



高精度時間プロトコルの設定

- [Precision Time Protocol について](#) (1 ページ)
- [NTP から PTP への時間変換](#) (14 ページ)
- [前提条件](#) (18 ページ)
- [注意事項と制約事項](#) (18 ページ)
- [デフォルト設定](#) (21 ページ)
- [スイッチの PTP の設定](#) (21 ページ)
- [NTP から PTP への時刻変換機能の設定](#) (32 ページ)
- [PTP 有用性](#) (37 ページ)
- [関連資料](#) (49 ページ)
- [機能の履歴](#) (49 ページ)

Precision Time Protocol について

Precision Time Protocol (PTP) は、IEEE 1588 で、ネットワーク化された測定および制御システムの高精度クロック同期として定義されており、さまざまな精度と安定性の分散デバイス クロックを含むパケットベース ネットワークでクロックを同期させるために開発されました。PTPは、産業用のネットワーク化された測定および制御システム向けに特別に設計されており、最小限の帯域幅とわずかな処理オーバーヘッドしか必要としないため、分散システムでの使用に最適です。



(注) シスコは、従来のマスター/スレーブの命名法から移行しています。このドキュメントでは、代わりにグランドマスタークロック (GMC) または時刻源と時刻受信者という用語が使用されます。

PTP を使用する理由

ピーク時課金、仮想発電機、停電の監視/管理などのスマートグリッド電力自動化アプリケーションは、非常に正確な時刻精度と安定性を必要とします。タイミングの精度は、ネットワーク監視の精度とトラブルシューティング能力を向上させます。

時刻精度および同期の提供に加えて、PTPメッセージベースプロトコルは、イーサネットネットワークなどのパケットベースネットワークに実装することもできます。イーサネットネットワークでPTPを使用する利点は次のとおりです。

- 既存のイーサネットネットワークでコストを削減でき、セットアップも容易
- PTPデータパケットは限られた帯域幅しか必要としない

イーサネットスイッチと遅延

イーサネットネットワークでは、スイッチは、ネットワークデバイス間の全二重通信パスを提供します。スイッチは、パケットに含まれるアドレス情報を使用して、データパケットをパケット宛先に送信します。スイッチは、複数のパケットを同時に送信しようとする場合、送信前に失われないようにパケットの一部をバッファします。バッファがいっぱいになると、スイッチはパケットの送信を遅延させます。この遅延により、ネットワーク上のデバイスクロックが相互に同期しなくなる可能性があります。

スイッチがMACアドレステーブルを検索してパケットCRCフィールドを確認している間に、スイッチに入るパケットがローカルメモリに保存されると、追加の遅延が発生する可能性があります。このプロセスによりパケット転送時間のレイテンシが変動し、これらの変動によってパケット遅延時間が非対称になる場合があります。

PTPをネットワークに追加することで、デバイスクロックを正しく調整し、相互の同期を維持することにより、これらのレイテンシおよび遅延の問題を補うことができます。PTPにより、ネットワークスイッチは、境界クロック (BC) やトランスペアレントクロック (TC) などのPTPデバイスとして機能することが可能になります。



(注) PTPクロックデバイスとPTPネットワークにおけるそれらの役割の詳細については、[PTPクロック \(8ページ\)](#) を参照してください。

メッセージベースの同期

クロックの同期を確保するために、PTPでは、時刻源 (グランドマスタークロック) と時刻受信者の間の通信パス遅延を正確に測定する必要があります。PTPは、遅延測定を決定するために、時刻源と時刻受信者の間でメッセージを送信します。次に、PTPは正確なメッセージ送受信時間を測定し、これらの時間を使用して通信パス遅延を計算します。その後、PTPは、計算された遅延に対してネットワークデータに含まれる現在の時刻情報を調整し、より正確な時刻情報を生成します。

この遅延測定原理によってネットワーク上のデバイス間のパス遅延が決定され、時刻源と時刻受信者の間で送信される一連のメッセージを使用して、この遅延に関してローカルクロックが調整されます。一方向の遅延時間は、送信メッセージと受信メッセージのパス遅延を平均化することによって計算されます。この計算は対称的な通信パスを前提としていますが、スイッチドネットワークは、バッファリングプロセスのために必ずしも対称的な通信パスを持つとはかぎりません。

PTPは、トランスペアレントクロックを使用し、スイッチをネットワーク上の時刻源と時刻受信者ノードに対して一時的に透過的にして、ネットワーク タイミング パケットの時間間隔フィールドの遅延を測定し、割り出す方法を提供します。エンドツーエンドトランスペアレントクロックは、スイッチと同じ方法で、ネットワーク上のすべてのメッセージを転送します。

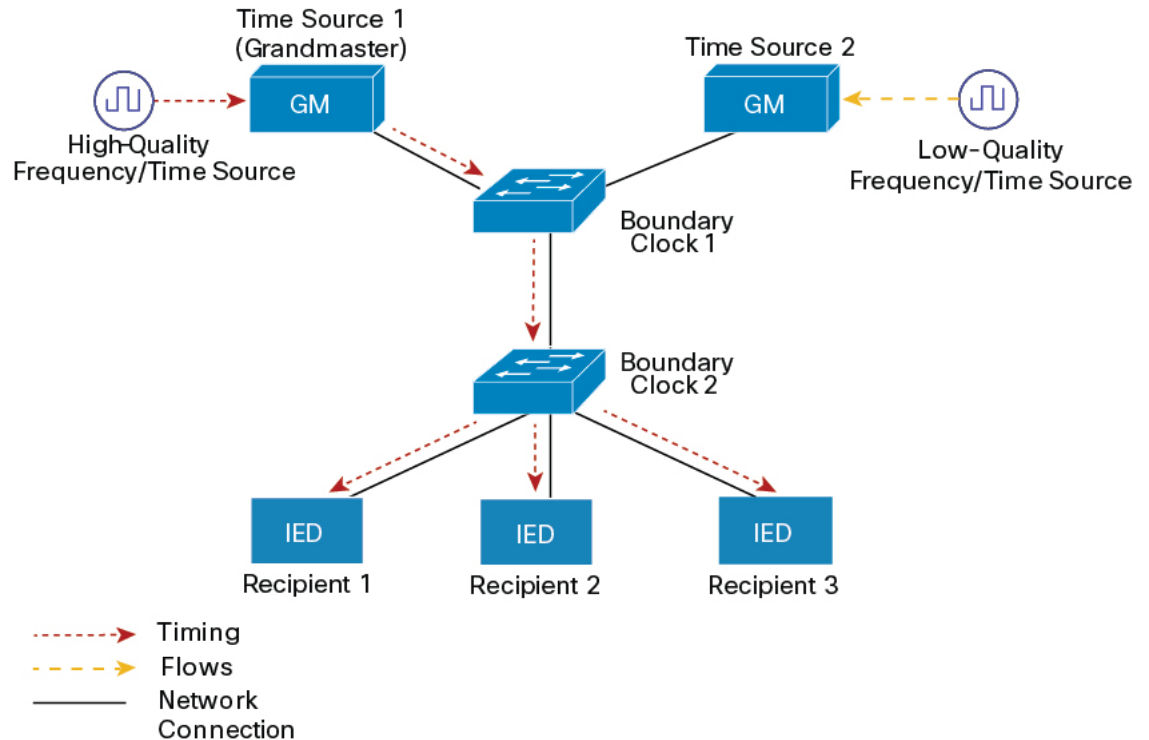


(注) Cisco PTP は、マルチキャスト PTP メッセージのみをサポートしています。

同期メッセージの詳細については、[PTP イベントメッセージシーケンス \(4 ページ\)](#) を参照してください。トランスペアレントクロックがネットワーク遅延を計算する方法の詳細については、[PTP クロック \(8 ページ\)](#) を参照してください。

次の図に、時刻源クロック、境界クロックモードのスイッチ、およびデジタルリレーや保護デバイスなどのインテリジェントな電子機器 (IED) を含む、標準的な 1588 PTP ネットワークを示します。この図では、Time Source 1 がグランドマスタークロックです。Time Source 1 が使用できなくなった場合、時刻受信者の境界クロックは同期のために Time Source 2 に切り替わります。

図 1: PTP ネットワーク



PTP イベントメッセージシーケンス

ここでは、同期中に発生する PTP イベントメッセージシーケンスについて説明します。

境界クロックとの同期

遅延要求/応答メカニズム用に設定されたオーディナリ クロックと境界クロックは、次のイベントメッセージを使用してタイミング情報を生成し、伝えます。

- Sync
- Delay_Req
- Follow_Up
- Delay_Resp

これらのメッセージは、次のシーケンスで送信されます。

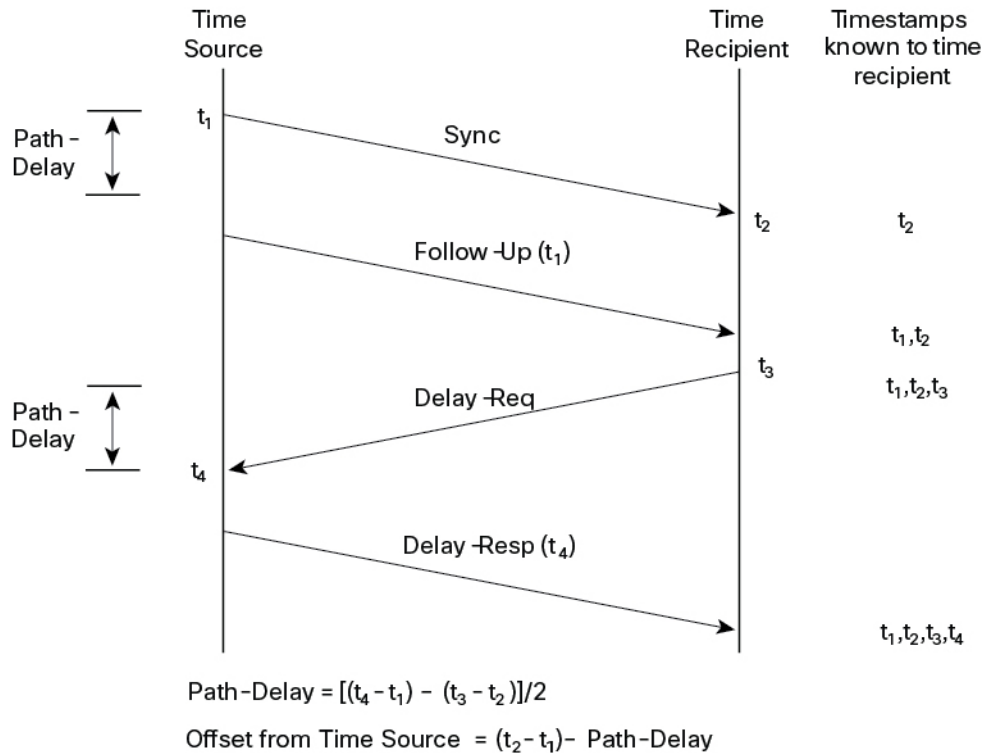
1. 時刻源が、時刻受信者に Sync メッセージを送信し、それが送信された時刻 (t_1) を記録します。
2. 時刻受信者が、Sync メッセージを受信し、受信した時刻 (t_2) を記録します。
3. 時刻源が、Follow_Up メッセージにタイムスタンプ t_1 を組み込むことによって、タイムスタンプ t_1 を時刻受信者に伝えます。

4. 時刻受信者が、時刻源に Delay_Req メッセージを送信し、それが送信された時刻 (t3) を記録します。
5. 時刻源が、Delay_Req メッセージを受信し、受信した時刻 (t4) を記録します。
6. 時刻源は、タイムスタンプ t4 を Delay_Resp メッセージに埋め込むことにより、タイムスタンプ t4 を時刻受信者に伝達します。

このシーケンスの後、時刻受信者は4つのタイムスタンプをすべて保有します。これらのタイムスタンプを使用して、時刻源に対する時刻受信者クロックのオフセットと、2つのクロック間のメッセージの平均伝達時間を計算できます。

オフセット計算は、メッセージが時刻源から時刻受信者に伝達される時間が時刻受信者から時刻源に伝達されるために必要な時間と同じであるという前提に基づいています。この前提は、非対称的なパケット遅延時間のためにイーサネットネットワーク上では必ずしも妥当ではありません。

図 2: 詳細な手順 : 境界クロック同期



ピアツーピアトランスペアレントクロックとの同期

ネットワークの階層内に複数のレベルの境界クロックが含まれており、それらの間に非PTP対応デバイスがある場合は、同期の精度が低下します。

ラウンドトリップ時間は $\text{mean_path_delay}/2$ と等しいことが前提となっていますが、この前提はイーサネットネットワークでは必ずしも妥当ではありません。精度を向上させるために、各中間クロックの常駐時間がエンドツーエンドトランスペアレントクロックのオフセットに追

加されます。ただし、常駐時間にはピア間のリンク遅延が考慮されていません。ピア間のリンク遅延はピアツーピアトランスペアレントクロックによって処理されます。

ピアツーピアトランスペアレントクロックは、ピア遅延メカニズムを実装する2つのクロックポート間のリンク遅延を測定します。リンク遅延は、SyncメッセージとFollow_Upメッセージのタイミング情報を修正するために使用されます。

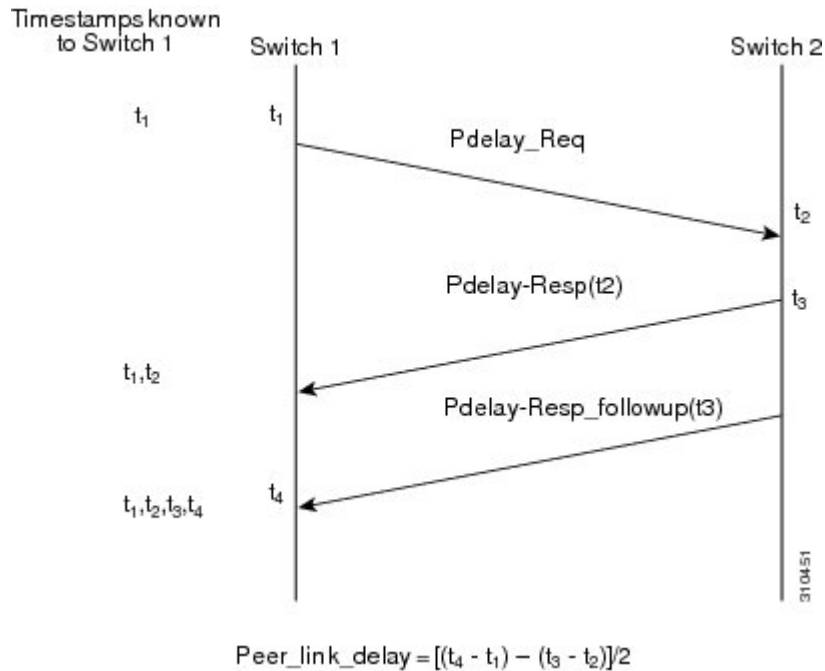
ピアツーピアトランスペアレントクロックは、次のイベントメッセージを使用します。

- Pdelay_Req
- Pdelay_Resp
- Pdelay_Resp_Follow_Up

これらのメッセージは、次のシーケンスで送信されます。

1. ポート1が、Pdelay_Reqメッセージのタイムスタンプ t_1 を生成します。
2. ポート2が、このメッセージを受信してタイムスタンプ t_2 を生成します。
3. ポート2が、Pdelay_Respメッセージを返してタイムスタンプ t_3 を生成します。
2つのポート間の周波数オフセットによるエラーを最小限に抑えるために、ポート2は、Pdelay_Reqメッセージを受信した後に、できるかぎり迅速にPdelay_Respメッセージを返します。
4. ポート2が、Pdelay_RespメッセージとPdelay_Resp_Follow_Upメッセージでそれぞれタイムスタンプ t_2 とタイムスタンプ t_3 を返します。
5. ポート1が、Pdelay_Respメッセージを受信した後に、タイムスタンプ t_4 を生成します。その後、ポート1が、4つのタイムスタンプ (t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4) を使用して平均リンク遅延を計算します。

図 3: 詳細な手順 : ピアツーピア トランスペアレントクロック同期



ローカルクロックの同期

理想的なPTPネットワークでは、時刻源クロックと時刻受信者クロックは同じ周波数で動作します。ただし、このネットワークでは「ばらつき」が発生する可能性があります。ドリフトは、時刻源クロックと時刻受信者クロックの周波数差です。デバイスハードウェアのタイムスタンプ情報とフォローアップメッセージ（スイッチで代行受信）を使用してローカルクロックの周波数を調整し、時刻源クロックの周波数と一致させることによって、ばらつきを補うことができます。

ベストマスタークロック アルゴリズム

ベストマスタークロックアルゴリズム（BMCA）はPTP機能の基盤です。BMCAは、ネットワーク上の各クロックが、そのサブドメイン内で認識できるすべてのクロック（そのクロック自体を含む）のうちのベストマスタークロックを決定する方法を指定します。BMCAはネットワーク上で継続的に動作し、ネットワーク構成における変更に対して迅速に調整します。

BMCAは、次の基準を使用して、サブドメイン内のベストマスタークロックを決定します。

- クロック品質（たとえば、GPSは最高品質とみなされます）
- クロックの時刻基準のクロック精度。
- 局部発振器の安定性
- グランドマスターに最も近いクロック

BMCA は、ベスト マスター クロックを特定するだけでなく、次のことを保証して、PTP ネットワーク上でのクロック競合の発生を確実に防止します。

- クロックが相互にネゴシエートする必要がない。
- マスター クロック特定プロセスの結果として、マスター クロックが2つ存在する、またはマスター クロックが存在しないといった不適切な設定になっていない。

PTP クロック

PTP ネットワークは、PTP 対応デバイスと PTP を使用していないデバイスで構成されます。PTP 対応デバイスは、通常、次のクロック タイプで構成されます。

グランドマスター クロック

PTP ドメイン内では、グランドマスター クロックが、PTP によるクロック同期の主時刻源です。グランドマスター クロックは、通常、GPS や原子時計などの非常に正確な時刻源を持っています。ネットワークが外部時刻リファレンスを必要とせず、内部でのみ同期する必要がある場合、グランドマスター クロックはフリー ランできます。

スイッチは、NTP を時刻源として使用し、ハイブリッド グランドマスター境界クロックとして機能することができます。詳細については、[NTP から PTP への時間変換 \(14 ページ\)](#) を参照してください。

オーディナリ クロック

オーディナリ クロックは、1つの PTP ポートを持つ PTP クロックです。PTP ネットワークのノードとして機能します。オーディナリ クロックは、同期が必要なデバイスに接続されているネットワーク上のエンドノードとして使用されるため、PTP ネットワーク上で最も一般的なクロック タイプです。オーディナリ クロックには、外部デバイスに対するさまざまなインタフェースがあります。

境界クロック

PTP ネットワークの境界クロックは、標準ネットワーク スイッチまたはルータの代わりに動作します。境界クロックには複数の PTP ポートがあり、各ポートは個別の PTP 通信パスへのアクセスを提供します。境界クロックは、PTP ドメイン間のインターフェイスを提供します。このクロックは、すべての PTP メッセージを代行受信して処理し、他のすべてのネットワークトラフィックを渡します。また、境界クロックは、BMCA を使用して、どのポートからも認識されるベストクロックを選択します。選択したポートは非マスターモードに設定されます。マスターポートはダウンストリームに接続されたクロックを同期させ、非マスターポートはアップストリーム マスター クロックと同期します。

トランスペアレント クロック

PTP ネットワークのトランスペアレント クロックの役割は、PTP イベント メッセージの一部である時間間隔フィールドを更新することです。この更新により、スイッチの遅延が補われ、1 ピコ秒未満の精度が実現されます。

次の2種類のトランスペアレントクロックがあります。

End-to-end (E2E) transparent clocks は、SYNC メッセージと DELAY_REQUEST メッセージに関して PTP イベントメッセージ中継時間（「常駐時間」とも呼ばれる）を測定します。この測定された中継時間は、対応するメッセージのデータフィールド（修正フィールド）に追加されます。

- SYNC メッセージの測定された中継時間は、対応する SYNC メッセージまたは FOLLOW_UP メッセージの修正フィールドに追加されます。
- DELAY_REQUEST メッセージの測定された中継時間は、対応する DELAY_RESPONSE メッセージの修正フィールドに追加されます。

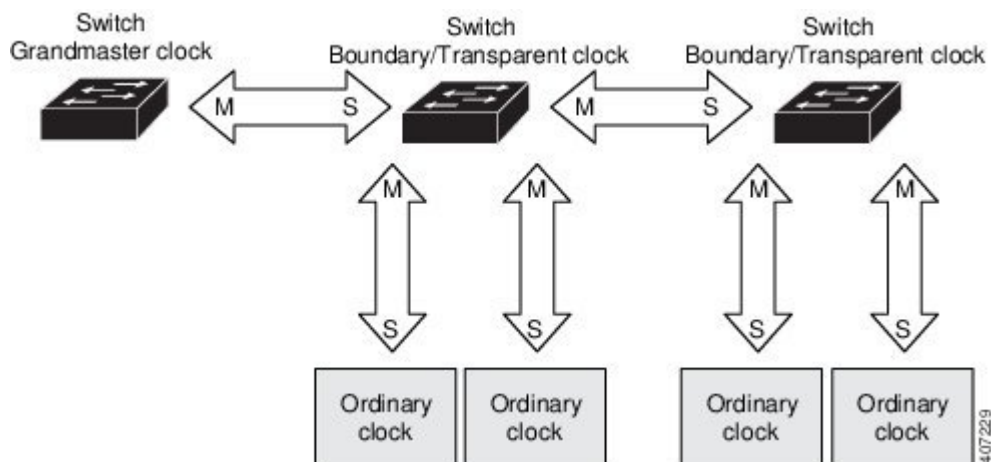
時刻受信者は、時刻受信者と時刻源の時間の間のオフセットを決定するときはこの情報を使用します。E2E トランスペアレントクロックは、リンク自体の伝播遅延は修正しません。

Peer-to-peer (P2P) transparent clocks は、前述のように、E2E トランスペアレントクロックと同じ方法で PTP イベントメッセージ中継時間を測定します。さらに、P2P トランスペアレントクロックはアップストリームリンク遅延を測定します。アップストリームリンク遅延は、アップストリームネイバー P2P トランスペアレントクロックと考慮対象の P2P トランスペアレントクロックの間の推定パケット伝搬遅延です。

これらの2つの時間（メッセージ中継時間とアップストリームリンク遅延時間）は両方とも PTP イベントメッセージの修正フィールドに追加され、時刻受信者によって受信されるメッセージの修正フィールドにはすべてのリンク遅延の合計が含まれます。理論的には、これは、SYNC パケットのエンドツーエンドの遅延の合計（時刻源から時刻受信者まで）です。

次の図に、PTP ネットワーク内の時刻源/時刻受信者階層に含まれる PTP クロックを示します。

図 4: PTP クロック階層



PTP プロファイル

ここでは、スイッチ上で使用できる次の PTP プロファイルについて説明します。

- 電力プロファイル

- デフォルト プロファイル

電力プロファイルは、PC37.238-2011：電力システムアプリケーションでの IEEE 1588 Precision Time Protocol の使用に関する IEEE ドラフト標準プロファイルで定義されています。このスイッチドキュメンテーションでは、この IEEE 1588 プロファイルおよび関連設定値を参照する際に、電力プロファイルモードとデフォルトプロファイルモードという用語を使用します。

PTP プロファイルの IEEE 1588 定義は、「デバイスに適用可能な、許容される一連の PTP 機能」です。PTP プロファイルは、通常、特定のタイプのアプリケーションまたは環境に固有のものであり、次の値を定義します。

- ベスト マスター クロック アルゴリズム オプション
- 設定管理オプション
- パス遅延メカニズム（ピア遅延または遅延要求/応答）
- すべての PTP 設定可能属性およびデータ セット メンバーの範囲とデフォルト値
- 必要な、許可される、または禁止されるトランスポート メカニズム
- 必要な、許可される、または禁止されるノード タイプ
- 必要な、許可される、または禁止されるオプション

デフォルト プロファイル モード

スイッチのデフォルトの PTP プロファイルモードは、デフォルトプロファイルモードです。このモードでは、次のようになります。

- トランスポートの PTP モードはレイヤ 3 です。
- サポートされるトランスペアレント クロック モードはエンドツーエンド (E2E) です。

デフォルトプロファイルは、すべての PTP メッセージに L3 トランスポート マルチキャスト アドレス 224.0.1.129 (MAC アドレス 01-00-5e-00-01-81) を使用します。

デフォルト プロファイル モードと電力プロファイルモードでのスイッチの設定値のリストについては、[電力プロファイルモード \(10 ページ\)](#) を参照してください。

電力プロファイル モード

IEEE 電力プロファイルは、変電所で使用される PTP ネットワークの特定の値または許容値を定義します。定義される値には、最適な物理層、PTP メッセージ用のより高位のプロトコル、および優先されるベスト マスター クロック アルゴリズムが含まれます。電力プロファイルの値は、変電所内、変電所間、および広い地理的領域にわたる一貫した信頼性のあるネットワーク時刻配信を保証します。

スイッチは、次の方法で PTP 用に最適化されます。

- ハードウェア：スイッチは PTP 機能のために FPGA と PHY を使用します。PHY は、ファストイーサネットポートとギガビットイーサネットポートにタイムスタンプを付与します。
- ソフトウェア：電力プロファイルモードでは、スイッチは、IEEE 1588 電力プロファイル標準で定義されている設定値を使用します。

次の表に、IEEE 1588 電力プロファイルで定義されている設定値と、スイッチが各 PTP プロファイルモードで使用する値を示します。

表 1: IEEE PTP 電力プロファイルとスイッチモードの設定値

PTP フィールド	電力プロファイル値	スイッチの設定値	
		電力プロファイルモード	デフォルトプロファイルモード
メッセージ伝送	Ethertype 0X88F7 のイーサネット 802.3。PTP メッセージは、デフォルトの VLAN 0 とデフォルトの優先順位 4 で 802.1Q タグ付きイーサネットフレームとして送信されます。	Access Ports : タグなしレイヤ 2 パケット。 Trunk Ports : ポート上のネイティブ VLAN とデフォルトの優先順位値 4 による 802.1Q タグ付きレイヤ 2 パケット。	レイヤ 3 パケット。デフォルトでは、802.1q タギングは無効になっています。
MAC address-非ピア遅延メッセージ	01-1B-19-00-00-00.	01-1B-19-00-00-00.	01-00-5e-00-01-81.
MAC address-ピア遅延メッセージ	01-80-C2-00-00-0E.	01-80-C2-00-00-0E.	このモードには適用されません。
ドメイン番号	0.	0.	0.
パス遅延計算	ピアツーピア トランスペアレントクロック	peer_delay メカニズムを使用するピアツーピア トランスペアレントクロック。	delay_request メカニズムを使用するエンドツーエンド トランスペアレントクロック。
BMCA	有効。	有効。	有効。
クロックタイプ	2ステップクロックがサポートされます。	2ステップ。	2ステップ。
時間スケール	新紀元。 ¹	新紀元。	新紀元。
グランドマスター ID とローカル時刻の決定	グランドマスター ID を示す PTP 固有の TLV (タイプ、長さ、値)。	グランドマスター ID を示す PTP 固有の TLV。	グランドマスター ID を示す PTP 固有のタイプ、長さ、値。

PTP フィールド	電力プロファイル値	スイッチの設定値	
		電力プロファイル モード	デフォルト プロファイル モード
ネットワーク ホップを超えた時刻精度	16 のホップを超えて、時刻受信者デバイス同期精度は1 usec (1 マイクロ秒) 未満です。	16 のホップを超えて、時刻受信者デバイス同期精度は1 usec (1 マイクロ秒) 未満です。	このモードでは適用されません。

¹ 新紀元 = 新紀元開始からの経過時間。

PTP パケットのタグ付け動作

次の表に、電力プロファイル モードとデフォルト プロファイル モードでのスイッチタグ付け動作を示します。

表 2: PTP パケットのタグ付け動作

スイッチ ポート モード	設定	電力プロファイル モード		デフォルト プロ ファイル モード	
		動作	優先順位	動作	優先順位
トランク ポート	vlan dot1q tag native enabled	スイッチがパケットをタグ付け	7	スイッチがパケットをタグ付け	7
トランク ポート	vlan dot1q tag native 無効	PTP ソフトウェアがパケットをタグ付け	4	タグなし	なし
アクセス ポート	該当なし	タグなし	なし	タグなし	なし

スイッチでサポートされる PTP クロック モード

PTP 同期動作は、スイッチで設定する PTP クロック モードによって異なります。スイッチは、次のいずれかのグローバル モードに設定できます。

各クロックモードの設定のガイドラインについては、[注意事項と制約事項 \(18 ページ\)](#) を参照してください。

グランドマスター 境界クロック モード

スイッチは、NTP を時刻源として使用し、ハイブリッド グランドマスター境界クロックとして機能することができます。詳細については、[NTP から PTP への時間変換 \(14 ページ\)](#) を参照してください。

境界クロック モード

境界クロックモードに設定されたスイッチは、サブドメインの最善の時刻源クロックの選択に参加し、認識できるすべてのクロック（そのスイッチ自体を含む）から最善の時刻源クロックを選択します。スイッチがそれ自体よりも正確なクロックを検出できなかった場合は、そのスイッチが時刻源クロックになります。より正確なクロックが検出された場合、スイッチはそのクロックに同期し、時刻受信者クロックになります。

最初の同期のあと、スイッチと接続済み装置は、PTP タイミング メッセージを交換して、クロックのオフセットとネットワークの遅延による時間の変更を修正します。

転送モード

転送モードに設定されたスイッチは、受信 PTP パケットを通常のマルチキャストトラフィックとして渡します。

E2E トランスペアレントクロック モード

エンドツーエンドトランスペアレントクロックモードに設定されたスイッチは、そのクロックを時刻源クロックと同期させません。このモードのスイッチは、時刻源クロックの選択に参加せず、すべてのポートでデフォルト PTP クロックモードを使用します。

P2P トランスペアレントクロック モード

ピアツーピアトランスペアレントクロックモードに設定されたスイッチは、そのクロックを時刻源クロックと同期させません。このモードのスイッチは、時刻源クロックの選択に参加せず、すべてのポートでデフォルト PTP クロックモードを使用します。

設定可能な境界クロック同期アルゴリズム

入力時刻エラーのフィルタリングと迅速な収束のどちらを優先させる必要があるかに応じて、さまざまな PTP 使用例に対応するように BC 同期アルゴリズムを設定できます。パケット遅延変動 (PDV) をフィルタリングする PTP アルゴリズムは、フィルタリングしない PTP アルゴリズムより収束に時間がかかります。

デフォルトでは、BC は線形フィードバックコントローラ（つまりサーボ）を使用して BC の時刻出力を次のクロックに設定します。線形サーボは、少量の PDV フィルタリングを提供し、平均時間内に収束します。BC は、収束時間を改善するために、TC フィードフォワードアルゴリズムを使用して、ネットワーク要素フォワーディングプレーン（外乱）によって加えられた遅延を測定し、その測定された遅延を使用して時刻出力を制御することができます。

フィードフォワード BC により境界クロックが劇的に迅速化されますが、フィードフォワード BC は PDV をフィルタリングしません。適応型 PDV フィルタは、PTP をサポートせず、PDV を大幅に増加させるワイヤレスアクセスポイント (AP) およびエンタープライズスイッチ間で、PDV が存在する場合の高品質の時刻同期を実現します。

BC 同期には次の 3 つのオプション（すべて IEEE 1588-2008 に準拠）があります。

- フィードフォワード：非常に迅速かつ正確な収束を実現します。PDV フィルタリングはありません。

- 適応型：PDV 特性、ハードウェア構成、および環境条件に関する一連の仮定を考慮し、可能なかぎり多くの PDV をフィルタリングします。



(注) 適応型フィルタを使用する場合、スイッチは、ITU-T G.8261 で規定されている時間パフォーマンス要件を満たしません。

- 線形：単純な線形フィルタリングを提供します（デフォルト）。

適応型モード (**ptp transfer filter adaptive**) は、電力プロファイルモードでは使用できません。

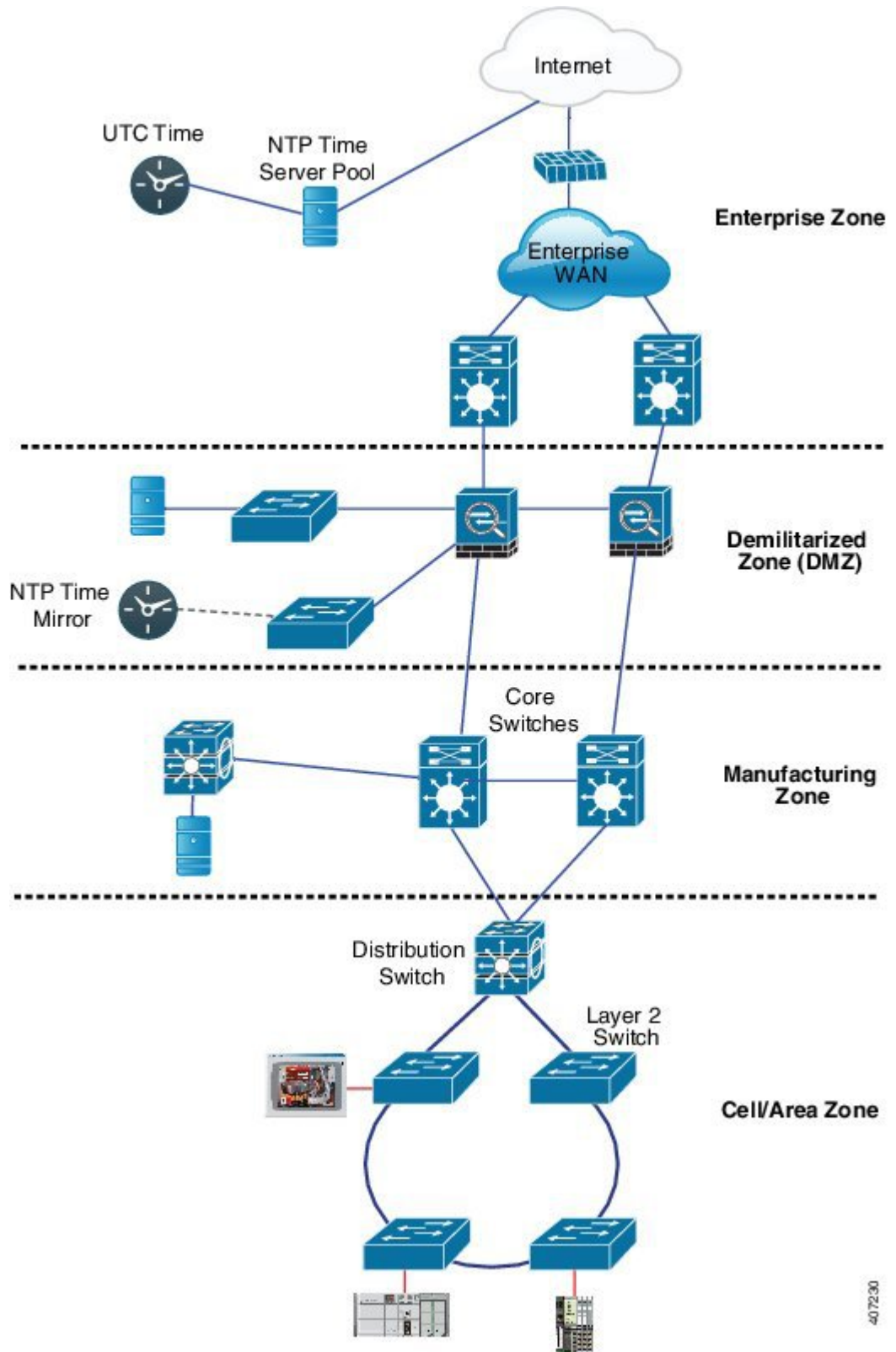
設定情報については、[スイッチの PTP の設定 \(21 ページ\)](#) を参照してください。

NTP から PTP への時間変換

NTP から PTP への時刻変換機能により、Network Time Protocol (NTP) を PTP の時刻源として使用できます。サイト内で非常に正確な同期を実現するために PTP を使用するお客様は、正確な同期を必要としないサイト間で NTP を使用できます。

NTP は、パケットベース ネットワーク間でクロックを同期させる従来の方法です。NTP は、時刻源とエンドデバイス間で双方向の時間転送メカニズムを使用します。NTP を使用すると、インターネットを介して数百ミリ秒以内に、緊密に制御された LAN では数ミリ秒以内にデバイスを同期させることができます。PTP の時刻源として NTP を使用できることで、お客様は、PTP ネットワークで生成されるデータと NTP が動作しているエンタープライズデータセンターのデータを関連付けることができます。

次の図に、産業自動化および制御システム リファレンス モデルに基づく産業ネットワークの例を示します。企業ゾーンと緩衝地帯では NTP が動作しており、製造ゾーンとセル/エリアゾーンでは NTP を時刻源として PTP が動作しています。NTP から PTP への変換機能を持つスイッチは、セル/エリアゾーン内のレイヤ 2 スイッチまたはディストリビューション スイッチのいずれかになります。

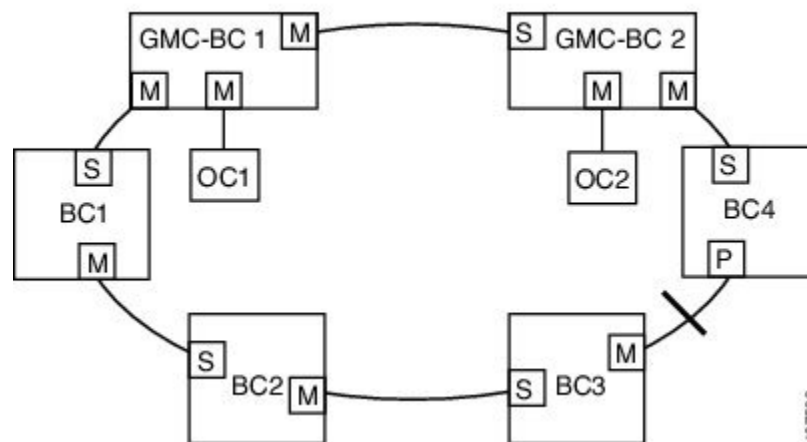


407230

グランドマスター境界クロック ハイブリッド

NTP から PTP への変換機能により Cisco PTP にグランドマスタークロック機能が追加され、スイッチは時刻源になることや時刻を転送することが可能になります。新しい PTP クロックタイプであるグランドマスター境界クロック (GMC-BC) は、PTP の NTP 時刻源を提供します。GMC-BC は、BC 上の仮想ポートに接続されたシングルポート GMC により、マルチポートデバイスである BC のように動作します。GMC-BC は動作を切り替え、GMC-BC がプライマリ GMC の場合は GMC のように動作し、GMC-BC がバックアップの場合は BC のように動作します。これにより、PTP ネットワーク上のすべてのデバイスがフェールオーバーシナリオで同期を確実に維持できます。次の図は、冗長 GMC-BC を使用した PTP ネットワークを示します。GMC-BC 1 はグランドマスタークロックであり、GMC-BC 2 はバックアップの GMC と BC の両方です。

図 5: 冗長 GMC-BC 構成



2つの GMC-BC があるネットワークでは、セカンダリ GMC-BC が NTP リファレンスと PTP リファレンスの両方と同時に同期できるため、プライマリ GMC-BC に障害が発生した場合にセカンダリ GMC-BC がすぐに動作を引き継ぐことができます。GMC-BC は、スイッチオーバー時に時刻を即座に更新します。

クロック マネージャ

クロック マネージャは、NTP を PTP に変換するシスコのソフトウェアアーキテクチャに含まれるコンポーネントで、さまざまなタイムサービスを継続的に追跡し、時刻をアクティブに提供するクロックを選択します。クロック マネージャは、状態の変化、うるう秒、サマータイムといった重要な変化をタイム サービスに通知します。

また、クロック マネージャは、最初に NTP または手動設定のクロックを選択し、NTP がアクティブでなければ、その後に PTP およびリアルタイム クロックを選択します。次の表に、クロック選択プロセスの結果を示します。

表 3: タイム サービスの選択

NTP (アクティブ) または手動設定	PTP (アクティブ)	リアルタイムクロック	選択される出力
○	考慮しない	考慮しない	NTP または手動設定
False	True	考慮しない	PTP
False	False	True	リアルタイムクロック

一般に、クロックマネージャは、Cisco IOS コマンドの **show ptp clock** および **show clock** によって表示される時刻が一致することを保証します。**show clock** コマンドは常に上記の優先順位に従いますが、**show ptp clock** の時刻は、次の2つの例外的な状況下で異なる可能性があります。

- スイッチが TC または BC のいずれかであり、ネットワーク上に他のアクティブなリファレンスが存在しない。下位互換性を保持するために、TC と BC はクロック マネージャから時刻を取得せず、ネットワークの PTP GMC からのみ時刻を取得する。アクティブな PTP GMC が存在しない場合、**show clock** および **show ptp clock** コマンドの出力で表示される時刻が異なる可能性があります。
- スイッチが、同調元の TC、時刻受信者ポートを持つ BC、または時刻受信者ポートを持つ GMC-BC であり、PTP GMC によって提供される時刻が、NTP またはユーザ（つまり手動設定）によって提供される時刻と一致しない。この場合、PTP クロックは PTP GMC からの時刻を転送する必要がある。PTP クロックが PTP GMC に従わない場合、PTP ネットワークには2つの異なる時刻基準が存在することになり、PTP を使用するイベントアプリケーションの制御ループまたはシーケンスが破綻する。

次の表に、Cisco IOS XE および PTP クロックがさまざまな設定でどのように動作するかを示します。ほとんどの場合、2つのクロックは一致します。ただし、場合によっては2つのクロックが異なります。それらの設定は、表で強調表示されています。

表 4: 予期される時刻フロー

IOS クロックの設定	PTP クロックの設定	IOS XE クロックのソース	PTP クロックのソース
カレンダー	BC モードの PTP BC、E2E TC、または GMC-BC	PTP	PTP
Manual	PTP BC, E2E TC, or GMC-BC in BC Mode	Manual	PTP
NTP	PTP BC, E2E TC, or GMC-BC in BC Mode	NTP	PTP
カレンダー	GM モードの GMC-BC	カレンダー	カレンダー
手動	GM モードの GMC-BC	手動	手動
NTP	GM モードの GMC-BC	NTP	NTP

前提条件

- 「[注意事項と制約事項 \(18 ページ\)](#)」を確認してください。
- NTP から PTP への変換機能を使用するには、NTP が機能するためにスイッチが IP アドレスを持つ必要があります。
- NTP から PTP への変換機能を使用するには、少なくとも 1 つの NTP サーバを設定する必要があります。3 つ以上の NTP サーバを設定すると、NTP は不良クロックを無視できます。



(注) NTP の設定については、『[Basic System Management Configuration Guide, Cisco IOS XE 17, Network Time Protocol](#)』を参照してください。 <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/bsm/configuration/xc-17/bsm-xe-17-book/bsm-ntp.html?dtd=osscdc000283>

注意事項と制約事項

PTP メッセージ

- Cisco PTP の実装では、2 ステップクロックのみがサポートされ、1 ステップクロックはサポートされません。スイッチは、グランドマスタークロックから 1 ステップメッセージを受信すると、2 ステップメッセージに変換します。
- Cisco PTP は、マルチキャスト PTP メッセージのみをサポートしています。

PTP モードとプロファイル

- スイッチとグランドマスタークロックは、同じ PTP ドメイン内にある必要があります。
- 電力プロファイルモードが有効になっている場合、スイッチは、*Organization_extension* と *Alternate_timescale* の 2 つのタイプ、長さ、値 (TLV) メッセージ拡張を含まない PTP アナウンスメッセージをドロップします。

グランドマスタークロックが PTP に準拠しておらず、これらの TLV なしでアナウンスメッセージを送信する場合は、**ptp allow-without-tlv** コマンドを入力して、アナウンスメッセージを処理するようにスイッチを設定します。

このコマンドの詳細については、[スイッチの PTP 電力プロファイルモードの設定 \(22 ページ\)](#) を参照してください。

- スイッチが電力プロファイルモードになっている場合は、*peer_delay* メカニズムのみがサポートされます。

境界クロックモードと `peer_delay` メカニズムに変更するには、`ptp mode boundary pdelay-req` コマンドを入力します。

- パワープロファイルモードを無効にして、スイッチを E2E トランスペアレント クロックモードに戻すには、`no ptp profile power` コマンドを入力します。

このコマンドの詳細については、[スイッチのデフォルトプロファイルモードの設定 \(25 ページ\)](#) を参照してください。

- デフォルトプロファイルモードでは、`delay_request` メカニズムのみがサポートされます。
`delay_request` メカニズムを使用して境界クロックモードに変更するには、`ptp mode boundary delay-req` コマンドを入力します。

パケットのフォーマット

- PTP メッセージのパケットフォーマットには、802.1q タグ付きパケットまたはタグなしパケットを使用できます。
- スイッチは 802.1q QinQ トンネリングをサポートしていません。
- スイッチの電力プロファイルモードでは、次のようになります。
 - PTP インターフェイスがアクセスポートとして設定されている場合、PTP メッセージはタグなしのレイヤ 2 パケットとして送信されます。
 - PTP インターフェイスがトランクポートとして設定されている場合、PTP パケットはポートネイティブ VLAN で 802.1q タグ付きレイヤ 2 パケットとして送信されます。
- 時刻受信者 IED はタグ付きパケットとタグなしパケットをサポートする必要があります。
- PTP パケットが E2E トランスペアレントクロックモードのネイティブ VLAN で送信される場合、それらはタグなしパケットとして送信されます。タグ付きパケットとして送信するようにスイッチを設定するには、グローバルの `vlan dot1q tag native` コマンドを入力します。

VLAN の設定

- トランクポートで PTP VLAN を設定します。範囲は 1 ~ 4094 です。デフォルトは、トランクポートのネイティブ VLAN です。
- 境界モードでは、PTP VLAN 内の PTP パケットのみが処理され、他の VLAN からの PTP パケットはドロップされます。
- インターフェイスで PTP VLAN を設定する前に、PTP VLAN を作成し、トランクポートで許可する必要があります。
- ほとんどのグランドマスタークロックは、デフォルトの VLAN 0 を使用します。電力プロファイルモードでは、スイッチのデフォルト VLAN は VLAN 1 で、VLAN 0 は予約されています。デフォルトのグランドマスタークロック VLAN を変更する場合は、0 以外の VLAN に変更する必要があります。

- グランドマスター クロックで VLAN が無効になっている場合は、PTP インターフェイスをアクセス ポートとして設定する必要があります。

クロックの設定

- すべての PHY PTP クロックはグランドマスター クロックと同期します。スイッチ システム クロックは、PTP 設定およびプロセスの一部として同期しません。
- グランドマスター クロックで VLAN が有効になっている場合、グランドマスター クロックは、スイッチ上の PTP ポートのネイティブ VLAN と同じ VLAN にある必要があります。
- グランドマスター クロックで VLAN が設定されている場合、グランドマスター クロックはタグなし PTP メッセージをドロップできます。スイッチにタグ付きパケットをグランドマスター クロックに送信するように強制するには、グローバルの **vlan dot1q tag native** コマンドを入力します。

クロック モード

- 境界クロック モード
 - このモードは、スイッチがパワープロファイルモード（レイヤ 2）またはデフォルトプロファイルモード（レイヤ 3）のときに有効にできます。
- 転送モード
 - このモードは、スイッチがパワープロファイルモード（レイヤ 2）またはデフォルトプロファイルモード（レイヤ 3）のときに有効にできます。
 - スイッチが転送モードの場合、使用可能なグローバル設定は、異なる PTP モード（つまり boundary、e2transparent、または p2transparent）に切り替える CLI コマンドだけです。
- E2E トランスペアレント クロック モード
 - このモードを有効にできるのは、スイッチがデフォルトプロファイルモード（レイヤ 3）の場合のみです。
 - スイッチが E2E トランスペアレントモードの場合、CLI コマンドから使用できるグローバル設定は、別の PTP モード（境界、転送、または gmc-bc）に切り替えて、ドメインを変更することだけです。
- P2P トランスペアレント クロック モード
 - このモードを有効にできるのは、スイッチがパワープロファイルモード（レイヤ 2）の場合のみです。
- GMC-BC クロック モード
 - このモードは、スイッチがデフォルトプロファイルモードまたはパワープロファイルモードのときに有効にできます。

PDV フィルタリング

適応型モード (**ptp transfer filter adaptive**) は、電力プロファイルモードでは使用できません。

PTP と他の機能との相互作用

- 次の PTP クロック モードは EtherChannel をサポートしていません。
 - e2transparent
 - p2pttransparent
- 次の PTP クロック モードは、単一の VLAN 上でのみ動作します。
 - e2transparent
 - p2pttransparent

NTP から PTP への変換

- NTP から PTP への機能は、デフォルトの E2E プロファイルと電力プロファイルをサポートします。

デフォルト設定

- スイッチでは PTP がデフォルトで有効になっています。
- デフォルトでは、スイッチはデフォルトプロファイルで定義されている設定値を使用します (デフォルトプロファイルモードが有効になっています)。
- スイッチのデフォルトの PTP クロックモードは、E2E トランスペアレント クロック モードです。
- デフォルトの BC 同期アルゴリズムは、線形フィルタです。

スイッチの PTP の設定

PTP に関してスイッチを設定するには、ここで説明する次のいずれかの手順を使用します。



- (注) スイッチをグランドマスター境界クロックモード (**gmc-bc**) に設定する方法については、[NTP から PTP への時刻変換機能の設定 \(32 ページ\)](#) を参照してください。

スイッチの PTP 電力プロファイル モードの設定

ここでは、PTP 電力プロファイルを使用してモード電力プロファイルモードで動作するようにスイッチを設定する方法について説明します。

始める前に

スイッチでの電力プロファイルの設定については、いくつかのガイドラインがあります。

- PTP ポート設定コマンドで **no** を入力すると、指定されたポートプロパティがデフォルト値に設定されます。
- グローバル コマンド **ptp** の *interval* 変数の値（秒単位）を決定するには、対数目盛を使用します。次の表に、対数目盛で秒数に変換された *interval* 変数の値の例を示します。

入力される値	対数計算	秒単位の値
-1	2^{-1}	1/2
0	2^0	1

手順の概要

1. 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。
2. 電力プロファイルを設定します。
3. 同期クロック モードを指定します。
4. （任意、BC および TC モード）TLV 設定を指定します。
5. （任意、BC および TC モード）PTP クロック ドメインを指定します。
6. （任意、BC および TC モード）パケット優先順位を指定します。
7. （任意、BC モードのみ）BMCA 優先順位を指定します。
8. （任意、BC モードのみ）タイム プロパティ予約を指定します。
9. （任意、BC モードのみ）BC 同期アルゴリズムを指定します。
10. （任意）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。
11. （任意）ポート設定を指定します。
12. 特権 EXEC モードに戻ります。
13. 入力内容を確認します。
14. （任意）設定ファイルに入力内容を保存します。

手順の詳細

ステップ 1 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。

```
configure terminal
```

ステップ 2 電力プロファイルを設定します。

ptp profile power

ステップ3 同期クロック モードを指定します。

ptp mode {boundary pdelay-req | p2ptransparent | forward | gmc-bc}

- **mode boundary pdelay-req** : 遅延要求メカニズムを使用して、スイッチを境界クロックモードに設定します。このモードでは、スイッチが、最も正確な時刻源クロックの選択に参加します。このモードは、過負荷または重負荷の状態により大きな遅延ジッタが生じるときに使用します。
- **mode p2ptransparent** : スイッチをピアツーピア トランスペアレントクロック モードに設定し、すべてのスイッチポートをマスタークロックと同期させます。参加している PTP ポート間のリンク遅延時間とメッセージ中継時間が常駐時間に追加されます。ジッタとエラーの累積を減らすには、このモードを使用します。これが電力プロファイル モードのデフォルトです。
- **mode forward** : 受信 PTP パケットを通常のマルチキャストトラフィックとして渡すようにスイッチを設定します。
- **mode gmc-bc** : スイッチをグランドマスター境界クロックモードに設定します。このモードのスイッチを設定するには、「[NTP から PTP への時刻変換機能の設定](#)」を参照してください。

ステップ4 (任意、BC および TC モード) TLV 設定を指定します。

ptp allow-without-tlv

(注) スイッチモードが p2ptransparent のときにこのコマンドを使用すると、スイッチは IEC61850-9-3 が必要な PTP ネットワークで動作できます。

ステップ5 (任意、BC および TC モード) PTP クロック ドメインを指定します。

ptp domain domain-number

domain-number : 0 ~ 255 までの数。

参加するグランドマスタークロック、スイッチ、および時刻受信者デバイスは、同じドメインに存在する必要があります。

ステップ6 (任意、BC および TC モード) パケット優先順位を指定します。

ptp packet priority

PTP パケットのデフォルトの優先順位は 4 です。

ステップ7 (任意、BC モードのみ) BMCA 優先順位を指定します。

ptp priority1 優先順位 priority2 優先順位

- **priority1 優先順位** : 最も正確な時刻源クロックを選択するために、デフォルトの条件 (クロック品質、クロッククラスなど) を上書きします。
- **priority2 優先順位** : 2つのスイッチがデフォルトの条件に一致する場合に、一方が選択されるようになります。たとえば、2を入力すると、同一のスイッチを超えるスイッチ優先順位が与えられます。
- **優先順位** : 0 ~ 255 の優先番号。デフォルト値は 128 です。

(注) 値が小さいほど優先度が高くなります。

ステップ 8 (任意、BC モードのみ) タイムプロパティ予約を指定します。

ptp time-property persist {*value* | **infinite**}

- *value* : 0 から 100000 までの期間 (秒単位)。デフォルトは 300 です。
- **infinite** : タイムプロパティが無期限に保存されます。

タイムプロパティを予約することにより、冗長 GMC がスタンバイ状態ではなくなる時に時刻受信者クロックが時間値の変動を検出することを防止できます。

ステップ 9 (任意、BC モードのみ) BC 同期アルゴリズムを指定します。

ptp transfer {**feedforward** | **filter linear**}

- **feedforward** : 非常に高速かつ高精度です。PDV フィルタリングはありません。
- **filter linear** : 単純な線形フィルタを提供します (デフォルト)。

ステップ 10 (任意) 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。

interface *interface-id*

ステップ 11 (任意) ポート設定を指定します。

境界 **pdelay-req** モード :

ptp {**announce** {**interval** *value* | **timeout** *value*} | **pdelay-req** **interval** *value* | **enable** | **sync** {**interval** *value* | **limit** *value*} | **vlan** *value*}

p2pttransparent モード :

ptp {**pdelay-req** **interval** *value* | **enable** | **sync** **limit** *value* | **vlan** *value*}

- **announce interval** *value* : アナウンスメッセージを送信する対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は 0 ~ 4 です。デフォルトは 1 (2 秒) です。
- **announce timeout** *value* : タイムアウトメッセージをアナウンスする対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は 2 ~ 10 です。デフォルトは 3 (8 秒) です。
- **pdelay-req interval** *value* : ポートが時刻源クロック状態のときに時刻受信者デバイスが **pdelay** 要求メッセージを送信する対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は -3 ~ 5 です。デフォルト値は 0 (1 秒) です。
- **enable** : ポートベースのモジュールで PTP をイネーブルにします。
- **sync interval** *value* : 同期メッセージを送信する対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は -2 ~ 1 です。デフォルト値は 1 秒です。
- **sync limit** *value* : PTP が再同期を試みるまでの、最大クロックオフセット値を設定します。範囲は 50 ~ 500000000 ナノ秒です。デフォルトは 10000 ナノ秒です。
- **vlan** *value* : PTP が再同期を試みるまでの、最大クロックオフセット値を設定します。範囲は 1 ~ 4094 です。デフォルトは、トランク ポートのネイティブ VLAN です。境界モードでは、PTP VLAN

内の PTP パケットのみが処理され、他の VLAN からの PTP パケットはドロップされます。インターフェイスで PTP VLAN を設定する前に、PTP VLAN を作成し、トランクポートで許可する必要があります。

ステップ 12 特権 EXEC モードに戻ります。

```
end
```

ステップ 13 入力内容を確認します。

```
show running-config
```

ステップ 14 (任意) 設定ファイルに入力内容を保存します。

```
copy running-config startup-config
```

例

次の例では、スイッチを P2P トランスペアレントモード（電力プロファイルモードでのデフォルト）にスイッチを設定し、「**allow-without-tlv**」という PTP メッセージ処理を指定して、すべての PTP 間隔設定にデフォルト値を使用しています。

```
switch(config)# ptp allow-without-tlv
```

次の例では、ピア遅延要求（**pdelay-req**）メカニズムを使用してスイッチを境界クロックモードに設定し、すべての PTP 間隔設定にデフォルト値を使用しています。

```
switch(config)# ptp mode boundary pdelay-req
```

スイッチのデフォルト プロファイル モードの設定

ここでは、スイッチをデフォルト プロファイル モードで動作するように設定する方法について説明します。

始める前に

グランドマスタークロックに接続されたスイッチポートが次のように設定されている場合、スイッチはネイティブ VLAN 上でタグなし PTP パケットを送信します。

- スイッチがデフォルト プロファイル モードになっている。
- スイッチがトランクモードになっている。
- VLAN X がネイティブ VLAN として設定されている。

グランドマスタークロックにタグ付きパケットが必要な場合は、次のいずれかの設定変更を行います。

- グローバルコマンドの **vlan dot1q tag native** を入力して、スイッチにタグ付きフレームを強制的に送信させます。
- タグなしパケットを送受信するようにグランドマスタークロックを設定します。グランドマスタークロックでこの設定変更を行う場合は、スイッチポートをアクセスポートとして設定できます。

スイッチでのデフォルト プロファイルの設定については、いくつかのガイドラインがあります。

- PTP ポート設定コマンドで **no** を入力すると、指定されたポートプロパティがデフォルト値に設定されます。
- グローバル コマンド **ptp** の *interval* 変数の値（秒単位）を決定するには、対数目盛を使用します。次の表に、対数目盛で秒数に変換された *interval* 変数の値の例を示します。

入力される値	対数計算	秒単位の値
-1	2^{-1}	1/2
0	2^0	1

手順の概要

1. 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。
2. スイッチが電力プロファイルモードになっている場合は、デフォルトプロファイルモードに設定します。スイッチがすでにデフォルト プロファイル モードになっている場合は、このコマンドは無効です。
3. 同期クロック モードを指定します。
4. （任意、BC および TC モード）PTP クロック ドメインを指定します。
5. （任意、BC モードのみ）BMCA 優先順位を指定します。
6. （任意、BC モードのみ）タイム プロパティ予約を指定します。
7. （任意、BC モードのみ）BC 同期アルゴリズムを指定します。
8. （任意）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。
9. （任意）ポート設定を指定します。
10. 特権 EXEC モードに戻ります。
11. 入力内容を確認します。
12. （任意）設定ファイルに入力内容を保存します。

手順の詳細

ステップ 1 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。

```
configure terminal
```

ステップ 2 スイッチが電力プロファイルモードになっている場合は、デフォルトプロファイルモードに設定します。スイッチがすでにデフォルトプロファイルモードになっている場合は、このコマンドは無効です。

no ptp profile power

ステップ 3 同期クロック モードを指定します。

{| ptpmode boundary delay-reqe2etransparentforward | gmc-bc}

- **mode boundary delay-req** : 遅延要求メカニズムを使用して、スイッチを境界クロックモードに設定します。このモードでは、スイッチが、最も正確な時刻源クロックの選択に参加します。このモードは、過負荷または重負荷の状態により大きな遅延ジッタが生じるときに使用します。
- **mode e2etransparent** : スイッチをエンドツーエンドトランスペアレントモードに設定します。このモードのスイッチクロックは、すべてのスイッチポートを時刻源クロックと同期させます。このスイッチは、時刻源クロックの選択に参加せず、すべてのポートでデフォルト PTP クロックモードを使用します。これがデフォルトのクロック モードです。メッセージ中継時間が常駐時間に追加されます。ジッタとエラーの累積を減らすには、このモードを使用します。
- **mode forward** : 受信 PTP パケットを通常のマルチキャストトラフィックとして渡すようにスイッチを設定します。
- **mode gmc-bc** : スイッチをグランドマスター境界クロックモードに設定します。スイッチをこのモードに設定する方法については、[NTP から PTP への時刻変換機能の設定 \(32 ページ\)](#) を参照してください。

ステップ 4 (任意、BC および TC モード) PTP クロック ドメインを指定します。

ptp domain domain-number

domain-number : 0 から 255 までの数。

参加するグランドマスタークロック、スイッチ、および時刻受信者デバイスは、同じドメインに存在する必要があります。

ステップ 5 (任意、BC モードのみ) BMCA 優先順位を指定します。

ptp priority1 優先順位 priority2 優先順位

- **priority1 優先順位** : 最も正確な時刻源クロックを選択するために、デフォルトの条件 (クロック品質、クロッククラスなど) を上書きします。
- **priority2 優先順位** : 2つのスイッチがデフォルトの条件に一致する場合に、一方が選択されるようにします。たとえば、2を入力すると、同一のスイッチを超えるスイッチ優先順位が与えられます。優先順位 : 0 ~ 255 までの優先順位番号。デフォルトは 128 です。

ステップ 6 (任意、BC モードのみ) タイム プロパティ予約を指定します。

ptp time-property persist {value | infinite}

- *value* : 0 から 100000 までの期間 (秒単位) 。デフォルトは 300 です。
- *infinite* : タイム プロパティが無期限に保存されます。

タイムプロパティを予約することにより、冗長 GMC がスタンバイ状態ではなくなる時に時刻受信者クロックが時間値の変動を検出することを防止できます。

ステップ 7 (任意、BC モードのみ) BC 同期アルゴリズムを指定します。

ptp transfer {feedforward | filter {adaptive | linear}}

- **feedforward** : 非常に高速かつ高精度です。PDV フィルタリングはありません。
- **filter adaptive** : 可能なかぎり多くの PDV を自動的にフィルタリングします。
- **filter linear** : 単純な線形フィルタを提供します (デフォルト)。

ステップ 8 (任意) 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。

interface interface-id

ステップ 9 (任意) ポート設定を指定します。

境界 delay-req モード :

ptp {announce {interval value | timeout value} | delay-req interval value | enable | sync {interval value | limit value} | vlan value}

e2transparent モード :

ptp {enable | sync {interval value | limit value}}

- **announce interval value** : アナウンスメッセージを送信する対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は 0 ~ 4 です。デフォルトは 1 (2 秒) です。
- **announce timeout value** : タイムアウトメッセージをアナウンスする対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は 2 ~ 10 です。デフォルトは 3 (8 秒) です。
- **delay-req interval value** : ポートが時刻源クロック状態のときに時刻受信者デバイスが遅延要求メッセージを送信する対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は -2 ~ 6 です。デフォルトは -5 (1/32 秒ごとに 1 パケット、つまり 1 秒ごとに 32 パケット) です。
- **enable** : ポートベースのモジュールで PTP をイネーブルにします。
- **sync interval value** : 同期メッセージを送信する対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は -2 ~ 1 です。デフォルト値は 1 秒です。
- **sync limit value** : PTP が再同期を試みるまでの、最大クロックオフセット値を設定します。範囲は 50 ~ 500000000 ナノ秒です。デフォルトは 500000000 ナノ秒です。
- **vlan value** : PTP が再同期を試みるまでの、最大クロックオフセット値を設定します。範囲は 1 ~ 4094 です。デフォルトは、トランク ポートのネイティブ VLAN です。境界モードでは、PTP VLAN 内の PTP パケットのみが処理され、他の VLAN からの PTP パケットはドロップされます。インターフェイスで PTP VLAN を設定する前に、PTP VLAN を作成し、トランクポートで許可する必要があります。

ステップ 10 特権 EXEC モードに戻ります。

end

ステップ 11 入力内容を確認します。

```
show running-config
```

ステップ 12 (任意) 設定ファイルに入力内容を保存します。

```
copy running-config startup-config
```

例

次の例では、デフォルト プロファイル モードとエンドツーエンド トランスペアレントモードで動作するようにスイッチを設定し、すべての PTP 間隔設定にデフォルト値を使用しています。

```
switch(config)# no ptp profile
switch(config)# ptp mode e2etransparent
```

次の例では、delay_request メカニズムを使用してスイッチをデフォルト プロファイルモードと境界クロックモードに設定し、すべての PTP 間隔設定にデフォルト値を使用しています。

```
switch(config)# no ptp profile
switch(config)# ptp mode boundary delay-req
```

設定の確認

コマンド	目的
<pre>show ptp {clock foreign-master-records parent port {FastEthernet GigabitEthernet} time-property}</pre>	<p>表示する PTP 情報を指定します。</p> <ul style="list-style-type: none"> • clock : PTP クロック情報を表示します。 • foreign-master-records : PTP の外部マスターレコードを表示します。 • parent : PTP ペアレントプロパティを表示します。 • port FastEthernet : FastEthernet IEEE 802.3 インターフェイスに関する PTP のプロパティを表示します。 • port GigabitEthernet : GigabitEthernet IEEE 802.3z インターフェイスに関する PTP のプロパティを表示します。 • time-property : PTP クロックタイムプロパティを表示します。

電力プロファイルの例

```
switch# show ptp parent
PTP PARENT PROPERTIES
  Parent Clock:
    Parent Clock Identity: 0xA4:C:C3:FF:FE:BF:B4:0
    Parent Port Number: 23
    Observed Parent Offset (log variance): N/A
    Observed Parent Clock Phase Change Rate: N/A
  Grandmaster Clock:
    Grandmaster Clock Identity: 0xA4:C:C3:FF:FE:BF:2B:0
    Grandmaster Clock Quality:
      Class: 248
      Accuracy: Unknown
      Offset (log variance): N/A
      Priority1: 128
      Priority2: 128

switch# show ptp clock
PTP CLOCK INFO
  PTP Device Type: Boundary clock
  PTP Device Profile: Power Profile
  Clock Identity: 0xA4:C:C3:FF:FE:BF:E0:80
  Clock Domain: 0
  Number of PTP ports: 26
  PTP Packet priority: 4
  Priority1: 128
  Priority2: 128
  Clock Quality:
    Class: 248
    Accuracy: Unknown
    Offset (log variance): N/A
  Offset From Master(ns): 25
  Mean Path Delay(ns): 705
  Steps Removed: 4
  Local clock time: 14:23:56 PST Apr 5 2013

switch# show ptp foreign-master-record
PTP FOREIGN MASTER RECORDS
  Interface GigabitEthernet1/1
    Foreign master port identity: clock id: 0xF4:4E:5:FF:FE:E5:82:0
    Foreign master port identity: port num: 1
    Number of Announce messages: 4
    Message received port: 1
    Time stamps: 1999872004, 1999870997
  Interface GigabitEthernet1/2
    Empty
  Interface GigabitEthernet1/3
    Empty
  Interface GigabitEthernet1/4
    Empty
  Interface GigabitEthernet1/5
    Empty
  Interface GigabitEthernet1/6
    Empty
  Interface GigabitEthernet1/7
    Empty
  Interface GigabitEthernet1/8
    Empty
  Interface GigabitEthernet1/9
    Empty
  Interface GigabitEthernet1/10
    Empty
  Interface GigabitEthernet1/11
    Empty
```

```

Interface GigabitEthernet1/12
  Empty
Interface GigabitEthernet1/13
  Empty
Interface GigabitEthernet1/14
  Empty
Interface GigabitEthernet1/15
  Empty
Interface GigabitEthernet1/16
  Empty
Interface GigabitEthernet1/17
  Empty
Interface GigabitEthernet1/18
  Empty
Interface GigabitEthernet1/19
  Empty
Interface GigabitEthernet1/20
  Empty
switch#
switch# show ptp ?
  clock                show ptp clock information
  foreign-master-record show PTP foreign master records
  parent               show PTP parent properties
  port                 show PTP port properties
  time-property        show PTP clock time property
switch# show ptp time-property
PTP CLOCK TIME PROPERTY
  Current UTC offset valid: 0
  Current UTC offset: 35
  Leap 59: 0
  Leap 61: 0
  Time Traceable: 16
  Frequency Traceable: 32
  PTP Timescale: 1
  Time Source: Internal Osciliator
  Time Property Persistence: 300 seconds
switch# show ptp port GigabitEthernet 1/1
PTP PORT DATASET: GigabitEthernet1/1
  Port identity: clock identity: 0xF4:4E:5:FF:FE:E5:91:80
  Port identity: port number: 1
  PTP version: 2
  Port state: UNCALIBRATED
  Delay request interval(log mean): 5
  Announce receipt time out: 3
  Peer mean path delay(ns): 0
  Announce interval(log mean): 0
  Sync interval(log mean): 0
  Delay Mechanism: Peer to Peer
  Peer delay request interval(log mean): 0
  Sync fault limit: 500000000
switch#

```

設定例

次の例では、スイッチを P2P トランスペアレントモードに設定し、「**allow-without-tlv**」という PTP メッセージ処理を指定して、すべての PTP 間隔設定にデフォルト値を使用しています。

```

switch(config)# ptp mode p2ptransparent
switch(config)# ptp allow-without-tlv

```

次の例では、ピア遅延要求 (**pdelay-req**) メカニズムを使用してスイッチを境界クロックモードに設定し、すべての PTP 間隔設定にデフォルト値を使用しています。

```
switch(config)# ptp mode boundary pdelay-req
```

次の例では、デフォルトプロファイルモードとエンドツーエンドトランスペアレントモードで動作するようにスイッチを設定し、すべての PTP 間隔設定にデフォルト値を使用しています。

```
switch(config)# no ptp profile
switch(config)# ptp mode e2transparent
```

次の例では、**delay_request** メカニズムを使用してスイッチをデフォルトプロファイルモードと境界クロックモードに設定し、すべての PTP 間隔設定にデフォルト値を使用しています。

```
switch(config)# no ptp profile
switch(config)# ptp mode boundary delay-req
```

NTP から PTP への時刻変換機能の設定

始める前に

- [注意事項と制約事項 \(18 ページ\)](#) を確認してください。
- NTP から PTP への変換機能を使用するには、NTP が機能するためにスイッチが IP アドレスを持つ必要があります。
- NTP から PTP への変換機能を使用するには、少なくとも 1 つの NTP サーバを設定する必要があります。3 つ以上の NTP サーバを設定すると、NTP は不良クロックを無視できます。



(注) NTP の設定については、『*Basic System Management Configuration Guide, Cisco IOSXE 17*』の「[Network Time Protocol](#)」を参照してください。

- PTP ポート設定コマンドで **no** を入力すると、指定されたポートプロパティがデフォルト値に設定されます。
- グローバル コマンド **ptp** の *interval* 変数の値 (秒単位) を決定するには、対数目盛を使用します。次の表に、対数目盛で秒数に変換された *interval* 変数の値の例を示します。

入力される値	対数計算	秒単位の値
-1	2^{-1}	1/2

入力される値	対数計算	秒単位の値
0	2^0	1

手順の概要

1. 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。
2. デフォルトプロファイルモードまたは電力プロファイルモード用にスイッチを構成します。
3. GMC-BC を同期クロックに指定します。
4. (任意) BMCA 優先順位を指定します。
5. (任意) BC 同期アルゴリズムを指定します。
6. 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。
7. (任意) ポート設定を指定します。
8. 特権 EXEC モードに戻ります。
9. 入力内容を確認します。
10. (任意) 設定ファイルに入力内容を保存します。

手順の詳細

ステップ 1 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。

configure terminal

ステップ 2 デフォルト プロファイル モードまたは電力プロファイルモード用にスイッチを構成します。

no ptp profile power

または

ptp profile power

ステップ 3 GMC-BC を同期クロックに指定します。

ptp mode gmc-bc delay-req

GMC-BC は、NTP が使用可能であれば NTP を時刻源として自動的に選択します。

ステップ 4 (任意) BMCA 優先順位を指定します。

ptp priority1 優先順位 **priority2** 優先順位

- **priority1** 優先順位：最も正確な時刻源クロックを選択するために、デフォルトの条件（クロック品質、クロッククラスなど）を上書きします。
- **priority2** 優先順位：2つのスイッチがデフォルトの条件に一致する場合に、一方が選択されるようにします。たとえば、2を入力すると、同一のスイッチを超えるスイッチ優先順位が与えられます。
- 優先順位：0～255の優先番号。デフォルト値は128です。

(注) 値が小さいほど優先度が高くなります。

ステップ 5 (任意) BC 同期アルゴリズムを指定します。

ntp transfer {feedforward | filter {adaptive | linear}}

- **feedforward** : 非常に高速かつ高精度です。PDV フィルタリングはありません。
- **filter adaptive** : 可能なかぎり多くの PDV を自動的にフィルタリングします。
- **filter linear** : 単純な線形フィルタを提供します (デフォルト)。

ステップ 6 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。

interface interface-id

ステップ 7 (任意) ポート設定を指定します。

ntp {announce {interval value | timeout value} | delay-req interval value | enable | sync {interval value | limit value} | vlan value}

- **announce interval value** : アナウンスメッセージを送信する対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は 0 ~ 4 です。デフォルトは 1 (2 秒) です。
- **announce timeout value** : タイムアウトメッセージをアナウンスする時間を設定します。範囲は 2 ~ 10 秒です。デフォルトは 3 (8 秒) です。
- **delay-req interval value** : ポートが時刻源クロック状態のときに時刻受信者デバイスが遅延要求メッセージを送信する対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は -2 ~ 6 です。デフォルトは -5 (1/32 秒ごとに 1 パケット、つまり 1 秒ごとに 32 パケット) です。
- **enable** : ポートベースのモジュールで PTP をイネーブルにします。
- **sync interval value** : 同期メッセージを送信する対数平均間隔を秒単位で設定します。範囲は -2 ~ 1 です。デフォルト値は 1 秒です。
- **sync limit value** : PTP が再同期を試みるまでの、最大クロックオフセット値を設定します。範囲は 50 ~ 500000000 ナノ秒です。デフォルトは 500000000 ナノ秒です。
- **vlan value** : PTP が再同期を試みるまでの、最大クロックオフセット値を設定します。範囲は 1 ~ 4094 です。デフォルトは、トランクポートのネイティブ VLAN です。境界モードでは、PTP VLAN 内の PTP パケットのみが処理され、他の VLAN からの PTP パケットはドロップされます。インターフェイスで PTP VLAN を設定する前に、PTP VLAN を作成し、トランクポートで許可する必要があります。

ステップ 8 特権 EXEC モードに戻ります。

end

ステップ 9 入力内容を確認します。

show running-config

ステップ 10 (任意) 設定ファイルに入力内容を保存します。

copy running-config startup-config

例

次の例では、デフォルトプロファイルを使用し、NTPを使用してグランドマスタークロックとして動作し、フィードフォワード BC 同期アルゴリズムを使用するようにスイッチを設定しています。

```
switch(config)# no ptp profile power
switch(config)# ptp mode gmc-bc delay-req
switch(config)# ptp transfer feedforward
```

設定の確認

スイッチが GMC-BC として動作し、NTP と PTP が同期していることを確認するには、次の手順に従います。

手順の概要

1. NTP がロックするまで NTP のステータスをモニタします。
2. 各 NTP サーバのステータスを表示します。
3. NTP が起動したら、NTP クロックと PTP クロックが同期していることを確認します。

手順の詳細

ステップ 1 NTP がロックするまで NTP のステータスをモニタします。

show ntp status

特に次のフィールドに注意してください。

- Clock is synchronized/unsynchronized.
- system poll interval : NTP クライアントがメッセージを送信する頻度 (秒単位)。
- last update : 最後のクロック調整からの経過時間 (秒単位)。

例 :

```
switch# show ntp status
Clock is synchronized, stratum 2, reference is 72.163.32.43
nominal freq is 286.1023 Hz, actual freq is 286.0738 Hz, precision is 2**21
ntp uptime is 58682700 (1/100 of seconds), resolution is 3496
reference time is D95162A8.68E52FF9 (22:52:24.409 UTC Wed Jul 15 2015)
clock offset is 0.0459 msec, root delay is 16.19 msec
root dispersion is 15.07 msec, peer dispersion is 0.10 msec
loopfilter state is 'CTRL' (Normal Controlled Loop), drift is 0.000099341 s/s
system poll interval is 1024, last update was 925 sec ago.
```

ステップ2 各 NTP サーバのステータスを表示します。

show ntp association

- sys.peer は現在選択されているリファレンスです。
- candidate はフォールバック リファレンスです。
- falseticker は無視される不良クロックです。

(注) NTP がアソシエーションを選択してから NTP がロックを宣言するまで数秒の遅延があります。

例：

```
switch# show ntp association
address      ref clock      st  when  poll reach  delay  offset  disp
+~171.68.38.65  .GPS.          1   706   1024  377 60.318 -0.255 0.166
+~171.68.38.66  .GPS.          1   450   1024  377 60.333 -0.096 0.121
--10.81.254.202 .GPS.          1   555   1024  377 48.707  2.804 0.111
x~173.38.201.115 .GPS.          1   322   1024  377 293.19 74.409 0.107
*~72.163.32.43  .GPS.          1    37   1024  375 17.110 -0.410 0.081
* sys.peer, # selected, + candidate, - outlyer, x falseticker, ~ configured
```

ステップ3 NTP が起動したら、NTP クロックと PTP クロックが同期していることを確認します。

- show clock detail により、NTP 時刻が表示されます。
- show ptp clock により、PTP 時刻と BMCA データセットの詳細情報が表示されます。
- show ptp clock の Steps Removed フィールドには、GMC-BC が実際に GMC であるかどうか、または他のクロックが PTP ネットワークを実行しているかが示されます。GMC が BMCA に勝る場合には、Steps Removed フィールドは 0 になります。

例：

```
show clock detail
23:16:53.865 UTC Wed Jul 15 2015
Time source is NTP
show ptp clock
PTP CLOCK INFO

PTP Device Type: Grand Master clock - Boundary clock
PTP Device Profile: Default Profile
Clock Identity: 0xF4:4E:5:FF:FE:E5:95:0
Clock Domain: 0
Number of PTP ports: 20

Time Transfer: Linear Filter <<< Displayed when the clock is configured as a BC or a GMC-BC
Priority1: 128
Priority2: 128
Clock Quality:
Class: 13
Accuracy: Within 1s
Offset (log variance): N/A
Offset From Master(ns): 0
Mean Path Delay(ns): 0
```

```
Steps Removed: 0
Local clock time: 23:16:53 UTC Jul 15 2015
```

設定例

```
switch# conf t
switch(config)# no ptp profile power
switch(config)# ptp mode gmc-bc delay-req
switch(config)# ptp transfer feedforward
switch(config)# end
```

PTP 有用性

PTP 有用性とは、Cisco IE スイッチを備えたネットワークでの PTP パフォーマンスのトラブルシューティングと監視を行う機能を指します。このセクションでは、次の PTP 有用性の統計と情報を表示する方法について説明します。

- PTP メッセージカウンタ
- PTP エラーカウンタ
- タイムスタンプオフセットと平均パス遅延の最大値と最小値
- オフセットと平均パス遅延値のヒストグラム

PTP メッセージカウンタの表示

すべてのインターフェイスで送受信された PTP メッセージのカウンタ情報を表示するには、**show ptp port counters messages** コマンドを使用します。特定のインターフェイスのカウンタを表示するには、**show ptp port counters messages <interface>** と入力します。次に例を示します。

```
NAT1#sh ptp port counters messages
```

```
GigabitEthernet1/1
```

Transmit		Receive	
1680	Sync	47	Sync
15	Delay_Req	0	Delay_Req
0	Pdelay_Req	0	Pdelay_Req
0	Pdelay_Resp	0	Pdelay_Resp
1680	Follow_Up	47	Follow_Up
0	Delay_Resp	15	Delay_Resp
0	Pdelay_Resp_Follow_Up	0	Pdelay_Resp_Follow_Up
841	Announce	47	Announce
0	Signaling	0	Signaling
0	Management	0	Management

```
NAT2#sh ptp port gil/2 counters messages
```

```
GigabitEthernet1/2
```

```

Transmit
  0 Sync
 242 Delay_Req
  0 Pdelay_Req
  0 Pdelay_Resp
  0 Follow_Up
  0 Delay_Resp
  0 Pdelay_Resp_Follow_Up
  0 Announce
  0 Signaling
  0 Management

Receive
 7848 Sync
  0 Delay_Req
  0 Pdelay_Req
  0 Pdelay_Resp
 7848 Follow_Up
 242 Delay_Resp
  0 Pdelay_Resp_Follow_Up
 3929 Announce
  0 Signaling
  0 Management

```

NAT2#

コマンドの出力を次の表に示します。

すべてのインターフェイスのメッセージカウンタをクリアするには、**clear ptp port counters messages**と入力します。

特定のポートのカウンタをクリアするには、**clear ptp port interface <interface> counters messages**と入力します。

ポート	ポートのタイプと番号（Gi1/3など）。
送受信	テーブルに表示されるデータの方向。
同期	データパケットがポートに到達、またはそこから離れるときにタイムスタンプでタグ付けされ、通常のクロックと境界クロックを同期するために使用されるイベントメッセージ。
Delay_Req	遅延要求：データパケットがポートに到達、またはそこから離れるときにタイムスタンプでタグ付けされ、通常のクロックと境界クロックを同期するために使用されるイベントメッセージ。
Pdelay_Req	ピア遅延要求：データパケットがポートに到達、またはそこから離れるときにタイムスタンプでタグ付けされ、透過クロックのリンク遅延を測定するために使用されるイベントメッセージ。
Pdelay_Resp	ピア遅延応答：データパケットがポートに到達、またはそこから離れるときにタイムスタンプでタグ付けされ、透過クロックのリンク遅延を測定するために使用されるイベントメッセージ。
Follow_Up	通常のクロックと境界クロックを同期するために使用される（タイムスタンプでタグ付けされていない）一般的なメッセージ。

Delay_Resp	遅延応答：通常のクロックと境界クロックを同期するために使用される一般的なメッセージ。時刻源は、タイムスタンプ t4 を Delay_Resp メッセージに埋め込むことにより、タイムスタンプ t4 を時刻受信者に伝達します。
Pdelay_Resp_Follow_Up	ピア遅延応答のフォローアップ：透過クロックのリンク遅延を測定するために使用される一般的なメッセージ（タイムスタンプでタグ付けされていない）。
アナウンス	時刻源/時刻受信者階層を確立するために使用される一般的なメッセージ（タイムスタンプでタグ付けされていない）。
シグナリング	1つ以上の TLV エンティティのシーケンスを転送するために使用されるメッセージ。シグナリングメッセージは、1つのクロックから1つ以上の他のクロックに送信されます。
管理	属性にアクセスし、PTP 標準で定義された特定のイベントを生成するために使用されるメッセージ。

PTP エラーメッセージカウンタの表示

PTPエラーは、フィールドの不一致エラー、予期しないメッセージ、重複メッセージ、および一般的なエラーに分類されます。すべてのインターフェイスで発生したPTPエラーのカウンタ情報を表示するには、**show ptp port counters errors** コマンドを使用します。特定のインターフェイスのカウンタを表示するには、**show ptp port counters errors <interface>** と入力します。次に例を示します。

```
NAT2#sh ptp port counters errors
```

```
GigabitEthernet1/1
```

```

0 Sanity check failed
0 Timestamp get failed
0 Vlan mismatch
0 Domain mismatch
0 Sync fault
0 Duplicate Sync
0 Duplicate Announce
0 Send error
0 Misc error
0 Rogue master Follow_Up
0 Blocked port
0 ParentId invalid
0 GmcId invalid
0 SequenceId invalid
0 Unmatched Follow_Up
0 Unmatched Delay_Resp
0 Unmatched Pdelay_Resp
0 Unmatched Pdelay_Resp_Follow_Up
0 Rogue master Sync
0 Rogue master Announce
```

```
NAT2#sh ptp port gi1/2 counters errors
```

```
GigabitEthernet1/2
```

```

0 Sanity check failed
0 Blocked port
```

```

0 Timestamp get failed
0 Vlan mismatch
0 Domain mismatch
0 Sync fault
0 Duplicate Sync
0 Duplicate Announce
0 Send error
0 Misc error
0 Rogue master Follow_Up
0 ParentId invalid
0 GmcId invalid
0 SequenceId invalid
0 Unmatched Follow_Up
0 Unmatched Delay_Resp
0 Unmatched Pdelay_Resp
0 Unmatched Pdelay_Resp_Follow_Up
0 Rogue master Sync
0 Rogue master Announce

```

NAT2#

コマンドの出力を次の表に示します。

すべてのインターフェイスのエラーカウンタをクリアするには、**clear ptp port counters errors** と入力します。

特定のポートのエラーカウンタをクリアするには、**clear ptp port interface <interface> counters errors** と入力します。

ポート	ポートのタイプと番号。
健全性チェックに失敗しました	入力 PTP パケットの PTP メッセージヘッダーフィールドが無効です。
タイムスタンプの取得に失敗しました	PTP メッセージのタイムスタンプは、ハードウェアによって生成されます。 タイムスタンプエラーカウンタは、ソフトウェアが特定の PTP メッセージのタイムスタンプを取得できない場合に増加します。タイムスタンプを持つ PTP メッセージは、Sync、Delay_Req、Pdelay_Req、および Pdelay_Resp です。
VLAN の不一致	入力 PTP メッセージの VLAN ID は、 ptp vlan コマンドで設定された VLAN ID とは異なります。
ドメインの不一致	(境界クロックモードでのみ適用可能) 入力 PTP メッセージのドメイン番号フィールドは、設定された PTP クロックドメイン (ptp domain コマンドで設定された PTP ドメイン番号) とは異なります。
同期障害	PTP クロックオフセット値が、PTP 時刻受信者ポートで設定された「同期制限」値 (PTP SLAVE 状態のインターフェイスの ptp sync limit で設定された値) を超えました。

重複同期	スイッチが受信した重複 PTP 同期メッセージの数。（重複は、受信したメッセージの PTP シーケンス番号をチェックすることによって識別されます。）
重複アナウンス	スイッチが受信した重複 PTP アナウンスメッセージの数。（重複は、受信したメッセージの PTP シーケンス番号をチェックすることによって識別されます。）
エラー送信	障害が原因で送信できなかった PTP メッセージの数。PTP ソフトウェアは、メモリ割り当ての失敗、正しい発信インターフェイス情報の取得の失敗などの理由により、PTP メッセージの送信に失敗する可能性があります。
その他のエラー	PTP プロトコルで発生したその他のエラーの数。上記に記載されていないエラーは、その他のエラーとして分類されます。
不正マスターのフォローアップ	ドロップされた不正パケットの着信フォローアップメッセージの数。
ブロックされたポート	PTP メッセージ（ピア遅延メッセージを除く）は、REP/STP ブロックポートで受信されます。
ParentId が無効です	（境界クロックモードでのみ適用可能） 入力 PTP メッセージの送信元ポート ID は、ローカル PTP クロックの親ポート ID とは異なります。
GMCId が無効です	（境界クロックモードでのみ適用可能） 入力アナウンスメッセージのグランドマスタークロック ID の値が無効です（入力アナウンスメッセージのグランドマスタークロック ID は、ローカル PTP クロックのクロック ID と同じです）。
SequenceId が無効です	（境界クロックモードでのみ適用可能） 入力 PTP メッセージのシーケンス ID フィールドに無効な値があります（フォローアップメッセージのシーケンス ID は、以前の同期メッセージのシーケンス ID と異なります）。

一致しないフォローアップ	スイッチでは、フォローアップが予期されていた未処理の同期メッセージがないときに、フォローアップメッセージが受信されました。
一致しない遅延応答	一致しない遅延応答：スイッチは遅延要求を送信せずに遅延応答を受信しました。
一致しないピア遅延応答	一致しないピア遅延応答：スイッチでは、ピア遅延要求を送信せずにピア遅延応答メッセージが受信されました。
一致しないピア遅延応答のフォローアップ	一致しないピア遅延応答のフォローアップ：スイッチでは、ピア遅延要求を送信せずにピア遅延応答メッセージが受信されました。
不正マスター同期	ドロップされた不正パケットの着信同期メッセージの数。
不正マスターのアナウンス	ドロップされた不正パケットの着信アナウンスメッセージの数。

PTP オフセットと遅延の表示

PTP オフセット値は、時刻源クロックから測定されたクロックのオフセット（ナノ秒単位）です。平均パス遅延は、PTP フレームが時刻源と時刻受信者間を移動するのにかかる平均時間（ナノ秒単位）です。スイッチが GMC-BC（グランドマスター境界クロック）または BC（境界クロック）モードで動作している場合、時刻源からのオフセットと平均パス遅延の履歴の最大値と最小値を表示できます。オフセット、遅延、および時間エラーのヒストグラムを表示することもできます。ここで、指定されたフィールドの履歴値は、データ分布を示すためにビンに分割されます。

高いオフセット値と遅延値は、たとえば、デバイスがネットワーク内でダウンし、時刻源へのリンクが利用可能だが実行可能でない場合などの問題を示している可能性があります。理想的には、オフセットと遅延の値はできるだけ小さくする必要があります。一部の PTP モードまたはプロファイルにより、オフセット値が高くなる可能性があります。オフセットは負の値にすることができます。

オフセットと遅延の値は、最後の日と過去 5 秒間、15 秒間、1 分間、5 分間、15 分間、1 時間、5 時間、15 時間、1 日（過去 1 日）、5 日間、15 日間、15 日間を超えて表示されます。

スイッチが時刻源またはグランドマスタークロックである場合、これらの値はゼロになります。



(注) 時刻源からのオフセットと平均パス遅延の履歴の最大値と最小値を表示するコマンドは、PTP デフォルトプロファイルと電力プロファイルの両方でサポートされています。

時間エラーデータを表示するコマンドは、p2pttransparent または e2ettransparent クロックモードに適用されます。

Offset

時刻源からのオフセットの過去の最大値と最小値を表示するには、次のように **show ptp history offset** コマンドを入力します。

```
NAT1#sh ptp history offset
                    5 seconds  15 seconds  1 minute  5 minutes
Max offset from master(ns):      0          0          0          0
Min offset from master(ns):      0          0          0          0
                    15 minutes  1 hour    5 hours   15 hours
Max offset from master(ns):      0          0          0          0
Min offset from master(ns):      0          0          0          0
                    1 day      5 days   15 days  >15 days
Max offset from master(ns):      2999      2999      2999      2999
Min offset from master(ns):     -726     -726     -726     -726

NAT1#
```

遅延

平均パス遅延の過去の最大値と最小値を表示するには、次の例が示すように **show ptp history delay** を入力します。

```
NAT1#sh ptp history delay
                    5 seconds  15 seconds  1 minute  5 minutes
Max mean path delay(ns):        0          0          0          0
Min mean path delay(ns):        0          0          0          0
                    15 minutes  1 hour    5 hours   15 hours
Max mean path delay(ns):        0          0          0          0
Min mean path delay(ns):        0          0          0          0
                    1 day      5 days   15 days  >15 days
Max mean path delay(ns):       12154      12154      12154      12154
Min mean path delay(ns):        0          0          0          0

NAT1#
```

時刻エラー

クロックモードが `p2pttransparent` または `e2transparent` の場合に、タイムエラーデータの過去の最大値と最小値を表示するには、次の例が示すように `show ptp history time-error` を入力します。

```
NAT2#sh ptp history time-error
                    5 seconds  15 seconds  1 minute  5 minutes
Max time error(ns):           0           0           0           0
Min time error(ns):        -35260       -36487       -36487           0

                    15 minutes  1 hour  5 hours  15 hours
Max time error(ns):           0           0           0           0
Min time error(ns):           0           0           0           0

                    1 day  5 days  15 days  >15 days
Max time error(ns):           0           0           0           0
Min time error(ns):           0           0           0           0

NAT2#
```

ヒストグラム

PTP オフセット、遅延、または時間エラーデータのヒストグラムを表示するには、`show ptp histogram [offset|delay|time-error]` コマンドを入力します。過去 60 秒間、過去 1 時間、過去 24 時間のデータが表示されます。値は、0 ~ 20 ナノ秒、20 ~ 50 ナノ秒、50 ~ 100 ナノ秒、100 ~ 250 ナノ秒、250 ~ 500 ナノ秒、500 ~ 1,000 ナノ秒、1,000 ~ 10,000 ナノ秒、および 10,000 ナノ秒を超える範囲に分割されます。オフセット値とタイムエラー値は、さらに負または正に分類されます。

- **[Offset]** : クロックモードが境界の場合に使用できます。時刻源からのオフセットのヒストグラムを表示します。
- **[Delay]** : クロックモードが境界または `gmc` 境界の場合に使用できます。平均パス遅延データのヒストグラムを表示します。
- **[Time-error]** : クロックモードが `p2pttransparent` または `e2transparent` の場合に使用できます。時間エラー (周波数エラー * 隔離時間) のデータのヒストグラムを表示します。

次の例は、PTP オフセットと遅延のヒストグラムを示しています。

```
Switch#show ptp histogram offset
Offset data history

Last 60 seconds:
0           5           5           2           -6           1           0           4
-3          -5           2           -4           0           -1          2           4
3           -3          -4           -2           3           3           2          -3
0           -8           4           4           -2           6          -5          -6
4           0           2           -1          -4           1          -6           2
```

```

2          -3          -1          4          -1          1          0          3
-4         -6          0          5          0          7          5          0
-6          2          4          1
Offset range      Positive      Negative
0-20ns           38            22
20-50ns          0             0
50-100ns         0             0
100-250ns        0             0
250-500ns        0             0
500-1us          0             0
1-10us           0             0
>10us            0             0

Last 60 mins:
-6          2          -2          -6          0          0          0          1
-6          3          -2          3          -6          -1          4          3
-4          3          -6          -2          3          -2          -1          -4
-1          -7          2          0          -6          3          1          -5
5           -6          3          -1          -4          -1          2          1
-2          1          2          -2          4          2          0          4
0           -2          3          -2          -5          -4          -3          -5
-1          -1          -4          -1
Offset range      Positive      Negative
0-20ns           27            33
20-50ns          0             0
50-100ns         0             0
100-250ns        0             0
250-500ns        0             0
500-1us          0             0
1-10us           0             0
>10us            0             0

Last 24hr:
0           -4          -3          4          7          0          6          1
-6          3          3          -3          4          0          1          -9
1           -3          -2          0          2          -5          -1          -4

Offset range      Positive      Negative
0-20ns           14            10
20-50ns          0             0
50-100ns         0             0
100-250ns        0             0
250-500ns        0             0
500-1us          0             0
1-10us           0             0
>10us            0             0

```

Switch#show ptp histogram delay

Mean path delay data history

Last 60 seconds:

122	122	122	122	122	122	122	122
122	122	122	122	122	122	122	122
122	122	122	122	122	122	122	122
122	122	122	122	122	122	122	122
122	122	122	122	122	122	122	122
122	122	122	122	122	122	122	122
122	122	122	122	122	122	123	123
123	123	123	123				

Delay range

0-20ns	0
20-50ns	0
50-100ns	0
100-250ns	60
250-500ns	0
500-1us	0
1-10us	0
>10us	0

Last 60 minutes:

122	122	123	123	123	123	122	122
122	122	122	122	122	122	122	122
122	122	122	122	122	122	122	122
121	121	122	121	122	122	122	122
122	122	122	122	122	122	122	122
122	122	122	122	122	121	121	121
121	122	122	122	122	121	121	122
122	122	122	122				

Delay range

0-20ns	0
20-50ns	0
50-100ns	0
100-250ns	60
250-500ns	0
500-1us	0
1-10us	0
>10us	0

Last 24 hours:

121	122	121	122	122	122	122	122
121	122	121	122	121	121	122	121
121	122	122	122	122	122	122	122

```
Delay range
0-20ns      0
20-50ns     0
50-100ns    0
100-250ns   24
250-500ns   0
500-1us     0
1-10us      0
>10us       0
```

次の例は、時間エラーデータのヒストグラムを示しています。

```
NAT2#sh ptp histogram time-error
```

```
Time Error (in nanoseconds)
```

```
Last 60 seconds:
```

```

 286      270      264      240      211      201      172
 137      129      105      83      38      -5      -48
 -69      -97     -148     -208     -229     -266     -336
 -357     -427     -451     -500     -567     -664     -705
 -772     -840     -910     -1022    -1071    -1165    -1262
-1435    -1489    -1592    -1757    -1836    -1969    -2199
-2263    -2498    -2578    -2735    -3013    -3106    -3311
-3509    -3718    -3936    -4183    -4596    -4729    -5020
-5338    -5650    -6121    -6282
```

Time Error range	Positive	Negative
0-20ns	0	1
20-50ns	1	1
50-100ns	1	2
100-250ns	7	3
250-500ns	3	6
500-1us	0	6
1-10us	0	29
>10us	0	0

```
Last 60 minutes:
```

```

-208     -3106    -16704      0      0      0      0
 0        0        0      0      0      0      0
 0        0        0      0      0      0      0
 0        0        0      0      0      0      0
 0        0        0      0      0      0      0
 0        0        0      0      0      0      0
 0        0        0      0      0      0      0
 0        0        0      0      0      0      0
 0        0        0      0      0      0      0
```

Time Error range	Positive	Negative
0-20ns	57	0
20-50ns	0	0
50-100ns	0	0
100-250ns	0	1
250-500ns	0	0
500-1us	0	0
1-10us	0	1
>10us	0	1

```
Last 24 hours:
```

```

0        0        0      0      0      0      0
0        0        0      0      0      0      0
0        0        0      0      0      0      0
0        0        0      0      0      0      0
```

Time Error range	Positive	Negative
0-20ns	24	0
20-50ns	0	0
50-100ns	0	0
100-250ns	0	0
250-500ns	0	0
500-1us	0	0
1-10us	0	0
>10us	0	0

NAT2#

統計情報のクリア

オフセット、遅延、および時間エラーの履歴統計情報をクリアするには、**clear ptp history** と入力します。

オフセット、遅延、および時間エラーヒストグラム統計情報をクリアするには、**clear ptp histogram** と入力します。

PTP のデバッグ

次の表に、PTP のデバッグに使用できるコマンドを示します。

debug ptp messages [<i>message-type</i>]	PTP メッセージのデバッグをイネーブルにします。 <i>message-type</i> を指定すると、PTP メッセージタイプに基づいてログをフィルタリングできます。 <ul style="list-style-type: none"> • announce • delayreq • delayresp • followup • peerdelayfollowup • peerdelayreq • peerdelayresp • sync
debug ptp error	PTP エラーのデバッグをイネーブルにします。
debug ptp bmc	PTP ベストマスタークロックアルゴリズムのデバッグをイネーブルにします。
debug ptp event	PTP ステート イベントのデバッグをイネーブルにします。

関連資料

- [Cisco Catalyst IE3200 高耐久性シリーズ スイッチ 製品マニュアル](#)
- [Cisco Catalyst IE3300 高耐久性シリーズ スイッチ 製品マニュアル](#)
- [Cisco Catalyst IE3400 高耐久性シリーズ スイッチ 製品マニュアル](#)
- [Cisco Catalyst IE3400 Heavy Duty Series Switches 製品マニュアル](#)
- [Cisco Embedded Services 3300 Series Switches 製品マニュアル](#)

機能の履歴

機能名	リリース	機能情報
PTP 有用性	17.4.1	Cisco Catalyst IE3x00 高耐久性、IE3400 Heavy Duty、および ESS3300 シリーズ スイッチの初期サポート。 有用性は、PTP ポートカウンタとエラーを表示する新しいコマンドを指します。
NTP から PTP への時間変換	16.12.1	Cisco Catalyst IE3x00 高耐久性、IE3400 Heavy Duty、および ESS3300 シリーズ スイッチの初期サポート。
高精度時間プロトコル	16.11.1	Cisco Catalyst IE3x00 高耐久性、IE3400 Heavy Duty、および ESS3300 シリーズ スイッチの初期サポート。

