

Cisco Catalyst 6500 シリーズ スイッチのハイ アベイラビリティ

概要

Cisco Catalyst® 6500 シリーズ マルチレイヤ スイッチは、企業およびサービス プロバイダーの環境で、安定したネットワーク設計を実現するために不可欠なコンポーネントとなっています。このような重要な役割を担う Cisco Catalyst 6500 シリーズは、信頼できるスイッチング プラットフォームを提供し、ハイパフォーマンスとインテリジェントなネットワーク サービスを実現しています。さらに Cisco Catalyst 6500 シリーズのハイ アベイラビリティにより、スーパーバイザ エンジンのフェールオーバー中でも IP フォンのコールを持続することができます。この文書では、Cisco Catalyst 6500 シリーズがハードウェアおよびソフトウェアの冗長機能によってシステムのハイアベイラビリティ（高可用性）を実現する方法について説明します。特に、次の3つの分野を重点的に取り上げます。

- Switch Fabric Module (SFM; スイッチファブリック モジュール) のファブリック冗長性
- Cisco Catalyst Operating System (Catalyst OS) を搭載したスーパーバイザ エンジンの冗長性、ハイアベイラビリティ機能（ステートフルプロトコル冗長性とイメージバージョンング機能を含む）

- Multilayer Switch Feature Card (MSFC; マルチレイヤ スイッチ フィーチャ カード) Cisco IOS® ソフトウェアの冗長機能 — Dual Router Mode (DRM; デュアルルータ モード)、Configuration-Synchronization (config-sync)、および Single Router Mode (SRM; シングルルータ モード)

この文書は、Cisco IOS ソフトウェア モデル (ネイティブの Cisco IOS ソフトウェア) ではなく、Cisco Catalyst 6500 シリーズ用のハイブリッド ソフトウェア モデル (スーパーバイザ エンジンの Cisco Catalyst OS、MSFC の Cisco IOS ソフトウェア) に基づいています。フィーチャ セットに関しては、すべて具体的に、スーパーバイザ エンジンの Cisco Catalyst OS 機能、または MSFC の Cisco IOS ソフトウェア機能と記されます。Cisco Catalyst OS のハイアベイラビリティ機能は、Cisco Catalyst OS 5.4 リリースで初めて導入され、この文書の作成時点では Cisco Catalyst Supervisor Engine 1A と Catalyst Supervisor Engine 2 の両方で使用できます。DRM のサポートは、Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.0(7)XE1 で開始されました。DRM の MSFC config-sync 冗長機能は、MSFC と MSFC2 の両方に対応した Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1(3a)E4 でサポートされています。MSFC SRM 機能は、MSFC2 に対応した Cisco Catalyst OS 6.3.1 および Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1(8)E2 で初めてサポートされました。

この文書は、2000 年 9 月に作成された原本の第 2 版です。この第 2 版では、SRM のよりの確な理解と説明のために、いくつかの章を更新しています。

図 1
Cisco Catalyst 6500
シリーズ





コンポーネントレベルの冗長性は非常に重要ですが、ハイアベイラビリティネットワークの設計は、個々のシステムの冗長性とネットワーク全体の冗長性を正しく組み合わせるかどうかによって決まります。ハイアベイラビリティネットワーク設計の詳細については、『高可用性キャンパスネットワークの設計』を参照してください。URLは次のとおりです。

http://www.cisco.com/jp/product/hs/switches/cat6500/prodlit/pdf/Campus_Design.pdf

スイッチファブリックモジュールの冗長性

Cisco Catalyst 6500 シリーズは、システムを経由するすべてのパケットにデータパスを提供する単一の 32 Gbps バススイッチングアーキテクチャに基づいています。Cisco Catalyst 6500 シリーズには、256 Gbps のクロスバースイッチングファブリック（高容量の帯域幅に対応した SFM と 30 Mpps 以上のフォワーディングパフォーマンス）が組み込まれています。SFM は、Cisco Catalyst 6506 および Cisco Catalyst 6509 シャーシでサポートされています。SFM2 は、基本的には同じファブリックですが、すべての Cisco Catalyst 6506、6509、および 6513 で動作するように設計されています。

スイッチングファブリックのフェールオーバー

SFM は、システムに対する別のレベルのハードウェア冗長性も提供しています。ファブリック対応ラインカードの単一ファブリックチャンネルバージョンは、スイッチングファブリックと既存のシステムバスバックプレーンの両方に接続できます。これにより、Cisco Catalyst 6500 シリーズでは、SFM をファブリック対応ラインカード間のプライマリデータパスとして使用できます。SFM に障害が発生すると、システムは 32 Gbps バスにフェールオーバーして、(15 Mpps のスループット、32 Gbps の帯域幅のバス容量でも) パケットスイッチングが継続し、ネットワークのオンライン状態を維持できます。Cisco Catalyst 6500 シリーズは、SFM を二重化して構成することもできます (Catalyst 6506、Catalyst 6509 のスロット 5 と 6、Catalyst 6513 のスロット 7 と 8)。これにより、第 3 レベルのファブリック冗長性が実現します。この構成では、プライマリファブリックモジュールで障害が発生すると、セカンダリファブリックモジュールにスイッチオーバーされ、引き続き 30 Mpps での運用が継続されます。ファブリックモジュールでさらに障害が発生した場合は、さらにシステムバスにスイッチオーバーすることもできます。

スイッチングファブリックの動作

SFM、ファブリック対応ラインカード、およびシャーシ内のクラシックラインカードのさまざまな組み合わせは、内部のスイッチング動作に影響するため、フェールオーバーの特徴にも影響します。この点は、ファブリック間、またはファブリックとバス間のフェールオーバーの例を理解する上で重要です。ファブリック対応ラインカードのみのシステムに、SFM をインストールした場合のスイッチング動作は Compact モードと呼ばれ、フォワーディングごとに (パケット全体ではなく) 32 バイトのコンパクトなヘッダーをバス経由でスーパーバイザエンジンに送信します。この動作により効率が向上するため、本来のシステムパフォーマンスが 30 Mpps に対応できるようになります。ファブリック対応カードのデータパスは、SFM を経由します。

SFM 搭載システムにクラシックラインカードをインストールした場合、バスのヘッダー形式は、システム内のすべてのラインカードに適合する必要があります。クラシックラインカードは Compact モードをサポートしていないため、ファブリック対応ラインカードは、スイッチングモードを Truncated モードに変更します。Truncated モードを使用すると、ファブリック対応ラインカードは、クラシックラインカードが認識できる 64 バイトのヘッダーのみの形式でパケットを送信できます。Truncated モードは、ファブリック対応ラインカード間のデータパスとして SFM を使用していることに注意する必要があります。クラシックカードおよびファブリックカードを使用するシステムでは、一元的なフォワーディングパフォーマンスの最大値は 15 Mpps ですが、システムにより多くの帯域幅を提供するためにスイッチファブリックが使用されています。SFM 非搭載システムにファブリック対応ラインカードをインストールした場合は、クラシックカードが使用されていても、Flow-through モードで動作します。このモードは基本的に、ラインカードがクラシックモードで動作するようにプログラムされているため、パケット全体は、フォワーディング決定を行うシステムバスを経由して送信されます。Flow-through モードのシステムは、15 Mpps のスイッチングに対応し、データパスは 32 Gbps のバスを経由します。



スイッチングモードへの変更は、インストールされているハードウェアに従って自動的に行われます。通常の運用では、SFMに特定の設定を行う必要はありません。SFMの現在のスイッチングモードは、Catalyst OSのCLI（コマンドラインインターフェイス）で **show fabric channel switchmode** コマンドを使用して確認できます。例1に、ファブリック完全対応システム（すべて Compact モード）を示します。例2に、SFMシステム内のクラシックラインカードとファブリック対応ラインカード（Flow-through モードと Truncated モード）を示します。

例1：ファブリック対応システム

次の出力は、二重化されたスーパーバイザエンジン、SFM × 1、およびスロット3に搭載のファブリック対応ラインカードを搭載した場合の例です。

```
Sup2-A> (enable) show fabric channel switchmode
Module Num Fab Chan Fab Chan Switch Mode Channel Status
```

Module	Num	Fab	Chan	Fab	Chan	Switch	Mode	Channel	Status
1	1	0,0	compact	ok					
2	1	0,1	compact	ok					
3	1	0,2	compact	ok					
5	18	0,0	n/a	ok					
5	18	1,1	n/a	ok					
5	18	2,2	n/a	ok					
5	18	3,3	n/a	unknown					
5	18	4,4	n/a	unknown					
5	18	5,5	n/a	unknown					
5	18	6,6	n/a	unknown					
5	18	7,7	n/a	unknown					
5	18	8,8	n/a	unknown					
5	18	9,9	n/a	unknown					
5	18	10,10	n/a	unknown					
5	18	11,11	n/a	unknown					
5	18	12,12	n/a	unknown					
5	18	13,13	n/a	unknown					
5	18	14,14	n/a	unknown					
5	18	15,15	n/a	unknown					
5	18	16,16	n/a	unknown					
5	18	17,17	n/a	unknown					
15	0	n/a	n/a	n/a					
16	0	n/a	n/a	n/a					

次に **show fabric channel switchmode** の CLI 出力を説明します。

Num Fab Chan — モジュールが関連付けられているファブリックチャンネルの数。

Fab Chan — 最初の番号は、モジュールが関連付けられているファブリックチャンネル番号。2番目の番号は、SFMが関連付けられているファブリックチャンネル番号。

Switch mode — 出力は、[flow through]、[truncated]、[compact]のいずれか。スイッチモードは、ファブリックおよびバス接続のラインカードにのみ適用される。

Channel status — 出力は、[ok]、[sync error]、[CRC error]、[heartbeat error]、[buffer error]、[timeout error]、または [unknown] のいずれか。チャンネルステータスは、ファブリックおよびバス接続のラインカードにのみ適用される。



例 2 : クラシックおよびファブリック対応システム

次の出力は、二重化されたスーパーバイザ エンジン、SFM × 1、スロット 3 に搭載のクラシック ライン カード × 1、スロット 7 および 9 に搭載のファブリック対応ライン カード × 2 で構成した場合の例です。

```
Sup-A> (enable) show fabric channel switchmode
```

```
Module Num Fab Chan Fab Chan Switch Mode Channel Status
```

Module Num	Fab	Chan	Fab Chan	Switch Mode	Channel Status
1	1	0,0	flow through	ok	
2	1	0,1	truncated	ok	
3	0	n/a	n/a	n/a	
5	18	0,0	n/a	ok	
5	18	1,1	n/a	ok	
5	18	2,2	n/a	unknown	
5	18	3,3	n/a	unknown	
5	18	4,4	n/a	unknown	
5	18	5,5	n/a	unknown	
5	18	6,6	n/a	ok	
5	18	7,7	n/a	unknown	
5	18	8,8	n/a	ok	
5	18	9,9	n/a	unknown	
5	18	10,10	n/a	unknown	
5	18	11,11	n/a	unknown	
5	18	12,12	n/a	unknown	
5	18	13,13	n/a	unknown	
5	18	14,14	n/a	unknown	
5	18	15,15	n/a	unknown	
5	18	16,16	n/a	unknown	
5	18	17,17	n/a	unknown	
7	1	0,6	truncated	ok	
9	1	0,8	truncated	ok	
15	0	n/a	n/a	n/a	
16	0	n/a	n/a	n/a	

スイッチング モードは自動的に変更されるため、手動で設定を変更しなくても、クラシック カードまたはファブリック対応カードをシステムに搭載することができます。前述のように、クラシック ライン カードをファブリック対応システムにインストールすると、パフォーマンスと相互運用性のどちらをとるかという問題が発生します。ネットワーク環境の多くがパフォーマンスの方を重視しているため、ファブリック対応システムは、クラシック カードを受け入れないように設定できます (Flow-through モードをサポートしないなど)。**set system crossbar-fallback none** コマンドを実行することで、システムはシャーシにインストールされたクラシック ライン カードを起動しなくなり、Compact モード (30 Mpps) のみで動作します。

```
Sup-A> (enable) set system crossbar-fallback none
```

クロスバーフォールバックのデフォルトは、バス モードです。現在のシステム状態を判別するには、**show system crossbar-fallback** コマンドを使用します。

```
Sup-A> (enable) show system crossbar-fallback
```

```
Cross-fallback: bus-mode
```

つまり、SFM をシャーシで冗長構成にすると、ファブリック間およびファブリックとバス間でフェールオーバーを実行できます。SFM を二重化したシステム構成の場合は、スタンバイ SFM をフェールオーバーに使用できます。またファブリック対応ライン カードを搭載したシングル SFM のシステムは、32 Gbps のバスにフェールオーバーして、運用を継続することができます。どちらの場合も、3 秒以内にリカバリが行われ、通常の運用に戻ります。このように、上記の構成例ではリカバリがすばやく行われるため、各ライン カードやスーパーバイザ エンジン、および SFM ファブリックチャンネル間で必要とされる、スイッチング モードの変更と同期プロセスが可能になります。冗長 SFM 構成に対応していることで、最大 3 つのレベルのバックプレーン冗長性が可能になり、ハードウェアに障害が発生しても、ネットワーク アベイラビリティへの影響を最小限に抑えて運用を続けることができます。



冗長スーパーバイザ エンジン

前述のように、Cisco Catalyst 6500 シリーズのハイ アベイラビリティ機能により、冗長スーパーバイザ エンジン間で負荷の少ないステートフルなスイッチオーバーが可能になります。この機能は、Cisco Catalyst OS ソフトウェア バージョン 5.4 で初めて導入されました。

スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバー

スーパーバイザ エンジン を二重化することで、Cisco Catalyst 6500 シリーズのフォワーディング インテリジェンスに対応したハードウェア冗長性が実装されます。Cisco Catalyst 6500 シリーズは、最大 2 基のスーパーバイザ エンジン を搭載可能 (スロット 1 および 2 を使用) です。この場合、一方はアクティブ スーパーバイザ エンジン となり、もう一方はスタンバイ スーパーバイザ エンジン となります。アクティブ スーパーバイザ エンジン は、先にオンラインになるスーパーバイザ エンジン です。これは、スーパーバイザ エンジンの [Active] LED、またはコンソールからの **show module** コマンドの入力によって確認できます。どちらのスーパーバイザ エンジン も、同じハードウェア モデルであることが必要です。つまり、Policy Feature Card (PFC; ポリシー フィーチャ カード) と MSFC がスロット 1 の Supervisor 1A にある場合、PFC と MSFC はスロット 2 の Supervisor 1A にも搭載されている必要があります。また Supervisor Engine 2 がスロット 1 にある場合は、スロット 2 にも Supervisor Engine 2 が存在する必要があります。Supervisor Engine 1A および 2 は、Cisco Catalyst 6000 および 6500 シリーズで使用できます。アクティブ スーパーバイザ がオフラインになるか、障害が発生した場合は、スタンバイ スーパーバイザ がシステムを制御します。

冗長スーパーバイザ 構成の 2 つのスーパーバイザ エンジン は、異なる役割を担っています。アクティブ スーパーバイザ エンジン は、システム バス および すべてのライン カードを制御します。すべてのプロトコルはアクティブ スーパーバイザ エンジン で実行され、すべてのパケット フォワーディングも実行されます。スタンバイ スーパーバイザ エンジン は、ライン カードとは通信しません。スタンバイ スーパーバイザ エンジン はネットワークからパケットを受信し、この情報をフォワーディング テーブルに読み込みますが、パケット フォワーディングには関与しません。システム上の関連するプロトコルは、スタンバイ スーパーバイザ エンジン 上でも初期化されていますが、アクティブにはなりません。Cisco Catalyst 6500 シリーズ スーパーバイザ エンジン は、ホットスワップに対応しており、スタンバイ スーパーバイザ エンジン は、ネットワークの動作に影響することなくアクティブなシステムにインストールできます。冗長スーパーバイザ エンジン は、ロード シェアリングを実行しない点にも注意してください。アクティブ スーパーバイザ エンジン は、システムで完全なパケット フォワーディング インテリジェンス (N+1 冗長性) を実現します。アクティブ スーパーバイザ エンジン に障害が発生した場合は、スタンバイ スーパーバイザ エンジン が同じシステム負荷を保持できます。

スタンバイ スーパーバイザ エンジン は、5 ~ 10 ミリ秒ごとに Ethernet out-of-band channel (EOBC) を経由してアクティブ スーパーバイザ エンジン をポーリングし、アクティブ スーパーバイザ エンジンのオンライン ステータスを監視します。アクティブ スーパーバイザ エンジン は、ハードウェアの障害、システムの過負荷状態、メモリ破損の問題、シャーシからの取り外し、オペレータによるリセットなど、さまざまな理由でオフラインになる可能性があります。スタンバイ スーパーバイザ エンジン は、このような障害を検出すると、新たなアクティブ スーパーバイザ エンジン になります。スーパーバイザ エンジンの Cisco Catalyst OS ソフトウェアは、プロトコル、ライン カード および フォワーディング エンジン を通常の状態に復元します。この復元は、高速スイッチオーバーまたはハイ アベイラビリティ スwitchオーバーによって行われます。

スーパーバイザの高速スイッチオーバー

Cisco Catalyst OS のハイ アベイラビリティ機能はデフォルトでは無効のため、代替となる高速スイッチオーバーと呼ばれる機能があります。高速スイッチオーバー機能は、ハイ アベイラビリティ機能の前身であり、ハイ アベイラビリティが無効、またはソフトウェア バージョンでサポートされていない場合に、スーパーバイザ スwitchオーバー メカニズムとして働きます。この機能は、スーパーバイザに障害がある場合に通常発生



するイベントをスキップすることで、スイッチオーバー時間を短縮します。具体的には高速スイッチオーバーメカニズムにより、各ラインカードは、通常システム再初期化の一部となる個々のソフトウェアのダウンロードおよび診断の一部をスキップできます。スイッチオーバーでは、レイヤ 2 以上のすべてのプロトコル再開と、すべてのポートのリセットが必要です。その結果、デフォルト設定でのスイッチオーバーのパフォーマンスは、約 28 秒に、プロトコルの再開に必要な時間を加えたものになります。例えば Spanning-Tree Protocol (STP; スパニングツリープロトコル) のデフォルト時間が設定されたスイッチでは、高速スイッチオーバー後にトラフィックの転送が再開されるまで、約 58 秒かかりました。ただし、高速スイッチオーバー後にトラフィックの転送が開始されるまでの時間は、スイッチのデフォルト設定を調整することで短縮できます。Portfast を有効にして、ポートチャネル (PagP) を無効にし、ワークステーションが直接接続されているポートのトランッキングをオフにすることで、高速スイッチオーバー時間を約 10 秒に短縮できます。アクティブなネットワーク環境では、このようなスイッチオーバー時間は、ネットワークの運用上重大な中断となります。

スーパーバイザのハイアベイラビリティ機能

Cisco Catalyst OS のハイアベイラビリティソフトウェア機能により、プロトコル冗長性も実現されるため、Cisco Catalyst 6500 シリーズハードウェアの冗長性はさらに強化されます。この機能には、ステートフルプロトコル冗長性およびイメージバージョンが含まれます。これらの機能を使用するには、CLI を介してハイアベイラビリティ機能を有効にする必要があります。

```
Sup-A> (enable) set system highavailability enable
System high availability enabled.
```

通常の冗長スーパーバイザでは、正常な動作のためにハイアベイラビリティ機能を有効にすることを推奨します。

スーパーバイザのステートフルプロトコル冗長性

ステートフルスーパーバイザスイッチオーバーでは、アクティブスーパーバイザからスタンバイスーパーバイザへのスイッチオーバー時間が 3 秒未満に短縮されます。このダウンタイムの短縮は、アクティブスーパーバイザエンジンとスタンバイスーパーバイザエンジン間のレイヤ 2、レイヤ 3、およびレイヤ 4 プロトコル¹の大半を同期させることで実現し、「プロトコルステートの維持」と呼ばれます。

二重化したスーパーバイザエンジンにおけるステートフルプロトコル冗長性では、ハイアベイラビリティのサポートを必要とするすべてのプロトコルと機能に対応するために、各スーパーバイザエンジンでプロトコルステータデータベースが保持されます。これらのプロトコルの大部分は、アクティブスーパーバイザエンジンでのみ実行されています。ハイアベイラビリティスイッチオーバーが発生した場合、新しいアクティブスーパーバイザエンジンは、初期状態ではなく、更新されたデータベースの状態からプロトコルを開始できます。この方法により、冗長システムはステートフルプロトコル冗長性を維持し、アクティブスーパーバイザエンジンがオフになったときにネットワークのダウンタイムを最小限に抑えることができます。

- **ハイアベイラビリティのサポート対象機能** — ハイアベイラビリティが完全にサポートされています。アクティブスーパーバイザエンジンとスタンバイスーパーバイザエンジン間の機能の状態は、プロトコルデータベース内に保持されます。
- **ハイアベイラビリティ互換機能** — この機能では、ハイアベイラビリティはサポートされていません。この機能のプロトコルデータベースは、スーパーバイザエンジン間で同期されません。この機能は、ハイアベイラビリティ機能が有効な場合に使用できます。たとえば、GARP Multicast Registration Protocol (GMRP) とハイアベイラビリティの両方が有効になっている場合に、ハイアベイラビリティスーパーバイザエンジンのフェールオーバーが発生すると、GMRP プロトコルは、初期状態 (非ステートフル) から再開します。互換機能が有効になっている場合、ステートフルプロトコル冗長性はサポート対象機能に引き続き対応します。
- **ハイアベイラビリティ非互換機能** — ハイアベイラビリティはサポートされていません。この機能のプロトコルデータベースは、スーパーバイザエンジン間で同期されません。この機能は、ハイアベイラビリティ機能が有効な場合には使用できません。誤作動が発生する可能性があるため、これらの機能は、ハイアベイラビリティが有効な状態ではサポートされません。

1. レイヤ 4 プロトコルには、拡張 IP アクセスリストのレイヤ 4 情報が含まれます。



重要：ハイアベイラビリティシステムが必要な場合は、これらの機能を使用しないでください。

表 1 に、Cisco Catalyst OS バージョン 7.5 時点におけるハイアベイラビリティの Protokol および機能のサポートと互換性を示します。

表 1 ハイアベイラビリティ機能のサポート

サポート対象機能	互換機能	非互換機能
COPS-DS および COPS-PR	ASLB	ダイナミック VLAN (仮想 LAN)
Dynamic Trunk Protocol	Cisco Discovery Protocol	Generic VLAN Registration Protocol (GVRP)
Cisco Express Forwarding および隣接テーブル	GMRP	Protokol フィルタリング
プライベート VLAN	Internet Group Management Protocol (IGMP) スヌーピング	
ルータの Access Control List (ACL)	Remote Monitoring (RMON)	
Multilayer Switching (MLS; マルチレイヤ スイッチング)	Resource Reservation Protocol (RSVP)	
Port Aggregation Protocol/Link Aggregation Protocol (PAGP/LACP)	SNMP (簡易ネットワーク管理 Protokol)	
QoS ACL およびポリサー	Telnet セッション	
Switched Port Analyzer (SPAN; スイッチド ポート アナライザ)	VTP プルーニング	
STP	Uplinkfast	
トランッキング		
UniDirectional Link Detection (UDLD; 単一方向リンク検出) Protokol		
VLAN ACL		
VLAN Trunking Protokol (VTP; VLAN トランッキング Protokol)		
ポート セキュリティ		
802.1X		

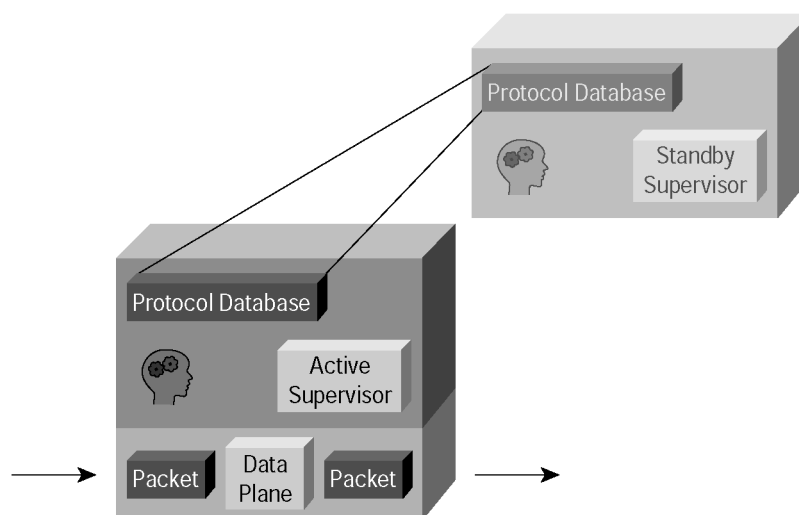
ハイアベイラビリティ機能でサポートされている機能の最新リストについては、『Catalyst 6500 シリーズ スイッチ ソフトウェア コンフィギュレーション ガイド』の「冗長機能の設定」の章、およびリリース ノートを参照してください。

レイヤ 3 およびレイヤ 4 の Protokol や機能の大半は、スーパーバイザ エンジンを搭載した PFC または PFC2 の Application Specific Integrated Circuit (ASIC; 特定用途向け IC) にプログラムされています。このような例としては、アクセス リスト (ルータ ベースおよび VLAN ベース)、フォワーディング テーブル (マルチレイヤ スイッチング キャッシュおよび Cisco Express Forwarding テーブル)、Quality of Service (QoS; サービス品質) 設定などがあります。Protokol は Protokol データベースに保持され、スーパーバイザ エンジンのフェールオーバーが発生した場合、ハードウェアで引き続きスイッチングが行われます。これらの Protokol の一部は、MSFC の二重化構成に依存します。これについては、後半で詳しく説明します。



次の図 2 に示すように、プロトコル ステート データベースは、最新のプロトコル ステート情報を格納するリポジトリです。このデータベースはアクティブ スーパーバイザによって生成され、スタンバイ スーパーバイザによって保存されます。データベースには、モジュールとポートの状態、VLAN 情報、NVRAM（不揮発性 RAM）設定、さまざまなプロトコル固有のデータなど、特定のシステム情報が格納されます。どちらのスーパーバイザ エンジンも、このデータを転送できるように同期処理を実行します。アクティブ スーパーバイザ エンジンでデータベース エントリが更新されると、同期処理により更新が First-in first-out (FIFO; 先入れ先出し) キューに入れられます。このキューは、スタンバイ スーパーバイザにデータを転送して定期的に空になるようにスケジュールされます。転送はバックグラウンド プロセスであるため、更新間隔は、システム内の他のアクティブなプロセスの数によって異なります。更新間隔は、1 ～ 5 秒の範囲内で、2 秒がおおよその平均値です。スタンバイ スーパーバイザ エンジンの同期プロセスは、この非同期更新を受信して、スタンバイ スーパーバイザ エンジンのプロトコル ステート データベースに取り込みます。システムが起動するか、2 台目のスーパーバイザ エンジンがホットインサートされると、すべてのプロトコル ステートが最新になるように、プロトコル データベース間でグローバル同期が行われます。

図 2
ステートフル プロトコル データベースの図



ステートフルプロトコル機能を簡単にまとめると、ハイ アベイラビリティ スイッチオーバーのパフォーマンスは、設定の複雑さよりも同期処理のステータスに依存します。システムおよびプロトコルが安定した運用状態になると、各スーパーバイザ エンジンのプロトコル ステート データベースは、ほぼ同じステータスになります（キュー内の更新数によって異なる）。スイッチオーバーのパフォーマンスを決定する要因は、キュー内の完了していない更新の数です。結果として、ハイ アベイラビリティ スーパーバイザ エンジンのスイッチオーバーのパフォーマンスは 3 秒未満になります。

スーパーバイザ エンジン ソフトウェア イメージのアップグレード

スーパーバイザ エンジンを冗長化した構成では、システムのハイ アベイラビリティが保証されるように、Cisco Catalyst OS イメージを適切に管理する必要があります。ここでは、Cisco Catalyst OS イメージを管理するためのいくつかのオプションについて説明します。

スーパーバイザ エンジン イメージの同期

Cisco Catalyst 6500 シリーズのデフォルト設定では、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンの Cisco Catalyst OS ソフトウェア イメージが同じである必要があります。これにより、以前にアクティブだったスーパーバイザ エンジンと新たにアクティブになったスーパーバイザ エンジンで、同じソフトウェア機能およびリビジョンを使用したスイッチオーバーが行われるため、安定した動作環境を維持できます。システムの起動時に 2 つのイメージのバージョンが異なっている場合、アクティブ スーパーバイザ エンジンは、最新のブート イメージをスタンバイ スーパーバイザ エンジンにダウンロードします。アクティブ スーパーバイザ エンジンの NVRAM 設定も、スーパーバイザ エンジン間で同期されます。



Cisco Catalyst OS のイメージ同期機能により、スーパーバイザ エンジン間のソフトウェアで一貫性が維持されますが、ソフトウェアをアップグレードするには、システムを長時間オフラインにする必要があります。アップグレードを実行するには、アクティブ スーパーバイザ エンジンをリセットしてから新しいバージョンのソフトウェアをロードする必要があります。その後、アクティブ スーパーバイザ エンジンは、ソフトウェア イメージをスタンバイ スーパーバイザ エンジンに同期します。システム全体をウォーム ブートする必要があるため、これは通常、定期的なダウンタイム時またはメンテナンス時に実行する必要があります。MSFC の Cisco IOS ソフトウェアは、この同期プロセスの一部ではない点にも注意してください。

スーパーバイザ エンジンのバージョンニング機能

バージョンニングは、Cisco Catalyst OS ハイ アベイラビリティ機能の 2 つめの機能です。これは、スーパーバイザ エンジンを冗長構成にした場合に、ハイ アベイラビリティ機能を有効にすることで動作します。これにより、アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンで、互換性のある別々のイメージを実行できますが、デフォルトのスーパーバイザ エンジンのイメージ同期プロセスは無効になります。この機能は、ハイ アベイラビリティ機能のスーパーバイザ スイッチオーバーを使用することで、ソフトウェア アップグレードをリアルタイムに実行します。これにより、デバイスを再起動しなくても Cisco Catalyst OS ソフトウェアをアップグレードできるだけでなく、ソフトウェア アップグレードに失敗した場合の予備として、スタンバイ スーパーバイザ エンジンで使用およびテストしたバージョンの Cisco Catalyst OS を保持することもできます。どちらのスーパーバイザ エンジンでも、実行できるイメージのバージョンに制限はないため、Catalyst OS イメージのアップグレードまたはダウングレードが可能です。

2 つの異なるイメージ バージョンが実行されている場合、システムは互換性があるかどうかを判別します。アクティブ スーパーバイザ エンジンとスタンバイ スーパーバイザ エンジンは、イメージ バージョン情報を交換して、2 つのソフトウェア イメージに互換性があるかどうかを判断します。イメージ バージョンは、互換性あり、互換性なし、またはアップグレード可能のいずれかとして定義されます。互換性のあるバージョンとは、異なるイメージ間でステートフル プロトコル冗長性がサポートされるということです。アクティブ スーパーバイザ エンジンの NVRAM に対する設定は、すべてスタンバイ スーパーバイザ に送信されます。2 つのバージョン間でプロトコル ステート データベースを同期できない場合、2 つの Cisco Catalyst OS バージョンは互換性なしとなります。2 つのソフトウェア イメージに互換性がない場合は、ソフトウェア アップグレードのプロセスがシステムの動作に影響します (つまり、ハイ アベイラビリティ スイッチオーバーによる切り替え時間 [1 ~ 3 秒] よりも時間がかかります)。また、NVRAM 設定の変更がスーパーバイザ エンジン間で同期されません。互換性のないバージョンの特別なケースとして、アップグレード可能 (upgradable) と呼ばれるものがあります。このケースでは、ハイ アベイラビリティ スーパーバイザ スイッチオーバーは使用できませんが、アクティブ スーパーバイザ エンジンの NVRAM の設定変更を、スタンバイ スーパーバイザ エンジンに同期させることができます。これが特別なケースとされるのは、2 つの異なるソフトウェア バージョンを同期構成では実行できても、フェールオーバーの機能がないためです。

Cisco Catalyst OS ソフトウェア イメージに互換性がない場合、ハイ アベイラビリティ スイッチオーバーは実行できません。コマンド **show system highavailability** で動作ステータス出力をモニタし、2 つの Cisco Catalyst OS イメージのハイ アベイラビリティ互換性を確認する必要があります。動作ステータスは ON または OFF で、システム固有のステータス メッセージが表示されます。次の出力は、ハイ アベイラビリティが有効で、Cisco Catalyst OS のバージョンにハイ アベイラビリティ互換性がある場合 (動作ステータス: ON) を示しています。

```
Sup-A> (enable) show system highavailability
Highavailability: enabled
Highavailability versioning: disabled
Highavailability Operational-status: ON
```

通常は、Cisco Catalyst OS ソフトウェアをアップグレードする場合にのみ、ハイ アベイラビリティ バージョニングを有効にすることを推奨します。通常の動作条件を維持するためには、(ハイ アベイラビリティ バージョニングが無効になっている) 従来のイメージ同期プロセスを実行する必要があります。一般的に言えば、ハイ アベイラビリティ互換イメージは、Cisco Catalyst OS ソフトウェアのメンテナンス リリースでのみ使用できます。メンテナンス リリースは、バージョン 5.5.1 からバージョン 5.5.2 へのアップグレードといった差分機能更新と、バグ修正を含む新しいバージョンのソフトウェアです。メジャー リリースは、ハイ アベイラビリティ互換ではありません。リリース ノートには、ハイ アベイラビリティ互換性のリストが記載されています。



Cisco Catalyst OS イメージのアップグレード手順

前述のように、ハイアベイラビリティ機能に関連するダウンタイムを最小限にするために、次の手順でソフトウェア アップグレードを実行することを推奨します。イメージ間のハイアベイラビリティ互換性は、手順の途中で判別されます。MSFCはこの手順の影響を受けますが、これについては「MSFCのハイアベイラビリティ機能」で説明します。

この例では、スロット 1 のスーパーバイザ エンジン (Sup-A) がアクティブ モード、スロット 2 のスーパーバイザ エンジン (Sup-B) がスタンバイ モードで開始されます。この手順では、両方のスーパーバイザでコンソール接続を使用可能にすることを推奨します。

1. アクティブ スーパーバイザ エンジンのハイアベイラビリティ機能を無効にします。

```
Sup-A> (enable) set system highavailability disable
```

この機能は、デフォルトで無効になっています。

2. 新しい Cisco Catalyst OS ソフトウェア イメージを、アクティブ スーパーバイザ エンジンのブート フラッシュにロードします (スロット 0、Trivial File Transfer Protocol [TFTP; 簡易ファイル転送プロトコル] などを経由)。

```
Sup-A> (enable) copy slot0:cat6000-sup2k8.7-2-2.bin bootflash:cat6000-sup2k8.7-2-2.bin
```

3. 新しいイメージがアクティブ スーパーバイザ エンジンのブート フラッシュに正常にロードされたことを確認します。

```
Sup-A> (enable) dir bootflash:
```

4. 現在のブート変数を消去します。

```
Sup-A> (enable) clear boot system all
```

5. アクティブ スーパーバイザ エンジンのブート変数を、新しい Cisco Catalyst OS ソフトウェア イメージに設定します。

```
Sup-A> (enable) set boot system flash bootflash:cat6000-sup2k8.7-2-2.bin
```

約 120 秒で、アクティブ スーパーバイザ エンジンのブート エントリとして設定されたイメージが、スタンバイ スーパーバイザ エンジンのブート フラッシュにコピーされます (これがイメージの同期です)。これは、Cisco Catalyst OS イメージ ファイルの内部 TFTP で、完了まで数分かかります。イメージ ファイルは、ファイル名の先頭に BTSYNC が付いており、アクティブ スーパーバイザ エンジンの起動時イメージから同期されていることを示します。

7. 同期の完了後、新しいイメージがスタンバイ スーパーバイザ エンジンに存在し、ブート変数が正しく設定されていることを確認します。

```
Sup-A> (enable) dir 2/bootflash:
```

```
Sup-A> (enable) show boot 2
```

これで、新しい Cisco Catalyst OS イメージが両方のスーパーバイザ エンジンにロードされました。

8. アクティブ スーパーバイザ エンジンのハイアベイラビリティ バージョニングを有効にします。

```
Sup-A> (enable) set system highavailability enable
```

```
Sup-A> (enable) set system highavailability versioning enable
```

新しいソフトウェアを実行するスタンバイ スーパーバイザ エンジンがアクティブになる前に、バージョニングを有効にする必要があります。これにより、スタンバイ スーパーバイザ エンジンはスタンバイモードを維持しながら、新しいバージョンの Cisco Catalyst OS で再起動できます。

9. このアップグレード手順の目的は、予備として Cisco Catalyst OS の古いイメージを使用できるようにすることです。現在アクティブなスーパーバイザ エンジンは、(不測の再起動後でも) 古いイメージを保持する必要があります。したがって、アクティブ スーパーバイザ エンジンのブート変数を元の設定に変更して、ブート フラッシュに保存するようにする必要があります。

```
Sup-A> (enable) set boot system flash bootflash:cat6000-sup2k8.old.bin
```

注: バージョニングが有効になっているため、ブート変数を設定しても、イメージ同期は行われません。



10. スタンバイ スーパーバイザ エンジンのリセットします。

```
Sup-A> (enable) reset 2
```

スタンバイ スーパーバイザ エンジンはスタンバイ モードのまま、新しい Cisco Catalyst OS イメージで再起動します。アクティブ スーパーバイザの動作には影響しません。

11. スタンバイ スーパーバイザの再起動後、新しい Cisco Catalyst OS イメージが実行されていることを確認します。

```
Sup-A> (enable) show module
```

スタンバイ スーパーバイザ エンジンに新しいソフトウェア バージョンが表示されます。アクティブ スーパーバイザ エンジンのバージョンとは異なっている必要があります。

12. 2つの異なる Cisco Catalyst OS イメージにハイ アベイラビリティ互換性があることを確認します。

```
Sup-A> (enable) show system highavailability
```

ハイ アベイラビリティ スイッチオーバーを行うには、ハイ アベイラビリティ機能の動作ステータスが ON になっている必要があります。ON になっていない場合は、システムを高速スイッチオーバー（非ステートフル）でアップグレードし、プロトコルを再開する必要があります。

13. アクティブ スーパーバイザ エンジンのリセットします。コマンド ラインの動作を維持するために、コンソール接続をスロット 2 のスーパーバイザ エンジン（Sup-B）に変更する必要があります。

```
Sup-A> (enable) reset 1
```

こうして、スタンバイ スーパーバイザ エンジンが（新しいソフトウェアを実行する）アクティブ スーパーバイザ エンジンとなり、以前アクティブだったスーパーバイザ エンジンは再起動して、スタンバイ モードで動作します。このフェールオーバーにより、デバイスを通るトラフィックがわずかに中断されます。影響を受けるトラフィックの量は、ハイ アベイラビリティ スイッチオーバーまたは高速スイッチオーバーのどちらが行われるかによって異なります。

14. システムが予測どおりに動作していることを確認します。現在スロット 2 のスーパーバイザ エンジンがアクティブで、新しいバージョンの Cisco Catalyst OS ソフトウェアを実行しています。スロット 1 のスーパーバイザ エンジンはスタンバイ モードで、前のバージョンのソフトウェアを実行しています。これで、以前の Cisco Catalyst OS イメージを復元するための予備として、新しいスタンバイ スーパーバイザ エンジンを使用できるようになりました。

15. システムが予測どおりに動作している場合、スタンバイ スーパーバイザ エンジン（現在は Sup-A）の起動設定を更新する必要があります。これは、新しいアクティブ スーパーバイザ エンジンのバージョンニングを無効にすることで実行できます。これにより、イメージ同期機能が自動的に有効になります。

```
Sup-B> (enable) set system highavailability versioning disable
```

```
Sup-B> (enable) reset 1
```

これで、スーパーバイザ エンジンの Cisco Catalyst OS ソフトウェア アップグレード手順が完了しました。

MSFC のハイ アベイラビリティ機能

MSFC ルーティング エンジンは、スーパーバイザ エンジンのオプションのドータカードで、MSFC と MSFC2 の 2 種類が使用できます（設定要件については、MSFC のデータシートを参照）。スーパーバイザ エンジン を冗長化している場合、MSFC ルーティング エンジンも冗長化することができます。したがって、MSFC が正常に動作するには、スーパーバイザ エンジンが正常に動作する必要があります。スーパーバイザをリセットまたはフェールオーバーすると、MSFC ルーティング エンジンもリセットされます。

Cisco Catalyst OS ハイ アベイラビリティ機能は、2 基のスーパーバイザ エンジン間のプロトコル ステートを維持しますが、デュアル MSFC は、DRM および SRM 冗長モードで動作します。どちらの MSFC 冗長モードを実行する場合でも、Cisco Catalyst OS ハイ アベイラビリティ機能を有効にすることを推奨します。



デュアル ルータ モード

DRM は、スーパーバイザ エンジンまたは MSFC の冗長構成に対応した本来の MSFC 設定です。このモードでは、両方の MSFC がネットワーク上でアクティブなルータになります。1 つのシャーシ内に 2 つのアクティブな MSFC が存在するという事は、2 台のルータが別々に存在するという意味ではありません。実際には、次に詳しく説明するように、両方の MSFC をほぼ同じ構成にする必要があります。DRM の主要な考え方は、MSFC はそれぞれ別個に、レイヤ 3 ネットワークを正確に描写するという事です。

DRM の動作

DRM の MSFC 間のフェールオーバー メカニズムは、Hot Standby Routing Protocol (HSRP) です。HSRP を使用すると、2 つの MSFC は内部通信を保持して、MSFC フェールオーバーに対応することができます。HSRP は、最初のホップのデフォルト ゲートウェイ冗長性が必要な VLAN ごとに、両方の MSFC で設定する必要があります。MSFC 間の内部 HSRP は、ルーティング エンジン間で Hello メッセージを送信することで、物理的に異なるデバイス間の HSRP と同じように機能します。HSRP の設定の詳細については、『Cisco IOS Software Configuration Guide』を参照してください。URL は次のとおりです。

http://www.univercd/cc/td/doc/product/software/ios121/121cgcr/ip_c/ipcprt1/1cdip.htm

および

http://www.univercd/cc/td/doc/product/lan/cat6000/sw_7_3/config_gd/redund.htm

両方の MSFC に独立したルーティング テーブルがあるため、MSFC に障害が発生しても、必要なルーティング プロトコル コンバージェンスはわずかです。DRM を使用し HSRP タイマーを基準にすることで、MSFC フェールオーバーは、LAN インターフェイスに対して 3 秒未満に設定できます。このようにして、MSFC のレイヤ 3 フェールオーバーをスーパーバイザ エンジンのフェールオーバー時間に合わせるすることができます。

それぞれの MSFC は、もう一方の MSFC を継承する可能性があるため、同じ設定を保持する必要があります。これは、DRM を理解する上で非常に重要な点です。インターフェイス、アクセス リスト、ポリシー ルーティングなどのコンフィギュレーション パラメータは、両方の MSFC でまったく同じになるように設定する必要があります。IP アドレスや HSRP 設定などのネットワーク上で重複できないパラメータのみが、各 MSFC で異なる設定になります。

MSFC は、PFCx 上の ASIC ハードウェアについて、一部の機能をプログラムします。最初にオンラインになる MSFC は「指定ルータ」、2 番目の MSFC は「非指定ルータ」とみなされます。Supervisor Engine 1A システムでは、指定ルータと非指定ルータの両方が、レイヤ 3 エントリをルーティング機能の PFC Netflow テーブルにプログラムすることができます。Supervisor Engine 2 システムでは、指定ルータのみがレイヤ 3 エントリを PFC2 の Cisco Express Forwarding テーブルにプログラムします。Supervisor Engine 1A および 2 では、すべてのルータ ACL とマルチキャスト ショートカットが指定ルータでプログラムされます。したがって、各 MSFC を同じ設定にすることが必須条件です。DRM の MSFC の設定が異なると、フォワーディング ASIC が誤ってプログラムされ、予期しない動作が発生します。

MSFC 設定の同期

MSFC Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1(3a)E4 以降では、config-sync と呼ばれる MSFC 冗長機能が使用できるようになったため、MSFC と MSFC2 の両方で冗長 MSFC の設定プロセスが合理化されました。この機能を使用すると、2 つの MSFC の設定を簡素化して、MSFC の設定を一致させることができます。メイン (プライマリ) MSFC と非メイン (セカンダリ) MSFC 間のスタートアップ コンフィギュレーションと実行 コンフィギュレーションの両方が同期されます。特に、メイン MSFC で **write memory** または **copy <source> startup-config** コマンドが発行された場合、両方の MSFC の NVRAM でスタートアップ コンフィギュレーションが更新されます。これにより、各コマンドを手動で 2 回入力しなくても、メイン MSFC と非メイン MSFC で同じ設定を保持することができます。



次のコマンドにより、MSFC config-sync が有効になります。

```
MSFC-Sup-15 (config)# redundancy
MSFC-Sup-15 (config-r)# high-availability
MSFC-Sup-15 (config-r-ha)# config-sync
```

config-sync を使用すると、メイン MSFC と非メイン MSFC のすべての設定は、メイン MSFC の CLI を介して実行されます。非メイン MSFC の設定は、**alt** キーワードを使用して実行されます。config-sync が有効になっている場合、これは非メイン MSFC を設定する唯一の方法です。次に例を示します。

```
MSFC-Sup-15 (config-if)# ip address a.b.c.1 x.x.x.0 alt ip address a.b.c.2 x.x.x.0
MSFC-Sup-15 (config-if)# standby 10 priority 100 alt standby 10 priority 50
```

コマンド構文は変わりません。**alt** キーワードの前に示したコマンドは、スロット 1 の MSFC に適用され、**alt** キーワードの後ろに示したコマンドは、スロット 2 の MSFC に適用されます。config-sync 機能は、一般的な IP または IPX 設定でのみサポートされます。AppleTalk、DECnet などのコンフィギュレーションパラメータには、対応する **alt** キーワード オプションはありません。

DRM の WAN インターフェイス

DRM では、WAN モジュールの OSM (オプティカル サービス モジュール) または FlexWAN インターフェイスは、メイン MSFC によってのみ管理されます。config-sync 機能を有効にするまで、非メイン MSFC 設定には WAN インターフェイスが表示されないため、非メイン MSFC では設定できません。スーパーバイザエンジンまたは MSFC のフェールオーバー時に新しくメイン MSFC になる MSFC では、WAN インターフェイスが正しく設定されません。このため、WAN モジュールがインストールされている場合は、config-sync を使用しない冗長スーパーバイザまたは MSFC 構成がサポートされていませんでした。MSFC config-sync 機能を有効にすることで、この制限はなくなり、冗長スーパーバイザ構成で WAN モジュールがサポートされるようになりました。config-sync が有効になっている場合は、ハイ アベイラビリティ スイッチオーバー中に WAN モジュールをリセットしないでください。

DRM の課題

DRM は、元々は MSFC 冗長性のオプションでした。このソリューションは、MSFC 間でのステートフルレイヤ 3 フェールオーバーを可能にした点で非常に成功しましたが、ネットワークの設計と管理が複雑になりました。次に、DRM がレイヤ 3 冗長性の最適なソリューションではない場合を 3 つ示します。

- 各 MSFC は、VLAN インターフェイスごとに一意の IP アドレスが必要です。DRM とデュアルシャーシを使用する展開またはコア実装では、最大 5 つのルータ IP アドレスを VLAN ごとに割り当てる必要があります (4 つのルータ アドレスと 1 つの HSRP アドレス)。これにより、ルーティングプロトコル ネイバの数も増えるため、ルータの CPU への負荷が大きくなります。こういった場合、4 つのルータのアドレスを指定して管理するという作業課題が、冗長性の追加から得られる利点を上回ってしまう可能性があります。
- 複数の MSFC が同じイーサネット セグメントに接続された冗長構成では、送信元から発信インターフェイスの受信側にマルチキャストトラフィックを転送するのは 1 つの MSFC のみです。Protocol Independent Multicast designated forwarder (PIM-DF) は、共通 VLAN 内にデータを転送しますが、非 PIM-DF も転送されたマルチキャストトラフィックを受信します。このトラフィックは、間違ったインターフェイスに着信しており、Reverse Path Forwarding (RPF) チェックに失敗するため、冗長 MSFC (非 PIM-DF) は、このトラフィックを廃棄する必要があります。RPF チェックに失敗するトラフィックは、非 RPF トラフィックと呼ばれます。通常、ルータは非 RPF トラフィックを効率的に処理できません。DRM の場合は、各 VLAN で少なくとも 1 台のルータ (もう一方の MSFC) がこの非 RPF トラフィックを受信します。
- お客様の多くが、両方の MSFC で正確なコンフィギュレーションパラメータを設定するための要件がわかりにくいと感じています。大量の Cisco IOS コンフィギュレーション ファイルを処理する場合は、すべてのコンフィギュレーションパラメータを同じ設定にするための労力が課題となります。このプロセスを簡素化するために、config-sync などの拡張機能が開発されていますが、まだ拡大していません。



以上のような例では、SRM が使用できます。

シングル ルータ モード

SRM は、シャーシ内のアクティブなルータが 1 つのみのシステムで、冗長スーパーバイザ エンジンまたは MSFC を実装しようと考えているお客様向けのオプションです。SRM では、スーパーバイザ エンジンで Cisco Catalyst OS のレイヤ 2 およびレイヤ 4 冗長性を使用しながら、レイヤ 3 冗長性にも効率的にアプローチできます。ソフトウェアの最小要件は、MSFC 対応の Cisco Catalyst OS 6.3.1 および Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1(8)E2 です。

SRM は DRM を改良したものです。特に、SRM には次のような利点があります。

- IP アドレス指定およびルーティング プロトコル ネイバ関係におけるレイヤ 3 の複雑さを軽減します。
- 同じセグメント上に 2 つのアクティブなマルチキャスト ルータが存在する非 RPF トラフィックの問題を解決します (SRM の場合、シャーシ内にはアクティブなルータが 1 つしかないため)。
- 1 つの CLI から 1 つのコマンド セットを入力するだけでアクティブ ルータに適用されるため、簡単に設定ができます。これにより、両方の MSFC が同じ設定になっているかどうかを確認する必要がなくなります。

次のコマンドにより、SRM が有効になります。

```
MSFC-Sup-15 (config)# redundancy
MSFC-Sup-15 (config-r)# high-availability
MSFC-Sup-15 (config-r-ha)# single-router-mode
```

SRM の動作

このモードでは、ネットワークで常に確認できるのは指定ルータのみです。非指定ルータは起動後、指定ルータとまったく同じ設定を保持します (SRM がアクティブな場合、設定は自動的に同期されます)。ただし、非指定ルータのインターフェイスは回線ダウン状態のままなので、ネットワークでは確認できません。非指定ルータでもルーティング プロトコル プロセスが作成されますが、すべてのインターフェイスが停止しているため、ネットワークからの更新の送受信は行われません。これは、次に示す Cisco Catalyst OS のコマンドラインから確認できます。スロット 2 のスーパーバイザ エンジンと MSFC の両方が、スタンバイとして表示されることに注意してください。

```
SRM> (enable) show module
```

Mod	Slot	Ports	Module-Type	Model	Sub	Status
1	1	2	1000BaseX Supervisor	WS-X6K-SUP2-2GE	yes	ok
15	1	1	Multilayer Switch Feature	WS-F6K-MSFC2	no	ok
2	2	2	1000BaseX Supervisor	WS-X6K-SUP2-2GE	yes	standby
16	2	1	Multilayer Switch Feature	WS-F6K-MSFC2	no	standby

SRM 設定で指定ルータに障害が発生した場合、もう一方の MSFC が非指定ルータから指定ルータに変わります。この新しい指定ルータは、インターフェイス状態をリンクアップに変更して、ルーティング テーブルの作成を開始します。その結果、コントロールプレーンのフェールオーバー時間は、ルーティング プロトコルの設定および複雑度に比例します。ただし、PFCx にはレイヤ 3 フォワーディング エントリが存在しているため、これを使用してハードウェア バス内のルーテッド トラフィックが転送されます。Catalyst OS のハイ アベイラビリティ機能は、フェールオーバー後もこのフォワーディング情報を保持するために使用されます。これにより、レイヤ 3 コントロールプレーンのコンバージェンス時に、レイヤ 3 データプレーン トラフィックへの影響を最小限に抑えることができます。MSFC でルーティング テーブルが作成されると、PFCx 内のエントリを更新できます。

Cisco Catalyst OS バージョン 12.1(11b)E 以降には、Supervisor Engine 2/PFC² で SRM を実行するための移行タイマー機能があります。このタイマーは、新しい指定ルータが、新しいハードウェア Cisco Express Forwarding エントリを PFC2 にダウンロードするまでの待機時間を設定します。ルーティング コンバージェンス時間の差異により、デフォルトの 120 秒では、PFC2 ハードウェアをプログラムする前にコンバージェンスが完了しない可能性があります。

2. この機能は、Supervisor 1A/PFC/MSFCx には適用されません。これは、PFC がフローベースのフォワーディング アーキテクチャを使用しており、新しいフローは最初にすべて、MSFCx ソフトウェア バスに送信されるためです。



MSFC が指定ルータかどうかに関係なく、指定ルータには同じ IP アドレスと MAC (メディア アクセス制御) アドレスが使用されます。指定ルータとして選択された MSFC は、非指定ルータである MSFC にデフォルトの MAC アドレスを送信します。その後非指定ルータで作成されるすべてのインターフェイスは、ユーザが異なる MAC アドレスを明示的に設定していなければ、この MAC アドレスを使用します。

起動時に、2 つの MSFC は「ハンドシェイク」プロセスを実行します。このプロセスは 1 分ほどで、SRM モードが開始する前に行われます。

重要：ハンドシェイク プロセス中に非指定ルータの設定を変更しないでください。

次のコマンドを使用して、SRM が有効になっているかどうかを確認できます。

```
SRM# show redundancy
Designated Router: 1 Non-designated Router: 2
Redundancy Status: designated
Config Sync AdminStatus : enabled
Config Sync RuntimeStatus: enabled
Single Router Mode AdminStatus : enabled
Single Router Mode RuntimeStatus: enabled
Single Router Mode transition timer : 120 seconds
```

SRM の設定の詳細については、『Cisco Catalyst OS configuration guide』の「MSFC Redundancy-Single Router Mode Redundancy」を参照してください。URL は次のとおりです。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/lan/cat6000/sw_6_3/config_gd/redund.htm

SRM の WAN インターフェイス

MSFC の設定は、SRM に固有の部分として同期されるため、SRM に設定された冗長スーパーバイザ エンジンまたは MSFC では、すべての OSM および FlexWAN WAN モジュールがサポートされます。DRM と同様に、指定ルータが WAN インターフェイスを管理します。インターフェイスは指定ルータで完全に設定され、その設定が非指定ルータに同期されます。フェールオーバーの場合は、MSFC が指定ルータになり次第、その新しい指定ルータが WAN インターフェイスの所有権を獲得します。また、WAN モジュールはハイ アベイラビリティ スイッチオーバー時にはリロードできません。SRM が有効になっている場合、MSFC フェールオーバーをサポートするために WAN インターフェイスで手動の設定を行う必要はありません。

SRM の設定および変換の手順

コンフィギュレーション ガイドでは、SRM の設定、DRM から SRM への変換、および SRM が有効になっている場合のソフトウェア アップグレードについて詳しく説明しています。最新の推奨手順については、次の URL を参照してください。

「SRM 冗長性の設定」

http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps708/products_configuration_guide_chapter09186a00800c65b6.html#1071789

「SRM が有効な場合のイメージのアップグレード」

http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps708/products_configuration_guide_chapter09186a00800c65b6.html#1071832



SRM と IP マルチキャスト

SRM では、非指定ルータの VLAN インターフェイスは「ダウン」状態です。フェールオーバー後も、フォワーディング ステートの物理インターフェイスが、少なくとも 1 つ VLAN に接続されていることをスーパーバイザ エンジンが確認するまで、これらのインターフェイスは「アップ」状態になりません。この中断により、スーパーバイザ エンジンでは PFCx 内のすべてのマルチキャスト エントリが削除され、マルチキャスト フォワーディングが中断します。Cisco Catalyst OS リリース 7.1 では、当初の SRM 実装の拡張機能として、IP マルチキャストのステートフル冗長性をサポートしています。Cisco Catalyst OS バージョン 7.1 で SRM が有効になっている場合は、フェールオーバー中もマルチキャスト フローが保持されます。

スーパーバイザと MSFC フェールオーバーのテスト

ハイ アベイラビリティ スイッチオーバーを試行して、対応するフェールオーバー時間を記録するためのテスト環境が設定されました。テスト構成には、Cisco Catalyst OS バージョン 7.2.2 を実行するデュアル Supervisor Engine 2 ライン カード、または Cisco IOS ソフトウェア リリース 12.1(11b)E4 を実行する MSFC2 ハードウェアを搭載した 1 台の Cisco Catalyst 6509 シャーシが組み込まれました。このテストは、基本的で簡単なデモとして実行されました。テストの方法としては、スイッチに直接接続された 2 つのエンド デバイス間で ping を実行しました。あらゆる例において、使用する各ポートでスパニングツリーが有効に設定されました。テストは、スイッチ スーパーバイザ エンジンのリセットによって開始されました。各例は 8 回テストされ、結果の平均値が計算されました。

レイヤ 2 のフェールオーバー

同じ VLAN 内の 2 つのエンド ステーション間のレイヤ 2 トラフィックの場合、フェールオーバーの結果、1 つまたは 2 つの ping がタイムアウトしました (フェールオーバー時間は約 1 ~ 2 秒)。

注： このテストは、MSFC のないスーパーバイザ エンジンでも実行できます。

レイヤ 3 のフェールオーバー

レイヤ 3 トラフィックの場合、単一の Cisco Catalyst 6500 シリーズのスーパーバイザまたは MSFC のフェールオーバーを、最初は DRM 設定、次は SRM 設定で測定するために、共通のテスト環境が設定されました。2 つの ping 送信デバイスは、別々の VLAN に配置されました。基本的なソフトウェア設定により、Cisco Catalyst OS のハイ アベイラビリティ機能が有効化され、続いて MSFC2 の Cisco IOS ソフトウェアの DRM または SRM 冗長性が有効化されました。完全な設定を次に示します。

SRM

```
hostname SRM
!
redundancy
  high-availability
  single-router-mode
!
interface Vlan20
  ip address 10.20.1.3 255.255.255.0
  no ip redirects
!
interface Vlan30
  ip address 10.30.1.3 255.255.255.0
  no ip redirects
!
end
```



DRM

```
hostname DRM
!
redundancy
  high-availability
  config-sync
!
interface Vlan20
  ip address 10.20.1.3 255.255.255.0 alt ip address 10.20.1.2 255.255.255.0
  standby ip 10.30.1.4
  standby priority 100 alt standby priority 50
  no ip redirects
!
interface Vlan30
  ip address 10.30.1.3 255.255.255.0 alt ip address 10.30.1.2 255.255.255.0
  standby ip 10.30.1.4
  standby priority 100 alt standby priority 50
  no ip redirects
!
end
```

DRM の場合、フェールオーバーの平均時間は 2.56 秒でした。SRM の場合、フェールオーバーの平均時間は 2.31 秒でした。DRM と SRM ではいずれも、ハードウェア フォワーディング テーブルにレイヤ 3 フォワーディング エントリが保持される点に注意してください (Cisco Catalyst OS ハイ アベイラビリティ機能の 1 つ)。異なるのは、DRM がシャーシに 2 つのアクティブなルータを使用し、SRM は 1 つのルータのみを使用する点です。したがって、SRM ではソフトウェアのルーティング テーブルの再計算が必要ですが、DRM では不要です。ただしどちらも、レイヤ 3 トラフィックのフェールオーバー時間には直接影響しません。

2 番目のテストでは、一方のワークステーションで FTP (ファイル転送プロトコル) クライアントを実行し、もう一方で FTP サーバを実行しました。通常の動作では、レイヤ 3 でスイッチを介して 10 MB のファイルを転送するのに平均 16 秒かかりました。この同じ FTP セッション中にスーパーバイザ スイッチオーバーが行われる場合、転送時間は平均 18 秒になります。スイッチオーバー中の FTP 転送の差異はわずか 2 秒です。この例は、実際の TCP アプリケーションのデモに使用されています。

3 番目のテストでは、Cisco Catalyst 6500 シリーズに接続された IP フォンを使用して、ローカル IP フォンとリモート IP フォンの間に IP フォン コールを確立しました。Cisco Catalyst OS ハイ アベイラビリティ機能が有効になっているため、スーパーバイザ エンジン スイッチオーバーが開始されました。IP フォン コールはスイッチオーバー中も保持され、話者が気付いた中断はごくわずかでした。これは、Cisco Catalyst 6500 が、ネットワークのすべてのレイヤにハイ アベイラビリティ機能を提供できるという実例を示しています。

通常の目的では、実際の使用例のほとんどにおいて、レイヤ 2 およびレイヤ 3 のステートフル スーパーバイザ エンジン スイッチオーバーは、3 秒以内に行われるようになっています。

冗長電源装置

この文書の作成時点で、Cisco Catalyst 6500 シリーズは、1000 ワット (6 スロット シャーシのみ)、1300 ワット、2500 ワット、または 4000 ワットの電源装置を装備できます。また、ソフトウェアを介して詳細な電源設定を行うために、電源冗長機能を使用することもできます。デフォルトでは、電源冗長性 (またはロードシェアリング) 機能が有効になっています。2 つの電源装置が設置され、電源冗長性が有効になっている場合、2 つの装置から出力される電力の合計が 1 つの装置の容量を超えることはありません。一方の電源装置に障害が発生した場合、もう一方の電源装置が負荷を継承するため、システムの電力が中断することはありません。電



源冗長性が無効になっている場合、システムで使用できる電力は、電源装置の電力を組み合わせたものになります。この構成では、一方の装置に障害が発生した場合、システムはすべてのモジュールに十分な電力を供給できなくなる可能性があります。電源冗長性を有効または無効にするには、次のコマンドを使用します。

```
Sup-A> (enable) set power redundancy enable | disable
```

ライン カードごとに電力要件が異なるため、シャーシごとに電力要件も異なります。ユーザ ガイドには、Cisco Catalyst 6500 シリーズの電力要件が記載されており、各ライン カードの電力要件を理解するのに役立ちます。これらの要件については、次の URL を参照してください。

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/lan/cat6000/6000hw/inst_aug/02prep.htm

結論

Cisco Catalyst 6500 シリーズのハイ アベイラビリティおよび冗長性機能により、非常に信頼性の高いスイッチングおよびルーティング プラットフォームが提供されます。スーパーバイザ エンジンの二重化、ルーティング エンジンの二重化、スイッチング ファブリックの二重化、および電源装置の二重化など、ハードウェアの冗長性により、ネットワークに起こり得るダウンタイムが短縮されます。Cisco Catalyst OS のハイ アベイラビリティ機能や、MSFC フェールオーバーの DRM または SRM オプションといったソフトウェアの冗長性機能は、このハードウェアの冗長性に基づいており、非常に安定した運用環境を実現します。システム パフォーマンスおよびインテリジェントなネットワーク サービスに加えて、これらの機能を組み合わせることで、Cisco Catalyst 6500 シリーズは他の追随を許さない製品となっています。

©2005 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Cisco、Cisco Systems、および Cisco ロゴは米国およびその他の国における Cisco Systems, Inc. の商標または登録商標です。
この文書で説明した商品、サービスはすべて、それぞれの所有者の商標、サービスマーク、登録商標、登録サービスマークです。
この資料に記載された仕様は予告なく変更する場合があります。



シスコシステムズ株式会社

URL: <http://www.cisco.com/jp/>

問合せ URL: <http://www.cisco.com/jp/go/contactcenter/>

〒 107-0052 東京都港区赤坂 2-14-27 国際新赤坂ビル東館

TEL: 03-6670-2992

電話でのお問合せは、以下の時間帯で受付けております。

平日 10:00 ~ 12:00 および 13:00 ~ 17:00

お問合せ先