



# CHAPTER 18

## STP の設定

この章では、Catalyst 3750 スイッチのポートベース VLAN 上でスパニングツリー プロトコル (STP) 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。

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 19 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 20 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.18-1)
- 「[スパニングツリー機能の設定](#)」 (P.18-14)
- 「[スパニングツリー ステータスの表示](#)」 (P.18-26)

## 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.18-2)
- 「[スパニングツリー トポロジと BPDU](#)」 (P.18-3)
- 「[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.18-5)
- 「[スパニングツリー インターフェイス ステート](#)」 (P.18-5)
- 「[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.18-8)
- 「[スパニングツリーおよび冗長接続](#)」 (P.18-9)
- 「[スパニングツリー アドレスの管理](#)」 (P.18-9)
- 「[接続を維持するためのエージング タイムの短縮](#)」 (P.18-10)
- 「[スパニングツリー モードおよびプロトコル](#)」 (P.18-10)

- 「サポートされるスパニングツリー インスタンス」 (P.18-11)
- 「スパニングツリーの相互運用性と下位互換性」 (P.18-11)
- 「STP および IEEE 802.1Q トランク」 (P.18-12)
- 「VLAN ブリッジ スパニングツリー」 (P.18-13)
- 「スパニングツリーとスイッチ スタック」 (P.18-13)

設定の詳細については、「スパニングツリー機能の設定」 (P.18-14) 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 20 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 ネットワークが正常に動作するには、任意の 2 つのステーション間で存在できるアクティブ パスは 1 つだけです。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あります。このような状況によって、ネットワークが不安定になります。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）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 エージ
- 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 18-1 \(P.18-4\)](#) 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 18-1 \(P.18-5\)](#) 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。

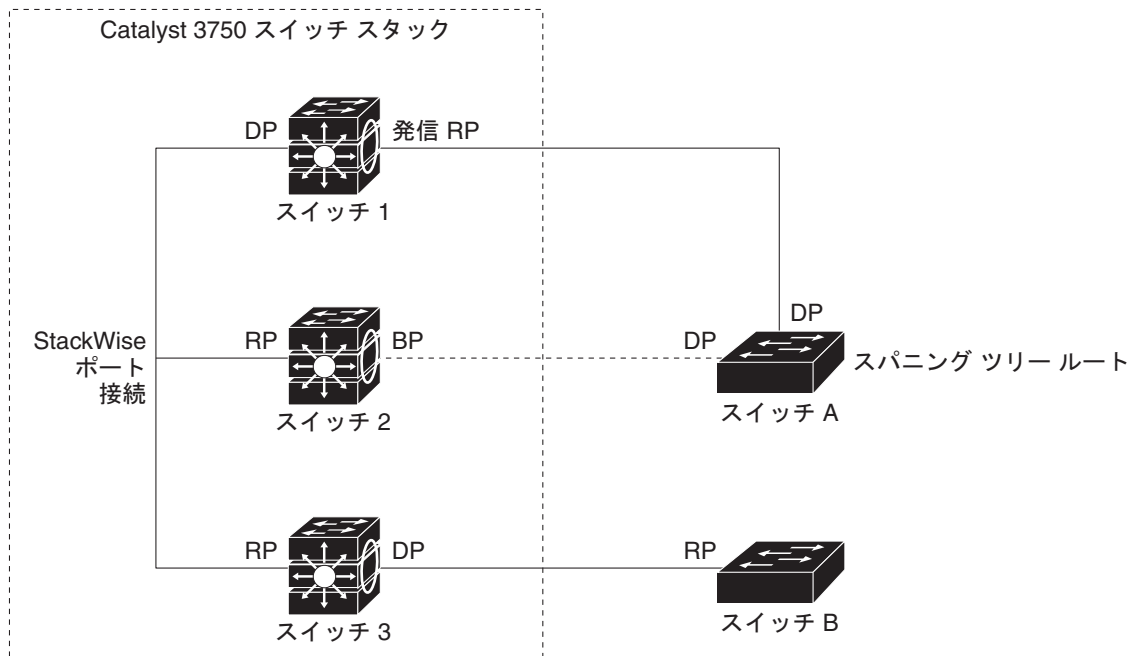
スパニングツリーは、スイッチスタックのルートポートを選択する際、次の順序で選択を行います。

- 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 18-1 \(P.18-4\)](#) 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 18-1 スイッチスタックでのスパニングツリーポートステート



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

86491

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 18-1 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 18-1 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、指定のスパン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 プライオリティの手動での設定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.18-17)、「[セカンダリ ルートスイッチの設定](#)」(P.18-19)、および「[VLAN のスイッチ プライオリティの設定](#)」(P.18-22) 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、伝播遅延が生じることがあります。その結果、スイッチド ネットワークのさまざまな時点および場所でトポロジの変化が発生します。インターフェイスがスパンニングツリー 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。

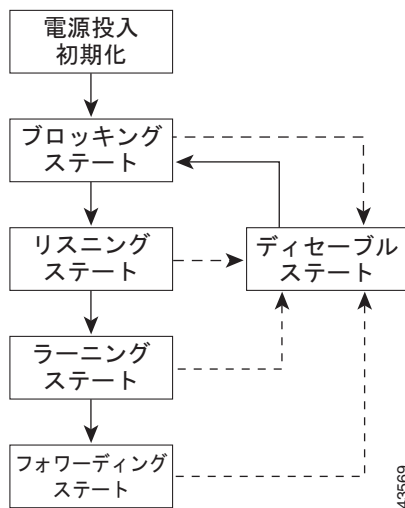
- ブロッキング：インターフェイスはフレーム転送に関与しません。
- リスニング：インターフェイスをフレーム転送に関与させることをスパニングツリーが決定した場合、ブロッキング ステートから最初に移行するステートです。
- ラーニング：インターフェイスはフレーム転送に関与する準備をしている状態です。
- フォワーディング：インターフェイスはフレームを転送します。
- ディセーブル：インターフェイスはスパニングツリーに含まれません。シャットダウン ポートであるか、ポート上にリンクがないか、またはポート上でスパニングツリー インスタンスが稼働していないためです。

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 18-2 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 18-2 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、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。

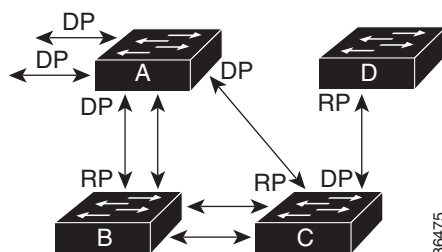
ディセーブル インターフェイスは、次の機能を実行します。

- 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 18-3 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が形成されます。

図 18-3 スパニングツリー トポロジ



RP = ルート ポート  
DP = 指定ポート



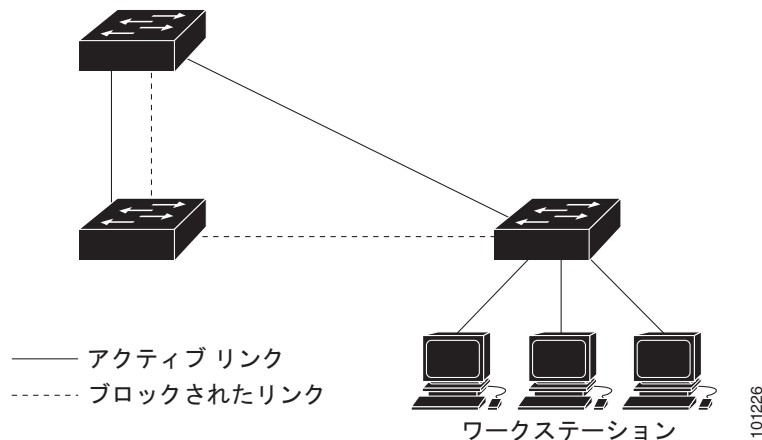
スパンニングツリー トポロジがデフォルトのパラメータに基づいて算出された場合、スイッチド ネットワークの送信元エンド ステーションから宛先エンド ステーションまでのパスが最適にならない場合があります。たとえば、ルート ポートよりプライオリティの高いインターフェイスに高速リンクを接続すると、ルート ポートが変更される可能性があります。最高速のリンクをルート ポートにすることが重要です。

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 18-4 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 18-4 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。詳細については、第 36 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なスパニングツリー 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、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。詳細については、第 19 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 個の 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可能な VLAN 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.18-15) を参照してください。

## スパンニングツリーの相互運用性と下位互換性

表 18-2 に、ネットワークでサポートされるスパンニングツリー モード間の相互運用性と下位互換性を示します。

表 18-2 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 メンバが、同じバージョンのスパン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戦略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。

## VLAN ブリッジ スパニングツリー

シスコ VLAN ブリッジ スパニングツリーは、フォールバック ブリッジング機能（ブリッジ グループ）で使用し、DECnet などの IP 以外のプロトコルを 2 つ以上の VLAN ブリッジ ドメインまたはルーテッド ポート間で伝送します。VLAN ブリッジ スパニングツリーにより、ブリッジ グループは個々の VLAN スパニングツリーの上部にスパンニングツリーを形成できるので、VLAN 間で複数の接続がある場合に、ループが形成されないようにします。また、ブリッジングされている VLAN からの個々のスパンニングツリーが単一のスパンニングツリーに縮小しないようにする働きもします。

VLAN ブリッジ スパニングツリーをサポートするには、一部のスパンニングツリー タイマーを増やします。フォールバック ブリッジング機能を使用するには、スイッチに IP サービス イメージをインストールする必要があります。詳細については、第 48 章「フォールバック ブリッジングの設定」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+ モードで稼働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 5 章「スイッチ スタックの管理」を参照してください。

## スパニングツリー機能の設定

- 「スパニングツリー機能のデフォルト設定」(P.18-14)
- 「スパニングツリー設定時の注意事項」(P.18-15)
- 「スパニングツリー モードの変更」(P.18-16) (必須)
- 「スパニングツリーのディセーブル化」(P.18-17) (任意)
- 「ルート スイッチの設定」(P.18-17) (任意)
- 「セカンダリ ルート スイッチの設定」(P.18-19) (任意)
- 「ポート プライオリティの設定」(P.18-20) (任意)
- 「パス コストの設定」(P.18-21) (任意)
- 「VLAN のスイッチ プライオリティの設定」(P.18-22) (任意)
- 「スパニングツリー タイマーの設定」(P.18-23) (任意)

## スパニングツリー機能のデフォルト設定

表 18-3 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 18-3 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.18-11) 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

## スパンニングツリー設定時の注意事項

各スタック メンバが独自のスパン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 にスパンニングツリー 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、スパン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 を同一のスパンニングツリー インスタンスにマッピングすることが可能です。詳細については、第 19 章「MSTP の設定」を参照してください。

128 のスパンニングツリー インスタンスがすでに使用されている場合、VLAN の 1 つでスパン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 でスパン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 でスパンニングツリーをイネーブルにします。



注意

スパンニングツリーが稼働していないスイッチは、スパンニングツリー 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、スパンニングツリーは、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ン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ン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ン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ンニングツリー 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ン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ンニングツリー 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。スパンニングツリー 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 スパンニングツリー インスタンスの設定はスパンニングツリー コマンドによって制御されます。スパンニングツリー 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。スパンニングツリー 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。スパンニングツリー 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、スパンニングツリー 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ンニングツリーを実行します。さまざまなスパンニングツリーモードとその相互運用性については、「スパンニングツリーの相互運用性と下位互換性」(P.18-11) 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、「オプションのスパンニングツリー設定時の注意事項」(P.20-12) 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	<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 mode {pvst   mst   rapid-pvst}</b>	<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ます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>pvst</b> を指定して、PVST+ をイネーブルにします (デフォルト設定)。</li> <li>• <b>mst</b> 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、<a href="#">第 19 章「MSTP の設定」</a>を参照してください。</li> <li>• <b>rapid-pvst</b> を指定して、Rapid PVST+ をイネーブルにします。</li> </ul>
ステップ 3	<b>interface interface-id</b>	(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としては、物理ポート、VLAN、ポートチャネルなどがあります。VLAN ID の範囲は 1 ~ 4094 です。ポートチャネル範囲は 1 ~ 48 です。
ステップ 4	<b>spanning-tree link-type point-to-point</b>	<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	<b>end</b>	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 6	<b>clear spanning-tree detected-protocols</b>	<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+ が稼働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	<b>show spanning-tree summary</b>  および <b>show spanning-tree interface interface-id</b>	設定を確認します。
ステップ 8	<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 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.18-11) 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	<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>	特権 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 に満たないスイッチ プライオリティが設定されている場合は、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 (4096 は 4 ビット スイッチ プライオリティの最下位ビットの値です。表 18-1 (P.18-5) を参照)。



(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働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 カウント）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。**hello** キーワードを使用して、自動的に計算される **hello** タイムを上書きすることができます。



(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	<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。デフォルト値は 2 です。</li> </ul>
ステップ 3	<b>end</b>	特権 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、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 vlan-id root secondary [diameter net-diameter [hello-time seconds]]</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>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>(任意) <code>diameter net-diameter</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>hello-time seconds</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。デフォルト値は 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 <code>hello</code> 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.18-17) を参照してください。</p>
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 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。最初に選択されるインターフェイスには高いプライオリティ値（小さい数値）を割り当て、最後に選択されるインターフェイスには低いプライオリティ値（高い数値）を割り当てることができます。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。最初に選択させるインターフェイスには、低いコスト値を割り当て、最後に選択させるインターフェイスには高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.18-21) 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	<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。その他すべての値は拒否されます。値が小さいほど、プライオリティが高くなります。
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。その他すべての値は拒否されます。値が小さいほど、プライオリティが高くなります。</li> </ul>
ステップ 5	<b>end</b>	特権 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` 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。ポートがリンクアップ動作状態になっていない場合は、`show running-config interface` 特権 EXEC コマンドを使用して設定を確認できます。

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.13-25)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	<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。低いパス コストは高速送信を表します。  <code>cost</code> の範囲は 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から派生します。

	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。低いパス コストは高速送信を表します。  <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> の範囲は 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から派生します。</li> </ul>
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>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` 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。ポートがリンクアップ動作状態になっていない場合は、`show running-config` 特権 EXEC コマンドを使用して設定を確認できます。

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.13-25) 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) このコマンドの使用には注意してください。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	<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> の範囲は 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。</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。その他すべての値は拒否されます。
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 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 18-4 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 18-4 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。
最大エイジング 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)

このコマンドの使用には注意してください。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	<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>	特権 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、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	<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>	特権 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、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ンニングツリー 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。デフォルトは 20 です。</li> </ul>
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。

## ■ スパニングツリー ステータスの表示

転送保留カウントを設定するには、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	<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 transmit hold-count value</b>	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	<b>end</b>	特権 EXEC モードに戻ります。
ステップ 4	<b>show spanning-tree detail</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 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 18-5 の特権 EXEC コマンドを 1 つまたは複数使用します。

表 18-5 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
<b>show spanning-tree active</b>	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。
<b>show spanning-tree detail</b>	インターフェイス情報の詳細サマリーを表示します。
<b>show spanning-tree interface interface-id</b>	指定した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。
<b>show spanning-tree summary [totals]</b>	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。



(注)

スイッチ スタックでは、スパニングツリー プロセスは、スタック メンバの両方の物理スタック ポートを 1 つの論理ポートとして報告します。

**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。