



## BFD の実装

双方向フォワーディング検出 (BFD) では、隣接する転送エンジン間のパスにおける障害を低オーバーヘッド、短期間で検出できます。BFDでは、あらゆるメディアおよびあらゆるプロトコルレイヤでの障害検出に単一のメカニズムを使用でき、広範な検出時間とオーバーヘッドに対応できます。障害の迅速な検出が可能のため、リンクやネイバーの障害発生時にもただちに障害に対応することができます。



(注) Cisco NCS 560 ルータでは、バンドルを介した BFD (BoB) が設定されている場合は最大 4 つの異なる最小間隔タイマーをサポートし、BoB が設定されていない場合は最大 5 つの異なる最小間隔タイマーをサポートします。

- [BFD の概要 \(1 ページ\)](#)
- [バンドル上の BFD \(8 ページ\)](#)
- [BFD の透過性 \(17 ページ\)](#)
- [論理バンドルを介した双方向転送検出 \(22 ページ\)](#)
- [BFD オブジェクト トラッキング \(27 ページ\)](#)
- [BFD の透過性 \(28 ページ\)](#)
- [IPv4 マルチホップ BFD \(33 ページ\)](#)
- [BFD によってトリガーされる FRR \(34 ページ\)](#)
- [BVI を介した BFD \(36 ページ\)](#)

## BFD の概要

双方向フォワーディング検出 (BFD) では、隣接するルータ間のパスにおける障害を低オーバーヘッド、短期間で検出できます。BFDでは、あらゆるメディアおよびあらゆるプロトコルレイヤでの障害検出に単一のメカニズムを使用でき、広範な検出時間とオーバーヘッドに対応できます。障害の迅速な検出が可能のため、リンクやネイバーの障害発生時にもただちに障害に対応することができます。

ルータは、VRF コンテキストを使用した BFD をサポートしています。

### 機能制限

BFD には、次の制約事項が適用されます。

- Cisco IOS XR ソフトウェアではデマンド モードはサポートされません。
- BFD エコー モードと暗号化はサポートされていません。
- IPv4 に対する BFD ハードウェア オフロードがサポートされています。
- スタティック、OSPF、BGP および IS-IS アプリケーションのみが BFD でサポートされています。
- IPv6 BFD ではスタティック ルートのみがサポートされています。
- 非 IP コア（ラベル配布プロトコルまたはセグメントルーティング）を介した BFD マルチホップは、IOS XR リリース 7.1.1 以降でサポートされています。
- バンドル機能を介した BFD では IETF モードのみがサポートされています。
- BFD の減衰拡張はサポートされていません。
- BoB と BLB の共存はサポートされていません。

## ルータでの BFD の IPv6 チェックサム計算のイネーブル化およびディセーブル化

ルータ上で BFD の IPv6 チェックサム計算を設定するには、次の手順を実行します。

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# bfd
RP/0/RP0/CPU0:router(config-bfd-if)# ipv6 checksum disable
RP/0/RP0/CPU0:router(config-bfd-if)# commit
```

## ダイナミック ルーティング プロトコル下での BFD の設定またはスタティック ルートの使用

BFD ネイバーを確立するには、次の手順の少なくとも 1 つを実行し、ダイナミック ルーティング プロトコル下で BFD を設定するか、またはスタティック ルートを使用します。

### インターフェイスでの OSPF への BFD の有効化

Open Shortest Path First (OSPF) での BFD を特定のインターフェイスで設定するには、次の手順を実行します。この方法の手順は、コマンドモードが異なる点を除き、IS-IS で BFD を設定する手順と共通です。



---

(注) インターフェイス単位での BFD の設定は、OSPF および IS-IS のみでサポートされます。

---

```
Router# configure

/* Enter OSPF configuration mode to configure the OSPF routing process. */
Router(config)# router ospf 0

/* Set the BFD minimum interval. The range is from 15 to 30000 milliseconds. */
Router(config-ospf)# bfd minimum-interval 6500

/* Set the BFD multiplier. */
Router(config-ospf)# bfd multiplier 7

/* Configure an Open Shortest Path First (OSPF) area. */
Router(config-ospf)# area 0

/* Enter interface configuration mode. */
Router(config-ospf-ar)# interface gigabitEthernet 0/3/0/1

/* Enable BFD to detect failures in the path between adjacent forwarding engines. */
Router(config-ospf-ar-if)# bfd fast-detect
```

### 実行コンフィギュレーション

```
configure
router ospf 0
bfd minimum-interval 6500
bfd multiplier 7
area 0
interface gigabitEthernet 0/3/0/1
bfd fast-detect
```

### 確認

適切なインターフェイスで BFD がイネーブルになっていることを確認します。

```
Router(config-ospf-ar-if)# show run router ospf

router ospf 0
bfd minimum-interval 6500
bfd multiplier 7
area 0
interface gigabitEthernet 0/3/0/1
bfd fast-detect
```

## インターフェイスでの OSPF3 への BFD の有効化

次に、OSPFv3 での BFD を特定のインターフェイスで設定する手順について説明します。この方法の手順は、コマンドモードが異なる点を除き、IS-IS および MPLS-TE での BFD を設定する手順と共通です。



(注) インターフェイス単位での BFD の設定は、OSPF、OSPFv3、および IS-IS のみでサポートされます。

```
Router# configure
```

```

/* Enter OSPF configuration mode to configure the OSPF routing process. */
Router(config)# router ospf3 0

/* Set the BFD minimum interval. The range is from 15 to 30000 milliseconds. */
Router(config-ospfv3)# bfd minimum-interval 6500

/* Set the BFD multiplier. */
Router(config-ospfv3)# bfd multiplier 7

/* Configure an Open Shortest Path First (OSPF) area. */
Router(config-ospfv3)# area 0

/* Enter interface configuration mode. */
Router(config-ospfv3-ar)# interface gigabitEthernet 0/5/0/1

/* Enable BFD to detect failures in the path between adjacent forwarding engines. */
Router(config-ospfv3-ar-if)# bfd fast-detect
Router(config-ospfv3-ar-if)# commit
Router(config-ospfv3-ar-if)# end

```

### 実行コンフィギュレーション

```

configure
  router ospf3 0
  bfd minimum-interval 6500
  bfd multiplier 7
  area 0
    interface gigabitEthernet 0/5/0/1
      bfd fast-detect
!

```

### 確認

適切なインターフェイスでBFDがイネーブルになっていることを確認します。

```

RP/0/RP0/CPU0:router(config-ospfv3-ar-if)#show run router ospf3

router ospf3 0
bfd minimum-interval 6500
bfd multiplier 7
area 0
  interface gigabitEthernet 0/5/0/1
    bfd fast-detect

```

## BFD over BGPの有効化

BFD over BGPを設定するには、次の手順を実行します。次に、自律システム65000とネイバー192.168.70.2間でのBFDを設定する例を示します。

```

Router# configure
Router(config)# router bgp 65000
Router(config-bgp)# bfd multiplier 2
Router(config-bgp)# bfd minimum-interval 20
Router(config-bgp)# neighbor 192.168.70.24
Router(config-bgp-nbr)# remote-as 2
Router(config-bgp-nbr)# bfd fast-detect
Router(config-bgp-nbr)# commit
Router(config-bgp-nbr)# end

```

## 実行コンフィギュレーション

```
router bgp 65000
  bfd multiplier 2
  bfd minimum-interval 20
  neighbor 192.168.70.24
  remote-as 2
  bfd fast-detect
  commit
end
```

## 確認

BFD が BGP 上で有効になっていることを確認します。

```
Router# show run router bgp
router bgp 65000
  bfd multiplier 2
  bfd minimum-interval 20
  neighbor 192.168.70.24
  remote-as 2
  bfd fast-detect
```

## IPv4 スタティック ルートでの BFD のイネーブル化

次に、IPv4 スタティック ルートでの BFD をイネーブルにする手順を示します。

### 実行コンフィギュレーション

### 確認

適切なインターフェイスで BFD がイネーブルになっていることを確認します。

## IPv6 スタティック ルートでの BFD のイネーブル化

次に、IPv6 スタティック ルートでの BFD をイネーブルにする手順について説明します。

```
RP/0/RP0/CPU0:router# configure
/* Enter static route configuration mode to configure static routing. */
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# router static
/* Enable BFD fast-detection on the specified IPv6 unicast destination address prefix
and on the forwarding next-hop address. */
/* BFD sessions are established with the next hop 2001:0DB8:D987:398:AE3:B39:333:783
when it becomes reachable. */
RP/0/RP0/CPU0:router(config-static)# address-family ipv6 unicast 2001:0DB8:C18:2:1::F/64
2001:0DB8:D987:398:AE3:B39:333:783 bfd fast-detect minimum-interval 150 multiplier 4
RP/0/RP0/CPU0:router(config-static-vrf)# commit
```

### 実行コンフィギュレーション

```
configure
router static
```

```
address-family ipv6 unicast 2001:0DB8:C18:2:1::F/64 2001:0DB8:D987:398:AE3:B39:333:783
bfd fast-detect minimum-interval 150 multiplier 4
commit
```

### 確認

適切なインターフェイスで BFD がイネーブルになっていることを確認します。

```
RP/0/RP0/CPU0:router# show run router static address-family ipv6 unicast

configure
router static
address-family ipv6 unicast 2001:0DB8:C18:2:1::F/64 2001:0DB8:D987:398:AE3:B39:333:783
bfd fast-detect minimum-interval 150 multiplier 4
commit
```

## BFD カウンタのクリアと表示

次に、BFD パケットカウンタの表示およびクリアの手順について説明します。特定ノードまたは特定インターフェイスでホストされている BFD セッションのパケットカウンタをクリアすることができます。

```
RP/0/RP0/CPU0:router# show bfd counters all packet location 0/RP0/CPU0
RP/0/RP0/CPU0:router# clear bfd counters all packet location 0/RP0/CPU0
RP/0/RP0/CPU0:router# show bfd counters all packet location 0/RP0/CPU0
```

## バンドル上の BFD

BFD over Bundle 機能により、BFD セッションは個々のバンドルメンバーリンクのステータスをモニタできます。BFD は、メンバーリンクの1つがダウンしたときにすぐにバンドルマネージャに通知し、バンドルが使用する帯域幅を減らします。

### 機能制限

BFD over Bundle 機能を使用する際の制限事項は次のとおりです。

- IETF モードでのみサポートされています。
- メインバンドルインターフェイスでのみサポートされています。バンドルサブインターフェイスではサポートされていません。
- OSPF、ISIS、BGP などのルーティングプロトコルではサポートされていません。
- BFD タイマーが 3.3 ミリ秒に設定されている（最もアグレッシブなタイマー）場合、256 個のセッションを起動できます。
- BFD タイマーが 100 ミリ秒より長く設定されている場合、300 個の BFD セッションを同時に起動できます。
- BFD エコー モードと暗号化はサポートされていません。
- BFD ダンプニングはサポートされていません。

## BFD over Bundle の設定

BFD over Bundle の設定には、次の手順が必要です。

- バンドルのモード、BFD パケット送信間隔、および障害検出時間の指定



(注) 宛先ルータで同じ設定手順を繰り返します。

```
/* Enable and Disable IPv6 checksum calculations for BFD on a router. */

Router(config-if)# bfd
Router(config-bfd-if)# ipv6 checksum disable
Router(config-bfd-if)# dampening disable
Router(config-bfd-if)# commit

/* Specify the mode, BFD packet transmission intervals, and failure detection times on
a bundle */

Router(config)# interface Bundle-Ether 3739
Router(config-if)# bfd mode ietf
Router(config-if)# bfd address-family ipv4 multiplier 3
Router(config-if)# bfd address-family ipv4 destination 10.23.1.2
Router(config-if)# bfd address-family ipv4 fast-detect
Router(config-if)# bfd address-family ipv4 minimum-interval 100
Router(config-if)# bfd address-family ipv6 multiplier 3
Router(config-if)# bfd address-family ipv6 destination 2001:DB8:1::2
Router(config-if)# bfd address-family ipv6 fast-detect
Router(config-if)# bfd address-family ipv6 minimum-interval 100
Router(config-if)# ipv4 address 10.23.1.1 255.255.255.252
Router(config-if)# ipv6 address 2001:DB8:1::2/120
Router(config-if)# load-interval 30
Router(config-if)# commit
Router(config)# interface TenGigE 0/0/0/0
Router(config-if)# bundle id 3739 mode active
```

### 実行コンフィギュレーション

```
bfd
  ipv6 checksum disable
  dampening disable
  !

interface Bundle-Ether3739
  bfd mode ietf
  bfd address-family ipv4 multiplier 3
  bfd address-family ipv4 destination 10.23.1.2
  bfd address-family ipv4 fast-detect
  bfd address-family ipv4 minimum-interval 100
  bfd address-family ipv6 multiplier 3
  bfd address-family ipv6 destination 2001:DB8:1::2
  bfd address-family ipv6 fast-detect
  bfd address-family ipv6 minimum-interval 100
  ipv4 address 10.23.1.1 255.255.255.252
  ipv6 address 2001:DB8:1::2/120
  load-interval 30
```

```

!
interface TenGigE 0/0/0/0
 bundle id 3739 mode active

```

### 確認

次の show コマンドの出力には、バンドル メンバの BFD セッションのステータスが表示されています。

```
/* Verify the details of the IPv4 BFD session in the source router. */
```

```
Router# show bfd session
```

Interface	Dest Addr	Local det	time(int*mult)	State	Echo	Async	H/W	NPU
Te0/0/0/0	10.23.1.2	0s (0s*0)	300ms (100ms*3)	UP	Yes			0/RP0/CPU0
BE3739	10.23.1.2	n/a	n/a	UP	No	n/a		

```
/* Verify the details of the IPv4 BFD session in the destination router. */
```

```
Router# show bfd session
```

Interface	Dest Addr	Local det	time(int*mult)	State	Echo	Async	H/W	NPU
Te0/6/0/0	10.23.1.1	0s (0s*0)	300ms (100ms*3)	UP	No	n/a		
BE3739	10.23.1.1	n/a	n/a	UP	No	n/a		

```
/* Verify the details of the IPv6 BFD session in the source router. */
```

```
Router# show bfd ipv6 session
```

Interface	Dest Addr	Local det	time(int*mult)	State	H/W	NPU	Echo	Async
Te0/0/0/0	10:23:1::2	Yes		0/RP0/0s	(0s*0)	00ms (100ms*3)	UP	
BE3739	10:23:1::2	No		n/a	n/a	n/a	UP	

```
/* Verify the details of the IPv6 BFD session in the destination router. */
```

```
Router# show bfd ipv6 session
```

Interface	Dest Addr	Local det	time(int*mult)	State	H/W	NPU	Echo	Async
Te0/6/0/0	10:23:1::1	No	n/a	0s (0s*0)		300ms (100ms*3)	UP	
BE3739	10:23:1::1	No	n/a	n/a		n/a	UP	

## バンドル上のBFD

BFD over Bundle (BoB) モードは、異なるプラットフォーム間で相互運用可能なリンクアグリゲーション (LAG) メンバーリンクの標準ベースの高速障害検出です。バンドル単位での BoB は、バンドルごとに IETF 標準のみをサポートします。





- (注)
- バンドルを介した BFD の場合、BFD クライアントは `bundlemgr` です。そのため、BFD セッションがダウンすると、`bundlemgr` はバンドルを停止するため、ルーティングセッションが停止します。
  - バンドルを介した BFD の場合、同じラインカード上に BFD セカンダリ インターフェイスを配置すると、LC のリロード中にトラフィックの損失と隣接関係の損失が発生する可能性があります。

### 制約事項

バンドル メンバー リンクで BFD をサポートするには、バンドルの両端のルータがレイヤ 2 スイッチを介さずに連続して接続されていることを確認します。

## BGP ネイバーでの BFD のイネーブル化

BFD は、ネイバー単位またはインターフェイス単位でイネーブルにすることができます。このタスクでは、隣接ルータで BGP の BFD をイネーブルにする方法について説明します。

### 手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<b>configure</b>	
ステップ 2	<b>router bgp <i>autonomous-system-number</i></b>  例 :  RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# router bgp 120	BGP コンフィギュレーションモードを開始します。このモードでは、BGP ルーティング プロセスの設定を行えます。
ステップ 3	<b>neighbor <i>ip-address</i></b>  例 :  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-bgp)# neighbor 172.168.40.24	BGP ルーティングのためにルータをネイバー コンフィギュレーションモードにして、ネイバーの IP アドレスを BGP ピアとして設定します。  この例では、IP アドレス 172.168.40.24 を BGP ピアとして設定しています。
ステップ 4	<b>remote-as <i>autonomous-system-number</i></b>  例 :  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-bgp-nbr)# remote-as 2002	ネイバーを作成し、そのネイバーをリモート自律システムに割り当てます。  この例では、設定されるリモート自律システムは 2002 です。
ステップ 5	<b>bfd fast-detect</b>  例 :	ローカル ネットワーキング装置と、ステップ 3 で IP アドレスを BGP ピアとし

	コマンドまたはアクション	目的
	RP/0/RP0/cpu 0: router(config-bgp-nbr)# bfd fast-detect	で設定したネイバー間での BFD をイ ネーブルにします。  ステップ 3 の例では、IP アドレス 172.168.40.24 が BGP ピアとして設定さ れています。この例では、ローカルネッ トワーキング装置とネイバー 172.168.40.24 間での BFD がイネーブル になります。
ステップ 6	<b>bfd minimum-interval <i>milliseconds</i></b>  例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-bgp-nbr)#bfd minimum-interval 6500	BFD の最小間隔を設定します。範囲は 4 ~ 30000 ミリ秒です。
ステップ 7	<b>bfd multiplier <i>multiplier</i></b>  例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-bgp-nbr)#bfd multiplier 7	BFD 係数を設定します。これは省略可 能です。最小値は 3 で、デフォルトで は、係数はすべてのプロトコルで 3 にな ります。
ステップ 8	<b>commit</b>	

## インターフェイスでの OSPF への BFD の有効化

次に、Open Shortest Path First (OSPF) での BFD を特定のインターフェイスで設定する手順について説明します。この方法の手順は、コマンドモードが異なる点を除き、IS-IS で BFD を設定する手順と共通です。

### 手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<b>configure</b>	
ステップ 2	<b>router ospf <i>process-name</i></b>  例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# router ospf 0	OSPF コンフィギュレーションモードを 開始します。このモードでは、OSPF ルーティングプロセスの設定を行えま す。  (注) IS-IS に BFD を設定するには、 対応するコンフィギュレー ションモードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 3	<b>area area-id</b> 例 : <pre>RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ospf)# <b>area 0</b></pre>	Open Shortest Path First (OSPF) 領域を設定します。  <i>area-id</i> を OSPF エリア識別子に置き換えます。
ステップ 4	<b>interface type interface-path-id</b> 例 : <pre>RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ospf-ar)# <b>interface TengigabitEthernet</b> <b>0/3/0/1</b></pre>	インターフェイスコンフィギュレーションモードを開始し、インターフェイス名を指定します。
ステップ 5	<b>bfd fast-detect</b> 例 : <pre>RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ospf-ar-if)# <b>bfd</b> <b>fast-detect</b></pre>	隣接するルータ間のパスで障害を検出するために、BFDをイネーブルにします。
ステップ 6	<b>bfd minimum-interval milliseconds</b> 例 : <pre>RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ospf-ar-if)# bfd minimum-interval 6500</pre>	BFD の最小間隔を設定します。範囲は 4 ~ 30000 ミリ秒です。  この例では、BFD の最小間隔を 6500 ミリ秒に設定しています。
ステップ 7	<b>bfd multiplier multiplier</b> 例 : <pre>RP/0/RP0/cpu 0: router(config-ospf-ar-if)# bfd multiplier 7</pre>	BFD 係数を設定します。これは省略可能です。最小値は 3 で、デフォルトでは、係数はすべてのプロトコルで 3 になります。  この例では、BFD 係数を 7 に設定しています。
ステップ 8	<b>commit</b>	

## スタティック ルートでの BFD のイネーブル化

次に、スタティック ルートでの BFD をイネーブルにする手順について説明します。

### 手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<b>configure</b>	

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	<b>router static</b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# router static	スタティック ルート コンフィギュレーション モードを開始します。このモードでは、スタティック ルーティングの設定を行えます。
ステップ 3	<b>address-family ipv4 unicast address nexthop</b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-static)# address-family ipv4 unicast 10.2.2.0/24 10.6.0.2	指定の IPv4 ユニキャスト宛先アドレスプレフィックスおよびフォワーディングネクストホップアドレスで BFD 高速検出をイネーブルにします。
ステップ 4	<b>interface type interface-path-id</b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-static)# <b>interface TenggigabitEthernet 0/3/0/1</b>	インターフェイスコンフィギュレーションモードを開始し、インターフェイス名を指定します。
ステップ 5	<b>bfd fast-detect</b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-static-if)# <b>bfd fast-detect min</b>	隣接する転送エンジン間のパスで障害を検出するために、BFD をイネーブルにします。
ステップ 6	<b>commit</b>	

## バンドルメンバの BFD セッションのイネーブル化

バンドルメンバーリンクで BFD セッションをイネーブルにするには、次の手順を実行します。

### 手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<b>configure</b>	
ステップ 2	<b>interface Bundle-Ether bundle-id</b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# interface Bundle-Ether 1	指定したバンドル ID のインターフェイスコンフィギュレーションモードを開始します。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 3	<b>bfd address-family ipv4 fast-detect</b> 例 :  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# bfd address-family ipv4 fast-detect	バンドル メンバー リンクで IPv4 BFD セッションをイネーブルにします。
ステップ 4	<b>bfd mode ietf</b> 例 :  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# bfd mode ietf	指定したバンドルの BFD over bundle に対して IETF モードを有効にします。
ステップ 5	<b>commit</b>	

## バンドルの BFD 宛先アドレスの指定

バンドルの BFD 宛先アドレスを指定するには、次の手順を実行します。

### 手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<b>configure</b>	
ステップ 2	<b>interface Bundle-Ether <i>bundle-id</i></b> 例 :  RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# interface Bundle-Ether 1	指定したバンドル ID のインターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	<b>bfd address-family ipv4 destination <i>ip-address</i></b> 例 :  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# bfd address-family ipv4 destination 10.20.20.1	接続されたリモート システムでバンドル インターフェイスに割り当てられたプライマリ IPv4 アドレスを指定します。ここで、 <i>ip-address</i> はドット区切りの 10 進数形式 (A.B.C.D) の 32 ビットの IP アドレスです。
ステップ 4	<b>commit</b>	

## アクティブ バンドルを維持するための最小しきい値の設定

バンドルマネージャは、メンバーリンクの状態に基づいて、バンドルが始動できるまたはアップのまま維持できる、またはダウンしているかどうかを判断するために 2 つの設定可能な最小しきい値を使用します。

- アクティブ リンクの最小数

- 使用可能な最小アクティブ帯域幅

メンバの状態が変更されるたびに、バンドルマネージャは、アクティブメンバの数または使用可能な帯域幅が最小値より小さいかどうかを判断します。その場合は、バンドルがDOWN状態になるか、またはDOWN状態のままになります。アクティブリンクの数または使用可能な帯域幅がいずれかの最小しきい値に達すると、バンドルはUP状態に戻ります。

最小バンドルしきい値を設定するには、次の手順を実行します。

#### 手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<b>configure</b>	
ステップ 2	<b>interface Bundle-Ether <i>bundle-id</i></b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# interface Bundle-Ether 1	指定したバンドル ID のインターフェイス コンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 3	<b>bundle minimum-active bandwidth <i>kbps</i></b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# bundle minimum-active bandwidth 580000	バンドルを始動またはアップのままにできるようにする前に必要な最小帯域幅を設定します。範囲は1から、プラットフォームやバンドルタイプによって異なる数値までです。
ステップ 4	<b>bundle minimum-active links <i>links</i></b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# bundle minimum-active links 2	バンドルを始動またはアップのままにできるようにする前に必要なアクティブリンク数を設定します。指定できる範囲は1～32です。  (注) すでにアクティブであるバンドルでBFDが開始された場合、そのバンドルのBFD状態は、既存のすべてのアクティブメンバのBFD状態が既知であるときに宣言されます。
ステップ 5	<b>commit</b>	

## バンドルのBFDパケット送信間隔と障害検出時間の設定

バンドルメンバーリンク上のBFDセッションのBFD非同期パケット間隔と障害検出時間は、バンドル上の**bfd address-family ipv4 minimum-interval** および**bfd address-family ipv4 multiplier** インターフェイス設定コマンドの組み合わせを使用して設定されます。

BFD 制御パケット間隔は、**bfd address-family ipv4 minimum-interval** コマンドを使用して直接設定されます。障害検出時間は、これらのコマンドの間隔および係数の値を組み合わせで決定されます。

バンドルメンバーリンクで BFD 非同期モード制御パケットの最小送信間隔と障害検出時間を設定するには、次の手順を実行します。

#### 手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<b>configure</b>	
ステップ 2	<b>interface Bundle-Ether <i>bundle-id</i></b>  例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# interface Bundle-Ether 1	指定したバンドル ID のインターフェイス コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 3	<b>bfd address-family ipv4 minimum-interval <i>milliseconds</i></b>  例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)#bfd address-family ipv4 minimum-interval 2000  (注) バンドルメンバーリンクで IPv4 BFD セッションの非同期モード制御パケットの最小間隔（ミリ秒単位）を指定します。範囲は 4～30000 です。	
ステップ 4	<b>bfd address-family ipv4 multiplier <i>multiplier</i></b>  例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)#bfd address-family ipv4 multiplier 30	バンドルメンバーリンクの IPv4 BFD セッションの BFD 制御パケット障害検出時間および送信間隔を決定するために、最小間隔とともに係数として使用する値を指定します。範囲は 2～50 です。デフォルトは 3 です。  (注) このコマンドでは 2 の最小値を設定できますが、サポートされる最小値は 3 です。
ステップ 5	<b>commit</b>	

## メンバーモードごとに **Bundle over Bundle** を設定する

### 手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<b>configure</b>	
ステップ 2	<b>bfd bundle per-member mode ietf</b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# bfd bundle per-member mode ietf	バンドル単位のメンバーリンク上で BFDのIETFモードを有効にします。
ステップ 3	<b>commit</b>	

## バンドル単位の **BFD over Bundles IETF** モード サポートの設定

バンドル単位の BFD over Bundles IETF モード サポートを設定するには、次の手順を実行します。

### 手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<b>configure</b>	
ステップ 2	<b>interface Bundle-Ether <i>bundle-id</i></b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# interface Bundle-Ether 1	指定したバンドル ID のインターフェイス コンフィギュレーションモードを開始 します。
ステップ 3	<b>bfd mode ietf</b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# bfd mode ietf	指定したバンドルの BFD over bundle に 対して IETF モードを有効にします。
ステップ 4	<b>bfd address-family ipv4 fast-detect</b> 例：  RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# bfd address-family ipv4 fast-detect	指定したバンドルで IPv4 BFD セッショ ンを有効にします。
ステップ 5	<b>commit</b>	
ステップ 6	<b>show bundle bundle-ether <i>bundle-id</i></b>	選択されたバンドル モードが表示され ます。



## BFD の透過性

Bidirectional Forwarding Detection (BFD) プロトコルは、設定されたタイマー値に応じて、1秒未満でネットワークの障害を検出する単純な hello メカニズムです。

BFD セッションの両方のエンドポイントは、定期的に hello パケットを相互に送信します。これらのパケットを複数回受信しない場合は、セッションがダウンしていると考えられます。BFD は、あらゆるメディア タイプ、カプセル化、トポロジ、ルーティングプロトコル BGP、IS-IS、および OSPF の個別の高速 BFD ピア障害検出時間を提供します。

BFD の透過性機能を使用すると、L2VPN ネットワーク経路で接続されたカスタマーエッジデバイス間で BFD セッションを設定できます。これらの BFD セッションは、コアに対して透過的です。たとえば、CE 間で交換される BFD パケットは、コア内のルータにドロップされることも、コア デバイス上でパントされることもありません。

この項では、イーサネット VPN (EVPN) 仮想プライベートワイヤサービス (VPWS) で BFD の透過性を設定する方法を学習します。

## イーサネット VPN 仮想プライベートワイヤサービス

EVPN VPWS (イーサネット VPN 仮想プライベートワイヤサービス) は、ポイントツーポイント サービス用の BGP コントロールプレーン ソリューションです。これにより、プロバイダー エッジデバイスのペア間で EVPN インスタンスを確立するためのシグナリングおよびカプセル化技術が実装されます。

EVPN VPWS は、シングルホーミングとマルチホーミングの両方をサポートしています。

## 設定

次の項では、リモート LFA を使用して IP Fast Reroute を設定する手順について説明します。

- プロバイダー エッジルータでの L2VPN の設定
- カスタマー エッジルータでの BFD の設定

### プロバイダー エッジルータでの L2VPN の設定

プロバイダー エッジルータでの L2VPN の設定

```
/* Enable IS-IS and configure routing level for an area. */
RP/0//CPU0:router# configure
RP/0//CPU0:router(config)# interface tengige 0/0/0/2.1
RP/0//CPU0:router(config-subif)# exit
RP/0//CPU0:router(config)# router isis
RP/0//CPU0:router(config-isis)# is-type level-2-only
RP/0//CPU0:router(config-isis)# net 49.1234.2222.2222.00
RP/0//CPU0:router(config-isis)# nsr
RP/0//CPU0:router(config-isis)# nsf cisco
RP/0//CPU0:router(config-isis)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-isis-af)# metric style wide
```

```

RP/0//CPU0:router(config-isis)# end
RP/0//CPU0:router(config)# interface Bundle-Ether 199
RP/0//CPU0:router(config-if)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-if)# end
RP/0//CPU0:router(config)# interface Loopback 0
RP/0//CPU0:router(config-if)# end
RP/0//CPU0:router(config-if)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-if)# exit

/* Configure L2VPN EVPN address family. */
RP/0//CPU0:router(config)# router bgp 100
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# bgp router-id 10.10.10.1
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# address-family l2vpn evpn
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# neighbor 192.0.2.1
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# remote-as 100
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# update-source Loopback 0
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# address-family l2vpn evpn

/* Configure MPLS LDP for the physical core interface. */
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr-af)# mpls ldp
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr-af)# exit
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# exit
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# exit
RP/0//CPU0:router(config)# interface Bundle-Ether 199
RP/0//CPU0:router(config-if)# exit

/* Configure L2VPN Xconnect. */
RP/0//CPU0:router(config)# l2vpn
RP/0//CPU0:router(config-l2vpn)# router-id 10.10.10.1
RP/0//CPU0:router(config-l2vpn)# xconnect group bfdtr
RP/0//CPU0:router(config-l2vpn-xc)# p2p vpw-cc
RP/0//CPU0:router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface TenGigE 0/0/0/1.1
RP/0//CPU0:ios(config-l2vpn-xc-p2p)# neighbor evpn evi 100 target 3 source 4

```

## カスタマー エッジ ルータでの BFD の設定

カスタマー エッジ ルータでの BFD の設定

```

RP/0//CPU0:router# configure
RP/0//CPU0:router(config)# router bgp 100
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# bgp router-id 10.10.10.1
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-bgp-af)# exit
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# neighbor 172.16.0.1
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# remote-as 100
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# bfd fast-detect
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# bfd multiplier 2
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# bfd minimum-interval 100
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# update-source TenGigE 0/0/0/16.1
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr-af)#

```

## 実行コンフィギュレーション

このセクションでは、BFD 透過性設定を示します。

```

!
interface TenGigE 0/0/0/1.1
 l2transport

```

```

router isis 1
  is-type level-2-only
  net 49.0000.1000.0000.0001.00
  nsr
  nsf cisco
  address-family ipv4 unicast
  metric-style wide
!
interface Bundle-Ether199
  address-family ipv4 unicast
interface Loopback0
  address-family ipv4 unicast
router bgp 100
  bgp router-id 10.10.10.1
  address-family l2vpn evpn
  neighbor 192.0.2.1
  remote-as 100
  update-source Loopback 0
  address-family l2vpn evpn
!
mpls ldp
interface Bundle-Ether199
!
l2vpn
router-id 10.10.10.1
xconnect group bfdtr
p2p vpws-ce
interface TenGigE 0/0/0/1.1
  neighbor evpn evi 100 target 3 source 4

router bgp 100
  bgp router-id 10.10.10.1
  address-family ipv4 unicast
  !
  neighbor 172.16.0.1
  address-family ipv4 unicast
  remote-as 100
  bfd fast-detect
  bfd multiplier 2
  bfd minimum-interval 100
  update-source TenGigE0/0/0/16.1
  address-family ipv4 unicast

```

## 確認

次の項に示す show 出力には、BFD 透過性の設定の詳細とその設定のステータスが表示されます。

```

/* Verify if the BFD session is up, and the timers are configured. */
RP/0//CPU0:router# show bfd session

Thu Jan  4 03:07:15.529 UTC
Interface      Dest Addr  Local det time(int*mult)  State          Echo  Async  H/W
NPU
-----
----
Te0/0/0/4.1   10.1.1.1  0s(0s*0)                 20ms(10ms*2)  UP        Yes   0/RP0/CPU0
                                   Yes   0/RP0/CPU0

/* Verify if the BFD session is up and check the timer value, numbers of hellos exchanged,
and information

```

```

about last packet. */

RP/0//CPU0:router# show bfd session destination 10.1.1.1 detail
Thu Jan  4 03:09:48.573 UTC
I/f: TenGigE0/0/0/4.1, Location: 0/RP0/CPU0
Dest: 10.1.1.1
Src: 10.1.1.2
State: UP for 0d:0h:9m:27s, number of times UP: 1
Session type: PR/V4/SH
Received parameters:
Version: 1, desired tx interval: 10 ms, required rx interval: 10 ms
Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 2, diag: None
My discr: 2147483898, your discr: 2147483899, state UP, D/F/P/C/A: 0/0/0/1/0
Transmitted parameters:
Version: 1, desired tx interval: 10 ms, required rx interval: 10 ms
Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 2, diag: None
My discr: 2147483899, your discr: 2147483898, state UP, D/F/P/C/A: 0/1/0/1/0
Timer Values:
Local negotiated async tx interval: 10 ms
Remote negotiated async tx interval: 10 ms
Desired echo tx interval: 0 s, local negotiated echo tx interval: 0 ms
Echo detection time: 0 ms(0 ms*2), async detection time: 20 ms(10 ms*2)
Local Stats:
Intervals between async packets:
Tx: Number of intervals=100, min=6 ms, max=6573 ms, avg=1506 ms
   Last packet transmitted 186 s ago
Rx: Number of intervals=100, min=4 ms, max=5 s, avg=575 ms
   Last packet received 184 s ago
Intervals between echo packets:
Tx: Number of intervals=0, min=0 s, max=0 s, avg=0 s
   Last packet transmitted 0 s ago
Rx: Number of intervals=0, min=0 s, max=0 s, avg=0 s
   Last packet received 0 s ago
Latency of echo packets (time between tx and rx):
Number of packets: 0, min=0 ms, max=0 ms, avg=0 ms
Session owner information:

```

Client	Desired		Adjusted	
	Interval	Multiplier	Interval	Multiplier
bgp-default	10 ms	2	10 ms	2

```

-----
H/W Offload Info:
H/W Offload capability : Y, Hosted NPU      : 0//CPU0
Async Offloaded        : Y, Echo Offloaded : N
Async rx/tx            : 344/209

Platform Info:
NPU ID: 0
Async RTC ID          : 1          Echo RTC ID          : 0
Async Feature Mask    : 0x0        Echo Feature Mask    : 0x0
Async Session ID      : 0xfb       Echo Session ID      : 0x0
Async Tx Key          : 0x800000fb Echo Tx Key          : 0x0
Async Tx Stats addr   : 0x0        Echo Tx Stats addr   : 0x0
Async Rx Stats addr   : 0x0        Echo Rx Stats addr   : 0x0

/* Verify the complete history including session state, type, transitions, offload
history, last down reason if any,
received and transmitted packets, rx/tx intervals, location, timestamp, and local and
remote descriptors. */

RP/0/RP0/CPU0:router# show bfd session status history destination 10.1.10.1 location
0/RP0/CPU0

Thu Jan  4 03:45:18.768 UTC

```

```
I/f: TenGigE0/0/0/4.10, Location: 0//CPU0 table_id:0xe0000000
State: UP, flags:0x80040
Iftype: 0x19, basecaps: 107
Async dest addr: 10.1.10.1
Async src addr: 10.1.10.2
Echo dest addr: 10.1.10.2
Echo src addr: 192.0.2.1
Additional info from Flags:
  FIB is READY
  Session Active on 0/RP0/CPU0
Platform Info: 0x0, Mac Length: 18
Redundancy session info:
  Created from active BFD server
Last Down Diag: None
Last UP Time: Jan  4 03:00:19.272

Received parameters:
Version: 1, desired tx interval: 10 ms, required rx interval: 10 ms
Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 2, diag: None
My discr: 2147483747, your discr: 2147483751, state UP, D/F/P/C/A: 0/0/0/1/0

Transmitted parameters:
Version: 1, desired tx interval: 10 ms, required rx interval: 10 ms
Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 2, diag: None
My discr: 2147483751, your discr: 2147483747, state UP, D/F/P/C/A: 0/1/0/1/0

Tx Echo pkt :
Version: 0, Local Discr: 2147483751, Sequence No: 0

History:
[Jan  4 03:00:19.272] Session (v1) state change, triggered by event 'Remote
state init', from INIT to UP with current diag being None
[Jan  4 03:00:16.851] Session (v1) state change, triggered by event 'Remote
state down', from DOWN to INIT with current diag being None
[Jan  4 03:00:16.509] Session (v1) state change, triggered by event 'Session
create', from Unknown to DOWN with current diag being None
[Jan  4 03:00:16.509] Flag cleared: session creation is in-progress, currently
set flags (0x80040)

Offload history:
[Jan  4 03:06:42.013] Packet punted to sw: Packet word0 : (0x20c80218),
desired_min_tx_interval 10000, required_min_rx_interval 10000, Last punted pkt
required_min_rx_interval 10000
[Jan  4 03:06:42.003] Packet punted to sw: Packet word0 : (0x20d80218),
desired_min_tx_interval 10000, required_min_rx_interval 10000, Last punted pkt
required_min_rx_interval 10000
[Jan  4 03:06:41.989] Packet punted to sw: Packet word0 : (0x20c80218),
desired_min_tx_interval 10000, required_min_rx_interval 10000, Last punted pkt
required_min_rx_interval 10000
[Jan  4 03:06:41.980] Packet punted to sw: Packet word0 : (0x20d80218),
desired_min_tx_interval 10000, required_min_rx_interval 10000, Last punted pkt
required_min_rx_interval 10000

Rx Counters and Timestamps :
Async valid packets received: count 5280
  [Jan  4 03:06:42.013] [Jan  4 03:06:42.003] [Jan  4 03:06:41.989]
Async valid packets while session is not in Up state: count 3
  [Jan  4 03:00:19.272] [Jan  4 03:00:18.030] [Jan  4 03:00:16.851]
```

## 論理バンドルを介した双方向転送検出

論理バンドル (BLB) を介した双方向転送検出 (BFD) 機能では、バンドル VLAN インターフェイス上で BFD を実装および展開します。

BLB 機能は、非 VLAN バンドルインターフェイス上で動作するバンドルを介した BFD (BoB) 機能とは異なります。これら 2 つの機能は、互いに区別されています。同じバンドル上にこれら 2 つの機能を同時に設定しないでください。

Cisco IOS XR 7.1.1 以降で、BLB が NCS 560 ルータに導入されています。アクティブなインターフェイスモジュールは、BLB セッションをホストし、ルータ上の両方の RP でセッションを同時に複製します。BLB セッションをホストするように、いくつかのインターフェイスモジュールを設定できます。ホスティング インターフェイス モジュールがダウンすると、もう一方のインターフェイスモジュールがホストになるため、冗長性が向上します。



(注) ルーティングプロトコルが、BLB 機能の BFD クライアントになります。そのため、BFD セッションがダウンすると、ルーティングセッションを停止します。

### 制限事項

BLB セッションは、間隔 300 ミリ秒、係数 3 に制限されます。よりアグレッシブなパラメータを設定することはできませんが、シスコでは推奨していません。

BLB IPv6 セッションはサポートされていません。BLB IPv4 セッションのみがサポートされています。

## 設定

BLB 機能を設定するには、次のタスクを実行します。

- バンドルインターフェイスでの VLAN サブインターフェイスの作成
- 静的ルートでの BFD の有効化
- IS-IS での BFD の有効化
- インターフェイスでの OSPF 用 BFD の有効化
- BGP ネイバーでの BFD の有効化
- BFD 下でのマルチパス機能の設定

バンドルインターフェイスで VLAN サブインターフェイスを作成します。

```
Router# configure
Router(config)# interface Bundle-Ether 2.1
Router(config-if)# ipv4 address 10.1.1.1 255.255.255.0
```

```
Router(config-if)# encapsulation dot1q 1
Router(config-if)# end
```

静的ルートで BFD を有効にします。

```
Router# configure
Router(config)# router static
Router(config-static)# address-family ipv4 unicast
Router(config-static)# 10.158.3.13/32 10.1.1.2 bfd fast-detect minimum-interval 300
multiplier 3
```

IS-IS で BFD を有効にします。

```
Router# configure
Router(config)# router isis cybi
Router(config-isis)# interface Bundle-Ether 2.1
Router(config-isis-if)# bfd minimum-interval 300
Router(config-isis-if)# bfd multiplier 3
Router(config-isis-if)# bfd fast-detect ipv4
Router(config-isis-if)# address-family ipv4 unicast
Router(config-isis-if-af)# end
```

インターフェイスで OSPF 用 BFD を有効にします。

```
Router# configure
Router(config)# router ospf cybi
Router(config-ospf)# area 0
Router(config-ospf)# interface Bundle-Ether 2.1
Router(config-ospf-if)# bfd fast-detect
Router(config-ospf-if)# bfd minimum-interval 300
Router(config-ospf-if)# bfd multiplier 3
Router(config-ospf-if)# end
```

BGP ネイバーで BFD を有効にします。

```
Router# configure
Router(config)# router bgp 4787
Router(config-bgp)# neighbor 10.158.1.1
Router(config-bgp-nbr)# remote-as 4787
Router(config-bgp-nbr)# update-source Bundle-Ether 2.1
Router(config-bgp-nbr)# bfd fast-detect
Router(config-bgp-nbr)# bfd minimum-interval 300
Router(config-bgp-nbr)# bfd multiplier 3
Router(config-bgp-nbr)# address-family ipv4 unicast
Router(config-bgp-nbr-af)# route-policy PASS-ALL in
Router(config-bgp-nbr-af)# route-policy PASS-ALL out
Router(config-bgp-nbr-af)# exit
Router(config-bgp-nbr)# commit
```

NCS 560 ルータで BLB セッションをホストするようにインターフェイスモジュールを設定します。

```
Router(config)# bfd
Router(config-bfd)# multipath include location 0/14/CPU0
```

## 実行コンフィギュレーション

このセクションには、論理バンドル上の BFD 設定が表示されます。

```

interface Bundle-Ether2.1
  ipv4 address 10.1.1.1 255.255.255.0
  encapsulation dot1q 1
!

router static
  address-family ipv4 unicast
  10.158.3.13/32 10.1.1.2 bfd fast-detect minimum-interval 300 multiplier 3
!
!
router isis cybi
  interface Bundle-Ether2.1
    bfd minimum-interval 300
    bfd multiplier 3
    bfd fast-detect ipv4
    address-family ipv4 unicast
!
!
router ospf cybi
  area 0
  interface Bundle-Ether2.1
    bfd fast-detect
    bfd minimum-interval 300
    bfd multiplier 3
!
!
bfd

multipath include location 0/14/CPU0

!
router bgp 4787
  neighbor 10.158.1.1
  remote-as 4787
  update-source Bundle-Ether 2.1
  bfd fast-detect
  bfd minimum-interval 300
  bfd multiplier 3
  address-family ipv4 unicast
  route-policy PASS-ALL in
  route-policy PASS-ALL out
!
!

```

## 確認

次の項に示す `show` 出力には、BLB 機能の設定の詳細とその設定のステータスが表示されます。

```
/* Verify the BFD session summary information. */
```

```
RP/0/RSP0/CPU0:router# show bfd session
```

Interface	Dest Addr	Local det time(int*mult)	State	Echo	Async
H/W NPU					
-----	-----	-----	-----	-----	-----



```

-----
BE2.1          10.158.1.2      0s(0s*0)  900ms(300ms*3)  UP      Yes
  0/14/CPU0
BE2.2          10.158.2.2      0s(0s*0)  900ms(300ms*3)  UP      Yes
  0/14/CPU0

/* Verify the BFD session detail information for the specified interface. */

RP/0/RSP0/CPU0:router# show bfd session detail interface Bundle-Ether 2.1

I/f: Bundle-Ether2.1, Location: 0/14/CPU0
Dest: 10.158.1.2
Src: 10.158.1.1
  State: UP for 0d:21h:35m:54s, number of times UP: 1
  Session type: SW/V4/SH/BL
Received parameters:
  Version: 1, desired tx interval: 300 ms, required rx interval: 300 ms
  Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 3, diag: None
  My discr: 12584150, your discr: 845, state UP, D/F/P/C/A: 0/0/0/1/0
Transmitted parameters:
  Version: 1, desired tx interval: 300 ms, required rx interval: 300 ms
  Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 3, diag: None
  My discr: 845, your discr: 12584150, state UP, D/F/P/C/A: 0/1/0/1/0
Timer Values:
  Local negotiated async tx interval: 300 ms
  Remote negotiated async tx interval: 300 ms
  Desired echo tx interval: 0 s, local negotiated echo tx interval: 0 ms
  Echo detection time: 0 ms(0 ms*3), async detection time: 900 ms(300 ms*3)
Label:
  Internal label: 64119/0xfa77
Local Stats:
  Intervals between async packets:
    Tx: Number of intervals=3, min=160 ms, max=726 ms, avg=385 ms
        Last packet transmitted 77754 s ago
    Rx: Number of intervals=4, min=100 ms, max=270 ms, avg=183 ms
        Last packet received 77753 s ago
  Intervals between echo packets:
    Tx: Number of intervals=0, min=0 s, max=0 s, avg=0 s
        Last packet transmitted 0 s ago
    Rx: Number of intervals=0, min=0 s, max=0 s, avg=0 s
        Last packet received 0 s ago
  Latency of echo packets (time between tx and rx):
    Number of packets: 0, min=0 ms, max=0 ms, avg=0 ms
MP download state: BFD_MP_DOWNLOAD_ACK
State change time: Dec 14 18:38:06.721
Session owner information:

      Desired          Adjusted
Client      Interval  Multiplier Interval  Multiplier
-----
ospf-cybi   300 ms     3         300 ms     3
ipv4_static 300 ms     3         300 ms     3

H/W Offload Info:
H/W Offload capability : Y, Hosted NPU      : 0/14/CPU0
Async Offloaded        : Y, Echo Offloaded : N
Async rx/tx            : 5/4

Platform Info:
NPU ID: 0
Async RTC ID          : 1          Echo RTC ID          : 0
Async Feature Mask    : 0x0        Echo Feature Mask    : 0x0
Async Session ID      : 0x34d      Echo Session ID      : 0x0

```

```

Async Tx Key      : 0x34d  Echo Tx Key      : 0x0
Async Tx Stats addr : 0x0    Echo Tx Stats addr : 0x0
Async Rx Stats addr : 0x0    Echo Rx Stats addr : 0x0

/* Verify the BFD session detail information for the specified IP address. */

RP/0/RSP0/CPU0:router# show bfd session detail destination 10.158.2.2

I/f: Bundle-Ether2.2, Location: 0/14/CPU0
Dest: 10.158.1.2
Src: 10.158.1.1
State: UP for 0d:21h:39m:36s, number of times UP: 1
Session type: SW/V4/SH/BL
Received parameters:
Version: 1, desired tx interval: 300 ms, required rx interval: 300 ms
Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 3, diag: None
My discr: 12584129, your discr: 824, state UP, D/F/P/C/A: 0/0/0/1/0
Transmitted parameters:
Version: 1, desired tx interval: 300 ms, required rx interval: 300 ms
Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 3, diag: None
My discr: 824, your discr: 12584129, state UP, D/F/P/C/A: 0/1/0/1/0
Timer Values:
Local negotiated async tx interval: 300 ms
Remote negotiated async tx interval: 300 ms
Desired echo tx interval: 0 s, local negotiated echo tx interval: 0 ms
Echo detection time: 0 ms(0 ms*3), async detection time: 900 ms(300 ms*3)
Label:
Internal label: 64098/0xfa62
Local Stats:
Intervals between async packets:
Tx: Number of intervals=3, min=160 ms, max=616 ms, avg=383 ms
Last packet transmitted 77975 s ago
Rx: Number of intervals=4, min=100 ms, max=374 ms, avg=209 ms
Last packet received 77975 s ago
Intervals between echo packets:
Tx: Number of intervals=0, min=0 s, max=0 s, avg=0 s
Last packet transmitted 0 s ago
Rx: Number of intervals=0, min=0 s, max=0 s, avg=0 s
Last packet received 0 s ago
Latency of echo packets (time between tx and rx):
Number of packets: 0, min=0 ms, max=0 ms, avg=0 ms
MP download state: BFD_MP_DOWNLOAD_ACK
State change time: Dec 14 18:38:06.721
Session owner information:

```

Client	Desired		Adjusted	
	Interval	Multiplier	Interval	Multiplier
isis-cybi	300 ms	3	300 ms	3
bgp-default	300 ms	3	300 ms	3

```

-----
H/W Offload Info:
H/W Offload capability : Y, Hosted NPU      : 0/14/CPU0
Async Offloaded        : Y, Echo Offloaded  : N
Async rx/tx            : 5/4

Platform Info:
NPU ID: 0
Async RTC ID          : 1          Echo RTC ID          : 0
Async Feature Mask    : 0x0        Echo Feature Mask    : 0x0
Async Session ID      : 0x338      Echo Session ID      : 0x0
Async Tx Key          : 0x338      Echo Tx Key          : 0x0
Async Tx Stats addr   : 0x0        Echo Tx Stats addr   : 0x0

```

Async Rx Stats addr : 0x0

Echo Rx Stats addr : 0x0

## BFD オブジェクト トラッキング

オブジェクト トラッキングは、リモート IP アドレスの到達可能性を追跡する BFD をサポートするように拡張されました。これにより、BFD は数ミリ秒程度で検出を実行できるため、完全な検出と HSRP スイッチオーバーを 1 秒未満の時間内で実行できます。

## BFD オブジェクト トラッキングの設定

### 手順

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	<b>configure</b>	
ステップ 2	<b>track track-name</b> 例 : RP/0/RP0/cpu 0: router(config)# track track1	トラック コンフィギュレーション モードを開始します。  • <i>track-name</i> : トラッキングの対象となるオブジェクト名を指定します。
ステップ 3	<b>type bfdtr rate tx-rate</b> 例 : RP/0/RP0/cpu 0: router(config-track)# type bfdtr rate 4	<i>tx_rate</i> : BFD がリモート エンティティをプローブする時間 (ミリ秒)
ステップ 4	<b>debouncedebounce</b> 例 : RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)# debounce 10	<i>debounce</i> : BFD が OT に通知するまでにステータスが一致しなければならない連続する BFD プローブの数
ステップ 5	<b>interface if-name</b> 例 : RP/0/RP0/cpu 0: router(config-track-line-prot)# interface atm 0/2/0/0.1	<i>if_name</i> : BFD がリモート BFD のステータスをチェックするために使用する送信元のインターフェイス名。
ステップ 6	<b>destaddress dest_addr</b> 例 : RP/0/RP0/cpu 0: router(config-if)#destaddress 1.2.3.4	<i>dest_addr</i> : トラッキングされるリモート BFD エンティティの IPV4 アドレス。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ7	<b>commit</b>	

## BFDの透過性

Bidirectional Forwarding Detection (BFD) プロトコルは、設定されたタイマー値に応じて、1秒未満でネットワークの障害を検出する単純な hello メカニズムです。

BFD セッションの両方のエンドポイントは、定期的に hello パケットを相互に送信します。これらのパケットを複数回受信しない場合は、セッションがダウンしていると思なされます。BFD は、あらゆるメディア タイプ、カプセル化、トポロジ、ルーティング プロトコル BGP、IS-IS、および OSPF の個別の高速 BFD ピア障害検出時間を提供します。

BFD の透過性機能を使用すると、L2VPN ネットワーク経路で接続されたカスタマーエッジデバイス間で BFD セッションを設定できます。これらの BFD セッションは、コアに対して透過的です。たとえば、CE 間で交換される BFD パケットは、コア内のルータにドロップされることも、コアデバイス上でパントされることもありません。

この項では、イーサネット VPN (EVPN) 仮想プライベートワイヤサービス (VPWS) で BFD の透過性を設定する方法を学習します。

## イーサネット VPN 仮想プライベートワイヤサービス

EVPN VPWS (イーサネット VPN 仮想プライベートワイヤサービス) は、ポイントツーポイント サービス用の BGP コントロールプレーン ソリューションです。これにより、プロバイダーエッジデバイスのペア間で EVPN インスタンスを確立するためのシグナリングおよびカプセル化技術が実装されます。

EVPN VPWS は、シングルホーミングとマルチホーミングの両方をサポートしています。

## 設定

次の項では、リモート LFA を使用して IP Fast Reroute を設定する手順について説明します。

- プロバイダーエッジルータでの L2VPN の設定
- カスタマーエッジルータでの BFD の設定

### プロバイダーエッジルータでの L2VPN の設定

#### プロバイダーエッジルータでの L2VPN の設定

```
/* Enable IS-IS and configure routing level for an area. */
RP/0//CPU0:router# configure
RP/0//CPU0:router(config)# interface tengige 0/0/0/2.1
RP/0//CPU0:router(config-subif)# exit
RP/0//CPU0:router(config)# router isis
RP/0//CPU0:router(config-isis)# is-type level-2-only
```

```

RP/0//CPU0:router(config-isis)# net 49.1234.2222.2222.2222.00
RP/0//CPU0:router(config-isis)# nsr
RP/0//CPU0:router(config-isis)# nsf cisco
RP/0//CPU0:router(config-isis)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-isis-af)# metric style wide
RP/0//CPU0:router(config-isis)# end
RP/0//CPU0:router(config)# interface Bundle-Ether 199
RP/0//CPU0:router(config-if)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-if)# end
RP/0//CPU0:router(config)# interface Loopback 0
RP/0//CPU0:router(config-if)# end
RP/0//CPU0:router(config-if)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-if)# exit

/* Configure L2VPN EVPN address family. */
RP/0//CPU0:router(config)# router bgp 100
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# bgp router-id 10.10.10.1
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# address-family l2vpn evpn
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# neighbor 192.0.2.1
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# remote-as 100
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# update-source Loopback 0
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# address-family l2vpn evpn

/* Configure MPLS LDP for the physical core interface. */
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr-af)# mpls ldp
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr-af)# exit
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# exit
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# exit
RP/0//CPU0:router(config)# interface Bundle-Ether 199
RP/0//CPU0:router(config-if)# exit

/* Configure L2VPN Xconnect. */
RP/0//CPU0:router(config)# l2vpn
RP/0//CPU0:router(config-l2vpn)# router-id 10.10.10.1
RP/0//CPU0:router(config-l2vpn)# xconnect group bfdtr
RP/0//CPU0:router(config-l2vpn-xc)# p2p vpws-ce
RP/0//CPU0:router(config-l2vpn-xc-p2p)# interface TenGigE 0/0/0/1.1
RP/0//CPU0:ios(config-l2vpn-xc-p2p)# neighbor evpn evi 100 target 3 source 4

```

## カスタマー エッジ ルータでの BFD の設定

カスタマー エッジ ルータでの BFD の設定

```

RP/0//CPU0:router# configure
RP/0//CPU0:router(config)# router bgp 100
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# bgp router-id 10.10.10.1
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-bgp-af)# exit
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# neighbor 172.16.0.1
RP/0//CPU0:router(config-bgp)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# remote-as 100
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# bfd fast-detect
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# bfd multiplier 2
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# bfd minimum-interval 100
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# update-source TenGigE 0/0/0/16.1
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr)# address-family ipv4 unicast
RP/0//CPU0:router(config-bgp-nbr-af)#

```

## 実行コンフィギュレーション

このセクションでは、BFD 透過性設定を示します。

```

!
interface TenGigE 0/0/0/1.1
  l2transport
router isis 1
  is-type level-2-only
  net 49.0000.1000.0000.0001.00
  nsr
  nsf cisco
  address-family ipv4 unicast
  metric-style wide
!
interface Bundle-Ether199
  address-family ipv4 unicast
interface Loopback0
  address-family ipv4 unicast
router bgp 100
  bgp router-id 10.10.10.1
  address-family l2vpn evpn
  neighbor 192.0.2.1
    remote-as 100
  update-source Loopback 0
  address-family l2vpn evpn
!
mpls ldp
interface Bundle-Ether199
!
l2vpn
router-id 10.10.10.1
xconnect group bfdtr
p2p vpws-ce
interface TenGigE 0/0/0/1.1
  neighbor evpn evi 100 target 3 source 4

router bgp 100
  bgp router-id 10.10.10.1
  address-family ipv4 unicast
  !
  neighbor 172.16.0.1
  address-family ipv4 unicast
  remote-as 100
  bfd fast-detect
  bfd multiplier 2
  bfd minimum-interval 100
  update-source TenGigE0/0/0/16.1
  address-family ipv4 unicast

```

## 確認

次の項に示す `show` 出力には、BFD 透過性の設定の詳細とその設定のステータスが表示されます。

```

/* Verify if the BFD session is up, and the timers are configured. */
RP/0//CPU0:router# show bfd session

Thu Jan  4 03:07:15.529 UTC
Interface      Dest Addr  Local det time(int*mult)  State      Echo  Async  H/W
-----
NPU
-----
----
Te0/0/0/4.1   10.1.1.1  0s(0s*0)                 20ms(10ms*2) UP      Yes    0/RP0/CPU0
                                   Yes    0/RP0/CPU0

```

```

/* Verify if the BFD session is up and check the timer value, numbers of hellos exchanged,
   and information
   about last packet. */

```

```

RP/0//CPU0:router# show bfd session destination 10.1.1.1 detail
Thu Jan  4 03:09:48.573 UTC
I/f: TenGigE0/0/0/4.1, Location: 0/RP0/CPU0
Dest: 10.1.1.1
Src: 10.1.1.2
  State: UP for 0d:0h:9m:27s, number of times UP: 1
  Session type: PR/V4/SH
Received parameters:
  Version: 1, desired tx interval: 10 ms, required rx interval: 10 ms
  Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 2, diag: None
  My discr: 2147483898, your discr: 2147483899, state UP, D/F/P/C/A: 0/0/0/1/0
Transmitted parameters:
  Version: 1, desired tx interval: 10 ms, required rx interval: 10 ms
  Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 2, diag: None
  My discr: 2147483899, your discr: 2147483898, state UP, D/F/P/C/A: 0/1/0/1/0
Timer Values:
  Local negotiated async tx interval: 10 ms
  Remote negotiated async tx interval: 10 ms
  Desired echo tx interval: 0 s, local negotiated echo tx interval: 0 ms
  Echo detection time: 0 ms(0 ms*2), async detection time: 20 ms(10 ms*2)
Local Stats:
  Intervals between async packets:
    Tx: Number of intervals=100, min=6 ms, max=6573 ms, avg=1506 ms
        Last packet transmitted 186 s ago
    Rx: Number of intervals=100, min=4 ms, max=5 s, avg=575 ms
        Last packet received 184 s ago
  Intervals between echo packets:
    Tx: Number of intervals=0, min=0 s, max=0 s, avg=0 s
        Last packet transmitted 0 s ago
    Rx: Number of intervals=0, min=0 s, max=0 s, avg=0 s
        Last packet received 0 s ago
  Latency of echo packets (time between tx and rx):
    Number of packets: 0, min=0 ms, max=0 ms, avg=0 ms
Session owner information:

```

Client	Desired		Adjusted	
	Interval	Multiplier	Interval	Multiplier
bgp-default	10 ms	2	10 ms	2

```

H/W Offload Info:
H/W Offload capability : Y, Hosted NPU      : 0//CPU0
Async Offloaded        : Y, Echo Offloaded : N
Async rx/tx            : 344/209

Platform Info:
NPU ID: 0
Async RTC ID          : 1           Echo RTC ID          : 0
Async Feature Mask    : 0x0         Echo Feature Mask    : 0x0
Async Session ID      : 0xfb        Echo Session ID      : 0x0
Async Tx Key          : 0x800000fb  Echo Tx Key          : 0x0
Async Tx Stats addr   : 0x0         Echo Tx Stats addr   : 0x0
Async Rx Stats addr   : 0x0         Echo Rx Stats addr   : 0x0

/* Verify the complete history including session state, type, transitions, offload
   history, last down reason if any,
   received and transmitted packets, rx/tx intervals, location, timestamp, and local and
   remote descriptors. */

```

```
RP/0/RP0/CPU0:router# show bfd session status history destination 10.1.10.1 location
0/RP0/CPU0
```

```
Thu Jan  4 03:45:18.768 UTC
I/f: TenGigE0/0/0/4.10, Location: 0//CPU0 table_id:0xe0000000
State: UP, flags:0x80040
Iftype: 0x19, basecaps: 107
Async dest addr: 10.1.10.1
Async src addr: 10.1.10.2
Echo dest addr: 10.1.10.2
Echo src addr: 192.0.2.1
Additional info from Flags:
  FIB is READY
  Session Active on 0/RP0/CPU0
Platform Info: 0x0, Mac Length: 18
Redundancy session info:
  Created from active BFD server
Last Down Diag: None
Last UP Time: Jan  4 03:00:19.272
```

```
Received parameters:
Version: 1, desired tx interval: 10 ms, required rx interval: 10 ms
Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 2, diag: None
My discr: 2147483747, your discr: 2147483751, state UP, D/F/P/C/A: 0/0/0/1/0
```

```
Transmitted parameters:
Version: 1, desired tx interval: 10 ms, required rx interval: 10 ms
Required echo rx interval: 0 ms, multiplier: 2, diag: None
My discr: 2147483751, your discr: 2147483747, state UP, D/F/P/C/A: 0/1/0/1/0
```

```
Tx Echo pkt :
Version: 0, Local Discr: 2147483751, Sequence No: 0
```

```
History:
[Jan  4 03:00:19.272] Session (v1) state change, triggered by event 'Remote
state init', from INIT to UP with current diag being None
[Jan  4 03:00:16.851] Session (v1) state change, triggered by event 'Remote
state down', from DOWN to INIT with current diag being None
[Jan  4 03:00:16.509] Session (v1) state change, triggered by event 'Session
create', from Unknown to DOWN with current diag being None
[Jan  4 03:00:16.509] Flag cleared: session creation is in-progress, currently
set flags (0x80040)
```

```
Offload history:
[Jan  4 03:06:42.013] Packet punted to sw: Packet word0 : (0x20c80218),
desired_min_tx_interval 10000, required_min_rx_interval 10000, Last punted pkt
required_min_rx_interval 10000
[Jan  4 03:06:42.003] Packet punted to sw: Packet word0 : (0x20d80218),
desired_min_tx_interval 10000, required_min_rx_interval 10000, Last punted pkt
required_min_rx_interval 10000
[Jan  4 03:06:41.989] Packet punted to sw: Packet word0 : (0x20c80218),
desired_min_tx_interval 10000, required_min_rx_interval 10000, Last punted pkt
required_min_rx_interval 10000
[Jan  4 03:06:41.980] Packet punted to sw: Packet word0 : (0x20d80218),
desired_min_tx_interval 10000, required_min_rx_interval 10000, Last punted pkt
required_min_rx_interval 10000
```

```
Rx Counters and Timestamps :
Async valid packets received: count 5280
  [Jan  4 03:06:42.013] [Jan  4 03:06:42.003] [Jan  4 03:06:41.989]
Async valid packets while session is not in Up state: count 3
  [Jan  4 03:00:19.272] [Jan  4 03:00:18.030] [Jan  4 03:00:16.851]
```



## IPv4 マルチホップ BFD

IPv4 マルチホップ BFD は、2つのノード間の2つのアドレス間での BFD セッションです。この機能の一例として、PE および CE のループバックアドレス間での BFD セッションや、数 TTL ホップ離れたルータ間での BFD セッションがあります。IPv4 マルチホップ BFD をサポートするアプリケーションには、外部 BGP と内部 BGP があります。IPv4 マルチホップ BFD 機能は、複数のネットワークホップにまたがる場合もある任意のパス上の BFD をサポートしません。

IPv4 マルチホップ BFD 機能では、複数ホップ（最大 255 ホップ）離れた宛先に対する 1 秒未満の転送障害検出が可能になります。**bfd multihop ttl-drop-threshold** コマンドを使用すると、特定のホップ数を超えるネイバーから送信された BFD パケットをドロップできます。IPv4 マルチホップ BFD は、BFD シングルホップで現在サポートされているすべてのメディアタイプでサポートされています。

BFD マルチホップセッションは、クライアントによって指定された送信元アドレスと宛先アドレスの一意のペア間で設定されます。IP 接続された2つのエンドポイント間でセッションを設定できます。

IPv4 マルチホップ BFD 機能はデフォルトの VRF でのみ実行され、マルチホップの宛先は純粋な IP パスで解決する必要があります。NCS 5500 ルータは、ラベル付きパスまたは MPLS パスで解決されるマルチホップの宛先をサポートしていません。

IPv4 BFD マルチホップ機能を使用すると、MPLS LDP およびセグメントルーティングで IPv4 マルチホップ BFD を設定できます。

MPLS LDP の設定の詳細については、『MPLS Configuration Guide for Cisco NCS 5500 Series Routers』を参照してください。

セグメントルーティングの設定の詳細については、『Segment Routing Configuration Guide for Cisco NCS 5500 Series Routers』を参照してください。

## IPv4 マルチホップ BFD の設定

このセクションには、IPv4 マルチホップ BFD 機能の設定方法が表示されます。

```
Router# configure
Router(config)# bfd
Router(config)# multihop ttl-drop-threshold 225
Router(config)# multipath include location 0/7/CPU0
Router(config)# router bgp 100
Router(config-bgp)# neighbor 209.165.200.225
Router(config-bgp-nbr)# remote-as 2000
Router(config-bgp-nbr)# update-source loopback 1
Router(config-bgp-nbr)# bfd fast-detect
Router(config-bgp-nbr)# bfd multiplier 3
Router(config-bgp-nbr)# bfd minimum-interval 300
Router(config-bgp-nbr-af)# route-policy pass-all in
Router(config-bgp-nbr-af)# route-policy pass-all out
Router(config-bgp-nbr-af)# commit
```

## 実行コンフィギュレーション

```
bfd
 multihop ttl-drop-threshold 225
 multipath include location 0/7/CPU0
router bgp 100
 neighbor 209.165.200.225
  remote-as 2000
  update-source loopback 1
  bfd fast-detect
  bfd multiplier 3
  bfd minimum-interval 300
   route-policy PASS-ALL in
   route-policy PASS-ALL out
!
```

## 確認

次のセクションに示された show 出力には、IPv4 マルチホップ BFD 機能の設定の詳細とそれらの設定のステータスが表示されます。

```
Router# show tech-support bfdhwoff location 0/7/CPU0 file
harddisk:
Tue Mar 20 11:20:29.214 PDT
++ Show tech start time: 2018-Mar-20.112029.PDT ++
Tue Mar 20 11:20:30 PDT 2018 Waiting for gathering to complete
.....
Tue Mar 20 11:22:37 PDT 2018 Compressing show tech output Show tech output available at
0/RP0/CPU0 :
/harddisk:/showtech-bfd-hwoff-platform-2018-Mar-20.112029.PDT.tgz
++ Show tech end time: 2018-Mar-20.112237.PDT ++
```

## BFD によってトリガーされる FRR

BFD によってトリガーされる高速再ルーティング (FRR) 機能では、双方向転送検出 (BFD) プロトコルを使用し、あらゆるメディアタイプ、カプセル化、トポロジ、およびルーティングプロトコルの高速転送パスの障害検出回数を提供することで、リンクとノードの保護を得られます。高速転送パス障害検出に加えて、BFD はネットワーク管理者に整合性のある障害検出方法を提供します。

BFD によってトリガーされる FRR 機能は、次を可能にします。

- 純粋な IP ネットワーク内の内部ゲートウェイプロトコル (IGP) で FRR が有効になっている場合、バックアップパスに切り替えることでプライマリリンクまたはセカンダリリンクに障害が発生すると、BFD が FRR をトリガーします。
- MPLS TE の IGP で FRR が有効になっている場合、BFD は、保護された TE トンネルのパスに使用されるシングルホップ IGP リンク上で有効にすることができます。プライマリリンクまたはセカンダリリンクでトラフィックが中断された場合、BFD は FRR をトリガーするリンクダウンイベントをトリガーします。

- MPLS TE と同様に、セグメントルーティング ネットワーク内の IGP で FRR が有効になっている場合、BFD はセグメントルーティング ネットワークで FRR をトリガーします。

BFD によってトリガーされる FRR 機能は、FRR をトリガーするために使用されるリンク スキャン障害検出を補完し、リンクダウンイベントを最初に検出したほうが FRR をトリガーします。

### 制限事項

BFD によってトリガーされる FRR 機能は、次の場合はサポートされません。

- BFD が TE トンネルで有効になっている。
- BFD がマルチホップに対して有効になっている。
- BFD が論理バンドルに対して有効になっている。

### 設定例

```
/* Configure BFD. */
Router# config
Router(config)# router ospf 100
Router(config-ospf)# router-id 10.32.32.32
Router(config-ospf)# area 0
Router(config-ospf)# exit
Router(config)# interface TenGigE 0/4/0/0.1
Router(config-subif)# bfd minimum-interval 3
Router(config-subif)# bfd fast-detect
Router(config-if)# exit
Router(config)# interface TenGigE 0/4/0/3
Router(config-if)# bfd minimum-interval 3
Router(config-if)# bfd fast-detect
Router(config-if)# exit
Router(config)# mpls traffic-eng
Router(config-mpls)# interface TenGigE 0/4/0/0.1
Router(config-mpls-if)# backup-path tunnel-te 5000
Router(config-mpls-if)# exit
Router(config-mpls)# interface TenGigE0/4/0/3
Router(config-mpls-if)# interface TenGigE0/4/0/3
Router(config-if)# exit
Router(config)# mpls ldp
Router(config-ldp)# router-id 10.32.32.32
Router(config-ldp)# interface Bundle-Ether1
Router(config-ldp-if)# exit
Router(config-ldp)# interface TenGigE0/4/0/0.1
Router(config-ldp-if)# exit
Router(config-ldp-if)# interface TenGigE0/4/0/3
Router(config-ldp-if)# exit
Router(config-ldp)# exit
Router(config)# rsvp
Router(config-rsvp)# interface TenGigE0/4/0/0.1
Router(config-rsvp-if)# bandwidth 100000000
Router(config-rsvp-if)# exit
Router(config-rsvp)# interface TenGigE0/4/0/3
Router(config-rsvp-if)# bandwidth 100000000
Router(config-rsvp-if)# exit
Router(config-rsvp)# exit
Router(config)# exit
```

```
Router(config)# interface tunnel-te5000
Router(config-if)# ipv4 unnumbered Loopback0
Router(config-if)# destination 10.31.31.31
Router(config-if)# path-option 1 explicit name ind1
Router(config-if)# exit
Router(config)# exit
Router(config)# explicit-path name direct1-sub
Router(config-expl-path)# index 1 next-address strict ipv4 unicast 10.2.36.2
Router(config-expl-path)# destination 10.31.31.31
Router(config-expl-path)# exit
Router(config)# explicit-path name ind1
Router(config-expl-path)# index 1 next-address strict ipv4 unicast 10.1.33.2
Router(config-expl-path)# index 1 next-address strict ipv4 unicast 10.1.30.1
Router(config-expl-path)# exit
```

## BVI を介した BFD

VLAN でルータを使用するには、ルータが VLAN ヘッダーを維持した状態で、あるインターフェイスから別のインターフェイスにフレームを転送可能である必要があります。レイヤ 3（ネットワーク層）プロトコルをルーティングするようにルータを設定する場合は、フレームを受信するインターフェイスで VLAN と MAC レイヤが終端します。MAC 層のヘッダーは、ルータがネットワーク層プロトコルをブリッジングする場合に維持できます。ただし、通常のブリッジングでも VLAN ヘッダーは終端されます。

Integrated Routing Bridging（IRB）機能を使用すると、同じインターフェイス上の同じネットワーク層プロトコルをルーティングし、ブリッジングするようにルータを設定できます。これにより、VLAN ヘッダーは、あるインターフェイスから別のインターフェイスへのルータを通過する間、フレームで維持されるようになります。IRB は、ブリッジグループ仮想インターフェイス（BVI）により、ブリッジドメインとルーテッドドメイン間でルーティングする機能を提供します。BVI は、ルータ内の仮想インターフェイスであり、ブリッジングをサポートしないが、ルータ内のルーテッドインターフェイスに相当するブリッジグループを代表する、正常なルーテッドインターフェイスのように動作します。BVI のインターフェイス番号は、仮想インターフェイスが代表するブリッジグループの番号です。この番号が BVI とブリッジグループ間のリンクになります。

BVI はルーテッドインターフェイスとしてブリッジグループを代表するため、ネットワーク層アドレスのようなレイヤ 3（L3）特性のみにより設定する必要があります。同様に、プロトコルのブリッジングのために設定されたインターフェイスは、どのような L3 特性によっても設定してはなりません。

IRB を介した BFD はマルチパスのシングルホップセッションです。BFD マルチパスセッションでは、BFD を仮想インターフェイス上か、または複数ホップ離れたインターフェイス間に適用できます。Cisco IOS XR ソフトウェアの BFD マルチホップは、「RFC 5883：マルチホップパスの双方向転送検出（BFD）（RFC 5883—*Bidirectional Forwarding Detection (BFD) for Multihop Paths*）」に基づいています。IRB を介した BFD は、IPv4 アドレス、IPv6 グローバルアドレス、および IPv6 リンクローカルアドレスでサポートされています。IRB を介した BFD は非同期モードでのみサポートされており、エコモードはサポートされていません。

IRB 機能の詳細については、『*Interface and Hardware Component Configuration Guide for Cisco NCS 5500 Series Routers*』の「*Integrated Routing and Bridging*」の章を参照してください。

## 設定例

```
/* Configure a BVI interface and assign an IP address */
Router(config)# interface bvi 1
Router(config-if)# ipv4 address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)# exit

/* Configure the Layer 2 AC interface */
Router(config)# interface HundredGigE 0/0/1/3
Router(config-if)# l2transport
Router(config-if)# exit

/* Configure OSPF as the routing protocol */
Router(config)# router ospf 100
Router(config-ospf)# router-id 192.168.1.1
Router(config-ospf)# area 0
Router(config)# interface Loopback 100
Router(config)# exit

/* Configure BFD on BVI */
Router(config)# interface bvi1
Router(config-if)# bfd minimum-interval 100
Router(config-if)# bfd fast-detect
Router(config-if)# bfd multiplier 3

/* Configure the line cards to allow hosting of Multipath BFD sessions. */
Router# configure
Router(config)# bfd multipath include location 0/5/CPU0

/* Configure BVI on the peer nodes */
Router(config)# cef proactive-arp-nd enable
Router(config-if)# l2vpn
Router(config-l2vpn)# bridge group 1
Router(config-l2vpn-bg)# bridge domain 1
Router(config-l2vpn-bg-bd)# interface HundredGigE 0/0/1/3
Router(config-l2vpn-bg-bd-ac)# routed interface bvi 1
```

## 実行コンフィギュレーション

```
interface BVI1
  ipv4 address 192.168.1.1 255.255.255.0
  !
interface HundredGigE0/0/1/3
  l2transport
  !
  !
router ospf 100
  router-id 192.168.1.1
  area 0
    interface Loopback100
    !
    interface BVI1
      bfd minimum-interval 100
      bfd fast-detect
      bfd multiplier 3
    !
  !
bfd multipath include location 0/5/CPU0
!
cef proactive-arp-nd enable
l2vpn
  bridge group 1
```

```
bridge-domain 1
 interface HundredGigE0/0/1/3
 !
 routed interface BVI1
 !
```