



## STP の設定

この章では、Catalyst 2975 スイッチのポートベース VLAN（仮想 LAN）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他の部分からは単一のスパニングツリー ノードと見なされるため、すべてのスタック メンバーが同じブリッジ ID を使用します。特に明記しないかぎり、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 スタックを意味します。

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 トポロジーと 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.16-5)
- 「[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.16-8)
- 「[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.16-9)
- 「[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.16-10)
- 「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インターオペラビリティと下位互換性」 (P.16-11)
- 「STP および IEEE 802.1Q トランク」 (P.16-11)
- 「スパニングツリーとスイッチ スタック」 (P.16-12)

設定手順については、「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 (メディアアクセス制御) アドレスを学習する可能性があります。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トランスペアレントであり、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ー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 トポロジー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

すべてのポートに指定ポートまたはバックアップポートの役割が設定されているスイッチがルートスイッチです。少なくとも 1 つのポートに指定ポートの役割が設定されているスイッチは、指定スイッチと呼ばれています。

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) ステートにされます。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 トポロジーを再計算し、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。スパニングツリーポートプライオリティ値は、ネットワークトポロジー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、スイッチは Small Form-Factor Pluggable (SFP) を搭載していないインターフェイスにのみ、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）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 コマンドを使用すると、インターフェイスのデフォルト設定を変更できます。

## スパンニングツリー トポロジーと 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 トポロジーは、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、すべてのスイッチが指定のスパンニングツリー インスタンスに対して同じブリッジ 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 トポロジーが計算されます。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ンニングツリー トポロジーの論理的な中心）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 メンバーがスタック ルート スイッチとして選択されます。図 16-1 (P.16-4) に示すとおり、スタック ルート スイッチには出力ルート 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際に、最適なパス（最小コスト）を提供します。

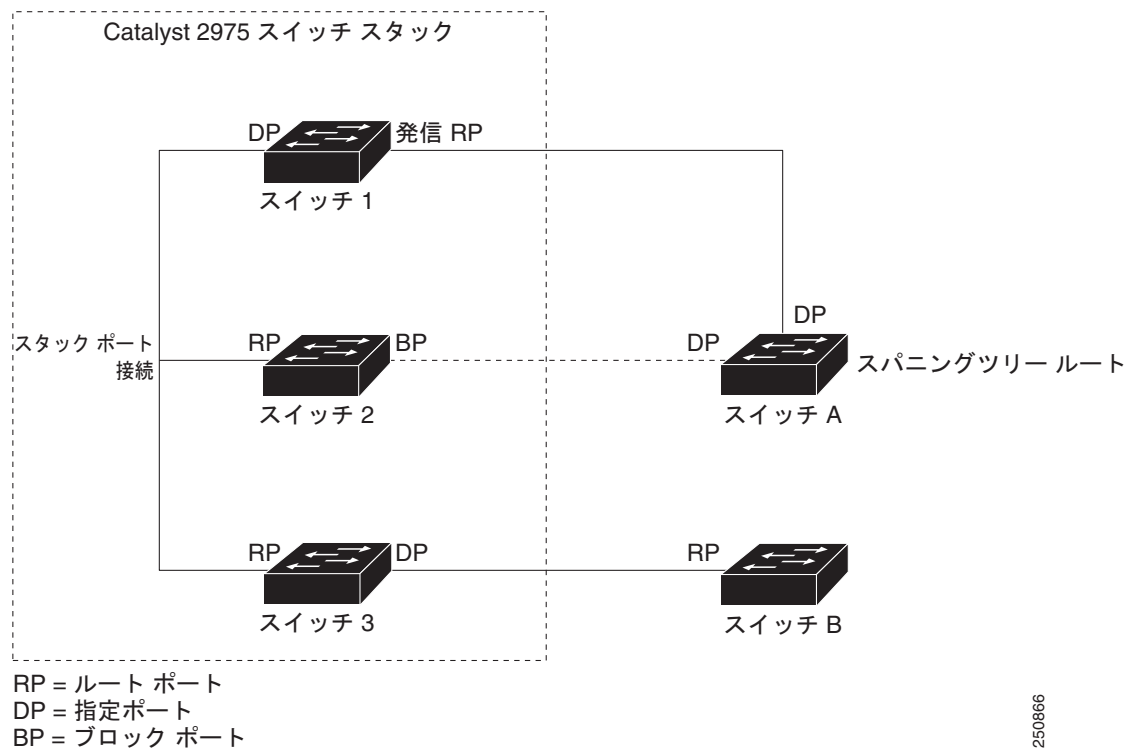
スパニングツリーは、次の順序でスイッチスタックのルートポートを選択します。

- 最小のルートブリッジ ID を選択します。
- ルートスイッチへのパスコストが最小のものを選択します。
- 最小の指定ブリッジ ID を選択します。
- 最小の指定パスコストを選択します。
- 最小のポート ID を選択します。

スタックルートスイッチの 1 つの出力ポートだけが、ルートポートとして選択されます。図 16-1 (P.16-4) に示すとおり、スタック内の残りのスイッチは指定スイッチ（スイッチ 2 およびスイッチ 3）になります。

- 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 スイッチスタックのスパニングツリーポートのステート



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、スパニングツリーブロッキングモードになります。

## 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 バイトのブリッジ 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 バイトはスイッチの 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

スパンニングツリーは、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ンニングツリー MAC アドレスを使用します。スイッチ スタックはネットワークの他の部分からは単一のスイッチと見なされるため、スタック内のすべてのスイッチが指定のスパンニングツリーに対して同じブリッジ ID を使用します。スタック マスターに障害が生じると、スタック メンバーは新たなスタック メンバーの新規 MAC アドレスに基づいて、すべての実行スパン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.16-16)、「[セカンダリ ルートスイッチの設定](#)」(P.16-18)、および「[VLAN のスイッチ プライオリティの設定](#)」(P.16-21) を参照してください。

## スパンニングツリー 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、トポロジー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ンニングツリー トポロジーに含まれていない状態からフォーワーディング 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ー情報がスイッチド 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、古いトポロジー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。

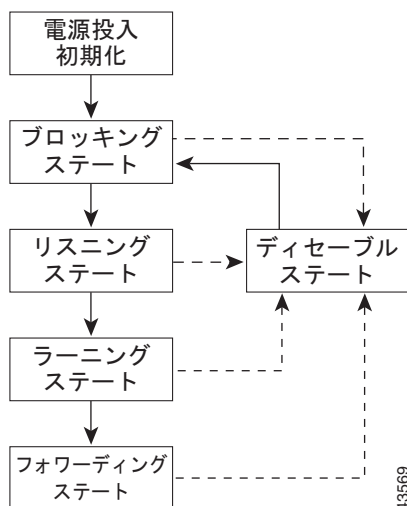
- ブロッキング：インターフェイスはフレーム転送に関与しません。
- リスニング：インターフェイスをフレーム転送に関与させることをスパニングツリーが決定した場合、ブロッキング ステートから最初に移行するステートです。
- ラーニング：インターフェイスはフレーム転送に関与する準備をしている状態です。
- フォワーディング：インターフェイスはフレームを転送します。
- ディセーブル：インターフェイスはスパニングツリーに含まれません。シャットダウン ポートであるか、ポート上にリンクがないか、またはポート上でスパニングツリー インスタンスが稼働していないためです。

インターフェイスのステートは次のように移行します。

- 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、インターフェイスのステートがどのように移行するかを示します。

図 16-2 スパニングツリー 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ます。このステートでは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、すなわちルート スイッチであるかが決定されます。ネットワークにスイッチが 1 台しかない場合、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。

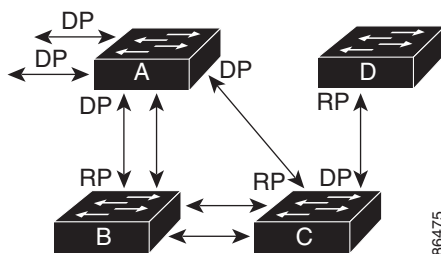
ディセーブル インターフェイスは、次の機能を実行します。

- 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ーが形成されます）。

図 16-3 スパニングツリー トポロジー



RP = ルート ポート  
DP = 指定ポート



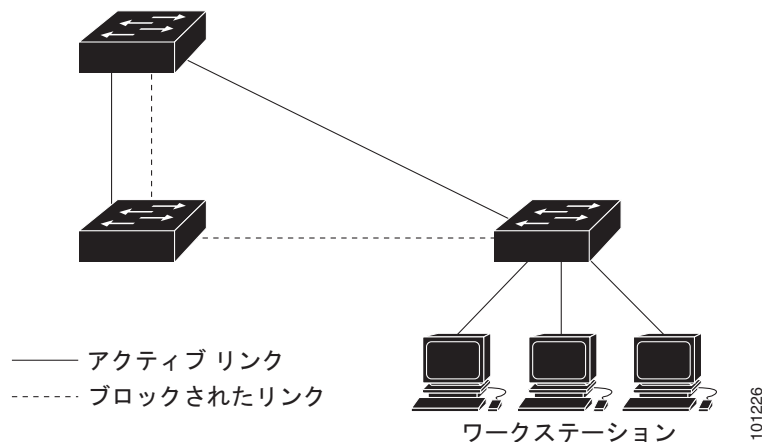
スパンニングツリー トポロジーがデフォルトのパラメータに基づいて算出された場合、スイッチド ネットワークの送信元エンドステーションから宛先エンドステーションまでのパスが最適にならない場合があります。たとえば、ルートポートよりプライオリティの高いインターフェイスに高速リンクを接続すると、ルートポートが変更される可能性があります。最高速のリンクをルートポートにすることが理想です。

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 スパン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 35 章「EtherChannel およびリンクステート追跡の設定」を参照してください。

## スパンニングツリー 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 ~ 0x00180C2000010 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。

スパン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 0x00180C2000000 ~ 0x00180C200000F のアドレス宛の packets を受信しますが、転送は行いません。

スパンニングツリーがイネーブルな場合、スタック内の各スイッチの CPU は 0x00180C2000000 および 0x00180C2000010 宛ての packets を受信します。スパンニングツリーがディセーブルな場合は、スタック内の各スイッチは、それらの packets を不明の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となるスパニングツリー 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、Cross-Stack Rapid Transition (CSRT) 機能が RSTP と同じ機能を実行します。RSTP または CSRT を使用せずに MSTP を稼動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 インスタンスをサポートします。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。

## スパンニングツリーのインターオペラビリティと下位互換性

表 16-2 に、ネットワークでサポートされるスパンニングツリー モード間のインターオペラビリティと下位互換性を示します。

表 16-2 PVST+、MSTP、および Rapid PVST+ のインターオペラビリティ

	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+ が稼働しているスイッチと PVST+ が稼働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ンニングツリー インスタンスにすることを推奨します。Rapid PVST+ スパンニングツリー 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 メンバーが同じバージョンのスパンニングツリーを稼働します (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ンニングツリー 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 つのスパンニングツリー 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シスコ製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、スパンニングツリー インスタンスを維持します。

IEEE 802.1Q トランクを使用してシスコ製スイッチを他社製のデバイスに接続する場合、シスコ製スイッチは PVST+ を使用してスパン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 のスパンニングツリー インスタンスと他社の IEEE 802.1Q スイッチのスパンニングツリー 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シスコ製スイッチによって維持されます。シスコ製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。

## スパニングツリーとスイッチ スタック

次の内容は、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当てはまります。

- スイッチ スタックはネットワークの他の部分からは単一のスパニングツリー ノードと見なされるため、すべてのスタック メンバーが指定のスパニングツリーに対して同じブリッジ ID を使用します。ブリッジ ID は、スタック マスターの MAC (メディア アクセス制御) アドレスを基にして作成されます。
- 新たなスイッチがスタックに加入すると、そのブリッジ ID はスタック マスターのブリッジ ID に設定されます。新たに追加されたスイッチが最小の ID を持ち、すべてのスタック メンバーのルート パス コストが同一の場合は、新たに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 メンバーがスタックを脱退すると、スタック内 (スタック外部も含まれる場合がある) でスパニングツリーの再コンバージェンスが実行されます。残りのスタック メンバーのうち最小のスタック ポート ID を持つものがスタック ルートになります。
- スタック マスターに障害が生じたり、スタック マスターがスタックから脱退したりした場合は、スタック メンバーの中から新たなスタック マスターが選択され、すべてのスタック メンバーが自分のスパニングツリー ブリッジ ID を新たなマスターのブリッジ ID に変更します。
- スイッチ スタックがスパニングツリー ルートであり、スタック マスターに障害が生じたか、スタック マスターがスタックから脱退した場合は、スタック メンバーの中から新たなスタック マスターが選択され、スパニングツリーの再コンバージェンスが実行されます。
- スイッチ スタック外部の近接スイッチに障害が生じたか、近接スイッチの電源が切断された場合は、通常のスパニングツリー プロセスが実行されます。アクティブ トポロジー内でスイッチが失われるとスパニングツリーの再コンバージェンスが実行される場合があります。
- スイッチ スタック外部の新たなスイッチがネットワークに追加された場合は、通常のスパニングツリー プロセスが実行されます。ネットワーク内にスイッチが追加されるとスパニングツリーの再コンバージェンスが実行される場合があります。

スイッチ スタックの詳細については、[第 6 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

ここでは、次の設定情報について説明します。

- 「スパンニングツリー機能のデフォルト設定」 (P.16-13)
- 「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.16-15) (必須)
- 「スパンニングツリーのディセーブル化」 (P.16-16) (任意)
- 「ルート スイッチの設定」 (P.16-16) (任意)
- 「セカンダリ ルート スイッチの設定」 (P.16-18) (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.16-20) (任意)
- 「VLAN のスイッチ プライオリティの設定」 (P.16-21) (任意)
- 「スパンニングツリー タイマーの設定」 (P.16-22) (任意)

## スパンニングツリー機能のデフォルト設定

表 16-3 に、スパンニングツリー機能のデフォルト設定を示します。

表 16-3 スパン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ンニングツリー インスタンス」 (P.16-11) を参照してください。
スパンニングツリー 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
スパンニングツリー 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
スパンニングツリー 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
スパンニングツリー VLAN ポート プライオリティ (VLAN 単位で設定可能)	128
スパンニングツリー 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
スパンニングツリー 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 メンバーは専用のスパニングツリーを稼動し、スタック全体はネットワークの他の部分からは単一のスイッチとして見なされます。

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、スイッチ スタックあたり 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 を稼動させたい別の 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動していないスイッチは、スパニングツリー インスタンスが稼動している 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動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 ツリーを稼動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動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動している状況では、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あとに、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動しない 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 トポロジーによっては、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 メンバーが同じバージョンのスパニングツリーを稼動します。さまざまなスパニングツリー モードおよびインターオペラビリティについては、「[スパニングツリーのインターオペラビリティと下位互換性](#)」(P.16-11) を参照してください。

UplinkFast、BackboneFast、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 リンク上でだけ動作します。リンクの各終端には STP が稼動するデバイスを直接接続することを推奨します。

## スパンニングツリー モードの変更

スイッチは PVST+、Rapid PVST+、MSTP の 3 つのスパン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。

スパンニングツリー モードを変更するには、イネーブル 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>スパンニングツリー モードを設定します。すべてのスタック メンバーが同じバージョンのスパンニングツリーを稼動します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>pvst</b> を指定すると、PVST+ がイネーブルになります (デフォルト設定)。</li> <li>• <b>mst</b> を指定すると、MSTP (および RSTP) がイネーブルになります。設定手順の詳細については、<a href="#">第 17 章「MSTP の設定」</a>を参照してください。</li> <li>• <b>rapid-pvst</b> を指定すると、Rapid PVST+ がイネーブルになります。</li> </ul>
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。指定できる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>	イネーブル 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。

## スパニングツリーのディセーブル化

スパ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ニングツリー インスタンス」(P.16-11) のスパ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 トポロジー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

スパニングツリーがディセーブルでありながら、トポロジー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 単位でスパニングツリーをディセーブルにするには、イネーブル 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	<b>configure terminal</b>	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	<b>no spanning-tree vlan <i>vlan-id</i></b>	<i>vlan-id</i> に指定できる範囲は、1 ~ 4094 です。
ステップ 3	<b>end</b>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<b>show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i></b>	設定を確認します。
ステップ 5	<b>copy running-config startup-config</b>	(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。

スパニングツリーを再びイネーブルにする場合は、**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 に対する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) 各スパンニングツリー 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ン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（すなわち、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あとで、**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、イネーブル 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	<b>configure terminal</b>	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	<b>spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> root primary</b> <b>[<i>diameter net-diameter</i> [<i>hello-time seconds</i>]]</b>	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"> <li><b><i>vlan-id</i></b> 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。</li> <li>(任意) <b><i>diameter net-diameter</i></b> 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。</li> <li>(任意) <b><i>hello-time seconds</i></b> 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。</li> </ul>
ステップ 3	<b>end</b>	イネーブル EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
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 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、イネーブル 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> root secondary [<i>diameter net-diameter</i> [<i>hello-time seconds</i>]]</code>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><code><i>vlan-id</i></code> 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。</li> <li>(任意) <code><i>diameter net-diameter</i></code> 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。</li> <li>(任意) <code><i>hello-time seconds</i></code> 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。</li> </ul> <p>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。「<a href="#">ルート スイッチの設定</a>」(P.16-16) を参照してください。</p>
ステップ 3	<code>end</code>	イネーブル 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 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 スタックのメンバーの場合は、**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 コマンドを使用して、インターフェイスをフォワーディング ステートにするように選択する必要があります。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、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割り当てます。詳細については、「[パス コストの設定](#)」(P.16-20) 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、イネーブル 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	<b>configure terminal</b>	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	<b>interface interface-id</b>	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 ( <b>port-channel port-channel-number</b> ) です。
ステップ 3	<b>spanning-tree port-priority priority</b>	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。デフォルト値は 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	<b>spanning-tree vlan vlan-id port-priority priority</b>	VLAN にポート プライオリティを設定します。 <ul style="list-style-type: none"> <li><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。</li> <li><i>priority</i> に指定できる範囲は 0 ~ 240 で、16 ずつ増加します。デフォルト値は 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。</li> </ul>
ステップ 5	<b>end</b>	イネーブル EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
ステップ 6	<code>show spanning-tree interface interface-id</code> または <code>show spanning-tree vlan vlan-id</code>	設定を確認します。
ステップ 7	<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。



(注) `show spanning-tree interface interface-id` イネーブル 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` イネーブル 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.13-22)を参照してください。

## パス コストの設定

スパニングツリー 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、イネーブル 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>interface interface-id</code>	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 ( <code>port-channel port-channel-number</code> ) です。
ステップ 3	<code>spanning-tree cost cost</code>	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。  <code>cost</code> 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。

	コマンド	目的
ステップ 4	<code>spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> cost <i>cost</i></code>	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"> <li><code>vlan-id</code> 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。</li> <li><code>cost</code> 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。</li> </ul>
ステップ 5	<code>end</code>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	<code>show spanning-tree interface <i>interface-id</i></code>  または <code>show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i></code>	設定を確認します。
ステップ 7	<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。



(注) `show spanning-tree interface interface-id` イネーブル 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` イネーブル 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。スパンニングツリー 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.13-22) 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内のスイッチがルート 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、イネーブル 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> priority <i>priority</i></code>	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"> <li><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。</li> <li><i>priority</i> に指定できる範囲は 0 ~ 61440 で、4096 ずつ増加します。デフォルト値は 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。</li> </ul> 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。それ以外の値はすべて拒否されます。その他の値はすべて拒否されます。
ステップ 3	<code>end</code>	イネーブル 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 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。

## スパニングツリー タイマーの設定

表 16-4 で、スパ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。

以下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、イネーブル 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	<b>configure terminal</b>	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	<b>spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> hello-time <i>seconds</i></b>	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"> <li><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。</li> <li><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。</li> </ul>
ステップ 3	<b>end</b>	イネーブル EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<b>show spanning-tree vlan <i>vlan-id</i></b>	設定を確認します。
ステップ 5	<b>copy running-config startup-config</b>	(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、イネーブル 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	<b>configure terminal</b>	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	<b>spanning-tree vlan <i>vlan-id</i> forward-time <i>seconds</i></b>	VLAN の転送時間を設定します。転送遅延時間は、スパンニングツリー 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"> <li><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。</li> <li><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。</li> </ul>
ステップ 3	<b>end</b>	イネーブル EXEC モードに戻ります。

	コマンド	目的
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、イネーブル 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"> <li><code><i>vlan-id</i></code> 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。</li> <li><code><i>seconds</i></code> に指定できる範囲は 6 ~ 40 です。デフォルト値は 20 です。</li> </ul>
ステップ 3	<code>end</code>	イネーブル 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バー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。



転送保留カウントを設定するには、イネーブル 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>	イネーブル 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 のイネーブル 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 ステート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]` イネーブル 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` イネーブル 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