



STP の設定

この章では、Catalyst 2960 および 2960-S スイッチのポートベース VLAN 上で Spanning Tree Protocol (STP; スパニング ツリー プロトコル) を設定する方法について説明します。このスイッチは、IEEE 802.1D 標準に準拠した Per-VLAN Spanning-Tree plus (PVST+) とシスコ独自の拡張機能の組み合わせか、もしくは IEEE 802.1w 標準に準拠した Rapid Per-VLAN Spanning-Tree plus (Rapid PVST+) プロトコルのいずれかを使用できます。スイッチ スタックは、ネットワークのその他の部分に対しては単一のスパニング ツリー ノードに見え、すべてのスタック メンバが同一のブリッジ ID を使用します。特に明記しない限り、スイッチという用語は、スタンドアロン スイッチおよびスイッチ スタックを指します。

**(注)**

スタック構成をサポートしているのは、LAN Base イメージを実行している Catalyst 2960-S スイッチだけです。

Multiple Spanning-Tree Protocol (MSTP) および複数の VLAN を同一のスパニング ツリー インスタンスにマッピングする方法については、[第 17 章「MSTP の設定」](#)を参照してください。PortFast、UplinkFast、ルート ガードなどのその他のスパニング ツリーの機能については、[第 18 章「オプションのスパニング ツリー機能の設定」](#)を参照してください。

**(注)**

この章で使用するコマンドの構文および使用方法の詳細については、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

この章で説明する内容は、次のとおりです。

- [「スパニング ツリー機能の概要」 \(P.16-1\)](#)
- [「スパニング ツリー機能の設定」 \(P.16-13\)](#)
- [「スパニング ツリー ステータスの表示」 \(P.16-25\)](#)

スパニング ツリー機能の概要

ここでは、次の概要について説明します。

- [「STP の概要」 \(P.16-2\)](#)
- [「スパニング ツリー トポロジと BPDU」 \(P.16-3\)](#)
- [「ブリッジ ID、スイッチプライオリティ、および拡張システム ID」 \(P.16-5\)](#)
- [「スパニング ツリー インターフェイス ステート」 \(P.16-6\)](#)
- [「スイッチまたはポートがルート スイッチ またはルート ポートになる仕組み」 \(P.16-9\)](#)

- ・ 「スパニング ツリーおよび冗長接続」 (P.16-9)
- ・ 「スパニング ツリー アドレスの管理」 (P.16-10)
- ・ 「接続を維持するためのエージング タイムの短縮」 (P.16-10)
- ・ 「スパニング ツリー モードおよびプロトコル」 (P.16-11)
- ・ 「サポートされるスパニング ツリー インスタンス」 (P.16-11)
- ・ 「スパニング ツリーの相互運用性と下位互換性」 (P.16-12)
- ・ 「STP および IEEE 802.1Q トランク」 (P.16-12)

設定情報については、「スパニング ツリー機能の設定」 (P.16-13) を参照してください。

オプションのスパニング ツリー機能については、第 18 章「オプションのスパニング ツリー機能の設定」を参照してください。

STP の概要

STP は、ネットワーク上でループを防止しながら、パスの冗長性を実現するレイヤ 2 リンク管理プロトコルです。レイヤ 2 イーサネット ネットワークを正しく動作させるには、2 つのステーション間に存在するアクティブ パスは 1 つでなければなりません。エンドステーション間に複数のアクティブパスがあると、ネットワークにループが生じます。このループがネットワークに発生すると、エンドステーションにメッセージが重複して到着する可能性があります。また、スイッチも複数のレイヤ 2 インターフェイスのエンドステーション MAC アドレスを学習する可能性が出てきます。このような条件が発生すると、不安定なネットワークになります。スパニング ツリーの動作は透過的であり、エンドステーション側で、単一 LAN セグメントに接続されているのか、複数セグメントからなるスイッチド LAN に接続されているのかを検出することはできません。

STP は、スパニング ツリー アルゴリズムを使用し、スパニング ツリーのルートとして冗長接続ネットワーク内のスイッチを 1 つ選択します。スパニング ツリー アルゴリズムは、アクティブ トポロジでのポートの役割に基づいて各ポートに役割を割り当てることにより、スイッチドレイヤ 2 ネットワーク上で最良のループフリーパスを算出します。

- ・ ルート：スパニング ツリー トポロジに対して選定される転送ポート
- ・ 指定：各スイッチド LAN セグメントに対して選定される転送ポート
- ・ 代替：スパニング ツリーのルートブリッジへの代替パスとなるブロックポート
- ・ バックアップ：ループバック コンフィギュレーションのブロックポート

すべてのポートに役割が指定されているスイッチ、またはバックアップの役割が指定されているスイッチはルートスイッチです。少なくとも 1 つのポートに役割が指定されているスイッチは、指定スイッチを意味します。

冗長データパスはスパニング ツリーによって、強制的にスタンバイ（ブロックされた）状態にされます。スパニング ツリーのネットワークセグメントでエラーが発生したときに冗長パスが存在する場合は、スパニング ツリー アルゴリズムがスパニング ツリー トポロジを再計算し、スタンバイパスをアクティブにします。スイッチは、定期的に Bridge Protocol Data Unit (BPDU; ブリッジプロトコルデータユニット) と呼ばれるスパニング ツリー フレームを送受信します。スイッチはこのフレームを転送しませんが、このフレームを使用してループフリーパスを構築します。BPDU には、送信側スイッチおよびそのポートについて、スイッチおよび MAC アドレス、スイッチプライオリティ、ポートプライオリティ、パスコストなどの情報が含まれます。スパニング ツリーはこの情報を使用して、スイッチドネットワーク用のルートスイッチおよびルートポートを選定し、さらに、各スイッチドセグメントのルートポートおよび指定ポートを選定します。

スイッチの 2 つのポートがループの一部になっている場合、スパンニング ツリー ポート プライオリティとパス コストの設定値によって、どちらのポートをフォワーディング ステートにするか、どちらをブロッキング ステートにするかが制御されます。スパンニング ツリー ポート プライオリティ値は、ネットワーク ポロジにおけるポートの位置とともに、トラフィック転送におけるポートの位置がどれだけ適切であるかを表します。パス コストの値は、メディアの速度を表します。



(注)

デフォルトでは、Small Form-factor Pluggable (SFP) を搭載していないインターフェイスにだけ、スイッチがキープアライブ メッセージを（接続が有効か確認するために）送信します。**[no] keepalive** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用してインターフェイスのデフォルトを変更することができます。

スパンニング ツリー トポロジと BPDU

スイッチド ネットワーク内の安定したアクティブ スパンニング ツリー トポロジは、次の要素によって制御されます。

- 各スイッチのそれぞれの VLAN に対応付けられた一意のブリッジ ID (スイッチ プライオリティおよび MAC アドレス) スイッチ スタックでは、ある特定のスパンニング ツリーインスタンスについて、すべてのスイッチが同一のブリッジ ID を使用します。
- ルート スイッチに対するスパンニング ツリー パス コスト。
- 各レイヤ 2 インターフェイスに対応付けられたポート ID (ポート プライオリティおよび MAC アドレス)。

ネットワーク内のスイッチに電源が投入されると、それぞれがルート スイッチとして機能します。各スイッチは、そのすべてのポートからコンフィギュレーション BPDU を送信します。BPDU によって通信が行われ、スパンニング ツリー トポロジが計算されます。各コンフィギュレーション BPDU には、次の情報が含まれます。

- 送信側スイッチがルート スイッチと見なしたスイッチの固有ブリッジ ID
- ルートに対するスパンニング ツリー パス コスト
- 送信側スイッチのブリッジ ID
- メッセージの有効期間
- 送信側インターフェイス ID
- hello タイマー、転送遅延タイマー、および最大エージング プロトコル タイマーの値

スイッチは、優位の情報（より小さいブリッジ ID、より低いパス コストなど）を格納したコンフィギュレーション BPDU を受信すると、そのポートのためにこの情報を保存します。スイッチは、この BPDU をルート ポートで受信した場合は、更新されたメッセージ付きで、自身が指定スイッチであるすべての接続 LAN に対して BPDU を転送します。

そのポートに対して現在保存されているものより 下位の情報を格納したコンフィギュレーション BPDU を受信した場合は、BPDU は廃棄されます。スイッチが、下位 BPDU の送信元の LAN の指定スイッチである場合は、そのポート用に保存された最新情報を格納した BPDU をその LAN に送信します。このようにして下位情報は廃棄され、優位情報がネットワークで伝播されます。

BPDU の交換によって、次の処理が行われます。

- ネットワーク内の 1 台のスイッチがルート スイッチ（スイッチド ネットワークのスパニング ツリー トポロジの論理的な中心）として選択されます。スイッチ スタックでは、1 つのスタック メンバがスタック ルート スイッチとして選定されます。スタック ルート スイッチには、[図 16-1 \(P.16-5\)](#) に示すように、発信ルート ポート（スイッチ 1）が含まれます。

各 VLAN で、スイッチのプライオリティが最も高い（プライオリティ値が数値的に最も小さい）スイッチがルート スイッチとして選定されます。すべてのスイッチがデフォルトのプライオリティ（32768）で設定されている場合は、VLAN 内で最小の MAC アドレスを持つスイッチがルート スイッチになります。スイッチのプライオリティ値は、ブリッジ ID の最上位ビットを占めます（[表 16-1 \(P.16-5\)](#) を参照）。

- 各スイッチ（ルート スイッチを除く）に対して 1 つのルート ポートが選択されます。このポートは、スイッチによってパケットがルート スイッチに転送されるときに、最適なパス（最小コスト）を提供します。

スパニング ツリーは、スイッチ スタックのルート ポートを選択する際、次の順序で選択を行います。

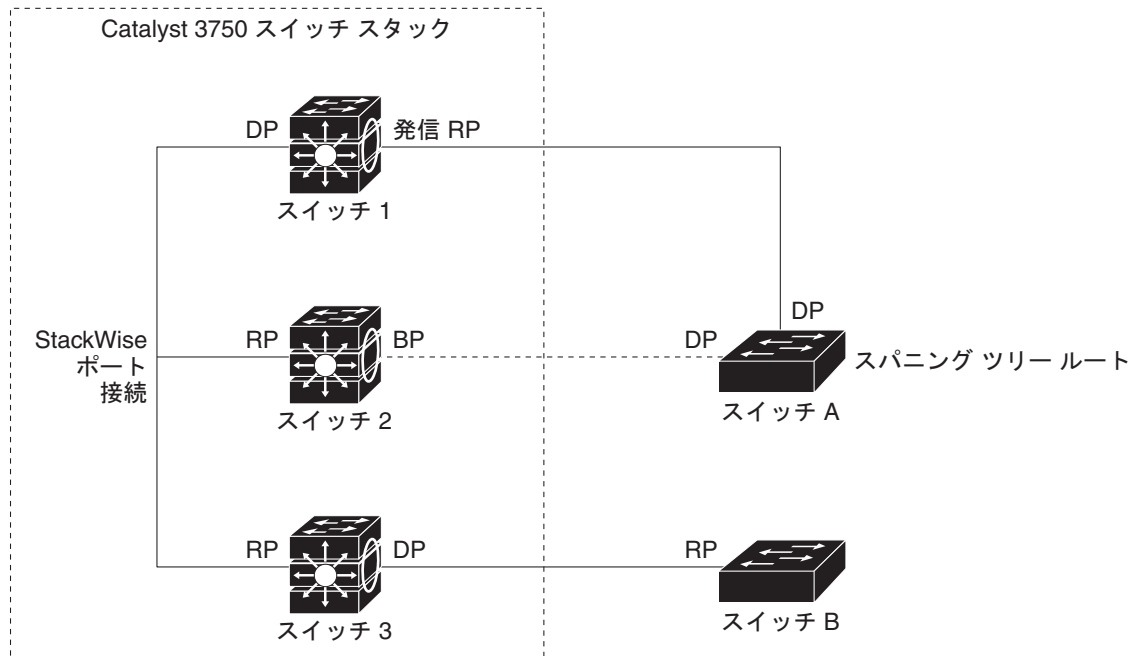
- 最も低いルート ブリッジ ID を選択
- ルート スイッチへの最も低いパス コストを選択
- 最も低い代表ブリッジ ID を選択
- 最も低い代表パス コストを選択
- 最も低いポート ID を選択

スタック ルート スイッチ上の 1 つの発信ポートだけが、ルート ポートとして選択されます。スタック内の残りのスイッチは、[図 16-1 \(P.16-5\)](#) に示すように、その指定スイッチとなります（スイッチ 2 およびスイッチ 3）。

- スイッチごとに、パス コストに基づいてルート スイッチまでの最短距離が計算されます。
- 各 LAN セグメントの指定スイッチが選定されます。指定スイッチでは、LAN からルート スイッチへのパケット転送の場合、パス コストが最小となります。指定スイッチが LAN に接続するポートのことを指定ポートと呼びます。

図 16-1 スイッチ スタックでのスパンニング ツリー ポート ステート

スイッチド ネットワーク上のすべての地点からルート スイッチに到達する場合に必要なパスはすべて、スパンニング ツリー ブロッキング モードになります。



RP = ルート ポート
 DP = 指定ポート
 BP = ブロック ポート

16498

ブリッジ ID、スイッチ プライオリティ、および拡張システム ID

IEEE 802.1D 規格では、各スイッチに一意のブリッジ識別子 (ブリッジ ID) を設定する必要があります。この ID によってルート スイッチの選択が制御されます。各 VLAN は PVST+ と Rapid PVST+ によって異なる論理ブリッジと見なされるので、同一のスイッチは設定された各 VLAN とは異なるブリッジ ID を保有している必要があります。スイッチ上の各 VLAN には一意の 8 バイトブリッジ ID が設定されます。上位の 2 バイトはスイッチ プライオリティに使用され、残りの 6 バイトがスイッチの MAC アドレスから取得されます。

スイッチでは IEEE 802.1t スパンニング ツリー拡張機能がサポートされ、従来はスイッチ プライオリティに使用されていたビットの一部が VLAN ID として使用されるようになりました。その結果、スイッチに割り当てられる MAC アドレスが少なくなり、より広い範囲の VLAN ID をサポートできるようになり、しかもブリッジ ID の一意性を損なうこともありません。表 16-1 に示すように、従来はスイッチ プライオリティに使用されていた 2 バイトが、4 ビットのプライオリティ値と 12 ビットの拡張システム ID 値 (VLAN ID と同じ) に割り当てられています。

表 16-1 スイッチ プライオリティ値および拡張システム ID

| スイッチ プライオリティ値 | | | | 拡張システム ID (VLAN ID と同じに設定) | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ビット 16 | ビット 15 | ビット 14 | ビット 13 | ビット 12 | ビット 11 | ビット 10 | ビット 9 | ビット 8 | ビット 7 | ビット 6 | ビット 5 | ビット 4 | ビット 3 | ビット 2 | ビット 1 |
| 32768 | 16384 | 8192 | 4096 | 2048 | 1024 | 512 | 256 | 128 | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |

スパニング ツリーは、ブリッジ ID を VLAN ごとに一意にするために、拡張システム ID、スイッチ プライオリティ、および割り当てられたスパニング ツリー MAC アドレスを使用します。スイッチ スタックは他のネットワークからは単一のスイッチとして認識されるため、スタック内のすべてのスイッチは、指定のスパニング ツリーに対して同一のブリッジ ID を使用します。スタック マスターに障害が発生した場合、スタック メンバは新しいスタック マスターの新しい MAC アドレスに基づいて、実行中のすべてのスパニング ツリーのブリッジ ID を再計算します。

拡張システム ID のサポートにより、ルート スイッチ、セカンダリ ルート スイッチ、および VLAN のスイッチ プライオリティを手動で設定する方法に影響が生じます。たとえば、スイッチのプライオリティ値を変更すると、ルート スイッチとして選定される可能性も変更されることになります。大きい値を設定すると可能性が低下し、値が小さいと可能性が増大します。詳細については、「[ルート スイッチの設定](#)」(P.16-17)、「[セカンダリ ルート スイッチの設定](#)」(P.16-19)、および「[VLAN のスイッチ プライオリティの設定](#)」(P.16-22) を参照してください。

スパニング ツリー インターフェイス ステート

プロトコル情報がスイッチド LAN を通過するときに、伝播遅延が生じる可能性があります。その結果、スイッチド ネットワークのさまざまな場所で、さまざまな時期に、トポロジの変更が起こる可能性があります。インターフェイスがスパニング ツリー トポロジに含まれていない状態からフォワーディング ステートに直接移行すると、一時的にデータ ループが形成されることがあります。インターフェイスは新しいトポロジ情報がスイッチド LAN 上で伝播されるまで待機し、フレーム転送を開始する必要があります。インターフェイスはさらに、古いトポロジで使用されていた転送フレームのフレーム 存続時間を満了させることも必要です。

スパニング ツリーを使用しているスイッチの各レイヤ 2 インターフェイスは、次のいずれかのステートになります。

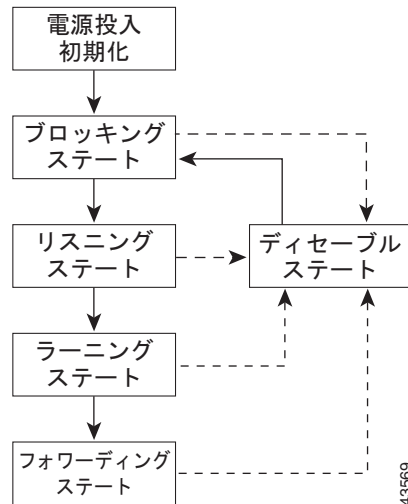
- ブロッキング：インターフェイスはフレーム転送に関与しません。
- リスニング：インターフェイスをフレーム転送に関与させることをスパニング ツリーが決定した場合、ブロッキング ステートから最初に移行するステートです。
- ラーニング：インターフェイスはフレーム転送に関与する準備をしている状態です。
- フォワーディング：インターフェイスはフレームを転送します。
- ディセーブル：インターフェイスはスパニング ツリーに含まれません。シャットダウン ポートであるか、ポート上にリンクがないか、またはポート上でスパニング ツリー インスタンスが稼動していないためです。

インターフェイスは次のように、ステートを移行します。

- 初期化からブロッキング
- ブロッキングからリスニングまたはディセーブル
- リスニングからラーニングまたはディセーブル
- ラーニングからフォワーディングまたはディセーブル
- フォワーディングからディセーブル

図 16-2 に、インターフェイスがステートをどのように移行するかを示します。

図 16-2 スパンニング ツリー インターフェイス ステート



デフォルト設定では、スイッチを起動するとスパンニング ツリーがイネーブルになります。その後、スイッチの各インターフェイス、VLAN、ネットワークがブロッキング ステートからリスニングおよびラーニングという移行ステートを通過します。スパンニング ツリーは、フォワーディング ステートまたはブロッキング ステートで各インターフェイスを安定させます。

スパンニング ツリー アルゴリズムがレイヤ 2 インターフェイスをフォワーディング ステートにする場合、次のプロセスが発生します。

1. スパンニング ツリーがインターフェイスをブロッキング ステートに移行させるプロトコル情報を待つ間、インターフェイスはリスニング ステートになります。
2. スパンニング ツリーは転送遅延タイマーの満了を待ち、インターフェイスをラーニング ステートに移行させ、転送遅延タイマーをリセットします。
3. ラーニング ステートで、スイッチがデータベース転送のためにエンド ステーションの位置情報を学習している間、インターフェイスはフレーム転送を引き続きブロックします。
4. 転送遅延タイマーが満了すると、スパンニング ツリーはインターフェイスをフォワーディング ステートに移行させ、このときラーニングとフレーム転送の両方が可能になります。

ブロッキング ステート

ブロッキング ステートのレイヤ 2 インターフェイスはフレームの転送に関与しません。初期化後、スイッチの各インターフェイスに BPDU が送信されます。スイッチは最初、他のスイッチと BPDU を交換するまで、ルートとして動作します。この BPDU 交換によって、ネットワーク上のどのスイッチがルート、つまりルート スイッチであるかが確立されます。ネットワークにスイッチが 1 台しかない場合は、交換は行われず、転送遅延タイマーが満了し、インターフェイスがリスニング ステートになります。インターフェイスはスイッチの初期化後、必ずブロッキング ステートになります。

ブロッキング ステートのインターフェイスは、次の機能を実行します。

- インターフェイス上で受信したフレームを廃棄します。
- 転送用に他のインターフェイスからスイッチングされたフレームを廃棄します。
- アドレスを学習しません。
- BPDU を受信します。

リスニング ステート

リスニング ステートは、ブロッキング ステートを経て、レイヤ 2 インターフェイスが最初に移行するステートです。インターフェイスがリスニング ステートになるのは、スパニング ツリーによってそのインターフェイスのフレーム転送への関与が決定された場合です。

リスニング ステートのインターフェイスは、次の機能を実行します。

- インターフェイス上で受信したフレームを廃棄します。
- 転送用に他のインターフェイスからスイッチングされたフレームを廃棄します。
- アドレスを学習しません。
- BPDU を受信します。

ラーニング ステート

ラーニング ステートのレイヤ 2 インターフェイスは、フレームの転送に関与できるように準備します。インターフェイスはリスニング ステートからラーニング ステートに移行します。

ラーニング ステートのインターフェイスは、次の機能を実行します。

- インターフェイス上で受信したフレームを廃棄します。
- 転送用に他のインターフェイスからスイッチングされたフレームを廃棄します。
- アドレスを学習します。
- BPDU を受信します。

フォワーディング ステート

フォワーディング ステートのレイヤ 2 インターフェイスは、フレームを転送します。インターフェイスはラーニング ステートからフォワーディング ステートに移行します。

フォワーディング ステートのインターフェイスは、次の機能を実行します。

- インターフェイス上でフレームを受信して転送します。
- 他のインターフェイスからスイッチングされたフレームを転送します。
- アドレスを学習します。
- BPDU を受信します。

ディセーブル ステート

ブロッキング ステートのレイヤ 2 インターフェイスは、フレームの転送やスパニング ツリーに関与しません。ディセーブル ステートのインターフェイスは動作不能です。

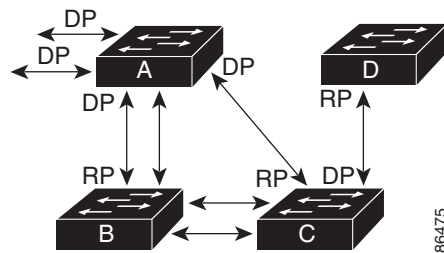
ディセーブル インターフェイスは、次の機能を実行します。

- インターフェイス上で受信したフレームを廃棄します。
- 転送用に他のインターフェイスからスイッチングされたフレームを廃棄します。
- アドレスを学習しません。
- BPDU を受信しません。

スイッチまたはポートがルート スイッチ またはルート ポートになる仕組み

ネットワーク上のすべてのスイッチがデフォルトのスパンニング ツリー設定でイネーブルになっている場合、最小の MAC アドレスを持つスイッチがルート スイッチになります。図 16-3 では、スイッチ A がルート スイッチとして選定されます（すべてのスイッチのスイッチ プライオリティがデフォルト (32768) に設定されており、スイッチ A の MAC アドレスが最小であるため）。ただし、トラフィック パターン、転送インターフェイスの数、またはリンク タイプによっては、スイッチ A が最適なルート スイッチとは限りません。ルート スイッチになるように、最適なスイッチのプライオリティを引き上げる（数値を引き下げる）と、スパンニング ツリーの再計算が強制的に行われ、最適なスイッチをルートとした新しいトポロジが形成されます。

図 16-3 スパンニング ツリー トポロジ



RP = ルート ポート
DP = 指定ポート

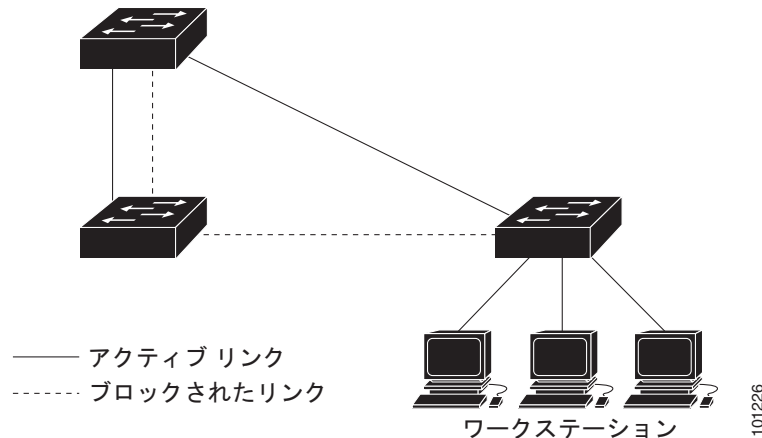
スパンニング ツリー トポロジがデフォルトのパラメータに基づいて算出された場合、スイッチド ネットワークの送信元エンド ステーションから宛先エンド ステーションまでのパスが最適にならない場合があります。たとえば、ルート ポートよりプライオリティの高いインターフェイスに高速リンクを接続すると、ルート ポートが変更される可能性があります。最高速のリンクをルート ポートにすることが理想です。

たとえば、スイッチ B のあるポートがギガビット イーサネット リンクで、別のポート (10/100 リンク) がルート ポートであると仮定します。ネットワーク トラフィックはギガビット イーサネット リンクに流す方が効率的です。ギガビット イーサネット ポートのスパンニング ツリー ポート プライオリティをルート ポートより高くする (数値を小さくする) と、ギガビット イーサネット ポートが新しいルート ポートになります。

スパンニング ツリーおよび冗長接続

2 つのスイッチ インターフェイスを別の 1 台のデバイス、または 2 台の異なるデバイスに接続することにより、スパンニング ツリーを使用して冗長バックボーンを作成できます (図 16-4 を参照)。スパンニング ツリーは一方のインターフェイスを自動的にディセーブルにし、他方でエラーが発生した場合にはそのディセーブルにしていた方をイネーブルにします。一方のリンクが高速で、他方が低速の場合、必ず、低速の方のリンクがディセーブルになります。速度が同じ場合、ポート プライオリティとポート ID が加算され、値の小さいリンクがスパンニング ツリーによってディセーブルにされます。

図 16-4 スパニング ツリーおよび冗長接続



EtherChannel グループを使用して、スイッチ間に冗長リンクを設定することもできます。詳細は、第 37 章「EtherChannel およびリンクステート トラッキングの設定」を参照してください。

スパニング ツリー アドレスの管理

IEEE 802.1D では、各種ブリッジプロトコルに使用させるために、0x00180C2000000 ~ 0x0180C200010 の範囲で 17 のマルチキャスト アドレスが規定されています。これらのアドレスは削除できないスタティック アドレスです。

スパニング ツリー ステートに関係なく、スタック内の各スイッチは 0x0180C2000000 ~ 0x0180C200000F のアドレス宛ての packets を受信しますが、転送は行いません。

スパニング ツリーがイネーブルになっている場合、スタック内の各スイッチの CPU は 0x0180C2000000 および 0x0180C2000010 宛ての packets を受信します。スパニング ツリーがディセーブルになっている場合、スタック内の各スイッチはこれらの packets を不明なマルチキャスト アドレスとして転送します。

接続を維持するためのエージング タイムの短縮

ダイナミック アドレスのエージング タイムはデフォルトで 5 分です。これは、**mac address-table aging-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドのデフォルト値です。ただし、スパニング ツリーの再構成により、多数のステーションの位置が変更されることがあります。このようなステーションは、再構成中、5 分以上にわたって到達できないことがあるので、アドレス テーブルからステーション アドレスを削除し、改めて学習できるように、アドレス エージング タイムが短縮されます。スパニング ツリー再構成時に短縮されるエージング タイムは、転送遅延パラメータ値 (**spanning-tree vlan vlan-id forward-time seconds** グローバル コンフィギュレーション コマンド) と同じです。

各 VLAN はそれぞれ独立したスパニング ツリー インスタンスなので、スイッチは VLAN 単位でエージング タイムを短縮します。ある VLAN でスパニング ツリーの再構成が行われると、その VLAN で学習されたダイナミック アドレスがエージング タイム短縮の対象になります。他の VLAN のダイナミック アドレスは影響を受けず、スイッチで設定されたエージング タイムがそのまま適用されます。

スパンニング ツリー モードおよびプロトコル

このスイッチでサポートされるモードおよびプロトコルは、次のとおりです。

- **PVST+** : このスパンニング ツリー モードは、IEEE 802.1D 標準およびシスコ独自の拡張機能に準拠します。すべてのイーサネット ポートベースの VLAN で使用されるスパンニング ツリーのデフォルト モードです。PVST+ はスイッチ上の各 VLAN でサポートされる最大数まで動作し、各 VLAN にネットワーク上でのループフリー パスを提供します。

PVST+ は、対象となる VLAN にレイヤ 2 ロード バランシングを提供します。ネットワーク上の VLAN を使用してさまざまな論理トポロジを作成し、特定のリンクに偏らないようにすべてのリンクを使用できるようにします。VLAN 上の PVST+ インスタンスごとに、それぞれ 1 つのルートスイッチがあります。このルートスイッチは、その VLAN に対応するスパンニング ツリー情報を、ネットワーク上の他のすべてのスイッチに伝送します。このプロセスにより、各スイッチがネットワークに関する共通の情報を持つようになるので、ネットワーク トポロジが確実に維持されます。

- **Rapid PVST+** : このスパンニング ツリー モードは、IEEE 802.1w 標準に準拠した高速コンバージェンスを使用する以外は PVST+ と同じです。高速コンバージェンスを行うため、Rapid PVST+ はトポロジ変更を受信すると、ポート単位でダイナミックに学習した MAC アドレス エントリをただちに削除します。このような場合、PVST+ では、ダイナミックに学習した MAC アドレス エントリには短いエージング タイムが使用されます。

Rapid PVST+ は PVST+ と同じ設定を使用しているため（特に明記する場合を除く）、必要なことは最小限の追加設定のみです。Rapid PVST+ の利点は、大規模な PVST+ のインストール ベースを Rapid PVST+ に移行するのに、複雑な MSTP 設定の学習やネットワーク再設定の必要がないことです。Rapid PVST+ モードでは、各 VLAN は独自のスパンニング ツリー インスタンスを最大数実行します。

- **MSTP** : このスパンニング ツリー モードは IEEE 802.1s 標準に準拠しています。複数の VLAN を同一のスパンニング ツリー インスタンスにマッピングし、多数の VLAN をサポートする場合に必要なスパンニング ツリー インスタンスの数を減らすことができます。MSTP は Rapid Spanning-Tree Protocol (RSTP) (IEEE 802.1w 準拠) 上で実行され、転送遅延を解消し、ルート ポートおよび指定ポートをフォワーディング ステートにすばやく移行することにより、スパンニング ツリーの高速コンバージェンスを可能にします。スイッチ スタックでは、クロススタック高速移行 (CSRT) 機能が RSTP と同じ機能を実行します。RSTP も CSRT もなしに MSTP を実行することはできません。

MSTP を導入する場合、最も一般的なのは、レイヤ 2 スイッチド ネットワークのバックボーンおよびディストリビューション レイヤへの配備です。詳細は、[第 17 章「MSTP の設定」](#)を参照してください。

サポートされるスパンニング ツリー インスタンス数については、次の項を参照してください。

サポートされるスパンニング ツリー インスタンス

PVST+ または Rapid PVST+ モードでは、スイッチ スタックは最大 128 のスパンニング ツリー インスタンスをサポートします。

MSTP モードでは、スイッチ スタックは最大 65 の MST インスタンスまでサポートします。特定の MST インスタンスにマッピングできる VLAN の数に制限はありません。

スパンニング ツリーと VLAN Trunking Protocol (VTP; VLAN トランッキング プロトコル) の相互作用については、「[スパンニング ツリー設定時の注意事項](#)」(P.16-14) を参照してください。

スパニング ツリーの相互運用性と下位互換性

表 16-2 に、ネットワークでサポートされるスパニング ツリー モード間の相互運用性と下位互換性を示します。

表 16-2 PVST+、MSTP、および Rapid PVST+ の相互運用性

| | PVST+ | MSTP | Rapid PVST+ |
|-------------|----------------|----------------|----------------|
| PVST+ | あり | あり (制限あり) | あり (PVST+ に戻る) |
| MSTP | あり (制限あり) | あり | あり (PVST+ に戻る) |
| Rapid PVST+ | あり (PVST+ に戻る) | あり (PVST+ に戻る) | あり |

MSTP および PVST+ が混在したネットワークでは、Common Spanning-Tree (CST) のルートは MST バックボーンの内側に配置する必要があり、PVST+ スイッチを複数の MST リージョンに接続することはできません。

ネットワーク内に Rapid PVST+ が稼動しているスイッチと PVST+ が稼動しているスイッチが存在する場合、Rapid PVST+ スイッチと PVST+ スイッチを別のスパニング ツリー インスタンスにすることを推奨します。Rapid PVST+ スパニング ツリー インスタンスでは、ルートスイッチは Rapid PVST+ スイッチでなければなりません。PVST+ インスタンスでは、ルートスイッチは PVST+ スイッチでなければなりません。PVST+ スイッチはネットワークのエッジに配置する必要があります。

すべてのスタック メンバが、同じバージョンのスパニング ツリーを実行します (すべて PVST+、すべて Rapid PVST+、またはすべて MSTP)。

STP および IEEE 802.1Q トランク

VLAN トランクに関する IEEE 802.1Q 規格は、ネットワークのスパニング ツリー ストラテジに一定の制限を設けています。この規格では、トランク上で使用できるすべての VLAN に対して、1 つのスパニング ツリー インスタンスしか認められません。ただし、IEEE 802.1Q トランクによって接続された Cisco スイッチのネットワークでは、スイッチはトランク上で使用できる各 VLAN に 1 つずつ、スパニング ツリー インスタンスを維持します。

IEEE 802.1Q トランクを使用して Cisco スイッチを他社製のデバイスに接続する場合、Cisco スイッチは PVST+ を使用してスパニング ツリーの相互運用性を実現します。Rapid PVST+ がイネーブルの場合、スイッチは PVST+ ではなく Rapid PVST+ を使用します。スイッチは、トランクの IEEE 802.1Q VLAN のスパニング ツリー インスタンスと他社の IEEE 802.1Q スイッチのスパニング ツリー インスタンスを結合します。

ただし、PVST+ または Rapid PVST+ の情報はすべて、他社製の IEEE 802.1Q スイッチからなるクラウドにより分離された Cisco スイッチによって維持されます。Cisco スイッチを分離する他社製の IEEE 802.1Q クラウドは、スイッチ間の単一トランク リンクとして扱われます。

PVST+ は IEEE 802.1Q トランクで自動的にイネーブルになるので、ユーザ側で設定する必要はありません。アクセス ポートおよび ISL (スイッチ間リンク) トランク ポートでの外部スパニング ツリーの動作は、PVST+ の影響を受けません。

IEEE 802.1Q トランクの詳細については、[第 13 章「VLAN の設定」](#) を参照してください。

スパンニング ツリーとスイッチ スタック

次の文は、スイッチ スタックが PVST+ モードまたは Rapid PVST+ モードで稼動している場合に該当します。

- スイッチ スタックは、ネットワークのその他の部分に対しては単一のスパンニング ツリー ノードに見え、すべてのスタック メンバが与えられたスパンニング ツリーに同一のブリッジ ID を使用します。ブリッジ ID は、スタック マスターの MAC アドレスに基づきます。
- 新しいスイッチがスタックに加わると、そのスイッチは、スタック マスターのブリッジ ID を自分のブリッジ ID として設定します。新しく追加されたスイッチの ID が最も低く、ルート パス コストがすべてのスタック メンバ間で同じ場合は、新しく追加されたスイッチがスタック ルートになります。
- スタック メンバがスタックから除外されると、スタック内でスパンニング ツリーの再コンバージェンスが発生します（スタック外で発生する場合があります）。残っているスタック メンバのうち最も低いスタック ポート ID を持つスタック メンバが、スタック ルートになります。
- スタック メンバに障害が発生したり、スタック メンバがスタックから離れた場合、そのスタックは新しいスタック マスターを選択し、すべてのスタック メンバがスパンニング ツリーのブリッジ ID を新しいマスター ブリッジ ID に変更します。
- スイッチ スタックがスパンニング ツリー ルートになっており、スタック マスターに障害が発生したか、またはスタック マスターがスタックから離れた場合、スタック メンバが新しいスタック マスターを選択し、スパンニング ツリーの再コンバージェンスが発生します。
- スタック外にあるネイバー スイッチに障害が発生したか、またはその電源が停止した場合、通常のスパンニング ツリー処理が発生します。スパンニング ツリーの再コンバージェンスは、アクティブ なトポロジ内のスイッチが失われたことにより発生する場合があります。
- ネットワーク上のスイッチ スタック外に新しいスイッチが追加されると、通常のスパンニング ツリー処理が発生します。スパンニング ツリーの再コンバージェンスは、ネットワークにスイッチが追加されたことにより発生する場合があります。

スイッチ スタックの詳細については、[第 7 章「スイッチ スタックの管理」](#)を参照してください。

スパンニング ツリー機能の設定

- 「スパンニング ツリー機能のデフォルト設定」(P.16-14)
- 「スパンニング ツリー設定時の注意事項」(P.16-14)
- 「スパンニング ツリー モードの変更」(P.16-16) (必須)
- 「スパンニング ツリーのディセーブル化」(P.16-17) (任意)
- 「ルート スイッチの設定」(P.16-17) (任意)
- 「セカンダリ ルート スイッチの設定」(P.16-19) (任意)
- 「ポート プライオリティの設定」(P.16-19) (任意)
- 「パス コストの設定」(P.16-21) (任意)
- 「VLAN のスイッチ プライオリティの設定」(P.16-22) (任意)
- 「スパンニング ツリー タイマーの設定」(P.16-23) (任意)

スパニング ツリー機能のデフォルト設定

表 16-3 に、スパニング ツリー機能のデフォルト設定を示します。

表 16-3 スパニング ツリー機能のデフォルト設定

| 機能 | デフォルト設定 |
|---|---|
| イネーブル ステート | VLAN 1 上でイネーブル 詳細については、「サポートされるスパニング ツリー インスタンス」(P.16-11) を参照してください。 |
| スパニング ツリー モード | PVST+ (Rapid PVST+ と MSTP はディセーブル) |
| スイッチ プライオリティ | 32768 |
| スパニング ツリー ポート プライオリティ (インターフェイス単位で設定可能) | 128。 |
| スパニング ツリー ポート コスト (インターフェイス単位で設定可能) | 1000 Mb/s : 4 100 Mb/s : 19 10 Mb/s : 100 |
| スパニング ツリー VLAN ポート プライオリティ (VLAN 単位で設定可能) | 128。 |
| スパニング ツリー VLAN ポート コスト (VLAN 単位で設定可能) | 1000 Mb/s : 4 100 Mb/s : 19 10 Mb/s : 100 |
| スパニング ツリー タイマー | hello タイム : 2 秒 転送遅延時間 : 15 秒 最大エージング タイム : 20 秒 転送保留カウント : 6 BPDU |

スパニング ツリー設定時の注意事項

各スタック メンバが同時のスパニング ツリーを実行しており、ネットワーク上のその他の部分に対しては、スタック全体が単一のスイッチに見えます。

VTP にスパニング ツリー インスタンスよりも多くの VLAN が定義されている場合、PVST+ または Rapid PVST+ をイネーブルにできるのは、各スイッチ スタック上の 128 の VLAN に限られます。残りの VLAN は、スパニング ツリーがディセーブルの状態で作動します。ただし、MSTP を使用して複数の VLAN を同一のスパニング ツリー インスタンスにマッピングすることが可能です。詳細は、第 17 章「MSTP の設定」を参照してください。

128 のスパニング ツリー インスタンスがすでに使用されている場合、VLAN の 1 つでスパニング ツリーをディセーブルにして、STP を稼働させたい別の VLAN でイネーブルにできます。no **spanning-tree vlan *vlan-id*** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、特定の VLAN でスパニング ツリーをディセーブルにし、**spanning-tree vlan *vlan-id*** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、所定の VLAN でスパニング ツリーをイネーブルにします。

**注意**

スパニング ツリーが稼働していないスイッチは、スパニング ツリー インスタンスが稼働している VLAN 上の他のスイッチがループを切断できるように、受信した BPDU を引き続き転送します。したがって、スパニング ツリーは、ネットワーク上のすべてのループを切断できるように十分な数のスイッチ上で稼働している必要があります。たとえば、VLAN の各ループで少なくとも 1 台のスイッチがスパニング ツリーを稼働している必要があります。VLAN 内のすべてのスイッチでスパニング ツリーを稼働させる必要はありません。ただし、最小限の数のスイッチだけでスパニング ツリーが稼働している状況では、不注意なネットワーク変更によって VLAN に別のループが発生し、ブロードキャスト ストームを引き起こす可能性があります。

**(注)**

スイッチ上の使用可能なスパニング ツリー インスタンスをすべて使い切ってしまった後に、VTP ドメイン内にさらに別の VLAN を追加すると、そのスイッチ上にスパニング ツリーが稼働しない VLAN が生成されます。そのスイッチのトランク ポート上でデフォルトの許可リストが設定されていると、すべてのトランク ポート上に新しい VLAN が割り当てられます。ネットワーク トポロジによっては、新しい VLAN 上で、切断されないループが生成されることがあります。特に、複数の隣接スイッチでスパニング ツリー インスタンスをすべて使用してしまっている場合には注意が必要です。スパニング ツリー インスタンスの割り当てを使い果たしたスイッチのトランク ポートに許可リストを設定することにより、このような可能性を防ぐことができます。ただし、ネットワークに VLAN を追加するときより多くの作業を伴うことになるので、通常、許可リストの設定は必要ありません。

VLAN スパニング ツリー インスタンスの設定はスパニング ツリー コマンドによって制御されます。スパニング ツリー インスタンスは、VLAN にインターフェイスを割り当てるときに作成します。スパニング ツリー インスタンスは最終インターフェイスが別の VLAN に移されたときに削除されます。スパニング ツリー インスタンスの作成前に、スイッチとポートのパラメータを設定できます。設定されたパラメータは、スパニング ツリー インスタンスを作成するときに適用されます。

スイッチは、PVST+、Rapid PVST+、および MSTP をサポートしますが、アクティブにできるバージョンは常に 1 つだけです (たとえば、すべての VLAN で PVST+ を使用するか、すべての VLAN で Rapid PVST+ を使用するか、またはすべての VLAN で MSTP を使用することになります)。すべてのスタック メンバが、同じバージョンのスパニング ツリーを実行します。さまざまなスパニング ツリーモードとその相互運用性については、「[スパニング ツリーの相互運用性と下位互換性](#)」(P.16-12) を参照してください。

UplinkFast、BackboneFast、およびクロススタック UplinkFast の設定時の注意事項については、「[オプションのスパニング ツリー設定時の注意事項](#)」(P.18-12) を参照してください。

**注意**

ループ ガードは、ポイントツーポイント リンクでのみサポートされます。リンクの各終端には、STP を実行するデバイスを直接接続することを推奨します。

スパニングツリー モードの変更

スイッチは、PVST+、Rapid PVST+、および MSTP の 3 つのスパニング ツリー モードをサポートします。デフォルトで、スイッチは PVST+ プロトコルを使用します。

スパニング ツリー モードを変更するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。デフォルトモード以外のモードをイネーブルにする場合、この手順は必須です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 1 | <code>configure terminal</code> | 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 | <code>spanning-tree mode {pvst mst rapid-pvst}</code> | <p>スパニング ツリー モードを設定します。すべてのスタック メンバは同一のスパニング ツリー バージョンを実行しています。</p> <p>(注) スタック構成をサポートしているのは、LAN Base イメージを実行している Catalyst 2960-S スイッチだけです。</p> <ul style="list-style-type: none"> • pvst を指定して、PVST+ をイネーブルにします (デフォルト設定)。 • mst を指定して、MSTP (および RSTP) をイネーブルにします。設定手順の詳細については、第 17 章「MSTP の設定」を参照してください。 • rapid-pvst を指定して、Rapid PVST+ をイネーブルにします。 |
| ステップ 3 | <code>interface interface-id</code> | (Rapid PVST+ モードの場合のみ推奨) 設定するインターフェイスを指定し、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。有効なインターフェイスには、物理ポート、VLAN、およびポートチャネルがあります。VLAN ID の範囲は 1 ~ 4094 です。ポートチャネルの範囲は 1 ~ 6 です。 |
| ステップ 4 | <code>spanning-tree link-type point-to-point</code> | <p>(Rapid PVST+ モードの場合のみ推奨) このポートのリンク タイプをポイントツーポイントに指定します。</p> <p>このポート (ローカル ポート) をポイントツーポイントリンクでリモート ポートと接続し、ローカル ポートが指定ポートになると、スイッチはリモート ポートとネゴシエーションし、ローカル ポートをフォワーディング ステートに高速変更します。</p> |
| ステップ 5 | <code>end</code> | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 6 | <code>clear spanning-tree detected-protocols</code> | <p>(Rapid PVST+ モードの場合のみ推奨) スイッチ上の任意のポートが IEEE 802.1D 準拠のレガシー スイッチのポートと接続されている場合に、スイッチ全体でプロトコル移行プロセスを再開します。</p> <p>このステップは、このスイッチで Rapid PVST+ が稼動していることを指定スイッチが検出する場合のオプションです。</p> |
| ステップ 7 | <code>show spanning-tree summary</code> および <code>show spanning-tree interface interface-id</code> | 設定を確認します。 |
| ステップ 8 | <code>copy running-config startup-config</code> | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree mode** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。ポートをデフォルト設定に戻すには、**no spanning-tree link-type** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スパンニング ツリーのディセーブル化

スパンニング ツリーはデフォルトで、VLAN 1 および「サポートされるスパンニング ツリー インスタンス」(P.16-11) のスパンニング ツリー限度を上限として新しく作成されたすべての VLAN 上でイネーブルです。スパンニング ツリーをディセーブルにするのは、ネットワーク トポロジにループがないことが確実な場合だけにしてください。



注意

スパンニング ツリーがディセーブルでありながら、トポロジにループが存在していると、余分なトラフィックが発生し、パケットの重複が無限に繰り返されることによって、ネットワークのパフォーマンスが大幅に低下します。

VLAN 単位でスパンニング ツリーをディセーブルにするには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|---|---|
| ステップ 1 | <code>configure terminal</code> | 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 | <code>no spanning-tree vlan vlan-id</code> | <code>vlan-id</code> に指定できる範囲は、1 ~ 4094 です。 |
| ステップ 3 | <code>end</code> | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 4 | <code>show spanning-tree vlan vlan-id</code> | 設定を確認します。 |
| ステップ 5 | <code>copy running-config startup-config</code> | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |

スパンニング ツリーを再びイネーブルにするには、`spanning-tree vlan vlan-id` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ルート スイッチの設定

スイッチは、スイッチ上で設定されているアクティブ VLAN ごとに 1 つずつ、個別のスパンニング ツリー インスタンスを維持します。各インスタンスには、スイッチ プライオリティとスイッチの MAC アドレスからなるブリッジ ID が対応付けられます。VLAN ごとに、ブリッジ ID が最小のスイッチがその VLAN のルートスイッチになります。

特定の VLAN でスイッチがルートになるように設定するには、`spanning-tree vlan vlan-id root` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、スイッチ プライオリティをデフォルト値 (32768) からかなり小さい値に変更します。このコマンドを入力すると、ソフトウェアが各 VLAN について、ルート スイッチのスイッチ プライオリティをチェックします。拡張システム ID をサポートするため、スイッチは指定された VLAN の自身のプライオリティを 24576 に設定します。この値によって、このスイッチを指定された VLAN のルートに設定できます。

指定された VLAN のルート スイッチに 24576 未満のスイッチ プライオリティが設定されている場合、スイッチはその VLAN について、自身のプライオリティを最小のスイッチ プライオリティより 4096 だけ小さい値に設定します (表 16-1 (P.16-5) に示すように、4096 は 4 ビットのスイッチ プライオリティ値の最下位ビットの値です)。



(注)

ルート スイッチとして設定する必要がある値が 1 未満の場合、`spanning-tree vlan vlan-id root` グローバル コンフィギュレーション コマンドは失敗します。



(注) ネットワーク上に拡張システム ID をサポートするスイッチとサポートしないスイッチが混在する場合は、拡張システム ID をサポートするスイッチがルート スイッチになることはほぼありません。拡張システム ID によって、旧ソフトウェアが稼動する接続スイッチのプライオリティより VLAN 番号が大きくなるたびに、スイッチ プライオリティ値が増大します。



(注) 各スパニング ツリー インスタンスのルート スイッチは、バックボーン スイッチまたはディストリビューション スイッチにする必要があります。アクセス スイッチをスパニング ツリーのプライマリ ルートとして設定しないでください。

レイヤ 2 ネットワークの直径（つまり、レイヤ 2 ネットワーク上の任意の 2 つのエンド ステーション間の最大スイッチ ホップ数）を指定するには、**diameter** キーワードを指定します。ネットワークの直径を指定すると、その直径のネットワークに最適な **hello** タイム、転送遅延時間、および最大エージング タイムをスイッチが自動的に設定するので、コンバージェンスの所要時間を大幅に短縮できます。自動的に算出された **hello** タイムを変更する場合は、**hello** キーワードを使用します。



(注) ルート スイッチとして設定した後で、**spanning-tree vlan *vlan-id* hello-time**、**spanning-tree vlan *vlan-id* forward-time**、および **spanning-tree vlan *vlan-id* max-age** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用して、**hello** タイム、転送遅延時間、および最大エージング タイムを手動で設定することは推奨できません。

スイッチが特定の VLAN のルートになるように設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|--|--|
| ステップ 1 | 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 2 | spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> root primary [diameter <i>net-diameter</i> [hello-time <i>seconds</i>]] | 指定された VLAN のルートになるように、スイッチを設定します。 <ul style="list-style-type: none"> <i>vlan-id</i> には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ~ 4094 です。 (任意) diameter <i>net-diameter</i> には、任意の 2 つのエンド ステーション間の最大スイッチ数を指定します。指定できる範囲は 2 ~ 7 です。 (任意) hello-time <i>seconds</i> には、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ~ 10 です。デフォルトは 2 です。 |
| ステップ 3 | end | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 4 | show spanning-tree detail | 設定を確認します。 |
| ステップ 5 | copy running-config startup-config | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree vlan *vlan-id* root** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

セカンダリ ルート スイッチの設定

スイッチをセカンダリ ルートとして設定すると、スイッチ プライオリティがデフォルト値 (32768) から 28672 に変更されます。したがって、プライマリ ルート スイッチで障害が発生した場合に、このスイッチが指定された VLAN のルート スイッチになる可能性が高くなります。これは、他のネットワーク スイッチがデフォルトのスイッチ プライオリティ 32768 を使用し、ルート スイッチになる可能性が低いことが前提です。

複数のスイッチでこのコマンドを実行すると、複数のバックアップ ルート スイッチを設定できます。**spanning-tree vlan *vlan-id* root primary** グローバル コンフィギュレーション コマンドでプライマリ ルート スイッチを設定したときと同じネットワーク直径および **hello** タイム値を使用してください。

スイッチが特定の VLAN のセカンダリ ルートになるように設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 1 | 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 2 | spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> root secondary [<i>diameter net-diameter</i> [<i>hello-time seconds</i>]] | 指定された VLAN のセカンダリ ルートになるように、スイッチを設定します。 <ul style="list-style-type: none"> <i>vlan-id</i> には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ~ 4094 です。 (任意) <i>diameter net-diameter</i> には、任意の 2 つのエンドステーション間の最大スイッチ数を指定します。指定できる範囲は 2 ~ 7 です。 (任意) <i>hello-time seconds</i> には、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を秒数で指定します。指定できる範囲は 1 ~ 10 です。デフォルトは 2 です。 プライマリ ルート スイッチを設定したときと同じネットワーク直径および hello タイム値を使用してください。「 ルート スイッチの設定 」(P.16-17) を参照してください。 |
| ステップ 3 | end | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 4 | show spanning-tree detail | 設定を確認します。 |
| ステップ 5 | copy running-config startup-config | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree vlan *vlan-id* root** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

ポート プライオリティの設定

ループが発生した場合、スパンニング ツリーはポート プライオリティを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。最初に選択させたいインターフェイスには高いプライオリティ (小さい数値) を与え、最後に選択させたいインターフェイスには低いプライオリティ (大きい数値) を与えます。すべてのインターフェイスに同じプライオリティ値が与えられている場合、スパンニング ツリーはインターフェイス番号が最小のインターフェイスをフォワーディング ステートにし、他のインターフェイスをブロックします。



(注) スイッチがスイッチ スタックのメンバの場合、**spanning-tree [vlan vlan-id] port-priority priority** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドの代わりに、**spanning-tree [vlan vlan-id] cost cost** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用し、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択する必要があります。低いコスト値を最初に選択する必要があるインターフェイスに割り当て、高いコスト値を最後に選択させるインターフェイスに割り当てます。詳細については、「[パス コストの設定](#)」(P.16-21) を参照してください。

インターフェイスのポート プライオリティを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|---|---|
| ステップ 1 | 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 2 | interface interface-id | 設定するインターフェイスを指定し、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。 有効なインターフェイスは、物理ポートおよびポート チャネル論理インターフェイス (port-channel port-channel-number) です。 |
| ステップ 3 | spanning-tree port-priority priority | インターフェイスにポート プライオリティを設定します。 <i>priority</i> に指定できる範囲は 0 ~ 240 で、16 ずつ増加します。デフォルトは 128 です。有効な値は、0、16、32、48、64、80、96、112、128、144、160、176、192、208、224、240 です。その他の値はすべて拒否されます。値が小さいほど、プライオリティは高くなります。 |
| ステップ 4 | spanning-tree vlan vlan-id port-priority priority | VLAN にポート プライオリティを設定します。 <ul style="list-style-type: none"> <i>vlan-id</i> には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ~ 4094 です。 <i>priority</i> に指定できる範囲は 0 ~ 240 で、16 ずつ増加します。デフォルトは 128 です。有効な値は、0、16、32、48、64、80、96、112、128、144、160、176、192、208、224、240 です。その他の値はすべて拒否されます。値が小さいほど、プライオリティは高くなります。 |
| ステップ 5 | end | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 6 | show spanning-tree interface interface-id または show spanning-tree vlan vlan-id | 設定を確認します。 |
| ステップ 7 | copy running-config startup-config | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |



(注) **show spanning-tree interface interface-id** 特権 EXEC コマンドで情報が表示されるのは、ポートがリンクアップ動作可能な状態にある場合に限られます。それ以外の情報については、**show running-config interface** 特権 EXEC コマンドを使用して設定を確認してください。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree [vlan *vlan-id*] port-priority** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。スパンニング ツリー ポート プライオリティを使用してトランク ポートに負荷分散を設定する手順については、「[トランク ポートの負荷分散の設定](#)」(P.13-21)を参照してください。

パス コストの設定

スパンニング ツリー パス コストのデフォルト値は、インターフェイスのメディア速度に基づきます。ループが発生した場合、スパンニング ツリーはコストを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。最初に選択させたいインターフェイスには小さいコスト値を与え、最後に選択させたいインターフェイスには大きいコスト値を与えます。すべてのインターフェイスに同じコスト値が与えられている場合、スパンニング ツリーはインターフェイス番号が最小のインターフェイスをフォワーディング ステートにし、他のインターフェイスをブロックします。

インターフェイスのコストを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|---|--|
| ステップ 1 | 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 2 | interface <i>interface-id</i> | 設定するインターフェイスを指定し、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。有効なインターフェイスは、物理ポートおよびポート チャネル論理インターフェイス (port-channel <i>port-channel-number</i>) です。 |
| ステップ 3 | spanning-tree cost <i>cost</i> | インターフェイスにコストを設定します。 ループが発生した場合、スパンニング ツリーはパス コストを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。パス コストが小さいほど、高速で伝送されます。 <i>cost</i> に指定できる範囲は 1 ~ 200000000 です。デフォルト値はインターフェイスのメディア速度に基づきます。 |
| ステップ 4 | spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> cost <i>cost</i> | VLAN にコストを設定します。 ループが発生した場合、スパンニング ツリーはパス コストを使用して、フォワーディング ステートにするインターフェイスを選択します。パス コストが小さいほど、高速で伝送されます。 <ul style="list-style-type: none"> • <i>vlan-id</i> には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ~ 4094 です。 • <i>cost</i> に指定できる範囲は 1 ~ 200000000 です。デフォルト値はインターフェイスのメディア速度に基づきます。 |
| ステップ 5 | end | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 6 | show spanning-tree interface <i>interface-id</i> または show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> | 設定を確認します。 |
| ステップ 7 | copy running-config startup-config | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |



(注) **show spanning-tree interface interface-id** 特権 EXEC コマンドで情報が表示されるのは、リンクアップ動作可能な状態にあるポートに限られます。それ以外の情報については、**show running-config** 特権 EXEC コマンドを使用して設定を確認してください。

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree [vlan vlan-id] cost** インターフェイス コンフィギュレーション コマンドを使用します。スパニング ツリー パス コストを使用してトランク ポートに負荷分散を設定する手順については、「トランク ポートの負荷分散の設定」(P.13-21) を参照してください。

VLAN のスイッチ プライオリティの設定

スイッチ プライオリティを設定して、スタンドアロン スイッチまたはスタックにあるスイッチがルート スイッチとして選択される可能性を高めることができます。



(注) このコマンドは、十分に注意して使用してください。スイッチ プライオリティの変更には、通常は、**spanning-tree vlan vlan-id root primary** および **spanning-tree vlan vlan-id root secondary** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用することを推奨します。

VLAN のスイッチ プライオリティを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|---|--|
| ステップ 1 | 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 2 | spanning-tree vlan vlan-id priority priority | VLAN のスイッチ プライオリティを設定します。 <ul style="list-style-type: none"> vlan-id には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ~ 4094 です。 priority を指定する場合、指定できる範囲は 0 ~ 61440 で、4096 ずつ増加します。デフォルトは 32768 です。数値が小さいほど、スイッチがルート スイッチとして選択される可能性が高くなります。 有効なプライオリティ値は、4096、8192、12288、16384、20480、24576、28672、32768、36864、40960、45056、49152、53248、57344、61440 です。その他の値はすべて拒否されます。 |
| ステップ 3 | end | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 4 | show spanning-tree vlan vlan-id | 設定を確認します。 |
| ステップ 5 | copy running-config startup-config | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree vlan vlan-id priority** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スパンニング ツリー タイマーの設定

表 16-4 で、スパンニング ツリーのパフォーマンス全体を左右するタイマーについて説明します。

表 16-4 スパンニング ツリー タイマー

| 変数 | 説明 |
|--------------|---|
| hello タイマー | スイッチから他のスイッチへ hello メッセージをブロードキャストする頻度を制御します。 |
| 転送遅延タイマー | インターフェイスが転送を開始するまでに、リスニング ステートおよびラーニング ステートが継続する時間を制御します。 |
| 最大エージング タイマー | インターフェイスが受信したプロトコル情報をスイッチに保存させておく時間を制御します。 |
| 転送保留カウント | 1 秒間停止する前に送信できる BPDU 数を制御します。 |

以降に設定手順を示します。

hello タイムの設定

hello タイムを変更することによって、ルート スイッチによってコンフィギュレーション メッセージが生成される間隔を設定できます。



(注) このコマンドは、十分に注意して使用してください。hello タイムの変更には、通常、**spanning-tree vlan *vlan-id* root primary** および **spanning-tree vlan *vlan-id* root secondary** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用することを推奨します。

VLAN の hello タイムを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 1 | 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 2 | spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> hello-time <i>seconds</i> | VLAN の hello タイムを設定します。hello タイムはルート スイッチがコンフィギュレーション メッセージを生成する間隔です。これらのメッセージは、スイッチがアクティブであることを意味します。 <ul style="list-style-type: none"> <i>vlan-id</i> には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ~ 4094 です。 <i>seconds</i> に指定できる範囲は 1 ~ 10 です。デフォルト値は 2 です。 |
| ステップ 3 | end | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 4 | show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> | 設定を確認します。 |
| ステップ 5 | copy running-config startup-config | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |

デフォルトの設定値に戻す場合は、**no spanning-tree vlan *vlan-id* hello-time** グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VLAN の転送遅延時間の設定

VLAN の転送遅延時間を設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|--|--|
| ステップ 1 | <code>configure terminal</code> | 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 | <code>spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> forward-time <i>seconds</i></code> | VLAN の転送時間を設定します。転送遅延時間は、スパニング ツリー ラーニング ステートおよびリスニング ステートからフォワーディング ステートに移行するまでに、インターフェイスが待機する秒数です。 <ul style="list-style-type: none"> <i>vlan-id</i> には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ~ 4094 です。 <i>seconds</i> に指定できる範囲は 4 ~ 30 です。デフォルト値は 15 です。 |
| ステップ 3 | <code>end</code> | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 4 | <code>show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i></code> | 設定を確認します。 |
| ステップ 5 | <code>copy running-config startup-config</code> | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |

デフォルトの設定値に戻す場合は、`no spanning-tree vlan vlan-id forward-time` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

VLAN の最大エージング タイムの設定

VLAN の最大エージング タイムを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|---|---|
| ステップ 1 | <code>configure terminal</code> | 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 | <code>spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> max-age <i>seconds</i></code> | VLAN の最大エージング タイムを設定します。最大エージング タイムは、再構成を試行するまでにスイッチがスパニング ツリー コンフィギュレーション メッセージを受信せずに待機する秒数です。 <ul style="list-style-type: none"> <i>vlan-id</i> には、VLAN ID で識別された単一の VLAN、ハイフンで区切られた範囲の VLAN、またはカンマで区切られた一連の VLAN を指定できます。指定できる範囲は 1 ~ 4094 です。 <i>seconds</i> に指定できる範囲は 6 ~ 40 です。デフォルト値は 20 です。 |
| ステップ 3 | <code>end</code> | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 4 | <code>show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i></code> | 設定を確認します。 |
| ステップ 5 | <code>copy running-config startup-config</code> | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |

デフォルトの設定値に戻す場合は、`no spanning-tree vlan vlan-id max-age` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

転送保留カウンタの設定

転送保留カウンタ値を変更することで、BPDU のバースト サイズを設定できます。



(注) このパラメータをより高い値に変更すると、CPU の使用率が非常に大きくなります (Rapid PVST モード時に特に顕著に変化します)。逆に、この値を低く設定すると、セッションによってはコンパイル ジェンスを抑えることができます。この値は、デフォルト設定で使用することを推奨します。

転送保留カウンタを設定するには、特権 EXEC モードで次の手順を実行します。この手順は任意です。

| | コマンド | 目的 |
|--------|--|---|
| ステップ 1 | <code>configure terminal</code> | 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 | <code>spanning-tree transmit hold-count value</code> | 1 秒間停止する前に送信できる BPDU 数を設定します。 <i>value</i> に指定できる範囲は 1 ~ 20 です。デフォルト値は 6 です。 |
| ステップ 3 | <code>end</code> | 特権 EXEC モードに戻ります。 |
| ステップ 4 | <code>show spanning-tree detail</code> | 設定を確認します。 |
| ステップ 5 | <code>copy running-config startup-config</code> | (任意) コンフィギュレーション ファイルに設定を保存します。 |

デフォルトの設定値に戻す場合は、`no spanning-tree transmit hold-count value` グローバル コンフィギュレーション コマンドを使用します。

スパニング ツリー ステータスの表示

スパニング ツリー ステータスを表示するには、表 16-5 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 16-5 スパニング ツリー ステータス表示用のコマンド

| コマンド | 目的 |
|--|---|
| <code>show spanning-tree active</code> | アクティブ インターフェイスに関するスパニング ツリー情報だけを表示します。 |
| <code>show spanning-tree detail</code> | インターフェイス情報の詳細サマリーを表示します。 |
| <code>show spanning-tree interface interface-id</code> | 特定のインターフェイスのスパニング ツリー情報を表示します。 |
| <code>show spanning-tree summary [totals]</code> | インターフェイス ステータスのサマリーを表示します。または STP ステート セクションのすべての行を表示します。 |

`clear spanning-tree [interface interface-id]` 特権 EXEC コマンドを使用して、スパニング ツリー カウンタをクリアできます。

`show spanning-tree` 特権 EXEC コマンドの他のキーワードについては、このリリースに対応するコマンド リファレンスを参照してください。

■ スパニング ツリー ステータスの表示