

vPRTC ネットワークの展開と監視のための 5 つの最善策

はじめに

vPRTC (virtual Primary Reference Time Clock)は 5G、運輸、データセンター、電力会社を含む最新の重要インフラからの拡大するニーズを満たすために開発された非常にセキュアで回復力のあるネットワーク ベースの時刻供給アーキテクチャです。

この回復力のあるアーキテクチャでは、地上の光ファイバ網のコアにある強化された ePRTC(enhanced Primary Reference Time Clock)エリア内の時刻供給ハブ サイトに自律的で基準時刻精度を持つ原子時計を配置する事で、GNSS(全地球航法衛星システム)等の衛星ベースの時刻源への依存を軽減します。セキュアなコア時刻供給サイトと光ファイバ配信ネットワークはネットワーク運用者によって 100%制御され、衛星ベース時刻配信ソリューションに対するジャミングまたはスプーフィング サイバー攻撃に対する耐性を有します。

図 1. 重要インフラに回復力のある時刻情報を提供する vPRTCv アーキテクチャ

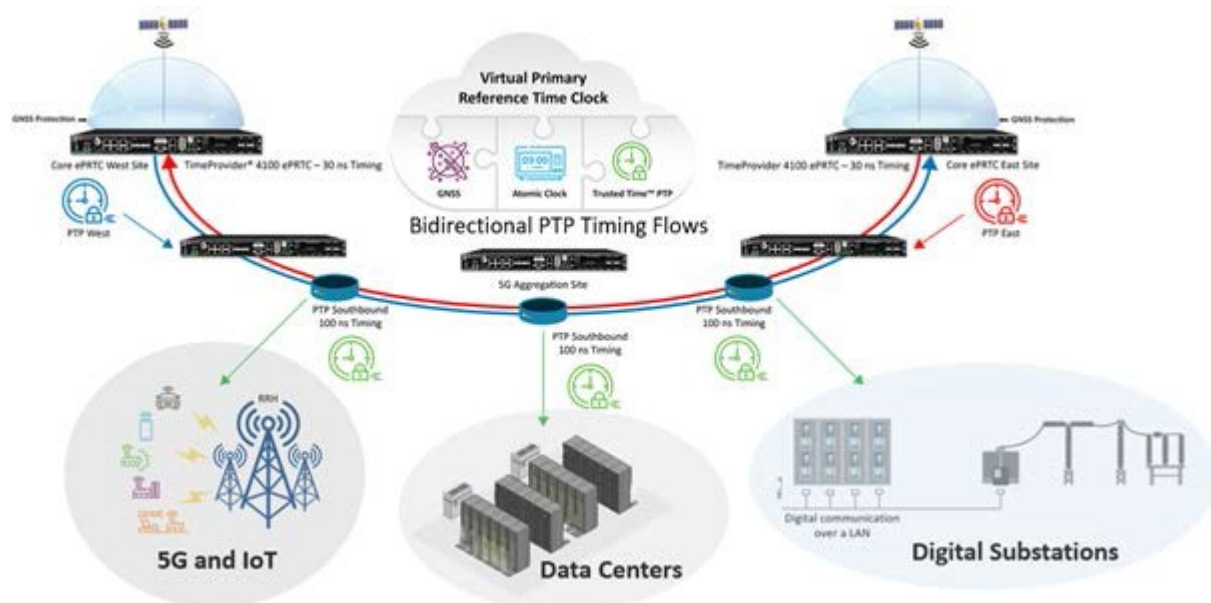


図 1 は、各 PTP (Precision Time Protocol) サイトが連携してダウンストリームの重要インフラに時刻情報を提供する様子を示しています。本書では、vPRTC 時刻配信アーキテクチャの各種産業分野における豊富な運用実績から導き出された 5 つの最善策を紹介します。表 1-1 に、それらの最善策の要約を示します。

目次

はじめに	1
1. vPRTC の展開と監視のための最善策	3
1.1. 最善策 1: 回復力のある ePRTC 時刻供給ハブサイトの配置	3
1.2. 最善策 2: BlueSky™GNSS ファイアウォールによる異常検出と保護	4
1.3. 最善策 3: 各 vPRTC ノードで TimeProvider® 4100 高性能境界クロック (HPBC)を設定する.....	6
1.4. 最善策 4: 光ファイバ相互接続ネットワークに冗長性を持たせる	7
1.5. 最善策 5: TimePictra®によるエンドツーエンドの vPRTC サービスの保証と監視	8
2. まとめ	11
3. 改訂履歴.....	12
Microchip 社の情報	13
Microchip 社ウェブサイト	13
製品変更通知サービス.....	13
カスタマサポート	13
Microchip 社のデバイスコード保護機能	13
法律上の注意点.....	13
商標	14
品質管理システム	15
各国の営業所とサービス	16

1. vPRTC の展開と監視のための最善策

表 1-1. vPRTC 向け最善策の概要

最善策	概要
1. コア ePRTC 時刻供給ハブサイトを配置する。	vPRTC システムは最大で 15 箇所のホップ(各ホップの距離は約 150 km)を許容するため、2 つの ePRTC サイト間の距離は 2000 km を超える事ができます。ePRTC サイト間の距離が大きいほど、同時に両サイトに影響を及ぼすジャミングおよびスヌーピング攻撃の危険性は低下します。
2. ePRTC サイトに BlueSky™ GNSS ファイアウォールを配置する。	異常検出と保護のために BlueSky™ GNSS ファイアウォールを組み込みます。非常に大規模なネットワーク内に GNSS を使用するサイトが少数のみ存在する場合、それらのサイトに GNSS ファイアウォールを追加する事でネットワーク全体が保護されます。
3. vPRTC ネットワークに冗長性を持たせる。	各 TimeProvider® 4100 高性能境界クロックが UTC (協定世界時) に対して追跡可能な 2 つの高精度時刻情報を受信できるように vPRTC ネットワークを設計します。
4. vPRTC ノード間に最適な経路を使う。	vPRTC ノード間に最適な光ファイバ経路を使う事で、East-West 方向の時刻配信に冗長性を持たせると共に、全ての最終アプリケーション ノードへと向かうサウスバウンド PTP 配信を保護します。
5. vPRTC サービスの保証を監視する。	TimePictra® 管理ソフトウェアを使ってエンドツーエンドの vPRTC サービスの保証を監視する事で各 vPRTC ノードでの時刻精度の保全性を検証します。

1.1 最善策 1: 回復力のある ePRTC 時刻供給ハブサイトの配置

ePRTC は重要インフラ ネットワーク向けに以下の 2 つの極めて重要な機能を実行します。

- 1) 5.7 e-14 の安定した周波数によりネットワークに 30 ナノ秒(ns)以下の誤差で UTC 時刻基準を提供する
- 2) GNSS 信号の喪失時に有効なホールドオーバーを有する時刻源を提供する

ネットワークを計画する際のエラーバジエットの計算には 30 ns を使いますが、TimeProvider® 4100 ePRTC ユニットの実際の性能はこれよりも大幅に優れるため、展開後のネットワークではより大きな誤差マージンが得られます。

vPRTC 時刻配信ネットワークでは、GNSS を要求するサイトの数を最小限にできるという利点も得られます。標準的なネットワークでは、GNSS サイトの数を全体で 3~5 個に減らす事ができます。アンテナの設置が ePRTC の精度と安定性に最も大きな影響を及ぼします。ePRTC サイトで UTC に対して正確な時刻を得るには、アンテナケーブルでの遅延時間を正確に知る必要があります。この遅延時間は、ケーブルの長さのみならず材質と構造にも依存します。標準的な遅延時間は、ケーブル 1 m あたり 3.9 ns です。ePRTC が 30 ns 以下の誤差を目標とする場合、ケーブル長の計測誤差が数 m もあると目標精度を達成できなくなる可能性があります。

vPRTC ネットワークを構築する際は、ネットワークの冗長性と保護のために少なくとも 2 つの ePRTC サイトが必要である事に注意してください。複数の ePRTC サイトを配置する事で、ネットワーク全体に正確な時刻情報を提供するのみならず、GNSS ジャミング/スプーフィング攻撃または障害の発生時にバックアップを提供する事もできます。表 1-2 に ePRTC コンポーネントの一覧と最善の実装方法を示します。

表 1-2. ePRTC コンポーネントの一覧

ePRTC コンポーネント	概要
校正済み GNSS アンテナ	GNSS アンテナは避雷器、アンプ、スプリッタ等のエレメントを含めたケーブル長による伝播遅延に対して正確に補償する必要があります。詳細な手順は TimeProvider® 4100 システムのユーザガイドを参照してください。
BlueSky™ GNSS ファイアウォール	GNSS スプーフィングおよびジャミング攻撃の検出を可能にするため、ePRTC にこのファイアウォールを実装する事を推奨します。
TimeProvider® 4100 PTP グランドマスタ サーバ	2 つのセシウム原子時計を装備する事で、ePRTC システムの出力性能を保護できると共に、ePRTC の性能とホールドオーバー能力をさらに向上させる事ができます。
5071B セシウム原子時計による周波数標準	周波数と安定性の基準を提供します。各 ePRTC サイトに 2 個のセシウム原子時計を備える事により、重要インフラにバックアップを提供する事を推奨します。
TimePictra®ソフトウェア	ePRTC システムを含むエンドツーエンドに渡るネットワーク可視性により、時刻供給ハブの位置および対応するアグリゲーション ノードやエッジノード間の同期保全性を監視できます。

ePRTC サイトの精度を確保するには、慎重な計画によってアンテナを適正に設置する事が重要です。アンテナの設置位置は、何よりも GNSS 信号を確実に受信できる事を優先して選択する必要があります。アンテナは、可能な限り広い範囲で空が見通せる位置に配置する必要があります。アンテナの周囲に他のアンテナ、大きな金属物体、建造物等の障害物が存在すると、GNSS 信号の受信性能が制限されます。全ての時刻配信サイトで GNSS アンテナに対するこの厳しい要件を満たそうとすると非常に高コストとなります。また、都市環境においては、GNSS 信号の受信が非常に困難となる場合もあります。vPRTC の大きな利点の 1 つは、遠隔地の ePRTC 時刻供給ハブサイトから都市部へ時刻情報を提供できる事です。

ePRTC を初めてインストールすると運用開始から 48 時間以内に 30ns 以下の誤差で UTC 基準時刻を提供します。ePRTC はセシウム周波数標準のキャラクタライズを実行して精度が時間の経過と共に向上し、最大 40 日間のホールドオーバーにまで到達します。

ネットワーク内で高水準の信頼性を維持するには、TimePictra® 同期管理システムを使って ePRTC サイトを監視する事が不可欠です。このシステムを使う事で、GNSS 信号の長期的な喪失が発生した時に、どれだけの期間(ホールドオーバー日数)ネットワークを継続運用できるかを知ることができます。

ePRTC システムは、計測された安定性と安定化時間に基づいて性能レベルを予測する洗練された AI アルゴリズムを備えています。図 1-1 に、ホールドオーバー期間(日数)と保護有効性の監視メータを示します。左のホールドオーバー(Holdover)メータは、GNSS 信号の喪失時に ePRTC システムが UTC に対して 100 ns 以下の追跡誤差を維持可能な日数を示します。右の保護有効性(Protection Availability)メータは、システムが完全に安定化されてホールドオーバーに関する ePRTC 仕様をどの程度満たす事が可能であることを示します。ePRTC 規格は、必要な安定化期間の後にシステムが 14 日間 100 ns の精度を保持可能であることを要求します。システムは 14 日間の安定化後に 14 日間の 100 ns ホールドオーバーを提供し、40 日間の安定化後に 40 日間の 100 ns ホールドオーバーを維持します。

通常、GNSS 信号の喪失は極めて短期間ですが、数日間に及ぶ場合もあります。保護有効性メータは、ホールドオーバーの有効性を百分率で示します。この指標は GNSS 信号の喪失がネットワーク リソースにどの程度重大な影響を及ぼしたのかを正確に知るために極めて重要です。図 1-1 に、TimePictra 同期管理ソフトウェアによって提供される ePRTC ホールドオーバー性能監視画面を示します。

図 1-1. TimePictra 同期管理システムによる ePRTC ホールドオーバー性能監視画面



左側のメータは、UTC から ± 100 ns のドリフトで 41.21 日のホールドオーバー保護が可能であることを示しています。右側のメータは、100%の保護有効性レベルを示しています。

1.2 最善策 2: BlueSky™ GNSS ファイアウォールによる異常検出と保護

ePRTC サイトは、UTC に対して追跡可能な時刻と GNSS によって構成されたクロックを時刻基準として使います。しかし、これらのクロックは校正済みのセシウム周波数標準を使って自律的に動作します。GNSS スプーフィングまたはジャミング攻撃等の脅威は、先進のファイアウォール技術を使って常時監視され、アンテナから受信した有効な信号のみが中央クロックへ渡されます。

中央クロッキング システムは、業界で実証済みのセシウム原子時計周波数標準を採用する事により、UTC に対して 30 ns の追跡可能精度を保証します。GNSS が無効である事が検出された場合、vPRTC ソースは最小で 14 日間 UTC に対して 100 ns の追跡可能精度を維持します。GNSS の異常検出と保護のために BlueSky™GNSS ファームウェアは以下の 2 通りの方法で実装できます。

方法 1: BlueSky™ GNSS ファイアウォールをアンテナと TimeProvider® 4100 システムの間に直列に配置する。

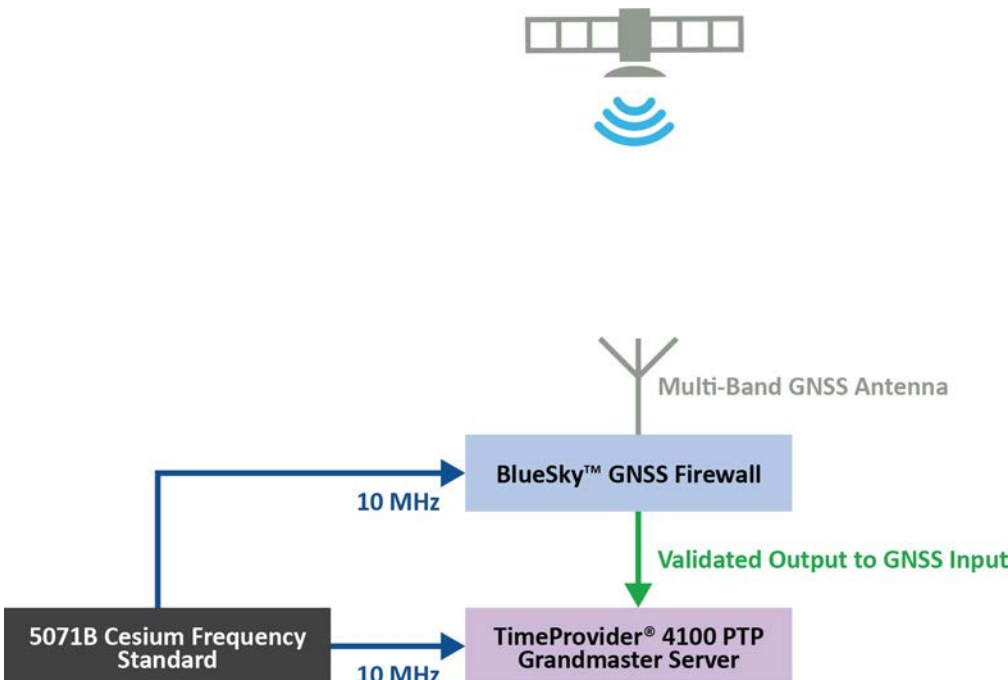
1. GNSS アンテナを BlueSky GNSS ファイアウォールに接続します。
2. BlueSky GNSS ファイアウォールからの検証済み出力を TimeProvider 4100 ePRTC システムの GNSS 入力に接続します。
3. BlueSky GNSS ファイアウォールで異常検出しきい値を設定します。
4. しきい値を超える異常を検出するとファイアウォールはアラームを生成し、検証済み出力を無効にします。これにより ePRTC システムは即座にホールドオーバー保護モードへ移行します。

方法 2: BlueSky™ GNSS ファイアウォールを分離した監視システムとして配置する。

1. BlueSky GNSS ファイアウォールを専用の GNSS アンテナに接続するか、メインアンテナ ライン上のスプリッタに接続します。
2. BlueSky GNSS ファイアウォールで異常検出しきい値を設定します。
3. しきい値を超える異常を検出するとファイアウォールはアラームを生成し、システム運用センターに問題を解析して適切な対応を取るよう促します。

図 1-2 に、BlueSky GNSS ファイアウォールを GNSS アンテナと TimeProvider 4100 ePRTC の GNSS 入力に間に直列に配置した例(上記の方法 1)を示します。BlueSky GNSS ファイアウォールの検証済み出力は、GNSS 異常しきい値を超えた時に ePRTC システムへの GNSS 出力を遮断するように設定できます。これにより、ePRTC システムを GNSS スプーフィング攻撃から保護できます。

図 1-2. BlueSky GNSS ファイアウォールを使った ePRTC サイトの構成



1.3 最善策 3: 各 vPRTC ノードで TimeProvider® 4100 高性能境界クロック (HPBC)を設定する

TimeProvider® 4100 システムは時刻信号を極めて高精度に伝送可能なネットワーク クロッキング エレメントであり、以下の動作モードに設定できます。

ePRTC、PRTC-A、PRTC-B、ゲートウェイ クロック、HPBC(ファイバ層向け)

HPBC モードでは、HPBC ホップあたり 2 ns (typ.) のエラーバジェットにより、ITU-T G.8273.2 クラス D を超える仕様を満たす事ができます。

vPRTC HPBC に比べると、従来型の境界クロックは単方向であり、単一のクロックドメインを持ち、非常に基本的なジッタ抑制機能しか備えていません。また、これらは 1 つの入力しか持たないため、複数の時刻基準の間で計測を行う事はできません。これに対し HPBC クロッキング エレメントは複数の PTP 入力クライアントとポートあたり 2 つのクロックドメインを有します。全二重機能により、本システムは異なる方向(East サイトと West サイト)からの PTP 入力を同時に受け付けます。HPBC は入力クロックを監視し、最も安定した最高品質の入力を選択する事ができます。HPBC は、PTP 入力を必要に応じて高速に切り換え可能とするグローバル BMCA (Best Master Clock Algorithm)も実行します。図 1-3 に、West サイトと East サイトの間の HPBC ホップの構成を示します。表 1-3 に、各 vPRTC ノードでの TimeProvider 4100 HPBC の設定に影響する要因を示します。

図 1-3. West サイトと East サイトを持つ vPRTC の HPBC ホップ構成

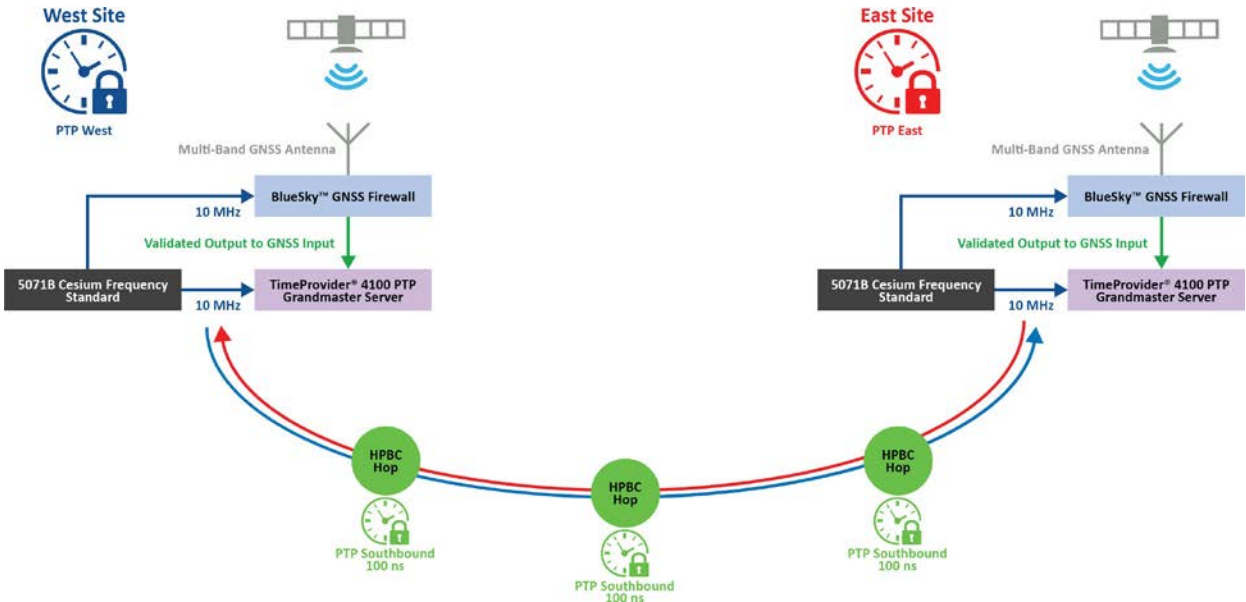


表 1-3. 各 vPRTC ノードで TimeProvider® 4100 HPBC を設定するための最善策

要因	推奨する最善策
ホップ数	最大 15 個の HPBC ホップを許容します。計画時の最大誤差寄与度は 15 ホップ x ホップあたり 2 ns = ±30 ns です。
PTP プロファイル	G-8275.1 Full on path をサポート
プライマリ ePRTC サイトの保護	1 つの ePRTC サイトを「プライマリ」として指定します。他のサイトは「セカンダリ」サイトとなります。 - 全ての HPBC クロックは、「プライマリ」として指定された ePRTC サイトに追従します。 「プライマリ」の ePRTC 信号に問題がある場合、チェーン内の全ての HPBC クロックは自動的に「セカンダリ」ePRTC サイトからのクロックへ切り換わります。 - チェーン内の光ファイバが切断された場合、切断箇所から East 側にある全ての HPBC クロックは East ePRTC サイトへロックされ、West 側にある全てのサイトは West ePRTC サイトへロックされます。
連続監視	HPBC は West および East 両方の ePRTC サイトからのオフセットを連続的に計測および比較する事で、チェーン全体の PRTC の安定性を確認します。また、チェーンに沿った時刻問題をどちらの方向であっても容易に診断できるようになります。

.....続き	
要因	推奨する最善策
TimePictra® 同期管理	TimePictra®同期管理システムを使ってチェーン内の全ての TimeProvider® 4100 HPBC クロックを監視および管理する事を推奨します。

TimePictra® 同期管理システムは、全てのアラーム条件を即座に検出してオペレータに注意を促す簡潔な監視画面を提供します。カスタマイズ可能な監視ダッシュボード画面には、アラーム ステータスと、HPBC チェーンの East および West 方向の各リンクの視覚的なマッピングが表示され、ロックと性能ステータスを表示します。

1.4 最善策 4: 光ファイバ相互接続ネットワークに冗長性を持たせる

vPRTC アーキテクチャの光伝送ネットワークは、以下の 2 つのセクションに分割されます。

1. ePRTC 時刻供給ハブサイトと TimeProvider 4100 HPBC クロックの East-West チェーンを接続するコアファイバ接続
2. 各 TimeProvider HPBC クロックからネットワーク内の最終 PTP クライアント クロックへ向かうサウスバウンド PTP 分配ネットワーク

vPRTC ネットワークで時刻配信専用の経路を使う事で多くの利点が得られます。そうする事で、一桁ナノ秒レベルの決定論的タイミング性能が得られるだけでなく、トラフィック ネットワークと時刻供給ネットワークを完全に分離できます。この分離により、トラフィック ネットワークに対する計画的または計画外の更新や変更(ファームウェアの更新、ラインカードの変更、新しい機器の追加等)を行っても、時刻ネットワークは何も影響を受けません。

単一経路を使った回復力のある vPRTC East-West ネットワーク向けのファイバ相互接続には、以下の 3 通りオプションがあります。

1. OTC (Optical Timing Channel)または OSC (Optical Supervisory Channel)を使った DWDM
 - a. 多くの場合 OTC は SFP (Small Form Factor Pluggable)を Fast Ethernet 速度で使いますが、長距離では使えません。Fast Ethernet 時刻チャンネルでは WhiteRabbit 等のプロトコルの使用が禁止される事に注意が必要です。このため、広域の時刻配信が必要な場合には vPRTC が幅広く用いられます。
 - b. OTC は通常外部フィルタを使います。このため使用する 2 つの波長が非常に近くなり、ほとんどのケースで静的非対称性はほぼ皆無となります。
2. 双方向 SFP による単一ファイバ経路
 - a. これは中距離(約 100 km)のネットワークでよく使われます。
 - b. 双方向 SFP は単一ファイバを使うため低コストであり、ファイバペア間の不整合による問題も生じません。
 - c. 1 つの短所は、波長分散から正確なオフセットを計算するためにファイバの長さを知る必要がある事です。
3. ファイバペア
 - a. このオプションは極めてまれにしか使われません。ファイバペアを使う場合、ペアの長さが一致しないと問題が生じる可能性があります(顕著な不一致があるとオフセットが生じます)。

vPRTC 時刻配信アーキテクチャは非常に柔軟であり、専用の波長を使う OTC アプローチと、時刻信号が管理トラフィックと一緒に流れる OSC アプローチの両方をサポートします。この柔軟性により、vPRTC アーキテクチャは幅広いベンダーの光学機器で動作可能であり、運用者の構造上の時刻伝送要件にも柔軟に対応可能です。

TimeProvider® 4100 HPBC サイトからのサウスバウンド PTP 時刻配信は非常に柔軟であり、運用者の最終アプリケーション PTP 時刻要件と伝送オプションに適応可能です。vPRTC アーキテクチャの重要な利点は、TimeProvider® 4100 HPBC クロックノードの全てがローカル GNSS 接続に頼る事なく UTC に対して PRTC-A 100 ns の精度を満たす事です。運用者によって制御される時刻供給ハブサイト (セシウム原子時計周波数標準で保護された ePRTC システム) へ戻る冗長経路を使う事で、vPRTC はさらに回復力のある時刻アーキテクチャとなります。

表 1-4 に、回復力のある TimeProvider® 4100 HPBC ノードからのサウスバウンド PTP 配信に関する最善策を示します。

表 1-4. 回復力のある TimeProvider® 4100 HPBC ノードからのサウスバウンド PTP 配信に関する最善策

要因	最善策
PTP プロファイル	運用者の最終要件(電力、通信等)をサポートするようにサウスバウンド PTP プロファイルを設定します。
冗長性	全ての PTP クライアント クロックに、プライマリ TimeProvider® 4100 グランドマスタと代替の TimeProvider 4100 グランドマスタへのアクセスを持たせます。
BMCA による PTP 入力の切り換え	必要に応じて PTP 入力への回復力のある切り換えを容易にするため、PTP プロファイル向けの BMCA アルゴリズム オプションを使うように PTP クライアント デバイスを設定します。

1.5 最善策 5: TimePictra®によるエンドツーエンドの vPRTC サービスの保証と監視

vPRTC アーキテクチャは確定論的で正確な時刻をネットワーク内で配信するために不可欠となるユニークな各種機能を備えています。

これらの機能には以下が含まれます。

- ノード間の PTP の使用 - どのような速度が適切であっても全ての経路が使用可能
- ノード間の PTP の使用 - East および West 方向の時刻配信ソリューションを、完全な独立性を維持したまま同一経路上で使用可能
- 同期チェーンに沿った全てのノードにおいて、East および West 時刻配信方向の計測と比較を行う
- vPRTC ネットワークは正確な時刻を提供するだけでなく、自己監視と自己診断も行う

これらの機能の組み合わせにより、TimePictra® はネットワーク内の全ての時刻配信チェーンを監視し、各 HPBC が両方の ePRTC ノードと協調している事を確認できます。

vPRTC チェーンが確立された時に、TimePictra®によって取得された計測値は以下の 3 つの特性を示します。

- vPRTC 時刻チェーンの各終端での UTC ソースの間の差違
- vPRTC チェーンに沿って存在する静的非対称性
- 静的非対称性の唐突な変化 - ファイバまたは設定が変更された事を示す

一部のネットワークでは、ePRTC を 1 つしか使わず、もう 1 つの時刻基準に標準 PRTC-B を採用する場合があります。図 1-4 に、PRTC-B からの East 時刻(青の波形)と ePRTC からの West 時刻(赤の波形)を示します(18 時間の観測結果)。青の波形には GNSS に関連するノイズが生じています。East と West の間の差違は 5 ns であり、これは要求される制限内です。

図 1-4. PRTC-B と ePRTC による East/West 時刻変動

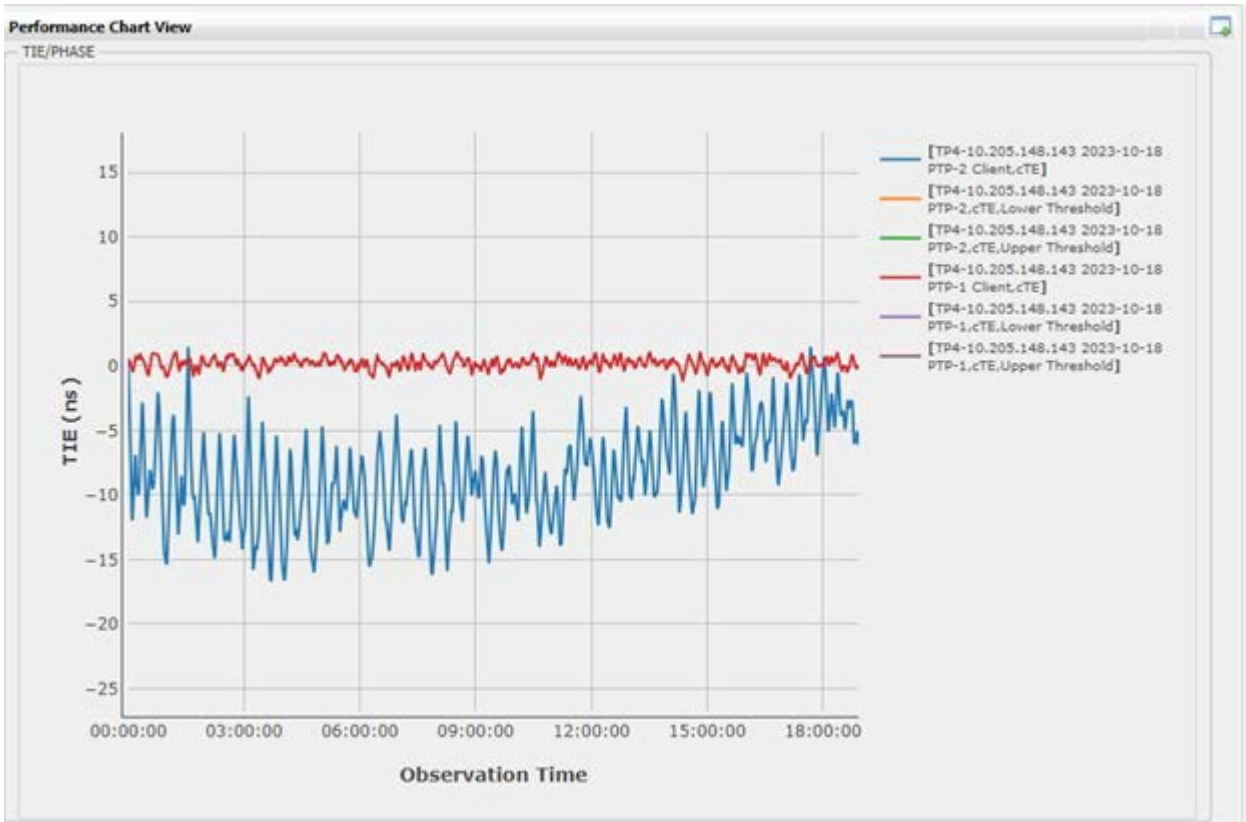
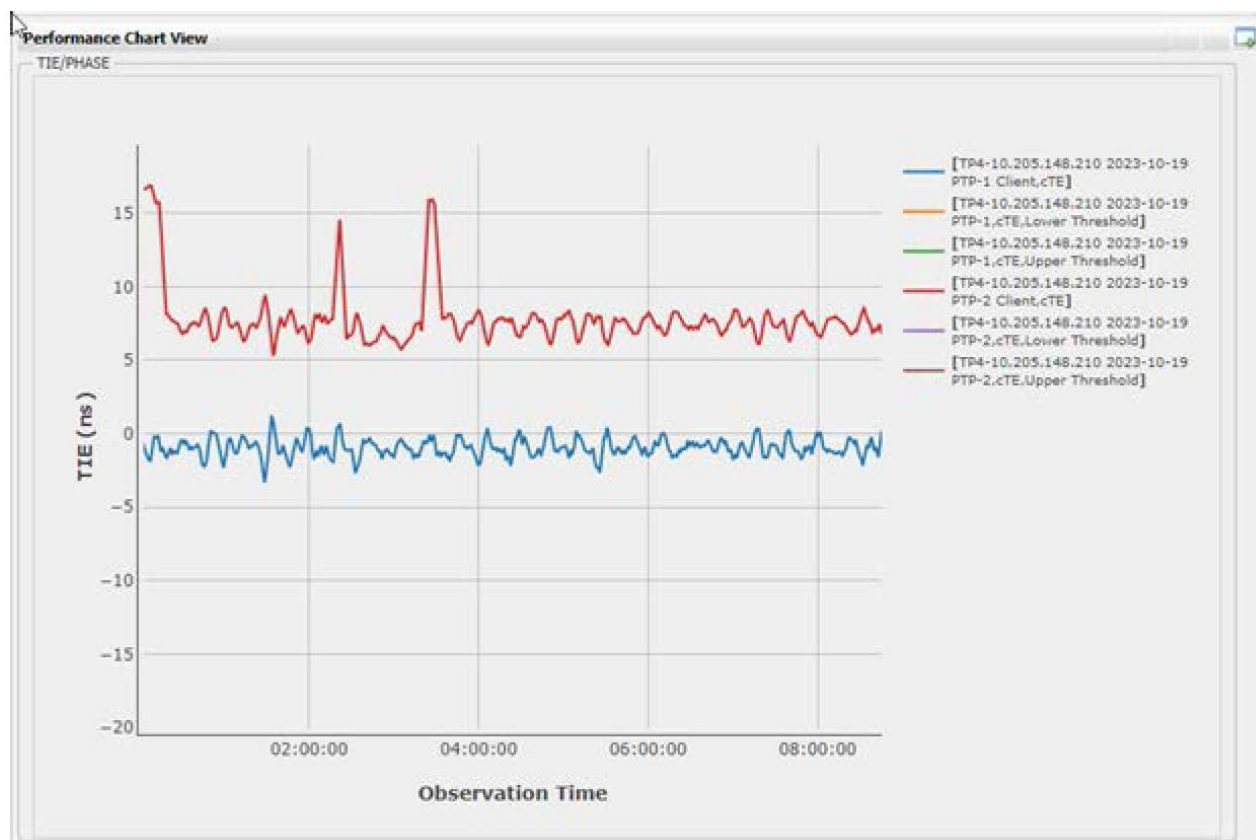


図 1-5 に、2 つの ePRTC ユニットからの East および West 時刻を示します。図 1-4 と比べると、East と West の間のオフセットは同等ですが、GNSS に由来するノイズは大幅に減少しています。East と West の間の差違がしきい値(1 ns~5000 ns の任意の値に設定可能)を超えると TimePictra®はアラームを生成します。厳格な計画規則に従う必要がある場合、このしきい値を 60 ns (2×30 ns)に設定しますが、±20 ns に設定した方がより現実的です。

TimePictra®で監視する次に重要な指標は、図 1-1 に示したホールドオーバー日数と保護有効性です。これら 2 つの指標により、ネットワークが正確な時刻を供給している事のみならず、GNSS 信号の喪失時にネットワークが少なくとも 30 日間は動作を継続する事をより確実に知る事ができます。

図 1-5. 2 つの ePRTC による East/West 時刻変動



2. まとめ

vPRTC は、最新の重要インフラからの拡大するニーズに応えるべく設計された高度にセキュアで保護されたネットワークベース時刻配信アーキテクチャの新しいコンセプトです。Microchip 社ソリューションを使うと、超高精度で比類のない安定性、セキュリティ、信頼性を備えた時刻配信サービスを実現可能な vPRTC ネットワークを構築できます。これらのソリューションの詳細は正規代理店にお問い合わせください。

vPRTC に関する追加の情報は、Microchip 社のウェブページ([Virtual Primary Reference Time Clock](#))でご覧になれます。

3. 改訂履歴

本書に適用された変更の履歴を最新版から順にリビジョンごとに記載します。

リビジョン	日付	概要
A	2023 年 11 月	本書は初版です。

Microchip 社の情報

Microchip 社ウェブサイト

Microchip 社はウェブサイト(www.microchip.com)を通してオンライン サポートを提供しています。当ウェブサイトでは、お客様に役立つ情報やファイルを簡単に見つけ出せます。以下を含む各種の情報をご覧になれます。

- **製品サポート** - データシートとエラッタ、アプリケーション ノートとサンプル プログラム、設計リソース、ユーザガイドとハードウェア サポート文書、最新のソフトウェアと過去のソフトウェア
- **技術サポート** - FAQ(よく寄せられる質問)、技術サポートのご依頼、オンライン ディスカッショングループ、Microchip 社のデザイン パートナー プログラムおよびメンバーリスト
- **ご注文とお問い合わせ** - 製品セレクトと注文ガイド、最新プレスリリース、セミナー/イベントの一覧、お問い合わせ先(営業所/正規代理店)の一覧

製品変更通知サービス

Microchip 社の製品変更通知サービスは、お客様に Microchip 社製品の最新情報をお届けする配信サービスです。ご興味のある製品ファミリまたは開発ツールに関する変更、更新、リビジョン、エラッタ情報をいち早くメールにてお知らせします。

<http://www.microchip.com/pcn> にアクセスし、登録手続きをしてください。

カスタマサポート

Microchip 社製品をお使いのお客様は、以下のチャンネルからサポートをご利用になれます。

- 正規代理店
- 技術サポート

サポートは正規代理店にお問い合わせください。各地の営業所もご利用になれます。本書の最後のページに各国の営業所の一覧を記載しています。

技術サポートは以下のウェブページからもご利用になれます。

www.microchip.com/support

Microchip 社のデバイスコード保護機能

Microchip 社製品のコード保護機能について以下の点にご注意ください。

- Microchip 社製品は、該当する Microchip 社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip 社では、通常の条件ならびに仕様に従って使った場合、Microchip 社製品のセキュリティレベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- Microchip 社はその知的財産権を重視し、積極的に保護しています。Microchip 社製品のコード保護機能の侵害は固く禁じられており、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。
- Microchip 社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、Microchip 社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。コード保護機能は常に進歩しています。Microchip 社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。

法律上の注意点

本書および本書に記載されている情報は、Microchip 社製品を設計、テスト、お客様のアプリケーションと統合する目的を含め、Microchip 社製品に対してのみ使用する事ができます。

それ以外の方法でこの情報を使用する事はこれらの条項に違反します。デバイス アプリケーションの情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されるものであり、更新によって変更となる事があります。

お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。その他のサポートについては、弊社または代理店にお問い合わせになるか、www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services をご覧ください。

Microchip 社は本書の情報を「現状のまま」で提供しています。

Microchip 社は明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、非侵害性、商品性、特定目的への適合性の暗黙的保証、または状態、品質、性能に関する保証をはじめとするいかなる類の表明も保証も行いません。

いかなる場合も Microchip 社は、本情報またはその使用に関連する間接的、特殊的、懲罰的、偶発的または必然的損失、損害、費用、経費のいかににかかわらず、また Microchip 社がそのような損害が生じる可能性について報告を受けていた場合あるいは損害が予測可能であった場合でも、一切の責任を負いません。法律で認められる最大限の範囲を適用しようとも、本情報またはその使用に関連する一切の申し立てに対する Microchip 社の責任限度額は、使用者が当該情報に関連して Microchip 社に直接支払った額を超えません。

Microchip 社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途に Microchip 社の製品を使用する事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、Microchip 社は擁護され、免責され、損害をうけない事に同意するものとします。特に明記しない場合、暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip 社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

商標

Microchip 社の名称とロゴ、Microchip ロゴ、Adaptec、AVR、AVR ロゴ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi ロゴ、MOST、MOST ロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 ロゴ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST ロゴ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGA は米国およびその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

AgileSwitch、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus ロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、ZL は米国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、EyeOpen、GridTime、IdealBridge、IGaT、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、MarginLink、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、mSiC、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICtail、Power MOS IV、Power MOS 7、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、Turing、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENA は米国およびその他の国における Microchip Technology Incorporated の商標です。

SQTP は米国における Microchip Technology Incorporated のサービス マークです。

Adaptec ロゴ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcom はその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

GestIC は、その他の国における Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG (Microchip Technology Inc.の子会社)の登録商標です。

その他の商標は各社に帰属します。

© 2024, Microchip Technology Incorporated and its subsidiaries. All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-6683-3563-5

品質管理システム

Microchip 社の品質管理システムについては www.microchip.com/quality をご覧ください。

各国の営業所とサービス

北米	アジア/太平洋	アジア/太平洋	ヨーロッパ
本社 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel:480-792-7200 Fax:480-792-7277 技術サポート: http://www.microchip.com/support URL: www.microchip.com	オーストラリア - シドニー Tel:61-2-9868-6733 中国 - 北京 Tel:86-10-8569-7000 中国 - 成都 Tel:86-28-8665-5511 中国 - 重慶 Tel:86-23-8980-9588 中国 - 東莞 Tel:86-769-8702-9880 中国 - 広州 Tel:86-20-8755-8029 中国 - 杭州 Tel:86-571-8792-8115 中国 - 香港 SAR Tel:852-2943-5100 中国 - 南京 Tel:86-25-8473-2460 中国 - 青島 Tel:86-532-8502-7355 中国 - 上海 Tel:86-21-3326-8000 中国 - 瀋陽 Tel:86-24-2334-2829 中国 - 深圳 Tel:86-755-8864-2200 中国 - 蘇州 Tel:86-186-6233-1526 中国 - 武漢 Tel:86-27-5980-5300 中国 - 西安 Tel:86-29-8833-7252 中国 - 厦門 Tel:86-592-2388138 中国 - 珠海 Tel:86-756-3210040	インド - バンガロール Tel:91-80-3090-4444 インド - ニューデリー Tel:91-11-4160-8631 インド - プネ Tel:91-20-4121-0141 日本 - 大阪 Tel:81-6-6152-7160 日本 - 東京 Tel:81-3-6880-3770 韓国 - 大邱 Tel:82-53-744-4301 韓国 - ソウル Tel:82-2-554-7200 マレーシア - クアラルンプール Tel:60-3-7651-7906 マレーシア - ペナン Tel:60-4-227-8870 フィリピン - マニラ Tel:63-2-634-9065 シンガポール Tel:65-6334-8870 台湾 - 新竹 Tel:886-3-577-8366 台湾 - 高雄 Tel:886-7-213-7830 台湾 - 台北 Tel:886-2-2508-8600 タイ - バンコク Tel:66-2-694-1351 ベトナム - ホーチミン Tel:84-28-5448-2100	オーストリア - ヴェルス Tel:43-7242-2244-39 Fax:43-7242-2244-393 デンマーク - コペンハーゲン Tel:45-4485-5910 Fax:45-4485-2829 フィンランド - エスポー Tel:358-9-4520-820 フランス - パリ Tel:33-1-69-53-63-20 Fax:33-1-69-30-90-79 ドイツ - ガーヒング Tel:49-8931-9700 ドイツ - ハーゲン Tel:49-2129-3766400 ドイツ - ハイムブロン Tel:49-7131-72400 ドイツ - カールスルーエ Tel:49-721-625370 ドイツ - ミュンヘン Tel:49-89-627-144-0 Fax:49-(89/-627)-144/-44 ドイツ - ローゼンハイム Tel:49-8031-354-560 イスラエル - ラーナナ Tel:972-9-744-7705 イタリア - ミラノ Tel:39-0331-742611 Fax:39-0331-466781 イタリア - パドヴァ Tel:39-049-7625286 オランダ - ドリュウネン Tel:31-416-690399 Fax:31-416-690340 ノルウェー - トロンハイム Tel:47-7288-4388 ポーランド - ワルシャワ Tel:48-22-3325737 ルーマニア - ブカレスト Tel:40-21-407-87-50 スペイン - マドリッド Tel:34-91-708-08-90 Fax:34-91-708-08-91 スウェーデン - ヨーテボリ Tel:46-31-704-60-40 スウェーデン - ストックホルム Tel:46-8-5090-4654 イギリス - ウォーキンガム Tel:44-118-921-5800 Fax:44-118-921-5820
アトランタ Duluth, GA Tel:678-957-9614 Fax:678-957-1455 オースティン, TX Tel:512-257-3370 ボストン Westborough, MA Tel:774-760-0087 Fax:774-760-0088 シカゴ Itasca, IL Tel:630-285-0071 Fax:630-285-0075 ダラス Addison, TX Tel:972-818-7423 Fax:972-818-2924 デトロイト Novi, MI Tel:248-848-4000 ヒューストン, TX Tel:281-894-5983 インディアナポリス Noblesville, IN Tel:317-773-8323 Fax:317-773-5453 Tel:317-536-2380 ロサンゼルス Mission Viejo, CA Tel:949-462-9523 Fax:949-462-9608 Tel:951-273-7800 ローリー, NC Tel:919-844-7510 ニューヨーク, NY Tel:631-435-6000 サンノゼ, CA Tel:408-735-9110 Tel:408-436-4270 カナダ - トロント Tel:905-695-1980 Fax:905-695-2078			