



IPv4 ループフリー代替高速再ルーティング

リンクやルータに障害が発生すると、分散ルーティングアルゴリズムによって障害を考慮した新しいルートが計算されます。計算のための時間をルーティングの遷移と呼びます。遷移が完了し、すべてのルータがネットワーク上の共通のビューで収束されるまで、送信元と宛先のペア間の接続は中断されます。事前計算済みの代替ネクストホップを使用してルーティングの遷移時間を 50 ミリ秒より少なくするために、IPv4 ループフリー代替高速再ルーティング機能を使用できます。リンク障害の通知を受けると、ルータはトラフィック損失を減らすために、修復パスにすぐに切替えます。

IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングは、修復パスの事前計算をサポートします。修復パスの計算は、Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS) ルーティングプロトコルによって実行され、結果の修復パスはルーティング情報ベース (RIB) に送信されます。修復パスのインストールは、シスコエクスプレスフォワーディング (以前は CEF と呼ばれる) と Open Shortest Path First (OSPF) によって実行されます。

- [機能情報の確認, 1 ページ](#)
- [IPv4 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, 2 ページ](#)
- [IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングの制約事項, 2 ページ](#)
- [IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングに関する情報, 3 ページ](#)
- [IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングの設定方法, 6 ページ](#)
- [IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングの設定例, 9 ページ](#)
- [その他の関連資料, 10 ページ](#)
- [IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングの設定に関する機能情報, 11 ページ](#)

機能情報の確認

ご使用のソフトウェアリリースでは、このモジュールで説明されるすべての機能がサポートされているとは限りません。最新の機能情報および警告については、プラットフォームおよびソフトウェアリリースの[不具合の検索ツール](#)とリリースノートを参照してください。このモジュール

に記載されている機能の詳細を検索し、各機能がサポートされているリリースのリストを確認する場合は、このモジュールの最後にある機能情報の表を参照してください。

プラットフォームのサポートおよびシスコソフトウェアイメージのサポートに関する情報を検索するには、Cisco Feature Navigator を使用します。Cisco Feature Navigator にアクセスするには、www.cisco.com/go/cfn に移動します。Cisco.com のアカウントは必要ありません。

IPv4 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。

IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングの制約事項

- マルチプロトコル ラベル スイッチング (MPLS) トラフィック エンジニアリング (TE) トンネルは保護インターフェイスとして使用できません。ただし、MPLS TE トンネルは、TE トンネルがプライマリパスとして使用される限り、保護 (修復) インターフェイスとして使用できます。
- 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。
- IPv4 マルチキャストはサポートされていません。
- IPv6 はサポートされていません。
- IS-IS は、プライマリ インターフェイスがトンネルであるプレフィックスの LFA を計算しません。
- 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。

- TE ラベルスイッチドパス (LSP) は、バックアップパスとして使用できます。ただし、プライマリパスは、リングトポロジの FRR を完了するために使用できる物理インターフェイスである必要があります。
- 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 IPFRR 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せん。

次の制限は、ASR 903 シリーズ アグリゲーション サービス ルータに適用されます。

- Cisco ASR 903 シリーズ アグリゲーション サービス ルータで LFA FRR をイネーブルにするには、`mpls ldp explicit-null` コマンドをイネーブルにする必要があります。implicit-null キーワードはサポートされていません。
- ASR 903 は最大 4000 の LFA FRR ルートをサポートします。
- LFA FRR は、等コストマルチパス (ECMP) ではサポートされません。
- リモート LFA トンネルは、ハイアベイラビリティ対応ではないため、ステートフルスイッチオーバー (SSO) と共存できません、SSO 準拠ではありません。
- 双方向フォワーディング (BFD) によってトリガされる高速再ルーティングはサポートされません。LFA FRR トポロジの一部になっているインターフェイスでは、BFD を設定しないでください。

IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングに関する情報

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。リンクやルータに障害が発生すると、物理層シグナルの損失が発生するため、まず、隣接ルータだけが障害を認識します。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。

IPv4 LFA FRR 機能は次の修復パスを使用します。

- 等コストマルチパス (ECMP) は、宛先へ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せん。
- 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 Sender Policy Framework (SPF) を実行する代わりに、IS-IS は SPF 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。SPF の実行後に IS-IS がプレフィックスを検査するため、IS-IS は各ネイバー SPF の実行後に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、**tie-break** キーワードとともに **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。

IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングの設定方法

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トに対してイネーブルになり、FRR は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。

手順の概要

1. **enable**
2. **configure terminal**
3. **interface type number**
4. **ip address ip-address mask**
5. **ip router isis area-tag**
6. **isis tag tag-number**
7. **exit**
8. **interface type number**
9. **ip address ip-address mask**
10. **ip router isis area-tag**
11. **isis tag tag-number**
12. **exit**
13. **router isis area-tag**
14. **net net**
15. **fast-reroute per-prefix {level-1 | level-2} {all | route-map route-map-name}**
16. **end**

手順の詳細

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 1	enable 例： Device> enable	特権 EXEC モードをイネーブルにします。 • パスワードを入力します（要求された場合）。

	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 2	configure terminal 例： Device# configure terminal	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 3	interface type number 例： Device(config)# interface GigabitEthernet0/0/0	インターフェイスを設定し、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 4	ip address ip-address mask 例： Device(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.255.255.0	インターフェイスに対するプライマリ IP アドレスまたはセカンダリ IP アドレスを設定します。
ステップ 5	ip router isis area-tag 例： Device(config-if)# ip router isis ipfrr	インターフェイス上で IP の IS-IS ルーティング プロセスを設定して、エリア指示子をルーティングプロセスに添付します。
ステップ 6	isis tag tag-number 例： Device(config-if)# isis tag 17	IP プレフィックスが IS-IS リンクステート パケット (LSP) に追加されたときに、インターフェイスに設定された IP アドレスにタグを設定します。
ステップ 7	exit 例： Device(config-if)# exit	インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 8	interface type number 例： Device(config)# interface GigabitEthernet0/0/1	インターフェイスを設定し、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 9	ip address ip-address mask 例： Device(config-if)# ip address 192.168.255.2 255.255.255.0	インターフェイスに対するプライマリ IP アドレスまたはセカンダリ IP アドレスを設定します。

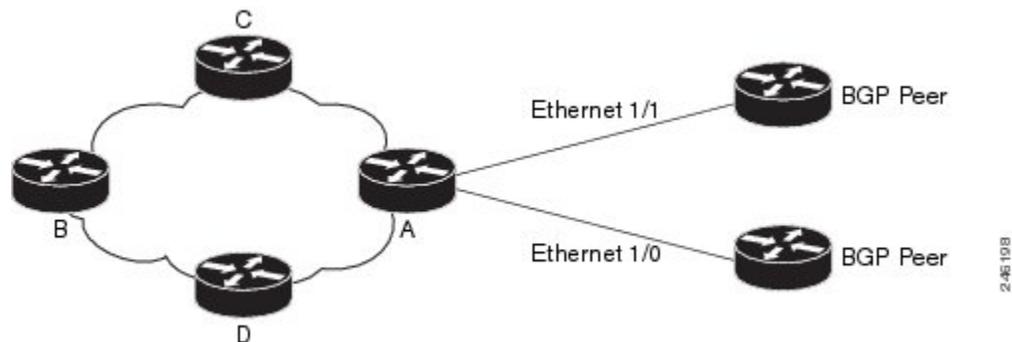
	コマンドまたはアクション	目的
ステップ 10	ip router isis area-tag 例： Device(config-if)# ip router isis ipfrr	インターフェイス上で IP の IS-IS ルーティングプロセスを設定して、エリア指示子をルーティングプロセスに添付します。
ステップ 11	isis tag tag-number 例： Device(config-if)# isis tag 17	IP プレフィックスが IS-IS LSP に追加されたときに、インターフェイスに設定された IP アドレスにタグを設定します。
ステップ 12	exit 例： Device(config-if)# exit	インターフェイス コンフィギュレーション モードを終了し、グローバル コンフィギュレーション モードに戻ります。
ステップ 13	router isis area-tag 例： Device(config)# router isis ipfrr	IS-IS ルーティング プロトコルをイネーブルにし、IS-IS プロセスを指定して、ルータ コンフィギュレーション モードを開始します。
ステップ 14	net net 例： Device(config-router)# net 49.0001.0101.2800.0001.00	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 15	fast-reroute per-prefix {level-1 level-2} {all route-map route-map-name} 例： Device(config-router)# fast-reroute per-prefix level-2 all	プレフィックス単位の FRR をイネーブルにします。 •すべてのプレフィックスを保護するために、 all キーワードを設定します。
ステップ 16	end 例： Device(config-router)# end	ルータ コンフィギュレーション モードを終了して、特権 EXEC モードを開始します。

IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングの設定例

例：IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングの設定のサポート

次の図は、インターフェイスタグを使用して BGP ネクストホップを保護する IPv4 LFA FRR を示します。

図 1：サンプル IPv4 LFA FRR 設定



次に、上記の図に示すように、ルータ A の IPv4 LFA FRR を設定する例を示します。ルータ A は、タグ 17 とともにプレフィックス 10.0.0.0/24 と 192.168.255.0/24 をアドバタイズします。

```
Device# configure terminal
Device(config)# interface GigabitEthernet0/0/0
Device(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
Device(config-if)# ip router isis ipfrr
Device(config-if)# isis tag 17
Device(config-if)# exit
Device(config)# interface GigabitEthernet0/0/1
Device(config-if)# ip address 192.168.255.2 255.255.255.0
Device(config-if)# ip router isis ipfrr
Device(config-if)# isis tag 17
Device(config-if)# exit
Device(config)# router isis ipfrr
Device(config-router)# net 49.0001.0001.0001.0001.00
Device(config-router)# fast-reroute per-prefix level-2
```

次に、上記の図に示すように、他のルータの IPv4 LFA FRR を設定する例を示します。他のルータは、ルータ A に設定された 2 つのプレフィックスの修復パスの計算にタグ 17 を使用できます。

```
Device(config)# router isis
Device(config-router)# net 47.0004.004d.0001.0001.c11.1111.00
Device(config-router)# fast-reroute per-prefix level-2 route-map ipfrr-include
Device(config-router)# exit
Device(config)# route-map ipfrr-include
Device(config-router)# match tag 17
```

その他の関連資料

関連資料

関連項目	マニュアル タイトル
Cisco IOS コマンド	『 <i>Master Commands List, All Releases</i> 』
MPLS コマンド	『 <i>Multiprotocol Label Switching Command Reference</i> 』
IP ルーティング : Protocol-Independent コマンド	『 <i>IP Routing: Protocol-Independent Command Reference</i> 』
IS-IS コマンド	『 <i>IP Routing: ISIS Command Reference</i> 』

MIB

MIB	MIB のリンク
なし	<p>選択したプラットフォーム、Cisco ソフトウェア リリース、およびフィーチャセットの MIB を検索してダウンロードする場合は、次の URL にある Cisco MIB Locator を使用します。</p> <p>http://www.cisco.com/go/mibs</p>

シスコのテクニカル サポート

説明	リンク
シスコのサポートおよびドキュメンテーション Web サイトでは、ダウンロード可能なマニュアル、ソフトウェア、ツールなどのオンラインリソースを提供しています。これらのリソースは、ソフトウェアをインストールして設定したり、シスコの製品やテクノロジーに関する技術的問題を解決したりするために使用してください。この Web サイト上のツールにアクセスする際は、Cisco.com のログイン ID およびパスワードが必要です。	http://www.cisco.com/cisco/web/support/index.html

IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングの設定に関する機能情報

次の表に、このモジュールで説明した機能に関するリリース情報を示します。この表は、ソフトウェア リリース トレインで各機能のサポートが導入されたときのソフトウェア リリースだけを示しています。その機能は、特に断りがない限り、それ以降の一連のソフトウェアリリースでもサポートされます。

プラットフォームのサポートおよびシスコソフトウェアイメージのサポートに関する情報を検索するには、Cisco Feature Navigator を使用します。Cisco Feature Navigator にアクセスするには、www.cisco.com/go/cfn に移動します。Cisco.com のアカウントは必要ありません。

表 1: IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングの設定に関する機能情報

機能名	リリース	機能情報
IPv4 ループフリー代替高速再ルーティング		<p>リンクやルータに障害が発生すると、配布されたルーティングアルゴリズムによって、変更を考慮した新しいルートが計算されます。計算のための時間をルーティングの遷移と呼びます。遷移が完了し、すべてのルータがネットワーク上の共通のビューで収束されるまで、送信元と宛先のペア間の接続は中断されます。事前計算済みの代替ネクストホップを使用してルーティングの遷移時間を 50 ミリ秒より少なくするために、IPv4 ループフリー代替高速再ルーティング機能を使用できます。リンク障害の通知を受けると、ルータはトラフィック損失を減らすために、修復パスにすぐに切替えます。</p> <p>IPv4 ループフリー代替高速再ルーティングは、修復パスの事前計算に重点を置いています。修復パスの計算は、IS-IS ルーティングプロトコルによって実行され、結果（修復パス）は RIB に送信されます。修復パスのインストールは、シスコエクスプレスフォワーディングによって実行されます。</p> <p>Cisco IOS XE Release 3.6S では、この機能は ASR 903 シリーズアグリゲーションサービスルータに導入されました。</p> <p>次のコマンドが導入または変更されました。 debug isis fast-reroute、fast-reroute load-sharing disable、fast-reroute per-prefix、fast-reroute tie-break、show isis fast-reroute。</p>