



## PRP を介した PTP

- PRP を介した PTP (1 ページ)
- サポートされる PTP のプロファイルとクロックモード (4 ページ)
- PRP RedBox のタイプ (5 ページ)
- LAN-A および LAN-B の障害検出と処理 (11 ページ)
- PRP を介した PTP の CLI コマンド (11 ページ)
- PRP を介した PTP 機能の履歴 (14 ページ)

## PRP を介した PTP

高精度時間プロトコル (PTP) は、パラレル冗長プロトコル (PRP) を介して Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズスイッチで動作できます。この機能は、Cisco IOS XE Cupertino 17.9.1 以降の IE-9320-26S2C-A および IE-9320-26S2C-E スイッチでサポートされています。これは、Cisco IOS XE Dublin 17.12.1 以降の IE-9320-22S2C4X-A および IE-9320-22S2C4X-A スイッチでサポートされています。

PRP は、PTP の冗長性を介してハイアベイラビリティを提供します。PTP の説明については、Cisco.com の『[Precision Time Protocol Configuration Guide, Cisco Catalyst IE9300 Rugged Series Switches](#)』を参照してください。

2つの独立したパスを介したパラレル伝送による冗長性を実現する PRP 方式は、他のトラフィックとは異なり、PTP では機能しません。フレームで発生する遅延は2つの LAN で同じではなく、一部のフレームは LAN を通過する際にトランスペアレントクロック (TC) で変更されません。デュアル接続ノード (DAN) は、送信元が同じであっても、両方のポートから同じ PTP メッセージを受信しません。具体的には次のとおりです。

- Sync/Follow\_Up メッセージは、補正フィールドを調整するために TC によって変更されません。
- LAN に存在する境界クロック (BC) は PRP に対応しておらず、冗長制御トレーラ (RCT) が付加されていない独自のアナウンスおよび同期フレームを生成します。
- 2ステップのクロックごとに Follow\_Up フレームが生成され、RCT は伝送されません。

- TCはPRPに対応しておらず、ペイロードの後に続くメッセージ部分であるRCTを転送する必要はありません。

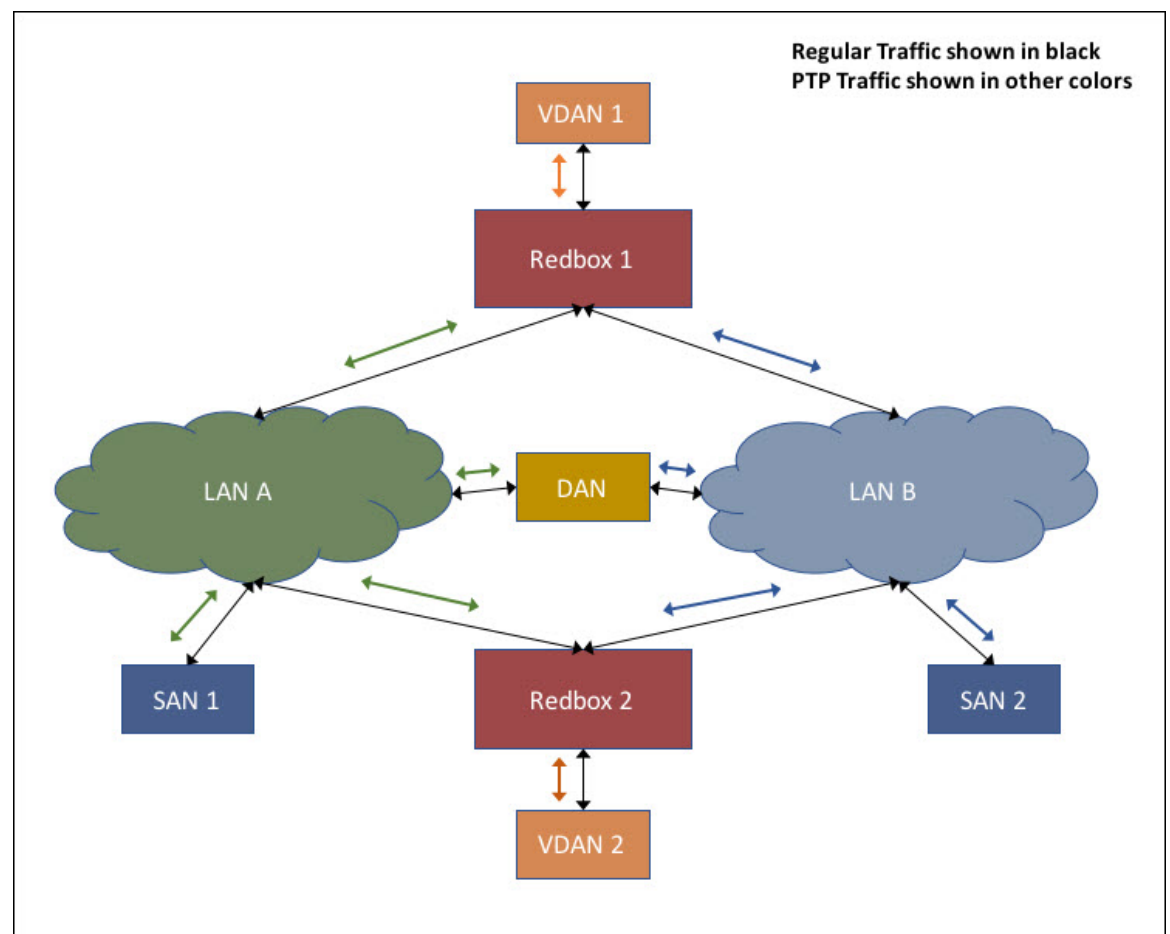
LAN-A および LAN-B を介した PTP をサポートする前は、PTP トラフィックは上記の PTP およびパラレル伝送の問題を回避するために、LAN-A でのみ許可されていました。ただし、LAN-A が停止すると、PTP 同期は失われていました。基礎となる PRP インフラストラクチャによって提供される冗長性の利点を PTP で活用できるようにするため、PRP ネットワーク上の PTP パケットは他のタイプのトラフィックとは異なる方法で処理されます。

PRP を介した PTP 機能の実装は、IEC 62439-3:2016 『Industrial communication networks - High availability automation networks - Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR)』 に詳細が示されている PRP を介した PTP の動作に基づきます。このアプローチでは、PTP パケットに RCT を付加せず、PTP パケットの PRP 重複/廃棄ロジックをバイパスすることで、上記の問題を解決します。

### PRP を介した PTP のパケットフロー

次の図は、PRP を介した PTP の動作を示しています。

図 1: PRP を介した PTP のパケットフロー



この図では、VDAN1 がグランドマスタークロック (GMC) です。デュアル接続デバイスは、両方の PRP ポートを通じて PTP 同期情報を受信します。LAN-A ポートと LAN-B ポートは、GMC と同期された異なる仮想クロックを使用します。ただし、ローカルクロック (図では VDAN 2) を同期するために使用されるポート (図では時刻受信者) は 1 つだけです。LAN-A ポートが時刻受信者の場合、LAN-A ポートの仮想クロックが VDAN-2 の同期に使用されます。もう一方の PRP ポートである LAN-B は、PASSIVE と呼ばれます。LAN-B ポートの仮想クロックは引き続き同じ GMC に同期されますが、VDAN 2 の同期には使用されません。

LAN-A がダウンすると、LAN-B が時刻受信者の役割を引き継ぎ、RedBox 2 のローカルクロック同期を継続するために使用されます。RedBox 2 に接続された VDAN 2 は、以前と同様に RedBox 2 から PTP 同期の受信を継続します。同様に、図に示されているすべての DAN、VDAN、および RedBox も引き続き同期されます。SAN は冗長性を備えていません。この例では、LAN-A がダウンすると、SAN 1 は同期を失います。

この変更により、VDAN 2 は、LAN-A ポートの仮想クロックと LAN-B ポートの仮想クロックの間のオフセットが原因で、そのクロックに瞬間的な同期のずれが発生する場合があります。両方のクロックが同じ GMC に同期されているため、同期のずれはせいぜい数マイクロ秒です。このずれは、LAN-A ポートが時刻受信者に戻り、LAN-B ポートが PASSIVE になるときにも発生します。



- (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。製品ソフトウェアのユーザーインターフェイスにハードコードされている言語、RFP のドキュメントに基づいて使用されている言語、または参照されているサードパーティ製品で使用されている言語によりドキュメントに例外が存在する場合があります。

### サポートされる GMC の場所

GMC は、PRP を介した PTP のトポロジに次のいずれかのように配置できます。

- LAN A と LAN B の両方に接続されている RedBox (たとえば、前の図の RedBox 1)。
- VDAN (たとえば、前の図の VDAN 1)。
- DAN (たとえば、前の図の DAN)。

LAN-A または LAN-B 内のデバイスだけしか GMC と同期されないため、GMC は SAN として LAN-A または LAN-B に接続することはできません。

### 設定

PRP を介した PTP では、通常 PTP と PRP を個別に設定する方法以上の設定は必要ありません。また、この機能用に追加されたユーザーインターフェイスはありません。違いは、PRP を介した PTP 機能が登場する以前は、PTP が LAN-A 上でのみ機能していたことです。これが現在では両方の LAN で機能するようになりました。PRP を介した PTP を実装する前に、「注意事項と制約事項」を参照してください。

ネットワークに PRP を介した PTP を実装するためのワークフローの概要は次のとおりです。

1. PRP RedBox の場所を確認するには、このガイドの「PRP RedBox のタイプ」セクションを参照してください。PTP のモードとプロファイルに関する説明については、Cisco.com の『[Precision Time Protocol Configuration Guide, Cisco Catalyst IE9300 Rugged Series Switches](#)』を参照してください。
2. ステップ 1 で決定した PTP プロファイルを基に、Cisco.com の『[Precision Time Protocol Configuration Guide, Cisco Catalyst IE9300 Rugged Series Switches](#)』の説明に従って PTP を設定します。
3. 「PRP チャンネルとグループの作成」の説明に従って、PRP を設定します。



(注) IE-9320-26S2C-A、IE-9320-26S2C-E、IE-9320-22S2C4X-A、および IE-9320-22S2C4X-A の各スイッチには、次の 4 つの PRP 対応ポートがあります。

- Gi1/0/21 および Gi1/0/22 : PRP チャンネル 1 に対応。
- Gi1/0/23 および Gi1/0/24 : PRP チャンネル 2 に対応。

## サポートされる PTP のプロファイルとクロックモード

次の表に、さまざまな PTP のプロファイルとクロックモードに対する PRP を介した PTP サポートの概要を示します。サポートされていない PTP のプロファイルとクロックモードの組み合わせでは、PTP トラフィックが LAN-A のみを通過します。LAN-A は、番号の小さいインターフェイスです。PRP のインターフェイス番号については、「PRP チャンネル」を参照してください。

PTP プロファイル	クロックモード	サポートの有無	IEC 62439-3 に準拠した PRP RedBox タイプ
エンドツーエンドの遅延要求/応答を示す Default プロファイル	BC	対応	E2E を使用するダブル接続 BC (DABC) としての PRP RedBox
	E2E TC	未対応	E2E を使用するダブル接続 TC (DATC) としての PRP RedBox
Power プロファイル	BC	対応	P2P を使用するダブル接続 BC (DABC) としての PRP RedBox
	P2P TC	対応	P2P を使用するダブル接続 TC (DATC) としての PRP RedBox

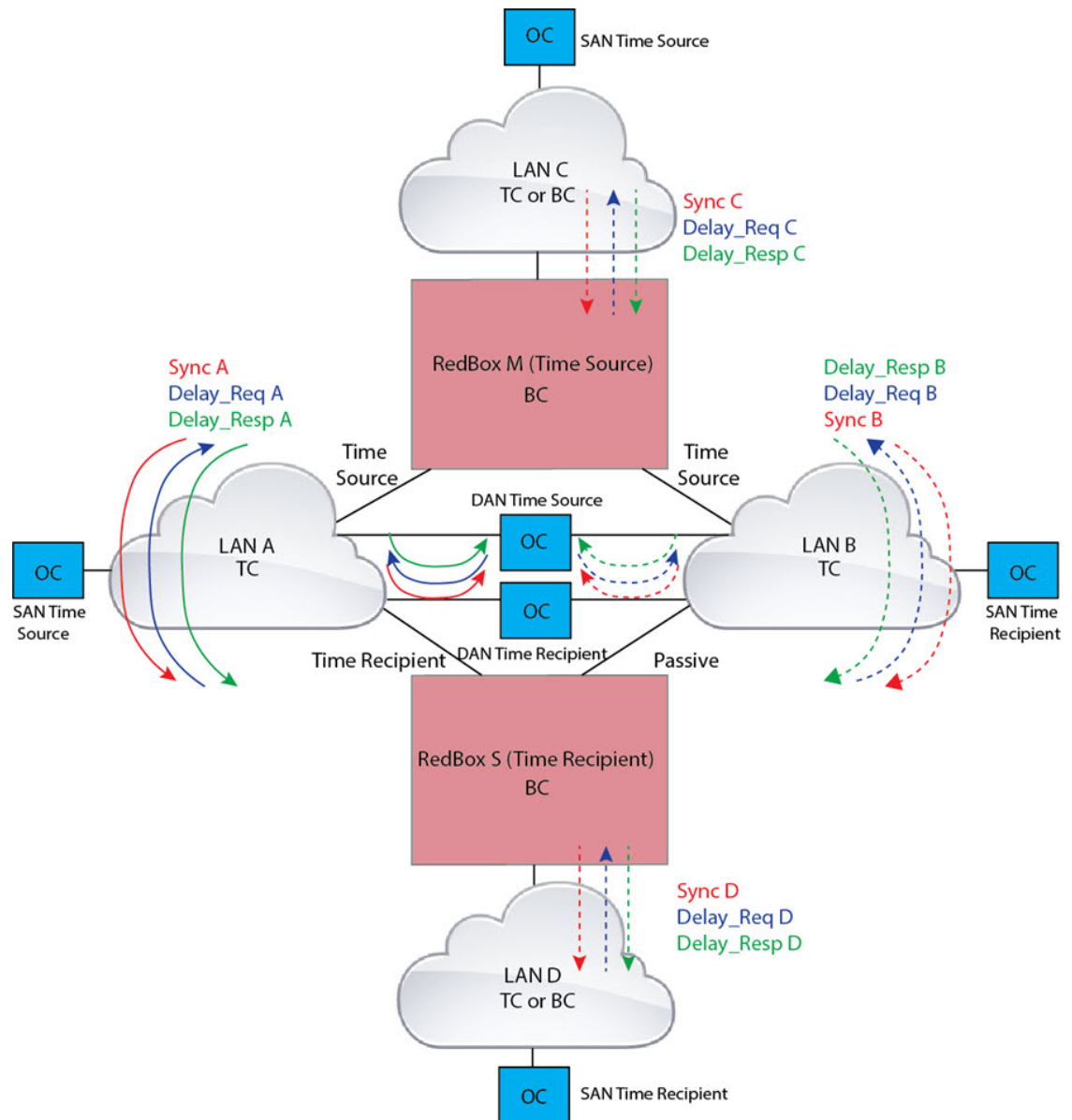
## PRP RedBox のタイプ

スイッチは、PRP ネットワークで RedBox の役割を果たします。このセクションでは、IEC 62439-3 で定義されているように、PRP を介した PTP でサポートされる PRP RedBox のタイプについて説明します。

### E2E を使用するダブル接続 BC (DABC) としての PRP RedBox

以下に示す設定では、2つの RedBox (M と S など) が、エンドツーエンドの遅延測定メカニズムと IEEE1588v2 の Default プロファイルを使用する境界クロック (BC) として設定されています。RedBox M のベストマスタークロックアルゴリズム (BMCA) で、時刻源に接続するポート A とポート B を決定します。Redbox M で実行されている PTP プロトコルは、ポート A と B の両方を時刻源ポートとして個別に扱い、両方のポートから同期メッセージや Follow\_Up メッセージを個別に送信します。

図 2: E2E を使用する DABC としての PRP Redbox



Redbox S では、通常の BMCA 操作でポート A を時刻受信者、ポート B を PASSIVE に決定します。ただし、ポート A と B が同じ PRP チャンネルの一部であることが判明した場合は、ポート B が強制的に PASSIVE\_SLAVE 状態になります。Redbox S のポート A とポート B の動作は、次のとおりです。

- ポート A は、通常の受信者ポートとして機能します。エンドツーエンドの遅延測定メカニズムを使用して、時刻源からの遅延とオフセットを計算します。計算された遅延とオフセットを使用して、ローカルクロックを同期します。

- ポート B は PASSIVE\_SLAVE 状態です。エンドツーエンドの遅延測定メカニズムを使用して、時刻源からの遅延とオフセットを計算します。

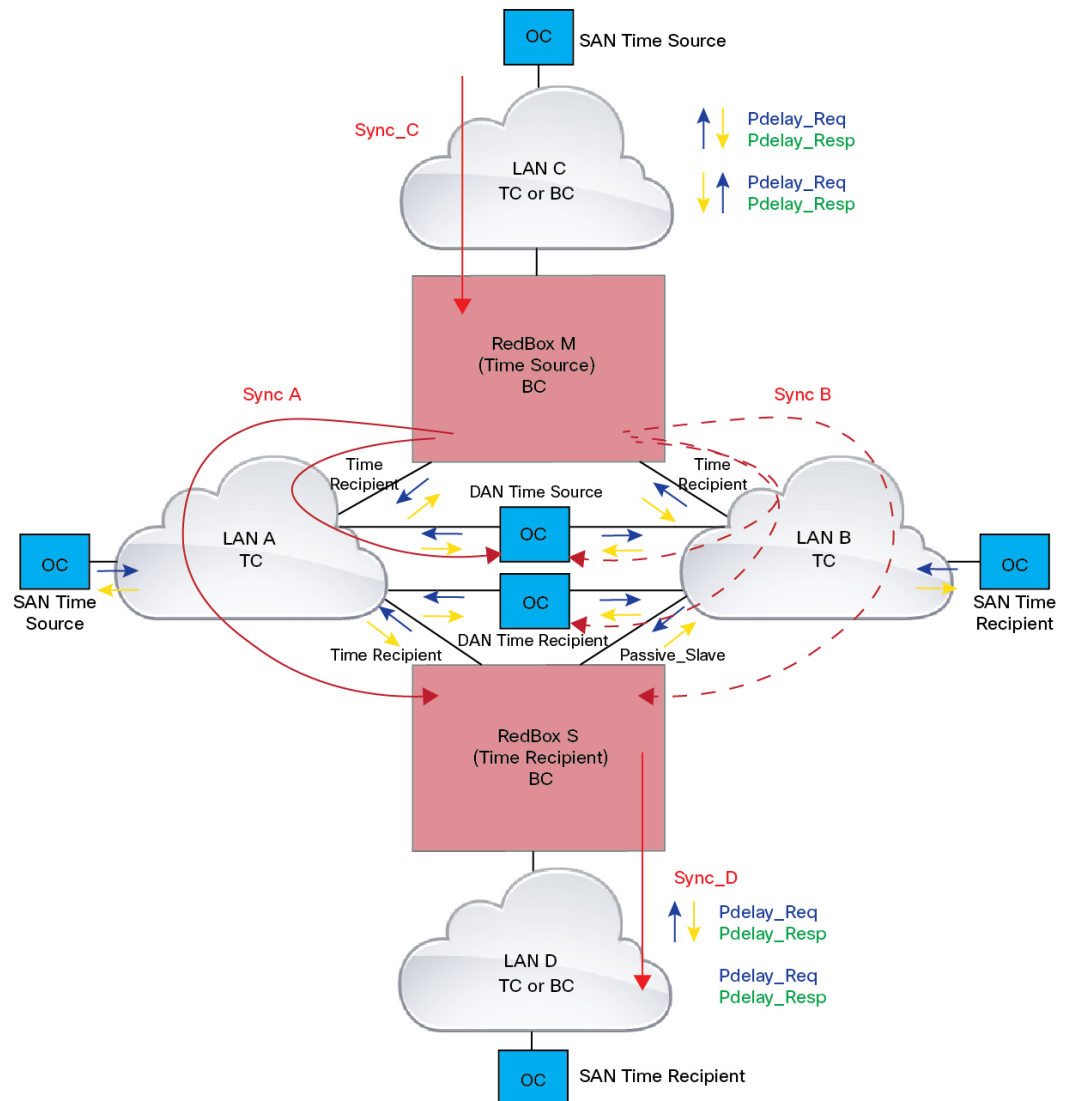
これは、計算された遅延とオフセットを維持しますが、ローカルクロックの操作を実行しないという意味でパッシブです。遅延とオフセットの情報をすぐに利用できるようにすることで、ポート A で時刻源への接続が失われた場合に、そのロールを時刻受信者にシームレスに変更できます。

### **P2P を使用するダブル接続 BC (DABC) としての PRP RedBox**

次の図は、Redbox M と Redbox S がピアツーピア (P2P) 遅延測定メカニズムを使用する境界クロックとして Power プロファイルで実行するように設定されている例を示しています。この例で、GMC は LANC を介して接続された通常のクロックです。すべてのクロックがピアツーピア遅延測定を実行するように設定され、ピア遅延は図に示すすべてのリンクで定期的に計算および維持されます。

Redbox M の BMCA は、時刻源に接続するポート A と B を決定します。Redbox M で実行されている PTP プロトコルは、ポート A と B の両方を時刻源ポートとして個別に扱い、両方のポートから同期メッセージや Follow\_Up メッセージを個別に送信します。

図 3: P2P を使用する DABC としての PRP Redbox



Redbox S では、通常の BMCA 操作でポート A を時刻受信者、ポート B を PASSIVE に決定します。ただし、ポート A と B が同じ PRP チャンネルの一部であることが判明した場合は、ポート B が強制的に PASSIVE\_SLAVE 状態になります。Redbox S のポート A とポート B の動作は、次のとおりです。

- ポート A は、通常の実受信者ポートとして機能します。同期および Follow\_Up メッセージとその補正フィールドを使用して、時刻源からの遅延とオフセットを計算し、ローカルクロックを同期します (E2E BC とは異なり、Delay\_Req メッセージを生成する必要はありません。これは、PTP パスに沿ったすべてのリンク遅延と滞留時間が、Follow\_Up メッセージの補正フィールドに蓄積されるためです)。



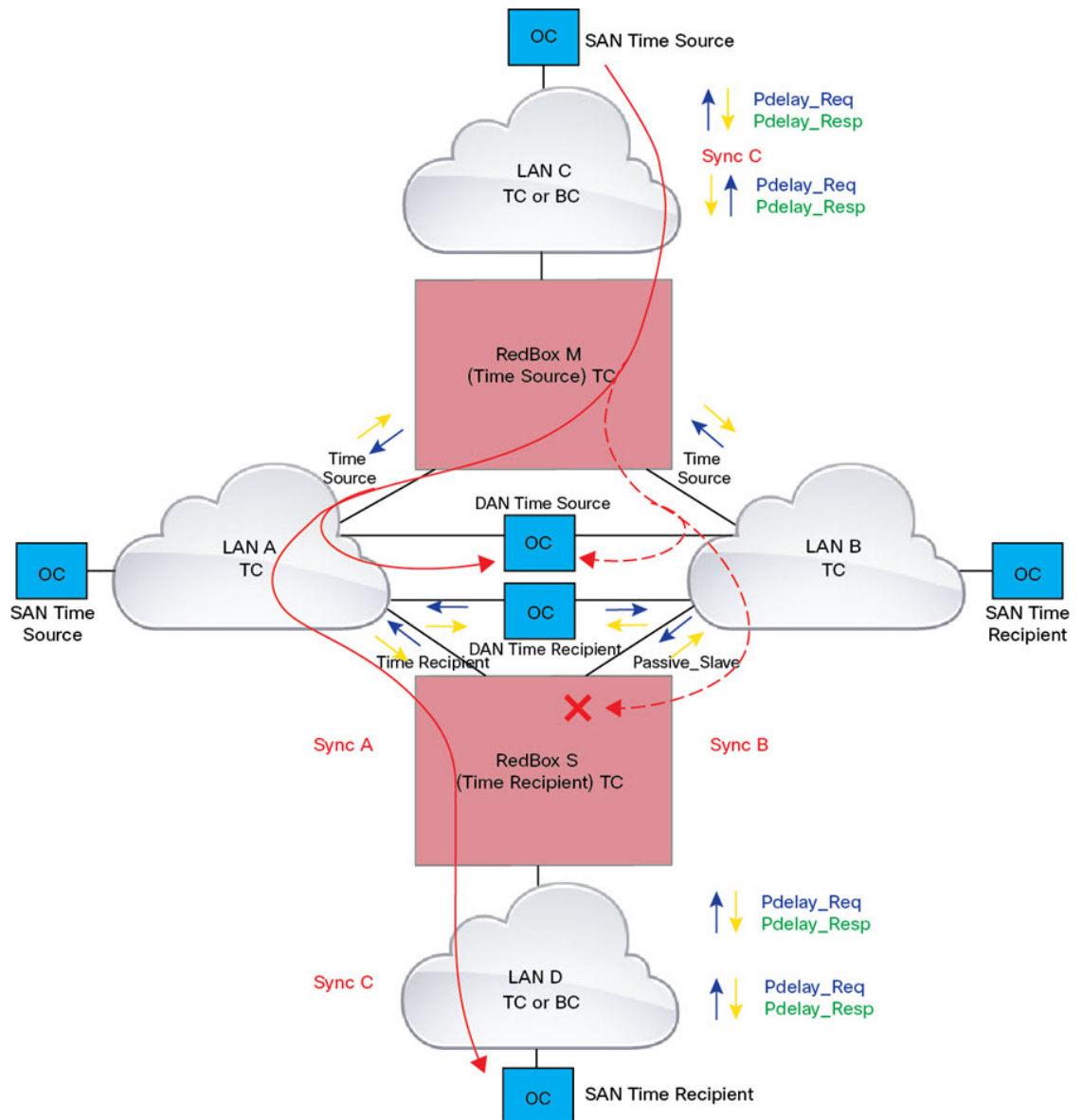
- ポート B は PASSIVE\_SLAVE 状態です。ポート A と同様に時刻源からの遅延とオフセットを維持しますが、ローカルクロックに対する操作は実行しません。すべての同期情報を使用できるようにすることで、ポート A が GM との通信を失った場合に、新しい時刻受信者としてシームレスに引き継ぐことができます。

### P2P を使用するダブル接続 TC (DATC) としての PRP RedBox

次の図は、Redbox M と Redbox S が Power プロファイルモードでトランスペアレントクロックとして動作するように設定されている例を示しています。この例で、GMC は LANC を介して接続された通常のクロックです。すべてのクロックがピアツーピア遅延測定を実行するように設定され、ピア遅延は図に示すすべてのリンクで定期的に計算および維持されます。

P2P TC で BMCA を実行する必要はありませんが、Redbox M と Redbox S では BMCA を実行します。Redbox M の BMCA で、時刻源に接続するポート A と B を決定します。Redbox M は、ポート C で受信したすべての同期メッセージと Follow\_Up メッセージをポート A と B に転送します。

図 4: P2P を使用する DATC としての PRP Redbox



Redbox S では、前述のようにポート A を時刻受信者に、ポート B を PASSIVE\_SLAVE に決定します。Redbox S のポート A とポート B の動作は、次のとおりです。

- ポート A は、通常の受信者ポートとして機能します。同期および Follow\_Up メッセージとその補正フィールドを使用して、時刻源からの遅延とオフセットを計算し、ローカルクロックを同期します（E2E BC とは異なり、Delay\_Req メッセージを生成する必要はありません。これは、PTP パスに沿ったすべてのリンク遅延と滞留時間が、Follow\_Up メッセージの補正フィールドに蓄積されるためです）。

- ポート A と同様に、ポート B は時刻源からの遅延とオフセットを維持しますが、ローカルクロックに対する操作は実行しません。すべての同期情報を使用できるようにすることで、ポート A が GMC との通信を失った場合に、新しい時刻受信者としてシームレスに引き継ぐことができます。

## LAN-A および LAN-B の障害検出と処理

LAN-A と LAN-B の障害は、「PRP RedBox のタイプ」で説明されているすべての RedBox タイプに対して同じ方法で検出および処理されます。

P2P を使用する DATC としての PRP RedBox と LAN C の SAN としての GMC に示されている例を使用すると、PTP に関連する LAN-A または LAN-B の障害は、次の理由で発生する可能性があります。

- LAN 内のデバイスがダウンした。
- LAN 内のリンクがダウンし、接続が失われた。
- PTP メッセージが LAN 内でドロップされた。

これらのイベントにより、RedBox S で PTP アナウンス受信タイムアウトが発生し、BMCA 計算がトリガーされます。アナウンス受信タイムアウトの詳細については、IEEE 1588v2 規格のセクション 7.7.3.1 を参照してください。

BMCA は、呼び出されると、PASSIVE\_SLAVE ポートの状態を時刻受信者に変更し、時刻受信者を PASSIVE\_SLAVE または PASSIVE または FAULTY に変更します。2 つの時刻受信者ポートまたは 2 つの PASSIVE\_SLAVE ポートがある一時的なケースを回避するため、状態の変更はアトミックに行われます。

RedBox S が、新しい時刻受信者ポートを介して GMC に同期されるようになりました。同期への変更は、2 つの LAN で PTP パケットにより発生する遅延が大きく異なる場合や、LAN に非 PTP デバイスがある場合を除き、迅速かつシームレスに行う必要があります。

LAND の SAN 時刻受信者も、RedBox S でのタイミングの変更を確認し、新しいクロックに統合する必要があります。これは、このクロックの GMC 変更イベントに似ていますが、前述のように、変更は通常シームレスです。

## PRP を介した PTP の CLI コマンド

スイッチで PRP を介した PTP を有効にしている場合は、特定の **show CLI** コマンドを使用し、PRP に固有の PTP クロックデータを表示できます。

PTP に固有の CLI コマンドの詳細については、『[Precision Time Protocol Configuration Guide, Cisco Catalyst IE9300 Rugged Series Switches](#)』を参照してください。このガイドには、PRP に固有の CLI コマンドに関する情報が記載されています。

## show ptp clock running

**show ptp clock running** コマンドは、実行中の PTP クロックの概要とそのポートに関する情報を表示します。コマンドを使用して、境界クロックが PHASE\_ALIGNED（クロックがグランドマスタークロックと同期されている）であることを確認します。また、1つのポートが Slave 状態で、もう1つのポートが Passive Slave 状態であることを確認します。

```
RedBox2#show ptp clock running
                PTP Boundary Clock [Domain 0] [Profile: default]
                State      Ports      Pkts sent  Pkts rcvd  Redundancy Mode
                PHASE_ALIGNED  2          168704    150444     Hot standby

                PORT SUMMARY

                Name      Tx Mode  Role      Transport  State      Sessions  PTP Master
                dyn1     mcast   negotiated Ethernet    Slave      1         UNKNOWN
                dyn2     mcast   negotiated Ethernet    Passive Slave 1         UNKNOWN
```

## show prp channel detail

両方のポートチャンネルに関する詳細情報を表示するには、**show ptp channel detail** コマンドを使用します。Gi1/0/21 と Gi1/0/22 が Inuse 状態であることを確認します。

```
RedBox2#show prp channel detail
                PRP-channel listing:
                -----
                PRP-channel: PR1
                -----
                Layer type = L2
                Ports: 2      Maxports = 2
                Port state = prp-channel is Inuse
                Protocol = Enabled
                Ports in the group:
                1) Port: Gi1/0/21
                   Logical slot/port = 1/21      Port state = Inuse
                   Protocol = Enabled
                2) Port: Gi1/0/22
                   Logical slot/port = 1/22      Port state = Inuse
                   Protocol = Enabled

                PRP-channel: PR2
                -----
                Layer type = L2
                Ports: 2      Maxports = 2
                Port state = prp-channel is Inuse
                Protocol = Enabled
                Ports in the group:
                1) Port: Gi1/0/23
                   Logical slot/port = 1/23      Port state = Inuse
                   Protocol = Enabled
                2) Port: Gi1/0/24
                   Logical slot/port = 1/24      Port state = Inuse
                   Protocol = Enabled
```

## show prp statistics ptpPacketStatistics

**show prp statistics ptpPacketStatistics** コマンドは、PRP が有効の場合にクロックポートに出入りする PTP パケットの数を表示します。また、入力レベルでのドロップも表示されます。

```

RedBox2#show prp statistics ptpPacketStatistics
PRP channel-group 1 PTP STATS:
  ingress lan a: 250
  ingress drop lan a: 0
  ingress lan b: 377
  ingress drop_lan b: 0
  egress lan a: 185
  egress lan b: 188
PRP channel-group 2 PTP STATS:
  ingress lan a: 384
  ingress drop lan a: 0
  ingress lan b: 388
  ingress drop_lan b: 0
  egress lan a: 191
  egress lan b: 193
RB2#

```

## show ptp lan port int

**show ptp lan port int** コマンドは、LAN ポートのポートレベルの PTP 情報（PRP のポート状態など）を表示します。

次に、PRP チャンネル 2 のポート `gi1/0/23` のコマンドと出力例を示します。ポートが SLAVE 状態であることを確認します。

```

RedBox2#show ptp lan port int gi1/0/23
PTP PORT DATASET: GigabitEthernet1/0/23
  Port identity: clock identity: 0x84:eb:ef:ff:fe:61:70:3f
  Port identity: port number: 3
  PTP version: 2
  Port state: SLAVE
  Peer delay request interval(log mean): 0
  Peer mean path delay(ns): 0
  Sync fault limit: 10000
  Rogue master block: FALSE
  Ingress phy latency: 725
  Egress phy latency: 0

```

次に、PRP チャンネル 1 のポート `gi1/0/24` のコマンドと出力の例を示します。ポートが PASSIVE\_SLAVE 状態であることを確認します。

```

RedBox2#show ptp lan port int gi1/0/24
PTP PORT DATASET: GigabitEthernet1/0/24
  Port identity: clock identity: 0x84:eb:ef:ff:fe:61:70:3f
  Port identity: port number: 4
  PTP version: 2
  Port state: PASSIVE_SLAVE
  Peer delay request interval(log mean): 0
  Peer mean path delay(ns): 2
  Sync fault limit: 10000
  Rogue master block: FALSE
  Ingress phy latency: 725
  Egress phy latency: 0

```

## ptp clock boundary domain

Default プロファイルの PTP クロック境界ドメインまたは Power プロファイルの PTP クロック境界ドメインを設定できます。いずれかのドメインを設定する場合は、両方の PRP メンバーインターフェイスを PTP クロックに追加する必要があります。

次に、Default プロファイルの PTP クロック境界ドメインを設定する例を示します。

```
ptp clock boundary domain 0 profile default
clock-port dyn1
transport ipv4 multicast interface Gi1/0/21
clock-port dyn2
transport ipv4 multicast interface Gi1/0/22
```

次に、Power プロファイルの PTP クロック境界ドメインを設定する例を示します。

```
ptp clock boundary domain 0 profile power
clock-port dyn1
transport ethernet multicast interface Gi1/0/21
clock-port dyn2
transport ethernet multicast interface Gi1/0/22
```

## PRP を介した PTP 機能の履歴

以下の表に、このガイドに記載されている機能のリリースおよび関連情報を示します。この機能は、特に明記されていない限り、最初のリリース以降のすべてのリリースで使用できます。

リリース	機能	機能情報
Cisco IOS XE Dublin 17.12.1	パラレル冗長プロトコル (PRP) を介した高精度時間プロトコル (PTP)	この機能は、このリリースより Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズスイッチの IE-9320-22S2C4X-A および IE-9320-22S2C4X-A で使用できるようになりました。
Cisco IOS XE Cupertino 17.9.x	PRP を介した PTP	この機能は、このリリースより Cisco Catalyst IE9300 高耐久性シリーズスイッチの IE-9320-26S2C-A および IE-9320-26S2C-E で使用できるようになりました。

## 翻訳について

このドキュメントは、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。