



IP Fast Reroute ループフリー代替の実装

IP Fast Reroute ループフリー代替機能により、障害のあるリンクを含むパケットを、リモートループフリー代替（数ホップ離れている）までトンネリングすることができます。

- [IPv4/IPv6 ループフリー代替高速再ルーティングのための前提条件](#)（1 ページ）
- [ループフリー代替高速再ルーティングの制約事項](#)（1 ページ）
- [IS-IS および IP FRR](#)（2 ページ）
- [修復パス](#)（2 ページ）
- [LFA の概要](#)（3 ページ）
- [LFA の計算](#)（3 ページ）
- [RIB とルーティング プロトコル間の連携](#)（4 ページ）
- [高速再ルーティングのサポートの設定](#)（4 ページ）
- [IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングのサポートの設定：例](#)（7 ページ）
- [その他の参考資料](#)（7 ページ）

IPv4/IPv6 ループフリー代替高速再ルーティングのための前提条件

- ループフリー代替（LFA）高速再ルーティング（FRR）は、インターフェイスがポイントツーポイントインターフェイスである場合だけ、インターフェイスを介して到達可能なパスを保護できます。
- LAN インターフェイスが 1 つのネイバーに物理的に接続されている場合、LFA FRR で保護するために、LAN インターフェイスをポイントツーポイント インターフェイスとして設定する必要があります。

ループフリー代替高速再ルーティングの制約事項

- ロード バランス サポートは、FRR で保護されたプレフィックスで利用可能ですが、50 ミリ秒のカットオーバーの時間は保証されません。

- 最大 8 個の FRR 保護のインターフェイスで同時にカットオーバーを実行することができます。
- レイヤ 3 VPN だけがサポートされます。
- MPLS トラフィックのリモート LFA バックアップパスは、LDP を使用してのみ設定できます。
- LFA 計算は、同じレベルまたは領域に属するインターフェイスまたはリンクに制限されます。したがって、バックアップ LFA の計算時に同じ LAN 上のすべてのネイバーを除外すると、トポロジのサブセットで修復を使用できなくなる可能性があります。
- 物理インターフェイスおよび物理ポートチャネルインターフェイスのみ保護されます。サブインターフェイス、トンネル、および仮想インターフェイスは保護されません。
- ボーダーゲートウェイプロトコル (BGP) プレフィックス独立コンバージェンス (PIC) と IP FRR は、同じプレフィックスに使用されない限り、同じインターフェイス上に設定できます。
- TE トンネルを介した IPv6 LFA FRR はサポートされていません。

IS-IS および IP FRR

ローカルリンクがネットワークで失敗した場合、IS-IS は、影響を受けるすべてのプレフィックスの新しいプライマリネクストホップルートを再計算します。これらのプレフィックスは、RIB および転送情報ベース (FIB) で更新されます。プライマリプレフィックスがフォワーディングプレーンで更新されるまで、影響を受けるプレフィックス宛てのトラフィックは廃棄されます。このプロセスには数百ミリ秒かかることがあります。

IP FRR で、IS-IS はプライマリパスで障害が発生した場合に使用するために、フォワーディングプレーンに対する LFA ネクストホップルートを計算します。LFA はプレフィックスごとに計算されます。

特定のプライマリパスに複数の LFA がある場合、IS-IS はプライマリパスの単一 LFA を選ぶために、タイブレークルールを使用します。複数 LFA パスを持つプライマリパスの場合、プレフィックスは LFA パス間で均等に分散されます。

修復パス

修復パスでは、ルーティングの遷移時にトラフィックが転送されます。リンクまたはルータに障害が発生すると、物理層の信号が失われるため、当初は隣接ルータしかこの障害を認識できません。ネットワーク内のその他すべてのルータは、この障害に関する情報がルーティングプロトコルによって伝播されるまで（これには数百ミリ秒かかる可能性があります）、この障害の性質と場所を認識しません。したがって、このネットワーク障害の影響を受けたパケットがそれぞれの宛先に到達するように準備する必要があります。

障害が発生したリンクに隣接するルータは、障害が発生したリンクを使用していた可能性のあるパケットに対して、一連の修復パスを使用します。これらの修復パスは、ルータが障害を検出してから、ルーティングの遷移が完了するまで使用されます。ルーティングの遷移が完了するまでに、ネットワーク内のすべてのルータは転送データを変更し、障害が発生したリンクはルーティングの計算から除外されます。

修復パスは、障害が検出されるとすぐにアクティブになるようにするために、障害を予測して事前計算されます。

LFA FRR 機能では次の修復パスを使用します。

- 等コストマルチパス (ECMP) は、宛先の等コストパス分割セットのメンバーとしてリンクを使用します。セットの他のメンバーは、リンクに障害が発生したときに代替パスを提供できます。
- LFA は、ループバックしないで宛先にパケットを送るネクストホップルートです。ダウンストリームパスは LFA のサブセットです。

LFA の概要

LFA はプライマリ ネイバー以外のノードです。トラフィックは、ネットワーク障害発生後に LFA にリダイレクトされます。LFA は、失敗について認識せずに転送を決定します。

LFA は、トラフィックの転送に障害のある要素を使用したり、保護ノードを使用することはできません。LFA はループを発生させてはなりません。LFA は、インターフェイスがプライマリパスとして使用できる限り、デフォルトでサポートされるすべてのインターフェイスでイネーブルになります。

プレフィックスごとの LFA を使用する利点は次のとおりです。

- プライマリパスでリンクがダウンした場合、修復パスが移行中にトラフィックを転送します。
- プレフィックスごとの LFA を持つすべての宛先が保護されます。これにより、サブセット (障害の遠端のノード) のみが保護されない状態で残ります。

LFA の計算

プレフィックスごとに LFA を計算する汎用アルゴリズムについては、RFC 5286 を参照してください。IS-IS は、メモリ使用量を減らすための少量の変更とともに RFC 5286 を実装します。保護のプレフィックスを検証する前にすべてのネイバーの最短パス優先 (SPF) 計算を実行する代わりに、IS-IS は SPF 計算がネイバーごとに実行された後でプレフィックスを検査します。IS-IS は SPF 計算の実行後にプレフィックスを検査するため、IS-IS は SPF 計算がネイバーごとに実行された後も最適な修復パスを保持します。IS-IS では、すべてのネイバーに対する SPF の結果を保存する必要はありません。

RIB とルーティング プロトコル間の連携

ルーティング プロトコルは、タイブレイク アルゴリズムを実装して、プレフィックスの修復パスを計算します。計算の結果は、プライマリパス付きの一連のプレフィックスになり、いくつかのプライマリパスが修復パスに関連付けられます。

タイブレイク アルゴリズムは特定の条件を満たすか、または特定の属性を持つ LFA を考慮します。複数の LFA がある場合は、**tie-break** キーワードを使用して **fast-reroute per-prefix** コマンドを設定します。ルールによってすべての候補 LFA が除外される場合、そのルールはスキップされます。

プライマリパスには、複数の LFA を設定できます。デフォルトのタイブレイク ルールを実装し、ユーザがこれらのルールを変更できるようにするには、ルーティングプロトコルが必要です。タイブレイク アルゴリズムの目的は、複数の候補 LFA を除外し、プレフィックス単位のプライマリパスごとに 1 つの LFA を選択し、プライマリパスが失敗したときに複数の候補 LFA でトラフィックを分散させることです。

タイブレイク ルールでは、すべての候補を除外することはできません。

タイブレイクには、次の属性が使用されます。

- ダウンストリーム：保護された宛先へのメトリックが宛先へのノードを保護しているメトリックよりも低い候補を除外します。
- ラインカード分離：保護されたパスと同じラインカードを共有している候補を除外します。
- 共有リスク リンク グループ (SRLG)：保護されたパス SRLG のいずれかに属する候補を除外します。
- 負荷分散：保護されたパスを共有するプレフィックスで残りの候補を分散させます。
- 最低修復パスメトリック：保護されたプレフィックスへのメトリックが高い候補を除外します。
- ノードの保護：保護されたノードではない候補を除外します。
- プライマリパス：ECMP ではない候補を除外します。
- セカンダリパス：ECMP の候補を除外します。

高速再ルーティングのサポートの設定



- (注) LFA 計算はすべてのルータに対して有効になり、FRR はサポートされているすべてのインターフェイスに有効になります。

手順の概要

1. **configure**
2. **router isis** *process-id*
3. **is-type**{ **level-1** | **level-1-2** | **level-2-only** }
4. **net** *net*
5. **address-family** {**ipv4** | **ipv6**} [**unicast** | **multicast**]
6. **metric-style** **wide**
7. **exit**
8. **interface** *bundle bundle-id*
9. **address-family** {**ipv4** | **ipv6**} [**unicast** | **multicast**]
10. **fast-reroute** **per-prefix**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	configure 例： RP/0/RP0/CPU0:router# configure	グローバル コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 2	router isis <i>process-id</i> 例： RP/0/RP0/CPU0:router(config-if)# router isis core	指定したルーティング インスタンスの IS-IS ルーティングを有効にし、ルータをルータコンフィギュレーションモードにします。デフォルトでは、すべての IS-IS インスタンスが自動的にレベル 1 とレベル 2 になります。is-type ルータコンフィギュレーション コマンドを使用して、特定のルーティング インスタンス別にこのレベルを変更できます。
ステップ 3	is-type { level-1 level-1-2 level-2-only } 例： RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis)#is-type level-2-only	(任意) システムタイプ (エリアまたはバックボーンルータ) を設定します。 デフォルトでは、すべての IS-IS インスタンスは level-1-2 ルータとして動作します。 <ul style="list-style-type: none"> • level-1 キーワードは、レベル 1 (エリア内) ルーティングのみを実行するようにソフトウェアを設定します。レベル 1 の隣接関係のみが確立されます。ソフトウェアは、そのエリア内の宛先のみを検出します。エリア外の宛先がある場合にそれらを含むパケットが、エリア内の直近の level-1-2 ルータに送信されます。 • level-2-only キーワードは、レベル 2 (バックボーン) ルーティングのみを実行するようにソフトウェアを設定します。ルータはレベル 2 の隣接関係のみを確立します。これは、他の

	コマンドまたはアクション	目的
		<p>level-2-only ルータまたは level-1-2 ルータのいずれかで確立されます。</p> <ul style="list-style-type: none"> level-1-2 キーワードは、レベル1とレベル2の両方のルーティングを実行するようにソフトウェアを設定します。レベル1とレベル2の両方の隣接関係が確立されます。ルータはレベル2バックボーンとレベル1エリアの間の境界ルータとして動作します。
ステップ 4	net net 例： <pre>RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis)# net 47.0001.0000.0000.8888.00</pre>	ルーティングプロセスの IS-IS Network Entity (NET) を設定します。
ステップ 5	address-family {ipv4 ipv6} [unicast multicast] 例： <pre>RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis)# address-family ipv4 unicast</pre>	IPv4 または IPv6 アドレスファミリーを指定して、インターフェイスアドレスファミリーコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 6	metric-style wide 例： <pre>RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis-af)# metric-style wide</pre>	ワイドリンクメトリックのみを生成して受け入れるようにルータを設定します。
ステップ 7	exit 例： <pre>RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis-af)# exit</pre>	ルータアドレスファミリーコンフィギュレーションモードを終了し、ルータをルータコンフィギュレーションモードにリセットします。
ステップ 8	interface bundle bundle-id 例： <pre>RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis)# interface Bundle-Ether 9</pre>	新しいイーサネットリンクバンドルを作成し名前を付与します。
ステップ 9	address-family {ipv4 ipv6} [unicast multicast] 例： <pre>RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis-if)# address-family ipv4 unicast</pre>	IPv4 または IPv6 アドレスファミリーを指定して、インターフェイスアドレスファミリーコンフィギュレーションモードを開始します。
ステップ 10	fast-reroute per-prefix 例： <pre>RP/0/RP0/CPU0:router(config-isis-if-af)# fast-reroute per-prefix</pre>	プレフィックス単位の FRR を有効にします。

IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングのサポートの設定：例

次に、IPv4 LFA FRR を設定する例を示します。

```
router isis core
  is-type level-2-only
  net 47.0001.0000.0000.8888.00
  address-family ipv4 unicast
    metric-style wide
  exit
!
interface Bundle-Ether 9
  point-to-point
  address-family ipv4 unicast
    fast-reroute per-prefix
!
!
```

その他の参考資料

以降の項では、IPv4/IPv6 ループフリー代替高速再ルーティングの実装に関連する参考資料について説明します。

関連資料

関連項目	マニュアルタイトル
IS-IS コマンド	<i>Routing Command Reference for Cisco ASR 9000 Series Routers</i>
MPLS コマンド	<i>Routing Command Reference for Cisco ASR 9000 Series Routers</i>

MIB

MB	MIB のリンク
—	Cisco IOS XR ソフトウェアを使用して MIB の場所を特定してダウンロードするには、次の URL にある Cisco MIB Locator を使用して、[Cisco Access Products] メニューからプラットフォームを選択します。 https://mibs.cloudapps.cisco.com/ITDIT/MIBS/servlet/index

シスコのテクニカル サポート

説明	リンク
シスコのテクニカルサポート Web サイトでは、製品、テクノロジー、ソリューション、技術的なヒント、およびツールへのリンクなどの、数千ページに及ぶ技術情報が検索可能です。Cisco.com に登録済みのユーザは、このページから詳細情報にアクセスできます。	http://www.cisco.com/techsupport