



CHAPTER 26

ファイバチャネルルーティングサービスおよびプロトコルの設定

Fabric Shortest Path First (FSPF) は、ファイバチャネル ファブリックで使用される標準パス選択プロトコルです。FSPF 機能は、どのファイバチャネル スイッチでも、デフォルトでイネーブルになっています。特殊な考慮事項を必要とする設定を除き、FSPF サービスを設定する必要はありません。FSPF はファブリック内の任意の 2 つのスイッチ間の最適パスを自動的に計算します。具体的に、FSPF は次の目的で使用されます。

- 任意の 2 つのスイッチ間の最短かつ最速のパスを確立して、ファブリック内のルートを動的に計算します。
- 指定されたパスに障害が発生した場合に、代替パスを選択します。FSPF は複数のパスをサポートし、障害リンクを迂回する代替パスを自動的に計算します。同等な 2 つのパスが使用可能な場合は、推奨ルートが提供されます。

この章では、ファイバチャネルルーティングサービスおよびプロトコルの詳細について説明します。内容は次のとおりです。

- [「FSPF の概要」 \(P.26-2\)](#)
- [「FSPF のグローバル設定」 \(P.26-4\)](#)
- [「FSPF インターフェイスの設定」 \(P.26-6\)](#)
- [「FSPF ルート」 \(P.26-10\)](#)
- [「順序どおりの配信」 \(P.26-13\)](#)
- [「フロー統計情報の設定」 \(P.26-17\)](#)
- [「デフォルト設定」 \(P.26-22\)](#)

FSPF の概要

FSPF は、ファイバチャネル ネットワーク内でのルーティング用として、T11 委員会によって現在標準化されているプロトコルです。FSPF プロトコルには、次の特性および特徴があります。

- 複数パスのルーティングをサポートします。
- パス ステータスはリンク ステートプロトコルによって決まります。
- ドメイン ID だけに基づいて、ホップ単位ルーティングを行います。
- FSPF が稼働するポートは E ポートまたは TE ポートに限られていて、トポロジはループ フリーです。
- VSAN 単位で稼働します。ファブリック内の各 VSAN では、この VSAN に設定されたスイッチとの接続が保証されます。
- トポロジ データベースを使用して、ファブリック内のすべてのスイッチのリンク ステートを追跡し、各リンクにコストを対応付けます。
- トポロジが変更された場合、迅速な再コンバージェンスを保証します。標準ダイクストラ アルゴリズムを使用しますが、より強固で、効率的な増分ダイクストラ アルゴリズムを実行するための静的なダイナミック オプションがあります。VSAN 単位でルートが計算されるため、再コンバージェンス タイムは高速かつ効率的です。

FSPF の例

ここでは、FSPF の利点を示すトポロジおよびアプリケーション例について説明します。

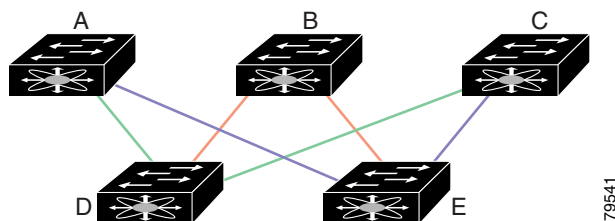


(注) FSPF 機能は任意のトポロジで使用できます。

フォールトトレラント ファブリック

図 26-1 に、部分メッシュ トポロジを使用するフォールトトレラント ファブリックを示します。ファブリック内のどの部分でリンク ダウンが発生しても、各スイッチはファブリック内の他のすべてのスイッチと通信できます。同様に、どのスイッチがダウンしても、ファブリックの残りの接続は維持されます。

図 26-1 フォールトトレラント ファブリック



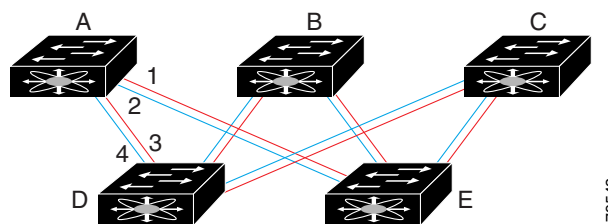
たとえば、すべてのリンク速度が等しい場合、FSPF は A ~ C 2 つの同等なパス (A-D-C (緑) と A-E-C (青)) を計算します。

冗長リンク

図 26-1 のトポロジを改良するには、任意のスイッチ ペア間の接続をそれぞれ重複させます。スイッチ ペア間には、リンクを複数設定できます。図 26-2 に、この配置例を示します。Cisco MDS 9000 ファミリのスイッチは PortChannel 機能をサポートしているため、物理リンクの各ペアは単一の論理リンクとして FSPF プロトコルに認識されます。

物理リンク ペアをバンドルすると、データベース サイズおよびリンク更新頻度が減るため、FSPF の効率が大幅に向上します。物理リンクを集約すると、障害は単一のリンクだけにとどまらず PortChannel 全体に波及します。この設定により、ネットワークの復元力も向上します。PortChannel のリンクに障害が発生しても、ルートは変更されないため、ルーティング ループ、トラフィック 消失、またはルート再設定のためのファブリック ダウンタイムが生じるリスクが軽減されます。

図 26-2 冗長リンクを持つフォールトトレラントファブリック



たとえば、すべてのリンクの速度が等しく、PortChannel が存在しない場合、FSPF では A から C への同等パス 4 つ (A1-E-C、A2-E-C、A3-D-C、および A4-D-C) が計算されます。PortChannel が存在する場合、計算されるパスは 2 つに減ります。

PortChannel および FSPF リンクのフェールオーバー シナリオ

SmartBits トラフィック ジェネレータを使用して、図 26-3 に示されたシナリオを評価しました。スイッチ 1 とスイッチ 2 の間に存在する 2 つのリンクは、等コストの ISL リンクまたは PortChannel リンクのどちらかです。トラフィック ジェネレータ 1 からトラフィック ジェネレータ 2 へのフローは、1 つ存在します。次に示す 2 つのシナリオで、このトラフィックを 1 Gbps の速度、100% の利用率という条件でテストしました。

- ケーブルを物理的に取り外して、トラフィック リンクをディセーブルにする (表 26-1 を参照)。
- スイッチ 1 またはスイッチ 2 のどちらか一方をシャットダウンする (表 26-2 を参照)。

図 26-3 トラフィック ジェネレータを使用したフェールオーバー シナリオ

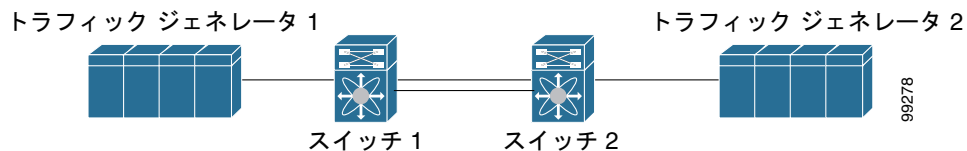


表 26-1 SmartBits ケーブルの物理的取り外しのシナリオ

PortChannel シナリオ		FSPF シナリオ (等コスト ISL)	
スイッチ 1	スイッチ 2	スイッチ 1	スイッチ 2
110 ミリ秒 (削除フレーム数は 2 K 以下)		130+ ミリ秒 (削除フレーム数は 4 K 以下)	
100 ミリ秒 (標準の規定に従って信号損失を通知するときのホールド タイム)			

表 26-2 SmartBits スイッチのシャットダウン シナリオ

PortChannel シナリオ		FSPF シナリオ (等コスト ISL)	
スイッチ 1	スイッチ 2	スイッチ 1	スイッチ 2
~ 0 ミリ秒 (削除フレーム数は 8 以下)	110 ミリ秒 (削除フレーム数は 2 K 以下)	130+ ミリ秒 (削除フレーム数は 4 K 以下)	
ホールド タイム不要	スイッチ 1 での信号損失	ホールド タイム不要	スイッチ 1 での信号損失

FSPF のグローバル設定

Cisco MDS 9000 ファミリのスイッチでは、FSPF はデフォルトでイネーブルです。

一部の FSPF 機能は、各 VSAN でグローバルに設定できます。VSAN 全体に機能を設定すると、コマンドごとに VSAN 番号を指定する必要がなくなります。このグローバル設定機能を使用すると、タイプミスや、その他の軽微な設定エラーが発生する可能性も低減されます。



(注)

FSPF はデフォルトでイネーブルになっています。通常、これらの高度な機能は設定する必要がありません。



注意

バックボーン リージョンのデフォルトは 0 (ゼロ) です。この設定を変更する必要があるのは、デフォルト以外のリージョンを使用する場合だけです。バックボーン リージョンを使用して別のベンダー製品と併用する場合は、これらの製品の設定と互換性が保たれるようにこのデフォルトを変更できます。

この項では、次のトピックについて取り上げます。

- 「SPF 計算ホールドタイムの概要」 (P.26-5)
- 「Link State Record のデフォルトの概要」 (P.26-5)
- 「VSAN での FSPF の設定」 (P.26-5)
- 「FSPF のデフォルト設定へのリセット」 (P.26-6)
- 「FSPF のイネーブル化またはディセーブル化」 (P.26-6)
- 「VSAN の FSPF カウンタのクリア」 (P.26-6)

SPF 計算ホールド タイムの概要

SPF 計算のホールド タイムは、VSAN での 2 つの連続した SPF 計算間の最小時間に設定されます。これを小さい値に設定すると、VSAN 上のパスの再計算によるファブリックの変更に対して、FSPF の処理が速くなります。SPF 計算のホールド タイムが短いと、スイッチの CPU 時間は長くなります。

Link State Record のデフォルトの概要

ファブリックに新しいスイッチが追加されるたびに、Link State Record (LSR) が近接スイッチに送信されて、ファブリック全体にフラッディングされます。表 26-3 に、スイッチ応答に関するデフォルト設定を示します。

表 26-3 LSR のデフォルト設定

LSR のオプション	デフォルト	説明
ACK インターバル (RxmtInterval)	5 秒	再送信するまで、スイッチが LSR からの ACK を待機する期間
リフレッシュ タイム (LSRefreshTime)	30 分	LSR リフレッシュを送信するまで、スイッチが待機する期間
最大エージング (MaxAge)	60 分	データベースから LSR を削除するまで、スイッチが待機する期間

LSR の最小着信時間は、この VSAN の LSR アップデートの受信間隔です。LSR の最小着信時間よりも前に着信した LSR アップデートは廃棄されます。

LSR 最小間隔は、このスイッチが VSAN 上の LSR アップデートを送信する頻度です。

VSAN での FSPF の設定

VSAN 全体に FSPF 機能を設定する手順は、次のとおりです。

	コマンド	目的
ステップ 1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ 2	switch(config)# fspf config vsan 1	指定された VSAN に対して FSPF 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	switch-config-(fspf-config)# spf static	ダイナミック (デフォルト) 差分 VSAN に対してスタティック SPF 計算を強制実行します。
ステップ 4	switch-config-(fspf-config)# spf hold-time 10	VSAN 全体に対して、2 つのルート計算間のホールド タイムをミリ秒 (msec) 単位で設定します。デフォルト値は 0 です (注) 指定期間が短いほど、ルーティングは高速化されます。ただし、それに応じて、プロセッサ消費量が増大します。
ステップ 5	switch-config-(fspf-config)# region 7	現在の VSAN に自律リージョンを設定し、リージョン ID (7) を指定します。

FSPF のデフォルト設定へのリセット

FSPF VSAN のグローバル設定を出荷時のデフォルト設定に戻す手順は、次のとおりです。

	コマンド	目的
ステップ1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ2	switch(config)# no fspf config vsan 3	VSAN 3 の FSPF 設定を削除します。

FSPF のイネーブル化またはディセーブル化

FSPF ルーティング プロトコルをイネーブルまたはディセーブルにする手順は、次のとおりです。

	コマンド	目的
ステップ1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ2	switch(config)# fspf enable vsan 7	VSAN 7 内で FSPF ルーティング プロトコルをイネーブルにします。
	switch(config)# no fspf enable vsan 5	VSAN 5 内で FSPF ルーティング プロトコルをディセーブルにします。

VSAN の FSPF カウンタのクリア

VSAN 全体の FSPF 統計情報カウンタをクリアする手順は、次のとおりです。

	コマンド	目的
ステップ1	switch# clear fspf counters vsan 1	指定された VSAN の FSPF 統計情報カウンタをクリアします。インターフェイス参照番号を指定しない場合は、すべてのカウンタがクリアされます。

FSPF インターフェイスの設定

一部の FSPF コマンドはインターフェイス単位で使用できます。次に示す設定手順は、特定の VSAN 内の 1 つのインターフェイスに適用されます。

この項では、次のトピックについて取り上げます。

- 「FSPF リンク コストの概要」 (P.26-7)
- 「FSPF リンク コストの設定」 (P.26-7)
- 「ハロー タイム インターバルの概要」 (P.26-7)
- 「hello タイム インターバルの設定」 (P.26-7)
- 「デッドタイム インターバルの概要」 (P.26-8)
- 「デッドタイム インターバルの設定」 (P.26-8)
- 「再送信インターバルの概要」 (P.26-8)
- 「再送信インターバルの設定」 (P.26-9)

- 「インターフェイス単位での FSPF のディセーブル化」 (P.26-9)
- 「特定のインターフェイスに対する FSPF のディセーブル化」 (P.26-9)
- 「インターフェイスの FSPF カウンタのクリア」 (P.26-10)

FSPF リンク コストの概要

FSPF はファブリック内のすべてのスイッチのリンク ステータスを追跡し、データベース内の各リンクにコストを対応付け、コストが最小なパスを選択します。インターフェイスに関連付けられたコストを管理上変更して、FSPF ルート選択を実行できます。コストは、1 ~ 65,535 の整数値で指定できます。1 Gbps のデフォルト コストは 1000 であり、2 Gbps では 500 です。

FSPF リンク コストの設定

FSPF リンク コストを設定する手順は、次のとおりです。

	コマンド	目的
ステップ 1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ 2	switch(config)# interface fc1/4 switch(config-if)#	指定されたインターフェイスを設定します。すでに設定されている場合は、指定されたインターフェイスに対して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	switch(config-if)# fspf cost 5 vsan 90	VSAN 90 の選択されたインターフェイスのコストを設定します。

ハロー タイム インターバルの概要

FSPF hello タイム インターバルを設定すると、リンク状態を確認するために送信される定期的な hello メッセージの間隔を指定できます。指定できる整数値は 1 ~ 65,535 秒です。



(注) この値は、ISL の両端のポートで同じでなければなりません。

hello タイム インターバルの設定

FSPF の hello タイム インターバルを設定するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。

	コマンド	目的
ステップ2	switch(config)# interface fc1/4 switch(config-if)#	指定されたインターフェイスを設定します。すでに設定されている場合は、指定されたインターフェイスに対して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	switch(config-if)# fspf hello-interval 15 vsan 175 switch(config-if)#	VSAN 175 のリンクのヘルスを確認するために、 hello メッセージ インターバル (15 秒) を指定します。デフォルトは 20 秒です。

デッドタイム インターバルの概要

FSPF デッドタイム インターバルを設定すると、**hello** メッセージを受信しなければならない最大間隔を指定できます。この期間が経過すると、ネイバーは消失したと見なされ、データベースから削除されます。指定できる整数値は 1 ~ 65,535 秒です。



(注) この値は、ISL の両端のポートで同じでなければなりません。



注意 設定したデッド時間間隔が **hello** 時間間隔より短い場合、コマンドプロンプトでエラーが報告されます。

デッドタイム インターバルの設定

FSPF のデッドタイム インターバルを設定するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーションモードに入ります。
ステップ2	switch(config)# interface fc1/4 switch(config-if)#	指定されたインターフェイスを設定します。すでに設定されている場合は、指定されたインターフェイスに対して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	switch(config-if)# fspf dead-interval 25 vsan 7 switch(config-if)#	VSAN 7 に、選択されたインターフェイスで hello メッセージを受信しなければならない最大インターバルを指定します。この期間が経過すると、ネイバーは消失したと見なされます。デフォルトは 80 秒です。

再送信インターバルの概要

インターフェイス上で未確認応答リンク ステート アップデートを送信するまでの期間を指定します。再送信インターバルを指定する整数値の有効範囲は、1 ~ 65,535 秒です。



(注) この値は、インターフェイスの両端のスイッチで同じでなければなりません。

再送信インターバルの設定

FSPF の再送信タイム インターバルを設定するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ 2	switch(config)# interface fc1/4 switch(config-if)#	指定されたインターフェイスを設定します。すでに設定されている場合は、指定されたインターフェイスに対して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	switch(config-if)# fspf retransmit-interval 15 vsan 12 switch(config-if)#	VSAN 12 における未確認応答リンク状態アップデートの再送信インターバルを指定します。デフォルトは 5 秒です。

インターフェイス単位での FSPF のディセーブル化

選択したインターフェイスで FSPF プロトコルをディセーブルにできます。デフォルトでは、FSPF はすべての E ポートおよび TE ポートでイネーブルです。このデフォルト設定をディセーブルにするには、インターフェイスをパッシブに設定します。



(注) プロトコルを機能させるには、インターフェイスの両端で FSPF をイネーブルにする必要があります。

特定のインターフェイスに対する FSPF のディセーブル化

選択したインターフェイスで FSPF プロトコルをディセーブルにできます。デフォルトでは、FSPF はすべての E ポートおよび TE ポートでイネーブルです。このデフォルト設定をディセーブルにするには、インターフェイスをパッシブに設定します。

特定のインターフェイスに対して FSPF をディセーブルにする手順は、次のとおりです。

	コマンド	目的
ステップ 1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ 2	switch(config)# interface fc1/4 switch(config-if)#	指定されたインターフェイスを設定します。すでに設定されている場合は、指定されたインターフェイスに対して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	switch(config-if)# fspf passive vsan 1 switch(config-if)#	指定された VSAN 内の特定のインターフェイスに対して FSPF プロトコルをディセーブルにします。
	switch(config-if)# no fspf passive vsan 1 switch(config-if)#	指定された VSAN 内の特定のインターフェイスに対して FSPF プロトコルを再度イネーブルにします。

選択したインターフェイスで FSPF プロトコルをディセーブルにできます。デフォルトでは、FSPF はすべての E ポートおよび TE ポートでイネーブルです。このデフォルト設定をディセーブルにするには、インターフェイスをパッシブに設定します。

インターフェイスの FSPF カウンタのクリア

インターフェイスの FSPF 統計情報カウンタをクリアする手順は、次のとおりです。

	コマンド	目的
ステップ 4	switch# clear fspf counters vsan 200 interface fc1/1	VSAN 200 内の指定インターフェイスの FSPF 統計情報カウンタをクリアします。

FSPF ルート

FSPF は、FSPF データベース内のエントリに基づいて、ファブリックを経由するトラフィックをルーティングします。これらのルートは動的に学習させるか、または静的に設定することもできます。

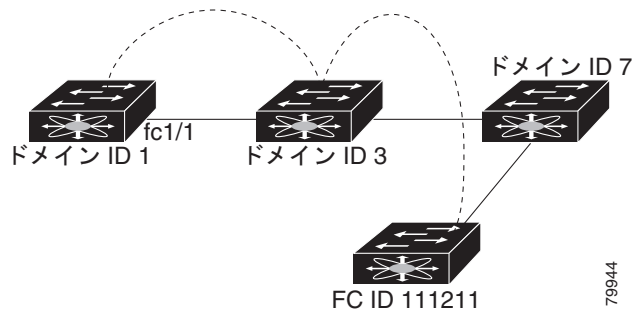
この項では、次のトピックについて取り上げます。

- 「ファイバチャネルルートの概要」 (P.26-10)
- 「ファイバチャネルルートの設定」 (P.26-11)
- 「ブロードキャストおよびマルチキャストルーティングの概要」 (P.26-12)
- 「マルチキャスト ルート スイッチの概要」 (P.26-12)
- 「マルチキャスト ルート スイッチの設定」 (P.26-12)

ファイバチャネルルートの概要

各ポートは、FC ID に基づいてフレームを転送する転送ロジックを実行します。特定のインターフェイスおよびドメイン用の FC ID を使用することにより、ドメイン ID 1 のスイッチで特定のルート（例：FC ID 111211、ドメイン ID 3）を設定できます（図 26-4 を参照）。

図 26-4 ファイバチャネルのルート





(注) VSAN 外部では、設定済みスタティック ルートおよび一時停止中のスタティック ルートに対してランタイム チェックは実行されません。

ファイバチャネル ルートの設定

ファイバチャネル ルートを設定するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ 2	switch(config)# fcroute 0x111211 interface fc1/1 domain 3 vsan 2 switch(config)#	指定されたファイバチャネル インターフェイスおよびドメインに対応するルートを設定します。この例では、インターフェイス fc1/1 に FC ID (0x111211)、およびネクスト ホップ スイッチに対するドメイン ID (3) が割り当てられます。
	switch(config)# fcroute 0x111211 interface port-channel 1 domain 3 vsan 4 switch(config)#	指定された PortChannel インターフェイスおよびドメインに対応するルートを設定します。この例では、インターフェイス port-channel 1 に FC ID (0x111211)、およびネクスト ホップ スイッチに対するドメイン ID (3) が割り当てられます。
	switch(config)# fcroute 0x031211 interface fc1/1 domain 3 metric 1 vsan 1 switch(config-if)#	特定の FC ID およびネクスト ホップ ドメイン ID に対応するスタティック ルートを設定し、ルートのコストも割り当てます。 リモートの宛先オプションを指定しない場合、デフォルトは direct です。
ステップ 3	switch(config)# fcroute 0x111112 interface fc1/1 domain 3 metric 3 remote vsan 3	RIB にスタティック ルートを追加します。このルートがアクティブ ルートであり、FIB ¹ レコードに空きがある場合は、FIB にもこのルートが追加されます。 ルートのコスト (メトリック) を指定しない場合、デフォルトは 10 です。
	switch(config)# fcroute 0x610000 0xff0000 interface fc 1/1 domain 1 vsan 2 switch(config)#	インターフェイス fc1/1 (または PortChannel) で指定したルートのネットマスクを設定します。3 つのルート (ドメインだけに一致する 0xff0000、ドメインおよびエリアに一致する 0xffff00、およびドメイン、エリア、ポートに一致する 0xffffff) のいずれかを指定できます。

1. FIB = Forwarding Information Base (転送情報ベース)

ブロードキャストおよびマルチキャストルーティングの概要

ファイバチャネル ファブリック内のブロードキャストおよびマルチキャストは、配信ツリー概念に基づいて、ファブリック内のすべてのスイッチに到達します。

配信ツリーを計算するためのトポロジ情報は、FSPF によって提供されます。ファイバチャネルには、VSAN ごとに 256 個のマルチキャストグループ、および 1 個のブロードキャストアドレスが定義されます。Cisco MDS 9000 ファミリースイッチで使用されるのは、ブロードキャストルーティングだけです。デフォルトでは、ルートノードとして主要スイッチが使用され、VSAN 内でマルチキャストルーティングおよびブロードキャストルーティング用のループフリー配信ツリーが取得されます。



注意

同じ配信ツリーが得られるようにするために、ファブリック内のすべてのスイッチで同一のマルチキャストおよびブロードキャスト配信ツリーアルゴリズムを実行する必要があります。

他のベンダーのスイッチ (FC-SW3 ガイドラインに準拠) と相互運用するために、SAN-OS ソフトウェアは最も小さなドメインスイッチをルートとして使用し、interop モードでマルチキャストツリーを計算します。

マルチキャストルートスイッチの概要

ネイティブ (interop) モードでは、主要スイッチがデフォルトのルートとして使用されます。デフォルトを変更する場合は必ず、ファブリック内のすべてのスイッチに同じモードを設定してください。このようにしない場合、マルチキャストトラフィックにループが発生してフレームが廃棄される問題が発生することがあります。



(注)

動作モードが、設定されている interop モードと異なる場合があります。interop モードでは常に、最も小さなドメインスイッチがルートとして使用されます。

主要スイッチから最も小さなドメインスイッチにマルチキャストルートを変更するには、**mcast root lowest vsan** コマンドを使用します。

マルチキャストルートスイッチの設定

マルチキャストツリー計算に最も小さなドメインスイッチを使用するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーションモードに入ります。
ステップ2	switch(config)# mcast root lowest vsan 1	最も小さなドメインスイッチを使用してマルチキャストツリーを計算します。
	switch(config)# mcast root principal vsan 1	デフォルトで、主要スイッチを使用してマルチキャストツリーを計算します。

設定されたマルチキャストの動作モードと選択したルートドメインを表示するには、**show mcast** コマンドを使用します。

```
switch# show mcast vsan 1
Multicast root for VSAN 1
    Configured root mode : Principal switch
```

```
Operational root mode : Principal switch
Root Domain ID : 0xef(239)
```

順序どおりの配信

データ フレームの順序どおりの配信 (IOD) 機能を使用すると、フレームは送信元から送信されたときと同じ順番で宛先に配信されます。

一部のファイバチャネルプロトコルまたはアプリケーションでは、順序外のフレーム配信を処理できません。このような場合、Cisco MDS 9000 ファミリのスイッチではフレーム フローのフレーム順序が維持されます。フレームのフローは、Source ID (SID)、Destination ID (DID)、およびオプションとして Originator eXchange ID (OX ID) で識別されます。

IOD がイネーブルのスイッチでは、特定の入力ポートで受信されて特定の出力ポートに送信されるすべてのフレームは常に、受信時と同じ順序で配信されます。

IOD を使用するのには、順序外のフレーム配信をサポートできない環境の場合だけにしてください。



ヒント

順序どおりの配信機能をイネーブルにすると、グレースフル シャットダウン機能は実行されません。

この項では、次のトピックについて取り上げます。

- 「ネットワーク フレーム順序の再設定の概要」 (P.26-13)
- 「PortChannel フレーム順序の再設定の概要」 (P.26-14)
- 「順序どおりの配信のイネーブル化の概要」 (P.26-15)
- 「順序どおりの配信のグローバルなイネーブル化」 (P.26-15)
- 「特定の VSAN に対する順序どおりの配信のイネーブル化」 (P.26-15)
- 「順序どおりの配信のステータスの表示」 (P.26-16)
- 「ドロップ遅延時間の設定」 (P.26-16)
- 「遅延情報の表示」 (P.26-17)

ネットワーク フレーム順序の再設定の概要

ネットワーク内でルートが変更されると、新しく選択されたパスが元のルートよりも高速になったり、輻輳が軽減されたりすることがあります。

図 26-5 ルート変更の配信

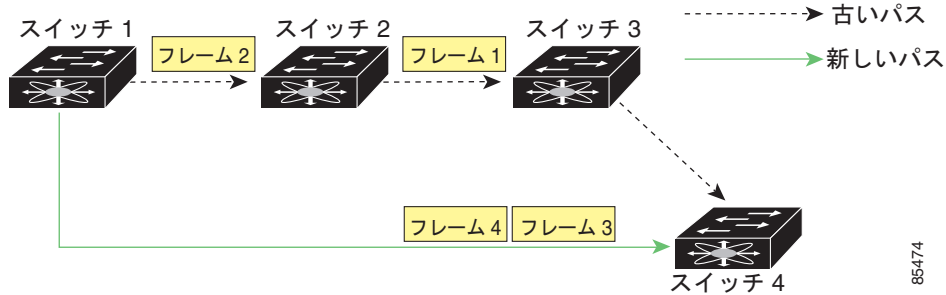


図 26-5 では、スイッチ 1 からスイッチ 4 への新しいパスの方が高速です。したがって、フレーム 3 およびフレーム 4 は、フレーム 1 およびフレーム 2 よりも先に配信されることがあります。

順序保証機能がイネーブルな場合、ネットワーク内のフレームは次のように配信されます。

- ネットワーク内のフレームは送信された順番で配信されます。
- ネットワーク遅延ドロップ期間内に順番どおりに配信できないフレームは、ネットワーク内でドロップされます。

PortChannel フレーム順序の再設定の概要

PortChannel 内でリンクが変更されると、同じ交換処理または同じフロー内のフレームが、元のパスから、より高速な別のパスに切り替えられることがあります。

図 26-6 リンクが輻輳している場合の配信

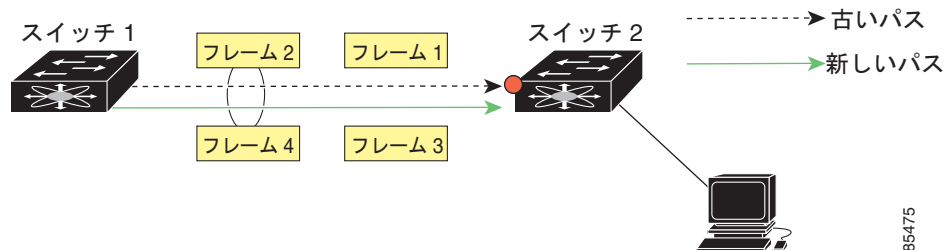


図 26-6 では、元のパス（赤い点線）のポートが輻輳しています。したがって、フレーム 3 およびフレーム 4 は、フレーム 1 およびフレーム 2 よりも先に配信されることがあります。

該当 PortChannel のすべてのフレームをフラッシュする要求を、PortChannel 上のリモート スイッチに送信して、順序どおりの配信機能をイネーブルにしておくと、PortChannel リンクの変更時にドロップされるフレーム数が最小限に抑えられます。



(注)

この IOD 拡張機能を実行するには、PortChannel 上の両方のスイッチで Cisco SAN-OS Release 3.0(1) が稼働している必要があります。これより古いリリースでは、IOD はスイッチ遅延期間だけ待機してから、新しいフレームを送信します。

順序どおりの配信機能がイネーブルになっているときに、PortChannel リンクの変更が発生した場合、PortChannel を経由するフレームは、次のように扱われます。

- 古いパスを使用するフレームが配信されてから、新しいフレームが許可されます。
- ネットワーク遅延ドロップ期間が経過して古いフレームがすべてフラッシュされると、新しいフレームは新しいパス経由で配信されます。

ネットワーク遅延ドロップ期間が経過した時点で、古いパス経由で順序どおりに配信できないフレームはドロップされます。「[ドロップ遅延時間の設定](#)」(P.26-16) を参照してください。

順序どおりの配信のイネーブル化の概要

順序どおりの配信機能は、特定の VSAN またはスイッチ全体に対してイネーブルにできます。Cisco MDS 9000 ファミリのスイッチでは、順序どおりの配信はデフォルトでディセーブルになります。



ヒント

この機能をイネーブルにするのは、順序に従わないフレームを処理できないデバイスがスイッチに搭載されている場合に限定してください。Cisco MDS 9000 ファミリのロード バランシング アルゴリズムによって、通常ファブリック処理中に、フレームの順序どおりの配信が保証されます。送信元 FC ID、宛先 FC ID、および交換 ID に基づくロードバランシング アルゴリズムをハードウェアで実行しても、パフォーマンスは低下しません。ただし、ファブリックに障害が発生した場合、順序どおりの配信機能がイネーブルになっていると、ファブリック転送の意図的な一時停止によって、無秩序に転送された可能性のある常駐フレームがファブリックから除去されるため、リカバリが遅延します。

順序どおりの配信のグローバルなイネーブル化

MDS スイッチ上のどの VSAN に対しても、順序どおりの配信パラメータを一様に設定するには、順序どおりの配信をグローバルにイネーブルにします。

順序どおりの配信をグローバルにイネーブルにするのは、ファブリック全体にこの機能が必要な場合だけにしてください。そうでない場合は、この機能を必要とする VSAN に対してだけ IOD をイネーブルにします。



(注)

Cisco MDS SAN-OS Release 1.3(3) 以前のリリースにダウングレードする際は、事前にスイッチ全体に対する順序どおりの配信をイネーブルにしてください。

スイッチに対する順序どおりの配信をイネーブルにするには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ 1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ 2	switch(config)# in-order-guarantee	スイッチ内で順序どおりの配信をイネーブルにします。
	switch(config)# no in-order-guarantee	スイッチを出荷時の設定に戻し、順序どおりの配信機能をディセーブルにします。

特定の VSAN に対する順序どおりの配信のイネーブル化

VSAN を作成した場合、作成された VSAN には、グローバルな順序保証値が自動的に継承されます。このグローバル値を上書きするには、新しい VSAN の順序保証をイネーブルまたはディセーブルにします。

マルチキャスト ツリー計算に最も小さなドメイン スイッチを使用するには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ2	switch(config)# in-order-guarantee vsan 3452	VSAN 3452 内で順序どおりの配信をイネーブルにします。
	switch(config)# no in-order-guarantee vsan 101	スイッチを出荷時の設定に戻し、VSAN 101 の順序どおりの配信機能をディセーブルにします。

順序どおりの配信のステータスの表示

現在の設定ステータスを表示するには、**show in-order-guarantee** コマンドを使用します。

```
switch# show in-order-guarantee
global inorder delivery configuration:guaranteed

VSAN specific settings
vsan 1 inorder delivery:guaranteed
vsan 101 inorder delivery:not guaranteed
vsan 1000 inorder delivery:guaranteed
vsan 1001 inorder delivery:guaranteed
vsan 1682 inorder delivery:guaranteed
vsan 2001 inorder delivery:guaranteed
vsan 2009 inorder delivery:guaranteed
vsan 2456 inorder delivery:guaranteed
vsan 3277 inorder delivery:guaranteed
vsan 3451 inorder delivery:guaranteed
vsan 3452 inorder delivery:guaranteed
```

ドロップ遅延時間の設定

ネットワーク、ネットワーク内の指定された VSAN、またはスイッチ全体のデフォルトの遅延時間を変更できます。

ネットワークおよびスイッチのドロップ遅延時間を設定する手順は、次のとおりです。

	コマンド	目的
ステップ1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。

	コマンド	目的
ステップ 2	<code>switch(config)# fcdroplateny network 5000</code>	ネットワークのネットワーク ドロップ遅延時間を 5000 ミリ秒に設定します。有効値は 0 ~ 60000 ミリ秒です。デフォルトは 2000 ミリ秒です。 (注) ネットワークのドロップ遅延時間は、ネットワーク内の最長パスのすべてのスイッチ遅延の合計として計算する必要があります。
	<code>switch(config)# fcdroplateny network 6000 vsan 3</code>	VSAN 3 のネットワーク ドロップ遅延時間を 6000 ミリ秒に設定します。
ステップ 3	<code>switch(config)# no fcdroplateny network 4500</code>	現在の <code>fcdroplateny</code> ネットワーク設定 (4500) を削除し、出荷時の初期状態に戻します。
	<code>switch(config)# fcdroplateny switch 4000</code>	スイッチのスイッチ ドロップ遅延時間を 4000 ミリ秒に設定します。有効値は 0 ~ 60000 ミリ秒です。デフォルト値は 500 ミリ秒です。 (注) スwitchのドロップ遅延パラメータの値は、ネットワークのすべてのスイッチで同じである必要があります。
	<code>switch(config)# no fcdroplateny switch 4500</code>	現在の <code>fcdroplateny</code> スwitch設定 (4500) を削除し、出荷時の初期状態に戻します。

遅延情報の表示

設定されている遅延パラメータを表示するには、`show fcdroplateny` コマンドを使用します (例 26-1 を参照)。

例 26-1 アドミニストレーティブ ディスタンスの表示

```
switch# show fcdroplateny
switch latency value:500 milliseconds
global network latency value:2000 milliseconds

VSAN specific network latency settings
vsan 1 network latency:5000 milliseconds
vsan 2 network latency:2000 milliseconds
vsan 103 network latency:2000 milliseconds
vsan 460 network latency:500 milliseconds
```

フロー統計情報の設定

フロー統計情報は、集約統計情報テーブル内の入力トラフィックをカウントします。次の 2 種類の統計情報を収集できます。

- 集約フロー統計 (VSAN のトラフィックをカウント)。
- VSAN 内の送信元/宛先 ID ペアに対応するトラフィックをカウントするフロー統計情報。

この項では、次のトピックについて取り上げます。

- 「フロー統計の概要」(P.26-18)

- 「集約フロー統計情報のカウント」 (P.26-18)
- 「個々のフロー統計情報のカウント」 (P.26-18)
- 「FIB 統計情報のクリア」 (P.26-19)
- 「グローバル FSPF 情報の表示」 (P.26-19)

フロー統計の概要

フロー カウンタをイネーブルにすると、第 1 世代モジュールの集約フロー統計とフロー統計に最大 1000 のエントリが使用可能になり、第 2 世代モジュールに最大 2000 のエントリが使用可能になります。各新フローのモジュールに必ず未使用のフロー インデックスを割り当ててください。フロー インデックスはモジュール全体で繰り返し使用できます。フロー インデックスの番号の間は、集約フロー統計情報とフロー統計情報間で共有します。

第 1 世代のモジュールは、モジュールあたり最大 1024 のフロー ステートメントを許容します。第 2 世代のモジュールは、モジュールあたり最大 2048 ~ 128 のフロー ステートメントを許容します。

集約フロー統計情報のカウント

VSAN の集約フロー統計情報をカウントするには、次の手順を実行します。

	コマンド	目的
ステップ1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ2	switch(config)# fcflow stats aggregated module 1 index 1005 vsan 1 switch(config)#	集約フロー カウンタをイネーブルにします。
	switch(config)# no fcflow stats aggregated module 1 index 1005 vsan 1 switch(config)#	集約フロー カウンタをディセーブルにします。

個々のフロー統計情報のカウント

VSAN 内の送信元および宛先 FC ID のフロー統計情報をカウントする手順は、次のとおりです。

	コマンド	目的
ステップ1	switch# config t switch(config)#	コンフィギュレーション モードに入ります。
ステップ2	switch(config)# fcflow stats module 1 index 1 0x145601 0x5601ff 0xffffffff vsan 1 switch(config)#	フロー カウンタをイネーブルにします。 (注) ソース ID および宛先 ID は、16 進形式の FC ID (0x123aff など) で指定します。使用できるマスクは、0xff0000 または 0xffffffff のどちらかです。
	switch(config)# no fcflow stats aggregated module 2 index 1001 vsan 2 switch(config)#	フロー カウンタをディセーブルにします。

FIB 統計情報のクリア

集約フロー カウンタをクリアするには、**clear fcflow stats** コマンドを使用します (例 26-2 および 26-3 を参照)。

例 26-2 集約フロー カウンタのクリア

```
switch# clear fcflow stats aggregated module 2 index 1
```

例 26-3 送信元および宛先 FC ID のフロー カウンタのクリア

```
switch# clear fcflow stats module 2 index 1
```

フロー統計情報の表示

フロー統計情報を表示するには、**show fcflow stats** コマンドを使用します (例 26-4 ~ 26-6 を参照)。

例 26-4 指定したモジュールの集約フローの詳細の表示

```
switch# show fcflow stats aggregated module 2
Idx  VSAN # frames # bytes
-----
0000 4      387,653  674,235,875
0001 6       34,402   2,896,628
```

例 26-5 指定したモジュールのフローの詳細の表示

```
switch# show fcflow stats module 2
Idx  VSAN D ID      S ID      mask      # frames # bytes
-----
0000 4      032.001.002  007.081.012 ff.ff.ff   387,653  674,235,875
0001 6      004.002.001  019.002.004 ff.00.00   34,402   2,896,628
```

例 26-6 指定したモジュールのフロー インデックス使用状態の表示

```
switch# show fcflow stats usage module 2
2 flows configured
configured flow : 3,7
```

グローバル FSPF 情報の表示

例 26-7 では、特定の VSAN に関するグローバル FSPF 情報が表示されます。

- スイッチのドメイン番号。
- スイッチの自律リージョン。
- Min_LS_arrival : スイッチが LSR アップデートを受け入れるまでの最小経過時間。
- Min_LS_interval : スイッチが LSR を送信する前に待機する必要がある最小時間。



ヒント `Min_LS_interval` が 10 秒より長い場合、グレースフル シャットダウン機能は実装されません。

- `LS_refresh_time` : LSR リフレッシュ送信間の間隔時間。
- `Max_age` : aa LSR が削除される前に留まることができる最大時間。

例 26-7 指定した VSAN の FSPF 情報の表示

```
switch# show fspf vsan 1
FSPF routing for VSAN 1
FSPF routing administration status is enabled
FSPF routing operational status is UP
It is an intra-domain router
Autonomous region is 0
SPF hold time is 0 msec
MinLsArrival = 1000 msec , MinLsInterval = 5000 msec
Local Domain is 0x65(101)
Number of LSRs = 3, Total Checksum = 0x0001288b

Protocol constants :
  LS_REFRESH_TIME = 1800 sec
  MAX_AGE          = 3600 sec

Statistics counters :
  Number of LSR that reached MaxAge = 0
  Number of SPF computations        = 7
  Number of Checksum Errors         = 0
  Number of Transmitted packets :  LSU 65 LSA 55 Hello 474 Retranmsitted LSU 0
  Number of received packets :  LSU 55 LSA 60 Hello 464 Error packets 10
```

FSPF データベースの表示

例 26-8 では、指定した VSAN の FSPF データベースのサマリーが表示されます。他のパラメータを指定しない場合、データベース内のすべての LSR が表示されます。

- LSR タイプ
- LSR 所有者のドメイン ID
- アドバタイジング ルータのドメイン ID
- LSR の経過時間
- LSR を示す番号
- リンク数

LSR 所有者のドメイン ID の追加パラメータを発行して、特定の情報を取得するために表示を絞り込むことができます。各インターフェイスについて、次の情報も表示されます。

- 近接スイッチのドメイン ID
- E ポート インデックス
- 近接スイッチのポート インデックス
- リンク タイプとコスト

例 26-8 FSPF データベース情報の表示

```
switch# show fspf database vsan 1

FSPF Link State Database for VSAN 1 Domain 0x0c(12)
LSR Type = 1
Advertising domain ID = 0x0c(12)
LSR Age = 1686
LSR Incarnation number = 0x80000024
LSR Checksum = 0x3caf
Number of links = 2
  NbrDomainId      IfIndex  NbrIfIndex  Link Type  Cost
-----
  0x65(101) 0x0000100e  0x00001081  1          500
  0x65(101) 0x0000100f  0x00001080  1          500

FSPF Link State Database for VSAN 1 Domain 0x65(101)
LSR Type = 1
Advertising domain ID = 0x65(101)
LSR Age = 1685
LSR Incarnation number = 0x80000028
LSR Checksum = 0x8443
Number of links = 6
  NbrDomainId      IfIndex  NbrIfIndex  Link Type  Cost
-----
  0xc3(195) 0x00001085  0x00001095  1          500
  0xc3(195) 0x00001086  0x00001096  1          500
  0xc3(195) 0x00001087  0x00001097  1          500
  0xc3(195) 0x00001084  0x00001094  1          500
  0x0c(12) 0x00001081  0x0000100e  1          500
  0x0c(12) 0x00001080  0x0000100f  1          500

FSPF Link State Database for VSAN 1 Domain 0xc3(195)
LSR Type = 1
Advertising domain ID = 0xc3(195)
LSR Age = 1686
LSR Incarnation number = 0x80000033
LSR Checksum = 0x6799
Number of links = 4
  NbrDomainId      IfIndex  NbrIfIndex  Link Type  Cost
-----
  0x65(101) 0x00001095  0x00001085  1          500
  0x65(101) 0x00001096  0x00001086  1          500
  0x65(101) 0x00001097  0x00001087  1          500
  0x65(101) 0x00001094  0x00001084  1          500
```

FSPF インターフェイスの表示

例 26-9 では、選択した各インターフェイスに関する次の情報が表示されます。

- リンク コスト
- タイマー値
- ネイバーのドメイン ID (既知の場合)
- ローカルインターフェイスの番号
- リモートインターフェイスの番号 (既知の場合)
- インターフェイスの FSPF 状態

- インターフェイス カウンタ

例 26-9 FSPF インターフェイスの情報の表示

```
switch# show fspf vsan 1 interface fc1/1
FSPF interface fc1/1 in VSAN 1
FSPF routing administrative state is active
Interface cost is 500
Timer intervals configured, Hello 20 s, Dead 80 s, Retransmit 5 s
FSPF State is FULL
Neighbor Domain Id is 0x0c(12), Neighbor Interface index is 0x0f100000
Statistics counters :
  Number of packets received : LSU 8 LSA 8 Hello 118 Error packets 0
  Number of packets transmitted : LSU 8 LSA 8 Hello 119 Retransmitted LSU 0
  Number of times inactivity timer expired for the interface = 0
```

デフォルト設定

表 26-4 に、FSPF 機能のデフォルト設定を示します。

表 26-4 FSPF のデフォルト設定値

パラメータ	デフォルト
FSPF	すべての E ポートおよび TE ポートでイネーブルです。
SPF 計算	ダイナミック
SPF ホールド タイム	0
バックボーン リージョン	0
ACK インターバル (RxmtInterval)	5 秒
リフレッシュ タイム (LSRefreshTime)	30 分
最大エージング (MaxAge)	60 分
hello 間隔	20 秒
デッド間隔	80 秒
配信ツリー情報	主要スイッチ (ルート ノード) から取得します。
ルーティング テーブル	FSPF は指定された宛先への等コスト パスを 16 まで格納します。
ロード バランシング	複数の等コスト パスの宛先 ID およびソース ID に基づきます。
順序どおりの配信	ディセーブル
ドロップ遅延	ディセーブル
スタティック ルート コスト	ルートのコスト (メトリック) を指定しない場合、デフォルトは 10 です。
リモート宛先スイッチ	リモート宛先スイッチを指定しない場合、デフォルトは、direct です。
マルチキャスト ルーティング	主要スイッチを使用してマルチキャスト ツリーを計算します。