: test-pods
```

NetworkPolicy オブジェクトは加算されるものです。 つまり、複数の **NetworkPolicy** オブジェクトを組み合わせて複雑なネットワーク要件を満すことができます。

たとえば、先の例で定義された **NetworkPolicy** オブジェクトの場合、同じプロジェト内に **allow-same-namespace** と **allow-http-and-https** ポリシーの両方を定義することができます。これにより、ラベル **role=frontend** の付いた Pod は各ポリシーで許可されるすべての接続を受け入れます。つまり、同じ namespace の Pod からのすべてのポート、およびすべての namespace の Pod からのポート **80** および **443** での接続を受け入れます。

12.1.2. ネットワークポリシーの最適化

ネットワークポリシーを使用して、namespace 内でラベルで相互に区別される Pod を分離します。



注記

ネットワークポリシールールを効果的に使用するためのガイドラインは、OpenShift SDN クラスターネットワークプロバイダーのみに適用されます。

NetworkPolicy オブジェクトを単一 namespace 内の多数の個別 Pod に適用することは効率的ではありません。Pod ラベルは IP レベルには存在しないため、ネットワークポリシーは、**podSelector** で選択されるすべての Pod 間のすべてのリンクについての別個の Open vSwitch (OVS) フロールールを生成します。

たとえば、仕様の **podSelector** および **NetworkPolicy** オブジェクト内の ingress **podSelector** のそれぞれが 200 Pod に一致する場合、40,000 (200*200) OVS フロールールが生成されます。これにより、ノードの速度が低下する可能性があります。

ネットワークポリシーを設計する場合は、以下のガイドラインを参照してください。

- namespace を使用して分離する必要のある Pod のグループを組み込み、OVS フロールールの数を減らします。
  namespace 全体を選択する **NetworkPolicy** オブジェクトは、**namespaceSelectors** または空の **podSelectors** を使用して、namespace の VXLAN 仮想ネットワーク ID に一致する単一の OVS フロールールのみを生成します。
- 分離する必要のない Pod は元の namespace に維持し、分離する必要のある Pod は 1 つ以上の異なる namespace に移します。
- 追加のターゲット設定された namespace 間のネットワークポリシーを作成し、分離された Pod から許可する必要のある特定のトラフィックを可能にします。

12.1.3. 次のステップ

- ネットワークポリシーの作成
- オプション: デフォルトネットワークポリシーの定義

12.1.4. 関連情報

- プロジェクトおよび namespace
- マルチテナントネットワークポリシーの設定
- NetworkPolicy API

12.2. ネットワークポリシーイベントのロギング

クラスター管理者は、クラスターのネットワークポリシー監査ロギングを設定し、1 つ以上の namespace のロギングを有効にできます。

注記

ネットワークポリシーの監査ロギングは OVN-Kubernetes クラスターネットワークプロバイダー でのみ利用可能です。

12.2.1. ネットワークポリシー監査ロギング

OVN-Kubernetes クラスターネットワークプロバイダーは、Open Virtual Network (OVN) ACL を使用してネットワークポリシーを管理します。監査ロギングは ACL イベントの許可および拒否を公開します。

syslog サーバーや UNIX ドメインソケットなどのネットワークポリシー監査ログの宛先を設定できます。追加の設定に関係なく、監査ログは常にクラスター内の各 OVN-Kubernetes Pod の **/var/log/ovn/acl-audit-log.log** に保存されます。

以下の例のように、namespace に **k8s.ovn.org/acl-logging** キーでアノテーションを付けることにより、namespace ごとにネットワークポリシー監査ログを有効にします。

namespace アノテーションの例

```
kind: Namespace
```

```
apiVersion: v1
metadata:
  name: example1
  annotations:
    k8s.ovn.org/acl-logging: |-
      {
        "deny": "info",
        "allow": "info"
      }
```

ロギング形式は RFC5424 によって定義される syslog と互換性があります。syslog ファシリティーは設定可能です。デフォルトは **local0** です。ログエントリーの例は、以下のようになります。

ACL 拒否ログエントリーの例

```
2021-06-13T19:33:11.590Z|00005|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-logging_deny-all",
verdict=drop, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:39,dl_dst=0a:58:0a:80:02:37,nw_src=10.128.2.57,nw_dst=
10.128.2.55,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
```

以下の表は、namespace アノテーションの値について説明しています。

表12.1 ネットワークポリシー監査ロギング namespace アノテーション

Annotation	値
k8s.ovn.org/acl-logging	namespace のネットワークポリシー監査ロギングを有効にするには、**allow**、**deny**、または両方のうち、少なくとも 1 つを指定する必要があります。 **deny** オプション: **alert**、**warning**、**notice**、**info**、または **debug** を指定します。 **allow** オプション: **alert**、**warning**、**notice**、**info**、または **debug** を指定します。

12.2.2. ネットワークポリシー監査の設定

監査ロギングの設定は、OVN-Kubernetes クラスターネットワークプロバイダー設定の一部として指定されます。以下の YAML は、ネットワークポリシーの監査ロギング機能のデフォルト値を示しています。

監査ロギング設定

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  defaultNetwork:
    ovnKubernetesConfig:
      policyAuditConfig:
```

```
    destination: "null"
    maxFileSize: 50
    rateLimit: 20
    syslogFacility: local0
```

以下の表は、ネットワークポリシー監査ロギングの設定フィールドについて説明しています。

表12.2 policyAuditConfig object

フィールド	タイプ	説明
rateLimit	integer	ノードごとに毎秒生成されるメッセージの最大数。デフォルト値は、1秒あたり **20** メッセージです。
maxFileSize	integer	監査ログの最大サイズ (バイト単位)。デフォルト値は **50000000** (50 MB) です。
destination	string	以下の追加の監査ログターゲットのいずれかになります。 **libc** ホスト上の journald プロセスの libc **syslog()** 関数。 **udp:<host>:<port>** syslog サーバー。**<host>:<port>** を syslog サーバーのホストおよびポートに置き換えます。 **unix:<file>** **<file>** で指定された Unix ドメインソケットファイル。 **null** 監査ログを追加のターゲットに送信しないでください。
syslogFacility	string	RFC5424 で定義される **kern** などの syslog ファシリティー。デフォルト値は **local0** です。

12.2.3. クラスターのネットワークポリシー監査の設定

クラスター管理者は、クラスターのネットワークポリシー監査ロギングをカスタマイズできます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインする。

手順

- ネットワークポリシーの監査ロギングの設定をカスタマイズするには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc edit network.operator.openshift.io/cluster
```

ヒント

または、以下の YAML をカスタマイズして適用することで、監査ロギングを設定できます。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  defaultNetwork:
    ovnKubernetesConfig:
      policyAuditConfig:
        destination: "null"
        maxFileSize: 50
        rateLimit: 20
        syslogFacility: local0
```

検証

1. ネットワークポリシーを使用して namespace を作成するには、次の手順を実行します。
   a. 検証用の namespace を作成します。

```
$ cat <<EOF| oc create -f -
kind: Namespace
apiVersion: v1
metadata:
  name: verify-audit-logging
  annotations:
    k8s.ovn.org/acl-logging: '{ "deny": "alert", "allow": "alert" }'
EOF
```

出力例

```
namespace/verify-audit-logging created
```

   b. 監査ロギングを有効にします。

```
$ oc annotate namespace verify-audit-logging k8s.ovn.org/acl-logging='{ "deny": "alert",
"allow": "alert" }'
```

```
namespace/verify-audit-logging annotated
```

   c. namespace のネットワークポリシーを作成します。

```
$ cat <<EOF| oc create -n verify-audit-logging -f -
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: deny-all
spec:
  podSelector:
    matchLabels:
```

```
  policyTypes:
  - Ingress
  - Egress
---
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: allow-from-same-namespace
spec:
  podSelector: {}
  policyTypes:
   - Ingress
   - Egress
  ingress:
    - from:
        - podSelector: {}
  egress:
    - to:
       - namespaceSelector:
          matchLabels:
            namespace: verify-audit-logging
EOF
```

出力例

```
networkpolicy.networking.k8s.io/deny-all created
networkpolicy.networking.k8s.io/allow-from-same-namespace created
```

2. ソーストラフィックの Pod を **default** namespace に作成します。

```
$ cat <<EOF| oc create -n default -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: client
spec:
  containers:
    - name: client
      image: registry.access.redhat.com/rhel7/rhel-tools
      command: ["/bin/sh", "-c"]
      args:
        ["sleep inf"]
EOF
```

3. **verify-audit-logging** namespace に 2 つの Pod を作成します。

```
$ for name in client server; do
cat <<EOF| oc create -n verify-audit-logging -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: ${name}
spec:
  containers:
    - name: ${name}
```

```
    image: registry.access.redhat.com/rhel7/rhel-tools
    command: ["/bin/sh", "-c"]
    args:
      ["sleep inf"]
EOF
done
```

出力例

```
pod/client created
pod/server created
```

4. トラフィックを生成し、ネットワークポリシー監査ログエントリーを作成するには、以下の手順を実行します。

   a. **verify-audit-logging** namespace で **server** という名前の Pod の IP アドレスを取得します。

   ```
   $ POD_IP=$(oc get pods server -n verify-audit-logging -o jsonpath='{.status.podIP}')
   ```

   b. **default** の namespace の **client** という名前の Pod の直前のコマンドから IP アドレスに ping し、すべてのパケットがドロップされていることを確認します。

   ```
   $ oc exec -it client -n default -- /bin/ping -c 2 $POD_IP
   ```

   出力例

   ```
   PING 10.128.2.55 (10.128.2.55) 56(84) bytes of data.

   --- 10.128.2.55 ping statistics ---
   2 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 2041ms
   ```

   c. **verify-audit-logging** namespace の **client** という名前の Pod から **POD_IP** シェル環境変数に保存されている IP アドレスに ping し、すべてのパケットが許可されていることを確認します。

   ```
   $ oc exec -it client -n verify-audit-logging -- /bin/ping -c 2 $POD_IP
   ```

   出力例

   ```
   PING 10.128.0.86 (10.128.0.86) 56(84) bytes of data.
   64 bytes from 10.128.0.86: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.21 ms
   64 bytes from 10.128.0.86: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.440 ms

   --- 10.128.0.86 ping statistics ---
   2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
   rtt min/avg/max/mdev = 0.440/1.329/2.219/0.890 ms
   ```

5. ネットワークポリシー監査ログの最新エントリーを表示します。

```
$ for pod in $(oc get pods -n openshift-ovn-kubernetes -l app=ovnkube-node --no-
headers=true | awk '{ print $1 }') ; do
   oc exec -it $pod -n openshift-ovn-kubernetes -- tail -4 /var/log/ovn/acl-audit-log.log
```

```
done
```

出力例

```
Defaulting container name to ovn-controller.
Use 'oc describe pod/ovnkube-node-hdb8v -n openshift-ovn-kubernetes' to see all of the
containers in this pod.
2021-06-13T19:33:11.590Z|00005|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-
logging_deny-all", verdict=drop, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:39,dl_dst=0a:58:0a:80:02:37,nw_src=10.128.2.57,
nw_dst=10.128.2.55,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
2021-06-13T19:33:12.614Z|00006|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-
logging_deny-all", verdict=drop, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:39,dl_dst=0a:58:0a:80:02:37,nw_src=10.128.2.57,
nw_dst=10.128.2.55,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
2021-06-13T19:44:10.037Z|00007|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-
logging_allow-from-same-namespace_0", verdict=allow, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:3b,dl_dst=0a:58:0a:80:02:3a,nw_src=10.128.2.59,
nw_dst=10.128.2.58,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
2021-06-13T19:44:11.037Z|00008|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-
logging_allow-from-same-namespace_0", verdict=allow, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:3b,dl_dst=0a:58:0a:80:02:3a,nw_src=10.128.2.59,
nw_dst=10.128.2.58,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
```

12.2.4. namespace のネットワークポリシー監査ロギングの有効化

クラスター管理者は、namespace のネットワークポリシーの監査ロギングを有効化できます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインする。

手順

- オプション: namespace のネットワークポリシー監査ロギングを有効にするには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc annotate namespace <namespace> \
  k8s.ovn.org/acl-logging='{ "deny": "alert", "allow": "notice" }'
```

ここでは、以下のようになります。

<namespace>

namespace の名前を指定します。

ヒント

または、以下の YAML を適用して監査ロギングを有効化できます。

```
kind: Namespace
apiVersion: v1
metadata:
  name: <namespace>
  annotations:
    k8s.ovn.org/acl-logging: |-
      {
        "deny": "alert",
        "allow": "notice"
      }
```

出力例

```
namespace/verify-audit-logging annotated
```

検証

- ネットワークポリシー監査ログの最新エントリーを表示します。

```
$ for pod in $(oc get pods -n openshift-ovn-kubernetes -l app=ovnkube-node --no-
headers=true | awk '{ print $1 }') ; do
    oc exec -it $pod -n openshift-ovn-kubernetes -- tail -4 /var/log/ovn/acl-audit-log.log
  done
```

出力例

```
2021-06-13T19:33:11.590Z|00005|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-
logging_deny-all", verdict=drop, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:39,dl_dst=0a:58:0a:80:02:37,nw_src=10.128.2.57,
nw_dst=10.128.2.55,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
```

12.2.5. namespace のネットワークポリシー監査ロギングの無効化

クラスター管理者は、namespace のネットワークポリシー監査ロギングを無効化できます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインする。

手順

- namespace のネットワークポリシー監査ロギングを無効にするには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc annotate --overwrite namespace <namespace> k8s.ovn.org/acl-logging={}
```

ここでは、以下のようになります。

<namespace>

namespace の名前を指定します。

ヒント

または、以下の YAML を適用して監査ロギングを無効化できます。

```
kind: Namespace
apiVersion: v1
metadata:
  name: <namespace>
  annotations:
    k8s.ovn.org/acl-logging: null
```

出力例

```
namespace/verify-audit-logging annotated
```

12.2.6. 関連情報

- ネットワークポリシーについて

12.3. ネットワークポリシーの作成

admin ロールを持つユーザーは、namespace のネットワークポリシーを作成できます。

12.3.1. ネットワークポリシーの作成

クラスターの namespace に許可される Ingress または egress ネットワークトラフィックを記述する詳細なルールを定義するには、ネットワークポリシーを作成できます。

注記

cluster-admin ロールを持つユーザーでログインしている場合、クラスター内の任意の namespace でネットワークポリシーを作成できます。

前提条件

- クラスターは、**NetworkPolicy** オブジェクトをサポートするクラスターネットワークプロバイダーを使用する (例: OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダー、または **mode: NetworkPolicy** が設定された OpenShift SDN ネットワークプロバイダー)。このモードは OpenShiftSDN のデフォルトです。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしている。
- ネットワークポリシーが適用される namespace で作業している。

手順

1. ポリシールールを作成します。

   a. **<policy_name>.yaml** ファイルを作成します。

      ```
      $ touch <policy_name>.yaml
      ```

      ここでは、以下のようになります。

      <policy_name>
      ネットワークポリシーファイル名を指定します。

   b. 作成したばかりのファイルで、以下の例のようなネットワークポリシーを定義します。

      すべての namespace のすべての Pod から ingress を拒否します。

      ```
      kind: NetworkPolicy
      apiVersion: networking.k8s.io/v1
      metadata:
        name: deny-by-default
      spec:
        podSelector:
        ingress: []
      ```

   同じ namespace のすべての Pod から ingress を許可します。

   ```
   kind: NetworkPolicy
   apiVersion: networking.k8s.io/v1
   metadata:
     name: allow-same-namespace
   spec:
     podSelector:
     ingress:
     - from:
       - podSelector: {}
   ```

2. ネットワークポリシーオブジェクトを作成するには、以下のコマンドを入力します。

   ```
   $ oc apply -f <policy_name>.yaml -n <namespace>
   ```

   ここでは、以下のようになります。

   <policy_name>
   ネットワークポリシーファイル名を指定します。

   <namespace>
   オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

   出力例

   ```
   networkpolicy.networking.k8s.io/default-deny created
   ```

12.3.2. サンプル NetworkPolicy オブジェクト

以下は、サンプル NetworkPolicy オブジェクトにアノテーションを付けます。

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-27107 (1)
spec:
  podSelector: (2)
    matchLabels:
      app: mongodb
  ingress:
  - from:
    - podSelector: (3)
        matchLabels:
          app: app
    ports: (4)
    - protocol: TCP
      port: 27017
```

1. NetworkPolicy オブジェクトの名前。
2. ポリシーが適用される Pod を説明するセレクター。ポリシーオブジェクトは NetworkPolicy オブジェクトが定義されるプロジェクトの Pod のみを選択できます。
3. ポリシーオブジェクトが入力トラフィックを許可する Pod に一致するセレクター。セレクターは、NetworkPolicy と同じ namaspace にある Pod を照合して検索します。
4. トラフィックを受け入れる 1 つ以上の宛先ポートのリスト。

12.4. ネットワークポリシーの表示

admin ロールを持つユーザーは、namespace のネットワークポリシーを表示できます。

12.4.1. ネットワークポリシーの表示

namespace のネットワークポリシーを検査できます。

注記

cluster-admin ロールを持つユーザーでログインしている場合、クラスター内の任意のネットワークポリシーを表示できます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしている。
- ネットワークポリシーが存在する namespace で作業している。

手順

- namespace のネットワークポリシーを一覧表示します。
  - namespace で定義されたネットワークポリシーオブジェクトを表示するには、以下のコマンドを実行します。

    ```
    $ oc get networkpolicy
    ```

  - オプション: 特定のネットワークポリシーを検査するには、以下のコマンドを入力します。

    ```
    $ oc describe networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
    ```

    ここでは、以下のようになります。

    <policy_name>
    検査するネットワークポリシーの名前を指定します。

    <namespace>
    オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

    以下に例を示します。

    ```
    $ oc describe networkpolicy allow-same-namespace
    ```

    oc describe コマンドの出力

    ```
    Name:         allow-same-namespace
    Namespace:    ns1
    Created on:   2021-05-24 22:28:56 -0400 EDT
    Labels:       <none>
    Annotations:  <none>
    Spec:
      PodSelector:     <none> (Allowing the specific traffic to all pods in this namespace)
      Allowing ingress traffic:
        To Port: <any> (traffic allowed to all ports)
        From:
          PodSelector: <none>
      Not affecting egress traffic
      Policy Types: Ingress
    ```

12.4.2. サンプル NetworkPolicy オブジェクト

以下は、サンプル NetworkPolicy オブジェクトにアノテーションを付けます。

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-27107 (1)
spec:
  podSelector: (2)
    matchLabels:
      app: mongodb
  ingress:
```

```
- from:
  - podSelector: 3
      matchLabels:
        app: app
  ports: 4
  - protocol: TCP
    port: 27017
```

1. NetworkPolicy オブジェクトの名前。
2. ポリシーが適用される Pod を説明するセレクター。ポリシーオブジェクトは NetworkPolicy オブジェクトが定義されるプロジェクトの Pod のみを選択できます。
3. ポリシーオブジェクトが入力トラフィックを許可する Pod に一致するセレクター。セレクターは、NetworkPolicy と同じ namaspace にある Pod を照合して検索します。
4. トラフィックを受け入れる 1 つ以上の宛先ポートのリスト。

12.5. ネットワークポリシーの編集

admin ロールを持つユーザーは、namespace の既存のネットワークポリシーを編集できます。

12.5.1. ネットワークポリシーの編集

namespace のネットワークポリシーを編集できます。

注記

cluster-admin ロールを持つユーザーでログインしている場合、クラスター内の任意の namespace でネットワークポリシーを編集できます。

前提条件

- クラスターは、**NetworkPolicy** オブジェクトをサポートするクラスターネットワークプロバイダーを使用する (例: OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダー、または **mode: NetworkPolicy** が設定された OpenShift SDN ネットワークプロバイダー)。このモードは OpenShiftSDN のデフォルトです。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしている。
- ネットワークポリシーが存在する namespace で作業している。

手順

1. オプション: namespace のネットワークポリシーオブジェクトを一覧表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get networkpolicy
```

ここでは、以下のようになります。

<namespace>

オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

2. ネットワークポリシーオブジェクトを編集します。

- ネットワークポリシーの定義をファイルに保存した場合は、ファイルを編集して必要な変更を加えてから、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc apply -n <namespace> -f <policy_file>.yaml
```

ここでは、以下のようになります。

<namespace>

オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

<policy_file>

ネットワークポリシーを含むファイルの名前を指定します。

- ネットワークポリシーオブジェクトを直接更新する必要がある場合、以下のコマンドを入力できます。

```
$ oc edit networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

ここでは、以下のようになります。

<policy_name>

ネットワークポリシーの名前を指定します。

<namespace>

オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

3. ネットワークポリシーオブジェクトが更新されていることを確認します。

```
$ oc describe networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

ここでは、以下のようになります。

<policy_name>

ネットワークポリシーの名前を指定します。

<namespace>

オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

12.5.2. サンプル NetworkPolicy オブジェクト

以下は、サンプル NetworkPolicy オブジェクトにアノテーションを付けます。

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-27107 1
```

```
spec:
  podSelector: 2
    matchLabels:
      app: mongodb
  ingress:
  - from:
    - podSelector: 3
        matchLabels:
          app: app
    ports: 4
    - protocol: TCP
      port: 27017
```

1 NetworkPolicy オブジェクトの名前。

2 ポリシーが適用される Pod を説明するセレクター。ポリシーオブジェクトは NetworkPolicy オブジェクトが定義されるプロジェクトの Pod のみを選択できます。

3 ポリシーオブジェクトが入力トラフィックを許可する Pod に一致するセレクター。セレクターは、NetworkPolicy と同じ namaspace にある Pod を照合して検索します。

4 トラフィックを受け入れる 1 つ以上の宛先ポートのリスト。

12.5.3. 関連情報

- ネットワークポリシーの作成

12.6. ネットワークポリシーの削除

admin ロールを持つユーザーは、namespace からネットワークポリシーを削除できます。

12.6.1. ネットワークポリシーの削除

namespace のネットワークポリシーを削除できます。

注記

cluster-admin ロールを持つユーザーでログインしている場合、クラスター内の任意のネットワークポリシーを削除できます。

前提条件

- クラスターは、**NetworkPolicy** オブジェクトをサポートするクラスターネットワークプロバイダーを使用する (例: OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダー、または **mode: NetworkPolicy** が設定された OpenShift SDN ネットワークプロバイダー)。このモードは OpenShiftSDN のデフォルトです。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしている。
- ネットワークポリシーが存在する namespace で作業している。

手順

- ネットワークポリシーオブジェクトを削除するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc delete networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

ここでは、以下のようになります。

<policy_name>
ネットワークポリシーの名前を指定します。

<namespace>
オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

出力例

```
networkpolicy.networking.k8s.io/default-deny deleted
```

12.7. プロジェクトのデフォルトネットワークポリシーの定義

クラスター管理者は、新規プロジェクトの作成時にネットワークポリシーを自動的に含めるように新規プロジェクトテンプレートを変更できます。新規プロジェクトのカスタマイズされたテンプレートがまだない場合には、まずテンプレートを作成する必要があります。

12.7.1. 新規プロジェクトのテンプレートの変更

クラスター管理者は、デフォルトのプロジェクトテンプレートを変更し、新規プロジェクトをカスタム要件に基づいて作成することができます。

独自のカスタムプロジェクトテンプレートを作成するには、以下を実行します。

手順

1. **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。
2. デフォルトのプロジェクトテンプレートを生成します。

```
$ oc adm create-bootstrap-project-template -o yaml > template.yaml
```

3. オブジェクトを追加するか、または既存オブジェクトを変更することにより、テキストエディターで生成される **template.yaml** ファイルを変更します。
4. プロジェクトテンプレートは、**openshift-config** namespace に作成される必要があります。変更したテンプレートを読み込みます。

```
$ oc create -f template.yaml -n openshift-config
```

5. Web コンソールまたは CLI を使用し、プロジェクト設定リソースを編集します。
   - Web コンソールの使用
     i. **Administration → Cluster Settings** ページに移動します。

ii. **Global Configuration** をクリックし、すべての設定リソースを表示します。

iii. **Project** のエントリーを見つけ、**Edit YAML** をクリックします。

- CLI の使用

i. **project.config.openshift.io/cluster** リソースを編集します。

```
$ oc edit project.config.openshift.io/cluster
```

6. **spec** セクションを、**projectRequestTemplate** および **name** パラメーターを組み込むように更新し、アップロードされたプロジェクトテンプレートの名前を設定します。デフォルト名は **project-request** です。

カスタムプロジェクトテンプレートを含むプロジェクト設定リソース

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Project
metadata:
  ...
spec:
  projectRequestTemplate:
    name: <template_name>
```

7. 変更を保存した後、変更が正常に適用されたことを確認するために、新しいプロジェクトを作成します。

12.7.2. 新規プロジェクトへのネットワークポリシーの追加

クラスター管理者は、ネットワークポリシーを新規プロジェクトのデフォルトテンプレートに追加できます。OpenShift Container Platform は、プロジェクトのテンプレートに指定されたすべての **NetworkPolicy** オブジェクトを自動的に作成します。

前提条件

- クラスターは、**NetworkPolicy** オブジェクトをサポートするデフォルトの CNI ネットワークプロバイダーを使用している (例: **mode: NetworkPolicy** が設定された OpenShift SDN ネットワークプロバイダー)。このモードは OpenShiftSDN のデフォルトです。
- 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クラスターにログインする。
- 新規プロジェクトのカスタムデフォルトプロジェクトテンプレートを作成している。

手順

1. 以下のコマンドを実行して、新規プロジェクトのデフォルトテンプレートを編集します。

```
$ oc edit template <project_template> -n openshift-config
```

<project_template> を、クラスターに設定したデフォルトテンプレートの名前に置き換えます。デフォルトのテンプレート名は **project-request** です。

2. テンプレートでは、各 **NetworkPolicy** オブジェクトを要素として **objects** パラメーターに追加します。**objects** パラメーターは、1 つ以上のオブジェクトのコレクションを受け入れます。
以下の例では、**objects** パラメーターのコレクションにいくつかの **NetworkPolicy** オブジェクトが含まれます。

```
objects:
- apiVersion: networking.k8s.io/v1
  kind: NetworkPolicy
  metadata:
    name: allow-from-same-namespace
  spec:
    podSelector: {}
    ingress:
    - from:
      - podSelector: {}
- apiVersion: networking.k8s.io/v1
  kind: NetworkPolicy
  metadata:
    name: allow-from-openshift-ingress
  spec:
    ingress:
    - from:
      - namespaceSelector:
          matchLabels:
            network.openshift.io/policy-group: ingress
    podSelector: {}
    policyTypes:
    - Ingress
...
```

3. オプション: 以下のコマンドを実行して、新規プロジェクトを作成し、ネットワークポリシーオブジェクトが正常に作成されることを確認します。

   a. 新規プロジェクトを作成します。

   ```
   $ oc new-project <project> 1
   ```

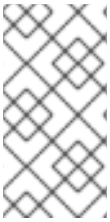
   1 **<project>** を、作成しているプロジェクトの名前に置き換えます。

   b. 新規プロジェクトテンプレートのネットワークポリシーオブジェクトが新規プロジェクトに存在することを確認します。

   ```
   $ oc get networkpolicy
   NAME                           POD-SELECTOR   AGE
   allow-from-openshift-ingress   <none>         7s
   allow-from-same-namespace      <none>         7s
   ```

12.8. ネットワークポリシーを使用したマルチテナント分離の設定

クラスター管理者は、マルチテナントネットワークの分離を実行するようにネットワークポリシーを設定できます。



注記

OpenShift SDN クラスターネットワークプロバイダーを使用している場合、本セクションで説明されているようにネットワークポリシーを設定すると、マルチテナントモードと同様のネットワーク分離が行われますが、ネットワークポリシーモードが設定されます。

12.8.1. ネットワークポリシーを使用したマルチテナント分離の設定

他のプロジェクト namespace の Pod およびサービスから分離できるようにプロジェクトを設定できます。

前提条件

- クラスターは、**NetworkPolicy** オブジェクトをサポートするクラスターネットワークプロバイダーを使用する (例: OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダー、または **mode: NetworkPolicy** が設定された OpenShift SDN ネットワークプロバイダー)。このモードは OpenShiftSDN のデフォルトです。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしている。

手順

1. 以下の **NetworkPolicy** オブジェクトを作成します。
   a. **allow-from-openshift-ingress** という名前のポリシー:

```
$ cat << EOF| oc create -f -
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: allow-from-openshift-ingress
spec:
  ingress:
  - from:
    - namespaceSelector:
        matchLabels:
          policy-group.network.openshift.io/ingress: ""
  podSelector: {}
  policyTypes:
  - Ingress
EOF
```

注記

policy-group.network.openshift.io/ingress: ""は、OpenShift SDN の推奨の namespace セレクターラベルです。**network.openshift.io/policy-group: ingress** namespace セレクターラベルを使用できますが、これはレガシーラベルです。

   b. **allow-from-openshift-monitoring** という名前のポリシー。

```
$ cat << EOF| oc create -f -
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: allow-from-openshift-monitoring
spec:
  ingress:
  - from:
    - namespaceSelector:
        matchLabels:
          network.openshift.io/policy-group: monitoring
  podSelector: {}
  policyTypes:
  - Ingress
EOF
```

c. **allow-same-namespace** という名前のポリシー:

```
$ cat << EOF| oc create -f -
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-same-namespace
spec:
  podSelector:
  ingress:
  - from:
    - podSelector: {}
EOF
```

2. オプション: 以下のコマンドを実行し、ネットワークポリシーオブジェクトが現在のプロジェクトに存在することを確認します。

```
$ oc describe networkpolicy
```

出力例

```
Name:         allow-from-openshift-ingress
Namespace:    example1
Created on:   2020-06-09 00:28:17 -0400 EDT
Labels:       <none>
Annotations:  <none>
Spec:
  PodSelector:     <none> (Allowing the specific traffic to all pods in this namespace)
  Allowing ingress traffic:
    To Port: <any> (traffic allowed to all ports)
    From:
      NamespaceSelector: network.openshift.io/policy-group: ingress
  Not affecting egress traffic
  Policy Types: Ingress


Name:         allow-from-openshift-monitoring
Namespace:    example1
```

```
Created on:   2020-06-09 00:29:57 -0400 EDT
Labels:       <none>
Annotations:  <none>
Spec:
  PodSelector:     <none> (Allowing the specific traffic to all pods in this namespace)
  Allowing ingress traffic:
    To Port: <any> (traffic allowed to all ports)
    From:
      NamespaceSelector: network.openshift.io/policy-group: monitoring
  Not affecting egress traffic
  Policy Types: Ingress
```

12.8.2. 次のステップ

- デフォルトのネットワークポリシーの定義

12.8.3. 関連情報

- OpenShift SDN ネットワーク分離モード

第13章 複数ネットワーク

13.1. 複数ネットワークについて

Kubernetes では、コンテナーネットワークは Container Network Interface (CNI) を実装するネットワークプラグインに委任されます。

OpenShift Container Platform は、Multus CNI プラグインを使用して CNI プラグインのチェーンを許可します。クラスターのインストール時に、**デフォルト** の Pod ネットワークを設定します。デフォルトのネットワークは、クラスターのすべての通常のネットワークトラフィックを処理します。利用可能な CNI プラグインに基づいて **additional network** を定義し、1 つまたは複数のネットワークを Pod に割り当てることができます。必要に応じて、クラスターの複数のネットワークを追加で定義することができます。これは、スイッチまたはルーティングなどのネットワーク機能を提供する Pod を設定する場合に柔軟性を実現します。

13.1.1. 追加ネットワークの使用シナリオ

データプレーンとコントロールプレーンの分離など、ネットワークの分離が必要な状況で追加のネットワークを使用することができます。トラフィックの分離は、以下のようなパフォーマンスおよびセキュリティー関連の理由で必要になります。

パフォーマンス

各プレーンのトラフィック量を管理するために、2 つの異なるプレーンにトラフィックを送信できます。

セキュリティー

機密トラフィックは、セキュリティー上の考慮に基づいて管理されているネットワークに送信でき、テナントまたはカスタマー間で共有できないプライベートを分離することができます。

クラスターのすべての Pod はクラスター全体のデフォルトネットワークを依然として使用し、クラスター全体での接続性を維持します。すべての Pod には、クラスター全体の Pod ネットワークに割り当てられる **eth0** インターフェイスがあります。Pod のインターフェイスは、**oc exec -it <pod_name> -- ip a** コマンドを使用して表示できます。Multus CNI を使用するネットワークを追加する場合、それらの名前は **net1**、**net2**、...、 **netN** になります。

追加のネットワークを Pod に割り当てるには、インターフェイスの割り当て方法を定義する設定を作成する必要があります。それぞれのインターフェイスは、**NetworkAttachmentDefinition** カスタムリソース (CR) を使用して指定します。これらの CR のそれぞれにある CNI 設定は、インターフェイスの作成方法を定義します。

13.1.2. OpenShift Container Platform の追加ネットワーク

OpenShift Container Platform は、クラスターに追加のネットワークを作成するために使用する以下の CNI プラグインを提供します。

- **bridge**: ブリッジベースの追加ネットワークを設定する ことで、同じホストにある Pod が相互に、かつホストと通信できます。
- **host-device**: ホストデバイスの追加ネットワークを設定する ことで、Pod がホストシステム上の物理イーサネットネットワークデバイスにアクセスすることができます。
- **ipvlan**: ipvlan ベースの追加ネットワークを設定する ことで、macvlan ベースの追加ネットワークと同様に、ホスト上の Pod が他のホストやそれらのホストの Pod と通信できます。macvlan ベースの追加のネットワークとは異なり、各 Pod は親の物理ネットワークインターフェイスと同じ MAC アドレスを共有します。

- **macvlan**: macvlan ベースの追加ネットワークを作成 することで、ホスト上の Pod が物理ネットワークインターフェイスを使用して他のホストやそれらのホストの Pod と通信できます。macvlan ベースの追加ネットワークに割り当てられる各 Pod には固有の MAC アドレスが割り当てられます。

- **SR-IOV**: SR-IOV ベースの追加ネットワークを設定する ことで、Pod を ホストシステム上の SR-IOV 対応ハードウェアの Virtual Function (VF) インターフェイスに割り当てることができます。

13.2. 追加のネットワークの設定

クラスター管理者は、クラスターの追加のネットワークを設定できます。以下のネットワークタイプに対応しています。

- ブリッジ
- ホストデバイス
- IPVLAN
- MACVLAN

13.2.1. 追加のネットワークを管理するためのアプローチ

追加したネットワークのライフサイクルを管理するには、2 つのアプローチがあります。各アプローチは同時に使用できず、追加のネットワークを管理する場合に 1 つのアプローチしか使用できません。いずれの方法でも、追加のネットワークは、お客様が設定した Container Network Interface (CNI) プラグインで管理します。

追加ネットワークの場合には、IP アドレスは、追加ネットワークの一部として設定する IPAM(IP Address Management)CNI プラグインでプロビジョニングされます。IPAM プラグインは、DHCP や静的割り当てなど、さまざまな IP アドレス割り当ての方法をサポートしています。

- Cluster Network Operator (CNO) の設定を変更する: CNO は自動的に **Network Attachment Definition** オブジェクトを作成し、管理します。CNO は、オブジェクトのライフサイクル管理に加えて、DHCP で割り当てられた IP アドレスを使用する追加のネットワークで確実に DHCP が利用できるようにします。

- YAML マニフェストを適用する: **Network Attachment Definition** オブジェクトを作成することで、追加のネットワークを直接管理できます。この方法では、CNI プラグインを連鎖させることができます。

13.2.2. ネットワーク追加割り当ての設定

追加のネットワークは、**k8s.cni.cncf.io**API グループの **Network Attachment Definition**API で設定されます。API の設定については、以下の表で説明されています。

表13.1 NetworkAttachmentDefinition API フィールド

フィールド	タイプ	説明
metadata.name	**string**	追加のネットワークの名前です。
metadata.namespace	**string**	オブジェクトが関連付けられる namespace。

フィールド	タイプ	説明
spec.config	**string**	JSON 形式の CNI プラグイン設定。

13.2.2.1. Cluster Network Operator による追加ネットワークの設定

追加のネットワーク割り当ての設定は、Cluster Network Operator (CNO) の設定の一部として指定します。

以下の YAML は、CNO で追加のネットワークを管理するための設定パラメーターを記述しています。

Cluster Network Operator (CNO) の設定

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  # ...
  additionalNetworks: 1
  - name: <name> 2
    namespace: <namespace> 3
    rawCNIConfig: |- 4
      {
        ...
      }
    type: Raw
```

1 1 つまたは複数の追加ネットワーク設定の配列。

2 作成している追加ネットワーク割り当ての名前。名前は指定された **namespace** 内で一意である必要があります。

3 ネットワークの割り当てを作成する namespace。値を指定しない場合、**default** の namespace が使用されます。

4 JSON 形式の CNI プラグイン設定。

13.2.2.2. YAML マニフェストからの追加ネットワークの設定

追加ネットワークの設定は、以下の例のように YAML 設定ファイルから指定します。

```
apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1
kind: NetworkAttachmentDefinition
metadata:
  name: <name> 1
spec:
  config: |- 2
    {
      ...
    }
```

-

1. 作成している追加ネットワーク割り当ての名前。
2. JSON 形式の CNI プラグイン設定。

13.2.3. 追加のネットワークタイプの設定

次のセクションでは、追加のネットワークの具体的な設定フィールドについて説明します。

13.2.3.1. ブリッジネットワークの追加設定

以下のオブジェクトは、ブリッジ CNI プラグインの設定パラメーターについて説明しています。

表13.2 Bridge CNI プラグイン JSON 設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
cniVersion	**string**	CNI 仕様のバージョン。値 **0.3.1** が必要です。
name	**string**	CNO 設定に以前に指定した **name** パラメーターの値。
type	**string**	
bridge	**string**	使用する仮想ブリッジの名前を指定します。ブリッジインターフェイスがホストに存在しない場合は、これが作成されます。デフォルト値は **cni0** です。
ipam	**object**	IPAM CNI プラグインの設定オブジェクト。プラグインは、割り当て定義についての IP アドレスの割り当てを管理します。
ipMasq	**boolean**	仮想ネットワークから外すトラフィックについて IP マスカレードを有効にするには、**true** に設定します。すべてのトラフィックのソース IP アドレスは、ブリッジの IP アドレスに書き換えられます。ブリッジに IP アドレスがない場合は、この設定は影響を与えません。デフォルト値は **false** です。
isGateway	**boolean**	IP アドレスをブリッジに割り当てるには **true** に設定します。デフォルト値は **false** です。
isDefaultGateway	**boolean**	ブリッジを仮想ネットワークのデフォルトゲートウェイとして設定するには、**true** に設定します。デフォルト値は **false** です。**isDefaultGateway** が **true** に設定される場合、**isGateway** も自動的に **true** に設定されます。
forceAddress	**boolean**	仮想ブリッジの事前に割り当てられた IP アドレスの割り当てを許可するには、**true** に設定します。**false** に設定される場合、重複サブセットの IPv4 アドレスまたは IPv6 アドレスが仮想ブリッジに割り当てられるとエラーが発生します。デフォルト値は **false** です。

フィールド	タイプ	説明
hairpinMode	**boolean**	仮想ブリッジが受信時に使用した仮想ポートでイーサネットフレームを送信できるようにするには、**true** に設定します。このモードは、**Reflective Relay** (リフレクティブリレー) としても知られています。デフォルト値は **false** です。
promiscMode	**boolean**	ブリッジで無作為検出モード (Promiscuous Mode) を有効にするには、**true** に設定します。デフォルト値は **false** です。
vlan	**string**	仮想 LAN (VLAN) タグを整数値として指定します。デフォルトで、VLAN タグは割り当てません。
mtu	**string**	最大転送単位 (MTU) を指定された値に設定します。デフォルト値はカーネルによって自動的に設定されます。

13.2.3.1.1. ブリッジ設定の例

以下の例では、**bridge-net** という名前の追加のネットワークを設定します。

```
{
  "cniVersion": "0.3.1",
  "name": "work-network",
  "type": "bridge",
  "isGateway": true,
  "vlan": 2,
  "ipam": {
    "type": "dhcp"
    }
}
```

13.2.3.2. ホストデバイスの追加ネットワークの設定

注記

device、**hwaddr**、 **kernelpath**、または **pciBusID** のいずれかのパラメーターを設定してネットワークデバイスを指定します。

以下のオブジェクトは、ホストデバイス CNI プラグインの設定パラメーターについて説明しています。

表13.3 ホストデバイス CNI プラグイン JSON 設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
cniVersion	**string**	CNI 仕様のバージョン。値 **0.3.1** が必要です。
name	**string**	CNO 設定に以前に指定した **name** パラメーターの値。

フィールド	タイプ	説明
type	**string**	設定する CNI プラグインの名前: **host-device**
device	**string**	オプション: **eth0** などのデバイスの名前。
hwaddr	**string**	オプション: デバイスハードウェアの MAC アドレス。
kernelpath	**string**	オプション: **/sys/devices/pci0000:00/0000:00:1f.6** などの Linux カーネルデバイス。
pciBusID	**string**	オプション: **0000:00:1f.6** などのネットワークデバイスの PCI アドレスを指定します。
ipam	**object**	IPAM CNI プラグインの設定オブジェクト。プラグインは、割り当て定義についての IP アドレスの割り当てを管理します。

13.2.3.2.1. ホストデバイス設定例

以下の例では、**hostdev-net** という名前の追加のネットワークを設定します。

```
{
  "cniVersion": "0.3.1",
  "name": "work-network",
  "type": "host-device",
  "device": "eth1",
  "ipam": {
    "type": "dhcp"
  }
}
```

13.2.3.3. IPVLAN 追加ネットワークの設定

以下のオブジェクトは、IPVLAN CNI プラグインの設定パラメーターについて説明しています。

表13.4 IPVLAN CNI プラグイン JSON 設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
cniVersion	**string**	CNI 仕様のバージョン。値 **0.3.1** が必要です。
name	**string**	CNO 設定に以前に指定した **name** パラメーターの値。
type	**string**	設定する CNI プラグインの名前: **ipvlan**。
mode	**string**	仮想ネットワークの操作モード。この値は、**l2**、**l3**、または **l3s** である必要があります。デフォルト値は **l2** です。

フィールド	タイプ	説明
master	**string**	ネットワーク割り当てに関連付けるイーサネットインターフェイス。**master** が指定されない場合、デフォルトのネットワークルートのインターフェイスが使用されます。
mtu	**integer**	最大転送単位 (MTU) を指定された値に設定します。デフォルト値はカーネルによって自動的に設定されます。
ipam	**object**	IPAM CNI プラグインの設定オブジェクト。プラグインは、割り当て定義についての IP アドレスの割り当てを管理します。 **dhcp** は指定しないでください。IPVLAN インターフェイスは MAC アドレスをホストインターフェイスと共有するため、IPVLAN の DHCP 設定はサポートされていません。

13.2.3.3.1. IPVLAN 設定例

以下の例では、**ipvlan-net** という名前の追加のネットワークを設定します。

```
{
  "cniVersion": "0.3.1",
  "name": "work-network",
  "type": "ipvlan",
  "master": "eth1",
  "mode": "l3",
  "ipam": {
    "type": "static",
    "addresses": [
      {
        "address": "192.168.10.10/24"
      }
    ]
  }
}
```

13.2.3.4. MACVLAN 追加ネットワークの設定

以下のオブジェクトは、macvlan CNI プラグインの設定パラメーターについて説明しています。

表13.5 MACVLAN CNI プラグイン JSON 設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
cniVersion	**string**	CNI 仕様のバージョン。値 **0.3.1** が必要です。
name	**string**	CNO 設定に以前に指定した **name** パラメーターの値。
type	**string**	設定する CNI プラグインの名前: **macvlan**。

フィールド	タイプ	説明
mode	**string**	仮想ネットワークのトラフィックの可視性を設定します。**bridge**、**passthru**、**private**、または **vepa** のいずれかである必要があります。値が指定されない場合、デフォルト値は **bridge** になります。
master	**string**	仮想インターフェイスに関連付けるイーサネット、ボンディング、または VLAN インターフェイス。値が指定されない場合、ホストシステムのプライマリーイーサネットインターフェイスが使用されます。
mtu	**string**	最大転送単位 (MTU) を指定された値。デフォルト値はカーネルによって自動的に設定されます。
ipam	**object**	IPAM CNI プラグインの設定オブジェクト。プラグインは、割り当て定義についての IP アドレスの割り当てを管理します。

13.2.3.4.1. macvlan 設定の例

以下の例では、**macvlan-net** という名前の追加のネットワークを設定します。

```
{
  "cniVersion": "0.3.1",
  "name": "macvlan-net",
  "type": "macvlan",
  "master": "eth1",
  "mode": "bridge",
  "ipam": {
    "type": "dhcp"
    }
}
```

13.2.4. 追加ネットワークの IP アドレス割り当ての設定

IPAM (IP アドレス管理) Container Network Interface (CNI) プラグインは、他の CNI プラグインの IP アドレスを提供します。

以下の IP アドレスの割り当てタイプを使用できます。

- 静的割り当て。
- DHCP サーバーを使用した動的割り当て。指定する DHCP サーバーは、追加のネットワークから到達可能である必要があります。
- Whereabouts IPAM CNI プラグインを使用した動的割り当て。

13.2.4.1. 静的 IP アドレス割り当ての設定

以下の表は、静的 IP アドレスの割り当ての設定について説明しています。

表13.6 ipam 静的設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
type	**string**	IPAM のアドレスタイプ。値 **static** が必要です。
addresses	**array**	仮想インターフェイスに割り当てる IP アドレスを指定するオブジェクトの配列。IPv4 と IPv6 の IP アドレスの両方がサポートされます。
routes	**array**	Pod 内で設定するルートを指定するオブジェクトの配列です。
dns	**array**	オプション: DNS の設定を指定するオブジェクトの配列です。

addressesの配列には、以下のフィールドのあるオブジェクトが必要です。

表13.7 ipam.addresses[] 配列

フィールド	タイプ	説明
address	**string**	指定する IP アドレスおよびネットワーク接頭辞。たとえば、**10.10.21.10/24** を指定すると、追加のネットワークに IP アドレスの **10.10.21.10** が割り当てられ、ネットマスクは **255.255.255.0** になります。
gateway	**string**	egress ネットワークトラフィックをルーティングするデフォルトのゲートウェイ。

表13.8 ipam.routes[] 配列

フィールド	タイプ	説明
dst	**string**	CIDR 形式の IP アドレス範囲 (**192.168.17.0/24**、またはデフォルトルートの **0.0.0.0/0**)。
gw	**string**	ネットワークトラフィックがルーティングされるゲートウェイ。

表13.9 ipam.dns オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
nameservers	**array**	DNS クエリーの送信先となる 1 つ以上の IP アドレスの配列。
domain	**array**	ホスト名に追加するデフォルトのドメイン。たとえば、ドメインが **example.com** に設定されている場合、**example-host** の DNS ルックアップクエリーは **example-host.example.com** として書き換えられます。

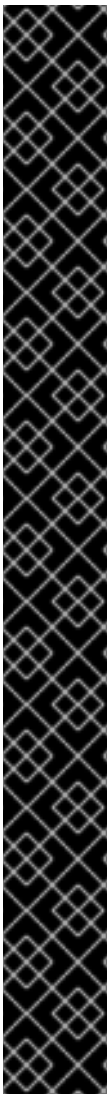
フィールド	タイプ	説明
search	**array**	DNS ルックアップのクエリー時に非修飾ホスト名に追加されるドメイン名の配列 (例: **example-host**)。

静的 IP アドレス割り当ての設定例

```
{
  "ipam": {
    "type": "static",
     "addresses": [
       {
         "address": "191.168.1.7/24"
       }
     ]
  }
}
```

13.2.4.2. 動的 IP アドレス (DHCP) 割り当ての設定

以下の JSON は、DHCP を使用した動的 IP アドレスの割り当ての設定について説明しています。



DHCP リースの更新

Pod は、作成時に元の DHCP リースを取得します。リースは、クラスターで実行している最小限の DHCP サーバーデプロイメントで定期的に更新する必要があります。

DHCP サーバーのデプロイメントをトリガーするには、以下の例にあるように Cluster Network Operator 設定を編集して shim ネットワーク割り当てを作成する必要があります。

shim ネットワーク割り当ての定義例

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  additionalNetworks:
  - name: dhcp-shim
    namespace: default
    type: Raw
    rawCNIConfig: |-
      {
        "name": "dhcp-shim",
        "cniVersion": "0.3.1",
        "type": "bridge",
        "ipam": {
          "type": "dhcp"
        }
      }
  # ...
```

表13.10 ipam DHCP 設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
type	**string**	IPAM のアドレスタイプ。値 **dhcp** が必要です。

動的 IP アドレス (DHCP) 割り当ての設定例

```
{
  "ipam": {
    "type": "dhcp"
  }
}
```

13.2.4.3. Whereabouts を使用した動的 IP アドレス割り当ての設定

Whereabouts CNI プラグインにより、DHCP サーバーを使用せずに IP アドレスを追加のネットワークに動的に割り当てることができます。

以下の表は、Whereabouts を使用した動的 IP アドレス割り当ての設定について説明しています。

表13.11 ipamwhereabouts 設定オブジェクト

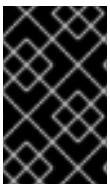
フィールド	タイプ	説明
type	**string**	IPAM のアドレスタイプ。値 **whereabouts** が必要です。
range	**string**	IP アドレスと範囲を CIDR 表記。IP アドレスは、この範囲内のアドレスから割り当てられます。
exclude	**array**	オプション: CIDR 表記の IP アドレスと範囲 (0 個以上) の一覧。除外されたアドレス範囲内の IP アドレスは割り当てられません。

Whereabouts を使用する動的 IP アドレス割り当ての設定例

```
{
  "ipam": {
    "type": "whereabouts",
    "range": "192.0.2.192/27",
    "exclude": [
       "192.0.2.192/30",
       "192.0.2.196/32"
    ]
  }
}
```

13.2.5. Cluster Network Operator による追加ネットワーク割り当ての作成

Cluster Network Operator (CNO) は追加ネットワークの定義を管理します。作成する追加ネットワークを指定する場合、CNO は **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトを自動的に作成します。



重要

Cluster Network Operator が管理する **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトは編集しないでください。これを実行すると、追加ネットワークのネットワークトラフィックが中断する可能性があります。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. CNO 設定を編集するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc edit networks.operator.openshift.io cluster
```

2. 以下のサンプル CR のように、作成される追加ネットワークの設定を追加して、作成している CR を変更します。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  # ...
  additionalNetworks:
  - name: tertiary-net
    namespace: project2
    type: Raw
    rawCNIConfig: |-
      {
        "cniVersion": "0.3.1",
        "name": "tertiary-net",
        "type": "ipvlan",
        "master": "eth1",
        "mode": "l2",
        "ipam": {
          "type": "static",
          "addresses": [
            {
              "address": "192.168.1.23/24"
            }
          ]
        }
      }
```

3. 変更を保存し、テキストエディターを終了して、変更をコミットします。

検証

- 以下のコマンドを実行して、CNO が NetworkAttachmentDefinition オブジェクトを作成していることを確認します。CNO がオブジェクトを作成するまでに遅延が生じる可能性があります。

```
$ oc get network-attachment-definitions -n <namespace>
```

ここでは、以下のようになります。

<namespace>
CNO の設定に追加したネットワーク割り当ての namespace を指定します。

出力例

```
NAME             AGE
test-network-1   14m
```

13.2.6. YAML マニフェストを適用した追加のネットワーク割り当ての作成

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. 以下の例のように、追加のネットワーク設定を含む YAML ファイルを作成します。

```
apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1
kind: NetworkAttachmentDefinition
metadata:
  name: next-net
spec:
  config: |-
    {
      "cniVersion": "0.3.1",
      "name": "work-network",
      "type": "host-device",
      "device": "eth1",
      "ipam": {
        "type": "dhcp"
      }
    }
```

2. 追加のネットワークを作成するには、次のコマンドを入力します。

```
$ oc apply -f <file>.yaml
```

ここでは、以下のようになります。

<file>
YAML マニフェストを含むファイルの名前を指定します。

13.3. 仮想ルーティングおよび転送について

13.3.1. 仮想ルーティングおよび転送について

VRF (Virtual Routing and Forwarding) デバイスは IP ルールとの組み合わせにより、仮想ルーティングと転送ドメインを作成する機能を提供します。VRF は、CNF で必要なパーミッションの数を減らし、セカンダリーネットワークのネットワークトポロジーの可視性を強化します。VRF はマルチテナンシー機能を提供するために使用されます。たとえば、この場合、各テナントには固有のルーティングテーブルがあり、異なるデフォルトゲートウェイが必要です。

プロセスは、ソケットを VRF デバイスにバインドできます。バインドされたソケット経由のパケットは、VRF デバイスに関連付けられたルーティングテーブルを使用します。VRF の重要な機能として、これは OSI モデルレイヤー 3 以上にのみ影響を与えるため、LLDP などの L2 ツールは影響を受けません。これにより、ポリシーベースのルーティングなどの優先度の高い IP ルールが、特定のトラフィックを転送する VRF デバイスルールよりも優先されます。

13.3.1.1. Telecommunications Operator についての Pod のセカンダリーネットワークの利点

通信のユースケースでは、各 CNF が同じアドレス空間を共有する複数の異なるネットワークに接続される可能性があります。これらのセカンダリーネットワークは、クラスターのメインネットワーク CIDR と競合する可能性があります。CNI VRF プラグインを使用すると、ネットワーク機能は、同じ IP アドレスを使用して異なるユーザーのインフラストラクチャーに接続でき、複数の異なるお客様の分離された状態を維持します。IP アドレスは OpenShift Container Platform の IP スペースと重複します。CNI VRF プラグインは、CNF で必要なパーミッションの数も減らし、セカンダリーネットワークのネットワークトポロジーの可視性を高めます。

13.4. マルチネットワークポリシーの設定

クラスター管理者は、追加のネットワークのネットワークポリシーを設定できます。

注記

macvlan の追加ネットワークのみに対して、マルチネットワークポリシーを指定することができます。ipvlan などの他の追加のネットワークタイプはサポートされていません。

13.4.1. マルチネットワークポリシーとネットワークポリシーの違い

MultiNetworkPolicy API は、**NetworkPolicy** API を実装していますが、いくつかの重要な違いがあります。

- 以下の場合は、**MultiNetworkPolicy** API を使用する必要があります。

```
apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1beta1
kind: MultiNetworkPolicy
```

- CLI を使用してマルチネットワークポリシーと対話する場合は、**multi-networkpolicy** リソース名を使用する必要があります。たとえば、**oc get multi-networkpolicy <name>** コマンドを使用してマルチネットワークポリシーオブジェクトを表示できます。ここで、**<name>** はマルチネットワークポリシーの名前になります。

- macvlan 追加ネットワークを定義するネットワーク接続定義の名前でアノテーションを指定する必要があります。

```
apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1beta1
kind: MultiNetworkPolicy
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/policy-for: <network_name>
```

ここでは、以下のようになります。

<network_name>
ネットワーク接続定義の名前を指定します。

13.4.2. クラスターのマルチネットワークポリシーの有効化

クラスター管理者は、クラスターでマルチネットワークポリシーのサポートを有効にすることができます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインする。

手順

1. 以下の YAML で **multinetwork-enable-patch.yaml** ファイルを作成します。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  useMultiNetworkPolicy: true
```

2. マルチネットワークポリシーを有効にするようにクラスターを設定します。

```
$ oc patch network.operator.openshift.io cluster --type=merge --patch-file=multinetwork-enable-patch.yaml
```

出力例

```
network.operator.openshift.io/cluster patched
```

13.4.3. マルチネットワークポリシーの使用

クラスター管理者は、マルチネットワークポリシーを作成、編集、表示、および削除することができます。

13.4.3.1. 前提条件

- クラスターのマルチネットワークポリシーサポートを有効にしている。

13.4.3.2. マルチネットワークポリシーの作成

マルチネットワークポリシーを作成し、クラスターの namespace に許可される Ingress または egress ネットワークトラフィックを記述する詳細なルールを定義することができます。

前提条件

- クラスターは、**NetworkPolicy** オブジェクトをサポートするクラスターネットワークプロバイダーを使用する (例: OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダー、または **mode: NetworkPolicy** が設定された OpenShift SDN ネットワークプロバイダー)。このモードは OpenShiftSDN のデフォルトです。
- 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クラスターにログインしていること。
- マルチネットワークポリシーが適用される namespace で作業していること。

手順

1. ポリシールールを作成します。
   a. **<policy_name>.yaml** ファイルを作成します。

      ```
      $ touch <policy_name>.yaml
      ```

      ここでは、以下のようになります。

      <policy_name>
      マルチネットワークポリシーのファイル名を指定します。

   b. 作成したばかりのファイルで、以下の例のようなマルチネットワークポリシーを定義します。

      すべての namespace のすべての Pod から ingress を拒否します。

      ```
      apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1beta1
      kind: MultiNetworkPolicy
      metadata:
        name: deny-by-default
        annotations:
          k8s.v1.cni.cncf.io/policy-for: <network_name>
      spec:
        podSelector:
        ingress: []
      ```

      ここでは、以下のようになります。

      <network_name>
      ネットワーク接続定義の名前を指定します。

      同じ namespace のすべての Pod から ingress を許可します。

      ```
      apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1beta1
      kind: MultiNetworkPolicy
      metadata:
      ```

```
  name: allow-same-namespace
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/policy-for: <network_name>
spec:
  podSelector:
  ingress:
  - from:
    - podSelector: {}
```

ここでは、以下のようになります。

<network_name>
ネットワーク接続定義の名前を指定します。

2. マルチネットワークポリシーオブジェクトを作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc apply -f <policy_name>.yaml -n <namespace>
```

ここでは、以下のようになります。

<policy_name>
マルチネットワークポリシーのファイル名を指定します。

<namespace>
オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

出力例

```
multinetworkpolicy.k8s.cni.cncf.io/default-deny created
```

13.4.3.3. マルチネットワークポリシーの編集

namespace のマルチネットワークポリシーを編集できます。

前提条件

- クラスターは、**NetworkPolicy** オブジェクトをサポートするクラスターネットワークプロバイダーを使用する (例: OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダー、または **mode: NetworkPolicy** が設定された OpenShift SDN ネットワークプロバイダー)。このモードは OpenShiftSDN のデフォルトです。
- 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クラスターにログインしていること。
- マルチネットワークポリシーが存在する namespace で作業している。

手順

1. オプション: namespace のマルチネットワークポリシーオブジェクトを一覧表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get multi-networkpolicy
```

ここでは、以下のようになります。

<namespace>
オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

2. マルチネットワークポリシーオブジェクトを編集します。

- マルチネットワークポリシーの定義をファイルに保存した場合は、ファイルを編集して必要な変更を加えてから、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc apply -n <namespace> -f <policy_file>.yaml
```

ここでは、以下のようになります。

<namespace>
オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

<policy_file>
ネットワークポリシーを含むファイルの名前を指定します。

- マルチネットワークポリシーオブジェクトを直接更新する必要がある場合、以下のコマンドを入力できます。

```
$ oc edit multi-networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

ここでは、以下のようになります。

<policy_name>
ネットワークポリシーの名前を指定します。

<namespace>
オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

3. マルチネットワークポリシーオブジェクトが更新されていることを確認します。

```
$ oc describe multi-networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

ここでは、以下のようになります。

<policy_name>
マルチネットワークポリシーの名前を指定します。

<namespace>
オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

13.4.3.4. マルチネットワークポリシーの表示

namespace のマルチネットワークポリシーを検査できます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしていること。
- マルチネットワークポリシーが存在する namespace で作業している。

手順

- namespace のマルチネットワークポリシーを一覧表示します。
  - namespace で定義されたマルチネットワークポリシーオブジェクトを表示するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc get multi-networkpolicy
```

  - オプション: 特定のマルチネットワークポリシーを検査するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc describe multi-networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

    ここでは、以下のようになります。

    <policy_name>
    検査するマルチネットワークポリシーの名前を指定します。

    <namespace>
    オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

13.4.3.5. マルチネットワークポリシーの削除

namespace のマルチネットワークポリシーを削除できます。

前提条件

- クラスターは、**NetworkPolicy** オブジェクトをサポートするクラスターネットワークプロバイダーを使用する (例: OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダー、または **mode: NetworkPolicy** が設定された OpenShift SDN ネットワークプロバイダー)。このモードは OpenShiftSDN のデフォルトです。
- 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クラスターにログインしていること。
- マルチネットワークポリシーが存在する namespace で作業している。

手順

- マルチネットワークポリシーオブジェクトを削除するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc delete multi-networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

  ここでは、以下のようになります。

  <policy_name>

マルチネットワークポリシーの名前を指定します。

<namespace>

オプション: オブジェクトが現在の namespace 以外の namespace に定義されている場合は namespace を指定します。

出力例

```
multinetworkpolicy.k8s.cni.cncf.io/default-deny deleted
```

13.4.4. 関連情報

- ネットワークポリシーについて
- 複数ネットワークについて
- macvlan ネットワークの設定

13.5. POD の追加のネットワークへの割り当て

クラスターユーザーとして、Pod を追加のネットワークに割り当てることができます。

13.5.1. Pod の追加ネットワークへの追加

Pod を追加のネットワークに追加できます。Pod は、デフォルトネットワークで通常のクラスター関連のネットワークトラフィックを継続的に送信します。

Pod が作成されると、追加のネットワークが割り当てられます。ただし、Pod がすでに存在する場合は、追加のネットワークをこれに割り当てることはできません。

Pod が追加ネットワークと同じ namespace にあること。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスターにログインする。

手順

1. アノテーションを **Pod** オブジェクトに追加します。以下のアノテーション形式のいずれかのみを使用できます。

   a. カスタマイズせずに追加ネットワークを割り当てるには、以下の形式でアノテーションを追加します。**<network>** を、Pod に関連付ける追加ネットワークの名前に置き換えます。

```
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: <network>[,<network>,...] 1
```

1 複数の追加ネットワークを指定するには、各ネットワークをコンマで区切ります。コンマの間にはスペースを入れないでください。同じ追加ネットワークを複数回指定した場合、Pod は複数のネットワークインターフェイスをそのネットワークに割り当てます。

b. カスタマイズして追加のネットワークを割り当てるには、以下の形式でアノテーションを追加します。

```
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: |-
      [
        {
          "name": "<network>", 1
          "namespace": "<namespace>", 2
          "default-route": ["<default-route>"] 3
        }
      ]
```

1 **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトによって定義される追加のネットワークの名前を指定します。

2 **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトが定義される namespace を指定します。

3 オプション: **192.168.17.1** などのデフォルトルートのオーバーライドを指定します。

2. Pod を作成するには、以下のコマンドを入力します。**<name>** を Pod の名前に置き換えます。

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

3. オプション: アノテーションが **Pod** CR に存在することを確認するには、**<name>** を Pod の名前に置き換えて、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get pod <name> -o yaml
```

以下の例では、**example-pod** Pod が追加ネットワークの **net1** に割り当てられています。

```
$ oc get pod example-pod -o yaml
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: macvlan-bridge
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status: |- 1
      [{
          "name": "openshift-sdn",
          "interface": "eth0",
          "ips": [
              "10.128.2.14"
          ],
          "default": true,
          "dns": {}
      },{
          "name": "macvlan-bridge",
          "interface": "net1",
          "ips": [
              "20.2.2.100"
          ],
```

```
        "mac": "22:2f:60:a5:f8:00",
        "dns": {}
    }]
  name: example-pod
  namespace: default
spec:
  ...
status:
  ...
```

1 **k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status** パラメーターは、オブジェクトの JSON 配列です。各オブジェクトは、Pod に割り当てられる追加のネットワークのステータスについて説明します。アノテーションの値はプレーンテキストの値として保存されます。

13.5.1.1. Pod 固有のアドレスおよびルーティングオプションの指定

Pod を追加のネットワークに割り当てる場合、特定の Pod でそのネットワークに関するその他のプロパティーを指定する必要がある場合があります。これにより、ルーティングの一部を変更することができ、静的 IP アドレスおよび MAC アドレスを指定できます。これを実行するには、JSON 形式のアノテーションを使用できます。

前提条件

- Pod が追加ネットワークと同じ namespace にあること。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスターにログインすること。

手順

アドレスおよび/またはルーティングオプションを指定する間に Pod を追加のネットワークに追加するには、以下の手順を実行します。

1. **Pod** リソース定義を編集します。既存の **Pod** リソースを編集する場合は、以下のコマンドを実行してデフォルトエディターでその定義を編集します。**<name>** を、編集する **Pod** リソースの名前に置き換えます。

```
$ oc edit pod <name>
```

2. **Pod** リソース定義で、**k8s.v1.cni.cncf.io/networks** パラメーターを Pod の **metadata** マッピングに追加します。**k8s.v1.cni.cncf.io/networks** は、追加のプロパティーを指定するだけでなく、**NetworkAttachmentDefinition** カスタムリソース (CR) 名を参照するオブジェクト一覧の JSON 文字列を受け入れます。

```
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: '[<network>[,<network>,...]]' 1
```

1 **<network>** を、以下の例にあるように JSON オブジェクトに置き換えます。一重引用符が必要です。

3. 以下の例では、アノテーションで **default-route** パラメーターを使用して、デフォルトルートを持つネットワーク割り当てを指定します。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: example-pod
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: '
    {
      "name": "net1"
    },
    {
      "name": "net2", (1)
      "default-route": ["192.0.2.1"] (2)
    }'
spec:
  containers:
  - name: example-pod
    command: ["/bin/bash", "-c", "sleep 2000000000000"]
    image: centos/tools
```

1. **name** キーは、Pod に関連付ける追加ネットワークの名前です。
2. **default-route** キーは、ルーティングテーブルに他のルーティングテーブルがない場合に、ルーティングされるトラフィックに使用されるゲートウェイ値を指定します。複数の **default-route** キーを指定すると、Pod がアクティブでなくなります。

デフォルトのルートにより、他のルートに指定されていないトラフィックがゲートウェイにルーティングされます。

重要

OpenShift Container Platform のデフォルトのネットワークインターフェイス以外のインターフェイスへのデフォルトのルートを設定すると、Pod 間のトラフィックについて予想されるトラフィックが別のインターフェイスでルーティングされる可能性があります。

Pod のルーティングプロパティーを確認する場合、**oc** コマンドを Pod 内で **ip** コマンドを実行するために使用できます。

```
$ oc exec -it <pod_name> -- ip route
```

注記

また、Pod の **k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status** を参照して、JSON 形式の一覧のオブジェクトで **default-route** キーの有無を確認し、デフォルトルートが割り当てられている追加ネットワークを確認することができます。

Pod に静的 IP アドレスまたは MAC アドレスを設定するには、JSON 形式のアノテーションを使用できます。これには、この機能をとくに許可するネットワークを作成する必要があります。これは、CNO の rawCNIConfig で指定できます。

1. 以下のコマンドを実行して CNO CR を編集します。

```
$ oc edit networks.operator.openshift.io cluster
```

以下の YAML は、CNO の設定パラメーターについて説明しています。

Cluster Network Operator YAML の設定

```
name: <name> 1
namespace: <namespace> 2
rawCNIConfig: '{ 3
  ...
}'
type: Raw
```

1. 作成している追加ネットワーク割り当ての名前を指定します。名前は指定された **namespace** 内で一意である必要があります。
2. ネットワークの割り当てを作成する namespace を指定します。値を指定しない場合、**default** の namespace が使用されます。
3. 以下のテンプレートに基づく CNI プラグイン設定を JSON 形式で指定します。

以下のオブジェクトは、macvlan CNI プラグインを使用して静的 MAC アドレスと IP アドレスを使用するための設定パラメーターについて説明しています。

静的 IP および MAC アドレスを使用した macvlan CNI プラグイン JSON 設定オブジェクト

```
{
  "cniVersion": "0.3.1",
  "name": "<name>", 1
  "plugins": [{ 2
     "type": "macvlan",
     "capabilities": { "ips": true }, 3
     "master": "eth0", 4
     "mode": "bridge",
     "ipam": {
       "type": "static"
     }
    }, {
     "capabilities": { "mac": true }, 5
     "type": "tuning"
    }]
}
```

1. 作成する追加のネットワーク割り当ての名前を指定します。名前は指定された **namespace** 内で一意である必要があります。
2. CNI プラグイン設定の配列を指定します。1 つ目のオブジェクトは、macvlan プラグイン設定を指定し、2 つ目のオブジェクトはチューニングプラグイン設定を指定します。
3. CNI プラグインのランタイム設定機能の静的 IP 機能を有効にするために要求が実行されるように指定します。
4. macvlan プラグインが使用するインターフェイスを指定します。

5 CNI プラグインの静的 MAC アドレス機能を有効にするために要求が実行されるように指定します。

上記のネットワーク割り当ては、特定の Pod に割り当てられる静的 IP アドレスと MAC アドレスを指定するキーと共に、JSON 形式のアノテーションで参照できます。

以下を使用して Pod を編集します。

```
$ oc edit pod <name>
```

静的 IP および MAC アドレスを使用した macvlan CNI プラグイン JSON 設定オブジェクト

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: example-pod
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: '[
      {
        "name": "<name>", 1
        "ips": [ "192.0.2.205/24" ], 2
        "mac": "CA:FE:C0:FF:EE:00" 3
      }
    ]'
```

1 上記の **rawCNIConfig** を作成する際に、指定されるように **<name>** を使用します。

2 サブネットマスクを含む IP アドレスを指定します。

3 MAC アドレスを指定します。

注記

静的 IP アドレスおよび MAC アドレスを同時に使用することはできません。これらは個別に使用することも、一緒に使用することもできます。

追加のネットワークを持つ Pod の IP アドレスと MAC プロパティーを検証するには、**oc** コマンドを使用して Pod 内で ip コマンドを実行します。

```
$ oc exec -it <pod_name> -- ip a
```

13.6. 追加ネットワークからの POD の削除

クラスターユーザーとして、追加のネットワークから Pod を削除できます。

13.6.1. 追加ネットワークからの Pod の削除

Pod を削除するだけで、追加のネットワークから Pod を削除できます。

前提条件

- 追加のネットワークが Pod に割り当てられている。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスターにログインする。

手順

- Pod を削除するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc delete pod <name> -n <namespace>
```

  - **<name>** は Pod の名前です。
  - **<namespace>** は Pod が含まれる namespace です。

13.7. 追加ネットワークの編集

クラスター管理者は、既存の追加ネットワークの設定を変更することができます。

13.7.1. 追加ネットワーク割り当て定義の変更

クラスター管理者は、既存の追加ネットワークに変更を加えることができます。追加ネットワークに割り当てられる既存の Pod は更新されません。

前提条件

- クラスター用に追加のネットワークを設定している。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

クラスターの追加ネットワークを編集するには、以下の手順を実行します。

1. 以下のコマンドを実行し、デフォルトのテキストエディターで Cluster Network Operator (CNO) CR を編集します。

```
$ oc edit networks.operator.openshift.io cluster
```

2. **additionalNetworks** コレクションで、追加ネットワークを変更内容で更新します。
3. 変更を保存し、テキストエディターを終了して、変更をコミットします。
4. オプション: 以下のコマンドを実行して、CNO が **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトを更新していることを確認します。**<network-name>** を表示する追加ネットワークの名前に置き換えます。CNO が **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトを更新して変更内容が反映されるまでに遅延が生じる可能性があります。

```
$ oc get network-attachment-definitions <network-name> -o yaml
```

   たとえば、以下のコンソールの出力は **net1** という名前の **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトを表示します。

```
$ oc get network-attachment-definitions net1 -o go-template='{{printf "%s\n" .spec.config}}'
{ "cniVersion": "0.3.1", "type": "macvlan",
"master": "ens5",
"mode": "bridge",
"ipam":       {"type":"static","routes":[{"dst":"0.0.0.0/0","gw":"10.128.2.1"}],"addresses":
[{"address":"10.128.2.100/23","gateway":"10.128.2.1"}],"dns":{"nameservers":
["172.30.0.10"],"domain":"us-west-2.compute.internal","search":["us-west-
2.compute.internal"]}} }
```

13.8. 追加ネットワークの削除

クラスター管理者は、追加のネットワーク割り当てを削除できます。

13.8.1. 追加ネットワーク割り当て定義の削除

クラスター管理者は、追加ネットワークを OpenShift Container Platform クラスターから削除できます。追加ネットワークは、割り当てられている Pod から削除されません。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

クラスターから追加ネットワークを削除するには、以下の手順を実行します。

1. 以下のコマンドを実行して、デフォルトのテキストエディターで Cluster Network Operator (CNO) を編集します。

```
$ oc edit networks.operator.openshift.io cluster
```

2. 削除しているネットワーク割り当て定義の **additionalNetworks** コレクションから設定を削除し、CR を変更します。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  additionalNetworks: [] 1
```

1 **additionalNetworks** コレクションの追加ネットワーク割り当てのみの設定マッピングを削除する場合、空のコレクションを指定する必要があります。

3. 変更を保存し、テキストエディターを終了して、変更をコミットします。
4. オプション: 以下のコマンドを実行して、追加ネットワーク CR が削除されていることを確認します。

```
$ oc get network-attachment-definition --all-namespaces
```

13.9. VRF へのセカンダリーネットワークの割り当て

重要

CNI VRF プラグイン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 の実稼働環境でのサービスレベルアグリーメント (SLA) ではサポートされていないため、Red Hat では実稼働環境での使用を推奨していません。Red Hat は実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビューの機能は、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。

13.9.1. VRF へのセカンダリーネットワークの割り当て

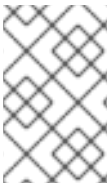
クラスター管理者は、CNI VRF プラグインを使用して、VRF ドメインの追加のネットワークを設定できます。このプラグインにより作成される仮想ネットワークは、指定する物理インターフェイスに関連付けられます。

注記

VRF を使用するアプリケーションを特定のデバイスにバインドする必要があります。一般的な使用方法として、ソケットに **SO_BINDTODEVICE** オプションを使用できます。**SO_BINDTODEVICE** は、渡されるインターフェイス名で指定されているデバイスにソケットをバインドします (例: **eth1**)。**SO_BINDTODEVICE** を使用するには、アプリケーションに **CAP_NET_RAW** 機能がある必要があります。

13.9.1.1. CNI VRF プラグインを使用した追加のネットワーク割り当ての作成

Cluster Network Operator (CNO) は追加ネットワークの定義を管理します。作成する追加ネットワークを指定する場合、CNO は **NetworkAttachmentDefinition** カスタムリソース (CR) を自動的に作成します。



注記

Cluster Network Operator が管理する **NetworkAttachmentDefinition** CR は編集しないでください。これを実行すると、追加ネットワークのネットワークトラフィックが中断する可能性があります。

CNI VRF プラグインで追加のネットワーク割り当てを作成するには、以下の手順を実行します。

前提条件

- OpenShift Container Platform CLI (oc) をインストールします。
- cluster-admin 権限を持つユーザーとして OpenShift クラスターにログインします。

手順

1. 以下のサンプル CR のように、追加のネットワーク割り当て用の **Network** カスタムリソース (CR) を作成し、追加ネットワークの **rawCNIConfig** 設定を挿入します。YAML を **additional-network-attachment.yaml** ファイルとして保存します。

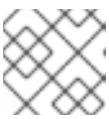
```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
 name: cluster
 spec:
 additionalNetworks:
 - name: test-network-1
  namespace: additional-network-1
  type: Raw
  rawCNIConfig: '{
   "cniVersion": "0.3.1",
   "name": "macvlan-vrf",
   "plugins": [ 1
   {
    "type": "macvlan", 2
    "master": "eth1",
    "ipam": {
       "type": "static",
       "addresses": [
       {
          "address": "191.168.1.23/24"
       }
       ]
    }
   },
   {
    "type": "vrf",
    "vrfname": "example-vrf-name", 3
    "table": 1001 4
   }]
  }'
```

1. **plugins** は一覧である必要があります。一覧の最初の項目は、VRF ネットワークのベースとなるセカンダリーネットワークである必要があります。一覧の 2 つ目の項目は、VRF プラグイン設定です。

2. **type** は **vrf** に設定する必要があります。

3. **vrfname** は、インターフェイスが割り当てられた VRF の名前です。これが Pod に存在しない場合は作成されます。

4. オプション。**table** はルーティングテーブル ID です。デフォルトで、**tableid** パラメーターが使用されます。これが指定されていない場合、CNI は空のルーティングテーブル ID を VRF に割り当てます。



注記

VRF は、リソースが **netdevice** タイプの場合にのみ正常に機能します。

2. **Network** リソースを作成します。

```
$ oc create -f additional-network-attachment.yaml
```

3. 以下のコマンドを実行して、CNO が **NetworkAttachmentDefinition** CR を作成していることを確認します。**<namespace>** を、ネットワーク割り当ての設定時に指定した namespace に置き換えます (例: **additional-network-1**)。

```
$ oc get network-attachment-definitions -n <namespace>
```

出力例

```
NAME                    AGE
additional-network-1    14m
```

注記

CNO が CR を作成するまでに遅延が生じる可能性があります。

追加の VRF ネットワーク割り当てが正常であることの確認

VRF CNI が正しく設定され、追加のネットワーク割り当てが接続されていることを確認するには、以下を実行します。

1. VRF CNI を使用するネットワークを作成します。
2. ネットワークを Pod に割り当てます。
3. Pod のネットワーク割り当てが VRF の追加ネットワークに接続されていることを確認します。Pod にリモートシェルを実行し、以下のコマンドを実行します。

```
$ ip vrf show
```

出力例

```
Name              Table
-----------------------
red                 10
```

4. VRF インターフェイスがセカンダリーインターフェイスのマスターであることを確認します。

```
$ ip link
```

出力例

```
5: net1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue master red
state UP mode
```

第14章 ハードウェアネットワーク

14.1. SINGLE ROOT I/O VIRTUALIZATION (SR-IOV) ハードウェアネットワークについて

Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) 仕様は、単一デバイスを複数の Pod で共有できる PCI デバイス割り当てタイプの標準です。

SR-IOV を使用すると、準拠したネットワークデバイス (ホストノードで物理機能 (PF) として認識される) を複数の Virtual Function (VF) にセグメント化することができます。VF は他のネットワークデバイスと同様に使用されます。デバイスの SR-IOV ネットワークデバイスドライバーは、VF がコンテナーで公開される方法を判別します。

- **netdevice** ドライバー: コンテナーの **netns** 内の通常のカーネルネットワークデバイス
- **vfio-pci** ドライバー: コンテナーにマウントされるキャラクターデバイス

SR-IOV ネットワークデバイスは、ベアメタルまたは Red Hat Open Stack Platform (RHOSP) インフラ上にインストールされた OpenShift Container Platform クラスターにネットワークを追加して、高帯域または低遅延を確保する必要のあるアプリケーションに使用できます。

次のコマンドを使用して、ノードで SR-IOV を有効にできます。

```
$ oc label node <node_name> feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable="true"
```

14.1.1. SR-IOV ネットワークデバイスを管理するコンポーネント

SR-IOV Network Operator は SR-IOV スタックのコンポーネントを作成し、管理します。以下の機能を実行します。

- SR-IOV ネットワークデバイスの検出および管理のオーケストレーション
- SR-IOV Container Network Interface (CNI) の **NetworkAttachmentDefinition** カスタムリソースの生成
- SR-IOV ネットワークデバイスプラグインの設定の作成および更新
- ノード固有の **SriovNetworkNodeState** カスタムリソースの作成
- 各 **SriovNetworkNodeState** カスタムリソースの **spec.interfaces** フィールドの更新

Operator は以下のコンポーネントをプロビジョニングします。

SR-IOV ネットワーク設定デーモン

SR-IOV Network Operator の起動時にワーカーノードにデプロイされるデーモンセット。デーモンは、クラスターで SR-IOV ネットワークデバイスを検出し、初期化します。

SR-IOV ネットワーク Operator Webhook

Operator カスタムリソースを検証し、未設定フィールドに適切なデフォルト値を設定する動的受付コントローラー Webhook。

SR-IOV Network Resources Injector

SR-IOV VF などのカスタムネットワークリソースの要求および制限のある Kubernetes Pod 仕様のパッチを適用するための機能を提供する動的受付コントローラー Webhook。SR-IOV ネットワークリソースインジェクターは、 Pod 内の最初のコンテナーのみに **resource** フィールドを自動的に追

加します。

SR-IOV ネットワークデバイスプラグイン

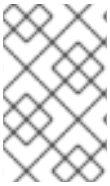
SR-IOV ネットワーク Virtual Function (VF) リソースの検出、公開、割り当てを実行するデバイスプラグイン。デバイスプラグインは、とりわけ物理デバイスでの制限されたリソースの使用を有効にするために Kubernetes で使用されます。デバイスプラグインは Kubernetes スケジューラーにリソースの可用性を認識させるため、スケジューラーはリソースが十分にあるノードで Pod をスケジュールできます。

SR-IOV CNI プラグイン

SR-IOV ネットワークデバイスプラグインから割り当てられる VF インターフェイスを直接 Pod に割り当てる CNI プラグイン。

SR-IOV InfiniBand CNI プラグイン

SR-IOV ネットワークデバイスプラグインから割り当てられる InfiniBand (IB) VF インターフェイスを直接 Pod に割り当てる CNI プラグイン。



注記

SR-IOV Network Resources Injector および SR-IOV Network Operator Webhook は、デフォルトで有効にされ、**default** の **SriovOperatorConfig** CR を編集して無効にできます。

14.1.1.1. サポートされるプラットフォーム

SR-IOV Network Operator は、以下のプラットフォームに対応しています。

- ベアメタル
- Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)

14.1.1.2. サポートされるデバイス

以下のネットワークインターフェイスコントローラーは、OpenShift Container Platform でサポートされています。

表14.1 サポート対象のネットワークインターフェイスコントローラー

製造元	モデル	ベンダー ID	デバイス ID
Intel	X710	8086	1572
Intel	XL710	8086	1583
Intel	XXV710	8086	158b
Intel	E810-CQDA2	8086	1592
Intel	E810-2CQDA2	8086	1592
Intel	E810-XXVDA2	8086	159b
Intel	E810-XXVDA4	8086	1593

製造元	モデル	ベンダー ID	デバイス ID
Mellanox	MT27700 Family [ConnectX-4]	15b3	1013
Mellanox	MT27710 Family [ConnectX-4 Lx]	15b3	1015
Mellanox	MT27800 Family [ConnectX-5]	15b3	1017
Mellanox	MT28880 Family [ConnectX-5 Ex]	15b3	1019
Mellanox	MT28908 Family [ConnectX-6]	15b3	101b

注記

サポートされているカードの最新リストおよび利用可能な互換性のある OpenShift Container Platform バージョンについては、Openshift Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) and PTP hardware networks Support Matrix を参照してください。

14.1.1.3. SR-IOV ネットワークデバイスの自動検出

SR-IOV Network Operator は、クラスターでワーカーノード上の SR-IOV 対応ネットワークデバイスを検索します。Operator は、互換性のある SR-IOV ネットワークデバイスを提供する各ワーカーノードの SriovNetworkNodeState カスタムリソース (CR) を作成し、更新します。

CR にはワーカーノードと同じ名前が割り当てられます。**status.interfaces** 一覧は、ノード上のネットワークデバイスについての情報を提供します。

重要

SriovNetworkNodeState オブジェクトは変更しないでください。Operator はこれらのリソースを自動的に作成し、管理します。

14.1.1.3.1. SriovNetworkNodeState オブジェクトの例

以下の YAML は、SR-IOV Network Operator によって作成される **SriovNetworkNodeState** オブジェクトの例です。

SriovNetworkNodeState オブジェクト

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodeState
metadata:
  name: node-25 (1)
  namespace: openshift-sriov-network-operator
  ownerReferences:
  - apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
    blockOwnerDeletion: true
    controller: true
    kind: SriovNetworkNodePolicy
    name: default
spec:
```

```
    dpConfigVersion: "39824"
  status:
    interfaces: 2
    - deviceID: "1017"
      driver: mlx5_core
      mtu: 1500
      name: ens785f0
      pciAddress: "0000:18:00.0"
      totalvfs: 8
      vendor: 15b3
    - deviceID: "1017"
      driver: mlx5_core
      mtu: 1500
      name: ens785f1
      pciAddress: "0000:18:00.1"
      totalvfs: 8
      vendor: 15b3
    - deviceID: 158b
      driver: i40e
      mtu: 1500
      name: ens817f0
      pciAddress: 0000:81:00.0
      totalvfs: 64
      vendor: "8086"
    - deviceID: 158b
      driver: i40e
      mtu: 1500
      name: ens817f1
      pciAddress: 0000:81:00.1
      totalvfs: 64
      vendor: "8086"
    - deviceID: 158b
      driver: i40e
      mtu: 1500
      name: ens803f0
      pciAddress: 0000:86:00.0
      totalvfs: 64
      vendor: "8086"
    syncStatus: Succeeded
```

1 **name** フィールドの値はワーカーノードの名前と同じです。

2 **interfaces** スタンザには、ワーカーノード上の Operator によって検出されるすべての SR-IOV デバイスの一覧が含まれます。

14.1.1.4. Pod での Virtual Function (VF) の使用例

SR-IOV VF が割り当てられている Pod で、Remote Direct Memory Access (RDMA) または Data Plane Development Kit (DPDK) アプリケーションを実行できます。

以下の例では、RDMA モードで Virtual Function (VF) を使用する Pod を示しています。

RDMA モードを使用する Pod 仕様

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: rdma-app
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: sriov-rdma-mlnx
spec:
  containers:
  - name: testpmd
    image: <RDMA_image>
    imagePullPolicy: IfNotPresent
    securityContext:
      runAsUser: 0
      capabilities:
        add: ["IPC_LOCK","SYS_RESOURCE","NET_RAW"]
    command: ["sleep", "infinity"]
```

以下の例は、DPDK モードの VF のある Pod を示しています。

DPDK モードを使用する Pod 仕様

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: dpdk-app
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: sriov-dpdk-net
spec:
  containers:
  - name: testpmd
    image: <DPDK_image>
    securityContext:
      runAsUser: 0
      capabilities:
        add: ["IPC_LOCK","SYS_RESOURCE","NET_RAW"]
    volumeMounts:
    - mountPath: /dev/hugepages
      name: hugepage
    resources:
      limits:
        memory: "1Gi"
        cpu: "2"
        hugepages-1Gi: "4Gi"
      requests:
        memory: "1Gi"
        cpu: "2"
        hugepages-1Gi: "4Gi"
    command: ["sleep", "infinity"]
  volumes:
  - name: hugepage
    emptyDir:
      medium: HugePages
```

14.1.1.5. コンテナーアプリケーションで使用する DPDK ライブラリー

オプションライブラリー の **app-netutil** は、その Pod 内で実行されるコンテナーから Pod についてのネットワーク情報を収集するための複数の API メソッドを提供します。

このライブラリーは、DPDK (Data Plane Development Kit) モードの SR-IOV Virtual Function (VF) のコンテナーへの統合を支援します。このライブラリーは Golang API と C API の両方を提供します。

現時点で 3 つの API メソッドが実装されています。

GetCPUInfo()

この機能は、コンテナーで利用可能な CPU を判別し、一覧を返します。

GetHugepages()

この機能は、各コンテナーの **Pod** 仕様で要求される huge page メモリーの量を判別し、値を返します。

GetInterfaces()

この機能は、コンテナーのインターフェイスセットを判別し、インターフェイスタイプとタイプ固有のデータと共に一覧を返します。戻り値には、インターフェイスのタイプと、各インターフェイスのタイプ固有のデータが含まれます。

ライブラリーのリポジトリーには、コンテナーイメージ **dpdk-app-centos** をビルドするためのサンプル Dockerfile が含まれます。コンテナーイメージは、Pod 仕様の環境変数に応じて、**l2fwd**、**l3wd** または **testpmd** の DPDK サンプルアプリケーションのいずれかを実行できます。コンテナーイメージは、**app-netutil** ライブラリーをコンテナーイメージ自体に統合する例を提供します。ライブラリーを init コンテナーに統合することもできます。init コンテナーは必要なデータを収集し、データを既存の DPDK ワークロードに渡すことができます。

14.1.1.6. Downward API の Huge Page リソースの挿入

Pod 仕様に Huge Page のリソース要求または制限が含まれる場合、Network Resources Injector は Downward API フィールドを Pod 仕様に自動的に追加し、Huge Page 情報をコンテナーに提供します。

Network Resources Injector は、**podnetinfo** という名前のボリュームを追加し、Pod の各コンテナー用に **/etc/podnetinfo** にマウントされます。ボリュームは Downward API を使用し、Huge Page の要求および制限についてのファイルを追加します。ファイルの命名規則は以下のとおりです。

- **/etc/podnetinfo/hugepages_1G_request_<container-name>**
- **/etc/podnetinfo/hugepages_1G_limit_<container-name>**
- **/etc/podnetinfo/hugepages_2M_request_<container-name>**
- **/etc/podnetinfo/hugepages_2M_limit_<container-name>**

直前の一覧で指定されているパスは、**app-netutil** ライブラリーと互換性があります。デフォルトで、ライブラリーは、**/etc/podnetinfo** ディレクトリーのリソース情報を検索するように設定されます。Downward API パス項目を手動で指定する選択をする場合、**app-netutil** ライブラリーは前述の一覧のパスに加えて以下のパスを検索します。

- **/etc/podnetinfo/hugepages_request**
- **/etc/podnetinfo/hugepages_limit**
- **/etc/podnetinfo/hugepages_1G_request**
- **/etc/podnetinfo/hugepages_1G_limit**

- **/etc/podnetinfo/hugepages_2M_request**
- **/etc/podnetinfo/hugepages_2M_limit**

Network Resources Injector が作成できるパスと同様に、前述の一覧のパスの末尾にはオプションで **_<container-name>** 接尾辞を付けることができます。

14.1.2. 次のステップ

- SR-IOV Network Operator のインストール
- オプション: SR-IOV Network Operator の設定
- SR-IOV ネットワークデバイスの設定
- OpenShift Virtualization を使用する場合: 仮想マシンの SR-IOV ネットワークデバイスの設定
- SR-IOV ネットワーク割り当ての設定
- Pod の SR-IOV の追加ネットワークへの追加

14.2. SR-IOV NETWORK OPERATOR のインストール

Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) ネットワーク Operator をクラスターにインストールし、SR-IOV ネットワークデバイスとネットワークの割り当てを管理できます。

14.2.1. SR-IOV Network Operator のインストール

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 SR-IOV Network Operator をインストールできます。

14.2.1.1. CLI: SR-IOV Network Operator のインストール

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

前提条件

- SR-IOV に対応するハードウェアを持つノードでベアメタルハードウェアにインストールされたクラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つアカウント。

手順

1. **openshift-sriov-network-operator** namespace を作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ cat << EOF| oc create -f -
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: openshift-sriov-network-operator
```

```
  annotations:
    workload.openshift.io/allowed: management
EOF
```

2. OperatorGroup CR を作成するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ cat << EOF| oc create -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: sriov-network-operators
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  targetNamespaces:
  - openshift-sriov-network-operator
EOF
```

3. SR-IOV Network Operator にサブスクライブします。

   a. 以下のコマンドを実行して OpenShift Container Platform のメジャーおよびマイナーバージョンを取得します。これは、次の手順の **channel** の値に必要です。

```
$ OC_VERSION=$(oc version -o yaml | grep openshiftVersion | \
    grep -o '[0-9]*[.][0-9]*' | head -1)
```

   b. SR-IOV Network Operator の Subscription CR を作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ cat << EOF| oc create -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: sriov-network-operator-subscription
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  channel: "${OC_VERSION}"
  name: sriov-network-operator
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
EOF
```

4. Operator がインストールされていることを確認するには、以下のコマンドを入力します。

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

出力例

```
Name                                         Phase
sriov-network-operator.4.4.0-202006160135   Succeeded
```

14.2.1.2. Web コンソール: SR-IOV Network 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 Operator をインストールできます。

注記

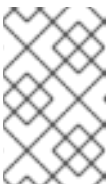
CLI を使用して Operator グループを作成する必要があります。

前提条件

- SR-IOV に対応するハードウェアを持つノードでベアメタルハードウェアにインストールされたクラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つアカウント。

手順

1. SR-IOV Network Operator の namespace を作成します。
   a. OpenShift Container Platform Web コンソールで、**Administration → Namespaces** をクリックします。
   b. **Create Namespace** をクリックします。
   c. **Name** フィールドに **openshift-sriov-network-operator** を入力し、**Create** をクリックします。
2. SR-IOV Network 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. 利用可能な Operator の一覧から **SR-IOV Network Operator** を選択してから **Install** をクリックします。
   c. **Install Operator** ページの **A specific namespace on the cluster**の下で、**openshift-sriov-network-operator** を選択します。
   d. **Install** をクリックします。
3. SR-IOV Network Operator が正常にインストールされていることを確認します。
   a. **Operators → Installed Operators** ページに移動します。
   b. **Status** が **InstallSucceeded** の状態で、**SR-IOV Network Operator** が **openshift-sriov-network-operator** プロジェクトに一覧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。

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。

- **Operator Subscriptions** および **Install Plans** タブで、**Status** の下の失敗またはエラーの有無を確認します。
- **Workloads → Pods** ページに移動し、**openshift-sriov-network-operator** プロジェクトで Pod のログを確認します。

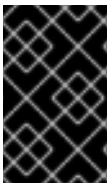
14.2.2. 次のステップ

- オプション: SR-IOV Network Operator の設定

14.3. SR-IOV NETWORK OPERATOR の設定

Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) ネットワーク Operator は、クラスターで SR-IOV ネットワークデバイスおよびネットワーク割り当てを管理します。

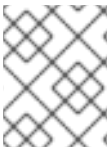
14.3.1. SR-IOV Network Operator の設定



重要

通常、SR-IOV Network Operator 設定を変更する必要はありません。デフォルト設定は、ほとんどのユースケースで推奨されます。Operator のデフォルト動作がユースケースと互換性がない場合にのみ、関連する設定を変更する手順を実行します。

SR-IOV Network Operator は **SriovOperatorConfig.sriovnetwork.openshift.io** CustomResourceDefinition リソースを追加します。Operator は、**openshift-sriov-network-operator** namespace に **default** という名前の SriovOperatorConfig カスタムリソース (CR) を自動的に作成します。



注記

default CR には、クラスターの SR-IOV Network Operator 設定が含まれます。Operator 設定を変更するには、この CR を変更する必要があります。

SriovOperatorConfig オブジェクトは、Operator を設定するための複数のフィールドを提供します。

- **enableInjector** を使用すると、プロジェクト管理者は Network Resources Injector デーモンセットを有効または無効にすることができます。
- **enableOperatorWebhook** を使用すると、プロジェクト管理者は Operator Admission Controller webhook デーモンセットを有効または無効にすることができます。
- **configDaemonNodeSelector** を使用すると、プロジェクト管理者は選択したノードで SR-IOV Network Config Daemon をスケジュールできます。

14.3.1.1. Network Resources Injector について

Network Resources Injector は Kubernetes Dynamic Admission Controller アプリケーションです。これは、以下の機能を提供します。

- SR-IOV リソース名を SR-IOV ネットワーク割り当て定義アノテーションに従って追加するための、Pod 仕様でのリソース要求および制限の変更。

- Pod のアノテーション、ラベル、および Huge Page の要求および制限を公開するための Downward API ボリュームでの Pod 仕様の変更。Pod で実行されるコンテナーは、公開される情報に **/etc/podnetinfo** パスでファイルとしてアクセスできます。

デフォルトで、Network Resources Injector は SR-IOV Network Operator によって有効にされ、すべてのコントロールプレーンノード (別名マスターノード) でデーモンセットとして実行されます。以下は、3 つのコントロールプレーンノードを持つクラスターで実行される Network Resources Injector Pod の例です。

```
$ oc get pods -n openshift-sriov-network-operator
```

出力例

```
NAME                                     READY   STATUS    RESTARTS   AGE
network-resources-injector-5cz5p         1/1     Running   0          10m
network-resources-injector-dwqpx         1/1     Running   0          10m
network-resources-injector-lktz5         1/1     Running   0          10m
```

14.3.1.2. SR-IOV Network Operator Admission Controller Webhook について

SR-IOV Network Operator Admission Controller Webbook は Kubernetes Dynamic Admission Controller アプリケーションです。これは、以下の機能を提供します。

- 作成時または更新時の **SriovNetworkNodePolicy** CR の検証
- CR の作成または更新時の **priority** および **deviceType** フィールドのデフォルト値の設定による **SriovNetworkNodePolicy** CR の変更

デフォルトで、SR-IOV Network Operator Admission Controller Webhook は Operator によって有効にされ、すべてのコントロールプレーンノードでデーモンセットとして実行されます。以下は、3 つのコントロールプレーンノードを持つクラスターで実行される Operator Admission Controller Webhook Pod の例です。

```
$ oc get pods -n openshift-sriov-network-operator
```

出力例

```
NAME                                     READY   STATUS    RESTARTS   AGE
operator-webhook-9jkw6                   1/1     Running   0          16m
operator-webhook-kbr5p                   1/1     Running   0          16m
operator-webhook-rpfrl                   1/1     Running   0          16m
```

14.3.1.3. カスタムノードセレクターについて

SR-IOV Network Config デーモンは、クラスターノード上の SR-IOV ネットワークデバイスを検出し、設定します。デフォルトで、これはクラスター内のすべての **worker** ノードにデプロイされます。ノードラベルを使用して、SR-IOV Network Config デーモンが実行するノードを指定できます。

14.3.1.4. Network Resources Injector の無効化または有効化

デフォルトで有効にされている Network Resources Injector を無効にするか、または有効にするには、以下の手順を実行します。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインしている。
- SR-IOV Network Operator がインストールされていること。

手順

- **enableInjector** フィールドを設定します。**<value>** を **false** に置き換えて機能を無効にするか、または **true** に置き換えて機能を有効にします。

```
$ oc patch sriovoperatorconfig default \
  --type=merge -n openshift-sriov-network-operator \
  --patch '{ "spec": { "enableInjector": <value> } }'
```

ヒント

または、以下の YAML を適用して Operator を更新することもできます。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovOperatorConfig
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  enableInjector: <value>
```

14.3.1.5. SR-IOV Network Operator Admission Controller Webhook の無効化または有効化

デフォルトで有効にされている なっている受付コントローラー Webhook を無効にするか、または有効にするには、以下の手順を実行します。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインしている。
- SR-IOV Network Operator がインストールされていること。

手順

- **enableOperatorWebhook** フィールドを設定します。**<value>** を **false** に置き換えて機能を無効するか、**true** に置き換えて機能を有効にします。

```
$ oc patch sriovoperatorconfig default --type=merge \
  -n openshift-sriov-network-operator \
  --patch '{ "spec": { "enableOperatorWebhook": <value> } }'
```

ヒント

または、以下の YAML を適用して Operator を更新することもできます。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovOperatorConfig
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  enableOperatorWebhook: <value>
```

14.3.1.6. SRIOV Network Config Daemon のカスタム NodeSelector の設定

SR-IOV Network Config デーモンは、クラスターノード上の SR-IOV ネットワークデバイスを検出し、設定します。デフォルトで、これはクラスター内のすべての **worker** ノードにデプロイされます。ノードラベルを使用して、SR-IOV Network Config デーモンが実行するノードを指定できます。

SR-IOV Network Config デーモンがデプロイされるノードを指定するには、以下の手順を実行します。

重要

configDaemonNodeSelector フィールドを更新する際に、SR-IOV Network Config デーモンがそれぞれの選択されたノードに再作成されます。デーモンが再作成されている間、クラスターのユーザーは新規の SR-IOV Network ノードポリシーを適用したり、新規の SR-IOV Pod を作成したりできません。

手順

- Operator のノードセレクターを更新するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc patch sriovoperatorconfig default --type=json \
  -n openshift-sriov-network-operator \
  --patch '[{
      "op": "replace",
      "path": "/spec/configDaemonNodeSelector",
      "value": {<node_label>}
    }]'
```

以下の例のように、**<node_label>** を適用するラベルに置き換えます: **"node-role.kubernetes.io/worker": ""**

ヒント

または、以下の YAML を適用して Operator を更新することもできます。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovOperatorConfig
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  configDaemonNodeSelector:
    <node_label>
```

14.3.2. 次のステップ

- SR-IOV ネットワークデバイスの設定

14.4. SR-IOV ネットワークデバイスの設定

クラスターで Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) デバイスを設定できます。

14.4.1. SR-IOV ネットワークノード設定オブジェクト

SR-IOV ネットワークノードポリシーを作成して、ノードの SR-IOV ネットワークデバイス設定を指定します。ポリシーの API オブジェクトは **sriovnetwork.openshift.io** API グループの一部です。

以下の YAML は SR-IOV ネットワークノードポリシーについて説明しています。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: <name> 1
  namespace: openshift-sriov-network-operator 2
spec:
  resourceName: <sriov_resource_name> 3
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true" 4
  priority: <priority> 5
  mtu: <mtu> 6
  numVfs: <num> 7
  nicSelector: 8
    vendor: "<vendor_code>" 9
    deviceID: "<device_id>" 10
    pfNames: ["<pf_name>", ...] 11
    rootDevices: ["<pci_bus_id>", ...] 12
    netFilter: "<filter_string>" 13
  deviceType: <device_type> 14
  isRdma: false 15
  linkType: <link_type> 16
```

1. カスタムリソースオブジェクトの名前。
2. SR-IOV Network Operator がインストールされている namespace を指定します。
3. SR-IOV ネットワークデバイスプラグインのリソース名。1 つのリソース名に複数の SR-IOV ネットワークポリシーを作成できます。
4. ノードセレクターは設定するノードを指定します。選択したノード上の SR-IOV ネットワークデバイスのみが設定されます。SR-IOV Container Network Interface (CNI) プラグインおよびデバイスプラグインは、選択したノードにのみデプロイされます。
5. オプション: 優先度は **0** から **99** までの整数値で指定されます。値が小さいほど優先度が高くなります。たとえば、**10** の優先度は **99** よりも高くなります。デフォルト値は **99** です。
6. オプション: Virtual Function (VF) の最大転送単位 (MTU)。MTU の最大値は、複数の異なるネットワークインターフェイスコントローラー (NIC) に応じて異なります。

7 SR-IOV 物理ネットワークデバイス用に作成する仮想機能 (VF) の数。Intel ネットワークインターフェイスコントローラー (NIC) の場合、VF の数はデバイスがサポートする VF の合計よりも大き

8 NIC セレクターは、Operator が設定するデバイスを特定します。すべてのパラメーターの値を指定する必要はありません。意図せずにデバイスを選択しないように、ネットワークデバイスを極めて正確に特定することが推奨されます。

rootDevices を指定する場合、**vendor**、 **deviceID**、または **pfName** の値も指定する必要があります。**pfNames** および **rootDevices** の両方を同時に指定する場合、それらが同一のデバイスを参照していることを確認します。**netFilter** の値を指定する場合、ネットワーク ID は一意の ID であるためにその他のパラメーターを指定する必要はありません。

9 オプション: SR-IOV ネットワークデバイスのベンダーの 16 進数コード。許可される値は **8086** および **15b3** のみになります。

10 オプション: SR-IOV ネットワークデバイスのデバイスの 16 進数コード。たとえば、**101b** は Mellanox ConnectX-6 デバイスのデバイス ID です。

11 オプション: 1 つ以上のデバイスの物理機能 (PF) 名の配列。

12 オプション: デバイスの PF 用の 1 つ以上の PCI バスアドレスの配列。以下の形式でアドレスを指定します: **0000:02:00.1**

13 オプション: プラットフォーム固有のネットワークフィルター。サポートされるプラットフォームは Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) のみです。許可される値は、**openstack/NetworkID:xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxxx** の形式を使用します。**xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxxx** を、**/var/config/openstack/latest/network_data.json** メタデータファイルの値に置き換えます。

14 オプション: Virtual Function (VF) のドライバータイプ。許可される値は **netdevice** および **vfio-pci** のみです。デフォルト値は **netdevice** です。

Mellanox NIC をベアメタルノードの Data Plane Development Kit (DPDK) モードで機能させるには、**netdevice** ドライバータイプを使用し、**isRdma** を **true** に設定します。

15 オプション: Remote Direct Memory Access (RDMA) モードを有効にするかどうか。デフォルト値は **false** です。

isRDMA パラメーターが **true** に設定される場合、引き続き RDMA 対応の VF を通常のネットワークデバイスとして使用できます。デバイスはどちらのモードでも使用できます。

16 オプション: VF のリンクタイプ。イーサネットのデフォルト値は **eth** です。InfiniBand の場合は、この値を **ib** に変更します。

linkType が **ib** に設定されている場合、SR-IOV Network Operator Webhook によって **isRdma** は **true** に自動的に設定されます。**linkType** が **ib** に設定されている場合、**deviceType** は **vfio-pci** に設定できません。

SriovNetworkNodePolicy の **linkType** を **eth** に設定しないでください。デバイスプラグインによって報告される使用可能なデバイスの数が正しくなくなる可能性があります。

14.4.1.1. SR-IOV ネットワークノードの設定例

以下の例では、InfiniBand デバイスの設定について説明します。

InfiniBand デバイスの設定例

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: policy-ib-net-1
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: ibnic1
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  numVfs: 4
  nicSelector:
    vendor: "15b3"
    deviceID: "101b"
    rootDevices:
      - "0000:19:00.0"
  linkType: ib
  isRdma: true
```

以下の例では、RHOSP 仮想マシンの SR-IOV ネットワークデバイスの設定について説明します。

仮想マシンの SR-IOV デバイスの設定例

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: policy-sriov-net-openstack-1
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: sriovnic1
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  numVfs: 1 (1)
  nicSelector:
    vendor: "15b3"
    deviceID: "101b"
    netFilter: "openstack/NetworkID:ea24bd04-8674-4f69-b0ee-fa0b3bd20509" (2)
```

(1) 仮想マシンのノードネットワークポリシーを設定する際に、**numVfs** フィールドは常に **1** に設定されます。

(2) **netFilter** フィールドは、仮想マシンが RHOSP にデプロイされる際にネットワーク ID を参照する必要があります。**netFilter** の有効な値は、**SriovNetworkNodeState** オブジェクトから選択できます。

14.4.1.2. SR-IOV デバイスの Virtual Function (VF) パーティション設定

Virtual Function (VF) を同じ物理機能 (PF) から複数のリソースプールに分割する必要がある場合があります。たとえば、VF の一部をデフォルトドライバーで読み込み、残りの VF を **vfio-pci** ドライバーで読み込む必要がある場合などです。このようなデプロイメントでは、SriovNetworkNodePolicy カスタムリソース (CR) の **pfNames** セレクターは、以下の形式を使用してプールの VF の範囲を指定するために使用できます: **<pfname>#<first_vf>-<last_vf>**

たとえば、以下の YAML は、VF が **2** から **7** まである **netpf0** という名前のインターフェイスのセレクターを示します。

```
pfNames: ["netpf0#2-7"]
```

- **netpf0** は PF インターフェイス名です。
- **2** は、範囲に含まれる最初の VF インデックス (0 ベース) です。
- **7** は、範囲に含まれる最後の VF インデックス (0 ベース) です。

以下の要件を満たす場合、異なるポリシー CR を使用して同じ PF から VF を選択できます。

- **numVfs** の値は、同じ PF を選択するポリシーで同一である必要があります。
- VF インデックスは、**0** から **<numVfs>-1** の範囲にある必要があります。たとえば、**numVfs** が **8** に設定されているポリシーがある場合、**<first_vf>** の値は **0** よりも小さくすることはできず、**<last_vf>** は **7** よりも大きくすることはできません。
- 異なるポリシーの VF の範囲は重複しないようにしてください。
- **<first_vf>** は **<last_vf>** よりも大きくすることはできません。

以下の例は、SR-IOV デバイスの NIC パーティション設定を示しています。

ポリシー **policy-net-1** は、デフォルトの VF ドライバーと共に PF **netpf0** の VF **0** が含まれるリソースプール **net-1** を定義します。ポリシー **policy-net-1-dpdk** は、**vfio** VF ドライバーと共に PF **netpf0** の VF **8** から **15** までが含まれるリソースプール **net-1-dpdk** を定義します。

ポリシー **policy-net-1**:

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: policy-net-1
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: net1
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  numVfs: 16
  nicSelector:
    pfNames: ["netpf0#0-0"]
  deviceType: netdevice
```

ポリシー **policy-net-1-dpdk**:

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: policy-net-1-dpdk
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: net1dpdk
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  numVfs: 16
```

```
nicSelector:
  pfNames: ["netpf0#8-15"]
deviceType: vfio-pci
```

14.4.2. SR-IOV ネットワークデバイスの設定

SR-IOV Network Operator は **SriovNetworkNodePolicy.sriovnetwork.openshift.io** CustomResourceDefinition を OpenShift Container Platform に追加します。SR-IOV ネットワークデバイスは、SriovNetworkNodePolicy カスタムリソース (CR) を作成して設定できます。

注記

SriovNetworkNodePolicy オブジェクトで指定された設定を適用する際に、SR-IOV Operator はノードをドレイン (解放) する可能性があり、場合によってはノードの再起動を行う場合があります。

設定の変更が適用されるまでに数分かかる場合があります。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。
- SR-IOV Network Operator がインストールされている。
- ドレイン (解放) されたノードからエビクトされたワークロードを処理するために、クラスター内に利用可能な十分なノードがあること。
- SR-IOV ネットワークデバイス設定についてコントロールプレーンノードを選択していないこと。

手順

1. **SriovNetworkNodePolicy** オブジェクトを作成してから、YAML を **<name>-sriov-node-network.yaml** ファイルに保存します。**<name>** をこの設定の名前に置き換えます。
2. オプション: SR-IOV 対応のクラスターノードにまだラベルが付いていない場合は、**SriovNetworkNodePolicy.Spec.NodeSelector** でラベルを付けます。ノードのラベル付けについて、詳しくはノードのラベルを更新する方法についてを参照してください。
3. **SriovNetworkNodePolicy** オブジェクトを作成します。

   ```
   $ oc create -f <name>-sriov-node-network.yaml
   ```

   ここで、**<name>** はこの設定の名前を指定します。

   設定の更新が適用された後に、**sriov-network-operator** namespace のすべての Pod が **Running** ステータスに移行します。
4. SR-IOV ネットワークデバイスが設定されていることを確認するには、以下のコマンドを実行します。**<node_name>** を、設定したばかりの SR-IOV ネットワークデバイスを持つノードの名前に置き換えます。

```
$ oc get sriovnetworknodestates -n openshift-sriov-network-operator <node_name> -o
jsonpath='{.status.syncStatus}'
```

関連情報

- ノードでラベルを更新する方法について

14.4.3. SR-IOV 設定のトラブルシューティング

SR-IOV ネットワークデバイスの設定の手順を実行した後に、以下のセクションではエラー状態の一部に対応します。

ノードの状態を表示するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc get sriovnetworknodestates -n openshift-sriov-network-operator <node_name>
```

ここで、**<node_name>** は SR-IOV ネットワークデバイスを持つノードの名前を指定します。

エラー出力: Cannot allocate memory

```
"lastSyncError": "write /sys/bus/pci/devices/0000:3b:00.1/sriov_numvfs: cannot allocate memory"
```

ノードがメモリーを割り当てることができないことを示す場合は、以下の項目を確認します。

- ノードの BIOS でグローバル SR-IOV 設定が有効になっていることを確認します。
- ノードの BIOS で VT-d が有効であることを確認します。

14.4.4. SR-IOV ネットワークの VRF への割り当て

重要

CNI VRF プラグイン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 の実稼働環境でのサービスレベルアグリーメント (SLA) ではサポートされていないため、Red Hat では実稼働環境での使用を推奨していません。Red Hat は実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビューの機能は、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。

クラスター管理者は、CNI VRF プラグインを使用して、SR-IOV ネットワークインターフェイスを VRF ドメインに割り当てることができます。

これを実行するには、VRF 設定を **SriovNetwork** リソースのオプションの **metaPlugins** パラメーターに追加します。

注記

VRF を使用するアプリケーションを特定のデバイスにバインドする必要があります。一般的な使用方法として、ソケットに **SO_BINDTODEVICE** オプションを使用できます。**SO_BINDTODEVICE** は、渡されるインターフェイス名で指定されているデバイスにソケットをバインドします (例: **eth1**)。**SO_BINDTODEVICE** を使用するには、アプリケーションに **CAP_NET_RAW** 機能がある必要があります。

14.4.4.1. CNI VRF プラグインを使用した追加 SR-IOV ネットワーク割り当ての作成

SR-IOV Network Operator は追加ネットワークの定義を管理します。作成する追加ネットワークを指定する場合、SR-IOV Network Operator は **NetworkAttachmentDefinition** カスタムリソース (CR) を自動的に作成します。

注記

SR-IOV Network Operator が管理する **NetworkAttachmentDefinition** カスタムリソースは編集しないでください。これを実行すると、追加ネットワークのネットワークトラフィックが中断する可能性があります。

CNI VRF プラグインで追加の SR-IOV ネットワーク割り当てを作成するには、以下の手順を実行します。

前提条件

- OpenShift Container Platform CLI (oc) をインストールします。
- cluster-admin 権限を持つユーザーとして OpenShift Container Platform クラスターにログインします。

手順

1. 追加の SR-IOV ネットワーク割り当て用の **SriovNetwork** カスタムリソース (CR) を作成し、以下のサンプル CR のように **metaPlugins** 設定を挿入します。YAML を **sriov-network-attachment.yaml** ファイルとして保存します。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: example-network
  namespace: additional-sriov-network-1
spec:
  ipam: |
    {
      "type": "host-local",
      "subnet": "10.56.217.0/24",
      "rangeStart": "10.56.217.171",
      "rangeEnd": "10.56.217.181",
      "routes": [{
        "dst": "0.0.0.0/0"
      }],
      "gateway": "10.56.217.1"
    }
  vlan: 0
  resourceName: intelnics
```

```
metaPlugins : |
 {
   "type": "vrf", 1
   "vrfname": "example-vrf-name" 2
 }
```

1. **type** は **vrf** に設定する必要があります。
2. **vrfname** は、インターフェイスが割り当てられた VRF の名前です。これが Pod に存在しない場合は作成されます。

2. **SriovNetwork** リソースを作成します。

```
$ oc create -f sriov-network-attachment.yaml
```

NetworkAttachmentDefinition CR が正常に作成されることの確認

- 以下のコマンドを実行して、SR-IOV Network Operator が **NetworkAttachmentDefinition** CR を作成していることを確認します。

```
$ oc get network-attachment-definitions -n <namespace> 1
```

1. **<namespace>** を、ネットワーク割り当ての設定時に指定した namespace に置き換えます (例: **additional-sriov-network-1**)。

出力例

```
NAME                         AGE
additional-sriov-network-1   14m
```

注記

SR-IOV Network Operator が CR を作成するまでに遅延が生じる可能性があります。

追加の SR-IOV ネットワーク割り当てが正常であることの確認

VRF CNI が正しく設定され、追加の SR-IOV ネットワーク割り当てが接続されていることを確認するには、以下を実行します。

1. VRF CNI を使用する SR-IOV ネットワークを作成します。
2. ネットワークを Pod に割り当てます。
3. Pod のネットワーク割り当てが SR-IOV の追加ネットワークに接続されていることを確認します。Pod にリモートシェルを実行し、以下のコマンドを実行します。

```
$ ip vrf show
```

出力例

```
Name            Table
-----------------------
red             10
```

4. VRF インターフェイスがセカンダリーインターフェイスのマスターであることを確認します。

```
$ ip link
```

出力例

```
...
5: net1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue master red
state UP mode
...
```

14.4.5. 次のステップ

- SR-IOV ネットワーク割り当ての設定

14.5. SR-IOV イーサネットネットワーク割り当ての設定

クラスター内の Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) デバイスのイーサネットネットワーク割り当てを設定できます。

14.5.1. イーサネットデバイス設定オブジェクト

イーサネットネットワークデバイスは、**SriovNetwork** オブジェクトを定義して設定できます。

以下の YAML は **SriovNetwork** オブジェクトについて説明しています。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: <name> 1
  namespace: openshift-sriov-network-operator 2
spec:
  resourceName: <sriov_resource_name> 3
  networkNamespace: <target_namespace> 4
  vlan: <vlan> 5
  spoofChk: "<spoof_check>" 6
  ipam: |- 7
    {}
  linkState: <link_state> 8
  maxTxRate: <max_tx_rate> 9
  minTxRate: <min_tx_rate> 10
  vlanQoS: <vlan_qos> 11
  trust: "<trust_vf>" 12
  capabilities: <capabilities> 13
```

1 オブジェクトの名前。SR-IOV Network Operator は、同じ名前を持つ **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトを作成します。

2. SR-IOV Network Operator がインストールされている namespace を指定します。

3. この追加ネットワークの SR-IOV ハードウェアを定義する **SriovNetworkNodePolicy** オブジェクトの **spec.resourceName** パラメーターの値。

4. **SriovNetwork** オブジェクトのターゲット namespace。ターゲット namespace の Pod のみを追加ネットワークに割り当てることができます。

5. オプション: 追加ネットワークの仮想 LAN (VLAN) ID。整数値は **0** から **4095** である必要があります。デフォルト値は **0** です。

6. オプション: VF の spoof チェックモード。許可される値は、文字列の **"on"** および **"off"** です。

重要

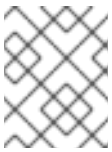
指定する値を引用符で囲む必要があります。そうしないと、オブジェクトは SR-IOV ネットワーク Operator によって拒否されます。

7. YAML ブロックスケーラーとしての IPAM CNI プラグインの設定オブジェクトプラグインは、割り当て定義についての IP アドレスの割り当てを管理します。

8. オプション: Virtual Function (VF) のリンク状態。許可される値は、**enable**、**disable**、および **auto** です。

9. オプション: VF の最大伝送レート (Mbps)。

10. オプション: VF の最小伝送レート (Mbps)。この値は、最大伝送レート以下である必要があります。



注記

Intel NIC は **minTxRate** パラメーターをサポートしません。詳細は、BZ#1772847 を参照してください。

11. オプション: VF の IEEE 802.1p 優先度レベル。デフォルト値は **0** です。

12. オプション: VF の信頼モード。許可される値は、文字列の **"on"** および **"off"** です。

重要

指定する値を引用符で囲む必要があります。囲まないと、SR-IOV Network Operator はオブジェクトを拒否します。

13. オプション: この追加ネットワークに設定する機能。IP アドレスのサポートを有効にするには、**"{ "ips": true }"** を指定できます。または、MAC アドレスのサポートを有効にするには **"{ "mac": true }"** を指定します。

14.5.1.1. 追加ネットワークの IP アドレス割り当ての設定

IPAM (IP アドレス管理) Container Network Interface (CNI) プラグインは、他の CNI プラグインの IP アドレスを提供します。

以下の IP アドレスの割り当てタイプを使用できます。

- 静的割り当て。
- DHCP サーバーを使用した動的割り当て。指定する DHCP サーバーは、追加のネットワークから到達可能である必要があります。
- Whereabouts IPAM CNI プラグインを使用した動的割り当て。

14.5.1.1.1. 静的 IP アドレス割り当ての設定

以下の表は、静的 IP アドレスの割り当ての設定について説明しています。

表14.2 ipam 静的設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
type	**string**	IPAM のアドレスタイプ。値 **static** が必要です。
addresses	**array**	仮想インターフェイスに割り当てる IP アドレスを指定するオブジェクトの配列。IPv4 と IPv6 の IP アドレスの両方がサポートされます。
routes	**array**	Pod 内で設定するルートを指定するオブジェクトの配列です。
dns	**array**	オプション: DNS の設定を指定するオブジェクトの配列です。

addressesの配列には、以下のフィールドのあるオブジェクトが必要です。

表14.3 ipam.addresses[] 配列

フィールド	タイプ	説明
address	**string**	指定する IP アドレスおよびネットワーク接頭辞。たとえば、**10.10.21.10/24** を指定すると、追加のネットワークに IP アドレスの **10.10.21.10** が割り当てられ、ネットマスクは **255.255.255.0** になります。
gateway	**string**	egress ネットワークトラフィックをルーティングするデフォルトのゲートウェイ。

表14.4 ipam.routes[] 配列

フィールド	タイプ	説明
dst	**string**	CIDR 形式の IP アドレス範囲 (**192.168.17.0/24**、またはデフォルトルートの **0.0.0.0/0**)。
gw	**string**	ネットワークトラフィックがルーティングされるゲートウェイ。

表14.5 ipam.dns オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
nameservers	**array**	DNS クエリーの送信先となる 1 つ以上の IP アドレスの配列。
domain	**array**	ホスト名に追加するデフォルトのドメイン。たとえば、ドメインが **example.com** に設定されている場合、**example-host** の DNS ルックアップクエリーは **example-host.example.com** として書き換えられます。
search	**array**	DNS ルックアップのクエリー時に非修飾ホスト名に追加されるドメイン名の配列 (例: **example-host**)。

静的 IP アドレス割り当ての設定例

```
{
  "ipam": {
    "type": "static",
      "addresses": [
        {
          "address": "191.168.1.7/24"
        }
      ]
  }
}
```

14.5.1.1.2. 動的 IP アドレス (DHCP) 割り当ての設定

以下の JSON は、DHCP を使用した動的 IP アドレスの割り当ての設定について説明しています。

DHCP リースの更新

Pod は、作成時に元の DHCP リースを取得します。リースは、クラスターで実行している最小限の DHCP サーバーデプロイメントで定期的に更新する必要があります。

SR-IOV ネットワーク Operator は DHCP サーバーデプロイメントを作成しません。Cluster Network Operator は最小限の DHCP サーバーデプロイメントを作成します。

DHCP サーバーのデプロイメントをトリガーするには、以下の例にあるように Cluster Network Operator 設定を編集して shim ネットワーク割り当てを作成する必要があります。

shim ネットワーク割り当ての定義例

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  additionalNetworks:
  - name: dhcp-shim
    namespace: default
    type: Raw
    rawCNIConfig: |-
      {
        "name": "dhcp-shim",
        "cniVersion": "0.3.1",
        "type": "bridge",
        "ipam": {
          "type": "dhcp"
        }
      }
  # ...
```

表14.6 ipam DHCP 設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
type	**string**	IPAM のアドレスタイプ。値 **dhcp** が必要です。

動的 IP アドレス (DHCP) 割り当ての設定例

```
{
  "ipam": {
    "type": "dhcp"
  }
}
```

14.5.1.1.3. Whereabouts を使用した動的 IP アドレス割り当ての設定

Whereabouts CNI プラグインにより、DHCP サーバーを使用せずに IP アドレスを追加のネットワークに動的に割り当てることができます。

以下の表は、Whereabouts を使用した動的 IP アドレス割り当ての設定について説明しています。

表14.7 ipamwhereabouts 設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
type	**string**	IPAM のアドレスタイプ。値 **whereabouts** が必要です。
range	**string**	IP アドレスと範囲を CIDR 表記。IP アドレスは、この範囲内のアドレスから割り当てられます。
exclude	**array**	オプション: CIDR 表記の IP アドレスと範囲 (0 個以上) の一覧。除外されたアドレス範囲内の IP アドレスは割り当てられません。

Whereabouts を使用する動的 IP アドレス割り当ての設定例

```
{
  "ipam": {
    "type": "whereabouts",
    "range": "192.0.2.192/27",
    "exclude": [
       "192.0.2.192/30",
       "192.0.2.196/32"
    ]
  }
}
```

14.5.2. SR-IOV の追加ネットワークの設定

SriovNetwork オブジェクト を作成して、SR-IOV ハードウェアを使用する追加のネットワークを設定できます。**SriovNetwork** オブジェクトの作成時に、SR-IOV Operator は **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトを自動的に作成します。

注記

SriovNetwork オブジェクトが **running** 状態の Pod に割り当てられている場合、これを変更したり、削除したりしないでください。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールすること。
- **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. **SriovNetwork** オブジェクトを作成してから、YAML を **<name>.yaml** ファイルに保存します。**<name>** はこの追加ネットワークの名前になります。オブジェクト仕様は以下の例のようになります。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
```

```
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: attach1
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: net1
  networkNamespace: project2
  ipam: |-
    {
      "type": "host-local",
      "subnet": "10.56.217.0/24",
      "rangeStart": "10.56.217.171",
      "rangeEnd": "10.56.217.181",
      "gateway": "10.56.217.1"
    }
```

2. オブジェクトを作成するには、以下のコマンドを入力します。

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

ここで、**<name>** は追加ネットワークの名前を指定します。

3. オプション: 以下のコマンドを実行して、直前の手順で作成した **SriovNetwork** オブジェクトに関連付けられた **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトが存在することを確認するには、以下のコマンドを入力します。**<namespace>** を **SriovNetwork** オブジェクトで指定した networkNamespace に置き換えます。

```
$ oc get net-attach-def -n <namespace>
```

14.5.3. 次のステップ

- Pod の SR-IOV の追加ネットワークへの追加

14.5.4. 関連情報

- SR-IOV ネットワークデバイスの設定

14.6. SR-IOV INFINIBAND ネットワーク割り当ての設定

クラスター内の Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) デバイスの InfiniBand (IB) ネットワーク割り当てを設定できます。

14.6.1. InfiniBand デバイス設定オブジェクト

SriovIBNetwork オブジェクトを定義することで、InfiniBand (IB) ネットワークデバイスを設定できます。

以下の YAML は、**SriovIBNetwork** オブジェクトについて説明しています。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovIBNetwork
metadata:
  name: <name> 1
```

```
  namespace: openshift-sriov-network-operator (2)
spec:
  resourceName: <sriov_resource_name> (3)
  networkNamespace: <target_namespace> (4)
  ipam: |- (5)
    {}
  linkState: <link_state> (6)
  capabilities: <capabilities> (7)
```

(1) オブジェクトの名前。SR-IOV Network Operator は、同じ名前を持つ **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトを作成します。

(2) SR-IOV Operator がインストールされている namespace。

(3) この追加ネットワークの SR-IOV ハードウェアを定義する **SriovNetworkNodePolicy** オブジェクトの **spec.resourceName** パラメーターの値。

(4) **SriovIBNetwork** オブジェクトのターゲット namespace。ターゲット namespace の Pod のみをネットワークデバイスに割り当てることができます。

(5) オプション: YAML ブロックスケーラーとしての IPAM CNI プラグインの設定オブジェクト。プラグインは、割り当て定義についての IP アドレスの割り当てを管理します。

(6) オプション: Virtual Function (VF) のリンク状態。許可される値は、**enable**、**disable**、および **auto** です。

(7) オプション: このネットワークに設定する機能。**"{ "ips": true }"** を指定して IP アドレスのサポートを有効にするか、**"{ "infinibandGUID": true }"** を指定して IB Global Unique Identifier (GUID) サポートを有効にします。

14.6.1.1. 追加ネットワークの IP アドレス割り当ての設定

IPAM (IP アドレス管理) Container Network Interface (CNI) プラグインは、他の CNI プラグインの IP アドレスを提供します。

以下の IP アドレスの割り当てタイプを使用できます。

- 静的割り当て。
- DHCP サーバーを使用した動的割り当て。指定する DHCP サーバーは、追加のネットワークから到達可能である必要があります。
- Whereabouts IPAM CNI プラグインを使用した動的割り当て。

14.6.1.1.1. 静的 IP アドレス割り当ての設定

以下の表は、静的 IP アドレスの割り当ての設定について説明しています。

表14.8 ipam 静的設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
type	**string**	IPAM のアドレスタイプ。値 **static** が必要です。

フィールド	タイプ	説明
addresses	**array**	仮想インターフェイスに割り当てる IP アドレスを指定するオブジェクトの配列。IPv4 と IPv6 の IP アドレスの両方がサポートされます。
routes	**array**	Pod 内で設定するルートを指定するオブジェクトの配列です。
dns	**array**	オプション: DNS の設定を指定するオブジェクトの配列です。

addressesの配列には、以下のフィールドのあるオブジェクトが必要です。

表14.9 ipam.addresses[] 配列

フィールド	タイプ	説明
address	**string**	指定する IP アドレスおよびネットワーク接頭辞。たとえば、**10.10.21.10/24** を指定すると、追加のネットワークに IP アドレスの **10.10.21.10** が割り当てられ、ネットマスクは **255.255.255.0** になります。
gateway	**string**	egress ネットワークトラフィックをルーティングするデフォルトのゲートウェイ。

表14.10 ipam.routes[] 配列

フィールド	タイプ	説明
dst	**string**	CIDR 形式の IP アドレス範囲 (**192.168.17.0/24**、またはデフォルトルートの **0.0.0.0/0**)。
gw	**string**	ネットワークトラフィックがルーティングされるゲートウェイ。

表14.11 ipam.dns オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
nameservers	**array**	DNS クエリーの送信先となる 1 つ以上の IP アドレスの配列。
domain	**array**	ホスト名に追加するデフォルトのドメイン。たとえば、ドメインが **example.com** に設定されている場合、**example-host** の DNS ルックアップクエリーは **example-host.example.com** として書き換えられます。

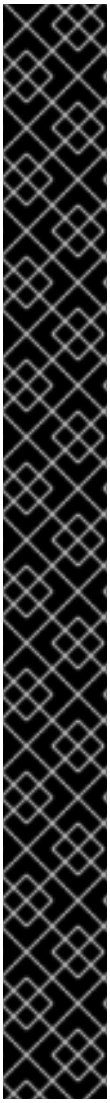
フィールド	タイプ	説明
search	**array**	DNS ルックアップのクエリー時に非修飾ホスト名に追加されるドメイン名の配列 (例: **example-host**)。

静的 IP アドレス割り当ての設定例

```
{
  "ipam": {
    "type": "static",
      "addresses": [
        {
          "address": "191.168.1.7/24"
        }
      ]
  }
}
```

14.6.1.1.2. 動的 IP アドレス (DHCP) 割り当ての設定

以下の JSON は、DHCP を使用した動的 IP アドレスの割り当ての設定について説明しています。



DHCP リースの更新

Pod は、作成時に元の DHCP リースを取得します。リースは、クラスターで実行している最小限の DHCP サーバーデプロイメントで定期的に更新する必要があります。

DHCP サーバーのデプロイメントをトリガーするには、以下の例にあるように Cluster Network Operator 設定を編集して shim ネットワーク割り当てを作成する必要があります。

shim ネットワーク割り当ての定義例

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  additionalNetworks:
  - name: dhcp-shim
    namespace: default
    type: Raw
    rawCNIConfig: |-
      {
        "name": "dhcp-shim",
        "cniVersion": "0.3.1",
        "type": "bridge",
        "ipam": {
          "type": "dhcp"
        }
      }
  # ...
```

表14.12 ipam DHCP 設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
type	**string**	IPAM のアドレスタイプ。値 **dhcp** が必要です。

動的 IP アドレス (DHCP) 割り当ての設定例

```
{
  "ipam": {
    "type": "dhcp"
  }
}
```

14.6.1.1.3. Whereabouts を使用した動的 IP アドレス割り当ての設定

Whereabouts CNI プラグインにより、DHCP サーバーを使用せずに IP アドレスを追加のネットワークに動的に割り当てることができます。

以下の表は、Whereabouts を使用した動的 IP アドレス割り当ての設定について説明しています。

表14.13 ipamwhereabouts 設定オブジェクト

フィールド	タイプ	説明
type	**string**	IPAM のアドレスタイプ。値 **whereabouts** が必要です。
range	**string**	IP アドレスと範囲を CIDR 表記。IP アドレスは、この範囲内のアドレスから割り当てられます。
exclude	**array**	オプション: CIDR 表記の IP アドレスと範囲 (0 個以上) の一覧。除外されたアドレス範囲内の IP アドレスは割り当てられません。

Whereabouts を使用する動的 IP アドレス割り当ての設定例

```
{
  "ipam": {
    "type": "whereabouts",
    "range": "192.0.2.192/27",
    "exclude": [
       "192.0.2.192/30",
       "192.0.2.196/32"
    ]
  }
}
```

14.6.2. SR-IOV の追加ネットワークの設定

SriovIBNetwork オブジェクトを作成して、SR-IOV ハードウェアを使用する追加のネットワークを設定できます。**SriovIBNetwork** オブジェクトの作成時に、SR-IOV Operator は **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトを自動的に作成します。

注記

SriovIBNetwork オブジェクトが、**running** 状態の Pod に割り当てられている場合、これを変更したり、削除したりしないでください。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **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. **SriovIBNetwork** CR を作成してから、YAML を **<name>.yaml** ファイルに保存します。**<name>** は、この追加ネットワークの名前になります。オブジェクト仕様は以下の例のようになります。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovIBNetwork
metadata:
  name: attach1
  namespace: openshift-sriov-network-operator
```

```
spec:
  resourceName: net1
  networkNamespace: project2
  ipam: |-
    {
      "type": "host-local",
      "subnet": "10.56.217.0/24",
      "rangeStart": "10.56.217.171",
      "rangeEnd": "10.56.217.181",
      "gateway": "10.56.217.1"
    }
```

2. オブジェクトを作成するには、以下のコマンドを入力します。

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

ここで、**<name>** は追加ネットワークの名前を指定します。

3. オプション: 以下のコマンドを実行して、直前の手順で作成した **SriovIBNetwork** オブジェクトに関連付けられた **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトが存在することを確認します。**<namespace>** を **SriovIBNetwork** オブジェクトで指定した networkNamespace に置き換えます。

```
$ oc get net-attach-def -n <namespace>
```

14.6.3. 次のステップ

- Pod の SR-IOV の追加ネットワークへの追加

14.6.4. 関連情報

- SR-IOV ネットワークデバイスの設定

14.7. POD の SR-IOV の追加ネットワークへの追加

Pod を既存の Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) ネットワークに追加できます。

14.7.1. ネットワーク割り当てのランタイム設定

Pod を追加のネットワークに割り当てる場合、ランタイム設定を指定して Pod の特定のカスタマイズを行うことができます。たとえば、特定の MAC ハードウェアアドレスを要求できます。

Pod 仕様にアノテーションを設定して、ランタイム設定を指定します。アノテーションキーは **k8s.v1.cni.cncf.io/networks** で、ランタイム設定を記述する JSON オブジェクトを受け入れます。

14.7.1.1. イーサネットベースの SR-IOV 割り当てのランタイム設定

以下の JSON は、イーサネットベースの SR-IOV ネットワーク割り当て用のランタイム設定オプションを説明しています。

```
[
  {
    "name": "<name>", 1
```

```
    "mac": "<mac_address>", 2
    "ips": ["<cidr_range>"] 3
  }
]
```

1 SR-IOV ネットワーク割り当て定義 CR の名前。

2 オプション: SR-IOV ネットワーク割り当て定義 CR で定義されるリソースタイプから割り当てられる SR-IOV デバイスの MAC アドレス。この機能を使用するには、**SriovNetwork** オブジェクトで **{ "mac": true }** も指定する必要があります。

3 オプション: SR-IOV ネットワーク割り当て定義 CR で定義されるリソースタイプから割り当てられる SR-IOV デバイスの IP アドレス。IPv4 と IPv6 アドレスの両方がサポートされます。この機能を使用するには、**SriovNetwork** オブジェクトで **{ "ips": true }** も指定する必要があります。

ランタイム設定の例

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: sample-pod
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: |-
      [
        {
          "name": "net1",
          "mac": "20:04:0f:f1:88:01",
          "ips": ["192.168.10.1/24", "2001::1/64"]
        }
      ]
spec:
  containers:
  - name: sample-container
    image: <image>
    imagePullPolicy: IfNotPresent
    command: ["sleep", "infinity"]
```

14.7.1.2. InfiniBand ベースの SR-IOV 割り当てのランタイム設定

以下の JSON は、InfiniBand ベースの SR-IOV ネットワーク割り当て用のランタイム設定オプションを説明しています。

```
[
  {
    "name": "<network_attachment>", 1
    "infiniband-guid": "<guid>", 2
    "ips": ["<cidr_range>"] 3
  }
]
```

1 SR-IOV ネットワーク割り当て定義 CR の名前。

2 SR-IOV デバイスの InfiniBand GUIDこの機能を使用するには、**SriovIBNetwork** オブジェクトで **{ "infinibandGUID": true }** も指定する必要があります。

3 SR-IOV ネットワーク割り当て定義 CR で定義されるリソースタイプから割り当てられる SR-IOV デバイスの IP アドレス。IPv4 と IPv6 アドレスの両方がサポートされます。この機能を使用するには、**SriovIBNetwork** オブジェクトで **{ "ips": true }** も指定する必要があります。

ランタイム設定の例

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: sample-pod
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: |-
      [
        {
          "name": "ib1",
          "infiniband-guid": "c2:11:22:33:44:55:66:77",
          "ips": ["192.168.10.1/24", "2001::1/64"]
        }
      ]
spec:
  containers:
  - name: sample-container
    image: <image>
    imagePullPolicy: IfNotPresent
    command: ["sleep", "infinity"]
```

14.7.2. Pod の追加ネットワークへの追加

Pod を追加のネットワークに追加できます。Pod は、デフォルトネットワークで通常のクラスター関連のネットワークトラフィックを継続的に送信します。

Pod が作成されると、追加のネットワークが割り当てられます。ただし、Pod がすでに存在する場合は、追加のネットワークをこれに割り当てることはできません。

Pod が追加ネットワークと同じ namespace にあること。

注記

SR-IOV Network Resource Injector は、Pod の最初のコンテナーに **resource** フィールドを自動的に追加します。

データプレーン開発キット (DPDK) モードでインテル製のネットワークインターフェイスコントローラー (NIC) を使用している場合には、Pod 内の最初のコンテナーのみが NIC にアクセスできるように設定されています。SR-IOV 追加ネットワークは、**Sriov Network Node Policy** オブジェクトで **device Type** が **vfio-pci** に設定されてる場合は DPDK モードに設定されます。

この問題は、NIC にアクセスする必要のあるコンテナーが **Pod** オブジェクトで定義された最初のコンテナーであることを確認するか、Network Resource Injector を無効にすることで回避できます。詳細は、BZ#1990953 を参照してください。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスターにログインする。
- SR-IOV Operator のインストール。
- Pod を割り当てる **SriovNetwork** オブジェクトまたは **SriovIBNetwork** オブジェクトのいずれかを作成する。

手順

1. アノテーションを **Pod** オブジェクトに追加します。以下のアノテーション形式のいずれかのみを使用できます。

   a. カスタマイズせずに追加ネットワークを割り当てるには、以下の形式でアノテーションを追加します。**<network>** を、Pod に関連付ける追加ネットワークの名前に置き換えます。

   ```
   metadata:
     annotations:
       k8s.v1.cni.cncf.io/networks: <network>[,<network>,...] 1
   ```

   1 複数の追加ネットワークを指定するには、各ネットワークをコンマで区切ります。コンマの間にはスペースを入れないでください。同じ追加ネットワークを複数回指定した場合、Pod は複数のネットワークインターフェイスをそのネットワークに割り当てます。

   b. カスタマイズして追加のネットワークを割り当てるには、以下の形式でアノテーションを追加します。

   ```
   metadata:
     annotations:
       k8s.v1.cni.cncf.io/networks: |-
         [
           {
             "name": "<network>", 1
             "namespace": "<namespace>", 2
             "default-route": ["<default-route>"] 3
           }
         ]
   ```

   1 **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトによって定義される追加のネットワークの名前を指定します。

   2 **NetworkAttachmentDefinition** オブジェクトが定義される namespace を指定します。

   3 オプション: **192.168.17.1** などのデフォルトルートのオーバーライドを指定します。

2. Pod を作成するには、以下のコマンドを入力します。**<name>** を Pod の名前に置き換えます。

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

3. オプション: アノテーションが **Pod** CR に存在することを確認するには、**<name>** を Pod の名前に置き換えて、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get pod <name> -o yaml
```

以下の例では、**example-pod** Pod が追加ネットワークの **net1** に割り当てられています。

```
$ oc get pod example-pod -o yaml
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: macvlan-bridge
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status: |- 1
      [{
          "name": "openshift-sdn",
          "interface": "eth0",
          "ips": [
              "10.128.2.14"
          ],
          "default": true,
          "dns": {}
      },{
          "name": "macvlan-bridge",
          "interface": "net1",
          "ips": [
              "20.2.2.100"
          ],
          "mac": "22:2f:60:a5:f8:00",
          "dns": {}
      }]
  name: example-pod
  namespace: default
spec:
  ...
status:
  ...
```

1 **k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status** パラメーターは、オブジェクトの JSON 配列です。各オブジェクトは、Pod に割り当てられる追加のネットワークのステータスについて説明します。アノテーションの値はプレーンテキストの値として保存されます。

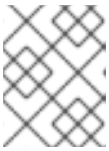
14.7.3. Non-Uniform Memory Access (NUMA) で配置された SR-IOV Pod の作成

NUMA で配置された SR-IOV Pod は、**restricted** または **single-numa-node** Topology Manager ポリシーで同じ NUMA ノードから割り当てられる SR-IOV および CPU リソースを制限することによって作成できます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- CPU マネージャーのポリシーを **static** に設定している。CPU マネージャーの詳細は、関連情報セクションを参照してください。

- Topology Manager ポリシーを **single-numa-node** に設定している。



注記

single-numa-node が要求を満たさない場合は、Topology Manager ポリシーを **restricted** にするように設定できます 。

手順

1. 以下の SR-IOV Pod 仕様を作成してから、YAML を **<name>-sriov-pod.yaml** ファイルに保存します。**<name>** をこの Pod の名前に置き換えます。
   以下の例は、SR-IOV Pod 仕様を示しています。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: sample-pod
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: <name> (1)
spec:
  containers:
  - name: sample-container
    image: <image> (2)
    command: ["sleep", "infinity"]
    resources:
      limits:
        memory: "1Gi" (3)
        cpu: "2" (4)
      requests:
        memory: "1Gi"
        cpu: "2"
```

(1) **<name>** を、SR-IOV ネットワーク割り当て定義 CR の名前に置き換えます。

(2) **<image>** を **sample-pod** イメージの名前に置き換えます。

(3) Guaranteed QoS を指定して SR-IOV Pod を作成するには、**メモリー要求** に等しい **メモリー制限** を設定します。

(4) Guaranteed QoS を指定して SR-IOV Pod を作成するには、**cpu 要求** に等しい **cpu 制限** を設定します。

2. 以下のコマンドを実行して SR-IOV Pod のサンプルを作成します。

```
$ oc create -f <filename> (1)
```

(1) **<filename>** を、先の手順で作成したファイルの名前に置き換えます。

3. **sample-pod** が Guaranteed QoS を指定して設定されていることを確認します。

```
$ oc describe pod sample-pod
```

4. **sample-pod** が排他的 CPU を指定して割り当てられていることを確認します。

```
$ oc exec sample-pod -- cat /sys/fs/cgroup/cpuset/cpuset.cpus
```

5. **sample-pod** に割り当てられる SR-IOV デバイスと CPU が同じ NUMA ノード上にあることを確認します。

```
$ oc exec sample-pod -- cat /sys/fs/cgroup/cpuset/cpuset.cpus
```

14.7.4. 関連情報

- SR-IOV イーサネットネットワーク割り当ての設定
- SR-IOV InfiniBand ネットワーク割り当ての設定
- CPU マネージャーの使用

14.8. 高パフォーマンスのマルチキャストの使用

Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) ハードウェアネットワーク上でマルチキャストを使用できます。

14.8.1. 高パフォーマンスのマルチキャスト

OpenShift SDN デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーは、デフォルトネットワーク上の Pod 間のマルチキャストをサポートします。これは低帯域幅の調整またはサービスの検出での使用に最も適しており、高帯域幅のアプリケーションには適していません。インターネットプロトコルテレビ (IPTV) やマルチポイントビデオ会議など、ストリーミングメディアなどのアプリケーションでは、Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) ハードウェアを使用してネイティブに近いパフォーマンスを提供できます。

マルチキャストに追加の SR-IOV インターフェイスを使用する場合:

- マルチキャストパッケージは、追加の SR-IOV インターフェイス経由で Pod によって送受信される必要があります。
- SR-IOV インターフェイスに接続する物理ネットワークは、OpenShift Container Platform で制御されないマルチキャストルーティングとトポロジーを判別します。

14.8.2. マルチキャストでの SR-IOV インターフェイスの設定

以下の手順では、サンプルのマルチキャスト用の SR-IOV インターフェイスを作成します。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにログインする必要があります。

手順

1. **SriovNetworkNodePolicy** オブジェクトを作成します。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: policy-example
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: example
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  numVfs: 4
  nicSelector:
    vendor: "8086"
    pfNames: ['ens803f0']
    rootDevices: ['0000:86:00.0']
```

2. **SriovNetwork** オブジェクトを作成します。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: net-example
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  networkNamespace: default
  ipam: | (1)
    {
      "type": "host-local", (2)
      "subnet": "10.56.217.0/24",
      "rangeStart": "10.56.217.171",
      "rangeEnd": "10.56.217.181",
      "routes": [
        {"dst": "224.0.0.0/5"},
        {"dst": "232.0.0.0/5"}
      ],
      "gateway": "10.56.217.1"
    }
  resourceName: example
```

(1) (2) DHCP を IPAM として設定する選択をした場合は、DHCP サーバー経由でデフォルトルート (**224.0.0.0/5** および **232.0.0.0/5**) をプロビジョニングするようにしてください。これにより、デフォルトのネットワークプロバイダーによって設定された静的なマルチキャストルートが上書きされます。

3. マルチキャストアプリケーションで Pod を作成します。

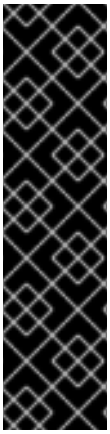
```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: testpmd
  namespace: default
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: nic1
spec:
  containers:
```

```
- name: example
  image: rhel7:latest
  securityContext:
    capabilities:
      add: ["NET_ADMIN"] 1
  command: [ "sleep", "infinity"]
```

1 **NET_ADMIN** 機能は、アプリケーションがマルチキャスト IP アドレスを SR-IOV インターフェイスに割り当てる必要がある場合にのみ必要です。それ以外の場合は省略できます。

14.9. DPDK および RDMA モードでの仮想機能 (VF) の使用

Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) ネットワークハードウェアは、Data Plane Development Kit (DPDK) および Remote Direct Memory Access (RDMA) で利用できます。



重要

Data Plane Development Kit (DPDK) はテクノロジープレビュー機能です。テクノロジープレビュー機能は Red Hat の実稼働環境でのサービスレベルアグリーメント (SLA) ではサポートされていないため、Red Hat では実稼働環境での使用を推奨していません。Red Hat は実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビューの機能は、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。

14.9.1. NIC を使用した DPDK モードでの仮想機能の使用

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- SR-IOV Network Operator をインストールします。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインしている。

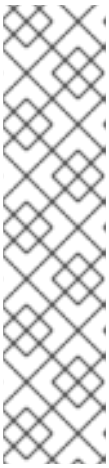
手順

1. 以下の **SriovNetworkNodePolicy** オブジェクトを作成してから、YAML を **intel-dpdk-node-policy.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: intel-dpdk-node-policy
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: intelnics
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
```

```
  priority: <priority>
  numVfs: <num>
  nicSelector:
    vendor: "8086"
    deviceID: "158b"
    pfNames: ["<pf_name>", ...]
    rootDevices: ["<pci_bus_id>", "..."]
  deviceType: vfio-pci (1)
```

1. 仮想機能 (VF) のドライバータイプを **vfio-pci** に指定します。



注記

SriovNetworkNodePolicy の各オプションに関する詳細は、**Configuring SR-IOV network devices** セクションを参照してください。

SriovNetworkNodePolicy オブジェクトで指定された設定を適用する際に、SR-IOV Operator はノードをドレイン (解放) する可能性があり、場合によってはノードの再起動を行う場合があります。設定の変更が適用されるまでに数分の時間がかかる場合があります。エビクトされたワークロードを処理するために、クラスター内に利用可能なノードが十分にあることを前もって確認します。

設定の更新が適用された後に、**openshift-sriov-network-operator** namespace のすべての Pod が **Running** ステータスに変更されます。

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

```
$ oc create -f intel-dpdk-node-policy.yaml
```

3. 以下の **SriovNetwork** オブジェクトを作成してから、YAML を **intel-dpdk-network.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: intel-dpdk-network
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  networkNamespace: <target_namespace>
  ipam: "{}" (1)
  vlan: <vlan>
  resourceName: intelnics
```

1. IPAM CNI プラグインの空のオブジェクト **"{}"** を指定します。DPDK はユーザー空間モードで機能し、IP アドレスは必要ありません。

注記

SriovNetwork の各オプションに関する詳細は、SR-IOV の追加ネットワークの設定セクションを参照してください。

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

```
$ oc create -f intel-dpdk-network.yaml
```

5. 以下の **Pod** 仕様を作成してから、YAML を **intel-dpdk-pod.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: dpdk-app
  namespace: <target_namespace> 1
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: intel-dpdk-network
spec:
  containers:
  - name: testpmd
    image: <DPDK_image> 2
    securityContext:
      runAsUser: 0
      capabilities:
        add: ["IPC_LOCK","SYS_RESOURCE","NET_RAW"] 3
    volumeMounts:
    - mountPath: /dev/hugepages 4
      name: hugepage
    resources:
      limits:
        openshift.io/intelnics: "1" 5
        memory: "1Gi"
        cpu: "4" 6
        hugepages-1Gi: "4Gi" 7
      requests:
        openshift.io/intelnics: "1"
        memory: "1Gi"
        cpu: "4"
        hugepages-1Gi: "4Gi"
    command: ["sleep", "infinity"]
  volumes:
  - name: hugepage
    emptyDir:
      medium: HugePages
```

1. **SriovNetwork** オブジェクトの **intel-dpdk-network** が作成される同じ **target_namespace** を指定します。Pod を異なる namespace に作成する場合、**target_namespace** を **Pod** 仕様および **SriovNetowrk** オブジェクトの両方で変更します。

2. アプリケーションとアプリケーションが使用する DPDK ライブラリーが含まれる DPDK イメージを指定します。

3. hugepage の割り当て、システムリソースの割り当て、およびネットワークインターフェイスアクセス用のコンテナー内のアプリケーションに必要な追加機能を指定します。

4. hugepage ボリュームを、**/dev/hugepages** の下にある DPDK Pod にマウントします。hugepage ボリュームは、medium が **Hugepages** に指定されている emptyDir ボリュームタイプでサポートされます。

5. オプション: DPDK Pod に割り当てられる DPDK デバイスの数を指定します。このリソース要求および制限は、明示的に指定されていない場合、SR-IOV ネットワークリソースイ

ンジェクターによって自動的に追加されます。SR-IOV ネットワークリソースインジェクターは、SR-IOV Operator によって管理される受付コントローラーコンポーネントです。これはデフォルトで有効にされており、デフォルト **SriovOperatorConfig** CR で **enableInjector** オプションを **false** に設定して無効にすることができます。

6 CPU の数を指定します。DPDK Pod には通常、kubelet から排他的 CPU を割り当てる必要があります。これは、CPU マネージャーポリシーを **static** に設定し、**Guaranteed** QoS を持つ Pod を作成して実行されます。

7 hugepage サイズ **hugepages-1Gi** または **hugepages-2Mi** を指定し、DPDK Pod に割り当てられる hugepage の量を指定します。**2Mi** および **1Gi** hugepage を別々に設定します。**1Gi** hugepage を設定するには、カーネル引数をノードに追加する必要があります。たとえば、カーネル引数 **default_hugepagesz=1GB**、**hugepagesz=1G** および **hugepages=16** を追加すると、**16*1Gi** hugepage がシステムの起動時に割り当てられます。

6. 以下のコマンドを実行して DPDK Pod を作成します。

```
$ oc create -f intel-dpdk-pod.yaml
```

14.9.2. Mellanox NIC を使用した DPDK モードでの Virtual Function の使用

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- SR-IOV Network Operator をインストールします。
- **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. 以下の **SriovNetworkNodePolicy** オブジェクトを作成してから、YAML を **mlx-dpdk-node-policy.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: mlx-dpdk-node-policy
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: mlxnics
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  priority: <priority>
  numVfs: <num>
  nicSelector:
    vendor: "15b3"
    deviceID: "1015" 1
    pfNames: ["<pf_name>", ...]
    rootDevices: ["<pci_bus_id>", "..."]
  deviceType: netdevice 2
  isRdma: true 3
```

1. SR-IOV ネットワークデバイスのデバイス 16 進コードを指定します。Mellanox カードに許可される値は **1015**、**1017** です。

2. Virtual Function (VF) のドライバータイプを **netdevice** に指定します。Mellanox SR-IOV VF は、**vfio-pci** デバイスタイプを使用せずに DPDK モードで機能します。VF デバイスは、コンテナー内のカーネルネットワークインターフェイスとして表示されます。

3. RDMA モードを有効にします。これは、DPDK モードで機能するために Mellanox カードで必要とされます。

注記

SriovNetworkNodePolicy の各オプションに関する詳細は、**Configuring SR-IOV network devices** セクションを参照してください。

SriovNetworkNodePolicy オブジェクトで指定された設定を適用する際に、SR-IOV Operator はノードをドレイン (解放) する可能性があり、場合によってはノードの再起動を行う場合があります。設定の変更が適用されるまでに数分の時間がかかる場合があります。エビクトされたワークロードを処理するために、クラスター内に利用可能なノードが十分にあることを前もって確認します。

設定の更新が適用された後に、**openshift-sriov-network-operator** namespace のすべての Pod が **Running** ステータスに変更されます。

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

```
$ oc create -f mlx-dpdk-node-policy.yaml
```

3. 以下の **SriovNetwork** オブジェクトを作成してから、YAML を **mlx-dpdk-network.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: mlx-dpdk-network
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  networkNamespace: <target_namespace>
  ipam: |- 1
    ...
  vlan: <vlan>
  resourceName: mlxnics
```

1. IPAM CNI プラグインの設定オブジェクトを YAML ブロックスケーラーとして指定します。プラグインは、割り当て定義についての IP アドレスの割り当てを管理します。

注記

SriovNetwork の各オプションに関する詳細は、SR-IOV の追加ネットワークの設定セクションを参照してください。

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

```
$ oc create -f mlx-dpdk-network.yaml
```

5. 以下の **Pod** 仕様を作成してから、YAML を **mlx-dpdk-pod.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: dpdk-app
  namespace: <target_namespace> 1
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: mlx-dpdk-network
spec:
  containers:
  - name: testpmd
    image: <DPDK_image> 2
    securityContext:
      runAsUser: 0
      capabilities:
        add: ["IPC_LOCK","SYS_RESOURCE","NET_RAW"] 3
    volumeMounts:
    - mountPath: /dev/hugepages 4
      name: hugepage
    resources:
      limits:
        openshift.io/mlxnics: "1" 5
        memory: "1Gi"
        cpu: "4" 6
        hugepages-1Gi: "4Gi" 7
      requests:
        openshift.io/mlxnics: "1"
        memory: "1Gi"
        cpu: "4"
        hugepages-1Gi: "4Gi"
    command: ["sleep", "infinity"]
  volumes:
  - name: hugepage
    emptyDir:
      medium: HugePages
```

1. **SriovNetwork** オブジェクトの **mlx-dpdk-network** が作成される同じ **target_namespace** を指定します。Pod を異なる namespace に作成する場合、**target_namespace** を **Pod** 仕様および **SriovNetowrk** オブジェクトの両方で変更します。

2. アプリケーションとアプリケーションが使用する DPDK ライブラリーが含まれる DPDK イメージを指定します。

3. hugepage の割り当て、システムリソースの割り当て、およびネットワークインターフェイスアクセス用のコンテナー内のアプリケーションに必要な追加機能を指定します。

4. hugepage ボリュームを、**/dev/hugepages** の下にある DPDK Pod にマウントします。hugepage ボリュームは、medium が **Hugepages** に指定されている emptyDir ボリュームタイプでサポートされます。

5. オプション: DPDK Pod に割り当てられる DPDK デバイスの数を指定します。このリソース要求および制限は、明示的に指定されていない場合、SR-IOV ネットワークリソースイ

ンジェクターによって自動的に追加されます。SR-IOV ネットワークリソースインジェクターは、SR-IOV Operator によって管理される受付コントローラーコンポーネントです。これはデフォルトで有効にされており、デフォルト **SriovOperatorConfig** CR で **enableInjector** オプションを **false** に設定して無効にすることができます。

6 CPU の数を指定します。DPDK Pod には通常、kubelet から排他的 CPU を割り当てる必要があります。これは、CPU マネージャーポリシーを **static** に設定し、**Guaranteed** QoS を持つ Pod を作成して実行されます。

7 hugepage サイズ **hugepages-1Gi** または **hugepages-2Mi** を指定し、DPDK Pod に割り当てられる hugepage の量を指定します。**2Mi** および **1Gi** hugepage を別々に設定します。**1Gi** hugepage を設定するには、カーネル引数をノードに追加する必要があります。

6. 以下のコマンドを実行して DPDK Pod を作成します。

```
$ oc create -f mlx-dpdk-pod.yaml
```

14.9.3. Mellanox NIC を使用した RDMA モードでの仮想機能の使用

RoCE (RDMA over Converged Ethernet) は、OpenShift Container Platform で RDMA を使用する場合に唯一サポートされているモードです。

前提条件

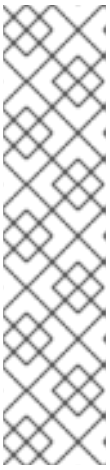
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- SR-IOV Network Operator をインストールします。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. 以下の **SriovNetworkNodePolicy** オブジェクトを作成してから、YAML を **mlx-rdma-node-policy.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: mlx-rdma-node-policy
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: mlxnics
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  priority: <priority>
  numVfs: <num>
  nicSelector:
    vendor: "15b3"
    deviceID: "1015" 1
    pfNames: ["<pf_name>", ...]
    rootDevices: ["<pci_bus_id>", "..."]
  deviceType: netdevice 2
  isRdma: true 3
```

1. SR-IOV ネットワークデバイスのデバイス 16 進コードを指定します。Mellanox カードに許可される値は **1015**、**1017** です。
2. Virtual Function (VF) のドライバータイプを **netdevice** に指定します。
3. RDMA モードを有効にします。



注記

SriovNetworkNodePolicy の各オプションに関する詳細は、**Configuring SR-IOV network devices** セクションを参照してください。

SriovNetworkNodePolicy オブジェクトで指定された設定を適用する際に、SR-IOV Operator はノードをドレイン (解放) する可能性があり、場合によってはノードの再起動を行う場合があります。設定の変更が適用されるまでに数分の時間がかかる場合があります。エビクトされたワークロードを処理するために、クラスター内に利用可能なノードが十分にあることを前もって確認します。

設定の更新が適用された後に、**openshift-sriov-network-operator** namespace のすべての Pod が **Running** ステータスに変更されます。

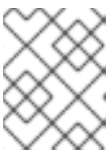
2. 以下のコマンドを実行して **SriovNetworkNodePolicy** オブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f mlx-rdma-node-policy.yaml
```

3. 以下の **SriovNetwork** オブジェクトを作成してから、YAML を **mlx-rdma-network.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: mlx-rdma-network
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  networkNamespace: <target_namespace>
  ipam: |- 1
    ...
  vlan: <vlan>
  resourceName: mlxnics
```

1. IPAM CNI プラグインの設定オブジェクトを YAML ブロックスケーラーとして指定します。プラグインは、割り当て定義についての IP アドレスの割り当てを管理します。



注記

SriovNetwork の各オプションに関する詳細は、SR-IOV の追加ネットワークの設定セクションを参照してください。

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

```
$ oc create -f mlx-rdma-network.yaml
```

5. 以下の **Pod** 仕様を作成してから、YAML を **mlx-rdma-pod.yaml** ファイルに保存します。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: rdma-app
  namespace: <target_namespace> (1)
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: mlx-rdma-network
spec:
  containers:
  - name: testpmd
    image: <RDMA_image> (2)
    securityContext:
      runAsUser: 0
      capabilities:
        add: ["IPC_LOCK","SYS_RESOURCE","NET_RAW"] (3)
    volumeMounts:
    - mountPath: /dev/hugepages (4)
      name: hugepage
    resources:
      limits:
        memory: "1Gi"
        cpu: "4" (5)
        hugepages-1Gi: "4Gi" (6)
      requests:
        memory: "1Gi"
        cpu: "4"
        hugepages-1Gi: "4Gi"
    command: ["sleep", "infinity"]
  volumes:
  - name: hugepage
    emptyDir:
      medium: HugePages
```

(1) **SriovNetwork** オブジェクトの **mlx-rdma-network** が作成される同じ **target_namespace** を指定します。Pod を異なる namespace に作成する場合、**target_namespace** を **Pod** 仕様および **SriovNetowrk** オブジェクトの両方で変更します。

(2) アプリケーションとアプリケーションが使用する RDMA ライブラリーが含まれる RDMA イメージを指定します。

(3) hugepage の割り当て、システムリソースの割り当て、およびネットワークインターフェイスアクセス用のコンテナー内のアプリケーションに必要な追加機能を指定します。

(4) hugepage ボリュームを、**/dev/hugepages** の下にある RDMA Pod にマウントします。hugepage ボリュームは、medium が **Hugepages** に指定されている emptyDir ボリュームタイプでサポートされます。

(5) CPU の数を指定します。RDMA Pod には通常、kubelet から排他的 CPU を割り当てる必要があります。これは、CPU マネージャーポリシーを **static** に設定し、**Guaranteed** QoS を持つ Pod を作成して実行されます。

(6)

hugepage サイズ **hugepages-1Gi** または **hugepages-2Mi** を指定し、RDMA Pod に割り当てられる hugepage の量を指定します。**2Mi** および **1Gi** hugepage を別々に設定しま

6. 以下のコマンドを実行して RDMA Pod を作成します。

```
$ oc create -f mlx-rdma-pod.yaml
```

14.10. SR-IOV NETWORK OPERATOR のインストール

SR-IOV Network Operator をアンインストールするには、実行中の SR-IOV ワークロードをすべて削除し、Operator をアンインストールして、Operator が使用した Webhook を削除する必要があります。

14.10.1. SR-IOV Network Operator のインストール

クラスター管理者は、SR-IOV Network Operator をアンインストールできます。

前提条件

- **cluster-admin** パーミッションを持つアカウントを使用して OpenShift Container Platform クラスターにアクセスできる。
- SR-IOV Network Operator がインストールされている。

手順

1. すべての SR-IOV カスタムリソース (CR) を削除します。

```
$ oc delete sriovnetwork -n openshift-sriov-network-operator --all
```

```
$ oc delete sriovnetworknodepolicy -n openshift-sriov-network-operator --all
```

```
$ oc delete sriovibnetwork -n openshift-sriov-network-operator --all
```

2. クラスターからの Operator の削除セクションに記載された手順に従い、クラスターから SR-IOV Network Operator を削除します。
3. SR-IOV Network Operator のアンインストール後にクラスターに残っている SR-IOV カスタムリソース定義を削除します。

```
$ oc delete crd sriovibnetworks.sriovnetwork.openshift.io
```

```
$ oc delete crd sriovnetworknodepolicies.sriovnetwork.openshift.io
```

```
$ oc delete crd sriovnetworknodestates.sriovnetwork.openshift.io
```

```
$ oc delete crd sriovnetworkpoolconfigs.sriovnetwork.openshift.io
```

```
$ oc delete crd sriovnetworks.sriovnetwork.openshift.io
```

```
$ oc delete crd sriovoperatorconfigs.sriovnetwork.openshift.io
```

4. SR-IOV Webhook を削除します。

```
$ oc delete mutatingwebhookconfigurations network-resources-injector-config
```

```
$ oc delete MutatingWebhookConfiguration sriov-operator-webhook-config
```

```
$ oc delete ValidatingWebhookConfiguration sriov-operator-webhook-config
```

5. SR-IOV Network Operator の namespace を削除します。

```
$ oc delete namespace openshift-sriov-network-operator
```

関連情報

- クラスターからの Operator の削除

第15章 OPENSHIFT SDN デフォルト CNI ネットワークプロバイダー

15.1. OPENSHIFT SDN デフォルト CNI ネットワークプロバイダーについて

OpenShift Container Platform は、Software Defined Networking (SDN) アプローチを使用して、クラスターのネットワークを統合し、OpenShift Container Platform クラスターの Pod 間の通信を可能にします。OpenShift SDN により、このような Pod ネットワークが確立され、メンテナンスされます。OpenShift SDN は Open vSwitch (OVS) を使用してオーバーレイネットワークを設定します。

15.1.1. OpenShift SDN ネットワーク分離モード

OpenShift SDN では以下のように、Pod ネットワークを設定するための SDN モードを 3 つ提供します。

- **ネットワークポリシー**モードは、プロジェクト管理者が **NetworkPolicy** オブジェクトを使用して独自の分離ポリシーを設定することを可能にします。ネットワークポリシーは、OpenShift Container Platform 4.8 のデフォルトモードです。
- **マルチテナント** モードは、Pod およびサービスのプロジェクトレベルの分離を可能にします。異なるプロジェクトの Pod は、別のプロジェクトの Pod およびサービスとパケットの送受信をすることができなくなります。プロジェクトの分離を無効にし、クラスター全体のすべての Pod およびサービスにネットワークトラフィックを送信したり、それらの Pod およびサービスからネットワークトラフィックを受信したりすることができます。
- **サブネット** モードは、すべての Pod が他のすべての Pod およびサービスと通信できる Pod ネットワークを提供します。ネットワークポリシーモードは、サブネットモードと同じ機能を提供します。

15.1.2. サポートされるデフォルトの CNI ネットワークプロバイダー機能マトリクス

OpenShift Container Platform は、OpenShift SDN と OVN-Kubernetes の 2 つのサポート対象のオプションをデフォルトの Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーに提供します。以下の表は、両方のネットワークプロバイダーの現在の機能サポートをまとめたものです。

表15.1 デフォルトの CNI ネットワークプロバイダー機能の比較

機能	OpenShift SDN	OVN-Kubernetes
Egress IP	サポート対象	サポート対象
Egress ファイアウォール [1]	サポート対象	サポート対象
Egress ルーター	サポート対象	サポート対象 [2]
IPsec 暗号化	サポート対象外	サポート対象
IPv6	サポート対象外	サポート対象 [3]
Kubernetes ネットワークポリシー	一部サポート対象 [4]	サポート対象

機能	OpenShift SDN	OVN-Kubernetes
Kubernetes ネットワークポリシーログ	サポート対象外	サポート対象
マルチキャスト	サポート対象	サポート対象

1. egress ファイアウォールは、OpenShift SDN では egress ネットワークポリシーとしても知られています。これはネットワークポリシーの egress とは異なります。
2. OVN-Kubernetes の egress ルーターはリダイレクトモードのみをサポートします。
3. IPv6 はベアメタルクラスターでのみサポートされます。
4. OpenShift SDN のネットワークポリシーは、egress ルールおよび一部の **ipBlock** ルールをサポートしません。

15.2. プロジェクトの EGRESS IP の設定

クラスター管理者は、OpenShift SDN デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーが 1 つ以上の egress IP アドレスをプロジェクトに割り当てるように設定できます。

15.2.1. プロジェクトの egress トラフィックについての egress IP アドレスの割り当て

プロジェクトの egress IP アドレスを設定することにより、指定されたプロジェクトからのすべての外部送信接続が同じ固定ソース IP アドレスを共有します。外部リソースは、egress IP アドレスに基づいて特定のプロジェクトからのトラフィックを認識できます。プロジェクトに割り当てられる egress IP アドレスは、トラフィックを特定の宛先に送信するために使用される egress ルーターとは異なります。

egress IP アドレスは、ノードのプライマリーネットワークインターフェイスの追加 IP アドレスとして実装され、ノードのプライマリー IP アドレスと同じサブネットにある必要があります。

重要

egress IP アドレスは、**ifcfg-eth0** などのように Linux ネットワーク設定ファイルで設定することはできません。

Amazon Web Services (AWS)、Google Cloud Platform (GCP)、および Azure の Egress IP は、OpenShift Container Platform バージョン 4.10 以降でのみサポートされます。

一部のクラウドまたは仮想マシンソリューションを使用する場合に、プライマリーネットワークインターフェイスで追加の IP アドレスを許可するには追加の設定が必要になる場合があります。

egress IP アドレスは、**NetNamespace** オブジェクトの **egressIPs** パラメーターを設定して namespace に割り当てることができます。egress IP がプロジェクトに関連付けられた後に、OpenShift SDN は 2 つの方法で Egress IP をホストに割り当てることを可能にします。

- **自動的に割り当てる** 方法では、egress IP アドレス範囲はノードに割り当てられます。
- **手動で割り当てる** 方法では、1 つ以上の egress IP アドレスの一覧がノードに割り当てられます。

egress IP アドレスを要求する namespace は、それらの egress IP アドレスをホストできるノードに一致し、egress IP アドレスはそれらのノードに割り当てられます。**egressIPs** パラメーターが **NetNamespace** オブジェクトに設定されるものの、ノードがその egress IP アドレスをホストしない場合、namespace からの egress トラフィックはドロップされます。

ノードの高可用性は自動的に実行されます。egress IP アドレスをホストするノードが到達不可能であり、egress IP アドレスをホストできるノードがある場合、egress IP アドレスは新規ノードに移行します。到達不可能なノードが再びオンラインに戻ると、ノード間で egress IP アドレスのバランスを図るために egress IP アドレスは自動的に移行します。

重要

OpenShift SDN クラスターネットワークプロバイダーで egress IP アドレスを使用する場合、以下の制限が適用されます。

- 手動で割り当てられた egress IP アドレスと、自動的に割り当てられた egress IP アドレスは同じノードで使用することができません。
- IP アドレス範囲から egress IP アドレスを手動で割り当てる場合、その範囲を自動の IP 割り当てで利用可能にすることはできません。
- OpenShift SDN egress IP アドレス実装を使用して、複数の namespace で egress IP アドレスを共有することはできません。複数の namespace 間で IP アドレスを共有する必要がある場合は、OVN-Kubernetes クラスターネットワークプロバイダーの egress IP アドレスの実装により、複数の namespace で IP アドレスを共有できます。

注記

OpenShift SDN をマルチテナントモードで使用する場合、それらに関連付けられたプロジェクトによって別の namespace に参加している namespace と共に egress IP アドレスを使用することはできません。たとえば、**project1** および **project2** に **oc adm pod-network join-projects --to=project1 project2** コマンドを実行して参加している場合、どちらもプロジェクトも egress IP アドレスを使用できません。詳細は、BZ#1645577 を参照してください。

15.2.1.1. 自動的に割り当てられた egress IP アドレスを使用する場合の考慮事項

egress IP アドレスの自動割り当て方法を使用する場合、以下の考慮事項が適用されます。

- 各ノードの **HostSubnet** リソースの **egressCIDRs** パラメーターを設定して、ノードでホストできる egress IP アドレスの範囲を指定します。OpenShift Container Platform は、指定する IP アドレス範囲に基づいて **HostSubnet** リソースの **egressIPs** パラメーターを設定します。

namespace の egress IP アドレスをホストするノードに到達できない場合、OpenShift Container Platform は互換性のある egress IP アドレス範囲を持つ別のノードに egress IP アドレスを再割り当てします。自動割り当て方法は、追加の IP アドレスをノードに関連付ける柔軟性のある環境にインストールされたクラスターに最も適しています。

15.2.1.2. 手動で割り当てられた egress IP アドレスを使用する場合の考慮事項

このアプローチは、パブリッククラウド環境など、追加の IP アドレスをノードに関連付ける際に制限がある可能性があるクラスターに使用されます。

egress IP アドレスに手動割り当て方法を使用する場合、以下の考慮事項が適用されます。

- 各ノードの **HostSubnet** リソースの **egressIPs** パラメーターを設定して、ノードでホストできる IP アドレスを指定します。
- namespace ごとに複数の egress IP アドレスがサポートされます。

namespace に複数の egress IP アドレスがあり、それらのアドレスが複数のノードでホストされる場合、以下の追加の考慮事項が適用されます。

- Pod が egress IP アドレスをホストするノード上にある場合、その Pod はノード上の egress IP アドレスを常に使用します。
- Pod が egress IP アドレスをホストするノードにない場合、その Pod はランダムで egress IP アドレスを使用します。

15.2.2. namespace の自動的に割り当てられた egress IP アドレスの有効化

OpenShift Container Platform では、1 つ以上のノードで特定の namespace の egress IP アドレスの自動的な割り当てを有効にできます。

前提条件

- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。

手順

1. 以下の JSON を使用して、**NetNamespace** オブジェクトを egress IP アドレスで更新します。

```
$ oc patch netnamespace <project_name> --type=merge -p \
 '{
   "egressIPs": [
     "<ip_address>"
   ]
 }'
```

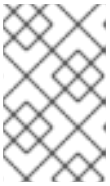
ここでは、以下のようになります。

<project_name>
プロジェクトの名前を指定します。

<ip_address>
egressIPs 配列の 1 つ以上の egress IP アドレスを指定します。

たとえば、**project1** を IP アドレスの 192.168.1.100 に、 **project2** を IP アドレスの 192.168.1.101 に割り当てるには、以下を実行します。

```
$ oc patch netnamespace project1 --type=merge -p \
  '{"egressIPs": ["192.168.1.100"]}'
$ oc patch netnamespace project2 --type=merge -p \
  '{"egressIPs": ["192.168.1.101"]}'
```



注記

OpenShift SDN は **NetNamespace** オブジェクトを管理するため、既存の **NetNamespace** オブジェクトを変更することによってのみ変更を加えることができます。新規 **NetNamespace** オブジェクトは作成しません。

2. 以下の JSON を使用して、各ホストの **egressCIDRs** パラメーターを設定して egress IP アドレスをホストできるノードを示します。

```
$ oc patch hostsubnet <node_name> --type=merge -p \
  '{
    "egressCIDRs": [
      "<ip_address_range>", "<ip_address_range>"
    ]
  }'
```

ここでは、以下のようになります。

<node_name>

ノード名を指定します。

<ip_address_range>

CIDR 形式の IP アドレス範囲を指定します。**egressCIDRs** 配列に複数のアドレス範囲を指定できます。

たとえば、**node1** および **node2** を、192.168.1.0 から 192.168.1.255 の範囲で egress IP アドレスをホストするように設定するには、以下を実行します。

```
$ oc patch hostsubnet node1 --type=merge -p \
  '{"egressCIDRs": ["192.168.1.0/24"]}'
$ oc patch hostsubnet node2 --type=merge -p \
  '{"egressCIDRs": ["192.168.1.0/24"]}'
```

OpenShift Container Platform はバランスを取りながら特定の egress IP アドレスを利用可能なノードに自動的に割り当てます。この場合、egress IP アドレス 192.168.1.100 を **node1** に、egress IP アドレス 192.168.1.101 を **node2** に割り当て、その逆も行います。

15.2.3. namespace の手動で割り当てられた egress IP アドレスの設定

OpenShift Container Platform で、1 つ以上の egress IP アドレスを namespace に関連付けることができます。

前提条件

- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。

手順

1. 以下の JSON オブジェクトを必要な IP アドレスで指定して、**NetNamespace** オブジェクトを更新します。

```
$ oc patch netnamespace <project_name> --type=merge -p \
```

```
'{
  "egressIPs": [
    "<ip_address>"
  ]
}'
```

ここでは、以下のようになります。

<project_name>

プロジェクトの名前を指定します。

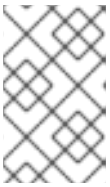
<ip_address>

egressIPs 配列の 1 つ以上の egress IP アドレスを指定します。

たとえば、**project1** プロジェクトを IP アドレス **192.168.1.100** および **192.168.1.101** に割り当てるには、以下を実行します。

```
$ oc patch netnamespace project1 --type=merge \
  -p '{"egressIPs": ["192.168.1.100","192.168.1.101"]}'
```

高可用性を提供するには、**egressIPs** の値を異なるノードの 2 つ以上の IP アドレスに設定します。複数の egress IP アドレスが設定されている場合、Pod はすべての egress IP アドレスをほぼ均等に使用します。



注記

OpenShift SDN は **NetNamespace** オブジェクトを管理するため、既存の **NetNamespace** オブジェクトを変更することによってのみ変更を加えることができます。新規 **NetNamespace** オブジェクトは作成しません。

2. egress IP をノードホストに手動で割り当てます。**egressIPs** パラメーターを、ノードホストの **HostSubnet** オブジェクトに設定します。以下の JSON を使用して、そのノードホストに割り当てる必要のある任意の数の IP アドレスを含めることができます。

```
$ oc patch hostsubnet <node_name> --type=merge -p \
  '{
    "egressIPs": [
      "<ip_address>",
      "<ip_address>"
      ]
  }'
```

ここでは、以下のようになります。

<node_name>

ノード名を指定します。

<ip_address>

IP アドレスを指定します。**egressIPs** 配列に複数の IP アドレスを指定できます。

たとえば、**node1** に Egress IP **192.168.1.100**、 **192.168.1.101**、および **192.168.1.102** が設定されるように指定するには、以下を実行します。

```
$ oc patch hostsubnet node1 --type=merge -p \
  '{"egressIPs": ["192.168.1.100", "192.168.1.101", "192.168.1.102"]}'
```

直前の例では、**project1** のすべての egress トラフィックは、指定された egress IP をホストするノードにルーティングされてから、その IP アドレスに Network Address Translation (NAT) を使用して接続されます。

15.3. プロジェクトの EGRESS ファイアウォールの設定

クラスター管理者は、OpenShift Container Platform クラスター外に出るプロジェクトのプロジェクについて、egress トラフィックを制限する egress ファイアウォールを作成できます。

15.3.1. egress ファイアウォールのプロジェクトでの機能

クラスター管理者は、 **egress ファイアウォール** を使用して、一部またはすべての Pod がクラスター内からアクセスできる外部ホストを制限できます。egress ファイアウォールポリシーは以下のシナリオをサポートします。

- Pod の接続を内部ホストに制限し、パブリックインターネットへの接続を開始できないようにする。
- Pod の接続をパブリックインターネットに制限し、OpenShift Container Platform クラスター外にある内部ホストへの接続を開始できないようにする。
- Pod は OpenShift Container Platform クラスター外の指定された内部サブネットまたはホストにアクセスできません。
- Pod は特定の外部ホストにのみ接続することができます。

たとえば、指定された IP 範囲へのあるプロジェクトへのアクセスを許可する一方で、別のプロジェクトへの同じアクセスを拒否することができます。または、アプリケーション開発者の (Python) pip mirror からの更新を制限したり、更新を承認されたソースからの更新のみに強制的に制限したりすることができます。

EgressNetworkPolicy カスタムリソース (CR) オブジェクトを作成して egress ファイアウォールポリシーを設定します。egress ファイアウォールは、以下のいずれかの基準を満たすネットワークトラフィックと一致します。

- CIDR 形式の IP アドレス範囲。
- IP アドレスに解決する DNS 名

重要

egress ファイアウォールに **0.0.0.0/0** の拒否ルールが含まれる場合、OpenShift Container Platform API サーバーへのアクセスはブロックされます。Pod が OpenShift Container Platform API サーバーへのアクセスを継続できるようにするには、以下の例にあるように API サーバーが egress ファイアウォールルールでリッスンする IP アドレス範囲を含める必要があります。

```
apiVersion: network.openshift.io/v1
kind: EgressNetworkPolicy
metadata:
  name: default
  namespace: <namespace> 1
spec:
  egress:
  - to:
      cidrSelector: <api_server_address_range> 2
    type: Allow
# ...
  - to:
      cidrSelector: 0.0.0.0/0 3
    type: Deny
```

1. egress ファイアウォールの namespace。
2. OpenShift Container Platform API サーバーを含む IP アドレス範囲。
3. グローバル拒否ルールにより、OpenShift Container Platform API サーバーへのアクセスが阻止されます。

API サーバーの IP アドレスを見つけるには、**oc get ep kubernetes -n default** を実行します。

詳細は、BZ#1988324 を参照してください。

重要

egress ファイアウォールを設定するには、ネットワークポリシーまたはマルチテナントモードのいずれかを使用するように OpenShift SDN を設定する必要があります。

ネットワークポリシーモードを使用している場合、egress ファイアウォールは namespace ごとに 1 つのポリシーとのみ互換性を持ち、グローバルプロジェクトなどのネットワークを共有するプロジェクトでは機能しません。

警告

egress ファイアウォールルールは、ルーターを通過するトラフィックには適用されません。ルート CR オブジェクトを作成するパーミッションを持つユーザーは、禁止されている宛先を参照するルートを作成することにより、egress ファイアウォールポリシールールをバイパスできます。

15.3.1.1. egress ファイアウォールの制限

egress ファイアウォールには以下の制限があります。

- いずれのプロジェクトも複数の EgressNetworkPolicy オブジェクトを持つことができません。
- 最大 1,000 のルールを持つ最大 1 つの EgressNetworkPolicy オブジェクトはプロジェクトごとに定義できます。
- **default** プロジェクトは egress ファイアウォールを使用できません。
- マルチテナントモードで OpenShift SDN デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーを使用する場合、以下の制限が適用されます。
  - グローバルプロジェクトは egress ファイアウォールを使用できません。**oc adm pod-network make-projects-global** コマンドを使用して、プロジェクトをグローバルにすることができます。
  - **oc adm pod-network join-projects** コマンドを使用してマージされるプロジェクトでは、結合されたプロジェクトのいずれでも egress ファイアウォールを使用することはできません。

上記の制限のいずれかに違反すると、プロジェクトの egress ファイアウォールに障害が発生し、すべての外部ネットワークトラフィックがドロップされる可能性があります。

egress ファイアウォールリソースは、**kube-node-lease**、**kube-public**、**kube-system**、**openshift**、**openshift-** プロジェクトで作成できます。

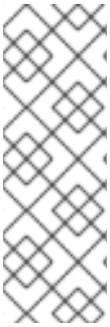
15.3.1.2. egress ポリシールールのマッチング順序

egress ファイアウォールポリシールールは、最初から最後へと定義された順序で評価されます。Pod からの egress 接続に一致する最初のルールが適用されます。この接続では、後続のルールは無視されます。

15.3.1.3. DNS (Domain Name Server) 解決の仕組み

egress ファイアウォールポリシールールのいずれかで DNS 名を使用する場合、ドメイン名の適切な解決には、以下の制限が適用されます。

- ドメイン名の更新は、TTL (Time-to-live) 期間に基づいてポーリングされます。デフォルトの期間は 30 秒です。egress ファイアウォールコントローラーがローカルネームサーバーでドメイン名をクエリーする場合に、応答に 30 秒未満の TTL が含まれる場合は、コントローラーはその期間を返される値に設定します。応答の TTL が 30 分を超える場合、コントローラーは期間を 30 分に設定します。TTL が 30 秒から 30 分の間に設定される場合、コントローラーは値を無視し、期間を 30 秒に設定します。
- Pod は、必要に応じて同じローカルネームサーバーからドメインを解決する必要があります。そうしない場合、egress ファイアウォールコントローラーと Pod によって認識されるドメインの IP アドレスが異なる可能性があります。ホスト名の IP アドレスが異なる場合、egress ファイアウォールは一貫して実行されないことがあります。
- egress ファイアウォールコントローラーおよび Pod は同じローカルネームサーバーを非同期にポーリングするため、Pod は egress コントローラーが実行する前に更新された IP アドレスを取得する可能性があります。これにより、競合状態が生じます。この現時点の制限により、EgressNetworkPolicy オブジェクトのドメイン名の使用は、IP アドレスの変更が頻繁に生じないドメインの場合にのみ推奨されます。



注記

egress ファイアウォールは、DNS 解決用に Pod が置かれるノードの外部インターフェイスに Pod が常にアクセスできるようにします。

ドメイン名を egress ファイアウォールで使用し、DNS 解決がローカルノード上の DNS サーバーによって処理されない場合は、Pod でドメイン名を使用している場合には DNS サーバーの IP アドレスへのアクセスを許可する egress ファイアウォールを追加する必要があります。

15.3.2. EgressNetworkPolicy カスタムリソース (CR) オブジェクト

egress ファイアウォールのルールを 1 つ以上定義できます。ルールは、ルールが適用されるトラフィックを指定して **Allow** ルールまたは **Deny** ルールのいずれかになります。

以下の YAML は EgressNetworkPolicy CR オブジェクトについて説明しています。

EgressNetworkPolicy オブジェクト

```
apiVersion: network.openshift.io/v1
kind: EgressNetworkPolicy
metadata:
  name: <name> 1
spec:
  egress: 2
    ...
```

1 egress ファイアウォールポリシーの名前。

2 以下のセクションで説明されているように、egress ネットワークポリシールールのコレクション。

15.3.2.1. EgressNetworkPolicy ルール

以下の YAML は egress ファイアウォールルールオブジェクトについて説明しています。**egress** スタンザは、単一または複数のオブジェクトの配列を予想します。

Egress ポリシールールのスタンザ

```
egress:
- type: <type> 1
  to: 2
    cidrSelector: <cidr> 3
    dnsName: <dns_name> 4
```

1 ルールのタイプ。値には **Allow** または **Deny** のいずれかを指定する必要があります。

2 egress トラフィックのマッチングルールを記述するスタンザ。ルールの **cidrSelector** フィールドまたは **dnsName** フィールドのいずれかの値。同じルールで両方のフィールドを使用することはできません。

3 CIDR 形式の IP アドレス範囲。

4 ドメイン名。

15.3.2.2. EgressNetworkPolicy CR オブジェクトの例

以下の例では、複数の egress ファイアウォールポリシールールを定義します。

```
apiVersion: network.openshift.io/v1
kind: EgressNetworkPolicy
metadata:
  name: default
spec:
  egress: 1
  - type: Allow
    to:
      cidrSelector: 1.2.3.0/24
  - type: Allow
    to:
      dnsName: www.example.com
  - type: Deny
    to:
      cidrSelector: 0.0.0.0/0
```

1 egress ファイアウォールポリシールールオブジェクトのコレクション。

15.3.3. egress ファイアウォールポリシーオブジェクトの作成

クラスター管理者は、プロジェクトの egress ファイアウォールポリシーオブジェクトを作成できます。

重要

プロジェクトに EgressNetworkPolicy オブジェクトがすでに定義されている場合、既存のポリシーを編集して egress ファイアウォールルールを変更する必要があります。

前提条件

- OpenShift SDN デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダープラグインを使用するクラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスター管理者としてクラスターにログインする必要があります。

手順

1. ポリシールールを作成します。
   a. **<policy_name>.yaml** ファイルを作成します。この場合、**<policy_name>** は egress ポリシールールを記述します。
   b. 作成したファイルで、egress ポリシーオブジェクトを定義します。

2. 以下のコマンドを入力してポリシーオブジェクトを作成します。**<policy_name>** をポリシーの名前に、 **<project>** をルールが適用されるプロジェクトに置き換えます。

```
$ oc create -f <policy_name>.yaml -n <project>
```

以下の例では、新規の EgressNetworkPolicy オブジェクトが **project1** という名前のプロジェクトに作成されます。

```
$ oc create -f default.yaml -n project1
```

出力例

```
egressnetworkpolicy.network.openshift.io/v1 created
```

3. オプション: 後に変更できるように **<policy_name>.yaml** ファイルを保存します。

15.4. プロジェクトの EGRESS ファイアウォールの編集

クラスター管理者は、既存の egress ファイアウォールのネットワークトラフィックルールを変更できます。

15.4.1. EgressNetworkPolicy オブジェクトの表示

クラスターで EgressNetworkPolicy オブジェクトを表示できます。

前提条件

- OpenShift SDN デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダープラグインを使用するクラスター。
- **oc** として知られる OpenShift コマンドラインインターフェイス (CLI) のインストール。
- クラスターにログインすること。

手順

1. オプション: クラスターで定義された EgressNetworkPolicy オブジェクトの名前を表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get egressnetworkpolicy --all-namespaces
```

2. ポリシーを検査するには、以下のコマンドを入力します。**<policy_name>** を検査するポリシーの名前に置き換えます。

```
$ oc describe egressnetworkpolicy <policy_name>
```

出力例

```
Name:  default
Namespace: project1
Created: 20 minutes ago
Labels:  <none>
```

```
Annotations: <none>
Rule:  Allow to 1.2.3.0/24
Rule:  Allow to www.example.com
Rule:  Deny to 0.0.0.0/0
```

15.5. プロジェクトの EGRESS ファイアウォールの編集

クラスター管理者は、既存の egress ファイアウォールのネットワークトラフィックルールを変更できます。

15.5.1. EgressNetworkPolicy オブジェクトの編集

クラスター管理者は、プロジェクトの egress ファイアウォールを更新できます。

前提条件

- OpenShift SDN デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダープラグインを使用するクラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスター管理者としてクラスターにログインする必要があります。

手順

1. プロジェクトの EgressNetworkPolicy オブジェクトの名前を検索します。**<project>** をプロジェクトの名前に置き換えます。

```
$ oc get -n <project> egressnetworkpolicy
```

2. オプション: egress ネットワークファイアウォールの作成時に EgressNetworkPolicy オブジェクトのコピーを保存しなかった場合には、以下のコマンドを入力してコピーを作成します。

```
$ oc get -n <project> egressnetworkpolicy <name> -o yaml > <filename>.yaml
```

<project> をプロジェクトの名前に置き換えます。**<name>** をオブジェクトの名前に置き換えます。**<filename>** をファイルの名前に置き換え、YAML を保存します。

3. ポリシールールに変更を加えたら、以下のコマンドを実行して EgressNetworkPolicy オブジェクトを置き換えます。**<filename>** を、更新された EgressNetworkPolicy オブジェクトを含むファイルの名前に置き換えます。

```
$ oc replace -f <filename>.yaml
```

15.6. プロジェクトからの EGRESS ファイアウォールの削除

クラスター管理者は、プロジェクトから egress ファイアウォールを削除して、OpenShift Container Platform クラスター外に出るプロジェクトからネットワークトラフィックについてのすべての制限を削除できます。

15.6.1. EgressNetworkPolicy オブジェクトの削除

クラスター管理者は、プロジェクトから Egress ファイアウォールを削除できます。

前提条件

- OpenShift SDN デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダープラグインを使用するクラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスター管理者としてクラスターにログインする必要があります。

手順

1. プロジェクトの EgressNetworkPolicy オブジェクトの名前を検索します。**<project>** をプロジェクトの名前に置き換えます。

```
$ oc get -n <project> egressnetworkpolicy
```

2. 以下のコマンドを入力し、EgressNetworkPolicy オブジェクトを削除します。**<project>** をプロジェクトの名前に、 **<name>** をオブジェクトの名前に置き換えます。

```
$ oc delete -n <project> egressnetworkpolicy <name>
```

15.7. EGRESS ルーター POD の使用についての考慮事項

15.7.1. egress ルーター Pod について

OpenShift Container Platform egress ルーター Pod は、他の用途で使用されていないプライベートソース IP アドレスから指定されたリモートサーバーにトラフィックをリダイレクトします。Egress ルーター Pod により、特定の IP アドレスからのアクセスのみを許可するように設定されたサーバーにネットワークトラフィックを送信できます。

注記

egress ルーター Pod はすべての発信接続のために使用されることが意図されていません。多数の egress ルーター Pod を作成することで、ネットワークハードウェアの制限を引き上げられる可能性があります。たとえば、すべてのプロジェクトまたはアプリケーションに egress ルーター Pod を作成すると、ソフトウェアの MAC アドレスのフィルターに戻る前にネットワークインターフェイスが処理できるローカル MAC アドレス数の上限を超えてしまう可能性があります。

重要

egress ルーターイメージには Amazon AWS, Azure Cloud またはレイヤー 2 操作をサポートしないその他のクラウドプラットフォームとの互換性がありません。 それらに macvlan トラフィックとの互換性がないためです。

15.7.1.1. Egress ルーターモード

リダイレクトモード では、egress ルーター Pod は、トラフィックを独自の IP アドレスから 1 つ以上の宛先 IP アドレスにリダイレクトするために **iptables** ルールをセットアップします。予約されたソース IP アドレスを使用する必要のあるクライアント Pod は、宛先 IP に直接接続するのでなく、egress ルーターに接続するように変更される必要があります。

HTTP プロキシーモードでは、egress ルーター Pod はポート **8080** で HTTP プロキシーとして実行され

ます。このモードは、HTTP または HTTPS ベースのサービスと通信するクライアントの場合にのみ機能しますが、通常それらを機能させるのにクライアント Pod への多くの変更は不要です。環境変数を設定することで、数多くのプログラムは HTTP プロキシーを使用するように指示されます。

DNS プロキシーモードでは、egress ルーター Pod は、トラフィックを独自の IP アドレスから 1 つ以上の宛先 IP アドレスに送信する TCP ベースのサービスの DNS プロキシーとして実行されます。予約されたソース IP アドレスを使用するには、クライアント Pod は、宛先 IP アドレスに直接接続するのでなく、egress ルーター Pod に接続するように変更される必要があります。この修正により、外部の宛先でトラフィックが既知のソースから送信されているかのように処理されます。

リダイレクトモードは、HTTP および HTTPS 以外のすべてのサービスで機能します。HTTP および HTTPS サービスの場合は、HTTP プロキシーモードを使用します。IP アドレスまたはドメイン名を持つ TCP ベースのサービスの場合は、DNS プロキシーモードを使用します。

15.7.1.2. egress ルーター Pod の実装

egress ルーター Pod の設定は、初期化コンテナーで実行されます。このコンテナーは特権付きコンテキストで実行され、macvlan インターフェイスを設定して **iptables** ルールを設定できます。初期化コンテナーが **iptables** ルールの設定を終了すると、終了します。次に、egress ルーター Pod はコンテナーを実行して egress ルーターのトラフィックを処理します。使用されるイメージは、egress ルーターモードによって異なります。

環境変数は、egress-router イメージが使用するアドレスを判別します。イメージは macvlan インターフェイスを、 **EGRESS_SOURCE** をその IP アドレスとして使用し、 **EGRESS_GATEWAY** をゲートウェイの IP アドレスとして使用するように設定します。

ネットワークアドレス変換 (NAT) ルールは、TCP ポートまたは UDP ポート上の Pod のクラスター IP アドレスへの接続が **EGRESS_DESTINATION** 変数で指定される IP アドレスの同じポートにリダイレクトされるように設定されます。

クラスター内の一部のノードのみが指定されたソース IP アドレスを要求でき、指定されたゲートウェイを使用できる場合、受け入れ可能なノードを示す **nodeName** または **nodeSelector** を指定することができます。

15.7.1.3. デプロイメントに関する考慮事項

egress ルーター Pod は追加の IP アドレスおよび MAC アドレスをノードのプライマリーネットワークインターフェイスに追加します。その結果、ハイパーバイザーまたはクラウドプロバイダーを、追加のアドレスを許可するように設定する必要がある場合があります。

Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)

OpenShift Container Platform を RHOSP にデプロイする場合、OpenStack 環境の egress ルーター Pod の IP および MAC アドレスからのトラフィックを許可する必要があります。トラフィックを許可しないと、通信は失敗 します。

```
$ openstack port set --allowed-address \
  ip_address=<ip_address>,mac_address=<mac_address> <neutron_port_uuid>
```

Red Hat Virtualization (RHV)

RHV を使用している場合は、仮想インターフェイスカード (vNIC) に **No Network Filter** を選択する必要があります。

VMware vSphere

VMware vSphere を使用している場合は、vSphere 標準スイッチのセキュリティー保護についての VMware ドキュメント を参照してください。vSphere Web クライアントからホストの仮想スイッチを選択して、VMware vSphere デフォルト設定を表示し、変更します。

とくに、以下が有効にされていることを確認します。

- MAC アドレスの変更
- 偽装転送 (Forged Transit)
- 無作為別モード (Promiscuous Mode) 操作

15.7.1.4. フェイルオーバー設定

ダウンタイムを回避するには、以下の例のように **Deployment** リソースで egress ルーター Pod をデプロイできます。サンプルのデプロイメント用に新規 **Service** オブジェクトを作成するには、**oc expose deployment/egress-demo-controller** コマンドを使用します。

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: egress-demo-controller
spec:
  replicas: 1 (1)
  selector:
    matchLabels:
      name: egress-router
  template:
    metadata:
      name: egress-router
      labels:
        name: egress-router
      annotations:
        pod.network.openshift.io/assign-macvlan: "true"
    spec: (2)
      initContainers:
        ...
      containers:
        ...
```

(1) 1 つの Pod のみが指定される egress ソース IP アドレスを使用できるため、レプリカが **1** に設定されていることを確認します。これは、単一コピーのルーターのみがノード実行されることを意味します。

(2) egress ルーター Pod の **Pod** オブジェクトテンプレートを指定します。

15.7.2. 関連情報

- リダイレクトモードでの egress ルーターのデプロイ
- HTTP プロキシーモードでの egress ルーターのデプロイ
- DNS プロキシーモードでの egress ルーターのデプロイ

15.8. リダイレクトモードでの EGRESS ルーター POD のデプロイ

クラスター管理者は、トラフィックを指定された宛先 IP アドレスにリダイレクトするように設定された egress ルーター Pod をデプロイできます。

15.8.1. リダイレクトモードの egress ルーター Pod 仕様

Pod オブジェクトで egress ルーター Pod の設定を定義します。以下の YAML は、リダイレクトモードでの egress ルーター Pod の設定のフィールドについて説明しています。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: egress-1
  labels:
    name: egress-1
  annotations:
    pod.network.openshift.io/assign-macvlan: "true" (1)
spec:
  initContainers:
  - name: egress-router
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-router
    securityContext:
      privileged: true
    env:
    - name: EGRESS_SOURCE (2)
      value: <egress_router>
    - name: EGRESS_GATEWAY (3)
      value: <egress_gateway>
    - name: EGRESS_DESTINATION (4)
      value: <egress_destination>
    - name: EGRESS_ROUTER_MODE
      value: init
  containers:
  - name: egress-router-wait
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-pod
```

(1) このアノテーションは、OpenShift Container Platform に対して、プライマリーネットワークインターフェイスコントローラー (NIC) に macvlan ネットワークインターフェイスを作成し、その macvlan インターフェイスを Pod ネットワークの namespace に移動するよう指示します。引用符を **"true"** 値の周囲に含める必要があります。OpenShift Container Platform が別の NIC インターフェイスに macvlan インターフェイスを作成するには、アノテーションの値をそのインターフェイスの名前に設定します。たとえば、 **eth1** を使用します。

(2) ノードが置かれている物理ネットワークの IP アドレスは egress ルーター Pod で使用するために予約されます。オプション: サブネットの長さ **/24** 接尾辞を組み込み、ローカルサブネットへの適切なルートがセットアップされるようにできます。サブネットの長さを指定しない場合、egress ルーターは **EGRESS_GATEWAY** 変数で指定されたホストにのみアクセスでき、サブネットの他のホストにはアクセスできません。

(3) ノードで使用されるデフォルトゲートウェイと同じ値です。

(4) トラフィックの送信先となる外部サーバー。この例では、Pod の接続は **203.0.113.25** にリダイレクトされます。 ソース IP アドレスは **192.168.12.99** です。

egress ルーター Pod 仕様の例

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: egress-multi
  labels:
    name: egress-multi
  annotations:
    pod.network.openshift.io/assign-macvlan: "true"
spec:
  initContainers:
  - name: egress-router
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-router
    securityContext:
      privileged: true
    env:
    - name: EGRESS_SOURCE
      value: 192.168.12.99/24
    - name: EGRESS_GATEWAY
      value: 192.168.12.1
    - name: EGRESS_DESTINATION
      value: |
        80   tcp 203.0.113.25
        8080 tcp 203.0.113.26 80
        8443 tcp 203.0.113.26 443
        203.0.113.27
    - name: EGRESS_ROUTER_MODE
      value: init
  containers:
  - name: egress-router-wait
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-pod
```

15.8.2. egress 宛先設定形式

egress ルーター Pod がリダイレクトモードでデプロイされる場合、以下のいずれかの形式を使用してリダイレクトルールを指定できます。

- **<port> <protocol> <ip_address>**: 指定される **<port>** への着信接続が指定される **<ip_address>** の同じポートにリダイレクトされます。**<protocol>** は **tcp** または **udp** のいずれかになります。
- **<port> <protocol> <ip_address> <remote_port>**: 接続が **<ip_address>** の別の **<remote_port>** にリダイレクトされるのを除き、上記と同じになります。
- **<ip_address>**: 最後の行が単一 IP アドレスである場合、それ以外のポートの接続はその IP アドレスの対応するポートにリダイレクトされます。フォールバック IP アドレスがない場合、他のポートでの接続は拒否されます。

以下の例では、複数のルールが定義されます。

- 最初の行はローカルポート **80** から **203.0.113.25** のポート **80** にトラフィックをリダイレクトします。

- 2 番目と 3 番目の行では、ローカルポート **8080** および **8443** を、**203.0.113.26** のリモートポート **80** および **443** にリダイレクトします。
- 最後の行は、先のルールで指定されていないポートのトラフィックに一致します。

設定例

```
80   tcp 203.0.113.25
8080 tcp 203.0.113.26 80
8443 tcp 203.0.113.26 443
203.0.113.27
```

15.8.3. リダイレクトモードでの egress ルーター Pod のデプロイ

リダイレクトモードでは、egress ルーター Pod は、トラフィックを独自の IP アドレスから 1 つ以上の宛先 IP アドレスにリダイレクトするために iptables ルールをセットアップします。予約されたソース IP アドレスを使用する必要のあるクライアント Pod は、宛先 IP に直接接続するのでなく、egress ルーターに接続するように変更される必要があります。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. egress ルーター Pod の作成
2. 他の Pod が egress ルーター Pod の IP アドレスを見つられるようにするには、以下の例のように、egress ルーター Pod を参照するサービスを作成します。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: egress-1
spec:
  ports:
  - name: http
    port: 80
  - name: https
    port: 443
  type: ClusterIP
  selector:
    name: egress-1
```

Pod がこのサービスに接続できるようになります。これらの接続は、予約された egress IP アドレスを使用して外部サーバーの対応するポートにリダイレクトされます。

15.8.4. 関連情報

- ConfigMap を使用した egress ルーターの宛先マッピングの設定

15.9. HTTP プロキシーモードでの EGRESS ルーター POD のデプロイ

クラスター管理者は、トラフィックを指定された HTTP および HTTPS ベースのサービスにプロキシーするように設定された egress ルーター Pod をデプロイできます。

15.9.1. HTTP モードの egress ルーター Pod 仕様

Pod オブジェクトで egress ルーター Pod の設定を定義します。以下の YAML は、HTTP モードでの egress ルーター Pod の設定のフィールドについて説明しています。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: egress-1
  labels:
    name: egress-1
  annotations:
    pod.network.openshift.io/assign-macvlan: "true" 1
spec:
  initContainers:
  - name: egress-router
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-router
    securityContext:
      privileged: true
    env:
    - name: EGRESS_SOURCE 2
      value: <egress-router>
    - name: EGRESS_GATEWAY 3
      value: <egress-gateway>
    - name: EGRESS_ROUTER_MODE
      value: http-proxy
  containers:
  - name: egress-router-pod
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-http-proxy
    env:
    - name: EGRESS_HTTP_PROXY_DESTINATION 4
      value: |-
        ...
    ...
```

1 このアノテーションは、OpenShift Container Platform に対して、プライマリーネットワークインターフェイスコントローラー (NIC) に macvlan ネットワークインターフェイスを作成し、その macvlan インターフェイスを Pod ネットワークの namespace に移動するよう指示します。引用符を **"true"** 値の周囲に含める必要があります。OpenShift Container Platform が別の NIC インターフェイスに macvlan インターフェイスを作成するには、アノテーションの値をそのインターフェイスの名前に設定します。たとえば、 **eth1** を使用します。

2 ノードが置かれている物理ネットワークの IP アドレスは egress ルーター Pod で使用するために予約されます。オプション: サブネットの長さ **/24** 接尾辞を組み込み、ローカルサブネットへの適切なルートがセットアップされるようにできます。サブネットの長さを指定しない場合、egress ルーターは **EGRESS_GATEWAY** 変数で指定されたホストにのみアクセスでき、サブネットの他のホストにはアクセスできません。

3 ノードで使用されるデフォルトゲートウェイと同じ値です。

4 プロキシーの設定方法を指定する文字列または YAML の複数行文字列です。これは、init コンテナーの他の環境変数ではなく、HTTP プロキシーコンテナーの環境変数として指定されることに注意してください。

息してください。

15.9.2. egress 宛先設定形式

egress ルーター Pod が HTTP プロキシーモードでデプロイされる場合、以下の形式のいずれかを使用してリダイレクトルールを指定できます。これはすべてのリモート宛先への接続を許可することを意味します。 設定の各行には、許可または拒否する接続の 1 つのグループを指定します。

- IP アドレス (例: **192.168.1.1**) は該当する IP アドレスへの接続を許可します。
- CIDR 範囲 (例: **192.168.1.0/24**) は CIDR 範囲への接続を許可します。
- ホスト名 (例: **www.example.com**) は該当ホストへのプロキシーを許可します。
- ***.** が前に付けられているドメイン名 (例: ***.example.com**) は該当ドメインおよびそのサブドメインのすべてへのプロキシーを許可します。
- 先の一致 (match) 式のいずれかの後に来る **!** は接続を拒否します。
- 最後の行が * の場合、明示的に拒否されていないすべてのものが許可されます。それ以外の場合、許可されないすべてのものが拒否されます。

* を使用してすべてのリモート宛先への接続を許可することもできます。

設定例

```
!*.example.com
!192.168.1.0/24
192.168.2.1
*
```

15.9.3. HTTP プロキシーモードでの egress ルーター Pod のデプロイ

HTTP プロキシーモードでは、egress ルーター Pod はポート **8080** で HTTP プロキシーとして実行されます。このモードは、HTTP または HTTPS ベースのサービスと通信するクライアントの場合にのみ機能しますが、通常それらを機能させるのにクライアント Pod への多くの変更は不要です。環境変数を設定することで、数多くのプログラムは HTTP プロキシーを使用するように指示されます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. egress ルーター Pod の作成
2. 他の Pod が egress ルーター Pod の IP アドレスを見つられるようにするには、以下の例のように、egress ルーター Pod を参照するサービスを作成します。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
```

```
  name: egress-1
spec:
  ports:
  - name: http-proxy
    port: 8080 (1)
  type: ClusterIP
  selector:
    name: egress-1
```

(1) **http** ポートが常に **8080** に設定されていることを確認します。

3. **http_proxy** または **https_proxy** 変数を設定して、クライアント Pod (egress プロキシー Pod ではない) を HTTP プロキシーを使用するように設定します。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: app-1
  labels:
    name: app-1
spec:
  containers:
    env:
    - name: http_proxy
      value: http://egress-1:8080/ (1)
    - name: https_proxy
      value: http://egress-1:8080/
    ...
```

(1) 先の手順で作成したサービス。

注記

すべてのセットアップに **http_proxy** および **https_proxy** 環境変数が必要になる訳ではありません。上記を実行しても作業用セットアップが作成されない場合は、Pod で実行しているツールまたはソフトウェアについてのドキュメントを参照してください。

15.9.4. 関連情報

- ConfigMap を使用した egress ルーターの宛先マッピングの設定

15.10. DNS プロキシーモードでの EGRESS ルーター POD のデプロイ

クラスター管理者は、トラフィックを指定された DNS 名および IP アドレスにプロキシーするように設定された egress ルーター Pod をデプロイできます。

15.10.1. DNS モードの egress ルーター Pod 仕様

Pod オブジェクトで egress ルーター Pod の設定を定義します。以下の YAML は、DNS モードでの egress ルーター Pod の設定のフィールドについて説明しています。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: egress-1
  labels:
    name: egress-1
  annotations:
    pod.network.openshift.io/assign-macvlan: "true" (1)
spec:
  initContainers:
  - name: egress-router
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-router
    securityContext:
      privileged: true
    env:
    - name: EGRESS_SOURCE (2)
      value: <egress-router>
    - name: EGRESS_GATEWAY (3)
      value: <egress-gateway>
    - name: EGRESS_ROUTER_MODE
      value: dns-proxy
  containers:
  - name: egress-router-pod
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-dns-proxy
    securityContext:
      privileged: true
    env:
    - name: EGRESS_DNS_PROXY_DESTINATION (4)
      value: |-
        ...
    - name: EGRESS_DNS_PROXY_DEBUG (5)
      value: "1"
    ...
```

(1) このアノテーションは、OpenShift Container Platform に対して、プライマリーネットワークインターフェイスコントローラー (NIC) に macvlan ネットワークインターフェイスを作成し、その macvlan インターフェイスを Pod ネットワークの namespace に移動するよう指示します。引用符を **"true"** 値の周囲に含める必要があります。OpenShift Container Platform が別の NIC インターフェイスに macvlan インターフェイスを作成するには、アノテーションの値をそのインターフェイスの名前に設定します。たとえば、 **eth1** を使用します。

(2) ノードが置かれている物理ネットワークの IP アドレスは egress ルーター Pod で使用するために予約されます。オプション: サブネットの長さ **/24** 接尾辞を組み込み、ローカルサブネットへの適切なルートがセットアップされるようにできます。サブネットの長さを指定しない場合、egress ルーターは **EGRESS_GATEWAY** 変数で指定されたホストにのみアクセスでき、サブネットの他のホストにはアクセスできません。

(3) ノードで使用されるデフォルトゲートウェイと同じ値です。

(4) 1 つ以上のプロキシー宛先の一覧を指定します。

(5) オプション: DNS プロキシーログ出力を **stdout** に出力するために指定します。

15.10.2. egress 宛先設定形式

ルーターが DNS プロキシーモードでデプロイされる場合、ポートおよび宛先マッピングの一覧を指定します。宛先には、IP アドレスまたは DNS 名のいずれかを使用できます。

egress ルーター Pod は、ポートおよび宛先マッピングを指定するために以下の形式をサポートします。

ポートおよびリモートアドレス

送信元ポートおよび宛先ホストは、2 つのフィールド形式 (**<port> <remote_address>**) を使用して指定できます。

ホストには、IP アドレスまたは DNS 名を指定できます。DNS 名を指定すると、DNS 解決が起動時に行われます。特定のホストについては、プロキシーは、宛先ホスト IP アドレスへの接続時に、宛先ホストの指定された送信元ポートに接続されます。

ポートとリモートアドレスペアの例

```
80 172.16.12.11
100 example.com
```

ポート、リモートアドレス、およびリモートポート

送信元ポート、宛先ホスト、および宛先ポートは、**<port> <remote_address> <remote_port>** の 3 つのフィールドからなる形式を使用して指定できます。

3 つのフィールド形式は、2 つのフィールドバージョンと同じように動作しますが、宛先ポートが送信元ポートとは異なる場合があります。

ポート、リモートアドレス、およびリモートポートの例

```
8080 192.168.60.252 80
8443 web.example.com 443
```

15.10.3. DNS プロキシーモードでの egress ルーター Pod のデプロイ

DNS プロキシーモードでは、egress ルーター Pod は、トラフィックを独自の IP アドレスから 1 つ以上の宛先 IP アドレスに送信する TCP ベースのサービスの DNS プロキシーとして機能します。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. egress ルーター Pod の作成
2. egress ルーター Pod のサービスを作成します。
   a. 以下の YAML 定義が含まれる **egress-router-service.yaml** という名前のファイルを作成します。**spec.ports** を、 **EGRESS_DNS_PROXY_DESTINATION** 環境変数に先に定義したポートの一覧に設定します。

```
apiVersion: v1
kind: Service
```

```
  metadata:
    name: egress-dns-svc
  spec:
    ports:
      ...
    type: ClusterIP
    selector:
      name: egress-dns-proxy
```

以下に例を示します。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: egress-dns-svc
spec:
  ports:
  - name: con1
    protocol: TCP
    port: 80
    targetPort: 80
  - name: con2
    protocol: TCP
    port: 100
    targetPort: 100
  type: ClusterIP
  selector:
    name: egress-dns-proxy
```

b. サービスを作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc create -f egress-router-service.yaml
```

Pod がこのサービスに接続できるようになります。これらの接続は、予約された egress IP アドレスを使用して外部サーバーの対応するポートにプロキシー送信されます。

15.10.4. 関連情報

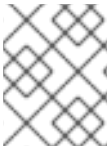
- ConfigMap を使用した egress ルーターの宛先マッピングの設定

15.11. 設定マップからの EGRESS ルーター POD 宛先一覧の設定

クラスター管理者は、egress ルーター Pod の宛先マッピングを指定する **ConfigMap** オブジェクトを定義できます。設定の特定の形式は、egress ルーター Pod のタイプによって異なります。形式についての詳細は、特定の egress ルーター Pod のドキュメントを参照してください。

15.11.1. 設定マップを使用した egress ルーター宛先マッピングの設定

宛先マッピングのセットのサイズが大きいか、またはこれが頻繁に変更される場合、設定マップを使用して一覧を外部で維持できます。この方法の利点は、設定マップを編集するパーミッションを **cluster-admin** 権限を持たないユーザーに委任できることです。egress ルーター Pod には特権付きコンテナーを必要とするため、**cluster-admin** 権限を持たないユーザーは Pod 定義を直接編集することはできません。



注記

egress ルーター Pod は、設定マップが変更されても自動的に更新されません。更新を取得するには、egress ルーター Pod を再起動する必要があります。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. 以下の例のように、egress ルーター Pod のマッピングデータが含まれるファイルを作成します。

```
# Egress routes for Project "Test", version 3

80   tcp 203.0.113.25

8080 tcp 203.0.113.26 80
8443 tcp 203.0.113.26 443

# Fallback
203.0.113.27
```

   空の行とコメントをこのファイルに追加できます。

2. このファイルから **ConfigMap** オブジェクトを作成します。

```
$ oc delete configmap egress-routes --ignore-not-found
```

```
$ oc create configmap egress-routes \
  --from-file=destination=my-egress-destination.txt
```

   直前のコマンドで、**egress-routes** 値は、作成する **ConfigMap** オブジェクトの名前で、 **my-egress-destination.txt** はデータの読み取り元のファイルの名前です。

ヒント

または、以下の YAML を適用して設定マップを作成できます。

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: egress-routes
data:
  destination: |
    # Egress routes for Project "Test", version 3

    80   tcp 203.0.113.25

    8080 tcp 203.0.113.26 80
    8443 tcp 203.0.113.26 443

    # Fallback
    203.0.113.27
```

3. egress ルーター Pod 定義を作成し、environment スタンザの **EGRESS_DESTINATION** フィールドに **configMapKeyRef** スタンザを指定します。

```
...
env:
- name: EGRESS_DESTINATION
  valueFrom:
    configMapKeyRef:
      name: egress-routes
      key: destination
...
```

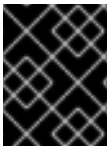
15.11.2. 関連情報

- リダイレクトモード
- HTTP_PROXY
- DNS プロキシーモード

15.12. プロジェクトのマルチキャストの有効化

15.12.1. マルチキャストについて

IP マルチキャストを使用すると、データが多数の IP アドレスに同時に配信されます。



重要

現時点で、マルチキャストは低帯域幅の調整またはサービスの検出での使用に最も適しており、高帯域幅のソリューションとしては適していません。

OpenShift Container Platform の Pod 間のマルチキャストトラフィックはデフォルトで無効にされます。OpenShift SDN デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーを使用している場合、プロジェクトごとにマルチキャストを有効にできます。

networkpolicy 分離モードで OpenShift SDN ネットワークプラグインを使用する場合は、以下を行います。

- Pod によって送信されるマルチキャストパケットは、 **NetworkPolicy** オブジェクトに関係なく、プロジェクトの他のすべての Pod に送信されます。Pod はユニキャストで通信できない場合でもマルチキャストで通信できます。
- 1 つのプロジェクトの Pod によって送信されるマルチキャストパケットは、**NetworkPolicy** オブジェクトがプロジェクト間の通信を許可する場合であっても、それ以外のプロジェクトの Pod に送信されることはありません。

multinenant 分離モードで OpenShift SDN ネットワークプラグインを使用する場合は、以下を行います。

- Pod で送信されるマルチキャストパケットはプロジェクトにあるその他の全 Pod に送信されます。
- あるプロジェクトの Pod によって送信されるマルチキャストパケットは、各プロジェクトが結合し、マルチキャストが結合した各プロジェクトで有効にされている場合にのみ、他のプロジェクトの Pod に送信されます。

15.12.2. Pod 間のマルチキャストの有効化

プロジェクトの Pod でマルチキャストを有効にすることができます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにログインする必要があります。

手順

- 以下のコマンドを実行し、プロジェクトのマルチキャストを有効にします。**<namespace>** を、マルチキャストを有効にする必要のある namespace に置き換えます。

```
$ oc annotate netnamespace <namespace> \
    netnamespace.network.openshift.io/multicast-enabled=true
```

検証

マルチキャストがプロジェクトについて有効にされていることを確認するには、以下の手順を実行します。

1. 現在のプロジェクトを、マルチキャストを有効にしたプロジェクトに切り替えます。**<project>** をプロジェクト名に置き換えます。

```
$ oc project <project>
```

2. マルチキャストレシーバーとして機能する Pod を作成します。

```
$ cat <<EOF| oc create -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: mlistener
  labels:
    app: multicast-verify
spec:
  containers:
    - name: mlistener
      image: registry.access.redhat.com/ubi8
      command: ["/bin/sh", "-c"]
      args:
        ["dnf -y install socat hostname && sleep inf"]
      ports:
        - containerPort: 30102
          name: mlistener
          protocol: UDP
EOF
```

3. マルチキャストセンダーとして機能する Pod を作成します。

```
$ cat <<EOF| oc create -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: msender
  labels:
    app: multicast-verify
spec:
  containers:
    - name: msender
      image: registry.access.redhat.com/ubi8
      command: ["/bin/sh", "-c"]
      args:
        ["dnf -y install socat && sleep inf"]
EOF
```

4. 新しいターミナルウィンドウまたはタブで、マルチキャストリスナーを起動します。

    a. Pod の IP アドレスを取得します。

    ```
    $ POD_IP=$(oc get pods mlistener -o jsonpath='{.status.podIP}')
    ```

    b. 次のコマンドを入力して、マルチキャストリスナーを起動します。

    ```
    $ oc exec mlistener -i -t -- \
        socat UDP4-RECVFROM:30102,ip-add-membership=224.1.0.1:$POD_IP,fork
    EXEC:hostname
    ```

5. マルチキャストトランスミッターを開始します。

    a. Pod ネットワーク IP アドレス範囲を取得します。

```
$ CIDR=$(oc get Network.config.openshift.io cluster \
    -o jsonpath='{.status.clusterNetwork[0].cidr}')
```

b. マルチキャストメッセージを送信するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc exec msender -i -t -- \
    /bin/bash -c "echo | socat STDIO UDP4-
DATAGRAM:224.1.0.1:30102,range=$CIDR,ip-multicast-ttl=64"
```

マルチキャストが機能している場合、直前のコマンドは以下の出力を返します。

```
mlistener
```

15.13. プロジェクトのマルチキャストの無効化

15.13.1. Pod 間のマルチキャストの無効化

プロジェクトの Pod でマルチキャストを無効にすることができます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにログインする必要があります。

手順

- 以下のコマンドを実行して、マルチキャストを無効にします。

```
$ oc annotate netnamespace <namespace> \ 1
    netnamespace.network.openshift.io/multicast-enabled-
```

1 マルチキャストを無効にする必要のあるプロジェクトの **namespace**。

15.14. OPENSHIFT SDN を使用したネットワーク分離の設定

クラスターが OpenShift SDN CNI プラグインのマルチテナント分離モードを使用するように設定されている場合、各プロジェクトはデフォルトで分離されます。ネットワークトラフィックは、マルチテナント分離モードでは、異なるプロジェクトの Pod およびサービス間で許可されません。

プロジェクトのマルチテナント分離の動作を 2 つの方法で変更することができます。

- 1 つ以上のプロジェクトを結合し、複数の異なるプロジェクトの Pod とサービス間のネットワークトラフィックを可能にします。
- プロジェクトのネットワーク分離を無効にできます。これはグローバルにアクセスできるようになり、他のすべてのプロジェクトの Pod およびサービスからのネットワークトラフィックを受け入れます。グローバルにアクセス可能なプロジェクトは、他のすべてのプロジェクトの Pod およびサービスにアクセスできます。

15.14.1. 前提条件

- クラスターは、マルチテナント分離ノードで OpenShift SDN Container Network Interface (CNI) プラグインを使用するように設定されている必要があります。

15.14.2. プロジェクトの結合

2 つ以上のプロジェクトを結合し、複数の異なるプロジェクトの Pod とサービス間のネットワークトラフィックを可能にします。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにログインする必要があります。

手順

1. 以下のコマンドを使用して、プロジェクトを既存のプロジェクトネットワークに参加させます。

```
$ oc adm pod-network join-projects --to=<project1> <project2> <project3>
```

   または、特定のプロジェクト名を指定する代わりに **--selector=<project_selector>** オプションを使用し、関連付けられたラベルに基づいてプロジェクトを指定できます。

2. オプション: 以下のコマンドを実行し、結合した Pod ネットワークを表示します。

```
$ oc get netnamespaces
```

   同じ Pod ネットワークのプロジェクトには、**NETID** 列に同じネットワーク ID があります。

15.14.3. プロジェクトの分離

他のプロジェクトの Pod およびサービスがその Pod およびサービスにアクセスできないようにするためにプロジェクトを分離することができます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにログインする必要があります。

手順

- クラスターのプロジェクトを分離するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc adm pod-network isolate-projects <project1> <project2>
```

  または、特定のプロジェクト名を指定する代わりに **--selector=<project_selector>** オプションを使用し、関連付けられたラベルに基づいてプロジェクトを指定できます。

15.14.4. プロジェクトのネットワーク分離の無効化

プロジェクトのネットワーク分離を無効にできます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにログインする必要があります。

手順

- プロジェクトの以下のコマンドを実行します。

```
$ oc adm pod-network make-projects-global <project1> <project2>
```

  または、特定のプロジェクト名を指定する代わりに **--selector=<project_selector>** オプションを使用し、関連付けられたラベルに基づいてプロジェクトを指定できます。

15.15. KUBE-PROXY の設定

Kubernetes メットワークプロキシー (kube-proxy) は各ノードで実行され、Cluster Network Operator (CNO) で管理されます。kube-proxy は、サービスに関連付けられたエンドポイントの接続を転送するためのネットワークルールを維持します。

15.15.1. iptables ルールの同期について

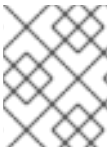
同期の期間は、Kubernetes ネットワークプロキシー (kube-proxy) がノードで iptables ルールを同期する頻度を定めます。

同期は、以下のイベントのいずれかが生じる場合に開始します。

- サービスまたはエンドポイントのクラスターへの追加、またはクラスターからの削除などのイベントが発生する。
- 最後の同期以後の時間が kube-proxy に定義される同期期間を超過している。

15.15.2. kube-proxy 設定パラメーター

以下の **kubeProxyConfig** パラメーターを変更することができます。



注記

OpenShift Container Platform 4.3 以降で強化されたパフォーマンスの向上により、**iptablesSyncPeriod** パラメーターを調整する必要はなくなりました。

表15.2 パラメーター

パラメーター	説明	値	デフォルト
iptablesSyncPeriod	**iptables** ルールの更新期間。	**30s** または **2m** などの期間。有効な接尾辞には、**s**、**m**、および **h** などが含まれ、これらについては、Go Package time ドキュメントで説明されています。	**30s**

パラメーター	説明	値	デフォルト
proxyArguments.iptables-min-sync-period	**iptables** ルールを更新する前の最小期間。このパラメーターにより、更新の頻度が高くなり過ぎないようにできます。デフォルトでは、**iptables** ルールに影響する変更が生じるとすぐに、更新が開始されます。	**30s** または **2m** などの期間。有効な接尾辞には、**s**、**m**、および **h** が含まれ、これらについては、Go Package time で説明されています。	**0s**

15.15.3. kube-proxy 設定の変化

クラスターの Kubernetes ネットワークプロキシー設定を変更することができます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールで実行中のクラスターにログインします。

手順

1. 以下のコマンドを実行して、**Network.operator.openshift.io** カスタムリソース (CR) を編集します。

```
$ oc edit network.operator.openshift.io cluster
```

2. 以下のサンプル CR のように、kube-proxy 設定への変更内容で、CR の **kubeProxyConfig** パラメーターを変更します。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  kubeProxyConfig:
    iptablesSyncPeriod: 30s
    proxyArguments:
      iptables-min-sync-period: ["30s"]
```

3. ファイルを保存し、テキストエディターを編集します。
構文は、ファイルを保存し、エディターを終了する際に **oc** コマンドによって検証されます。
変更内容に構文エラーが含まれる場合、エディターはファイルを開き、エラーメッセージを表示します。

4. 以下のコマンドを実行して、設定の更新を確認します。

```
$ oc get networks.operator.openshift.io -o yaml
```

出力例

```
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: operator.openshift.io/v1
  kind: Network
  metadata:
    name: cluster
  spec:
    clusterNetwork:
    - cidr: 10.128.0.0/14
      hostPrefix: 23
    defaultNetwork:
      type: OpenShiftSDN
    kubeProxyConfig:
      iptablesSyncPeriod: 30s
      proxyArguments:
        iptables-min-sync-period:
        - 30s
    serviceNetwork:
    - 172.30.0.0/16
  status: {}
kind: List
```

5. オプション: 以下のコマンドを実行し、Cluster Network Operator が設定変更を受け入れていることを確認します。

```
$ oc get clusteroperator network
```

出力例

```
NAME      VERSION     AVAILABLE   PROGRESSING   DEGRADED   SINCE
network   4.1.0-0.9   True        False         False      1m
```

設定の更新が正常に適用されると、**AVAILABLE** フィールドが **True** になります。

第16章 OVN-KUBERNETES デフォルト CNI ネットワークプロバイダー

16.1. OVN-KUBERNETES デフォルト CONTAINER NETWORK INTERFACE (CNI) ネットワークプロバイダーについて

OpenShift Container Platform クラスターは、Pod およびサービスネットワークに仮想化ネットワークを使用します。OVN-Kubernetes Container Network Interface (CNI) プラグインは、デフォルトのクラスターネットワークのネットワークプロバイダーです。OVN-Kubernetes は Open Virtual Network (OVN) をベースとしており、オーバーレイベースのネットワーク実装を提供します。OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダーを使用するクラスターは、各ノードで Open vSwitch (OVS) も実行します。OVN は、宣言ネットワーク設定を実装するように各ノードで OVS を設定します。

16.1.1. OVN-Kubernetes の機能

OVN-Kubernetes Container Network Interface (CNI) クラスターネットワークプロバイダーは、以下の機能を実装します。

- Open Virtual Network (OVN) を使用してネットワークトラフィックフローを管理します。OVN はコミュニティーで開発され、ベンダーに依存しないネットワーク仮想化ソリューションです。
- ingress および egress ルールを含む Kubernetes ネットワークポリシーのサポートを実装します。
- ノード間にオーバーレイネットワークを作成するには、VXLAN ではなく GENEVE (Generic Network Virtualization Encapsulation) プロトコルを使用します。

16.1.2. サポートされるデフォルトの CNI ネットワークプロバイダー機能マトリクス

OpenShift Container Platform は、OpenShift SDN と OVN-Kubernetes の 2 つのサポート対象のオプションをデフォルトの Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーに提供します。以下の表は、両方のネットワークプロバイダーの現在の機能サポートをまとめたものです。

表16.1 デフォルトの CNI ネットワークプロバイダー機能の比較

機能	OVN-Kubernetes	OpenShift SDN
Egress IP	サポート対象	サポート対象
Egress ファイアウォール [1]	サポート対象	サポート対象
Egress ルーター	サポート対象 [2]	サポート対象
IPsec 暗号化	サポート対象	サポート対象外
IPv6	サポート対象 [3]	サポート対象外
Kubernetes ネットワークポリシー	サポート対象	一部サポート対象 [4]

機能	OVN-Kubernetes	OpenShift SDN
Kubernetes ネットワークポリシーログ	サポート対象	サポート対象外
マルチキャスト	サポート対象	サポート対象

1. egress ファイアウォールは、OpenShift SDN では egress ネットワークポリシーとしても知られています。これはネットワークポリシーの egress とは異なります。
2. OVN-Kubernetes の egress ルーターはリダイレクトモードのみをサポートします。
3. IPv6 はベアメタルクラスターでのみサポートされます。
4. OpenShift SDN のネットワークポリシーは、egress ルールおよび一部の **ipBlock** ルールをサポートしません。

16.1.3. OVN-Kubernetes の制限

OVN-Kubernetes Container Network Interface (CNI) クラスターネットワークプロバイダーには以下の制限があります。

- OVN-Kubernetes には、Kubernetes サービスの外部トラフィックポリシーまたは内部トラフィックポリシーを **local** に設定するサポートはありません。デフォルト値は **cluster** で、両方のパラメーターでサポートされます。この制限は、**LoadBalancer** タイプ、**NodePort** タイプのサービスを追加するか、外部 IP でサービスを追加する際に影響を受ける可能性があります。
- **sessionAffinityConfig.clientIP.timeoutSeconds** サービスは、OpenShift OVN 環境では効果がありませんが、OpenShiftSDN 環境では効果があります。この非互換性により、OpenShiftSDN から OVN への移行が困難になる可能性があります。
- デュアルスタックネットワークに設定されたクラスターでは、IPv4 と IPv6 の両方のトラフィックがデフォルトゲートウェイとして同じネットワークインターフェイスを使用する必要があります。この要件が満たされない場合には、**ovnkube-node** デーモンセットのホストにある Pod は、**CrashLoopBackOff** 状態になります。**oc get pod -n openshift-ovn-kubernetes -l app=ovnkube-node -o yaml** のようなコマンドで Pod を表示すると、以下の出力のように、**status** フィールドにデフォルトゲートウェイに関する複数のメッセージが表示されます。

  ```
  I1006 16:09:50.985852   60651 helper_linux.go:73] Found default gateway interface br-ex 192.168.127.1
  I1006 16:09:50.985923   60651 helper_linux.go:73] Found default gateway interface ens4 fe80::5054:ff:febe:bcd4
  F1006 16:09:50.985939   60651 ovnkube.go:130] multiple gateway interfaces detected: br-ex ens4
  ```

  唯一の解決策は、両方の IP ファミリーがデフォルトゲートウェイに同じネットワークインターフェイスを使用するように、ホストネットワークを再設定することです。
- デュアルスタックネットワーク用に設定されたクラスターの場合、IPv4 と IPv6 の両方のルーティングテーブルにデフォルトゲートウェイが含まれている必要があります。この要件が満たされない場合には、**ovnkube-node** デーモンセットのホストにある Pod は、**CrashLoopBackOff** 状態になります。**oc get pod -n openshift-ovn-kubernetes -l app=ovnkube-node -o yaml** のようなコマンドで Pod を表示すると、以下の出力のように、**status** フィールドにデフォルトゲートウェイに関する複数のメッセージが表示されます。

```
I0512 19:07:17.589083  108432 helper_linux.go:74] Found default gateway interface br-ex
192.168.123.1
F0512 19:07:17.589141  108432 ovnkube.go:133] failed to get default gateway interface
```

唯一の解決策として、両方の IP ファミリーにデフォルトゲートウェイが含まれるようにホストネットワークを再設定できます。

関連情報

- プロジェクトの egress ファイアウォールの設定
- ネットワークポリシーについて
- ネットワークポリシーイベントのロギング
- プロジェクトのマルチキャストの有効化
- IPsec 暗号化の設定
- Network [operator.openshift.io/v1]

16.2. OPENSHIFT SDN クラスターネットワークプロバイダーからの移行

クラスター管理者は、OpenShift SDN CNI クラスターネットワークプロバイダーから OVN-Kubernetes Container Network Interface(CNI) クラスターネットワークプロバイダーに移行できます。

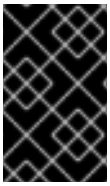
OVN-Kubernetes についての詳細は、OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダーについて を参照してください。

16.2.1. OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダーへの移行

OVN-Kubernetes Container Network Interface (CNI) クラスターネットワークプロバイダーへの移行は、クラスターに到達できなくなるダウンタイムも含まれる手動プロセスです。ロールバック手順が提供されますが、移行は一方向プロセスとなることが意図されています。

OVN-Kubernetes クラスターネットワークプロバイダーへの移行は、以下のプラットフォームでサポートされます。

- ベアメタルハードウェア
- Amazon Web Services (AWS)
- Google Cloud Platform (GCP)
- Microsoft Azure
- Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)
- Red Hat Virtualization (RHV)
- VMware vSphere



重要

OVN-Kubernetes ネットワークプラグインとの間の移行は、OpenShift Dedicated や Red Hat OpenShift Service on AWS (ROSA) などのマネージド OpenShift クラウドサービスではサポートされていません。

16.2.1.1. OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダーへの移行についての考慮点

OpenShift Container Platform クラスターに 150 を超えるノードがある場合は、OVN-Kubernetes ネットワークプラグインへの移行について相談するサポートケースを開きます。

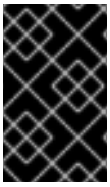
ノードに割り当てられたサブネット、および個々の Pod に割り当てられた IP アドレスは、移行時に保持されません。

OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダーは OpenShift SDN ネットワークプロバイダーに存在する多くの機能を実装しますが、設定は同じではありません。

- クラスターが以下の OpenShift SDN 機能のいずれかを使用する場合、OVN-Kubernetes で同じ機能を手動で設定する必要があります。
  - namespace の分離
  - Egress IP アドレス
  - Egress ネットワークポリシー
  - Egress ルーター Pod
  - マルチキャスト
- クラスターが **100.64.0.0/16** IP アドレス範囲の一部を使用する場合、この IP アドレス範囲は内部で使用されるため、OVN-Kubernetes に移行することはできません。

以下のセクションでは、OVN-Kubernetes と OpenShift SDN の上記の機能間の設定の違いについて説明します。

namespace の分離
OVN-Kubernetes はネットワークポリシーの分離モードのみをサポートします。



重要

クラスターがマルチテナントまたはサブネットの分離モードのいずれかで設定された OpenShift SDN を使用する場合、OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダーに移行することはできません。

Egress IP アドレス
OVN-Kubernetes と OpenShift SDN との間に egress IP アドレスを設定する際の相違点は、以下の表で説明されています。

表16.2 egress IP アドレス設定の違い

OVN-Kubernetes	OpenShift SDN
• **EgressIPs** オブジェクトを作成します。 • アノテーションを **Node** オブジェクトに追加します。	• **NetNamespace** オブジェクトにパッチを適用します。 • **HostSubnet** オブジェクトにパッチを適用します。

OVN-Kubernetes で egress IP アドレスを使用する方法についての詳細は、egress IP アドレスの設定について参照してください。

Egress ネットワークポリシー
OVN-Kubernetes と OpenShift SDN との間に egress ファイアウォールとしても知られる egress ネットワークポリシーの設定についての相違点は、以下の表に記載されています。

表16.3 egress ネットワークポリシー設定の相違点

OVN-Kubernetes	OpenShift SDN
• **EgressFirewall** オブジェクトを namespace に作成します。	• **EgressNetworkPolicy** オブジェクトを namespace に作成します。

OVN-Kubernetes で egress ファイアウォールを使用する方法についての詳細は、プロジェクトの egress ファイアウォールの設定について参照してください。

Egress ルーター Pod
OVN-Kubernetes は、リダイレクトモードで Egress ルーター Pod をサポートします。OVN-Kubernetes は、HTTP プロキシーモードまたは DNS プロキシーモードでは Egress ルーター Pod をサポートしません。

Cluster Network Operator で Egress ルーターをデプロイする場合、ノードセレクターを指定して、Egress ルーター Pod のホストに使用するノードを制御することはできません。

マルチキャスト
OVN-Kubernetes と OpenShift SDN でマルチキャストトラフィックを有効にする方法についての相違点は、以下の表で説明されています。

表16.4 マルチキャスト設定の相違点

OVN-Kubernetes	OpenShift SDN
• アノテーションを **Namespace** オブジェクトに追加します。	• アノテーションを **NetNamespace** オブジェクトに追加します。

OVN-Kubernetes でのマルチキャストの使用についての詳細は、プロジェクトのマルチキャストの有効化を参照してください。

ネットワークポリシー

OVN-Kubernetes は、**networking.k8s.io/v1** API グループで Kubernetes **NetworkPolicy** API を完全にサポートします。OpenShift SDN から移行する際に、ネットワークポリシーで変更を加える必要はありません。

16.2.1.2. 移行プロセスの仕組み

以下の表は、プロセスのユーザーが開始する手順と、移行が応答として実行するアクション間を区分して移行プロセスを要約しています。

表16.5 OpenShift SDN から OVN-Kubernetes への移行

ユーザー起動の手順	移行アクティビティー
cluster という名前の **Network.operator.openshift.io** カスタムリソース (CR) の **migration** フィールドを **OVNKubernetes** に設定します。**migration** フィールドを値に設定する前に **null** であることを確認します。	Cluster Network Operator (CNO) **cluster** という名前の **Network.config.openshift.io** CR のステータスを更新します。 Machine Config Operator (MCO) OVN-Kubernetes に必要な systemd 設定への更新をロールアウトします。MCO はデフォルトで 1 度にプールごとに単一のマシンを更新します。これにより、移行にかかる合計時間がクラスターのサイズと共に増加します。
Network.config.openshift.io CR の **networkType** フィールドを更新します。	CNO 以下のアクションを実行します。 ● OpenShift SDN コントロールプレーン Pod を破棄します。 ● OVN-Kubernetes コントロールプレーン Pod をデプロイします。 ● 新しいクラスターネットワークプロバイダーを反映するように Multus オブジェクトを更新します。
クラスターの各ノードを再起動します。	Cluster ノードの再起動時に、クラスターは OVN-Kubernetes クラスターネットワークの Pod に IP アドレスを割り当てます。

OpenShift SDN へのロールバックが必要な場合、以下の表がプロセスについて説明します。

表16.6 OpenShift SDN へのロールバックの実行

ユーザー起動の手順	移行アクティビティー
MCO を一時停止し、移行が中断されないようにします。	MCO が停止します。

ユーザー起動の手順	移行アクティビティー
cluster という名前の **Network.operator.openshift.io** カスタムリソース (CR) の **migration** フィールドを **OpenShiftSDN** に設定します。**migration** フィールドを値に設定する前に **null** であることを確認します。	CNO **cluster** という名前の **Network.config.openshift.io** CR のステータスを更新します。
networkType フィールドを更新します。	CNO 以下のアクションを実行します。 ● OVN-Kubernetes コントロールプレーン Pod を破棄します。 ● OpenShift SDN コントロールプレーン Pod をデプロイします。 ● 新しいクラスターネットワークプロバイダーを反映するように Multus オブジェクトを更新します。
クラスターの各ノードを再起動します。	Cluster ノードがリブートすると、クラスターは Openshift-SDN ネットワーク上の Pod に IP アドレスを割り当てます。
クラスターのすべてのノードが再起動した後に MCO を有効にします。	MCO OpenShift SDN に必要な systemd 設定への更新をロールアウトします。MCO はデフォルトで 1 度にプールごとに単一のマシンを更新します。これにより、移行にかかる合計時間がクラスターのサイズと共に増加します。

16.2.2. OVN-Kubernetes デフォルト CNI ネットワークプロバイダーへの移行

クラスター管理者は、クラスターのデフォルトの Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーを OVN-Kubernetes に変更できます。移行時に、クラスター内のすべてのノードを再起動する必要があります。

重要

移行の実行中はクラスターを利用できず、ワークロードが中断される可能性があります。サービスの中断が許容可能な場合にのみ移行を実行します。

前提条件

- ネットワークポリシーの分離モードで OpenShift SDN CNI クラスターネットワークプロバイダーで設定されたクラスター。

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。
- etcd データベースの最新のバックアップが利用可能である。
- 再起動は、ノードごとに手動でトリガーできます。
- クラスターは既知の正常な状態にあり、エラーがないこと。

手順

1. クラスターネットワークの設定のバックアップを作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get Network.config.openshift.io cluster -o yaml > cluster-openshift-sdn.yaml
```

2. 移行のすべてのノードを準備するには、以下のコマンドを入力して Cluster Network Operator 設定オブジェクトに **migration** フィールドを設定します。

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{ "spec": { "migration": {"networkType": "OVNKubernetes" } } }'
```

注記

この手順では、OVN-Kubernetes はすぐにデプロイしません。その代わりに、**migration** フィールドを指定すると、新規マシン設定が OVN-Kubernetes デプロイメントの準備に向けてクラスター内のすべてのノードに適用されるように Machine Config Operator (MCO) がトリガーされます。

3. オプション: ネットワークインフラストラクチャーの要件を満たすように OVN-Kubernetes の以下の設定をカスタマイズできます。
   - Maximum transmission unit (MTU)
   - Geneve (Generic Network Virtualization Encapsulation) オーバーレイネットワークポート

   以前の設定のいずれかをカスタマイズするには、以下のコマンドを入力してカスタマイズします。デフォルト値を変更する必要がない場合は、パッチのキーを省略します。

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type=merge \
  --patch '{
    "spec":{
      "defaultNetwork":{
        "ovnKubernetesConfig":{
          "mtu":<mtu>,
          "genevePort":<port>
    }}}}'
```

mtu

Geneve オーバーレイネットワークの MTU。この値は通常は自動的に設定されますが、クラスターにあるノードすべてが同じ MTU を使用しない場合、これを最小のノード MTU 値よりも **100** 小さく設定する必要があります。

port

Geneve オーバーレイネットワークの UDP ポート。値が指定されない場合、デフォルトは **6081** になります。ポートは、OpenShift SDN で使用される VXLAN ポートと同じにすることはできません。VXLAN ポートのデフォルト値は **4789** です。

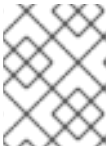
mtu フィールドを更新するパッチコマンドの例

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type=merge \
  --patch '{
    "spec":{
      "defaultNetwork":{
        "ovnKubernetesConfig":{
          "mtu":1200
    }}}}'
```

4. MCO がそれぞれのマシン設定プールのマシンを更新すると、各ノードが 1 つずつ再起動します。すべてのノードが更新されるまで待機する必要があります。以下のコマンドを実行してマシン設定プールのステータスを確認します。

```
$ oc get mcp
```

正常に更新されたノードには、**UPDATED=true**、**UPDATING=false**、 **DEGRADED=false** のステータスがあります。



注記

デフォルトで、MCO はプールごとに一度に 1 つのマシンを更新するため、移行にかかる合計時間がクラスターのサイズと共に増加します。

5. ホスト上の新規マシン設定のステータスを確認します。

   a. マシン設定の状態と適用されたマシン設定の名前を一覧表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc describe node | egrep "hostname|machineconfig"
```

   出力例

```
kubernetes.io/hostname=master-0
machineconfiguration.openshift.io/currentConfig: rendered-master-
c53e221d9d24e1c8bb6ee89dd3d8ad7b
machineconfiguration.openshift.io/desiredConfig: rendered-master-
c53e221d9d24e1c8bb6ee89dd3d8ad7b
machineconfiguration.openshift.io/reason:
machineconfiguration.openshift.io/state: Done
```

   以下のステートメントが true であることを確認します。

   - **machineconfiguration.openshift.io/state** フィールドの値は **Done** です。
   - **machineconfiguration.openshift.io/currentConfig** フィールドの値は、**machineconfiguration.openshift.io/desiredConfig** フィールドの値と等しくなります。

   b. マシン設定が正しいことを確認するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get machineconfig <config_name> -o yaml | grep ExecStart
```

ここで、**<config_name>** は、 **machineconfiguration.openshift.io/currentConfig** フィールドのマシン設定の名前になります。

マシン設定には、systemd 設定に以下の更新を含める必要があります。

```
ExecStart=/usr/local/bin/configure-ovs.sh OVNKubernetes
```

c. ノードが **NotReady** 状態のままになっている場合、マシン設定デーモン Pod のログを調べ、エラーを解決します。

i. Pod を一覧表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get pod -n openshift-machine-config-operator
```

出力例

```
NAME                                READY   STATUS    RESTARTS   AGE
machine-config-controller-75f756f89d-sjp8b   1/1     Running   0          37m
machine-config-daemon-5cf4b                  2/2     Running   0          43h
machine-config-daemon-7wzcd                  2/2     Running   0          43h
machine-config-daemon-fc946                  2/2     Running   0          43h
machine-config-daemon-g2v28                  2/2     Running   0          43h
machine-config-daemon-gcl4f                  2/2     Running   0          43h
machine-config-daemon-l5tnv                  2/2     Running   0          43h
machine-config-operator-79d9c55d5-hth92      1/1     Running   0          37m
machine-config-server-bsc8h                  1/1     Running   0          43h
machine-config-server-hklrm                  1/1     Running   0          43h
machine-config-server-k9rtx                  1/1     Running   0          43h
```

設定デーモン Pod の名前は以下の形式になります。**machine-config-daemon-<seq><seq>** 値は、ランダムな 5 文字の英数字シーケンスになります。

ii. 以下のコマンドを入力して、直前の出力に表示される最初のマシン設定デーモン Pod の Pod ログを表示します。

```
$ oc logs <pod> -n openshift-machine-config-operator
```

ここで、**pod** はマシン設定デーモン Pod の名前になります。

iii. 直前のコマンドの出力で示されるログ内のエラーを解決します。

6. 移行を開始するには、以下のコマンドのいずれかを使用して、OVN-Kubernetes クラスターネットワークプロバイダーを設定します。

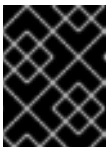
- クラスターネットワークの IP アドレスブロックを変更せずにネットワークプロバイダーを指定するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc patch Network.config.openshift.io cluster \
  --type='merge' --patch '{ "spec": { "networkType": "OVNKubernetes" } }'
```

- 別のクラスターネットワーク IP アドレスブロックを指定するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc patch Network.config.openshift.io cluster \
  --type='merge' --patch '{
    "spec": {
      "clusterNetwork": [
        {
          "cidr": "<cidr>",
          "hostPrefix": "<prefix>"
        }
      ]
      "networkType": "OVNKubernetes"
    }
  }'
```

ここで、**cidr** は CIDR ブロックであり、**prefix** はクラスター内の各ノードに割り当てられる CIDR ブロックのスライスです。OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダーはこのブロックを内部で使用するため、**100.64.0.0/16** CIDR ブロックと重複する CIDR ブロックは使用できません。



重要

移行時に、サービスネットワークのアドレスブロックを変更することはできません。

7. Multus デーモンセットのロールアウトが完了したことを確認してから、後続の手順を続行します。

```
$ oc -n openshift-multus rollout status daemonset/multus
```

Multus Pod の名前の形式は **multus-<xxxxx>** です。ここで、 **<xxxxx>** は文字のランダムなシーケンスになります。Pod が再起動するまでにしばらく時間がかかる可能性があります。

出力例

```
Waiting for daemon set "multus" rollout to finish: 1 out of 6 new pods have been updated...
...
Waiting for daemon set "multus" rollout to finish: 5 of 6 updated pods are available...
daemon set "multus" successfully rolled out
```

8. 移行を完了するには、クラスター内の各ノードを再起動します。たとえば、以下のような bash スクリプトを使用できます。このスクリプトは、**ssh** を使用して各ホストに接続でき、**sudo** がパスワードを要求しないように設定されていることを前提としています。

```
#!/bin/bash

for ip in $(oc get nodes  -o jsonpath='{.items[*].status.addresses[?
(@.type=="InternalIP")].address}')
do
   echo "reboot node $ip"
   ssh -o StrictHostKeyChecking=no core@$ip sudo shutdown -r -t 3
done
```

ssh アクセスが使用できない場合、インフラストラクチャープロバイダーの管理ポータルから各ノードを再起動できる場合があります。

9. 移行が正常に完了したことを確認します。

   a. CNI ネットワークプロバイダーが OVN-Kubernetes であることを確認するには、以下のコマンドを入力します。**status.networkType** の値は **OVNKubernetes** である必要があります。

   ```
   $ oc get network.config/cluster -o jsonpath='{.status.networkType}{"\n"}'
   ```

   b. クラスターノードが **Ready** 状態にあることを確認するには、以下のコマンドを実行します。

   ```
   $ oc get nodes
   ```

   c. Pod がエラー状態ではないことを確認するには、以下のコマンドを入力します。

   ```
   $ oc get pods --all-namespaces -o wide --sort-by='{.spec.nodeName}'
   ```

   ノードの Pod がエラー状態にある場合は、そのノードを再起動します。

   d. すべてのクラスター Operator が異常な状態にないことを確認するには、以下のコマンドを入力します。

   ```
   $ oc get co
   ```

   すべてのクラスター Operator のステータスは、**AVAILABLE="True"**、**PROGRESSING="False"**、**DEGRADED="False"** になります。クラスター Operator が利用できないか、またはそのパフォーマンスが低下する場合には、クラスター Operator のログで詳細を確認します。

10. 以下の手順は、移行に成功し、クラスターの状態が正常である場合にのみ実行します。

    a. CNO 設定オブジェクトから移行設定を削除するには、以下のコマンドを入力します。

    ```
    $ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
      --patch '{ "spec": { "migration": null } }'
    ```

    b. OpenShift SDN ネットワークプロバイダーのカスタム設定を削除するには、以下のコマンドを入力します。

    ```
    $ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
      --patch '{ "spec": { "defaultNetwork": { "openshiftSDNConfig": null } } }'
    ```

    c. OpenShift SDN ネットワークプロバイダー namespace を削除するには、以下のコマンドを入力します。

    ```
    $ oc delete namespace openshift-sdn
    ```

16.2.3. 関連情報

- OVN-Kubernetes デフォルト CNI ネットワークプロバイダーの設定パラメーター
- etcd のバックアップ
- ネットワークポリシーについて

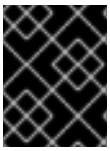
- OVN-Kubernetes の機能
  - egress IP アドレスの設定
  - プロジェクトの egress ファイアウォールの設定
  - プロジェクトのマルチキャストの有効化
- OpenShift SDN の機能
  - プロジェクトの egress IP の設定
  - プロジェクトの egress ファイアウォールの設定
  - プロジェクトのマルチキャストの有効化
- Network [operator.openshift.io/v1]

16.3. OPENSHIFT SDN ネットワークプロバイダーへのロールバック

クラスター管理者は、OVN-Kubernetes CNI クラスターのネットワークプロバイダーから OpenShift SDN クラスターの Container Network Interface (CNI) クラスターネットワークプロバイダーにロールバックできます (OVN-Kubernetes への移行に失敗した場合)。

16.3.1. デフォルトの CNI ネットワークプロバイダーの OpenShift SDN へのロールバック

クラスター管理者は、クラスターを OpenShift SDN Container Network Interface (CNI) クラスターネットワークプロバイダーにロールバックできます。ロールバック時に、クラスター内のすべてのノードを再起動する必要があります。



重要

OVN-Kubernetes への移行に失敗した場合にのみ OpenShift SDN にロールバックします。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。
- OVN-Kubernetes CNI クラスターネットワークプロバイダーで設定されたインフラストラクチャーにクラスターがインストールされている。

手順

1. Machine Config Operator (MCO) によって管理されるすべてのマシン設定プールを停止します。
   - マスター設定プールを停止します。

```
$ oc patch MachineConfigPool master --type='merge' --patch \
  '{ "spec": { "paused": true } }'
```

- ワーカーマシン設定プールを停止します。

```
$ oc patch MachineConfigPool worker --type='merge' --patch \
  '{ "spec":{ "paused" :true } }'
```

2. 移行を開始するには、以下のコマンドを入力してクラスターネットワークプロバイダーを OpenShift SDN に戻します。

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{ "spec": { "migration": { "networkType": "OpenShiftSDN" } } }'

$ oc patch Network.config.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{ "spec": { "networkType": "OpenShiftSDN" } }'
```

3. オプション: ネットワークインフラストラクチャーの要件を満たすように OpenShift SDN の以下の設定をカスタマイズできます。

- Maximum transmission unit (MTU)
- VXLAN ポート

以前の設定のいずれかを両方をカスタマイズするには、カスタマイズし、以下のコマンドを入力します。デフォルト値を変更する必要がない場合は、パッチのキーを省略します。

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type=merge \
  --patch '{
    "spec":{
      "defaultNetwork":{
        "openshiftSDNConfig":{
          "mtu":<mtu>,
          "vxlanPort":<port>
    }}}}'
```

mtu

VXLAN オーバーレイネットワークの MTU。この値は通常は自動的に設定されますが、クラスターにあるノードすべてが同じ MTU を使用しない場合、これを最小のノード MTU 値よりも **50** 小さく設定する必要があります。

port

VXLAN オーバーレイネットワークの UDP ポート。値が指定されない場合は、デフォルトは **4789** になります。ポートは OVN-Kubernetes で使用される Geneve ポートと同じにすることはできません。Geneve ポートのデフォルト値は **6081** です。

patch コマンドの例

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type=merge \
  --patch '{
    "spec":{
      "defaultNetwork":{
        "openshiftSDNConfig":{
          "mtu":1200
    }}}}'
```

4. Multus デーモンセットのロールアウトが完了するまで待機します。

```
$ oc -n openshift-multus rollout status daemonset/multus
```

Multus Pod の名前の形式は **multus-<xxxxx>** です。ここで、**<xxxxx>** は文字のランダムなシーケンスになります。Pod が再起動するまでにしばらく時間がかかる可能性があります。

出力例

```
Waiting for daemon set "multus" rollout to finish: 1 out of 6 new pods have been updated...
...
Waiting for daemon set "multus" rollout to finish: 5 of 6 updated pods are available...
daemon set "multus" successfully rolled out
```

5. ロールバックを完了するには、クラスター内の各ノードを再起動します。たとえば、以下のような bash スクリプトを使用できます。このスクリプトは、**ssh** を使用して各ホストに接続でき、**sudo** がパスワードを要求しないように設定されていることを前提としています。

```
#!/bin/bash

for ip in $(oc get nodes  -o jsonpath='{.items[*].status.addresses[?
(@.type=="InternalIP")].address}')
do
   echo "reboot node $ip"
   ssh -o StrictHostKeyChecking=no core@$ip sudo shutdown -r -t 3
done
```

ssh アクセスが使用できない場合、インフラストラクチャープロバイダーの管理ポータルから各ノードを再起動できる場合があります。

6. クラスターのノードが再起動したら、すべてのマシン設定プールを起動します。

- マスター設定プールを開始します。

```
$ oc patch MachineConfigPool master --type='merge' --patch \
  '{ "spec": { "paused": false } }'
```

- ワーカー設定プールを開始します。

```
$ oc patch MachineConfigPool worker --type='merge' --patch \
  '{ "spec": { "paused": false } }'
```

MCO が各設定プールのマシンを更新すると、各ノードを再起動します。

デフォルトで、MCO は一度にプールごとに単一のマシンを更新するため、移行が完了するまでに必要な時間がクラスターのサイズと共に増加します。

7. ホスト上の新規マシン設定のステータスを確認します。

a. マシン設定の状態と適用されたマシン設定の名前を一覧表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc describe node | egrep "hostname|machineconfig"
```

出力例

```
kubernetes.io/hostname=master-0
machineconfiguration.openshift.io/currentConfig: rendered-master-
c53e221d9d24e1c8bb6ee89dd3d8ad7b
machineconfiguration.openshift.io/desiredConfig: rendered-master-
c53e221d9d24e1c8bb6ee89dd3d8ad7b
machineconfiguration.openshift.io/reason:
machineconfiguration.openshift.io/state: Done
```

以下のステートメントが true であることを確認します。

- **machineconfiguration.openshift.io/state** フィールドの値は **Done** です。
- **machineconfiguration.openshift.io/currentConfig** フィールドの値は、**machineconfiguration.openshift.io/desiredConfig** フィールドの値と等しくなります。

b. マシン設定が正しいことを確認するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get machineconfig <config_name> -o yaml
```

ここで、**<config_name>** は、 **machineconfiguration.openshift.io/currentConfig** フィールドのマシン設定の名前になります。

8. 移行が正常に完了したことを確認します。

a. デフォルトの CNI ネットワークプロバイダーが OVN-Kubernetes であることを確認するには、以下のコマンドを入力します。**status.networkType** の値は **OpenShiftSDN** である必要があります。

```
$ oc get network.config/cluster -o jsonpath='{.status.networkType}{"\n"}'
```

b. クラスターノードが **Ready** 状態にあることを確認するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc get nodes
```

c. ノードが **NotReady** 状態のままになっている場合、マシン設定デーモン Pod のログを調べ、エラーを解決します。

i. Pod を一覧表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get pod -n openshift-machine-config-operator
```

出力例

```
NAME                                READY   STATUS    RESTARTS   AGE
machine-config-controller-75f756f89d-sjp8b   1/1     Running   0          37m
machine-config-daemon-5cf4b                  2/2     Running   0          43h
machine-config-daemon-7wzcd                  2/2     Running   0          43h
machine-config-daemon-fc946                  2/2     Running   0          43h
machine-config-daemon-g2v28                  2/2     Running   0          43h
machine-config-daemon-gcl4f                  2/2     Running   0          43h
machine-config-daemon-l5tnv                  2/2     Running   0          43h
machine-config-operator-79d9c55d5-hth92      1/1     Running   0          37m
```

```
machine-config-server-bsc8h          1/1     Running   0          43h
machine-config-server-hklrm          1/1     Running   0          43h
machine-config-server-k9rtx          1/1     Running   0          43h
```

設定デーモン Pod の名前は以下の形式になります。**machine-config-daemon-<seq><seq>** 値は、ランダムな 5 文字の英数字シーケンスになります。

ii. 直前の出力に表示されるそれぞれのマシン設定デーモン Pod の Pod ログを表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc logs <pod> -n openshift-machine-config-operator
```

ここで、**pod** はマシン設定デーモン Pod の名前になります。

iii. 直前のコマンドの出力で示されるログ内のエラーを解決します。

d. Pod がエラー状態ではないことを確認するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get pods --all-namespaces -o wide --sort-by='{.spec.nodeName}'
```

ノードの Pod がエラー状態にある場合は、そのノードを再起動します。

9. 以下の手順は、移行に成功し、クラスターの状態が正常である場合にのみ実行します。

a. Cluster Network Operator 設定オブジェクトから移行設定を削除するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{ "spec": { "migration": null } }'
```

b. OVN-Kubernetes 設定を削除するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{ "spec": { "defaultNetwork": { "ovnKubernetesConfig":null } } }'
```

c. OVN-Kubernetes ネットワークプロバイダー namespace を削除するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc delete namespace openshift-ovn-kubernetes
```

16.4. IPV4/IPV6 デュアルスタックネットワークへの変換

クラスター管理者は、IPv4 および IPv6 アドレスファミリーをサポートするデュアルネットワーククラスターネットワークに、IPv4 の単一スタッククラスターを変換できます。デュアルスタックに変換した後、新規に作成された Pod はすべてデュアルスタック対応になります。

注記

デュアルスタックネットワークは、インストーラーでプロビジョニングされるベアメタルインフラストラクチャーでのみプロビジョニングされるクラスターでサポートされます。

16.4.1. デュアルスタッククラスターネットワークへの変換

クラスター管理者は、単一スタッククラスターネットワークをデュアルスタッククラスターネットワークに変換できます。

注記

デュアルスタックネットワークへの変換後に、新規に作成された Pod のみに IPv6 アドレスが割り当てられます。変換前に作成された Pod は、IPv6 アドレスを受信するように再作成される必要があります。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしていること。
- クラスターで OVN-Kubernetes CNI クラスターネットワークプロバイダーを使用している。
- クラスターノードに IPv6 アドレスがある。

手順

1. クラスターおよびサービスネットワークの IPv6 アドレスブロックを指定するには、以下の YAML を含むファイルを作成します。

```
- op: add
  path: /spec/clusterNetwork/-
  value: 1
    cidr: fd01::/48
    hostPrefix: 64
- op: add
  path: /spec/serviceNetwork/-
  value: fd02::/112 2
```

1. **cidr** および **hostPrefix** フィールドでオブジェクトを指定します。ホストの接頭辞は **64** 以上である必要があります。IPv6 CIDR 接頭辞は、指定されたホスト接頭辞に対応する十分な大きさである必要があります。

2. 接頭辞が **112** である IPv6 CIDR を指定します。Kubernetes は最低レベルの 16 ビットのみを使用します。接頭辞が **112** の場合、IP アドレスは **112** から **128** ビットに割り当てられます。

2. クラスターネットワーク設定にパッチを適用するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc patch network.config.openshift.io cluster \
  --type='json' --patch-file <file>.yaml
```

ここでは、以下のようになります。

file

先の手順で作成したファイルの名前を指定します。

出力例

```
network.config.openshift.io/cluster patched
```

検証

以下の手順を実施して、クラスターネットワークが直前の手順で指定した IPv6 アドレスブロックを認識していることを確認します。

1. ネットワーク設定を表示します。

```
$ oc describe network
```

出力例

```
Status:
  Cluster Network:
    Cidr:               10.128.0.0/14
    Host Prefix:        23
    Cidr:               fd01::/48
    Host Prefix:        64
  Cluster Network MTU:  1400
  Network Type:         OVNKubernetes
  Service Network:
    172.30.0.0/16
    fd02::/112
```

16.5. IPSEC 暗号化の設定

IPsec を有効にすると、OVN-Kubernetes Container Network Interface (CNI) クラスターネットワーク上のノード間のすべてのネットワークトラフィックは暗号化されたトンネルを通過します。

IPsec はデフォルトで無効にされています。

注記

IPsec 暗号化はクラスターのインストール時にのみ有効にでき、有効にした後は無効にすることはできません。インストールのドキュメントについては、 クラスターインストール方法の選択およびその使用に向けた準備 について参照してください。

16.5.1. IPsec で暗号化したネットワークトラフィックフローのタイプ

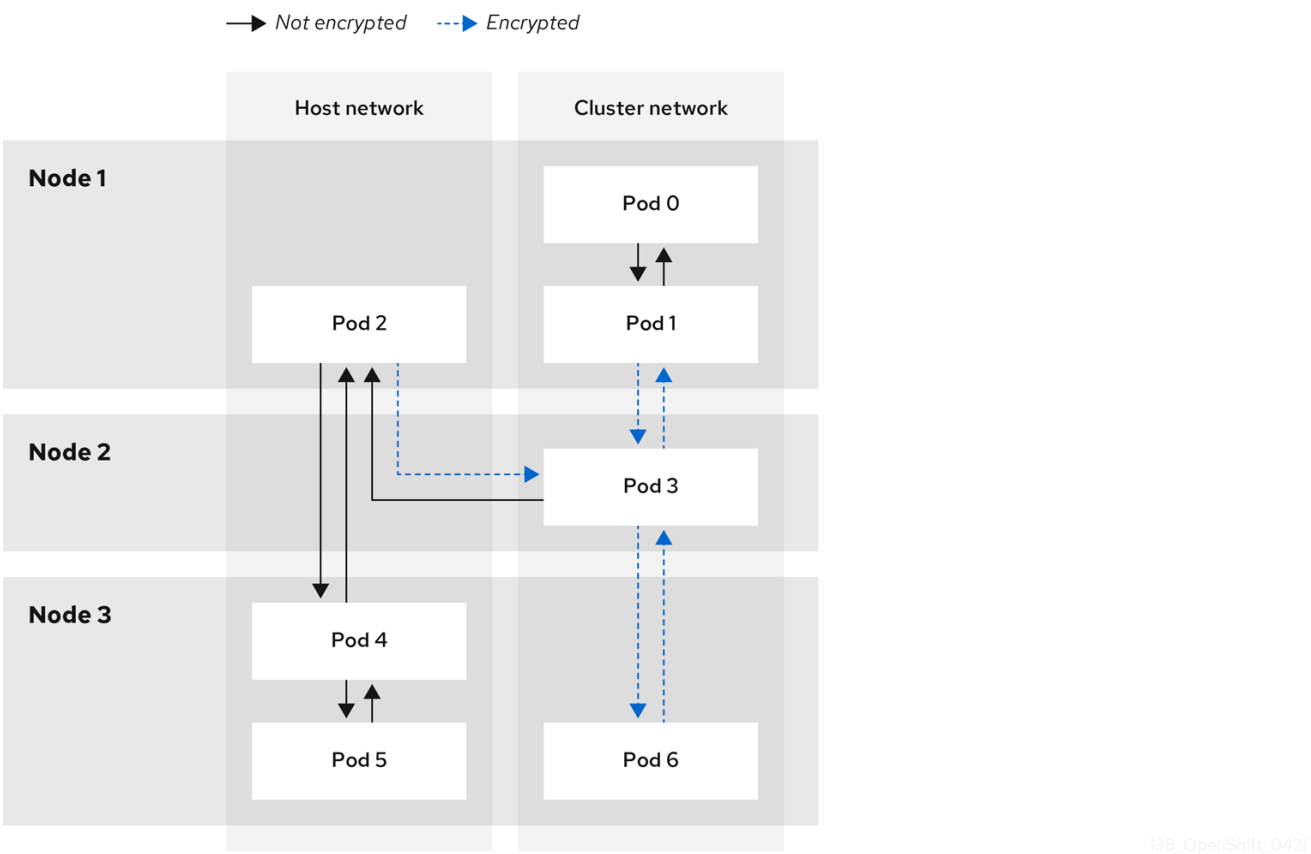
IPsec を有効にすると、Pod 間の以下のネットワークトラフィックフローのみが暗号化されます。

- クラスターネットワーク上の複数の異なるノードの Pod 間のトラフィック
- ホストネットワークの Pod からクラスターネットワーク上の Pod へのトラフィック

以下のトラフィックフローは暗号化されません。

- クラスターネットワーク上の同じノードの Pod 間のトラフィック
- ホストネットワーク上の Pod 間のトラフィック
- クラスターネットワークの Pod からホストネットワークの Pod へのトラフィック

暗号化されていないフローと暗号化されていないフローを以下の図に示します。



16.5.1.1. IPsec が有効になっている場合のネットワーク接続要件

OpenShift Container Platform クラスターのコンポーネントが通信できるように、マシン間のネットワーク接続を設定する必要があります。すべてのマシンではクラスターの他のすべてのマシンのホスト名を解決できる必要があります。

表16.7 すべてのマシンからすべてのマシンへの通信に使用されるポート

プロトコル	ポート	説明
UDP	**500**	IPsec IKE パケット
	4500	IPsec NAT-T パケット
ESP	該当なし	IPsec Encapsulating Security Payload (ESP)

16.5.2. IPsec の暗号化プロトコルおよびトンネルモード

使用する暗号化は **AES-GCM-16-256** です。整合性チェック値 (ICV) は **16** バイトです。鍵の長さは **256** ビットです。

使用する IPsec トンネルモードは、エンドツーエンドの通信を暗号化するモードである **Transport モード** です。

16.5.3. セキュリティー証明書の生成およびローテーション

Cluster Network Operator (CNO) は、暗号化用に IPsec によって使用される自己署名の X.509 認証局 (CA) を生成します。各ノードの証明書署名要求 (CSR) は、CNO によって自動的に満たされます。

この CA は 10 年間有効です。個別のノード証明書は 5 年間有効で、4 年半が経過すると自動的にローテーションされます。

16.6. プロジェクトの EGRESS ファイアウォールの設定

クラスター管理者は、OpenShift Container Platform クラスター外に出るプロジェクトのプロジェクについて、egress トラフィックを制限する egress ファイアウォールを作成できます。

16.6.1. egress ファイアウォールのプロジェクトでの機能

クラスター管理者は、 **egress ファイアウォール** を使用して、一部またはすべての Pod がクラスター内からアクセスできる外部ホストを制限できます。egress ファイアウォールポリシーは以下のシナリオをサポートします。

- Pod の接続を内部ホストに制限し、パブリックインターネットへの接続を開始できないようにする。
- Pod の接続をパブリックインターネットに制限し、OpenShift Container Platform クラスター外にある内部ホストへの接続を開始できないようにする。
- Pod は OpenShift Container Platform クラスター外の指定された内部サブネットまたはホストにアクセスできません。
- Pod は特定の外部ホストにのみ接続することができます。

たとえば、指定された IP 範囲へのあるプロジェクトへのアクセスを許可する一方で、別のプロジェクトへの同じアクセスを拒否することができます。または、アプリケーション開発者の (Python) pip mirror からの更新を制限したり、更新を承認されたソースからの更新のみに強制的に制限したりすることができます。

EgressFirewall カスタムリソース (CR) オブジェクトを作成して egress ファイアウォールポリシーを設定します。egress ファイアウォールは、以下のいずれかの基準を満たすネットワークトラフィックと一致します。

- CIDR 形式の IP アドレス範囲。
- IP アドレスに解決する DNS 名
- ポート番号
- プロトコル。TCP、UDP、および SCTP のいずれかになります。

重要

egress ファイアウォールに **0.0.0.0/0** の拒否ルールが含まれる場合、OpenShift Container Platform API サーバーへのアクセスはブロックされます。Pod が OpenShift Container Platform API サーバーへのアクセスを継続できるようにするには、以下の例にあるように API サーバーが egress ファイアウォールルールでリッスンする IP アドレス範囲を含める必要があります。

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressFirewall
metadata:
  name: default
  namespace: <namespace> 1
spec:
  egress:
  - to:
      cidrSelector: <api_server_address_range> 2
    type: Allow
# ...
  - to:
      cidrSelector: 0.0.0.0/0 3
    type: Deny
```

1. egress ファイアウォールの namespace。
2. OpenShift Container Platform API サーバーを含む IP アドレス範囲。
3. グローバル拒否ルールにより、OpenShift Container Platform API サーバーへのアクセスが阻止されます。

API サーバーの IP アドレスを見つけるには、**oc get ep kubernetes -n default** を実行します。

詳細は、BZ#1988324 を参照してください。

警告

egress ファイアウォールルールは、ルーターを通過するトラフィックには適用されません。ルート CR オブジェクトを作成するパーミッションを持つユーザーは、禁止されている宛先を参照するルートを作成することにより、egress ファイアウォールポリシールールをバイパスできます。

16.6.1.1. egress ファイアウォールの制限

egress ファイアウォールには以下の制限があります。

- 複数の EgressFirewall オブジェクトを持つプロジェクトはありません。
- 最大 8,000 のルールを持つ最大 1 つの EgressFirewall オブジェクトはプロジェクトごとに定義できます。
- Red Hat OpenShift Networking の共有ゲートウェイモードで OVN-Kubernetes ネットワークプ

ラグインを使用している場合に、リターン Ingress 応答は Egress ファイアウォールルールの影響を受けます。送信ファイアウォールルールが受信応答宛先 IP をドロップすると、トラフィックはドロップされます。

上記の制限のいずれかに違反すると、プロジェクトの egress ファイアウォールに障害が発生し、すべての外部ネットワークトラフィックがドロップされる可能性があります。

egress ファイアウォールリソースは、**kube-node-lease**、**kube-public**、**kube-system**、**openshift**、**openshift-** プロジェクトで作成できます。

16.6.1.2. egress ポリシールールのマッチング順序

egress ファイアウォールポリシールールは、最初から最後へと定義された順序で評価されます。Pod からの egress 接続に一致する最初のルールが適用されます。この接続では、後続のルールは無視されます。

16.6.1.3. DNS (Domain Name Server) 解決の仕組み

egress ファイアウォールポリシールールのいずれかで DNS 名を使用する場合、ドメイン名の適切な解決には、以下の制限が適用されます。

- ドメイン名の更新は、TTL (Time-to-live) 期間に基づいてポーリングされます。デフォルトで、期間は 30 分です。egress ファイアウォールコントローラーがローカルネームサーバーでドメイン名をクエリーする場合に、応答に 30 分未満の TTL が含まれる場合、コントローラーは DNS 名の期間を返される値に設定します。それぞれの DNS 名は、DNS レコードの TTL の期限が切れた後にクエリーされます。

- Pod は、必要に応じて同じローカルネームサーバーからドメインを解決する必要があります。そうしない場合、egress ファイアウォールコントローラーと Pod によって認識されるドメインの IP アドレスが異なる可能性があります。ホスト名の IP アドレスが異なる場合、egress ファイアウォールは一貫して実行されないことがあります。

- egress ファイアウォールコントローラーおよび Pod は同じローカルネームサーバーを非同期にポーリングするため、Pod は egress コントローラーが実行する前に更新された IP アドレスを取得する可能性があります。これにより、競合状態が生じます。この現時点の制限により、EgressFirewall オブジェクトのドメイン名の使用は、IP アドレスの変更が頻繁に生じないドメインの場合にのみ推奨されます。

注記

egress ファイアウォールは、DNS 解決用に Pod が置かれるノードの外部インターフェイスに Pod が常にアクセスできるようにします。

ドメイン名を egress ファイアウォールで使用し、DNS 解決がローカルノード上の DNS サーバーによって処理されない場合は、Pod でドメイン名を使用している場合には DNS サーバーの IP アドレスへのアクセスを許可する egress ファイアウォールを追加する必要があります。

16.6.2. EgressFirewall カスタムリソース (CR) オブジェクト

egress ファイアウォールのルールを 1 つ以上定義できます。ルールは、ルールが適用されるトラフィックを指定して **Allow** ルールまたは **Deny** ルールのいずれかになります。

以下の YAML は EgressFirewall CR オブジェクトについて説明しています。

EgressFirewall オブジェクト

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressFirewall
metadata:
  name: <name> 1
spec:
  egress: 2
    ...
```

1 オブジェクトの名前は **default** である必要があります。

2 以下のセクションで説明されているように、egress ネットワークポリシールールのコレクション。

16.6.2.1. EgressFirewall ルール

以下の YAML は egress ファイアウォールルールオブジェクトについて説明しています。**egress** スタンザは、単一または複数のオブジェクトの配列を予想します。

Egress ポリシールールのスタンザ

```
egress:
- type: <type> 1
  to: 2
    cidrSelector: <cidr> 3
    dnsName: <dns_name> 4
  ports: 5
      ...
```

1 ルールのタイプ。値には **Allow** または **Deny** のいずれかを指定する必要があります。

2 **cidrSelector** フィールドまたは **dnsName** フィールドを指定する egress トラフィックのマッチングルールを記述するスタンザ。同じルールで両方のフィールドを使用することはできません。

3 CIDR 形式の IP アドレス範囲。

4 DNS ドメイン名。

5 オプション: ルールのネットワークポートおよびプロトコルのコレクションを記述するスタンザ。

ポートスタンザ

```
ports:
- port: <port> 1
  protocol: <protocol> 2
```

1 **80** や **443** などのネットワークポート。このフィールドの値を指定する場合は、**protocol** の値も指定する必要があります。

2 ネットワークプロトコル。値は **TCP**、**UDP**、または **SCTP** のいずれかである必要があります。

16.6.2.2. EgressFirewall CR オブジェクトの例

以下の例では、複数の egress ファイアウォールポリシールールを定義します。

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressFirewall
metadata:
  name: default
spec:
  egress: 1
  - type: Allow
    to:
      cidrSelector: 1.2.3.0/24
  - type: Deny
    to:
      cidrSelector: 0.0.0.0/0
```

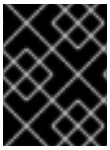
1 egress ファイアウォールポリシールールオブジェクトのコレクション。

以下の例では、トラフィックが TCP プロトコルおよび宛先ポート **80** または任意のプロトコルと宛先ポート **443** のいずれかを使用している場合に、IP アドレス **172.16.1.1** でホストへのトラフィックを拒否するポリシールールを定義します。

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressFirewall
metadata:
  name: default
spec:
  egress:
  - type: Deny
    to:
      cidrSelector: 172.16.1.1
    ports:
    - port: 80
      protocol: TCP
    - port: 443
```

16.6.3. egress ファイアウォールポリシーオブジェクトの作成

クラスター管理者は、プロジェクトの egress ファイアウォールポリシーオブジェクトを作成できます。



重要

プロジェクトに EgressFirewall オブジェクトがすでに定義されている場合、既存のポリシーを編集して egress ファイアウォールルールを変更する必要があります。

前提条件

- OVN-Kubernetes デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダープラグインを使用するクラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。

- クラスター管理者としてクラスターにログインする必要があります。

手順

1. ポリシールールを作成します。

   a. **<policy_name>.yaml** ファイルを作成します。この場合、**<policy_name>** は egress ポリシールールを記述します。

   b. 作成したファイルで、egress ポリシーオブジェクトを定義します。

2. 以下のコマンドを入力してポリシーオブジェクトを作成します。**<policy_name>** をポリシーの名前に、 **<project>** をルールが適用されるプロジェクトに置き換えます。

   ```
   $ oc create -f <policy_name>.yaml -n <project>
   ```

   以下の例では、新規の EgressFirewall オブジェクトが **project1** という名前のプロジェクトに作成されます。

   ```
   $ oc create -f default.yaml -n project1
   ```

   出力例

   ```
   egressfirewall.k8s.ovn.org/v1 created
   ```

3. オプション: 後に変更できるように **<policy_name>.yaml** ファイルを保存します。

16.7. プロジェクトの EGRESS ファイアウォールの表示

クラスター管理者は、既存の egress ファイアウォールの名前を一覧表示し、特定の egress ファイアウォールのトラフィックルールを表示できます。

16.7.1. EgressFirewall オブジェクトの表示

クラスターで EgressFirewall オブジェクトを表示できます。

前提条件

- OVN-Kubernetes デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダープラグインを使用するクラスター。
- **oc** として知られる OpenShift コマンドラインインターフェイス (CLI) のインストール。
- クラスターにログインすること。

手順

1. オプション: クラスターで定義された EgressFirewall オブジェクトの名前を表示するには、以下のコマンドを入力します。

   ```
   $ oc get egressfirewall --all-namespaces
   ```

2. ポリシーを検査するには、以下のコマンドを入力します。**<policy_name>** を検査するポリシーの名前に置き換えます。

```
$ oc describe egressfirewall <policy_name>
```

出力例

```
Name:  default
Namespace: project1
Created: 20 minutes ago
Labels:  <none>
Annotations: <none>
Rule:  Allow to 1.2.3.0/24
Rule:  Allow to www.example.com
Rule:  Deny to 0.0.0.0/0
```

16.8. プロジェクトの EGRESS ファイアウォールの編集

クラスター管理者は、既存の egress ファイアウォールのネットワークトラフィックルールを変更できます。

16.8.1. EgressFirewall オブジェクトの編集

クラスター管理者は、プロジェクトの egress ファイアウォールを更新できます。

前提条件

- OVN-Kubernetes デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダープラグインを使用するクラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスター管理者としてクラスターにログインする必要があります。

手順

1. プロジェクトの EgressFirewall オブジェクトの名前を検索します。**<project>** をプロジェクトの名前に置き換えます。

```
$ oc get -n <project> egressfirewall
```

2. オプション: egress ネットワークファイアウォールの作成時に EgressFirewall オブジェクトのコピーを保存しなかった場合には、以下のコマンドを入力してコピーを作成します。

```
$ oc get -n <project> egressfirewall <name> -o yaml > <filename>.yaml
```

<project> をプロジェクトの名前に置き換えます。**<name>** をオブジェクトの名前に置き換えます。**<filename>** をファイルの名前に置き換え、YAML を保存します。

3. ポリシールールに変更を加えたら、以下のコマンドを実行して EgressFirewall オブジェクトを置き換えます。**<filename>** を、更新された EgressFirewall オブジェクトを含むファイルの名前に置き換えます。

```
$ oc replace -f <filename>.yaml
```

16.9. プロジェクトからの EGRESS ファイアウォールの削除

クラスター管理者は、プロジェクトから egress ファイアウォールを削除して、OpenShift Container Platform クラスター外に出るプロジェクトからネットワークトラフィックについてのすべての制限を削除できます。

16.9.1. EgressFirewall オブジェクトの削除

クラスター管理者は、プロジェクトから Egress ファイアウォールを削除できます。

前提条件

- OVN-Kubernetes デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダープラグインを使用するクラスター。
- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスター管理者としてクラスターにログインする必要があります。

手順

1. プロジェクトの EgressFirewall オブジェクトの名前を検索します。**<project>** をプロジェクトの名前に置き換えます。

```
$ oc get -n <project> egressfirewall
```

2. 以下のコマンドを入力し、EgressFirewall オブジェクトを削除します。**<project>** をプロジェクトの名前に、 **<name>** をオブジェクトの名前に置き換えます。

```
$ oc delete -n <project> egressfirewall <name>
```

16.10. EGRESS IP アドレスの設定

クラスター管理者は、1 つ以上の egress IP アドレスを namespace に、または namespace 内の特定の pod に割り当てるように、OVN-Kubernetes デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーを設定することができます。

16.10.1. Egress IP アドレスアーキテクチャーの設計および実装

OpenShift Container Platform の egress IP アドレス機能を使用すると、1 つ以上の namespace の 1 つ以上の Pod からのトラフィックに、クラスターネットワーク外のサービスに対する一貫したソース IP アドレスを持たせることができます。

たとえば、クラスター外のサーバーでホストされるデータベースを定期的にクエリーする Pod がある場合があります。サーバーにアクセス要件を適用するために、パケットフィルターリングデバイスは、特定の IP アドレスからのトラフィックのみを許可するよう設定されます。この特定の Pod のみからサーバーに確実にアクセスできるようにするには、サーバーに要求を行う Pod に特定の egress IP アドレスを設定できます。

egress IP アドレスは、ノードのプライマリーネットワークインターフェイスの追加 IP アドレスとして実装され、ノードのプライマリー IP アドレスと同じサブネットにある必要があります。追加の IP アドレスは、クラスター内の他のノードには割り当てないでください。

一部のクラスター設定では、アプリケーション Pod と Ingress ルーター Pod が同じノードで実行されます。このシナリオでアプリケーションプロジェクトの Egress IP アドレスを設定する場合、アプリケーションプロジェクトからルートに要求を送信するときに IP アドレスは使用されません。

16.10.1.1. プラットフォームサポート

各種のプラットフォームでの egress IP アドレス機能のサポートについては、以下の表で説明されています。

重要

egress IP アドレスの実装は、Amazon Web Services (AWS)、Azure Cloud、または egress IP 機能で必要な自動レイヤー 2 ネットワーク操作と互換性のない他のパブリッククラウドプラットフォームと互換性がありません。

プラットフォーム	サポート対象
ベアメタル	はい
vSphere	はい
Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)	いいえ
パブリッククラウド	いいえ

16.10.1.2. egress IP の Pod への割り当て

1 つ以上の egress IP を namespace に、または namespace の特定の Pod に割り当てるには、以下の条件を満たす必要があります。

- クラスター内の 1 つ以上のノードに **k8s.ovn.org/egress-assignable: ""** ラベルがなければなりません。
- **EgressIP** オブジェクトが存在し、これは namespace の Pod からクラスターを離脱するトラフィックのソース IP アドレスとして使用する 1 つ以上の egress IP アドレスを定義します。

重要

egress IP の割り当て用にクラスター内のノードにラベルを付ける前に **EgressIP** オブジェクトを作成する場合、OpenShift Container Platform は **k8s.ovn.org/egress-assignable: ""** ラベルですべての egress IP アドレスを最初のノードに割り当てる可能性があります。

egress IP アドレスがクラスター内のノード全体に広く分散されるようにするには、**EgressIP** オブジェクトを作成する前に、egress IP アドレスをホストする予定のノードにラベルを常に適用します。

16.10.1.3. egress IP のノードへの割り当て

EgressIP オブジェクトを作成する場合、**k8s.ovn.org/egress-assignable: ""** ラベルのラベルが付いたノードに以下の条件が適用されます。

- egress IP アドレスは一度に複数のノードに割り当てられることはありません。
- egress IP アドレスは、egress IP アドレスをホストできる利用可能なノード間で均等に分散されます。
- **EgressIP** オブジェクトの **spec.EgressIPs** 配列が複数の IP アドレスを指定する場合、ノードが指定したアドレスを複数ホストすることはありません。
- ノードが利用不可の場合、そのノードに割り当てられる egress IP アドレスは自動的に再割り当てされます (前述の条件が適用されます)。

Pod が複数の **EgressIP** オブジェクトのセレクターに一致する場合、**EgressIP** オブジェクトに指定される egress IP アドレスのどれが Pod の egress IP アドレスとして割り当てられるのかという保証はありません。

さらに、**EgressIP** オブジェクトが複数の送信 IP アドレスを指定する場合、どの送信 IP アドレスが使用されるかは保証されません。たとえば、Pod が **10.10.20.1** と **10.10.20.2** の 2 つの egress IP アドレスを持つ **EgressIP** オブジェクトのセレクターと一致する場合、各 TCP 接続または UDP 会話にいずれかが使用される可能性があります。

16.10.1.4. egress IP アドレス設定のアーキテクチャー図

以下の図は、egress IP アドレス設定を示しています。この図では、クラスターの 3 つのノードで実行される 2 つの異なる namespace の 4 つの Pod について説明します。ノードには、ホストネットワークの **192.168.126.0/18** CIDR ブロックから IP アドレスが割り当てられます。

ノード 1 とノード 3 の両方に **k8s.ovn.org/egress-assignable: ""** というラベルが付けられるため、egress IP アドレスの割り当てに利用できます。

図の破線は、pod1、pod2、および pod3 からのトラフィックフローが Pod ネットワークを通過し、クラスターがノード 1 およびノード 3 から出る様子を示しています。外部サービスが、**EgressIP** オブジェクトの例で選択した Pod からトラフィックを受信する場合、ソース IP アドレスは **192.168.126.10** または **192.168.126.102** のいずれかになります。

図にある次のリソースの詳細を以下に示します。

Namespace オブジェクト

namespace は以下のマニフェストで定義されます。

namespace オブジェクト

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: namespace1
  labels:
    env: prod
---
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: namespace2
  labels:
    env: prod
```

EgressIP オブジェクト

以下の **EgressIP** オブジェクトは、**env** ラベルが **prod** に設定される namespace のすべての Pod を選択する設定を説明しています。選択された Pod の egress IP アドレスは **192.168.126.10** および **192.168.126.102** です。

EgressIP オブジェクト

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressIP
metadata:
  name: egressips-prod
spec:
  egressIPs:
  - 192.168.126.10
  - 192.168.126.102
  namespaceSelector:
    matchLabels:
      env: prod
status:
  assignments:
  - node: node1
    egressIP: 192.168.126.10
  - node: node3
    egressIP: 192.168.126.102
```

直前の例の設定の場合、OpenShift Container Platform は両方の egress IP アドレスを利用可能なノードに割り当てます。**status** フィールドは、egress IP アドレスの割り当ての有無および割り当てられる場所を反映します。

16.10.2. EgressIP オブジェクト

以下の YAML は、**EgressIP** オブジェクトの API について説明しています。オブジェクトの範囲はクラスター全体です。これは namespace では作成されません。

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressIP
metadata:
  name: <name> 1
```

```
spec:
  egressIPs: 2
  - <ip_address>
  namespaceSelector: 3
    ...
  podSelector: 4
    ...
```

1 **EgressIPs** オブジェクトの名前。

2 1 つ以上の IP アドレスの配列。

3 egress IP アドレスを関連付ける namespace の 1 つ以上のセレクター。

4 オプション: egress IP アドレスを関連付けるための指定された namespace の Pod の 1 つ以上のセレクター。これらのセレクターを適用すると、namespace 内の Pod のサブセットを選択できます。

以下の YAML は namespace セレクターのスタンザについて説明しています。

namespace セレクタースタンザ

```
namespaceSelector: 1
  matchLabels:
    <label_name>: <label_value>
```

1 namespace の 1 つ以上のマッチングルール。複数のマッチングルールを指定すると、一致するすべての namespace が選択されます。

以下の YAML は Pod セレクターのオプションのスタンザについて説明しています。

Pod セレクタースタンザ

```
podSelector: 1
  matchLabels:
    <label_name>: <label_value>
```

1 オプション: 指定された **namespaceSelector** ルールに一致する、namespace の Pod の 1 つ以上のマッチングルール。これが指定されている場合、一致する Pod のみが選択されます。namespace の他の Pod は選択されていません。

以下の例では、**EgressIP** オブジェクトは **192.168.126.11** および **192.168.126.102** egress IP アドレスを、**app** ラベルが **web** に設定されており、**env** ラベルが **prod** に設定されている namespace にある Pod に関連付けます。

EgressIP オブジェクトの例

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressIP
metadata:
  name: egress-group1
spec:
```

```
  egressIPs:
  - 192.168.126.11
  - 192.168.126.102
  podSelector:
    matchLabels:
      app: web
  namespaceSelector:
    matchLabels:
      env: prod
```

以下の例では、**EgressIP** オブジェクトは、**192.168.127.30** および **192.168.127.40** egress IP アドレスを、**environment** ラベルが **development** に設定されていない Pod に関連付けます。

EgressIP オブジェクトの例

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressIP
metadata:
  name: egress-group2
spec:
  egressIPs:
  - 192.168.127.30
  - 192.168.127.40
  namespaceSelector:
    matchExpressions:
    - key: environment
      operator: NotIn
      values:
      - development
```

16.10.3. egress IP アドレスをホストするノードのラベル付け

OpenShift Container Platform が 1 つ以上の egress IP アドレスをノードに割り当てることができるように、**k8s.ovn.org/egress-assignable=""** ラベルをクラスター内のノードに適用することができます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスター管理者としてクラスターにログインします。

手順

- 1 つ以上の egress IP アドレスをホストできるようにノードにラベルを付けるには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc label nodes <node_name> k8s.ovn.org/egress-assignable="" 1
```

1 ラベルを付けるノードの名前。

ヒント

または、以下の YAML を適用してラベルをノードに追加できます。

```
apiVersion: v1
kind: Node
metadata:
  labels:
    k8s.ovn.org/egress-assignable: ""
  name: <node_name>
```

16.10.4. 次のステップ

- egress IP の割り当て

16.10.5. 関連情報

- LabelSelector meta/v1
- LabelSelectorRequirement meta/v1

16.11. EGRESS IP アドレスの割り当て

クラスター管理者は、namespace または namespace の特定の Pod からクラスターを出るトラフィックに egress IP アドレスを割り当てることができます。

16.11.1. egress IP アドレスの namespace への割り当て

1 つ以上の egress IP アドレスを namespace または namespace の特定の Pod に割り当てることができます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- クラスター管理者としてクラスターにログインします。
- egress IP アドレスをホストするように 1 つ以上のノードを設定します。

手順

1. **EgressIP** オブジェクトを作成します。
   a. **<egressips_name>.yaml** ファイルを作成します。**<egressips_name>** はオブジェクトの名前になります。
   b. 作成したファイルで、以下の例のように **EgressIPs** オブジェクトを定義します。

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressIP
metadata:
  name: egress-project1
spec:
  egressIPs:
```

```
  - 192.168.127.10
  - 192.168.127.11
namespaceSelector:
  matchLabels:
    env: qa
```

2. オブジェクトを作成するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc apply -f <egressips_name>.yaml 1
```

1 **<egressips_name>** をオブジェクトの名前に置き換えます。

出力例

```
egressips.k8s.ovn.org/<egressips_name> created
```

3. オプション: 後に変更できるように **<egressips_name>.yaml** ファイルを保存します。

4. egress IP アドレスを必要とする namespace にラベルを追加します。手順 1 で定義した **Egress IP** オブジェクトの namespace にラベルを追加するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc label ns <namespace> env=qa 1
```

1 **<namespace>** は、egress IP アドレスを必要とする namespace に置き換えてください。

16.11.2. 関連情報

- egress IP アドレスの設定

16.12. EGRESS ルーター POD の使用についての考慮事項

16.12.1. egress ルーター Pod について

OpenShift Container Platform egress ルーター Pod は、他の用途で使用されていないプライベートソース IP アドレスから指定されたリモートサーバーにトラフィックをリダイレクトします。Egress ルーター Pod により、特定の IP アドレスからのアクセスのみを許可するように設定されたサーバーにネットワークトラフィックを送信できます。

注記

egress ルーター Pod はすべての発信接続のために使用されることが意図されていません。多数の egress ルーター Pod を作成することで、ネットワークハードウェアの制限を引き上げられる可能性があります。たとえば、すべてのプロジェクトまたはアプリケーションに egress ルーター Pod を作成すると、ソフトウェアの MAC アドレスのフィルターに戻る前にネットワークインターフェイスが処理できるローカル MAC アドレス数の上限を超えてしまう可能性があります。

重要

egress ルーターイメージには Amazon AWS, Azure Cloud またはレイヤー 2 操作をサポートしないその他のクラウドプラットフォームとの互換性がありません。 それらに macvlan トラフィックとの互換性がないためです。

16.12.1.1. Egress ルーターモード

リダイレクトモード では、egress ルーター Pod は、トラフィックを独自の IP アドレスから 1 つ以上の宛先 IP アドレスにリダイレクトするために **iptables** ルールをセットアップします。予約されたソース IP アドレスを使用する必要のあるクライアント Pod は、宛先 IP に直接接続するのでなく、egress ルーターに接続するように変更される必要があります。

注記

egress ルーター CNI プラグインはリダイレクトモードのみをサポートします。これは、OpenShift SDN でデプロイできる egress ルーター実装の相違点です。OpenShift SDN の Egress ルーターとは異なり、Egress ルーター CNI プラグインは HTTP プロキシーモードまたは DNS プロキシーモード をサポートしません。

16.12.1.2. egress ルーター Pod の実装

egress ルーターの実装では、egress ルーターの Container Network Interface (CNI) プラグインを使用します。プラグインはセカンダリーネットワークインターフェイスを Pod に追加します。

egress ルーターは、2 つのネットワークインターフェイスを持つ Pod です。たとえば、Pod には、**eth0** および **net1** ネットワークインターフェイスを使用できます。**eth0** インターフェイスはクラスターネットワークにあり、Pod は通常のクラスター関連のネットワークトラフィックにこのインターフェイスを引き続き使用します。**net1** インターフェイスはセカンダリーネットワークにあり、そのネットワークの IP アドレスとゲートウェイを持ちます。OpenShift Container Platform クラスターの他の Pod は egress ルーターサービスにアクセスでき、サービスにより Pod が外部サービスにアクセスできるようになります。egress ルーターは、Pod と外部システム間のブリッジとして機能します。

egress ルーターから出るトラフィックはノードで終了しますが、パケットには egress ルーター Pod からの **net1** インターフェイスの MAC アドレスがあります。

Egress ルーターのカスタムリソースを追加すると、Cluster Network Operator は以下のオブジェクトを作成します。

- Pod の **net1** セカンダリーネットワークインターフェイス用のネットワーク接続定義。
- Egress ルーターのデプロイメント。

Egress ルーターカスタムリソースを削除する場合、Operator は Egress ルーターに関連付けられた直前の一覧の 2 つのオブジェクトを削除します。

16.12.1.3. デプロイメントに関する考慮事項

egress ルーター Pod は追加の IP アドレスおよび MAC アドレスをノードのプライマリーネットワークインターフェイスに追加します。その結果、ハイパーバイザーまたはクラウドプロバイダーを、追加のアドレスを許可するように設定する必要がある場合があります。

Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)

OpenShift Container Platform を RHOSP にデプロイする場合、OpenStack 環境の egress ルーター Pod の IP および MAC アドレスからのトラフィックを許可する必要があります。トラフィックを許可しないと、通信は失敗 します。

```
$ openstack port set --allowed-address \
  ip_address=<ip_address>,mac_address=<mac_address> <neutron_port_uuid>
```

Red Hat Virtualization (RHV)

RHV を使用している場合は、仮想インターフェイスカード (vNIC) に **No Network Filter** を選択する必要があります。

VMware vSphere

VMware vSphere を使用している場合は、vSphere 標準スイッチのセキュリティー保護についての VMware ドキュメント を参照してください。vSphere Web クライアントからホストの仮想スイッチを選択して、VMware vSphere デフォルト設定を表示し、変更します。

とくに、以下が有効にされていることを確認します。

- MAC アドレスの変更
- 偽装転送 (Forged Transit)
- 無作為別モード (Promiscuous Mode) 操作

16.12.1.4. フェイルオーバー設定

ダウンタイムを回避するにために、Cluster Network Operator は Egress ルーター Pod をデプロイメントリソースとしてデプロイします。デプロイメント名は **egress-router-cni-deployment** です。デプロイメントに対応する Pod には **app=egress-router-cni** のラベルがあります。

デプロイメントの新規サービスを作成するには、**oc expose deployment/egress-router-cni-deployment --port <port_number>** コマンドを使用するか、以下のようにファイルを作成します。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: app-egress
spec:
  ports:
  - name: tcp-8080
    protocol: TCP
    port: 8080
  - name: tcp-8443
    protocol: TCP
    port: 8443
  - name: udp-80
    protocol: UDP
    port: 80
  type: ClusterIP
  selector:
    app: egress-router-cni
```

16.12.2. 関連情報

- リダイレクトモードでの egress ルーターのデプロイ

16.13. リダイレクトモードでの EGRESS ルーター POD のデプロイ

クラスター管理者は、トラフィックを予約されたソース IP アドレスから指定された宛先 IP アドレスにリダイレクトするように egress ルーター Pod をデプロイできます。

egress ルーターの実装では、egress ルーターの Container Network Interface (CNI) プラグインを使用します。

16.13.1. Egress ルーターのカスタムリソース

Egress ルーターのカスタムリソースで Egress ルーター Pod の設定を定義します。以下の YAML は、リダイレクトモードでの Egress ルーターの設定のフィールドについて説明しています。

```
apiVersion: network.operator.openshift.io/v1
kind: EgressRouter
metadata:
  name: <egress_router_name>
  namespace: <namespace>  <.>
spec:
  addresses: [  <.>
    {
      ip: "<egress_router>",  <.>
      gateway: "<egress_gateway>"  <.>
    }
  ]
  mode: Redirect
  redirect: {
    redirectRules: [  <.>
      {
        destinationIP: "<egress_destination>",
        port: <egress_router_port>,
        targetPort: <target_port>,  <.>
        protocol: <network_protocol>  <.>
      },
      ...
    ],
    fallbackIP: "<egress_destination>" <.>
  }
```

<.> オプション: **namespace** フィールドは、Egress ルーターを作成するための namespace を指定します。ファイルまたはコマンドラインで値を指定しない場合には、**default** namespace が使用されます。

<.> **addresses** フィールドは、セカンダリーネットワークインターフェイスに設定する IP アドレスを指定します。

<.> **ip** フィールドは、ノードが Egress ルーター Pod と使用する物理ネットワークからの予約済みソース IP アドレスとネットマスクを指定します。CIDR 表記を使用して IP アドレスとネットマスクを指定します。

<.> **gateway** フィールドは、ネットワークゲートウェイの IP アドレスを指定します。

<.> オプション: **redirectRules** フィールドは、Egress 宛先 IP アドレス、Egress ルーターポート、およびプロトコルの組み合わせを指定します。指定されたポートとプロトコルでの Egress ルーターへの着信接続は、宛先 IP アドレスにルーティングされます。

<.> オプション: **targetPort** フィールドは、宛先 IP アドレスのネットワークポートを指定します。このフィールドが指定されていない場合、トラフィックは到達したネットワークポートと同じネットワークポートにルーティングされます。

<.> **protocol** フィールドは TCP、UDP、または SCTP をサポートします。

<.> オプション: **fallbackIP** フィールドは、宛先 IP アドレスを指定します。リダイレクトルールを指定しない場合、Egress ルーターはすべてのトラフィックをこのフォールバック IP アドレスに送信します。リダイレクトルールを指定する場合、ルールに定義されていないネットワークポートへの接続は、Egress ルーターによってこのフォールバック IP アドレスに送信されます。このフィールドを指定しない場合、Egress ルーターはルールで定義されていないネットワークポートへの接続を拒否します。

egress ルーター仕様の例

```
apiVersion: network.operator.openshift.io/v1
kind: EgressRouter
metadata:
  name: egress-router-redirect
spec:
  networkInterface: {
    macvlan: {
      mode: "Bridge"
    }
  }
  addresses: [
    {
      ip: "192.168.12.99/24",
      gateway: "192.168.12.1"
    }
  ]
  mode: Redirect
  redirect: {
    redirectRules: [
      {
        destinationIP: "10.0.0.99",
        port: 80,
        protocol: UDP
      },
      {
        destinationIP: "203.0.113.26",
        port: 8080,
        targetPort: 80,
        protocol: TCP
      },
      {
        destinationIP: "203.0.113.27",
        port: 8443,
        targetPort: 443,
        protocol: TCP
      }
    ]
  }
```

16.13.2. リダイレクトモードでの Egress ルーターのデプロイ

egress ルーターをデプロイして、独自の予約済みソース IP アドレスから 1 つ以上の宛先 IP アドレスにトラフィックをリダイレクトできます。

egress ルーターを追加した後に、予約済みソース IP アドレスを使用する必要のあるクライアント Pod は、宛先 IP に直接接続するのでなく、egress ルーターに接続するように変更される必要があります。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてログインすること。

手順

1. egress ルーター定義の作成
2. 他の Pod が egress ルーター Pod の IP アドレスを見つられるようにするには、以下の例のように、egress ルーターを使用するサービスを作成します。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: egress-1
spec:
  ports:
  - name: web-app
    protocol: TCP
    port: 8080
  type: ClusterIP
  selector:
    app: egress-router-cni <.>
```

<.> egress ルーターのラベルを指定します。表示されている値は Cluster Network Operator によって追加され、設定不可能です。

サービスの作成後に、Pod はサービスに接続できます。egress ルーター Pod は、トラフィックを宛先 IP アドレスの対応するポートにリダイレクトします。接続は、予約されたソース IP アドレスを起点とします。

検証

Cluster Network Operator が egress ルーターを起動したことを確認するには、以下の手順を実行します。

1. Operator が egress ルーター用に作成したネットワーク接続定義を表示します。

```
$ oc get network-attachment-definition egress-router-cni-nad
```

ネットワーク接続定義の名前は設定できません。

出力例

```
NAME                     AGE
egress-router-cni-nad    18m
```

2. egress ルーター Pod のデプロイメントを表示します。

```
$ oc get deployment egress-router-cni-deployment
```

デプロイメントの名前は設定できません。

出力例

```
NAME                         READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
egress-router-cni-deployment   1/1     1            1           18m
```

3. egress ルーター Pod のステータスを表示します。

```
$ oc get pods -l app=egress-router-cni
```

出力例

```
NAME                                     READY   STATUS    RESTARTS   AGE
egress-router-cni-deployment-575465c75c-qkq6m   1/1     Running   0          18m
```

4. egress ルーター Pod のログとルーティングテーブルを表示します。

a. egress ルーター Pod のノード名を取得します。

```
$ POD_NODENAME=$(oc get pod -l app=egress-router-cni -o jsonpath="
{.items[0].spec.nodeName}")
```

b. ターゲットノードのデバッグセッションに入ります。この手順は、**<node_name>-debug** というデバッグ Pod をインスタンス化します。

```
$ oc debug node/$POD_NODENAME
```

c. **/host** をデバッグシェル内の root ディレクトリーとして設定します。デバッグ Pod は、Pod 内の **/host** にホストのルートファイルシステムをマウントします。ルートディレクトリーを **/host** に変更すると、ホストの実行可能パスに含まれるバイナリーを実行できます。

```
# chroot /host
```

d. **chroot** 環境コンソール内から、egress ルーターログを表示します。

```
# cat /tmp/egress-router-log
```

出力例

```
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Called CNI ADD
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Gateway: 192.168.12.1
2021-04-26T12:27:20Z [debug] IP Source Addresses: [192.168.12.99/24]
2021-04-26T12:27:20Z [debug] IP Destinations: [80 UDP 10.0.0.99/30 8080 TCP
203.0.113.26/30 80 8443 TCP 203.0.113.27/30 443]
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Created macvlan interface
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Renamed macvlan to "net1"
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Adding route to gateway 192.168.12.1 on macvlan interface
```

```
2021-04-26T12:27:20Z [debug] deleted default route {Ifindex: 3 Dst: <nil> Src: <nil> Gw:
10.128.10.1 Flags: [] Table: 254}
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Added new default route with gateway 192.168.12.1
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Added iptables rule: iptables -t nat PREROUTING -i eth0 -p
UDP --dport 80 -j DNAT --to-destination 10.0.0.99
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Added iptables rule: iptables -t nat PREROUTING -i eth0 -p
TCP --dport 8080 -j DNAT --to-destination 203.0.113.26:80
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Added iptables rule: iptables -t nat PREROUTING -i eth0 -p
TCP --dport 8443 -j DNAT --to-destination 203.0.113.27:443
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Added iptables rule: iptables -t nat -o net1 -j SNAT --to-
source 192.168.12.99
```

この手順で説明されているように、**EgressRouter** オブジェクトを作成して egress ルーターを起動する場合、ロギングファイルの場所とロギングレベルは設定できません。

e. **chroot** 環境コンソール内で、コンテナー ID を取得します。

```
# crictl ps --name egress-router-cni-pod | awk '{print $1}'
```

出力例

```
CONTAINER
bac9fae69ddb6
```

f. コンテナーのプロセス ID を判別します。この例では、コンテナー ID は **bac9fae69ddb6** です。

```
# crictl inspect -o yaml bac9fae69ddb6 | grep 'pid:' | awk '{print $2}'
```

出力例

```
68857
```

g. コンテナーのネットワーク namespace を入力します。

```
# nsenter -n -t 68857
```

h. ルーティングテーブルを表示します。

```
# ip route
```

以下の出力例では、**net1** ネットワークインターフェイスはデフォルトのルートです。クラスターネットワークのトラフィックは **eth0** ネットワークインターフェイスを使用します。**192.168.12.0/24** ネットワークのトラフィックは、**net1** ネットワークインターフェイスを使用し、予約されたソース IP アドレス **192.168.12.99** を起点とします。Pod は他のすべてのトラフィックを IP アドレス **192.168.12.1** のゲートウェイにルーティングします。サービスネットワークのルーティングは表示されません。

出力例

```
default via 192.168.12.1 dev net1
10.128.10.0/23 dev eth0 proto kernel scope link src 10.128.10.18
192.168.12.0/24 dev net1 proto kernel scope link src 192.168.12.99
192.168.12.1 dev net1
```

16.14. プロジェクトのマルチキャストの有効化

16.14.1. マルチキャストについて

IP マルチキャストを使用すると、データが多数の IP アドレスに同時に配信されます。

重要

現時点で、マルチキャストは低帯域幅の調整またはサービスの検出での使用に最も適しており、高帯域幅のソリューションとしては適していません。

OpenShift Container Platform の Pod 間のマルチキャストトラフィックはデフォルトで無効にされます。OVN-Kubernetes デフォルト Container Network Interface (CNI) ネットワークプロバイダーを使用している場合には、プロジェクトごとにマルチキャストを有効にすることができます。

16.14.2. Pod 間のマルチキャストの有効化

プロジェクトの Pod でマルチキャストを有効にすることができます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにログインする必要があります。

手順

- 以下のコマンドを実行し、プロジェクトのマルチキャストを有効にします。**<namespace>** を、マルチキャストを有効にする必要のある namespace に置き換えます。

```
$ oc annotate namespace <namespace> \
    k8s.ovn.org/multicast-enabled=true
```

ヒント

または、以下の YAML を適用してアノテーションを追加できます。

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: <namespace>
  annotations:
    k8s.ovn.org/multicast-enabled: "true"
```

検証

マルチキャストがプロジェクトについて有効にされていることを確認するには、以下の手順を実行します。

1. 現在のプロジェクトを、マルチキャストを有効にしたプロジェクトに切り替えます。**<project>** をプロジェクト名に置き換えます。

```
$ oc project <project>
```

2. マルチキャストレシーバーとして機能する Pod を作成します。

```
$ cat <<EOF| oc create -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: mlistener
  labels:
    app: multicast-verify
spec:
  containers:
    - name: mlistener
      image: registry.access.redhat.com/ubi8
      command: ["/bin/sh", "-c"]
      args:
        ["dnf -y install socat hostname && sleep inf"]
      ports:
        - containerPort: 30102
          name: mlistener
          protocol: UDP
EOF
```

3. マルチキャストセンダーとして機能する Pod を作成します。

```
$ cat <<EOF| oc create -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: msender
  labels:
    app: multicast-verify
spec:
  containers:
    - name: msender
      image: registry.access.redhat.com/ubi8
      command: ["/bin/sh", "-c"]
      args:
        ["dnf -y install socat && sleep inf"]
EOF
```

4. 新しいターミナルウィンドウまたはタブで、マルチキャストリスナーを起動します。

   a. Pod の IP アドレスを取得します。

   ```
   $ POD_IP=$(oc get pods mlistener -o jsonpath='{.status.podIP}')
   ```

   b. 次のコマンドを入力して、マルチキャストリスナーを起動します。

   ```
   $ oc exec mlistener -i -t -- \
       socat UDP4-RECVFROM:30102,ip-add-membership=224.1.0.1:$POD_IP,fork
   EXEC:hostname
   ```

5. マルチキャストトランスミッターを開始します。

   a. Pod ネットワーク IP アドレス範囲を取得します。

```
$ CIDR=$(oc get Network.config.openshift.io cluster \
    -o jsonpath='{.status.clusterNetwork[0].cidr}')
```

   b. マルチキャストメッセージを送信するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc exec msender -i -t -- \
    /bin/bash -c "echo | socat STDIO UDP4-
DATAGRAM:224.1.0.1:30102,range=$CIDR,ip-multicast-ttl=64"
```

   マルチキャストが機能している場合、直前のコマンドは以下の出力を返します。

```
mlistener
```

16.15. プロジェクトのマルチキャストの無効化

16.15.1. Pod 間のマルチキャストの無効化

プロジェクトの Pod でマルチキャストを無効にすることができます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにログインする必要があります。

手順

- 以下のコマンドを実行して、マルチキャストを無効にします。

```
$ oc annotate namespace <namespace> \ 1
    k8s.ovn.org/multicast-enabled-
```

1 マルチキャストを無効にする必要のあるプロジェクトの **namespace**。

ヒント

または、以下の YAML を適用してアノテーションを削除できます。

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: <namespace>
  annotations:
    k8s.ovn.org/multicast-enabled: null
```

16.16. ネットワークフローの追跡

クラスター管理者は、以下の領域をサポートする、クラスターからの Pod ネットワークフローについての情報を収集できます。

- Pod ネットワークで ingress および egress トラフィックをモニターします。
- パフォーマンスに関する問題のトラブルシューティング
- 容量計画およびセキュリティー監査に関するデータを収集します。

ネットワークフローのコレクションを有効にすると、トラフィックに関するメタデータのみが収集されます。たとえば、パケットデータは収集されませんが、プロトコル、ソースアドレス、宛先アドレス、ポート番号、バイト数、その他のパケットレベルの情報を収集します。

データは、以下の 1 つ以上のレコード形式で収集されます。

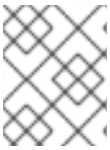
- NetFlow
- sFlow
- IPFIX

1 つ以上のコレクター IP アドレスおよびポート番号を使用して Cluster Network Operator (CNO) を設定する場合、Operator は各ノードで Open vSwitch (OVS) を設定し、ネットワークフローレコードを各コレクターに送信します。

Operator を、複数のネットワークフローコレクターにレコードを送信するように設定できます。たとえば、レコードを NetFlow コレクターに送信し、レコードを sFlow コレクターに送信することもできます。

OVS がデータをコレクターに送信すると、それぞれのタイプのコレクターは同一レコードを受け取ります。たとえば、2 つの NetFlow コレクターを設定すると、ノード上の OVS は同じレコードを 2 つのコレクターに送信します。また、2 つの sFlow コレクターを設定した場合には、2 つの sFlow コレクターが同じレコードを受け取ります。ただし、各コレクタータイプには固有のレコード形式があります。

ネットワークフローデータを収集し、レコードをコレクターに送信すると、パフォーマンスに影響があります。ノードは低速でパケットを処理します。パフォーマンスへの影響が大きすぎる場合は、コレクターの宛先を削除し、ネットワークフローデータの収集を無効にしてパフォーマンスを回復できます。



注記

ネットワークフローコレクターを有効にすると、クラスターネットワークの全体的なパフォーマンスに影響を与える可能性があります。

16.16.1. ネットワークフローを追跡するためのネットワークオブジェクト設定

Cluster Network Operator (CNO) でネットワークフローコレクターを設定するフィールドを以下の表に示します。

表16.8 ネットワークフローの設定

フィールド	タイプ	説明
metadata.name	**string**	CNO オブジェクトの名前。この名前は常に **cluster** です。

フィールド	タイプ	説明
spec.exportNetworkFlows	**object**	1 つ以上の **netFlow**、**sFlow**、または **ipfix**。
spec.exportNetworkFlows.netFlow.collectors	**array**	最大 10 コレクターの IP アドレスとネットワークポートのペアの一覧。
spec.exportNetworkFlows.sFlow.collectors	**array**	最大 10 コレクターの IP アドレスとネットワークポートのペアの一覧。
spec.exportNetworkFlows.ipfix.collectors	**array**	最大 10 コレクターの IP アドレスとネットワークポートのペアの一覧。

以下のマニフェストを CNO に適用した後に、Operator は、**192.168.1.99:2056** でリッスンする NetFlow コレクターにネットワークフローレコードを送信するようにクラスター内の各ノードで Open vSwitch (OVS) を設定します。

ネットワークフローを追跡するための設定例

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  exportNetworkFlows:
    netFlow:
      collectors:
        - 192.168.1.99:2056
```

16.16.2. ネットワークフローコレクターの宛先の追加

クラスター管理者として、Cluster Network Operator (CNO) を設定して、Pod ネットワークについてのネットワークフローメタデータのネットワークフローコレクターへの送信を停止することができます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- **cluster-admin** 権限を持つユーザーとしてクラスターにログインしていること。
- ネットワークフローコレクターがあり、リッスンする IP アドレスとポートを把握している。

手順

1. ネットワークフローコレクターのタイプおよびコレクターの IP アドレスとポート情報を指定するパッチファイルを作成します。

```
spec:
  exportNetworkFlows:
    netFlow:
      collectors:
        - 192.168.1.99:2056
```

2. ネットワークフローコレクターで CNO を設定します。

```
$ oc patch network.operator cluster --type merge -p "$(cat <file_name>.yaml)"
```

出力例

```
network.operator.openshift.io/cluster patched
```

検証

検証は通常必須ではありません。以下のコマンドを実行して、各ノードの Open vSwitch (OVS) がネットワークフローレコードを 1 つ以上のコレクターに送信するように設定されていることを確認できます。

1. Operator 設定を表示して、**exportNetworkFlows** フィールドが設定されていることを確認します。

```
$ oc get network.operator cluster -o jsonpath="{.spec.exportNetworkFlows}"
```

出力例

```
{"netFlow":{"collectors":["192.168.1.99:2056"]}}
```

2. 各ノードから OVS のネットワークフロー設定を表示します。

```
$ for pod in $(oc get pods -n openshift-ovn-kubernetes -l app=ovnkube-node -o
jsonpath='{range@.items[*]}{.metadata.name}{"\n"}{end}');
  do ;
    echo;
    echo $pod;
    oc -n openshift-ovn-kubernetes exec -c ovnkube-node $pod \
      -- bash -c 'for type in ipfix sflow netflow ; do ovs-vsctl find $type ; done';
done
```

出力例

```
ovnkube-node-xrn4p
_uuid               : a4d2aaca-5023-4f3d-9400-7275f92611f9
active_timeout      : 60
add_id_to_interface : false
engine_id           : []
engine_type         : []
external_ids        : {}
targets             : ["192.168.1.99:2056"]

ovnkube-node-z4vq9
_uuid               : 61d02fdb-9228-4993-8ff5-b27f01a29bd6
```

```
active_timeout      : 60
add_id_to_interface : false
engine_id           : []
engine_type         : []
external_ids        : {}
targets             : ["192.168.1.99:2056"]-

...
```

16.16.3. ネットワークフローコレクターのすべての宛先の削除

クラスター管理者として、Cluster Network Operator (CNO) を設定して、ネットワークフローメタデータのネットワークフローコレクターへの送信を停止することができます。

前提条件

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

手順

1. すべてのネットワークフローコレクターを削除します。

```
$ oc patch network.operator cluster --type='json' \
    -p='[{"op":"remove", "path":"/spec/exportNetworkFlows"}]'
```

出力例

```
network.operator.openshift.io/cluster patched
```

16.16.4. 関連情報

- Network [operator.openshift.io/v1]

16.17. ハイブリッドネットワークの設定

クラスター管理者は、OVN-Kubernetes Container Network Interface (CNI) クラスターネットワークプロバイダーを、Linux および Windows ノードがそれぞれ Linux および Windows ワークロードをできるように設定できます。

16.17.1. OVN-Kubernetes を使用したハイブリッドネットワークの設定

OVN-Kubernetes でハイブリッドネットワークを使用するようにクラスターを設定できます。これにより、異なるノードのネットワーク設定をサポートするハイブリッドクラスターが可能になります。たとえば、これはクラスター内の Linux ノードと Windows ノードの両方を実行するために必要です。

重要

クラスターのインストール時に、OVN-Kubernetes を使用してハイブリッドネットワークを設定する必要があります。インストールプロセス後に、ハイブリッドネットワークに切り替えることはできません。

前提条件

- **install-config.yaml** ファイルで **networking.networkType** パラメーターの **OVNKubernetes** を定義していること。詳細は、選択したクラウドプロバイダーでの OpenShift Container Platform ネットワークのカスタマイズの設定についてのインストールドキュメントを参照してください。

手順

1. インストールプログラムが含まれるディレクトリーに切り替え、マニフェストを作成します。

```
$ ./openshift-install create manifests --dir <installation_directory>
```

ここでは、以下のようになります。

<installation_directory>

クラスターの **install-config.yaml** ファイルが含まれるディレクトリーの名前を指定します。

2. **cluster-network-03-config.yml** という名前の、高度なネットワーク設定用のスタブマニフェストファイルを **<installation_directory>/manifests/** ディレクトリーに作成します。

```
$ cat <<EOF > <installation_directory>/manifests/cluster-network-03-config.yml
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
EOF
```

ここでは、以下のようになります。

<installation_directory>

クラスターの **manifests/** ディレクトリーが含まれるディレクトリー名を指定します。

3. **cluster-network-03-config.yml** ファイルをエディターで開き、以下の例のようにハイブリッドネットワークで OVN-Kubernetes を設定します。

ハイブリッドネットワーク設定の指定

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  defaultNetwork:
    ovnKubernetesConfig:
      hybridOverlayConfig:
        hybridClusterNetwork: 1
        - cidr: 10.132.0.0/14
          hostPrefix: 23
        hybridOverlayVXLANPort: 9898 2
```

1. 追加のオーバーレイネットワーク上のノードに使用される CIDR 設定を指定します。**hybridClusterNetwork** CIDR は **clusterNetwork** CIDR と重複できません。

2. 追加のオーバーレイネットワークのカスタム VXLAN ポートを指定します。これは、vSphere にインストールされたクラスターで Windows ノードを実行するために必要であり、その他のクラウドプロバイダー用に設定することはできません。カスタムポートには、デフォルトの **4789** ポートを除くいずれかのオープンポートを使用できます。この要件についての詳細は、Microsoft ドキュメントの Pod-to-pod connectivity between hosts is broken を参照してください。

注記

Windows Server Long-Term Servicing Channel (LTSC): Windows Server 2019 は、カスタムの VXLAN ポートの選択をサポートしないため、カスタムの **hybridOverlayVXLANPort** 値を持つクラスターではサポートされません。

4. **cluster-network-03-config.yml** ファイルを保存し、テキストエディターを終了します。

5. オプション: **manifests/cluster-network-03-config.yml** ファイルをバックアップします。インストールプログラムは、クラスターの作成時に **manifests/** ディレクトリーを削除します。

追加のインストール設定を完了してから、クラスターを作成します。インストールプロセスが終了すると、ハイブリッドネットワークが有効になります。

16.17.2. 関連情報

- Windows コンテナーワークロードについて
- Windows コンテナーワークロードの有効化
- ネットワークのカスタマイズによる AWS へのクラスターのインストール
- ネットワークのカスタマイズによる Azure へのクラスターのインストール

第17章 ルートの作成

17.1. ルート設定

17.1.1. HTTP ベースのルートの作成

ルートを使用すると、公開された URL でアプリケーションをホストできます。これは、アプリケーションのネットワークセキュリティー設定に応じて、セキュリティー保護または保護なしを指定できます。HTTP ベースのルートとは、セキュアではないルートで、基本的な HTTP ルーティングプロトコルを使用してセキュリティー保護されていないアプリケーションポートでサービスを公開します。

以下の手順では、**hello-openshift** アプリケーションを例に、Web アプリケーションへのシンプルな HTTP ベースのルートを作成する方法を説明します。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。
- 管理者としてログインしている。
- あるポートを公開する Web アプリケーションと、そのポートでトラフィックをリッスンする TCP エンドポイントがあります。

手順

1. 次のコマンドを実行して、**hello-openshift** というプロジェクトを作成します。

```
$ oc new-project hello-openshift
```

2. 以下のコマンドを実行してプロジェクトに Pod を作成します。

```
$ oc create -f https://raw.githubusercontent.com/openshift/origin/master/examples/hello-openshift/hello-pod.json
```

3. 以下のコマンドを実行して、**hello-openshift** というサービスを作成します。

```
$ oc expose pod/hello-openshift
```

4. 次のコマンドを実行して、**hello-openshift** アプリケーションに対して、セキュアではないルートを作成します。

```
$ oc expose svc hello-openshift
```

結果として生成される **Route** リソースを検査すると、以下のようになります。

上記で作成されたセキュアでないルートの YAML 定義

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: hello-openshift
spec:
```

```
host: hello-openshift-hello-openshift.<Ingress_Domain> 1
port:
  targetPort: 8080 2
to:
  kind: Service
  name: hello-openshift
```

1 **<Ingress_Domain>** はデフォルトの Ingress ドメイン名です。**ingresses.config/cluster** オブジェクトはインストール中に作成され、変更できません。別のドメインを指定する場合は、**appsDomain** オプションを使用して別のクラスタードメインを指定できます。

2 **targetPort** は、このルートが指すサービスによって選択される Pod のターゲットポートです。

注記

デフォルトの ingress ドメインを表示するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc get ingresses.config/cluster -o jsonpath={.spec.domain}
```

17.1.2. ルートのタイムアウトの設定

Service Level Availability (SLA) で必要とされる、低タイムアウトが必要なサービスや、バックエンドでの処理速度が遅いケースで高タイムアウトが必要なサービスがある場合は、既存のルートに対してデフォルトのタイムアウトを設定することができます。

前提条件

- 実行中のクラスターでデプロイ済みの Ingress コントローラーが必要になります。

手順

1. **oc annotate** コマンドを使用して、ルートにタイムアウトを追加します。

```
$ oc annotate route <route_name> \
    --overwrite haproxy.router.openshift.io/timeout=<timeout><time_unit> 1
```

1 サポートされる時間単位は、マイクロ秒 (us)、ミリ秒 (ms)、秒 (s)、分 (m)、時間 (h)、または日 (d) です。

以下の例では、2 秒のタイムアウトを **myroute** という名前のルートに設定します。

```
$ oc annotate route myroute --overwrite haproxy.router.openshift.io/timeout=2s
```

17.1.3. HTTP Strict Transport Security の有効化

HTTP Strict Transport Security (HSTS) ポリシーは、ホストで HTTPS トラフィックのみを許可するセキュリティーの拡張機能です。デフォルトで、すべての HTTP 要求はドロップされます。これは、web サイトとの対話の安全性を確保したり、ユーザーのためにセキュアなアプリケーションを提供するのに役立ちます。

HSTS が有効にされると、HSTS はサイトから Strict Transport Security ヘッダーを HTTPS 応答に追加します。リダイレクトするルートで **insecureEdgeTerminationPolicy** 値を使用し、HTTP を HTTPS に送信するようにします。ただし、HSTS が有効にされている場合は、要求の送信前にクライアントがすべての要求を HTTP URL から HTTPS に変更するためにリダイレクトの必要がなくなります。これはクライアントでサポートされる必要はなく、**max-age=0** を設定することで無効にできます。

重要

HSTS はセキュアなルート (edge termination または re-encrypt) でのみ機能します。この設定は、HTTP またはパススルールートには適していません。

手順

- ルートに対して HSTS を有効にするには、**haproxy.router.openshift.io/hsts_header** 値を edge termination または re-encrypt ルートに追加します。

```
apiVersion: v1
kind: Route
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/hsts_header: max-age=31536000;includeSubDomains;preload
```
(1) (2) (3)

(1) **max-age** は唯一の必須パラメーターです。これは、HSTS ポリシーが有効な期間 (秒単位) を測定します。クライアントは、ホストから HSTS ヘッダーのある応答を受信する際には常に **max-age** を更新します。**max-age** がタイムアウトになると、クライアントはポリシーを破棄します。

(2) **includeSubDomains** はオプションです。これが含まれる場合、クライアントに対し、ホストのすべてのサブドメインがホストと同様に処理されるように指示します。

(3) **preload** はオプションです。**max-age** が 0 より大きい場合、**preload** を **haproxy.router.openshift.io/hsts_header** に組み込むことにより、外部サービスはこのサイトをそれぞれの HSTS プリロード一覧に含めることができます。たとえば、Google などのサイトは **preload** が設定されているサイトの一覧を作成します。ブラウザーはこれらの一覧を使用し、サイトと対話する前でも HTTPS 経由で通信できるサイトを判別できます。**preload** 設定がない場合、ブラウザーはヘッダーを取得するために HTTPS 経由でサイトと通信している必要があります。

17.1.4. スループット関連の問題のトラブルシューティング

OpenShift Container Platform でデプロイされるアプリケーションでは、特定のサービス間で非常に長い待ち時間が発生するなど、ネットワークのスループットの問題が生じることがあります。

Pod のログが問題の原因を指摘しない場合は、以下の方法を使用してパフォーマンスの問題を分析します。

- ping または tcpdump などのパケットアナライザーを使用して Pod とそのノード間のトラフィックを分析します。
  たとえば、問題を生じさせる動作を再現している間に各 Pod で tcpdump ツールを実行します。両サイトでキャプチャーしたデータを確認し、送信および受信タイムスタンプを比較して Pod への/からのトラフィックの待ち時間を分析します。待ち時間は、ノードのインターフェイスが他の Pod やストレージデバイス、またはデータプレーンからのトラフィックでオーバーロードする場合に OpenShift Container Platform で発生する可能性があります。

```
$ tcpdump -s 0 -i any -w /tmp/dump.pcap host <podip 1> && host <podip 2> 1
```

1 **podip** は Pod の IP アドレスです。 **oc get pod <pod_name> -o wide** コマンドを実行して Pod の IP アドレスを取得します。

tcpdump は 2 つの Pod 間のすべてのトラフィックが含まれる **/tmp/dump.pcap** のファイルを生成します。理想的には、ファイルサイズを最小限に抑えるために問題を再現するすぐ前と問題を再現したすぐ後ににアナライザーを実行することが良いでしょう。以下のようにノード間でパケットアナライザーを実行することもできます (式から SDN を排除する)。

```
$ tcpdump -s 0 -i any -w /tmp/dump.pcap port 4789
```

- ストリーミングのスループットおよび UDP スループットを測定するために iperf などの帯域幅測定ツールを使用します。ボトルネックの特定を試行するには、最初に Pod から、次にノードからツールを実行します。
  - iperf のインストールおよび使用についての詳細は、こちらの Red Hat ソリューション を参照してください。

17.1.5. Cookie に使用によるルートのステートフル性の維持

OpenShift Container Platform は、すべてのトラフィックを同じエンドポイントにヒットさせることによりステートフルなアプリケーションのトラフィックを可能にするスティッキーセッションを提供します。ただし、エンドポイント Pod が再起動、スケーリング、または設定の変更などによって終了する場合、このステートフル性はなくなります。

OpenShift Container Platform は Cookie を使用してセッションの永続化を設定できます。Ingress コントローラーはユーザー要求を処理するエンドポイントを選択し、そのセッションの Cookie を作成します。Cookie は要求の応答として戻され、ユーザーは Cookie をセッションの次の要求と共に送り返します。Cookie は Ingress コントローラーに対し、セッションを処理しているエンドポイントを示し、クライアント要求が Cookie を使用して同じ Pod にルーティングされるようにします。

注記

cookie は、HTTP トラフィックを表示できないので、パススルールートで設定できません。代わりに、ソース IP アドレスをベースに数が計算され、バックエンドを判断します。

バックエンドが変わると、トラフィックが間違ったサーバーに転送されてしまい、スティッキーではなくなります。ソース IP を非表示にするロードバランサーを使用している場合は、すべての接続に同じ番号が設定され、トラフィックは同じ Pod に送られます。

17.1.5.1. Cookie を使用したルートのアノテーション

ルート用に自動生成されるデフォルト名を上書きするために Cookie 名を設定できます。これにより、ルートトラフィックを受信するアプリケーションが Cookie 名を認識できるようになります。Cookie を削除すると、次の要求でエンドポイントの再選択が強制的に実行される可能性があります。そのためサーバーがオーバーロードしている場合には、クライアントからの要求を取り除き、それらの再分配を試行します。

手順

1. 指定される cookie 名でルートにアノテーションを付けます。

```
$ oc annotate route <route_name> router.openshift.io/cookie_name="<cookie_name>"
```

ここでは、以下のようになります。

<route_name>
Pod の名前を指定します。

<cookie_name>
cookie の名前を指定します。

たとえば、ルート **my_route** に cookie 名 **my_cookie** でアノテーションを付けるには、以下を実行します。

```
$ oc annotate route my_route router.openshift.io/cookie_name="my_cookie"
```

2. 変数でルートのホスト名を取得します。

```
$ ROUTE_NAME=$(oc get route <route_name> -o jsonpath='{.spec.host}')
```

ここでは、以下のようになります。

<route_name>
Pod の名前を指定します。

3. cookie を保存してからルートにアクセスします。

```
$ curl $ROUTE_NAME -k -c /tmp/cookie_jar
```

ルートに接続する際に、直前のコマンドによって保存される cookie を使用します。

```
$ curl $ROUTE_NAME -k -b /tmp/cookie_jar
```

17.1.6. パスベースのルート

パスベースのルートは、URL に対して比較できるパスコンポーネントを指定します。この場合、ルートのトラフィックは HTTP ベースである必要があります。そのため、それぞれが異なるパスを持つ同じホスト名を使用して複数のルートを提供できます。ルーターは、最も具体的なパスの順に基づいてルートと一致する必要があります。ただし、これはルーターの実装によって異なります。

以下の表は、ルートのサンプルおよびそれらのアクセシビリティーを示しています。

表17.1 ルートの可用性

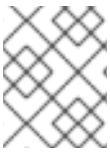
ルート	比較対象	アクセス可能
www.example.com/test	www.example.com/test	はい
	www.example.com	いいえ

ルート	比較対象	アクセス可能
www.example.com/test および www.example.com	www.example.com/test	はい
	www.example.com	はい
www.example.com	www.example.com/text	Yes (ルートではなく、ホストで一致)
	www.example.com	はい

パスが 1 つでセキュリティー保護されていないルート

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: route-unsecured
spec:
  host: www.example.com
  path: "/test" 1
  to:
    kind: Service
    name: service-name
```

1 パスは、パスベースのルートに唯一追加される属性です。



注記

ルーターは TLS を終了させず、要求のコンテンツを読み込みことができないので、パスベースのルーティングは、パススルー TLS を使用する場合には利用できません。

17.1.7. ルート固有のアノテーション

Ingress コントローラーは、公開するすべてのルートのデフォルトオプションを設定できます。個別のルートは、アノテーションに個別の設定を指定して、デフォルトの一部を上書きできます。Red Hat では、ルートアノテーションの Operator 管理ルートへの追加はサポートしません。

重要

複数のソース IP またはサブネットのホワイトリストを作成するには、スペースで区切られたリストを使用します。他の区切りタイプを使用すると、一覧が警告やエラーメッセージなしに無視されます。

表17.2 ルートアノテーション

変数	説明	デフォルトで使用される環境変数

変数	説明	デフォルトで使用される環境変数
haproxy.router.openshift.io/balance	ロードバランシングアルゴリズムを設定します。使用できるオプションは、**random**、**source**、**roundrobin**、および **leastconn** です。デフォルト値は **random** です。	パススルールートの **ROUTER_TCP_BALANCE_SCHEME** です。それ以外の場合は **ROUTER_LOAD_BALANCE_ALGORITHM** を使用します。
haproxy.router.openshift.io/disable_cookies	関連の接続を追跡する cookie の使用を無効にします。**'true'** または **'TRUE'** に設定する場合は、分散アルゴリズムを使用して、受信する HTTP 要求ごとに、どのバックエンドが接続を提供するかを選択します。	
router.openshift.io/cookie_name	このルートに使用するオプションの cookie を指定します。名前は、大文字、小文字、数字、"_" または "-" を任意に組み合わせて指定する必要があります。デフォルトは、ルートのハッシュ化された内部キー名です。	
haproxy.router.openshift.io/pod-concurrent-connections	ルーターからバッキングされる Pod に対して許容される接続最大数を設定します。 注意: Pod が複数ある場合には、それぞれに対応する接続数を設定できます。複数のルーターがある場合は、それらのルーター間で調整は行われず、それぞれがこれに複数回接続する可能性があります。設定されていない場合または 0 に設定されている場合には制限はありません。	
haproxy.router.openshift.io/rate-limit-connections	**'true'** または **'TRUE'** を設定すると、ルートごとに特定のバックエンドの stick-tables で実装されるレート制限機能が有効になります。 注記: このアノテーションを使用すると、DDoS (Distributed Denial-of-service) 攻撃に対する基本的な保護機能が提供されます。	

変数	説明	デフォルトで使用される環境変数
haproxy.router.openshift.io/rate-limit-connections.concurrent-tcp	同じソース IP アドレスで行われる同時 TCP 接続の数を制限します。数値を受け入れます。 注記: このアノテーションを使用すると、DDoS (Distributed Denial-of-service) 攻撃に対する基本的な保護機能が提供されます。	
haproxy.router.openshift.io/rate-limit-connections.rate-http	同じソース IP アドレスを持つクライアントが HTTP 要求を実行できるレートを制限します。数値を受け入れます。 注記: このアノテーションを使用すると、DDoS (Distributed Denial-of-service) 攻撃に対する基本的な保護機能が提供されます。	
haproxy.router.openshift.io/rate-limit-connections.rate-tcp	同じソース IP アドレスを持つクライアントが TCP 接続を確立するレートを制限します。数値を受け入れます。 注記: このアノテーションを使用すると、DDoS (Distributed Denial-of-service) 攻撃に対する基本的な保護機能が提供されます。	
haproxy.router.openshift.io/timeout	ルートのサーバー側のタイムアウトを設定します。(TimeUnits)	**ROUTER_DEFAULT_SERVER_TIMEOUT**
haproxy.router.openshift.io/timeout-tunnel	このタイムアウトは、クリアテキスト、エッジ、再暗号化、またはパススルーのルートを介した Web Socket などトンネル接続に適用されます。cleartext、edge、または reencrypt のルートタイプでは、このアノテーションは、タイムアウト値がすでに存在するタイムアウトトンネルとして適用されます。パススルーのルートタイプでは、アノテーションは既存のタイムアウト値の設定よりも優先されます。	**ROUTER_DEFAULT_TUNNEL_TIMEOUT**

変数	説明	デフォルトで使用される環境変数
ingresses.config/cluster ingress.operator.openshift.io /hard-stop-after	設定できるのは、Ingress Controller または ingress config です。このアノテーションでは、ルーターを再デプロイし、HA プロキシーが haproxy**hard-stop-after** グローバルオプションを実行するように設定します。このオプションは、クリーンなソフトストップ実行で最大許容される時間を定義します。	**ROUTER_HARD_STOP_AFTER**
router.openshift.io/haproxy.health.check.interval	バックエンドのヘルスチェックの間隔を設定します。(TimeUnits)	**ROUTER_BACKEND_CHECK_INTERVAL**
haproxy.router.openshift.io/ip_whitelist	ルートのホワイトリストを設定します。ホワイトリストは、承認したソースアドレスの IP アドレスおよび CIDR 範囲の一覧をスペース区切りにします。ホワイトリストに含まれていない IP アドレスからの要求は破棄されます。 ホワイトリストの許可される IP アドレスおよび CIDR 範囲の最大数は 61 です。	
haproxy.router.openshift.io/hsts_header	edge terminated または re-encrypt ルートの Strick-Transport-Security ヘッダーを設定します。	
haproxy.router.openshift.io/log-send-hostname	Syslog ヘッダーの **hostname** フィールドを設定します。システムのホスト名を使用します。サイドカーや Syslog ファシリティーなどの Ingress API ロギングメソッドがルーターに対して有効になっている場合、**log-send-hostname** はデフォルトで有効になります。	
haproxy.router.openshift.io/rewrite-target	バックエンドの要求の書き換えパスを設定します。	

変数	説明	デフォルトで使用される環境変数
router.openshift.io/cookie-same-site	Cookie を制限するために値を設定します。値は以下のようになります。 **Lax**: Cookie はアクセスしたサイトとサードパーティーのサイト間で転送されます。 **Strict**: Cookie はアクセスしたサイトに制限されます。 **None**: Cookie はアクセスしたサイトに制限されます。 この値は、re-encrypt および edge ルートにのみ適用されます。詳細は、SameSite cookie のドキュメント を参照してください。	
haproxy.router.openshift.io/set-forwarded-headers	ルートごとに **Forwarded** および **X-Forwarded-For** HTTP ヘッダーを処理するポリシーを設定します。値は以下のようになります。 **append**: ヘッダーを追加し、既存のヘッダーを保持します。これはデフォルト値です。 **Replace**: ヘッダーを設定し、既存のヘッダーを削除します。 **never**: ヘッダーを設定しませんが、既存のヘッダーを保持します。 **if-none**: ヘッダーがまだ設定されていない場合にこれを設定します。	**ROUTER_SET_FORWARDED_HEADERS**

注記

環境変数を編集することはできません。

ルータータイムアウト変数

TimeUnits は数字、その後に単位を指定して表現します。 **us** *(マイクロ秒)、**ms** (ミリ秒、デフォルト)、**s** (秒)、 **m** (分)、 **h** *(時間)、**d** (日)

正規表現: [1-9][0-9]*(**us**\|**ms**\|**s**\|**m**\|**h**\|**d**)

変数	デフォルト	説明
ROUTER_BACKEND_CHECK_INTERVAL	**5000ms**	バックエンドでの後続の liveness チェックの時間の長さ。
ROUTER_CLIENT_FIN_TIMEOUT	**1s**	クライアントがルートに接続する場合の TCP FIN タイムアウトの期間を制御します。接続切断のために送信された FIN が指定の時間内に応答されない場合は、HAProxy が接続を切断します。小さい値を設定し、ルーターでリソースをあまり使用していない場合には、リスクはありません。
ROUTER_DEFAULT_CLIENT_TIMEOUT	**30s**	クライアントがデータを確認するか、送信するための時間の長さ。
ROUTER_DEFAULT_CONNECT_TIMEOUT	**5s**	最大接続時間。
ROUTER_DEFAULT_SERVER_FIN_TIMEOUT	**1s**	ルーターからルートをバッキングする Pod の TCP FIN タイムアウトを制御します。
ROUTER_DEFAULT_SERVER_TIMEOUT	**30s**	サーバーがデータを確認するか、送信するための時間の長さ。
ROUTER_DEFAULT_TUNNEL_TIMEOUT	**1h**	TCP または WebSocket 接続が開放された状態で保つ時間数。このタイムアウト期間は、HAProxy が再読み込みされるたびにリセットされます。
ROUTER_SLOWLORIS_HTTP_KEEPALIVE	**300s**	新しい HTTP 要求が表示されるまで待機する最大時間を設定します。この値が低すぎる場合には、ブラウザーおよびアプリケーションの **keepalive** 値が低くなりすぎて、問題が発生する可能性があります。 有効なタイムアウト値には、想定した個別のタイムアウトではなく、特定の変数を合計した値に指定することができます。たとえば、**ROUTER_SLOWLORIS_HTTP_KEEPALIVE** は、**timeout http-keep-alive** を調整します。HAProxy はデフォルトで **300s** に設定されていますが、HAProxy は **tcp-request inspect-delay** も待機します。これは **5s** に設定されています。この場合、全体的なタイムアウトは **300s** に **5s** を加えたことになります。

変数	デフォルト	説明
ROUTER_SLOWLORIS_TIMEOUT	**10s**	HTTP 要求の伝送にかかる時間。
RELOAD_INTERVAL	**5s**	ルーターがリロードし、新規の変更を受け入れる最小の頻度を許可します。
ROUTER_METRICS_HAPROXY_TIMEOUT	**5s**	HAProxy メトリクスの収集タイムアウト。

ルート設定のカスタムタイムアウト

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/timeout: 5500ms (1)
...
```

(1) HAProxy 対応の単位 (**us**、**ms**、**s**、 **m**、**h**、**d**) で新規のタイムアウトを指定します。単位が指定されていない場合は、**ms** がデフォルトになります。

注記

パススルールートのサーバー側のタイムアウト値を低く設定し過ぎると、WebSocket 接続がそのルートで頻繁にタイムアウトする可能性があります。

特定の IP アドレスを 1 つだけ許可するルート

```
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/ip_whitelist: 192.168.1.10
```

複数の IP アドレスを許可するルート

```
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/ip_whitelist: 192.168.1.10 192.168.1.11 192.168.1.12
```

IP アドレスの CIDR ネットワークを許可するルート

```
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/ip_whitelist: 192.168.1.0/24
```

IP アドレスと IP アドレスの CIDR ネットワークの両方を許可するルート

```
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/ip_whitelist: 180.5.61.153 192.168.1.0/24 10.0.0.0/8
```

書き換えターゲットを指定するルート

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/rewrite-target: / (1)
...
```

(1) バックエンドの要求の書き換えパスとして / を設定します。

ルートに **haproxy.router.openshift.io/rewrite-target** アノテーションを設定すると、要求をバックエンドアプリケーションに転送する前に Ingress コントローラーがこのルートを使用して HTTP 要求のパスを書き換える必要があることを指定します。**spec.path** で指定されたパスに一致する要求パスの一部は、アノテーションで指定された書き換えターゲットに置き換えられます。

以下の表は、**spec.path**、要求パス、および書き換えターゲットの各種の組み合わせについてのパスの書き換え動作の例を示しています。

表17.3 rewrite-target の例:

Route.spec.path	要求パス	書き換えターゲット	転送された要求パス
/foo	/foo	/	/
/foo	/foo/	/	/
/foo	/foo/bar	/	/bar
/foo	/foo/bar/	/	/bar/
/foo	/foo	/bar	/bar
/foo	/foo/	/bar	/bar/
/foo	/foo/bar	/baz	/baz/bar
/foo	/foo/bar/	/baz	/baz/bar/
/foo/	/foo	/	該当なし (要求パスがルートパスに一致しない)
/foo/	/foo/	/	/

Route.spec.path	要求パス	書き換えターゲット	転送された要求パス
/foo/	/foo/bar	/	/bar

17.1.8. ルートの受付ポリシーの設定

管理者およびアプリケーション開発者は、同じドメイン名を持つ複数の namespace でアプリケーションを実行できます。これは、複数のチームが同じホスト名で公開されるマイクロサービスを開発する組織を対象としています。

警告

複数の namespace での要求の許可は、namespace 間の信頼のあるクラスターに対してのみ有効にする必要があります。有効にしないと、悪意のあるユーザーがホスト名を乗っ取る可能性があります。このため、デフォルトの受付ポリシーは複数の namespace 間でのホスト名の要求を許可しません。

前提条件

- クラスター管理者の権限。

手順

- 以下のコマンドを使用して、**ingresscontroller** リソース変数の **.spec.routeAdmission** フィールドを編集します。

```
$ oc -n openshift-ingress-operator patch ingresscontroller/default --patch '{"spec":
{"routeAdmission":{"namespaceOwnership":"InterNamespaceAllowed"}}}' --type=merge
```

イメージコントローラー設定例

```
spec:
  routeAdmission:
    namespaceOwnership: InterNamespaceAllowed
...
```

ヒント

または、以下の YAML を適用してルートの受付ポリシーを設定できます。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  routeAdmission:
    namespaceOwnership: InterNamespaceAllowed
```

17.1.9. Ingress オブジェクトを使用したルートの作成

一部のエコシステムコンポーネントには Ingress リソースとの統合機能がありますが、ルートリソースとは統合しません。これに対応するために、OpenShift Container Platform は Ingress オブジェクトの作成時に管理されるルートオブジェクトを自動的に作成します。これらのルートオブジェクトは、対応する Ingress オブジェクトが削除されると削除されます。

手順

1. OpenShift Container Platform コンソールで Ingress オブジェクトを定義するか、または oc **create** コマンドを実行します。

Ingress の YAML 定義

```
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: frontend
  annotations:
    route.openshift.io/termination: "reencrypt" (1)
spec:
  rules:
  - host: www.example.com
    http:
      paths:
      - backend:
          service:
            name: frontend
            port:
              number: 443
        path: /
        pathType: Prefix
  tls:
  - hosts:
    - www.example.com
    secretName: example-com-tls-certificate
```

(1) **route.openshift.io/termination** アノテーションは、**Route** の **spec.tls.termination** フィールドを設定するために使用できます。**Ingress** にはこのフィールドがありません。許可される値は **edge**、**passthrough**、および **reencrypt** です。その他のすべての値は警告なしに無視されます。アノテーション値が設定されていない場合は、**edge** がデフォル

トルートになります。デフォルトのエッジルートを実装するには、TLS 証明書の詳細をテンプレートファイルで定義する必要があります。

a. **route.openshift.io/termination** アノテーションで **passthrough** の値を指定する場合は、仕様で **path** を **''** に設定し、**pathType** を **ImplementationSpecific** に設定します。

```
spec:
  rules:
  - host: www.example.com
    http:
      paths:
      - path: ''
        pathType: ImplementationSpecific
        backend:
          service:
            name: frontend
            port:
              number: 443
```

```
$ oc apply -f ingress.yaml
```

2. ルートを一覧表示します。

```
$ oc get routes
```

結果には、**frontend-** で始まる名前の自動生成ルートが含まれます。

```
NAME            HOST/PORT        PATH    SERVICES    PORT    TERMINATION
WILDCARD
frontend-gnztq  www.example.com          frontend    443     reencrypt/Redirect  None
```

このルートを検査すると、以下のようになります。

自動生成されるルートの YAML 定義

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: frontend-gnztq
  ownerReferences:
  - apiVersion: networking.k8s.io/v1
    controller: true
    kind: Ingress
    name: frontend
    uid: 4e6c59cc-704d-4f44-b390-617d879033b6
spec:
  host: www.example.com
  path: /
  port:
    targetPort: https
  tls:
    certificate: |
```

```
    -----BEGIN CERTIFICATE-----
    [...]
    -----END CERTIFICATE-----
  insecureEdgeTerminationPolicy: Redirect
  key: |
    -----BEGIN RSA PRIVATE KEY-----
    [...]
    -----END RSA PRIVATE KEY-----
  termination: reencrypt
 to:
  kind: Service
  name: frontend
```

17.1.10. Ingress オブジェクトを介してデフォルトの証明書を使用してルートを作成する

TLS 設定を指定せずに Ingress オブジェクトを作成すると、OpenShift Container Platform は安全でないルートを生成します。デフォルトの Ingress 証明書を使用してセキュアなエッジ終端ルートを生成する Ingress オブジェクトを作成するには、次のように空の TLS 設定を指定できます。

前提条件

- 公開したいサービスがあります。
- OpenShift CLI (**oc**) にアクセスできる。

手順

1. Ingress オブジェクトの YAML ファイルを作成します。この例では、ファイルの名前は **example-ingress.yaml** です。

   Ingress オブジェクトの YAML 定義

```
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: frontend
  ...
spec:
  rules:
    ...
  tls:
  - {} 1
```

   1 この正確な構文を使用して、カスタム証明書を指定せずに TLS を指定します。

2. 次のコマンドを実行して、Ingress オブジェクトを作成します。

```
$ oc create -f example-ingress.yaml
```

検証

- 以下のコマンドを実行して、OpenShift Container Platform が Ingress オブジェクトの予期されるルートを作成したことを確認します。

```
$ oc get routes -o yaml
```

出力例

```
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: route.openshift.io/v1
  kind: Route
  metadata:
    name: frontend-j9sdd 1
    ...
  spec:
  ...
    tls: 2
      insecureEdgeTerminationPolicy: Redirect
      termination: edge 3
  ...
```

1. ルートの名前には、Ingress オブジェクトの名前とそれに続くランダムな接尾辞が含まれます。
2. デフォルトの証明書を使用するには、ルートで **spec.certificate** を指定しないでください。
3. ルートは、**edge** の終了ポリシーを指定する必要があります。

17.1.11. デュアルスタックネットワーク用の OpenShift Container Platform Ingress コントローラーの設定

OpenShift Container Platform クラスターが IPv4 および IPv6 デュアルスタックネットワーク用に設定されている場合、クラスターは OpenShift Container Platform ルートによって外部からアクセス可能です。

Ingress コントローラーは、IPv4 エンドポイントと IPv6 エンドポイントの両方を持つサービスを自動的に提供しますが、シングルスタックまたはデュアルスタックサービス用に Ingress コントローラーを設定できます。

前提条件

- ベアメタルに OpenShift Container Platform クラスターをデプロイしていること。
- OpenShift CLI (**oc**) がインストールされている。

手順

1. Ingress コントローラーが、IPv4 / IPv6 を介してトラフィックをワークロードに提供するようにするには、**ipFamilies** フィールドおよび **ipFamilyPolicy** フィールドを設定して、サービス YAML ファイルを作成するか、既存のサービス YAML ファイルを変更します。以下は例になります。

   サービス YAML ファイルの例

   ```
   apiVersion: v1
   ```

```
kind: Service
metadata:
  creationTimestamp: yyyy-mm-ddT00:00:00Z
  labels:
    name: <service_name>
    manager: kubectl-create
    operation: Update
    time: yyyy-mm-ddT00:00:00Z
  name: <service_name>
  namespace: <namespace_name>
  resourceVersion: "<resource_version_number>"
  selfLink: "/api/v1/namespaces/<namespace_name>/services/<service_name>"
  uid: <uid_number>
spec:
  clusterIP: 172.30.0.0/16
  clusterIPs: 1
  - 172.30.0.0/16
  - <second_IP_address>
  ipFamilies: 2
  - IPv4
  - IPv6
  ipFamilyPolicy: RequireDualStack 3
  ports:
  - port: 8080
    protocol: TCP
    targetport: 8080
  selector:
    name: <namespace_name>
  sessionAffinity: None
  type: ClusterIP
status:
  loadbalancer: {}
```

1. デュアルスタックインスタンスでは、2 つの異なる **clusterIPs** が提供されます。
2. シングルスタックインスタンスの場合は、**IPv4** または **IPv6** と入力します。デュアルスタックインスタンスの場合は、**IPv4** と **IPv6** の両方を入力します。
3. シングルスタックインスタンスの場合は、**SingleStack** と入力します。デュアルスタックインスタンスの場合は、**RequireDualStack** と入力します。

これらのリソースは、対応する **endpoints** を生成します。Ingress コントローラーは、**endpointslices** を監視するようになりました。

2. **endpoints** を表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get endpoints
```

3. **endpointslices** を表示するには、以下のコマンドを入力します。

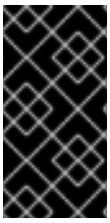
```
$ oc get endpointslices
```

関連情報

- appsDomain オプションを使用した代替クラスタードメインの指定

17.2. セキュリティー保護されたルート

セキュアなルートは、複数の TLS 終端タイプを使用してクライアントに証明書を提供できます。以下のセクションでは、カスタム証明書を使用して re-encrypt、edge、および passthrough ルートを作成する方法を説明します。



重要

パブリックエンドポイントを使用して Microsoft Azure にルートを作成する場合、リソース名は制限されます。特定の用語を使用するリソースを作成することはできません。Azure が制限する語の一覧は、Azure ドキュメントの Resolve reserved resource name errors を参照してください。

17.2.1. カスタム証明書を使用した re-encrypt ルートの作成

oc create route コマンドを使用し、カスタム証明書と共に reencrypt TLS termination を使用してセキュアなルートを設定できます。

前提条件

- PEM エンコードされたファイルに証明書/キーのペアがなければなりません。 ここで、証明書はルートホストに対して有効である必要があります。
- 証明書チェーンを完了する PEM エンコードされたファイルの別の CA 証明書が必要です。
- PEM エンコードされたファイルの別の宛先 CA 証明書が必要です。
- 公開する必要のあるサービスが必要です。

注記

パスワードで保護されるキーファイルはサポートされません。キーファイルからパスフレーズを削除するには、以下のコマンドを使用します。

```
$ openssl rsa -in password_protected_tls.key -out tls.key
```

手順

この手順では、カスタム証明書および reencrypt TLS termination を使用して **Route** リソースを作成します。以下では、証明書/キーのペアが現在の作業ディレクトリーの **tls.crt** および **tls.key** ファイルにあることを前提としています。また、Ingress コントローラーがサービスの証明書を信頼できるように宛先 CA 証明書を指定する必要もあります。必要な場合には、証明書チェーンを完了するために CA 証明書を指定することもできます。**tls.crt**、 **tls.key**、**cacert.crt**、および (オプションで) **ca.crt** を実際のパス名に置き換えます。**frontend** を、公開する必要のある **Service** リソースに置き換えます。**www.example.com** を適切な名前に置き換えます。

- reencrypt TLS 終端およびカスタム証明書を使用してセキュアな **Route** リソースを作成します。

```
$ oc create route reencrypt --service=frontend --cert=tls.crt --key=tls.key --dest-ca-cert=destca.crt --ca-cert=ca.crt --hostname=www.example.com
```

結果として生成される **Route** リソースを検査すると、以下のようになります。

セキュアなルートの YAML 定義

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: frontend
spec:
  host: www.example.com
  to:
    kind: Service
    name: frontend
  tls:
    termination: reencrypt
    key: |-
      -----BEGIN PRIVATE KEY-----
      [...]
      -----END PRIVATE KEY-----
    certificate: |-
      -----BEGIN CERTIFICATE-----
      [...]
      -----END CERTIFICATE-----
    caCertificate: |-
      -----BEGIN CERTIFICATE-----
      [...]
      -----END CERTIFICATE-----
    destinationCACertificate: |-
      -----BEGIN CERTIFICATE-----
      [...]
      -----END CERTIFICATE-----
```

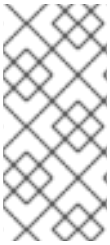
他のオプションについては、**oc create route reencrypt --help** を参照してください。

17.2.2. カスタム証明書を使用した edge ルートの作成

oc create route コマンドを使用し、edge TLS termination とカスタム証明書を使用してセキュアなルートを設定できます。edge ルートの場合、Ingress コントローラーは、トラフィックを宛先 Pod に転送する前に TLS 暗号を終了します。ルートは、Ingress コントローラーがルートに使用する TLS 証明書およびキーを指定します。

前提条件

- PEM エンコードされたファイルに証明書/キーのペアがなければなりません。 ここで、証明書はルートホストに対して有効である必要があります。
- 証明書チェーンを完了する PEM エンコードされたファイルの別の CA 証明書が必要です。
- 公開する必要のあるサービスが必要です。



注記

パスワードで保護されるキーファイルはサポートされません。キーファイルからパスフレーズを削除するには、以下のコマンドを使用します。

```
$ openssl rsa -in password_protected_tls.key -out tls.key
```

手順

この手順では、カスタム証明書および edge TLS termination を使用して **Route** リソースを作成します。以下では、証明書/キーのペアが現在の作業ディレクトリーの **tls.crt** および **tls.key** ファイルにあることを前提としています。必要な場合には、証明書チェーンを完了するために CA 証明書を指定することもできます。**tls.crt**、 **tls.key**、および (オプションで) **ca.crt** を実際のパス名に置き換えます。**frontend** を、公開する必要のあるサービスの名前に置き換えます。**www.example.com** を適切な名前に置き換えます。

- edge TLS termination およびカスタム証明書を使用して、セキュアな **Route** リソースを作成します。

```
$ oc create route edge --service=frontend --cert=tls.crt --key=tls.key --ca-cert=ca.crt --
hostname=www.example.com
```

結果として生成される **Route** リソースを検査すると、以下のようになります。

セキュアなルートの YAML 定義

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: frontend
spec:
  host: www.example.com
  to:
    kind: Service
    name: frontend
  tls:
    termination: edge
    key: |-
      -----BEGIN PRIVATE KEY-----
      [...]
      -----END PRIVATE KEY-----
    certificate: |-
      -----BEGIN CERTIFICATE-----
      [...]
      -----END CERTIFICATE-----
    caCertificate: |-
      -----BEGIN CERTIFICATE-----
      [...]
      -----END CERTIFICATE-----
```

他のオプションについては、**oc create route edge --help** を参照してください。

17.2.3. passthrough ルートの作成

oc create route コマンドを使用し、passthrough termination を使用してセキュアなルートを設定できます。passthrough termination では、暗号化されたトラフィックが TLS 終端を提供するルーターなしに宛先に直接送信されます。そのため、ルートでキーや証明書は必要ありません。

前提条件

- 公開する必要のあるサービスが必要です。

手順

- **Route** リソースを作成します。

```
$ oc create route passthrough route-passthrough-secured --service=frontend --port=8080
```

結果として生成される **Route** リソースを検査すると、以下のようになります。

passthrough termination を使用したセキュリティー保護されたルート

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: route-passthrough-secured (1)
spec:
  host: www.example.com
  port:
    targetPort: 8080
  tls:
    termination: passthrough (2)
    insecureEdgeTerminationPolicy: None (3)
  to:
    kind: Service
    name: frontend
```

(1) オブジェクトの名前で、63 文字に制限されます。

(2) **termination** フィールドを **passthrough** に設定します。これは、必要な唯一の **tls** フィールドです。

(3) オプションの **insecureEdgeTerminationPolicy**。唯一有効な値は **None**、**Redirect**、または空の値です (無効にする場合)。

宛先 Pod は、エンドポイントでトラフィックに証明書を提供します。これは、必須となるクライアント証明書をサポートするための唯一の方法です (相互認証とも呼ばれる)。

第18章 INGRESS クラスタートラフィックの設定

18.1. INGRESS クラスタートラフィックの設定の概要

OpenShift Container Platform は、クラスター内で実行されるサービスを使ってクラスター外からの通信を可能にする以下の方法を提供します。

以下の方法が推奨されます。以下は、これらの方法の優先される順です。

- HTTP/HTTPS を使用する場合は Ingress コントローラーを使用する。
- HTTPS 以外の TLS で暗号化されたプロトコルを使用する場合、たとえば、SNI ヘッダーを使用する TLS の場合は、Ingress コントローラーを使用します。
- それ以外の場合は、ロードバランサー、外部 IP、または **NodePort** を使用します。

方法	目的
Ingress コントローラーの使用	HTTP/HTTPS トラフィックおよび HTTPS 以外の TLS で暗号化されたプロトコル (TLS と SNI ヘッダーの使用など) へのアクセスを許可します。
ロードバランサーサービスを使用した外部 IP の自動割り当て	プールから割り当てられた IP アドレスを使った非標準ポートへのトラフィックを許可します。
外部 IP のサービスへの手動割り当て	特定の IP アドレスを使った非標準ポートへのトラフィックを許可します。
NodePort の設定	クラスターのすべてのノードでサービスを公開します。

18.2. サービスの EXTERNALIP の設定

クラスター管理者は、トラフィックをクラスター内のサービスに送信できるクラスター外の IP アドレスブロックを指定できます。

この機能は通常、ベアメタルハードウェアにインストールされているクラスターに最も役立ちます。

18.2.1. 前提条件

- ネットワークインフラストラクチャーは、外部 IP アドレスのトラフィックをクラスターにルーティングする必要があります。

18.2.2. ExternalIP について

クラウド以外の環境では、OpenShift Container Platform は **ExternalIP** 機能を使用して外部 IP アドレスの **Service** オブジェクトの **spec.externalIPs[]** フィールドへの割り当てをサポートします。このフィールドを設定すると、OpenShift Container Platform は追加の仮想 IP アドレスをサービスに割り当てます。IP アドレスは、クラスターに定義されたサービスネットワーク外に指定できます。**type=NodePort** が設定されたサービスと同様に ExternalIP 機能で設定されたサービスにより、トラフィックを負荷分散のためにローカルノードに転送することができます。

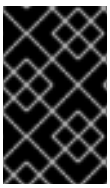
ネットワークインフラストラクチャーを設定し、定義する外部 IP アドレスブロックがクラスターにルーティングされるようにする必要があります。

OpenShift Container Platform は以下の機能を追加して Kubernetes の ExternalIP 機能を拡張します。

- 設定可能なポリシーでの、ユーザーによる外部 IP アドレスの使用の制限
- 要求時の外部 IP アドレスのサービスへの自動割り当て

警告

ExternalIP 機能の使用はデフォルトで無効にされます。これは、外部 IP アドレスへのクラスター内のトラフィックがそのサービスにダイレクトされるため、セキュリティー上のリスクを生じさせる可能性があります。これにより、クラスターユーザーは外部リソースについての機密性の高いトラフィックをインターセプトできるようになります。



重要

この機能は、クラウド以外のデプロイメントでのみサポートされます。クラウドデプロイメントの場合、クラウドの自動デプロイメントのためにロードバランサーサービスを使用し、サービスのエンドポイントをターゲットに設定します。

以下の方法で外部 IP アドレスを割り当てることができます。

外部 IP の自動割り当て

OpenShift Container Platform は、**spec.type=LoadBalancer** を設定して **Service** オブジェクトを作成する際に、IP アドレスを **autoAssignCIDRs** CIDR ブロックから **spec.externalIPs[]** 配列に自動的に割り当てます。この場合、OpenShift Container Platform はロードバランサーサービスタイプのクラウド以外のバージョンを実装し、IP アドレスをサービスに割り当てます。自動割り当てはデフォルトで無効にされており、以下のセクションで説明されているように、これはクラスター管理者が設定する必要があります。

外部 IP の手動割り当て

OpenShift Container Platform は **Service** オブジェクトの作成時に **spec.externalIPs[]** 配列に割り当てられた IP アドレスを使用します。別のサービスによってすでに使用されている IP アドレスを指定することはできません。

18.2.2.1. ExternalIP の設定

OpenShift Container Platform での外部 IP アドレスの使用は、**cluster** という名前の **Network.config.openshift.io** CR の以下のフィールドで管理されます。

- **spec.externalIP.autoAssignCIDRs** は、サービスの外部 IP アドレスを選択する際にロードバランサーによって使用される IP アドレスブロックを定義します。OpenShift Container Platform は、自動割り当て用の単一 IP アドレスブロックのみをサポートします。これは、ExternalIP をサービスに手動で割り当てる際に、制限された数の共有 IP アドレスのポート領域を管理しなくてはならない場合よりも単純になります。自動割り当てが有効な場合には、**spec.type=LoadBalancer** が設定された **Service** オブジェクトには外部 IP アドレスが割り当てられます。

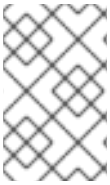
- **spec.externalIP.policy** は、IP アドレスを手動で指定する際に許容される IP アドレスブロックを定義します。OpenShift Container Platform は、**spec.externalIP.autoAssignCIDRs** で定義される IP アドレスブロックにポリシールールを適用しません。

ルーティングが正しく行われると、設定された外部 IP アドレスブロックからの外部トラフィックは、サービスが公開する TCP ポートまたは UDP ポートを介してサービスのエンドポイントに到達できます。

重要

クラスター管理者は、OpenShiftSDN ネットワークタイプと OVN-Kubernetes ネットワークタイプの両方で externalIP へのルーティングを設定する必要があります。割り当てる IP アドレスブロックがクラスター内の 1 つ以上のノードで終了することを確認する必要もあります。詳細は、Kubernetes External IPs を参照してください。

OpenShift Container Platform は IP アドレスの自動および手動割り当ての両方をサポートしており、それぞれのアドレスは 1 つのサービスの最大数に割り当てられることが保証されます。これにより、各サービスは、ポートが他のサービスで公開されているかによらず、自らの選択したポートを公開できます。



注記

OpenShift Container Platform の **autoAssignCIDRs** で定義された IP アドレスブロックを使用するには、ホストのネットワークに必要な IP アドレスの割り当ておよびルーティングを設定する必要があります。

以下の YAML は、外部 IP アドレスが設定されたサービスについて説明しています。

spec.externalIPs[] が設定された Service オブジェクトの例

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: http-service
spec:
  clusterIP: 172.30.163.110
  externalIPs:
  - 192.168.132.253
  externalTrafficPolicy: Cluster
  ports:
  - name: highport
    nodePort: 31903
    port: 30102
    protocol: TCP
    targetPort: 30102
  selector:
    app: web
  sessionAffinity: None
  type: LoadBalancer
status:
  loadBalancer:
    ingress:
    - ip: 192.168.132.253
```

18.2.2.2. 外部 IP アドレスの割り当ての制限

クラスター管理者は、IP アドレスブロックを指定して許可および拒否できます。

制限は、**cluster-admin** 権限を持たないユーザーにのみ適用されます。クラスター管理者は、サービスの **spec.externalIPs[]** フィールドを任意の IP アドレスに常に設定できます。

spec.ExternalIP.policy フィールドを指定して、**policy** オブジェクトが定義された IP アドレスポリシーを設定します。ポリシーオブジェクトには以下の形があります。

```
{
  "policy": {
    "allowedCIDRs": [],
    "rejectedCIDRs": []
  }
}
```

ポリシーの制限を設定する際に、以下のルールが適用されます。

- **policy={}** が設定される場合、**spec.ExternalIPs[]** が設定されている **Service** オブジェクトの作成は失敗します。これは OpenShift Container Platform のデフォルトです。**policy=null** が設定される動作は同一です。
- **policy** が設定され、**policy.allowedCIDRs[]** または **policy.rejectedCIDRs[]** のいずれかが設定される場合、以下のルールが適用されます。
  - **allowedCIDRs[]** と **rejectedCIDRs[]** の両方が設定される場合、**rejectedCIDRs[]** が **allowedCIDRs[]** よりも優先されます。
  - **allowedCIDRs[]** が設定される場合、**spec.ExternalIPs[]** が設定されている **Service** オブジェクトの作成は、指定された IP アドレスが許可される場合にのみ正常に実行されます。
  - **rejectedCIDRs[]** が設定される場合、**spec.ExternalIPs[]** が設定されている **Service** オブジェクトの作成は、指定された IP アドレスが拒否されていない場合にのみ正常に実行されます。

18.2.2.3. ポリシーオブジェクトの例

以下に続く例では、複数のポリシー設定の例を示します。

- 以下の例では、ポリシーは OpenShift Container Platform が外部 IP アドレスが指定されたサービスを作成するのを防ぎます。

  Service オブジェクトの spec.externalIPs[] に指定された値を拒否するポリシーの例

  ```
  apiVersion: config.openshift.io/v1
  kind: Network
  metadata:
    name: cluster
  spec:
    externalIP:
      policy: {}
    ...
  ```

- 以下の例では、**allowedCIDRs** および **rejectedCIDRs** フィールドの両方が設定されます。

許可される、および拒否される CIDR ブロックの両方を含むポリシーの例

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  externalIP:
    policy:
      allowedCIDRs:
      - 172.16.66.10/23
      rejectedCIDRs:
      - 172.16.66.10/24
  ...
```

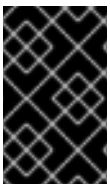
- 以下の例では、**policy** は **null** に設定されます。**null** に設定されている場合、**oc get networks.config.openshift.io -o yaml** を入力して設定オブジェクトを検査する際に、**policy** フィールドは出力に表示されません。

  Service オブジェクトの spec.externalIPs[] に指定された値を許可するポリシーの例

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  externalIP:
    policy: null
  ...
```

18.2.3. ExternalIP アドレスブロックの設定

ExternalIP アドレスブロックの設定は、**cluster** という名前の Network カスタムリソース (CR) で定義されます。ネットワーク CR は **config.openshift.io** API グループに含まれます。



重要

クラスターのインストール時に、Cluster Version Operator (CVO) は **cluster** という名前のネットワーク CR を自動的に作成します。このタイプのその他の CR オブジェクトの作成はサポートされていません。

以下の YAML は ExternalIP 設定について説明しています。

cluster という名前の network.config.openshift.io CR

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  externalIP:
```

```
autoAssignCIDRs: [] 1
policy: 2
  ...
```

1 外部 IP アドレスのサービスへの自動割り当てに使用できる CIDR 形式で IP アドレスブロックを定義します。1 つの IP アドレス範囲のみが許可されます。

2 IP アドレスのサービスへの手動割り当ての制限を定義します。制限が定義されていない場合は、**Service** オブジェクトに **spec.externalIP** フィールドを指定しても許可されません。デフォルトで、制限は定義されません。

以下の YAML は、**policy** スタンザのフィールドについて説明しています。

Network.config.openshift.io policy スタンザ

```
policy:
  allowedCIDRs: [] 1
  rejectedCIDRs: [] 2
```

1 CIDR 形式の許可される IP アドレス範囲の一覧。

2 CIDR 形式の拒否される IP アドレス範囲の一覧。

外部 IP 設定の例
外部 IP アドレスプールの予想される複数の設定が以下の例で表示されています。

- 以下の YAML は、自動的に割り当てられた外部 IP アドレスを有効にする設定について説明しています。

  spec.externalIP.autoAssignCIDRs が設定された設定例

  ```
  apiVersion: config.openshift.io/v1
  kind: Network
  metadata:
    name: cluster
  spec:
    ...
    externalIP:
      autoAssignCIDRs:
      - 192.168.132.254/29
  ```

- 以下の YAML は、許可された、および拒否された CIDR 範囲のポリシールールを設定します。

  spec.externalIP.policy が設定された設定例

  ```
  apiVersion: config.openshift.io/v1
  kind: Network
  metadata:
    name: cluster
  spec:
    ...
    externalIP:
  ```

```
  policy:
    allowedCIDRs:
    - 192.168.132.0/29
    - 192.168.132.8/29
    rejectedCIDRs:
    - 192.168.132.7/32
```

18.2.4. クラスターの外部 IP アドレスブロックの設定

クラスター管理者は、以下の ExternalIP を設定できます。

- **Service** オブジェクトの **spec.clusterIP** フィールドを自動的に設定するために OpenShift Container Platform によって使用される ExternalIP アドレスブロック。
- IP アドレスを制限するポリシーオブジェクトは **Service** オブジェクトの **spec.clusterIP** 配列に手動で割り当てられます。

前提条件

- OpenShift CLI (**oc**) をインストールしている。
- **cluster-admin** ロールを持つユーザーとしてクラスターにアクセスできる。

手順

1. オプション: 現在の外部 IP 設定を表示するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc describe networks.config cluster
```

2. 設定を編集するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc edit networks.config cluster
```

3. 以下の例のように ExternalIP 設定を変更します。

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  ...
  externalIP: 1
  ...
```

1 **externalIP** スタンザの設定を指定します。

4. 更新された ExternalIP 設定を確認するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get networks.config cluster -o go-template='{{.spec.externalIP}}{{"\n"}}'
```

18.2.5. 次のステップ

- サービスの外部 IP を使用した ingress クラスタートラフィックの設定

18.3. INGRESS コントローラーを使用した INGRESS クラスターの設定

OpenShift Container Platform は、クラスター内で実行されるサービスを使ってクラスター外からの通信を可能にする方法を提供します。この方法は Ingress コントローラーを使用します。

18.3.1. Ingress コントローラーおよびルートの使用

Ingress Operator は Ingress コントローラーおよびワイルドカード DNS を管理します。

Ingress コントローラーの使用は、OpenShift Container Platform クラスターへの外部アクセスを許可するための最も一般的な方法です。

Ingress コントローラーは外部要求を許可し、設定されたルートに基づいてそれらをプロキシー送信するよう設定されます。これは、HTTP、SNI を使用する HTTPS、SNI を使用する TLS に限定されており、SNI を使用する TLS で機能する Web アプリケーションやサービスには十分な設定です。

管理者と連携して Ingress コントローラーを設定します。外部要求を許可し、設定されたルートに基づいてそれらをプロキシー送信するように Ingress コントローラーを設定します。

管理者はワイルドカード DNS エントリーを作成してから Ingress コントローラーを設定できます。その後は管理者に問い合わせることなく edge Ingress コントローラーと連携できます。

デフォルトで、クラスター内のすべての Ingress コントローラーはクラスター内の任意のプロジェクトで作成されたすべてのルートを許可します。

Ingress コントローラー:

- デフォルトでは 2 つのレプリカがあるので、これは 2 つのワーカーノードで実行する必要があります。
- 追加のノードにレプリカを組み込むためにスケールアップすることができます。

注記

このセクションの手順では、クラスターの管理者が事前に行っておく必要のある前提条件があります。

18.3.2. 前提条件

以下の手順を開始する前に、管理者は以下の条件を満たしていることを確認する必要があります。

- 要求がクラスターに到達できるように、クラスターネットワーク環境に対して外部ポートをセットアップします。
- クラスター管理者ロールを持つユーザーが 1 名以上いることを確認します。このロールをユーザーに追加するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc adm policy add-cluster-role-to-user cluster-admin username
```

- OpenShift Container Platform クラスターを、1 つ以上のマスターと 1 つ以上のノード、およびクラスターへのネットワークアクセスのあるクラスター外のシステムと共に用意します。この手順では、外部システムがクラスターと同じサブセットにあることを前提とします。別のサブ

セットの外部システムに必要な追加のネットワーク設定については、このトピックでは扱いません。

18.3.3. プロジェクトおよびサービスの作成

公開するプロジェクトおよびサービスが存在しない場合、最初にプロジェクトを作成し、次にサービスを作成します。

プロジェクトおよびサービスがすでに存在する場合は、サービスを公開してルートを作成する手順に進みます。

前提条件

- クラスター管理者として **oc** CLI をインストールし、ログインします。

手順

1. **oc new-project** コマンドを実行して、サービス用の新しいプロジェクトを作成します。

```
$ oc new-project myproject
```

2. **oc new-app** コマンドを使用してサービスを作成します。

```
$ oc new-app nodejs:12~https://github.com/sclorg/nodejs-ex.git
```

3. サービスが作成されたことを確認するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc get svc -n myproject
```

出力例

```
NAME       TYPE       CLUSTER-IP      EXTERNAL-IP   PORT(S)    AGE
nodejs-ex  ClusterIP  172.30.197.157  <none>        8080/TCP   70s
```

デフォルトで、新規サービスには外部 IP アドレスがありません。

18.3.4. ルートの作成によるサービスの公開

oc expose コマンドを使用して、サービスをルートとして公開することができます。

手順

サービスを公開するには、以下を実行します。

1. OpenShift Container Platform にログインします。
2. 公開するサービスが置かれているプロジェクトにログインします。

```
$ oc project myproject
```

3. **oc expose service** コマンドを実行して、ルートを公開します。

```
$ oc expose service nodejs-ex
```

出力例

```
route.route.openshift.io/nodejs-ex exposed
```

4. サービスが公開されていることを確認するには、cURL などのツールを使って、クラスター外からサービスにアクセスできることを確認します。

   a. ルートのホスト名を調べるには、**oc get route** コマンドを使用します。

   ```
   $ oc get route
   ```

   出力例

   ```
   NAME       HOST/PORT                       PATH   SERVICES   PORT       TERMINATION   WILDCARD
   nodejs-ex  nodejs-ex-myproject.example.com         nodejs-ex  8080-tcp                 None
   ```

   b. cURL を使用して、ホストが GET 要求に応答することを確認します。

   ```
   $ curl --head nodejs-ex-myproject.example.com
   ```

   出力例

   ```
   HTTP/1.1 200 OK
   ...
   ```

18.3.5. ルートラベルを使用した Ingress コントローラーのシャード化の設定

ルートラベルを使用した Ingress コントローラーのシャード化とは、Ingress コントローラーがルートセレクターによって選択される任意 namespace の任意のルートを提供することを意味します。

Ingress コントローラーのシャード化は、一連の Ingress コントローラー間で着信トラフィックの負荷を分散し、トラフィックを特定の Ingress コントローラーに分離する際に役立ちます。たとえば、Company A のトラフィックをある Ingress コントローラーに指定し、Company B を別の Ingress コントローラーに指定できます。

手順

1. **router-internal.yaml** ファイルを編集します。

```
# cat router-internal.yaml
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: operator.openshift.io/v1
  kind: IngressController
  metadata:
    name: sharded
    namespace: openshift-ingress-operator
  spec:
    domain: <apps-sharded.basedomain.example.net>
    nodePlacement:
      nodeSelector:
        matchLabels:
```

```
        node-role.kubernetes.io/worker: ""
    routeSelector:
      matchLabels:
        type: sharded
  status: {}
kind: List
metadata:
  resourceVersion: ""
  selfLink: ""
```

2. Ingress コントローラーの **router-internal.yaml** ファイルを適用します。

```
# oc apply -f router-internal.yaml
```

Ingress コントローラーは、**type: sharded** というラベルのある namespace のルートを選択します。

18.3.6. namespace ラベルを使用した Ingress コントローラーのシャード化の設定

namespace ラベルを使用した Ingress コントローラーのシャード化とは、Ingress コントローラーが namespace セレクターによって選択される任意の namespace の任意のルートを提供することを意味します。

Ingress コントローラーのシャード化は、一連の Ingress コントローラー間で着信トラフィックの負荷を分散し、トラフィックを特定の Ingress コントローラーに分離する際に役立ちます。たとえば、Company A のトラフィックをある Ingress コントローラーに指定し、Company B を別の Ingress コントローラーに指定できます。

警告

Keepalived Ingress VIP をデプロイする場合は、**endpoint Publishing Strategy** パラメーターに **Host Network** の値が割り当てられた、デフォルト以外の Ingress Controller をデプロイしないでください。デプロイしてしまうと、問題が発生する可能性があります。**endpoint Publishing Strategy** に **Host Network** ではなく、**Node Port** という値を使用してください。

手順

1. **router-internal.yaml** ファイルを編集します。

```
# cat router-internal.yaml
```

出力例

```
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: operator.openshift.io/v1
  kind: IngressController
  metadata:
```

```
    name: sharded
    namespace: openshift-ingress-operator
  spec:
    domain: <apps-sharded.basedomain.example.net>
    nodePlacement:
      nodeSelector:
        matchLabels:
          node-role.kubernetes.io/worker: ""
    namespaceSelector:
      matchLabels:
        type: sharded
  status: {}
kind: List
metadata:
  resourceVersion: ""
  selfLink: ""
```

2. Ingress コントローラーの **router-internal.yaml** ファイルを適用します。

```
# oc apply -f router-internal.yaml
```

Ingress コントローラーは、**type: sharded** というラベルのある namespace セレクターによって選択される namespace のルートを選択します。

18.3.7. 関連情報

- Ingress Operator はワイルドカード DNS を管理します。詳細は、OpenShift Container Platform の Ingress Operator、クラスターのベアメタルへのインストール、および クラスターの vSphere へのインストール を参照してください。

18.4. ロードバランサーを使用した INGRESS クラスターの設定

OpenShift Container Platform は、クラスター内で実行されるサービスを使ってクラスター外からの通信を可能にする方法を提供します。この方法では、ロードバランサーを使用します。

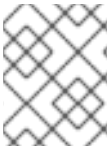
18.4.1. ロードバランサーを使用したトラフィックのクラスターへの送信

特定の外部 IP アドレスを必要としない場合、ロードバランサーサービスを OpenShift Container Platform クラスターへの外部アクセスを許可するよう設定することができます。

ロードバランサーサービスは固有の IP を割り当てます。ロードバランサーには単一の edge ルーター IP があります (これは仮想 IP (VIP) の場合もありますが、初期の負荷分散では単一マシンになります。

注記

プールが設定される場合、これはクラスター管理者によってではなく、インフラストラクチャーレベルで実行されます。



注記

このセクションの手順では、クラスターの管理者が事前に行っておく必要のある前提条件があります。

18.4.2. 前提条件

以下の手順を開始する前に、管理者は以下の条件を満たしていることを確認する必要があります。

- 要求がクラスターに到達できるように、クラスターネットワーク環境に対して外部ポートをセットアップします。
- クラスター管理者ロールを持つユーザーが 1 名以上いることを確認します。このロールをユーザーに追加するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc adm policy add-cluster-role-to-user cluster-admin username
```

- OpenShift Container Platform クラスターを、1 つ以上のマスターと 1 つ以上のノード、およびクラスターへのネットワークアクセスのあるクラスター外のシステムと共に用意します。この手順では、外部システムがクラスターと同じサブセットにあることを前提とします。別のサブセットの外部システムに必要な追加のネットワーク設定については、このトピックでは扱いません。

18.4.3. プロジェクトおよびサービスの作成

公開するプロジェクトおよびサービスが存在しない場合、最初にプロジェクトを作成し、次にサービスを作成します。

プロジェクトおよびサービスがすでに存在する場合は、サービスを公開してルートを作成する手順に進みます。

前提条件

- クラスター管理者として **oc** CLI をインストールし、ログインします。

手順

1. **oc new-project** コマンドを実行して、サービス用の新しいプロジェクトを作成します。

```
$ oc new-project myproject
```

2. **oc new-app** コマンドを使用してサービスを作成します。

```
$ oc new-app nodejs:12~https://github.com/sclorg/nodejs-ex.git
```

3. サービスが作成されたことを確認するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc get svc -n myproject
```

出力例

```
NAME       TYPE       CLUSTER-IP      EXTERNAL-IP   PORT(S)    AGE
nodejs-ex  ClusterIP  172.30.197.157  <none>        8080/TCP   70s
```

デフォルトで、新規サービスには外部 IP アドレスがありません。

18.4.4. ルートの作成によるサービスの公開

oc expose コマンドを使用して、サービスをルートとして公開することができます。

手順

サービスを公開するには、以下を実行します。

1. OpenShift Container Platform にログインします。
2. 公開するサービスが置かれているプロジェクトにログインします。

```
$ oc project myproject
```

3. **oc expose service** コマンドを実行して、ルートを公開します。

```
$ oc expose service nodejs-ex
```

出力例

```
route.route.openshift.io/nodejs-ex exposed
```

4. サービスが公開されていることを確認するには、cURL などのツールを使って、クラスター外からサービスにアクセスできることを確認します。
   a. ルートのホスト名を調べるには、**oc get route** コマンドを使用します。

```
$ oc get route
```

出力例

```
NAME       HOST/PORT                   PATH   SERVICES   PORT       TERMINATION   WILDCARD
nodejs-ex  nodejs-ex-myproject.example.com        nodejs-ex  8080-tcp                 None
```

   b. cURL を使用して、ホストが GET 要求に応答することを確認します。

```
$ curl --head nodejs-ex-myproject.example.com
```

出力例

```
HTTP/1.1 200 OK
...
```

18.4.5. ロードバランサーサービスの作成

以下の手順を使用して、ロードバランサーサービスを作成します。

前提条件

- 公開するプロジェクトとサービスがあること。

手順

ロードバランサーサービスを作成するには、以下を実行します。

1. OpenShift Container Platform にログインします。
2. 公開するサービスが置かれているプロジェクトを読み込みます。

```
$ oc project project1
```

3. コントロールプレーンノード (別名マスターノード) でテキストファイルを開き、以下のテキストを貼り付け、必要に応じてファイルを編集します。

ロードバランサー設定ファイルのサンプル

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: egress-2 1
spec:
  ports:
  - name: db
    port: 3306 2
  loadBalancerIP:
  loadBalancerSourceRanges: 3
  - 10.0.0.0/8
  - 192.168.0.0/16
  type: LoadBalancer 4
  selector:
    name: mysql 5
```

1. ロードバランサーサービスの説明となる名前を入力します。
2. 公開するサービスがリッスンしている同じポートを入力します。
3. 特定の IP アドレスの一覧を入力して、ロードバランサー経由でトラフィックを制限します。クラウドプロバイダーがこの機能に対応していない場合、このフィールドは無視されます。
4. タイプに **loadbalancer** を入力します。
5. サービスの名前を入力します。

注記

ロードバランサーを介して特定の IP アドレスへのトラフィックを制限するには、**loadBalancerSourceRanges** フィールドを設定するのではなく、**service.beta.kubernetes.io/load-balancer-source-ranges** アノテーションを使用することが推奨されます。アノテーションを使用すると、OpenShift API により簡単に移行でき、今後のリリースで実装されます。

4. ファイルを保存し、終了します。
5. 以下のコマンドを実行してサービスを作成します。

```
$ oc create -f <file-name>
```

以下に例を示します。

```
$ oc create -f mysql-lb.yaml
```

6. 以下のコマンドを実行して新規サービスを表示します。

```
$ oc get svc
```

出力例

```
NAME      TYPE          CLUSTER-IP      EXTERNAL-IP                          PORT(S)
AGE
egress-2  LoadBalancer  172.30.22.226   ad42f5d8b303045-487804948.example.com
3306:30357/TCP  15m
```

有効にされたクラウドプロバイダーがある場合、サービスには外部 IP アドレスが自動的に割り当てられます。

7. マスターで cURL などのツールを使用し、パブリック IP アドレスを使用してサービスに到達できることを確認します。

```
$ curl <public-ip>:<port>
```

以下に例を示します。

```
$ curl 172.29.121.74:3306
```

このセクションの例では、クライアントアプリケーションを必要とする MySQL サービスを使用しています。**Got packets out of order** のメッセージと共に文字ストリングを取得する場合は、このサービスに接続していることになります。

MySQL クライアントがある場合は、標準 CLI コマンドでログインします。

```
$ mysql -h 172.30.131.89 -u admin -p
```

出力例

```
Enter password:
Welcome to the MariaDB monitor.  Commands end with ; or \g.

MySQL [(none)]>
```

18.5. ネットワークロードバランサーを使用した AWS での INGRESS クラスタートラフィックの設定

OpenShift Container Platform は、クラスター内で実行されるサービスを使ってクラスター外からの通信を可能にする方法を提供します。この方法では、クライアントの IP アドレスをノードに転送する Network Load Balancer (NLB) を使用します。NLB を新規または既存の AWS クラスターに設定することができます。

18.5.1. Ingress Controller Classic Load Balancer の Network Load Balancer への置き換え

Classic Load Balancer (CLB) を使用している Ingress Controller は、AWS の Network Load Balancer (NLB) を使用している Ingress Controller に置き換えることができます。

警告

この手順を実行すると、新しい DNS レコードの伝搬、新しいロードバランサーのプロビジョニングなどの要因により、数分間にわたる障害が発生することが予想されます。この手順を適用すると、Ingress Controller ロードバランサーの IP アドレスや正規名が変更になる場合があります。

手順

1. 新しいデフォルトの Ingress Controller を含むファイルを作成します。以下の例では、デフォルトの Ingress Controller の範囲が **External** で、その他のカスタマイズをしていないことを想定しています。

   ingresscontroller.yml ファイルの例

   ```
   apiVersion: operator.openshift.io/v1
   kind: IngressController
   metadata:
     creationTimestamp: null
     name: default
     namespace: openshift-ingress-operator
   spec:
     endpointPublishingStrategy:
       loadBalancer:
         scope: External
         providerParameters:
           type: AWS
           aws:
             type: NLB
       type: LoadBalancerService
   ```

   デフォルトの Ingress Controller が他にカスタマイズされている場合には、それに応じてファイルを修正してください。

2. Ingress Controller の YAML ファイルを強制的に置き換えます。

   ```
   $ oc replace --force --wait -f ingresscontroller.yml
   ```

   Ingress Controller の置き換えが完了するまでお待ちください。数分ほど、サービスが停止します。

18.5.2. 既存 AWS クラスターでの Ingress コントローラーネットワークロードバランサーの設定

AWS Network Load Balancer (NLB) がサポートする Ingress コントローラーを既存のクラスターに作成できます。

前提条件

- AWS クラスターがインストールされている。
- インフラストラクチャーリソースの **PlatformStatus** は AWS である必要があります。
  - **PlatformStatus** が AWS であることを確認するには、以下を実行します。

```
$ oc get infrastructure/cluster -o jsonpath='{.status.platformStatus.type}'
AWS
```

手順

既存のクラスターの AWS NLB がサポートする Ingress コントローラーを作成します。

1. Ingress コントローラーのマニフェストを作成します。

```
$ cat ingresscontroller-aws-nlb.yaml
```

出力例

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: $my_ingress_controller 1
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  domain: $my_unique_ingress_domain 2
  endpointPublishingStrategy:
    type: LoadBalancerService
    loadBalancer:
      scope: External 3
      providerParameters:
        type: AWS
        aws:
          type: NLB
```

1. **$my_ingress_controller** を Ingress コントローラーの一意の名前に置き換えます。
2. **$my_unique_ingress_domain** を、クラスター内のすべての Ingress コントローラー間で一意のドメイン名に置き換えます。
3. **External** を内部 NLB を使用するために **Internal** に置き換えることができます。

2. クラスターにリソースを作成します。

```
$ oc create -f ingresscontroller-aws-nlb.yaml
```

重要

新規 AWS クラスターで Ingress コントローラー NLB を設定する前に、インストール設定ファイルの作成 手順を実行する必要があります。

18.5.3. 新規 AWS クラスターでの Ingress コントローラーネットワークロードバランサーの設定

新規クラスターに AWS Network Load Balancer (NLB) がサポートする Ingress コントローラーを作成できます。

前提条件

- **install-config.yaml** ファイルを作成し、これに対する変更を完了します。

手順

新規クラスターの AWS NLB がサポートする Ingress コントローラーを作成します。

1. インストールプログラムが含まれるディレクトリーに切り替え、マニフェストを作成します。

```
$ ./openshift-install create manifests --dir <installation_directory> 1
```

1 **<installation_directory>** については、クラスターの **install-config.yaml** ファイルが含まれるディレクトリーの名前を指定します。

2. **cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml** という名前のファイルを **<installation_directory>/manifests/** ディレクトリーに作成します。

```
$ touch <installation_directory>/manifests/cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml 1
```

1 **<installation_directory>** については、クラスターの **manifests/** ディレクトリーが含まれるディレクトリー名を指定します。

ファイルの作成後は、以下のようにいくつかのネットワーク設定ファイルが **manifests/** ディレクトリーに置かれます。

```
$ ls <installation_directory>/manifests/cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml
```

出力例

```
cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml
```

3. エディターで **cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml** ファイルを開き、必要な Operator 設定を記述するカスタムリソース (CR) を入力します。

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  creationTimestamp: null
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
```

```
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    loadBalancer:
      scope: External
      providerParameters:
        type: AWS
        aws:
          type: NLB
    type: LoadBalancerService
```

4. **cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml** ファイルを保存し、テキストエディターを終了します。

5. オプション: **manifests/cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml** ファイルをバックアップします。インストールプログラムは、クラスターの作成時に **manifests/** ディレクトリーを削除します。

18.5.4. 関連情報

- ネットワークのカスタマイズによる AWS へのクラスターのインストール
- 詳細は、Network Load Balancer support on AWS を参照してください。

18.6. サービスの外部 IP を使用した INGRESS クラスタートラフィックの設定

外部 IP アドレスをサービスに割り当てることで、これをクラスター外のトラフィックで使用できるようにします。通常、これはベアメタルハードウェアにインストールされているクラスターの場合にのみ役立ちます。外部ネットワークインフラストラクチャーは、トラフィックをサービスにルーティングするように正しく設定される必要があります。

18.6.1. 前提条件

- クラスターは ExternalIP が有効にされた状態で設定されます。詳細は、サービスの ExternalIP の設定 について参照してください。

18.6.2. ExternalIP のサービスへの割り当て

ExternalIP をサービスに割り当てることができます。クラスターが ExternalIP を自動的に割り当てするように設定されている場合、ExternalIP をサービスに手動で割り当てる必要がない場合があります。

手順

1. オプション: ExternalIP で使用するために設定される IP アドレス範囲を確認するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get networks.config cluster -o jsonpath='{.spec.externalIP}{"\n"}'
```

autoAssignCIDRs が設定されている場合、**spec.externalIPs** フィールドが指定されていない場合、 OpenShift Container Platform は ExternalIP を新規 **Service** オブジェクトに自動的に割り当てます。

2. ExternalIP をサービスに割り当てます。

a. 新規サービスを作成する場合は、**spec.externalIPs** フィールドを指定し、1 つ以上の有効な IP アドレスの配列を指定します。以下に例を示します。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: svc-with-externalip
spec:
  ...
  externalIPs:
  - 192.174.120.10
```

b. ExternalIP を既存のサービスに割り当てる場合は、以下のコマンドを入力します。**<name>** をサービス名に置き換えます。**<ip_address>** を有効な ExternalIP アドレスに置き換えます。コンマで区切られた複数の IP アドレスを指定できます。

```
$ oc patch svc <name> -p \
  '{
    "spec": {
      "externalIPs": [ "<ip_address>" ]
    }
  }'
```

以下に例を示します。

```
$ oc patch svc mysql-55-rhel7 -p '{"spec":{"externalIPs":["192.174.120.10"]}}'
```

出力例

```
"mysql-55-rhel7" patched
```

3. ExternalIP アドレスがサービスに割り当てられていることを確認するには、以下のコマンドを入力します。新規サービスに ExternalIP を指定した場合、まずサービスを作成する必要があります。

```
$ oc get svc
```

出力例

```
NAME             CLUSTER-IP      EXTERNAL-IP     PORT(S)    AGE
mysql-55-rhel7   172.30.131.89   192.174.120.10  3306/TCP   13m
```

18.6.3. 関連情報

- サービスの ExternalIP の設定

18.7. NODEPORT を使用した INGRESS クラスタートラフィックの設定

OpenShift Container Platform は、クラスター内で実行されるサービスを使ってクラスター外からの通信を可能にする方法を提供します。この方法は **NodePort** を使用します。

18.7.1. NodePort を使用したトラフィックのクラスターへの送信

NodePort-type **Service** リソースを使用して、クラスター内のすべてのノードの特定のポートでサービスを公開します。ポートは **Service** リソースの **.spec.ports[*].nodePort** フィールドで指定されます。

重要

ノードポートを使用するには、追加のポートリソースが必要です。

NodePort は、ノードの IP アドレスの静的ポートでサービスを公開します。**NodePort** はデフォルトで **30000** から **32767** の範囲に置かれます。つまり、 **NodePort** はサービスの意図されるポートに一致しないことが予想されます。たとえば、ポート **8080** はノードのポート **31020** として公開できます。

管理者は、外部 IP アドレスがノードにルーティングされることを確認する必要があります。

NodePort および外部 IP は独立しており、両方を同時に使用できます。

注記

このセクションの手順では、クラスターの管理者が事前に行っておく必要のある前提条件があります。

18.7.2. 前提条件

以下の手順を開始する前に、管理者は以下の条件を満たしていることを確認する必要があります。

- 要求がクラスターに到達できるように、クラスターネットワーク環境に対して外部ポートをセットアップします。
- クラスター管理者ロールを持つユーザーが 1 名以上いることを確認します。このロールをユーザーに追加するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc adm policy add-cluster-role-to-user cluster-admin <user_name>
```

- OpenShift Container Platform クラスターを、1 つ以上のマスターと 1 つ以上のノード、およびクラスターへのネットワークアクセスのあるクラスター外のシステムと共に用意します。この手順では、外部システムがクラスターと同じサブセットにあることを前提とします。別のサブセットの外部システムに必要な追加のネットワーク設定については、このトピックでは扱いません。

18.7.3. プロジェクトおよびサービスの作成

公開するプロジェクトおよびサービスが存在しない場合、最初にプロジェクトを作成し、次にサービスを作成します。

プロジェクトおよびサービスがすでに存在する場合は、サービスを公開してルートを作成する手順に進みます。

前提条件

- クラスター管理者として **oc** CLI をインストールし、ログインします。

手順

1. **oc new-project** コマンドを実行して、サービス用の新しいプロジェクトを作成します。

```
$ oc new-project myproject
```

2. **oc new-app** コマンドを使用してサービスを作成します。

```
$ oc new-app nodejs:12~https://github.com/sclorg/nodejs-ex.git
```

3. サービスが作成されたことを確認するには、以下のコマンドを実行します。

```
$ oc get svc -n myproject
```

出力例

```
NAME       TYPE       CLUSTER-IP      EXTERNAL-IP   PORT(S)    AGE
nodejs-ex   ClusterIP   172.30.197.157   <none>       8080/TCP   70s
```

デフォルトで、新規サービスには外部 IP アドレスがありません。

18.7.4. ルートの作成によるサービスの公開

oc expose コマンドを使用して、サービスをルートとして公開することができます。

手順

サービスを公開するには、以下を実行します。

1. OpenShift Container Platform にログインします。
2. 公開するサービスが置かれているプロジェクトにログインします。

```
$ oc project myproject
```

3. アプリケーションのノードポートを公開するには、以下のコマンドを入力します。OpenShift Container Platform は **30000-32767** 範囲の利用可能なポートを自動的に選択します。

```
$ oc expose service nodejs-ex  --type=NodePort --name=nodejs-ex-nodeport --
generator="service/v2"
```

出力例

```
service/nodejs-ex-nodeport exposed
```

4. オプション: サービスが公開されるノードポートで利用可能なことを確認するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc get svc -n myproject
```

出力例

```
NAME              TYPE       CLUSTER-IP      EXTERNAL-IP   PORT(S)          AGE
nodejs-ex         ClusterIP   172.30.217.127   <none>       3306/TCP         9m44s
nodejs-ex-ingress   NodePort    172.30.107.72    <none>       3306:31345/TCP   39s
```

5. オプション: **oc new-app** コマンドによって自動的に作成されたサービスを削除するには、以下のコマンドを入力します。

```
$ oc delete svc nodejs-ex
```

18.7.5. 関連情報

- ノードポートサービス範囲の設定

第19章 KUBERNETES NMSTATE

19.1. KUBERNETES NMSTATE OPERATOR について

Kubernetes NMState Operator は、NMState の OpenShift Container Platform クラスターのノード間でステートドリブンのネットワーク設定を実行するための Kubernetes API を提供します。Kubernetes NMState Operator は、ユーザーに対して、クラスターノードの各種のネットワークインターフェイスタイプ、DNS、およびルーティングを設定する機能を提供します。さらに、クラスターノードのデーモンは、各ノードの API サーバーへのネットワークインターフェイスの状態の定期的な報告を行います。

重要

Kubernetes NMState Operator 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 は実稼働環境でこれらを使用することを推奨していません。テクノロジープレビューの機能は、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。

OpenShift Container Platform で NMState を使用する前に、Kubernetes NMState Operator をインストールする必要があります。

19.1.1. Kubernetes NMState Operator のインストール

管理者権限でログインし、Web コンソールから Kubernetes NMState Operator をインストールする必要があります。インストールが完了すると、Operator はすべてのクラスターノードに NMState State Controller をデーモンセットとしてデプロイできます。

手順

1. **Operators → OperatorHub** を選択します。
2. **All Items** の下の検索フィールドに、**nmstate** と入力し、**Enter** をクリックして Kubernetes NMState Operator を検索します。
3. Kubernetes NMState Operator の検索結果をクリックします。
4. **Install** をクリックして、**Install Operator** ウィンドウを開きます。
5. **Installed Namespace** で、namespace が **openshift-nmstate** であることを確認します。**openshift-nmstate** がコンボボックスに存在しない場合は、**Create Namespace** をクリックし、ダイアログボックスの **Name** フィールドに **openshift-nmstate** を入力し、**Create** を押します。
6. **Install** をクリックして Operator をインストールします。
7. Operator のインストールが完了したら、**View Operator** をクリックします。
8. **Provided APIs** で **Create Instance** をクリックし、**kubernetes-nmstate** のインスタンスを作成するダイアログボックスを開きます。

9. ダイアログボックスの **Name** フィールドで、インスタンスの名前が **nmstate** であることを確認します。

注記

名前の制限は既知の問題です。インスタンスはクラスター全体のシングルトンです。

10. デフォルト設定を受け入れ、**Create** をクリックしてインスタンスを作成します。

概要

完了後に、Operator はすべてのクラスターノードに NMState State Controller をデーモンセットとしてデプロイしています。

19.2. ノードのネットワーク状態の確認

ノードのネットワーク状態は、クラスター内のすべてのノードのネットワーク設定です。

19.2.1. nmstate について

OpenShift Container Platform は **nmstate** を使用して、ノードネットワークの状態を報告し、これを設定します。これにより、単一の設定マニフェストをクラスターに適用して、すべてのノードに Linux ブリッジを作成するなどして、ネットワークポリシーの設定を変更することができます。

ノードのネットワークは、以下のオブジェクトによって監視され更新されます。

NodeNetworkState

そのノード上のネットワークの状態を報告します。

NodeNetworkConfigurationPolicy

ノードで要求されるネットワーク設定について説明します。**NodeNetworkConfigurationPolicy** マニフェストをクラスターに適用して、インターフェイスの追加および削除など、ノードネットワーク設定を更新します。

NodeNetworkConfigurationEnactment

各ノードに制定されたネットワークポリシーを報告します。

OpenShift Container Platform は、以下の nmstate インターフェイスタイプの使用をサポートします。

- Linux Bridge
- VLAN
- Bond
- イーサネット

注記

OpenShift Container Platform クラスターが OVN-Kubernetes をデフォルトの Container Network Interface (CNI) プロバイダーとして使用する場合、OVN-Kubernetes のホストネットワークトポロジーの変更により、Linux ブリッジまたはボンディングをホストのデフォルトインターフェイスに割り当てることはできません。回避策として、ホストに接続されたセカンダリーネットワークインターフェイスを使用するか、OpenShift SDN デフォルト CNI プロバイダーに切り替えることができます。

19.2.2. ノードのネットワーク状態の表示

NodeNetworkState オブジェクトはクラスター内のすべてのノードにあります。このオブジェクトは定期的に更新され、ノードのネットワークの状態を取得します。

手順

1. クラスターのすべての **NodeNetworkState** オブジェクトを一覧表示します。

```
$ oc get nns
```

2. **NodeNetworkState** オブジェクトを検査して、そのノードにネットワークを表示します。この例の出力は、明確にするために編集されています。

```
$ oc get nns node01 -o yaml
```

出力例

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkState
metadata:
  name: node01 (1)
status:
  currentState: (2)
    dns-resolver:
...
    interfaces:
...
    route-rules:
...
    routes:
...
  lastSuccessfulUpdateTime: "2020-01-31T12:14:00Z" (3)
```

(1) **NodeNetworkState** オブジェクトの名前はノードから取られています。

(2) **currentState** には、DNS、インターフェイス、およびルートを含む、ノードの完全なネットワーク設定が含まれます。

(3) 最後に成功した更新のタイムスタンプ。これは、ノードが到達可能であり、レポートの鮮度の評価に使用できる限り定期的に更新されます。

19.3. ノードのネットワーク設定の更新

NodeNetworkConfigurationPolicy マニフェストをクラスターに適用して、ノードからのインターフェイスの追加または削除など、ノードネットワーク設定を更新できます。

19.3.1. nmstate について

OpenShift Container Platform は **nmstate** を使用して、ノードネットワークの状態を報告し、これを設定します。これにより、単一の設定マニフェストをクラスターに適用して、すべてのノードに Linux ブリッジを作成するなどして、ネットワークポリシーの設定を変更することができます。

ノードのネットワークは、以下のオブジェクトによって監視され更新されます。

NodeNetworkState
: そのノード上のネットワークの状態を報告します。

NodeNetworkConfigurationPolicy
: ノードで要求されるネットワーク設定について説明します。**NodeNetworkConfigurationPolicy** マニフェストをクラスターに適用して、インターフェイスの追加および削除など、ノードネットワーク設定を更新します。

NodeNetworkConfigurationEnactment
: 各ノードに制定されたネットワークポリシーを報告します。

OpenShift Container Platform は、以下の nmstate インターフェイスタイプの使用をサポートします。

- Linux Bridge
- VLAN
- Bond
- イーサネット

注記

OpenShift Container Platform クラスターが OVN-Kubernetes をデフォルトの Container Network Interface (CNI) プロバイダーとして使用する場合、OVN-Kubernetes のホストネットワークトポロジーの変更により、Linux ブリッジまたはボンディングをホストのデフォルトインターフェイスに割り当てることはできません。回避策として、ホストに接続されたセカンダリーネットワークインターフェイスを使用するか、OpenShift SDN デフォルト CNI プロバイダーに切り替えることができます。

19.3.2. ノード上でのインターフェイスの作成

NodeNetworkConfigurationPolicy マニフェストをクラスターに適用してクラスター内のノード上にインターフェイスを作成します。マニフェストには、インターフェイスの要求された設定の詳細が含まれます。

デフォルトでは、マニフェストはクラスター内のすべてのノードに適用されます。インターフェイスを特定ノードに追加するには、ノードセレクターの **spec: nodeSelector** パラメーターおよび適切な **<key>:<value>** を追加します。

手順

1. **NodeNetworkConfigurationPolicy** マニフェストを作成します。以下の例は、すべてのワーカーノードで Linux ブリッジを設定します。

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: <br1-eth1-policy> 1
spec:
  nodeSelector: 2
    node-role.kubernetes.io/worker: "" 3
  desiredState:
    interfaces:
      - name: br1
        description: Linux bridge with eth1 as a port 4
        type: linux-bridge
        state: up
        ipv4:
          dhcp: true
          enabled: true
        bridge:
          options:
            stp:
              enabled: false
          port:
            - name: eth1
```

1. ポリシーの名前。
2. オプション: **nodeSelector** パラメーターを含めない場合、ポリシーはクラスター内のすべてのノードに適用されます。
3. この例では **node-role.kubernetes.io/worker: ""** ノードセレクターを使用し、クラスター内のすべてのワーカーノードを選択します。
4. オプション: インターフェイスの人間が判読できる説明。

2. ノードのネットワークポリシーを作成します。

```
$ oc apply -f <br1-eth1-policy.yaml> 1
```

1. ノードネットワーク設定ポリシーマニフェストのファイル名。

関連情報

- 同じポリシーで複数のインターフェイスを作成する例
- ポリシーの各種 IP の管理方法の例

19.3.3. ノード上でのノードネットワークポリシー更新の確認

NodeNetworkConfigurationPolicy マニフェストは、クラスターのノードについて要求されるネットワーク設定を記述します。ノードネットワークポリシーには、要求されたネットワーク設定と、クラスター全体でのポリシーの実行ステータスが含まれます。

ノードネットワークポリシーを適用する際に、**NodeNetworkConfigurationEnactment** オブジェクトがクラスター内のすべてのノードについて作成されます。ノードネットワーク設定の enactment (実行)

は、そのノードでのポリシーの実行ステータスを表す読み取り専用オブジェクトです。ポリシーがノードに適用されない場合、そのノードの enactment (実行) にはトラブルシューティングのためのトレースバックが含まれます。

手順

1. ポリシーがクラスターに適用されていることを確認するには、ポリシーとそのステータスを一覧表示します。

```
$ oc get nncp
```

2. オプション: ポリシーの設定に想定されている以上の時間がかかる場合は、特定のポリシーの要求される状態とステータスの状態を検査できます。

```
$ oc get nncp <policy> -o yaml
```

3. オプション: ポリシーのすべてのノード上での設定に想定されている以上の時間がかかる場合は、クラスターの enactment (実行) のステータスを一覧表示できます。

```
$ oc get nnce
```

4. オプション: 特定の enactment (実行) の設定 (失敗した設定のエラーレポートを含む) を表示するには、以下を実行します。

```
$ oc get nnce <node>.<policy> -o yaml
```

19.3.4. ノードからインターフェイスの削除

NodeNetworkConfigurationPolicy オブジェクトを編集し、インターフェイスの **state** を **absent** に設定して、クラスターの 1 つ以上のノードからインターフェイスを削除できます。

ノードからインターフェイスを削除しても、ノードのネットワーク設定は以前の状態に自動的に復元されません。以前の状態に復元する場合、そのノードのネットワーク設定をポリシーで定義する必要があります。

ブリッジまたはボンディングインターフェイスを削除すると、そのブリッジまたはボンディングインターフェイスに以前に接続されたか、またはそれらの下位にあるノード NIC は **down** の状態になり、到達できなくなります。接続が失われないようにするには、同じポリシーでノード NIC を設定し、ステータスを **up** にし、DHCP または静的 IP アドレスのいずれかになるようにします。

注記

インターフェイスを追加したポリシーを削除しても、ノード上のポリシーの設定は変更されません。**NodeNetworkConfigurationPolicy** はクラスターのオブジェクトですが、これは要求される設定のみを表します。
同様に、インターフェイスを削除してもポリシーは削除されません。

手順

1. インターフェイスの作成に使用する **NodeNetworkConfigurationPolicy** マニフェストを更新します。以下の例は Linux ブリッジを削除し、接続が失われないように DHCP で **eth1** NIC を設定します。

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: <br1-eth1-policy> (1)
spec:
  nodeSelector: (2)
    node-role.kubernetes.io/worker: "" (3)
  desiredState:
    interfaces:
    - name: br1
      type: linux-bridge
      state: absent (4)
    - name: eth1 (5)
      type: ethernet (6)
      state: up (7)
      ipv4:
        dhcp: true (8)
        enabled: true (9)
```

(1) ポリシーの名前。

(2) オプション: **nodeSelector** パラメーターを含めない場合、ポリシーはクラスター内のすべてのノードに適用されます。

(3) この例では **node-role.kubernetes.io/worker: ""** ノードセレクターを使用し、クラスター内のすべてのワーカーノードを選択します。

(4) 状態を **absent** に変更すると、インターフェイスが削除されます。

(5) ブリッジインターフェイスから接続が解除されるインターフェイスの名前。

(6) インターフェイスのタイプ。この例では、イーサネットネットワークインターフェイスを作成します。

(7) インターフェイスの要求された状態。

(8) オプション: **dhcp** を使用しない場合は、静的 IP を設定するか、IP アドレスなしでインターフェイスを出ることができます。

(9) この例では **ipv4** を有効にします。

2. ノード上でポリシーを更新し、インターフェイスを削除します。

```
$ oc apply -f <br1-eth1-policy.yaml> (1)
```

(1) ポリシーマニフェストのファイル名。

19.3.5. 異なるインターフェイスのポリシー設定の例

19.3.5.1. 例: Linux ブリッジインターフェイスノードネットワーク設定ポリシー

NodeNetworkConfigurationPolicy マニフェストをクラスターに適用してクラスター内のノード上に Linux ブリッジインターフェイスを作成します。

以下の YAML ファイルは、Linux ブリッジインターフェイスのマニフェストの例です。これには、独自の情報で置き換える必要のあるサンプルの値が含まれます。

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: br1-eth1-policy (1)
spec:
  nodeSelector: (2)
    kubernetes.io/hostname: <node01> (3)
  desiredState:
    interfaces:
      - name: br1 (4)
        description: Linux bridge with eth1 as a port (5)
        type: linux-bridge (6)
        state: up (7)
        ipv4:
          dhcp: true (8)
          enabled: true (9)
        bridge:
          options:
            stp:
              enabled: false (10)
          port:
            - name: eth1 (11)
```

(1) ポリシーの名前。

(2) オプション: **nodeSelector** パラメーターを含めない場合、ポリシーはクラスター内のすべてのノードに適用されます。

(3) この例では、**hostname** ノードセレクターを使用します。

(4) インターフェイスの名前。

(5) オプション: 人間が判読できるインターフェイスの説明。

(6) インターフェイスのタイプ。この例では、ブリッジを作成します。

(7) 作成後のインターフェイスの要求された状態。

(8) オプション: **dhcp** を使用しない場合は、静的 IP を設定するか、IP アドレスなしでインターフェイスを出ることができます。

(9) この例では **ipv4** を有効にします。

(10) この例では **stp** を無効にします。

(11) ブリッジが接続されるノードの NIC。

19.3.5.2. 例: VLAN インターフェイスノードネットワークの設定ポリシー

NodeNetworkConfigurationPolicy マニフェストをクラスターに適用してクラスター内のノード上に VLAN インターフェイスを作成します。

以下の YAML ファイルは、VLAN インターフェイスのマニフェストの例です。これには、独自の情報で置き換える必要のあるサンプルの値が含まれます。

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: vlan-eth1-policy (1)
spec:
  nodeSelector: (2)
    kubernetes.io/hostname: <node01> (3)
  desiredState:
    interfaces:
    - name: eth1.102 (4)
      description: VLAN using eth1 (5)
      type: vlan (6)
      state: up (7)
      vlan:
        base-iface: eth1 (8)
        id: 102 (9)
```

1. ポリシーの名前。
2. オプション: **nodeSelector** パラメーターを含めない場合、ポリシーはクラスター内のすべてのノードに適用されます。
3. この例では、**hostname** ノードセレクターを使用します。
4. インターフェイスの名前。
5. オプション: 人間が判読できるインターフェイスの説明。
6. インターフェイスのタイプ。以下の例では VLAN を作成します。
7. 作成後のインターフェイスの要求された状態。
8. VLAN が接続されているノードの NIC。
9. VLAN タグ。

19.3.5.3. 例: ボンドインターフェイスノードネットワークの設定ポリシー

NodeNetworkConfigurationPolicy マニフェストをクラスターに適用してノード上にボンドインターフェイスを作成します。

注記

OpenShift Container Platform は以下の bond モードのみをサポートします。

- mode=1 active-backup
- mode=2 balance-xor
- mode=4 802.3ad
- mode=5 balance-tlb
- mode=6 balance-alb

以下の YAML ファイルは、ボンドインターフェイスのマニフェストの例です。これには、独自の情報で置き換える必要のあるサンプルの値が含まれます。

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: bond0-eth1-eth2-policy (1)
spec:
  nodeSelector: (2)
    kubernetes.io/hostname: <node01> (3)
  desiredState:
    interfaces:
    - name: bond0 (4)
      description: Bond enslaving eth1 and eth2 (5)
      type: bond (6)
      state: up (7)
      ipv4:
        dhcp: true (8)
        enabled: true (9)
      link-aggregation:
        mode: active-backup (10)
        options:
          miimon: '140' (11)
        slaves: (12)
        - eth1
        - eth2
      mtu: 1450 (13)
```

(1) ポリシーの名前。

(2) オプション: **nodeSelector** パラメーターを含めない場合、ポリシーはクラスター内のすべてのノードに適用されます。

(3) この例では、**hostname** ノードセレクターを使用します。

(4) インターフェイスの名前。

(5) オプション: 人間が判読できるインターフェイスの説明。

(6) インターフェイスのタイプ。この例では、ボンドを作成します。

7 作成後のインターフェイスの要求された状態。

8 オプション: **dhcp** を使用しない場合は、静的 IP を設定するか、IP アドレスなしでインターフェイスを出ることができます。

9 この例では **ipv4** を有効にします。

10 ボンドのドライバーモード。この例では、アクティブなバックアップモードを使用します。

11 オプション: この例では、miimon を使用して 140ms ごとにボンドリンクを検査します。

12 ボンド内の下位ノードの NIC。

13 オプション: ボンドの Maximum transmission unit (MTU)指定がない場合、この値はデフォルトで **1500** に設定されます。

19.3.5.4. 例: イーサネットインターフェイスノードネットワークの設定ポリシー

NodeNetworkConfigurationPolicy マニフェストをクラスターに適用してクラスター内のノードにイーサネットインターフェイスを作成します。

以下の YAML ファイルは、イーサネットインターフェイスのマニフェストの例です。これには、独自の情報で置き換える必要のあるサンプルの値が含まれます。

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: eth1-policy 1
spec:
  nodeSelector: 2
    kubernetes.io/hostname: <node01> 3
  desiredState:
    interfaces:
    - name: eth1 4
      description: Configuring eth1 on node01 5
      type: ethernet 6
      state: up 7
      ipv4:
        dhcp: true 8
        enabled: true 9
```

1 ポリシーの名前。

2 オプション: **nodeSelector** パラメーターを含めない場合、ポリシーはクラスター内のすべてのノードに適用されます。

3 この例では、**hostname** ノードセレクターを使用します。

4 インターフェイスの名前。

5 オプション: 人間が判読できるインターフェイスの説明。

6 インターフェイスのタイプ。この例では、イーサネットネットワークインターフェイスを作成します。

7 作成後のインターフェイスの要求された状態。

8 オプション: **dhcp** を使用しない場合は、静的 IP を設定するか、IP アドレスなしでインターフェイスを出ることができます。

9 この例では **ipv4** を有効にします。

19.3.5.5. 例: 同じノードネットワーク設定ポリシーでの複数のインターフェイス

同じノードネットワーク設定ポリシーで複数のインターフェイスを作成できます。これらのインターフェイスは相互に参照でき、単一のポリシーマニフェストを使用してネットワーク設定をビルドし、デプロイできます。

以下のスニペット例では、2 つの NIC 間に **bond10** という名前のボンドと、ボンドに接続する **br1** という名前の Linux ブリッジを作成します。

```
...
    interfaces:
    - name: bond10
      description: Bonding eth2 and eth3 for Linux bridge
      type: bond
      state: up
      link-aggregation:
        slaves:
        - eth2
        - eth3
    - name: br1
      description: Linux bridge on bond
      type: linux-bridge
      state: up
      bridge:
        port:
        - name: bond10
...
```

19.3.6. 例: IP 管理

以下の設定スニペットの例は、さまざまな IP 管理方法を示しています。

これらの例では、**ethernet** インターフェイスタイプを使用して、ポリシー設定に関連するコンテキストを表示しつつ、サンプルを単純化します。これらの IP 管理のサンプルは、他のインターフェイスタイプでも使用できます。

19.3.6.1. 静的

以下のスニペットは、イーサネットインターフェイスで IP アドレスを静的に設定します。

```
...
    interfaces:
    - name: eth1
      description: static IP on eth1
      type: ethernet
      state: up
      ipv4:
```

```
      dhcp: false
      address:
      - ip: 192.168.122.250 1
        prefix-length: 24
      enabled: true
...
```

1 この値を、インターフェイスの静的 IP アドレスに置き換えます。

19.3.6.2. IP アドレスなし

以下のスニペットでは、インターフェイスに IP アドレスがないことを確認できます。

```
...
  interfaces:
  - name: eth1
    description: No IP on eth1
    type: ethernet
    state: up
    ipv4:
      enabled: false
...
```

19.3.6.3. 動的ホストの設定

以下のスニペットは、動的 IP アドレス、ゲートウェイアドレス、および DNS を使用するイーサネットインターフェイスを設定します。

```
...
  interfaces:
  - name: eth1
    description: DHCP on eth1
    type: ethernet
    state: up
    ipv4:
      dhcp: true
      enabled: true
...
```

以下のスニペットは、動的 IP アドレスを使用しますが、動的ゲートウェイアドレスまたは DNS を使用しないイーサネットインターフェイスを設定します。

```
...
  interfaces:
  - name: eth1
    description: DHCP without gateway or DNS on eth1
    type: ethernet
    state: up
    ipv4:
      dhcp: true
      auto-gateway: false
```

```
      auto-dns: false
      enabled: true
...
```

19.3.6.4. DNS

以下のスニペットは、ホストに DNS 設定を設定します。

```
...
  interfaces:
    ...
  dns-resolver:
    config:
      search:
      - example.com
      - example.org
      server:
      - 8.8.8.8
...
```

19.3.6.5. 静的ルーティング

以下のスニペットは、インターフェイス **eth1** に静的ルートおよび静的 IP を設定します。

```
...
  interfaces:
  - name: eth1
    description: Static routing on eth1
    type: ethernet
    state: up
    ipv4:
      dhcp: false
      address:
      - ip: 192.0.2.251 1
        prefix-length: 24
      enabled: true
  routes:
    config:
    - destination: 198.51.100.0/24
      metric: 150
      next-hop-address: 192.0.2.1 2
      next-hop-interface: eth1
      table-id: 254
...
```

1 イーサネットインターフェイスの静的 IP アドレス。

2 ノードトラフィックのネクストホップアドレス。これは、イーサネットインターフェイスに設定される IP アドレスと同じサブネットにある必要があります。

19.4. ノードのネットワーク設定のトラブルシューティング

ノードのネットワーク設定で問題が発生した場合には、ポリシーが自動的にロールバックされ、enactment (実行) レポートは失敗します。これには、以下のような問題が含まれます。

- ホストで設定を適用できません。
- ホストはデフォルトゲートウェイへの接続を失います。
- ホストは API サーバーへの接続を失います。

19.4.1. 正確でないノードネットワーク設定のポリシー設定のトラブルシューティング

ノードネットワーク設定ポリシーを適用し、クラスター全体でノードのネットワーク設定への変更を適用することができます。正確でない設定を適用する場合、以下の例を使用して、失敗したノードネットワークポリシーのトラブルシューティングと修正を行うことができます。

この例では、Linux ブリッジポリシーは、3 つのコントロールプレーンノード (マスター) と 3 つのコンピュート (ワーカー) ノードを持つクラスターのサンプルに適用されます。ポリシーは正しくないインターフェイスを参照するために、適用することができません。エラーを確認するには、利用可能な NMState リソースを調べます。その後に、正しい設定でポリシーを更新できます。

手順

1. ポリシーを作成し、これをクラスターに適用します。以下の例では、**ens01** インターフェイスに単純なブリッジを作成します。

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: ens01-bridge-testfail
spec:
  desiredState:
    interfaces:
      - name: br1
        description: Linux bridge with the wrong port
        type: linux-bridge
        state: up
        ipv4:
          dhcp: true
          enabled: true
        bridge:
          options:
            stp:
              enabled: false
          port:
            - name: ens01
```

```
$ oc apply -f ens01-bridge-testfail.yaml
```

出力例

```
nodenetworkconfigurationpolicy.nmstate.io/ens01-bridge-testfail created
```

2. 以下のコマンドを実行してポリシーのステータスを確認します。

```
$ oc get nncp
```

この出力は、ポリシーが失敗したことを示しています。

出力例

```
NAME                    STATUS
ens01-bridge-testfail   FailedToConfigure
```

ただし、ポリシーのステータスのみでは、すべてのノードで失敗したか、またはノードのサブセットで失敗したかを確認することはできません。

3. ノードのネットワーク設定の enactment (実行) を一覧表示し、ポリシーがいずれかのノードで成功したかどうかを確認します。このポリシーがノードのサブセットに対してのみ失敗した場合は、問題が特定のノード設定にあることが示唆されます。このポリシーがすべてのノードで失敗した場合には、問題はポリシーに関連するものであることが示唆されます。

```
$ oc get nnce
```

この出力は、ポリシーがすべてのノードで失敗したことを示しています。

出力例

```
NAME                                    STATUS
control-plane-1.ens01-bridge-testfail   FailedToConfigure
control-plane-2.ens01-bridge-testfail   FailedToConfigure
control-plane-3.ens01-bridge-testfail   FailedToConfigure
compute-1.ens01-bridge-testfail         FailedToConfigure
compute-2.ens01-bridge-testfail         FailedToConfigure
compute-3.ens01-bridge-testfail         FailedToConfigure
```

4. 失敗した enactment (実行) のいずれかを表示し、トレースバックを確認します。以下のコマンドは、出力ツール **jsonpath** を使用して出力をフィルターします。

```
$ oc get nnce compute-1.ens01-bridge-testfail -o jsonpath='{.status.conditions[?
(@.type=="Failing")].message}'
```

このコマンドは、簡潔にするために編集されている大きなトレースバックを返します。

出力例

```
error reconciling NodeNetworkConfigurationPolicy at desired state apply: , failed to execute
nmstatectl set --no-commit --timeout 480: 'exit status 1' ''
...
libnmstate.error.NmstateVerificationError:
desired
=======
---
name: br1
type: linux-bridge
state: up
bridge:
  options:
    group-forward-mask: 0
```

```
    mac-ageing-time: 300
    multicast-snooping: true
    stp:
      enabled: false
      forward-delay: 15
      hello-time: 2
      max-age: 20
      priority: 32768
  port:
  - name: ens01
description: Linux bridge with the wrong port
ipv4:
  address: []
  auto-dns: true
  auto-gateway: true
  auto-routes: true
  dhcp: true
  enabled: true
ipv6:
  enabled: false
mac-address: 01-23-45-67-89-AB
mtu: 1500

current
=======
---
name: br1
type: linux-bridge
state: up
bridge:
  options:
    group-forward-mask: 0
    mac-ageing-time: 300
    multicast-snooping: true
    stp:
      enabled: false
      forward-delay: 15
      hello-time: 2
      max-age: 20
      priority: 32768
  port: []
description: Linux bridge with the wrong port
ipv4:
  address: []
  auto-dns: true
  auto-gateway: true
  auto-routes: true
  dhcp: true
  enabled: true
ipv6:
  enabled: false
mac-address: 01-23-45-67-89-AB
mtu: 1500

difference
==========
```

```
--- desired
+++ current
@@ -13,8 +13,7 @@
       hello-time: 2
       max-age: 20
       priority: 32768
-  port:
-  - name: ens01
+  port: []
  description: Linux bridge with the wrong port
  ipv4:
    address: []
  line 651, in _assert_interfaces_equal\n
current_state.interfaces[ifname],\nlibnmstate.error.NmstateVerificationError:
```

NmstateVerificationError は、**desired** ポリシー設定、ノード上のポリシーの **current** 設定、および一致しないパラメーターを強調表示する **difference** を一覧表示します。この例では、**port** は **difference** に組み込まれ、これは問題がポリシーのポート設定に関連するものであることを示唆します。

5. ポリシーが適切に設定されていることを確認するには、**NodeNetworkState** オブジェクトを要求して、1つまたはすべてのノードのネットワーク設定を表示します。以下のコマンドは、**control-plane-1** ノードのネットワーク設定を返します。

```
$ oc get nns control-plane-1 -o yaml
```

出力は、ノード上のインターフェイス名は **ens1** であるものの、失敗したポリシーが **ens01** を誤って使用していることを示します。

出力例

```
  - ipv4:
...
    name: ens1
    state: up
    type: ethernet
```

6. 既存のポリシーを編集してエラーを修正します。

```
$ oc edit nncp ens01-bridge-testfail
```

```
...
        port:
          - name: ens1
```

ポリシーを保存して修正を適用します。

7. ポリシーのステータスをチェックして、更新が正常に行われたことを確認します。

```
$ oc get nncp
```

出力例

```
NAME                    STATUS
ens01-bridge-testfail   SuccessfullyConfigured
```

更新されたポリシーは、クラスターのすべてのノードで正常に設定されました。

第20章 クラスター全体のプロキシーの設定

実稼働環境では、インターネットへの直接アクセスを拒否し、代わりに HTTP または HTTPS プロキシーを使用することができます。既存クラスターのプロキシーオブジェクトを変更 するか、または新規クラスターの **install-config.yaml** ファイルでプロキシー設定を行うことにより、OpenShift Container Platform をプロキシーを使用するように設定できます。

20.1. 前提条件

- クラスターがアクセスする必要のあるサイト を確認し、プロキシーをバイパスする必要があるかどうかを判断します。デフォルトで、すべてのクラスターシステムの egress トラフィック (クラスターをホストするクラウドのクラウドプロバイダー API に対する呼び出しを含む) はプロキシーされます。システム全体のプロキシーは、ユーザーのワークロードではなく、システムコンポーネントにのみ影響を与えます。プロキシーオブジェクトの **spec.noProxy** フィールドにサイトを追加し、必要に応じてプロキシーをバイパスします。

注記

Proxy オブジェクトの **status.noProxy** フィールドには、インストール設定の **networking.machineNetwork[].cidr**、 **networking.clusterNetwork[].cidr**、および **networking.serviceNetwork[]** フィールドの値が設定されます。

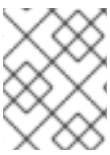
Amazon Web Services (AWS)、Google Cloud Platform (GCP)、Microsoft Azure、および Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) へのインストールの場合、**Proxy** オブジェクトの **status.noProxy** フィールドには、インスタンスメタデータのエンドポイント (**169.254.169.254**) も設定されます。

20.2. クラスター全体のプロキシーの有効化

Proxy オブジェクトは、クラスター全体の egress プロキシーを管理するために使用されます。プロキシーを設定せずにクラスターがインストールまたはアップグレードされると、**Proxy**オブジェクトは引き続き生成されますが、**spec** は設定されません。以下に例を示します。

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Proxy
metadata:
  name: cluster
spec:
  trustedCA:
    name: ""
status:
```

クラスター管理者は、この **cluster Proxy** オブジェクトを変更して OpenShift Container Platform のプロキシーを設定できます。



注記

cluster という名前の **Proxy** オブジェクトのみがサポートされ、追加のプロキシーを作成することはできません。

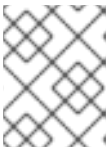
前提条件

- クラスター管理者のパーミッション。

- OpenShift Container Platform **oc** CLI ツールがインストールされている。

手順

1. HTTPS 接続のプロキシーに必要な追加の CA 証明書が含まれる config map を作成します。



注記

プロキシーのアイデンティティー証明書が RHCOS 信頼バンドルからの認証局によって署名される場合は、これを省略できます。

a. 以下の内容で **user-ca-bundle.yaml** というファイルを作成して、PEM でエンコードされた証明書の値を指定します。

```
apiVersion: v1
data:
  ca-bundle.crt: | (1)
    <MY_PEM_ENCODED_CERTS> (2)
kind: ConfigMap
metadata:
  name: user-ca-bundle (3)
  namespace: openshift-config (4)
```

(1) このデータキーは **ca-bundle.crt** という名前にする必要があります。

(2) プロキシーのアイデンティティー証明書に署名するために使用される 1 つ以上の PEM でエンコードされた X.509 証明書。

(3) **Proxy** オブジェクトから参照される config map 名。

(4) config map は **openshift-config** namespace になければなりません。

b. このファイルから設定マップを作成します。

```
$ oc create -f user-ca-bundle.yaml
```

2. **oc edit** コマンドを使用して **Proxy** オブジェクトを変更します。

```
$ oc edit proxy/cluster
```

3. プロキシーに必要なフィールドを設定します。

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Proxy
metadata:
  name: cluster
spec:
  httpProxy: http://<username>:<pswd>@<ip>:<port> (1)
  httpsProxy: https://<username>:<pswd>@<ip>:<port> (2)
  noProxy: example.com (3)
  readinessEndpoints:
  - http://www.google.com (4)
```

```
- https://www.google.com
trustedCA:
  name: user-ca-bundle 5
```

1. クラスター外の HTTP 接続を作成するために使用するプロキシー URL。URL スキームは **http** である必要があります。

2. クラスター外で HTTPS 接続を作成するために使用するプロキシー URL。URL スキームは **http** または **https** である必要があります。URL スキームをサポートするプロキシーの URL を指定します。たとえば、ほとんどのプロキシーは、**https** を使用するように設定されていても、**http** しかサポートしていない場合、エラーを報告します。このエラーメッセージはログに反映されず、代わりにネットワーク接続エラーのように見える場合があります。クラスターからの **https** 接続をリッスンするプロキシーを使用している場合は、プロキシーが使用する CA と証明書を受け入れるようにクラスターを設定する必要がある場合があります。

3. プロキシーを除外するための宛先ドメイン名、ドメイン、IP アドレス、または他のネットワーク CIDR のコンマ区切りの一覧。

   サブドメインのみと一致するように、ドメインの前に **.** を付けます。たとえば、**.y.com** は **x.y.com** に一致しますが、 **y.com** には一致しません。* を使用し、すべての宛先のプロキシーをバイパスします。インストール設定で **networking.machineNetwork[].cidr** フィールドで定義されるネットワークに含まれていないワーカーをスケールアップする場合、それらをこの一覧に追加し、接続の問題を防ぐ必要があります。

   httpProxy または **httpsProxy** フィールドのいずれも設定されていない場合に、このフィールドは無視されます。

4. **httpProxy** および **httpsProxy** の値をステータスに書き込む前の readiness チェックに使用するクラスター外の 1 つ以上の URL。

5. HTTPS 接続のプロキシーに必要な追加の CA 証明書が含まれる、**openshift-config** namespace の config map の参照。ここで参照する前に config map が存在している必要があります。このフィールドは、プロキシーのアイデンティティー証明書が RHCOS 信頼バンドルからの認証局によって署名されない限り必要になります。

4. 変更を適用するためにファイルを保存します。

20.3. クラスター全体のプロキシーの削除

cluster プロキシーオブジェクトは削除できません。クラスターからプロキシーを削除するには、プロキシーオブジェクトからすべての **spec** フィールドを削除します。

前提条件

- クラスター管理者のパーミッション。
- OpenShift Container Platform **oc** CLI ツールがインストールされている。

手順

1. **oc edit** コマンドを使用してプロキシーを変更します。

```
$ oc edit proxy/cluster
```

2. プロキシーオブジェクトからすべての **spec** フィールドを削除します。以下に例を示します。

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Proxy
metadata:
  name: cluster
spec: {}
status: {}
```

3. 変更を適用するためにファイルを保存します。

関連情報

- CA バンドル証明書の置き換え
- プロキシー証明書のカスタマイズ

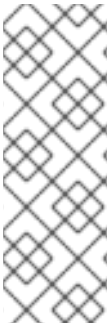
第21章 カスタム PKI の設定

Web コンソールなどの一部のプラットフォームコンポーネントは、通信にルートを使用し、それらと対話するために他のコンポーネントの証明書を信頼する必要があります。カスタムのパブリックキーインフラストラクチャー (PKI) を使用している場合は、プライベートに署名された CA 証明書がクラスター全体で認識されるようにこれを設定する必要があります。

プロキシー API を使用して、クラスター全体で信頼される CA 証明書を追加できます。インストール時またはランタイム時にこれを実行する必要があります。

- **インストール** 時に、クラスター全体のプロキシーを設定します。プライベートに署名された CA 証明書は、**install-config.yaml** ファイルの **additionalTrustBundle** 設定で定義する必要があります。
  インストールプログラムは、定義した追加の CA 証明書が含まれる **user-ca-bundle** という名前の ConfigMap を生成します。次に Cluster Network Operator は、これらの CA 証明書を Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS) 信頼バンドルにマージする **trusted-ca-bundle** ConfigMap を作成し、この ConfigMap はプロキシーオブジェクトの **trustedCA** フィールドで参照されます。

- **ランタイム** 時に、デフォルトのプロキシーオブジェクトを変更して、プライベートに署名された CA 証明書を追加 します (これは、クラスターのプロキシー有効化のワークフローの一部です)。これには、クラスターで信頼される必要があるプライベートに署名された CA 証明書が含まれる ConfigMap を作成し、次にプライベートに署名された証明書の ConfigMap を参照する **trustedCA** でプロキシーリソースを変更することが関係します。



注記

インストーラー設定の **additionalTrustBundle** フィールドおよびプロキシーリソースの **trustedCA** フィールドは、クラスター全体の信頼バンドルを管理するために使用されます。 **additionalTrustBundle** はインストール時に使用され、プロキシーの **trustedCA** がランタイム時に使用されます。

trustedCA フィールドは、クラスターコンポーネントによって使用されるカスタム証明書とキーのペアを含む **ConfigMap** の参照です。

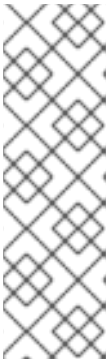
21.1. インストール時のクラスター全体のプロキシーの設定

実稼働環境では、インターネットへの直接アクセスを拒否し、代わりに HTTP または HTTPS プロキシーを使用することができます。プロキシー設定を **install-config.yaml** ファイルで行うことにより、新規の OpenShift Container Platform クラスターをプロキシーを使用するように設定できます。

前提条件

- 既存の **install-config.yaml** ファイルがある。

- クラスターがアクセスする必要のあるサイトを確認済みで、それらのいずれかがプロキシーをバイパスする必要があるかどうかを判別している。デフォルトで、すべてのクラスター egress トラフィック (クラスターをホストするクラウドについてのクラウドプロバイダー API に対する呼び出しを含む) はプロキシーされます。プロキシーを必要に応じてバイパスするために、サイトを **Proxy** オブジェクトの **spec.noProxy** フィールドに追加している。



注記

Proxy オブジェクトの **status.noProxy** フィールドには、インストール設定の **networking.machineNetwork[].cidr**、**networking.clusterNetwork[].cidr**、および **networking.serviceNetwork[]** フィールドの値が設定されます。

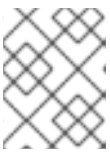
Amazon Web Services (AWS)、Google Cloud Platform (GCP)、Microsoft Azure、および Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) へのインストールの場合、**Proxy** オブジェクトの **status.noProxy** フィールドには、インスタンスメタデータのエンドポイント (**169.254.169.254**) も設定されます。

手順

1. **install-config.yaml** ファイルを編集し、プロキシー設定を追加します。以下に例を示します。

```
apiVersion: v1
baseDomain: my.domain.com
proxy:
  httpProxy: http://<username>:<pswd>@<ip>:<port> 1
  httpsProxy: https://<username>:<pswd>@<ip>:<port> 2
  noProxy: example.com 3
additionalTrustBundle: | 4
    -----BEGIN CERTIFICATE-----
    <MY_TRUSTED_CA_CERT>
    -----END CERTIFICATE-----
...
```

1. クラスター外の HTTP 接続を作成するために使用するプロキシー URL。URL スキームは **http** である必要があります。
2. クラスター外で HTTPS 接続を作成するために使用するプロキシー URL。
3. プロキシーから除外するための宛先ドメイン名、IP アドレス、または他のネットワーク CIDR のコンマ区切りの一覧。サブドメインのみと一致するように、ドメインの前に **.** を付けます。たとえば、**.y.com** は **x.y.com** に一致しますが、 **y.com** には一致しません。***** を使用し、すべての宛先のプロキシーをバイパスします。
4. 指定されている場合には、インストールプログラムは、**openshift-config** namespace に **user-ca-bundle** という名前の設定魔府を生成して、追加の CA 証明書を保存します。**additionalTrustBundle** と少なくとも 1 つのプロキシー設定を指定した場合には、**Proxy** オブジェクトは **trusted CA** フィールドで **user-ca-bundle** 設定マップを参照するように設定されます。その後、Cluster Network Operator は、**trustedCA** パラメーターに指定されたコンテンツを RHCOS トラストバンドルにマージする **trusted-ca-bundle** 設定マップを作成します。**additionalTrustBundle** フィールドは、プロキシーのアイデンティティー証明書が RHCOS 信頼バンドルからの認証局によって署名されない限り必要になります。



注記

インストールプログラムは、プロキシーの **readinessEndpoints** フィールドをサポートしません。

2. ファイルを保存し、OpenShift Container Platform のインストール時にこれを参照します。

インストールプログラムは、指定の **install-config.yaml** ファイルのプロキシー設定を使用する **cluster** という名前のクラスター全体のプロキシーを作成します。プロキシー設定が指定されていない場合、**cluster Proxy** オブジェクトが依然として作成されますが、これには **spec** がありません。

注記

cluster という名前の **Proxy** オブジェクトのみがサポートされ、追加のプロキシーを作成することはできません。

21.2. クラスター全体のプロキシーの有効化

Proxy オブジェクトは、クラスター全体の egress プロキシーを管理するために使用されます。プロキシーを設定せずにクラスターがインストールまたはアップグレードされると、**Proxy**オブジェクトは引き続き生成されますが、**spec** は設定されません。以下に例を示します。

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Proxy
metadata:
  name: cluster
spec:
  trustedCA:
    name: ""
status:
```

クラスター管理者は、この **cluster Proxy** オブジェクトを変更して OpenShift Container Platform のプロキシーを設定できます。

注記

cluster という名前の **Proxy** オブジェクトのみがサポートされ、追加のプロキシーを作成することはできません。

前提条件

- クラスター管理者のパーミッション。
- OpenShift Container Platform **oc** CLI ツールがインストールされている。

手順

1. HTTPS 接続のプロキシーに必要な追加の CA 証明書が含まれる config map を作成します。

注記

プロキシーのアイデンティティー証明書が RHCOS 信頼バンドルからの認証局によって署名される場合は、これを省略できます。

a. 以下の内容で **user-ca-bundle.yaml** というファイルを作成して、PEM でエンコードされた証明書の値を指定します。

```
apiVersion: v1
data:
  ca-bundle.crt: | 1
```

```
    <MY_PEM_ENCODED_CERTS> 2
kind: ConfigMap
metadata:
  name: user-ca-bundle 3
  namespace: openshift-config 4
```

1 このデータキーは **ca-bundle.crt** という名前にする必要があります。

2 プロキシーのアイデンティティー証明書に署名するために使用される 1 つ以上の PEM でエンコードされた X.509 証明書。

3 **Proxy** オブジェクトから参照される config map 名。

4 config map は **openshift-config** namespace になければなりません。

b. このファイルから設定マップを作成します。

```
$ oc create -f user-ca-bundle.yaml
```

2. **oc edit** コマンドを使用して **Proxy** オブジェクトを変更します。

```
$ oc edit proxy/cluster
```

3. プロキシーに必要なフィールドを設定します。

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Proxy
metadata:
  name: cluster
spec:
  httpProxy: http://<username>:<pswd>@<ip>:<port> 1
  httpsProxy: https://<username>:<pswd>@<ip>:<port> 2
  noProxy: example.com 3
  readinessEndpoints:
  - http://www.google.com 4
  - https://www.google.com
  trustedCA:
    name: user-ca-bundle 5
```

1 クラスター外の HTTP 接続を作成するために使用するプロキシー URL。URL スキームは **http** である必要があります。

2 クラスター外で HTTPS 接続を作成するために使用するプロキシー URL。URL スキームは **http** または **https** である必要があります。URL スキームをサポートするプロキシーの URL を指定します。たとえば、ほとんどのプロキシーは、**https** を使用するように設定されていても、**http** しかサポートしていない場合、エラーを報告します。このエラーメッセージはログに反映されず、代わりにネットワーク接続エラーのように見える場合があります。クラスターからの **https** 接続をリッスンするプロキシーを使用している場合は、プロキシーが使用する CA と証明書を受け入れるようにクラスターを設定する必要がある場合があります。

3 プロキシーを除外するための宛先ドメイン名、ドメイン、IP アドレス、または他のネットワーク CIDR のコンマ区切りの一覧。

サブドメインのみと一致するように、ドメインの前に **.** を付けます。たとえば、**.y.com** は **x.y.com** に一致しますが、 **y.com** には一致しません。* を使用し、すべての宛先のプロキシーをバイパスします。インストール設定で **networking.machineNetwork[].cidr** フィールドで定義されるネットワークに含まれていないワーカーをスケールアップする場合、それらをこの一覧に追加し、接続の問題を防ぐ必要があります。

httpProxy または **httpsProxy** フィールドのいずれも設定されていない場合に、このフィールドは無視されます。

4 **httpProxy** および **httpsProxy** の値をステータスに書き込む前の readiness チェックに使用するクラスター外の 1 つ以上の URL。

5 HTTPS 接続のプロキシーに必要な追加の CA 証明書が含まれる、**openshift-config** namespace の config map の参照。ここで参照する前に config map が存在している必要があります。このフィールドは、プロキシーのアイデンティティー証明書が RHCOS 信頼バンドルからの認証局によって署名されない限り必要になります。

4. 変更を適用するためにファイルを保存します。

21.3. OPERATOR を使用した証明書の挿入

カスタム CA 証明書が ConfigMap 経由でクラスターに追加されると、Cluster Network Operator はユーザーによってプロビジョニングされる CA 証明書およびシステム CA 証明書を単一バンドルにマージし、信頼バンドルの挿入を要求する Operator にマージされたバンドルを挿入します。

Operator は、以下のラベルの付いた空の ConfigMap を作成してこの挿入を要求します。

```
config.openshift.io/inject-trusted-cabundle="true"
```

空の ConfigMap の例:

```
apiVersion: v1
data: {}
kind: ConfigMap
metadata:
  labels:
    config.openshift.io/inject-trusted-cabundle: "true"
  name: ca-inject 1
  namespace: apache
```

1 空の ConfigMap 名を指定します。

Operator は、この ConfigMap をコンテナーのローカル信頼ストアにマウントします。

注記

信頼された CA 証明書の追加は、証明書が Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS) 信頼バンドルに含まれない場合にのみ必要になります。

証明書の挿入は Operator に制限されません。Cluster Network Operator は、空の ConfigMap が **config.openshift.io/inject-trusted-cabundle=true** ラベルを使用して作成される場合に、すべての namespace で証明書を挿入できます。

ConfigMap はすべての namespace に置くことができますが、ConfigMap はカスタム CA を必要とする Pod 内の各コンテナーに対してボリュームとしてマウントされる必要があります。以下は例になります。

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: my-example-custom-ca-deployment
  namespace: my-example-custom-ca-ns
spec:
  ...
    spec:
      ...
      containers:
        - name: my-container-that-needs-custom-ca
          volumeMounts:
          - name: trusted-ca
            mountPath: /etc/pki/ca-trust/extracted/pem
            readOnly: true
      volumes:
      - name: trusted-ca
        configMap:
          name: trusted-ca
          items:
            - key: ca-bundle.crt 1
              path: tls-ca-bundle.pem 2
```

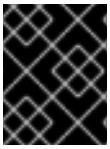
1 **ca-bundle.crt** は ConfigMap キーとして必要になります。

2 **tls-ca-bundle.pem** は ConfigMap パスとして必要になります。

第22章 RHOSP での負荷分散

22.1. KURYR SDN を使用した OCTAVIA OVN ロードバランサープロバイダードライバーの使用

OpenShift Container Platform クラスターが Kuryr を使用し、これが後に RHOSP 16 にアップグレードされた Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) 13 クラウドにインストールされている場合、これを Octavia OVN プロバイダードライバーを使用するように設定できます。



重要

Kuryr はプロバイダードライバーの変更後に既存のロードバランサーを置き換えます。このプロセスにより、ダウンタイムが生じます。

前提条件

- RHOSP CLI の **openstack** をインストールします。
- OpenShift Container Platform CLI の **oc** をインストールします。
- RHOSP の Octavia OVN ドライバーが有効になっていることを確認します。

ヒント

利用可能な Octavia ドライバーの一覧を表示するには、コマンドラインで **openstack loadbalancer provider list** を入力します。

ovn ドライバーはコマンドの出力に表示されます。

手順

Octavia Amphora プロバイダードライバーから Octavia OVN に変更するには、以下を実行します。

1. **kuryr-config** ConfigMap を開きます。コマンドラインで、以下を実行します。

```
$ oc -n openshift-kuryr edit cm kuryr-config
```

2. ConfigMap で、**kuryr-octavia-provider: default** が含まれる行を削除します。以下に例を示します。

```
...
kind: ConfigMap
metadata:
  annotations:
    networkoperator.openshift.io/kuryr-octavia-provider: default (1)
...
```

(1) この行を削除します。クラスターは、**ovn** を値としてこれを再生成します。

Cluster Network Operator が変更を検出し、**kuryr-controller** および **kuryr-cni** Pod を再デプロイするのを待機します。このプロセスには数分の時間がかかる可能性があります。

3. **kuryr-config** ConfigMap アノテーションで **ovn** をその値として表示されていることを確認します。コマンドラインで、以下を実行します。

```
$ oc -n openshift-kuryr edit cm kuryr-config
```

ovn プロバイダーの値は出力に表示されます。

```
...
kind: ConfigMap
metadata:
  annotations:
    networkoperator.openshift.io/kuryr-octavia-provider: ovn
...
```

4. RHOSP がそのロードバランサーを再作成していることを確認します。

   a. コマンドラインで、以下を実行します。

```
$ openstack loadbalancer list | grep amphora
```

   単一の Amphora ロードバランサーが表示されます。以下に例を示します。

```
a4db683b-2b7b-4988-a582-c39daaad7981 | ostest-7mbj6-kuryr-api-loadbalancer  |
84c99c906edd475ba19478a9a6690efd | 172.30.0.1     | ACTIVE              | amphora
```

   b. 以下を入力して **ovn** ロードバランサーを検索します。

```
$ openstack loadbalancer list | grep ovn
```

   ovn タイプの残りのロードバランサーが表示されます。以下に例を示します。

```
2dffe783-98ae-4048-98d0-32aa684664cc | openshift-apiserver-operator/metrics |
84c99c906edd475ba19478a9a6690efd | 172.30.167.119 | ACTIVE              | ovn
0b1b2193-251f-4243-af39-2f99b29d18c5 | openshift-etcd/etcd                  |
84c99c906edd475ba19478a9a6690efd | 172.30.143.226 | ACTIVE              | ovn
f05b07fc-01b7-4673-bd4d-adaa4391458e | openshift-dns-operator/metrics       |
84c99c906edd475ba19478a9a6690efd | 172.30.152.27  | ACTIVE              | ovn
```

22.2. OCTAVIA を使用したアプリケーショントラフィック用のクラスターのスケーリング

Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) で実行される OpenShift Container Platform クラスターでは、Octavia 負荷分散サービスを使用して、複数の仮想マシン (VM) または Floating IP アドレスにトラフィックを分散することができます。この機能は、単一マシンまたはアドレスが生じさせるボトルネックを軽減します。

クラスターで Kuryr を使用する場合、Cluster Network Operator はデプロイメント時に内部 Octavia ロードバランサーを作成していました。アプリケーションネットワークのスケーリングには、このロードバランサーを使用できます。

クラスターで Kuryr を使用しない場合、アプリケーションのネットワークのスケーリングに使用する独自の Octavia ロードバランサーを作成する必要があります。

22.2.1. Octavia を使用したクラスターのスケーリング

複数の API ロードバランサーを使用する場合や、クラスターが Kuryr を使用しない場合、Octavia ロードバランサーを作成してから、クラスターをこれを使用するように設定します。

前提条件

- Octavia は Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) デプロイメントで利用できます。

手順

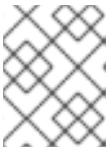
1. コマンドラインから、Amphora ドライバーを使用する Octavia ロードバランサーを作成します。

```
$ openstack loadbalancer create --name API_OCP_CLUSTER --vip-subnet-id
<id_of_worker_vms_subnet>
```

   API_OCP_CLUSTER の代わりに、任意の名前を使用することができます。

2. ロードバランサーがアクティブになったら、リスナーを作成します。

```
$ openstack loadbalancer listener create --name API_OCP_CLUSTER_6443 --protocol
HTTPS--protocol-port 6443 API_OCP_CLUSTER
```



注記

ロードバランサーのステータスを表示するには、**openstack loadbalancer list** と入力します。

3. ラウンドロビンアルゴリズムを使用し、セッションの永続性が有効にされているプールを作成します。

```
$ openstack loadbalancer pool create --name API_OCP_CLUSTER_pool_6443 --lb-
algorithm ROUND_ROBIN --session-persistence type=<source_IP_address> --listener
API_OCP_CLUSTER_6443 --protocol HTTPS
```

4. コントロールプレーンマシンが利用可能であることを確認するには、ヘルスモニターを作成します。

```
$ openstack loadbalancer healthmonitor create --delay 5 --max-retries 4 --timeout 10 --type
TCP API_OCP_CLUSTER_pool_6443
```

5. コントロールプレーンマシンをロードバランサープールのメンバーとして追加します。

```
$ for SERVER in $(MASTER-0-IP MASTER-1-IP MASTER-2-IP)
do
  openstack loadbalancer member create --address $SERVER  --protocol-port 6443
API_OCP_CLUSTER_pool_6443
done
```

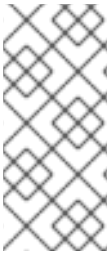
6. オプション: クラスター API の Floating IP アドレスを再利用するには、設定を解除します。

```
$ openstack floating ip unset $API_FIP
```

7. 設定を解除された **API_FIP**、または新規アドレスを、作成されたロードばランサー VIP に追加します。

```
$ openstack floating ip set  --port $(openstack loadbalancer show -c <vip_port_id> -f value
API_OCP_CLUSTER) $API_FIP
```

クラスターは、負荷分散に Octavia を使用するようになりました。



注記

Kuryr が Octavia Amphora ドライバーを使用する場合、すべてのトラフィックは単一の Amphora 仮想マシン (VM) 経由でルーティングされます。

この手順を繰り返して追加のロードバランサーを作成します。これにより、ボトルネックを軽減することができます。

22.2.2. Octavia の使用による Kuryr を使用するクラスターのスケーリング

クラスターで Kuryr を使用する場合は、クラスターの API Floating IP アドレスを既存の Octavia ロードバランサーに関連付けます。

前提条件

- OpenShift Container Platform クラスターは Kuryr を使用します。
- Octavia は Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) デプロイメントで利用できます。

手順

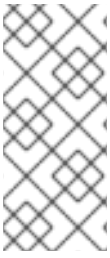
1. オプション: コマンドラインからクラスター API の Floating IP アドレスを再利用するには、この設定を解除します。

```
$ openstack floating ip unset $API_FIP
```

2. 設定を解除された **API_FIP**、または新規アドレスを、作成されたロードばランサー VIP に追加します。

```
$ openstack floating ip set --port $(openstack loadbalancer show -c <vip_port_id> -f value
${OCP_CLUSTER}-kuryr-api-loadbalancer) $API_FIP
```

クラスターは、負荷分散に Octavia を使用するようになりました。



注記

Kuryr が Octavia Amphora ドライバーを使用する場合、すべてのトラフィックは単一の Amphora 仮想マシン (VM) 経由でルーティングされます。

この手順を繰り返して追加のロードバランサーを作成します。これにより、ボトルネックを軽減することができます。

22.3. RHOSP OCTAVIA を使用した INGRESS トラフィックのスケーリング

Octavia ロードバランサーを使用して、Kuryr を使用するクラスターで Ingress コントローラーをスケーリングできます。

前提条件

- OpenShift Container Platform クラスターは Kuryr を使用します。
- Octavia は RHOSP デプロイメントで利用できます。

手順

1. 現在の内部ルーターサービスをコピーするには、コマンドラインで以下を入力します。

```
$ oc -n openshift-ingress get svc router-internal-default -o yaml > external_router.yaml
```

2. **external_router.yaml** ファイルで、**metadata.name** および **spec.type** の値を **LoadBalancer** に変更します。

ルーターファイルの例

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  labels:
    ingresscontroller.operator.openshift.io/owning-ingresscontroller: default
  name: router-external-default 1
  namespace: openshift-ingress
spec:
  ports:
  - name: http
    port: 80
    protocol: TCP
    targetPort: http
  - name: https
    port: 443
    protocol: TCP
    targetPort: https
  - name: metrics
    port: 1936
    protocol: TCP
    targetPort: 1936
  selector:
    ingresscontroller.operator.openshift.io/deployment-ingresscontroller: default
  sessionAffinity: None
  type: LoadBalancer 2
```

1. この値は **router-external-default** のように記述的であることを確認します。
2. この値は **LoadBalancer** であることを確認します。

注記

ロードバランシングと関連性のないタイムスタンプやその他の情報を削除できます。

1. コマンドラインで、**external_router.yaml** ファイルからサービスを作成します。

```
$ oc apply -f external_router.yaml
```

2. サービスの外部 IP アドレスがロードバランサーに関連付けられているものと同じであることを確認します。

   a. コマンドラインで、サービスの外部 IP アドレスを取得します。

```
$ oc -n openshift-ingress get svc
```

   出力例

```
NAME                      TYPE          CLUSTER-IP       EXTERNAL-IP    PORT(S)
AGE
router-external-default   LoadBalancer   172.30.235.33    10.46.22.161
80:30112/TCP,443:32359/TCP,1936:30317/TCP   3m38s
router-internal-default   ClusterIP      172.30.115.123   <none>
80/TCP,443/TCP,1936/TCP                    22h
```

   b. ロードバランサーの IP アドレスを取得します。

```
$ openstack loadbalancer list | grep router-external
```

   出力例

```
| 21bf6afe-b498-4a16-a958-3229e83c002c | openshift-ingress/router-external-default |
66f3816acf1b431691b8d132cc9d793c | 172.30.235.33  | ACTIVE | octavia |
```

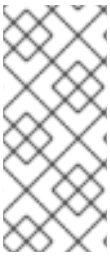
   c. 直前のステップで取得したアドレスが、Floating IP の一覧で相互に関連付けられていることを確認します。

```
$ openstack floating ip list | grep 172.30.235.33
```

   出力例

```
| e2f80e97-8266-4b69-8636-e58bacf1879e | 10.46.22.161 | 172.30.235.33 | 655e7122-
806a-4e0a-a104-220c6e17bda6 | a565e55a-99e7-4d15-b4df-f9d7ee8c9deb |
66f3816acf1b431691b8d132cc9d793c |
```

EXTERNAL-IP の値を新規 Ingress アドレスとして使用できるようになりました。



注記

Kuryr が Octavia Amphora ドライバーを使用する場合、すべてのトラフィックは単一の Amphora 仮想マシン (VM) 経由でルーティングされます。

この手順を繰り返して追加のロードバランサーを作成します。これにより、ボトルネックを軽減することができます。

22.4. 外部ロードバランサーの設定

Red Hat OpenStack Platform (RHOSP) の OpenShift Container Platform クラスターを、デフォルトのロードバランサーの代わりに外部ロードバランサーを使用するように設定できます。

前提条件

- ロードバランサーでは、システムの任意のユーザーが TCP をポート 6443、443、および 80 が利用できる必要があります。
- それぞれのコントロールプレーンノード間で API ポート 6443 を負荷分散します。
- すべてのコンピュートノード間でアプリケーションポート 443 と 80 を負荷分散します。
- ロードバランサーでは、Ignition 起動設定をノードに提供するために使用されるポート 22623 はクラスター外に公開されません。
- ロードバランサーはクラスター内のすべてのマシンにアクセスできる必要があります。このアクセスを許可する方法には、以下が含まれます。
  - ロードバランサーをクラスターのマシンのサブネットに割り当てます。
  - ロードバランサーを使用するマシンに Floating IP アドレスを割り当てます。

重要

外部の負荷分散サービスとコントロールプレーンノードは同じ L2 ネットワークで実行する必要があります。また、VLAN を使用して負荷分散サービスとコントロールプレーンノード間のトラフィックをルーティングする際に同じ VLAN で実行する必要があります。

手順

1. ポート 6443、443、および 80 でロードバランサーからクラスターへのアクセスを有効にします。
   たとえば、以下の HAProxy 設定に留意してください。

   サンプル HAProxy 設定のセクション

```
...
listen my-cluster-api-6443
    bind 0.0.0.0:6443
    mode tcp
    balance roundrobin
    server my-cluster-master-2 192.0.2.2:6443 check
    server my-cluster-master-0 192.0.2.3:6443 check
    server my-cluster-master-1 192.0.2.1:6443 check
listen my-cluster-apps-443
        bind 0.0.0.0:443
        mode tcp
        balance roundrobin
        server my-cluster-worker-0 192.0.2.6:443 check
        server my-cluster-worker-1 192.0.2.5:443 check
        server my-cluster-worker-2 192.0.2.4:443 check
listen my-cluster-apps-80
        bind 0.0.0.0:80
        mode tcp
        balance roundrobin
```

```
    server my-cluster-worker-0 192.0.2.7:80 check
    server my-cluster-worker-1 192.0.2.9:80 check
    server my-cluster-worker-2 192.0.2.8:80 check
```

2. ロードバランサーでクラスター API およびアプリケーションの DNS サーバーにレコードを追加します。以下に例を示します。

```
<load_balancer_ip_address> api.<cluster_name>.<base_domain>
<load_balancer_ip_address> apps.<cluster_name>.<base_domain>
```

3. コマンドラインで **curl** を使用して、外部ロードバランサーおよび DNS 設定が機能することを確認します。

   a. クラスター API がアクセス可能であることを確認します。

   ```
   $ curl https://<loadbalancer_ip_address>:6443/version --insecure
   ```

   設定が正しい場合は、応答として JSON オブジェクトを受信します。

   ```
   {
     "major": "1",
     "minor": "11+",
     "gitVersion": "v1.11.0+ad103ed",
     "gitCommit": "ad103ed",
     "gitTreeState": "clean",
     "buildDate": "2019-01-09T06:44:10Z",
     "goVersion": "go1.10.3",
     "compiler": "gc",
     "platform": "linux/amd64"
   }
   ```

   b. クラスターアプリケーションがアクセス可能であることを確認します。

   注記

   Web ブラウザーで OpenShift Container Platform コンソールを開き、アプリケーションのアクセスを確認することもできます。

   ```
   $ curl http://console-openshift-console.apps.<cluster_name>.<base_domain> -I -L --
   insecure
   ```

   設定が正しい場合は、HTTP 応答を受信します。

   ```
   HTTP/1.1 302 Found
   content-length: 0
   location: https://console-openshift-console.apps.<cluster-name>.<base domain>/
   cache-control: no-cacheHTTP/1.1 200 OK
   referrer-policy: strict-origin-when-cross-origin
   set-cookie: csrf-
   token=39HoZgztDnzjJkq/JuLJMeoKNXlfiVv2YgZc09c3TBOBU4Nl6kDXaJH1LdicNhN1UsQ
   Wzon4Dor9GWGfopaTEQ==; Path=/; Secure
   x-content-type-options: nosniff
   x-dns-prefetch-control: off
   ```

```
x-frame-options: DENY
x-xss-protection: 1; mode=block
date: Tue, 17 Nov 2020 08:42:10 GMT
content-type: text/html; charset=utf-8
set-cookie:
1e2670d92730b515ce3a1bb65da45062=9b714eb87e93cf34853e87a92d6894be; path=/;
HttpOnly; Secure; SameSite=None
cache-control: private
```

第23章 セカンダリーインターフェイスメトリクスのネットワーク割り当てへの関連付け

23.1. モニタリングのためのセカンダリーネットワークメトリックの拡張

セカンダリーデバイス (インターフェイス) は、各種の用途に合わせて使用されます。セカンダリーデバイスのメトリクスを同じ分類で集計するために、それらを分類する方法を確保する必要があります。

公開されるメトリクスにはインターフェイスが含まれますが、インターフェイスの出所は指定されません。これは、追加のインターフェイスがない場合に実行できます。ただし、セカンダリーインターフェイスが追加された場合、インターフェイス名だけを使用してインターフェイスを識別するのは難しいため、メトリックの使用が困難になる可能性があります。

セカンダリーインターフェイスを追加する場合、その名前は追加された順序によって異なります。また、異なるセカンダリーインターフェイスが異なるネットワークに属し、これらを異なる目的に使用できます。

pod_network_name_info を使用すると、現在のメトリクスをインターフェイスタイプを識別する追加情報を使用して拡張できます。このようにして、メトリクスを集約し、特定のインターフェイスタイプに特定のアラームを追加できます。

ネットワークタイプは、関連する **NetworkAttachmentDefinition** の名前を使用して生成されます。この名前は、セカンダリーネットワークの異なるクラスを区別するために使用されます。たとえば、異なるネットワークに属するインターフェイスや、異なる CNI を使用するインターフェイスは、異なるネットワーク割り当て定義名を使用します。

23.1.1. Network Metrics Daemon

Network Metrics Daemon は、ネットワーク関連のメトリクスを収集し、公開するデーモンコンポーネントです。

kubelet はすでに確認できるネットワーク関連のメトリクスを公開しています。以下は、これらのメトリクスになります。

- **container_network_receive_bytes_total**
- **container_network_receive_errors_total**
- **container_network_receive_packets_total**
- **container_network_receive_packets_dropped_total**
- **container_network_transmit_bytes_total**
- **container_network_transmit_errors_total**
- **container_network_transmit_packets_total**
- **container_network_transmit_packets_dropped_total**

これらのメトリクスのラベルには、とくに以下が含まれます。

- Pod の名前
- Pod の namespace

- インターフェイス名 (例: **eth0**)

これらのメトリクスは、たとえば Multus を使用して、新規インターフェイスが Pod に追加されるまで正常に機能します。

インターフェイスのラベルはインターフェイス名を参照しますが、そのインターフェイスの用途は明確ではありません。多くの異なるインターフェイスがある場合、監視しているメトリクスが参照するネットワークを把握することはできません。

これには、以降のセクションで説明する新規の **pod_network_name_info** を導入して対応できます。

23.1.2. ネットワーク名を持つメトリクス

この daemonset は、固定の値が **0** の **pod_network_name_info** 測定メトリクスを公開します。

```
pod_network_name_info{interface="net0",namespace="namespacename",network_name="nadnamespace/firstNAD",pod="podname"} 0
```

ネットワーク名ラベルは、Multus によって追加されるアノテーションを使用して生成されます。これは、ネットワークの割り当て定義が属する namespace の連結と、ネットワーク割り当て定義の名前です。

新しいメトリクスのみでは十分な値が提供されませんが、ネットワーク関連の **container_network_*** メトリクスと組み合わせて、セカンダリーネットワークの監視に対するサポートを強化します。

以下のような **promql** クエリーを使用すると、**k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status** アノテーションから取得した値とネットワーク名を含む新規のメトリクスを取得できます。

```
(container_network_receive_bytes_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name) ( pod_network_name_info )
(container_network_receive_errors_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name) ( pod_network_name_info )
(container_network_receive_packets_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name) ( pod_network_name_info )
(container_network_receive_packets_dropped_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name) ( pod_network_name_info )
(container_network_transmit_bytes_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name) ( pod_network_name_info )
(container_network_transmit_errors_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name) ( pod_network_name_info )
(container_network_transmit_packets_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name) ( pod_network_name_info )
(container_network_transmit_packets_dropped_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name)
```