

# 光タイミング：FAQ

## 目次

### [はじめに](#)

[音声トラフィックが比較的低品質な通信チャネルでもリスナーに対し明瞭な場合に、データ向けに最適化されたネットワークを容易に通過できないのはなぜですか。](#)

[同期とタイミングの違いは何ですか。](#)

[同期分配プランで同期ステータスメッセージを受け入れる場合、タイミンググループについて懸念する必要がありますか。](#)

[ATM は非同期と定義されていますが、同じ文で同期が語られることがあるのはなぜですか。](#)

[ほとんどのネットワーク要素の内部ストラタム 3 クロックの精度は 4.6ppm ですが、ネットワークマスタークロックの精度が  \$10^{11}\$  分の 1 である必要があるのはなぜですか。](#)

[同期ネットワーク設定時に許容可能なスリップまたはポイント調整レートの制限はどの程度ですか。](#)

[基本的な要件が単純である場合や、コンピュータの LAN に悪影響がない場合にも、電気通信ネットワークに時間と労力を費やす必要があるのはなぜですか。](#)

[PRS から並列または直列で連結できるストラタム 2 およびストラタム 3E TSG の数はいくつですか。](#)

[Voice over IP などの非従来型サービスに同期は必要ですか。](#)

[タイミンググループが低品質で、修正が困難であるのはなぜですか。](#)

[SONET と SDH の違いは何ですか。](#)

[ヘアピニングとは何ですか。また、ヘアピニングを使用する理由は何ですか。](#)

[2 つの光ファイバ双方向回線交換リング \(BDLSR\) では、ラインレート帯域幅の半分が無駄になりませんか。](#)

[TSA と TSI の違いは何ですか。](#)

[タイミングの何らかの経験則がありますか。](#)

[OC-N 回線からのタイミングのメリットは何ですか。](#)

[多重化 DS1 ではなく DS1 タイミング出力をタイミング基準として使用するメリットは何ですか。](#)

[SONET 経由で送信された DS1 をタイミング基準として使用できますか。](#)

[SONET 経由で送信された DS1 を使用してスイッチ リモートや DLC などの装置のタイミングを行う際に特に注意する点がありますか。](#)

[タイミングを低下させることなく、追加設定またはドロップ設定で連結できる SONET NE の最大数はいくつですか。](#)

[SONET 機器を使用したタイミングに関する問題が、非同期機器の場合よりも多いのはなぜですか。](#)

[関連情報](#)

## 概要

このドキュメントでは、光タイミングに関する FAQ への解答を説明します。

**Q. 音声トラフィックが比較的低品質な通信チャネルでもリスナーに対し明瞭な場合に、データ向けに最適化されたネットワークを容易に通過できないのはなぜですか。**

A. データ通信では、高いスループットのために非常に低いビットエラー率 (BER) を必要としますが、伝達、処理、または保存の遅延の制限は必要ではありません。一方、音声コールは比較的高い BER の影響を受けにくい反面、数十ミリ秒のしきい値を超える遅延に対しては敏感です。BER の影響をあまり受けないのは、メッセージ内容を書き換える人間の脳の働きによるものです。一方、遅延の影響を受けやすいことは、音声コールの双方向的な性質 (フルデュプレックス) によるものです。データネットワークはビットの整合性のために最適化されていますが、エンドツーエンドの遅延や遅延変動は直接制御されません。一部のデータネットワークで一般的な動的パスルーティング方式では、関係するノード (ルータなど) の数が増えるため、遅延変動は接続によって大きく異なる可能性があります。また、長距離音声パスにおける既知の長い遅延に対処する目的で導入されたエコークャンセラは、そのパスがデータ用に使用される場合には自動的に無効になります。これらの要因から、従来の公衆電話交換網 (PSTN) 品質が求められる場合には、データネットワークは音声の転送には不適切である傾向にあります。

**Q. 同期とタイミングの違いは何ですか。**

A. これらの用語は一般に同じ意味で使用されており、同期ネットワークのコンポーネントに適した正確なクロック周波数を提供するプロセスを指しています。これらの用語が異なる意味で使われることがあります。たとえばセルラーワイヤレスシステムでは、「タイミング」は複数のトランスミッタからの制御パルスの緊密な調整 (リアルタイム) を意味し、「同期」は、クロック周波数の制御を意味します。

**Q. 同期分配プランで同期ステータスメッセージを受け入れる場合、タイミンググループについて懸念する必要がありますか。**

A. はい。送信元特定マルチキャスト (SSM) は、タイミンググループの発生を最小限に抑えるための非常に便利なツールですが、複雑な接続ではタイミンググループ状態を完全に除外できない場合があります。たとえば複数の同期光ネットワーク (SONET) リングが導入されているサイトでは、あらゆる障害状況で発生する可能性があるタイミングパスに対応するために必要な SSM 情報すべてを SONET ネットワーク要素とタイミング信号発生器 (TSG) の間で通信するための十分な機能がありません。したがって、タイミンググループの発生を防ぐ目的で SSM が導入されている場合でも、包括的な障害分析が必要です。

**Q. ATM は非同期と定義されていますが、同じ文で同期が語られることがあるのはなぜですか。**

A. 非同期転送モード (ATM) という用語は OSI 7 層モデルのレイヤ 2 (データリンク層) に適用されます。一方、同期ネットワークという用語はレイヤ 1 (物理層) に適用されます。レイヤ 2、レイヤ 3 などには常に物理層が必要であり、ATM の場合、物理層は一般に SONET または同期デジタル階層 (SDH) です。したがって、「非同期」ATM システムは「同期」レイヤ 1 に関連付けられていることがよくあります。さらに、ATM ネットワークが回線エミュレーションサービス (CES) (固定ビットレート (CBR) と呼ばれます) を提供する場合は、優先されるタイミングトランスポートメカニズムである同期残余タイムスタンプ (SRTS) をサポートするため、同期操作 (プライマリ基準ソースまでのトレーサビリティ) が必要です。

**Q. ほとんどのネットワーク要素の内部ストラタム 3 クロックの精度は 4.6ppm ですが、ネットワークマスタークロックの精度が 10<sup>-11</sup> 分の 1 である必要があるの**

**はなぜですか。**

A. ストラタム 3 クロックの要件では、フリーラン精度 ( およびプルイン レンジ ) として 4.6ppm が指定されていますが、同期環境で稼働するネットワーク要素 ( NE ) がフリーラン モードになることはありません。通常の状態では、NE 内部クロックは  $10^{11}$  分の 1 というストラタム 1 長期精度を満たすプライマリ基準ソースを追跡します ( NE 内部クロックはこのプライマリ基準ソースまでトレース可能として説明されています )。

この精度は本来、セシウム ビーム オシレータからの国内プライマリ基準ソースとして利用可能であったために選択されました。これにより、国際ゲートウェイでのスリップ レートを十分低く抑えることができました。

注: プライマリ基準ソース ( PRC ) のトレサビリティを NE が失うと、ホールドオーバー モードになります。このモードでは、NE クロックのトラッキング フェーズ ロック ループ ( PLL ) はフリーラン状態に戻らず、コントロール ポイントが最終有効トラッキング値で固定されます。クロックの精度は、障害が修復されトレサビリティが復元するまで、目的のトレース可能値からゆっくりと離れていきます。

**Q. 同期ネットワーク設定時に許容可能なスリップまたはポインタ調整レートの制限はどの程度ですか。**

A. ネットワークの同期分配サブシステムを設計する際には、通常の状態での同期パフォーマンスの目標はゼロ スリップおよびゼロ ポインタ調整です。実際のネットワークでは制御不可能な変動要因が多数存在するため、適切な時間内ではこれらの目標は達成されませんが、一定の低下を考慮した設計は許容されません ( ただし複数タイミング アイランド操作を除きます。この場合、72 日間でアイランド間で 1 スリップ以下という最悪ケースのスリップ レートは無視できるものとみなされます )。通常の状態での許容度ゼロの設計をサポートするには、スリップ レートとポインタ調整レートを、障害発生時 ( 通常二重障害 ) に許容可能な低下レベルに制限する分配アーキテクチャとクロッキング コンポーネントを選択します。

**Q. 基本的な要件が単純である場合や、コンピュータの LAN に悪影響がない場合にも、電気通信ネットワークに時間と労力を費やす必要があるのはなぜですか。**

A. 同期ネットワークのすべての信号の常時 PRS トレーサビリティの要件は確かに単純ですが、実際にはそれほど単純ではありません。物理的に分散している、異なる信号レベルの各種装置で構成されるマトリックスにおいて、通常の状態および障害が複数発生している状態で、ダイナミックに拡張するネットワークでトレサビリティを提供する詳しい方法は、すべての同期コーディネータが関心を寄せる事項です。これらすべての要因の順列と組み合わせの数から、実際の環境でのタイミング信号の動作を統計的に記述および分析する必要があります。したがって、同期分配ネットワークの設計は、トレサビリティを失う確率がゼロになることはないという事実を踏まえた上で、トレサビリティを失う確率を最小限に抑えることに基づいて行います。

**Q. PRS から並列または直列で連結できるストラタム 2 およびストラタム 3E TSG の数はいくつですか。**

A. 業界標準として具体的な数値は定義されていません。同期ネットワークの設計者は、同期分配アーキテクチャと PRS の数を選択し、その後特定のネットワークとそのサービスのコスト パフォーマンストレードオフに基づいて TSG の数と品質を選択する必要があります。

**Q. Voice over IP などの非従来型サービスに同期は必要ですか。**

A. この質問に対する答えは、サービスに必要な（または確約する）パフォーマンスに応じて異なります。通常、Voice over IP では（従来の PSTN 音声サービスと比較して）低コストであることに伴う低品質が許容されます。高いスリップレートと中断回数も許容可能な場合、音声端末クロックはフリーランで動作している可能性があります。ただし、高い音声品質が目標である場合（特に Fax などの音声帯域モデムを取り入れる場合）、業界標準への同期により、スリップ発生の確率を低く制御する必要があります。同期が必要であるかどうかを判断する前に、エンドユーザの期待に基づく許容可能なパフォーマンスが可能かどうか、新しいサービスまたは配信方法を分析する必要があります。

## Q. タイミング ループが低品質で、修正が困難であるのはなぜですか。

A. タイミング ループが発生すると、影響を受ける NE が PRS と同期できなくなるため、タイミング ループは本質的に許容されません。クロック周波数は、予期できない不明な数量、つまり影響を受けるいずれかの NE クロックのホールドイン周波数制限までトレース可能です。設計上、これはホールドオーバー状態で数日間経過後に予期されるクロック精度を超える結果となるため、パフォーマンスが大幅に低下することとなります。

タイミング ループ状態の発生原因を切り分けることが困難となる原因として、2つの要因があります。第1に、原因が故意ではなく（すべての障害状態を分析する際の努力不足、プロビジョニングにおけるエラーなど）、ネットワークの資料には明確な証拠についての記述がありません。第2に、影響を受ける各 NE はこの状況を通常の状態として受け入れるため、同期特有のアラームがありません。その結果、通常のメンテナンス ツールを使用せずに、同期分配トポロジに関する知識と、通常自動的には相関付けされないスリップ カウントとポインタ カウントのデータの分析に基づいて、問題の切り分けを実施する必要があります。

## Q. SONET と SDH の違いは何ですか。

A. STS-1 がありません。SDH 階層の第1レベルは STM-1 ( Synchronous Transport Mode 1 ) であり、ライン レートは 155.52 Mb/s です。これは、SONET の STS-3c に相当します。STM-4 は 622.08 Mb/s、STM-16 は 2488.32 Mb/s です。もう1つの相違点は、オーバーヘッド バイト数です。SDH ではオーバーヘッド バイト数の定義が多少異なります。よく誤解される点として、STM-1 を多重化すると STM-N が形成されるということがあります。ネットワーク ノードで終端する STM-1、STM-4、および STM-16 は、これらに含まれている仮想回線 ( VC ) を回復するために分解されます。その後、新しいオーバーヘッドを使用してアウトバウンド STM-N が再構築されます。

## Q. ヘア ピニングとは何ですか。また、ヘア ピニングを使用する理由は何ですか。

A. ヘア ピニングとは、トラフィックをトリビュタリに入れ、トラフィックを高速 OC-N 回線に送る代わりに、別の低速トリビュタリ ポート宛てに送信することです。異なるノードで2つの長距離通信事業者 ( IXC ) へのインターフェイスがある場合に、ヘア ピニングを行うことがあります。いずれかの IXC がダウンした場合、トリビュタリの容量に余裕があると仮定して、トラフィックを受け入れるようもう1つの IXC をヘア ピニングします。ヘアピン相互接続により、ローカルでの信号ドロップが可能になり、リング ホスト ノードでサポートされている内線番号が呼び出され、1つのホスト ノード上での2つのリング インターフェイス間のトラフィックの受け渡しが可能になります。この場合、高速チャンネルは使用されず、相互接続は完全にインターフェイス内で行われます。

## Q. 2つの光ファイバ双方向回線交換リング ( BDL SR ) では、ライン レート帯域幅の半分が無駄になりませんか。

A. いいえ。2つの光ファイバBDLSRでの集約帯域幅が、常にパススイッチドリングでの集約帯域幅以上であることが示されることがあります。オフィス間トランスポートリングの例となるいくつかのケースでは、実際には2つの光ファイバBDLSRの集約帯域幅が、パススイッチドリングの集約帯域幅よりも大きいことが示されることがあります。

## Q. TSA と TSI の違いは何ですか。

A. タイムスロット割り当て (TSA) では、追加/ドロップ信号を柔軟に割り当てることができませんが、スルーパス信号を柔軟に割り当てることができません。信号が多重化されタイムスロットに割り当てられると、ドロップされるまでそのタイムスロットにとどまります。タイムスロットインターチェンジ (TSI) は、ノードをパススルーするシグナルを、必要に応じて別のタイムスロットに割り当てることができる点で、より柔軟です。TSA と TSI のいずれも提供しない機器は、ハードワイヤードと呼ばれます。このパススルー調整は、TSA に限定されているシステムではサポートされていませんが、これによりファシリティの使用率を最大限に高めるための転送時帯域幅の再編成が可能です。この調整は、サイト間ルーティング (オフィス間ネットワークやプライベートネットワークなど) を行うネットワークや、大規模なチャーン (サービスの削除および新規サービスのインストール) が発生したネットワークにおいて最も有用です。

## Q. タイミングの何らかの経験則がありますか。

A. いくつかの基本的なポイントを説明します。

- ノードは、そのノードと同等かまたはそれよりも高い (ストラタムレベル) 品質のクロックを含む別のノードからのみ、同期基準信号を受け取ることができます。
- 同期ファシリティとして、可用性が最も高い (停止が発生していない) ファシリティを選択する必要があります。
- 可能な場合は、すべてのプライマリ同期ファシリティとセカンダリ同期ファシリティは分け、同じケーブルの同期ファシリティの数は最小限に抑える必要があります。
- ストラタム1ソースに直列接続しているノードの総数を最小限に抑える必要があります。たとえば、プライマリ同期ネットワークが、ストラタム1ソースを中央としたスター型の構成のようになることが理想的です。スターに接続されたノードは、中央から広がり、外側になるほどストラタムレベルが下がります。
- プライマリを組み合わせてタイミンググループを形成することはできません。

## Q. OC-N 回線からのタイミングのメリットは何ですか。

A. OC-N のタイミング分配には、さまざまな潜在的メリットがあります。顧客サービスのトランスポート帯域幅が確保され、高品質タイミング信号が保証されます。また、ネットワークアーキテクチャが拡大し、Digital Signal Cross Connect (DSX) 相互接続が SONET 相互接続とダイレクト OC-N インターフェイスに置き換わると、アクセスファシリティで DS1 基準を多重化する場合よりも、効率性が向上します。以前は、OC-N タイミング分配を使用する場合のデメリットとして、ネットワークタイミングの失敗を通信してクロックを DS1 アラーム表示信号 (AIS) によってダウンストリームできなかつたことがありました。この原因は、DS1 信号が OC-N インターフェイスを通過しないことでした。同期の失敗を伝達する標準 SONET 同期メッセージ方式が導入されました。このオプションではクロックストラタムレベルを NE 間で伝達できるため、ネットワークで同期エラーが発生した場合に、ダウンストリームクロックが、タイミンググループを発生させずにタイミング基準を切り替えることができます。適切な品質のタイミング基準を使用できない場合、NE は DS1 インターフェイス経由で AIS を送信します。ローカル OC-N 回線で障害が発生すると、NE が DS1 出力で AIS を出力するか、またはアップストリーム NE がホールダーになり、DS1 タイミング出力では OC-N タイミング分配はタイミングの理想的

なソースですが、すべてのアプリケーションでタイミングを提供するために使用できるわけではありません。ローカル機器に外部タイミング基準入力提供されていない場合、またはタイミングが別のプライベート ネットワーク ロケーションから分配される一部のプライベート ネットワークでは、トラフィック伝送 DS1 を介してタイミングが分配されることがあります。これらのアプリケーションでは、SONET ネットワーク内のすべての要素が回線タイミングを使用して 1 つのマスター クロックまで直接トレース可能であるようにすることで、安定した DS1 タイミングソースを実現できます。

注: 回線タイミングを使用した同期操作により、仮想端末 (VT) ポインタ調整が生成されることがなくなるため、高品質 DS1 タイミング基準に必要なフェーズ安定性を維持できます。STS-1 レベルの相互接続でも、VT ポインタ調整が排除されます。可能な場合は DS1 ソース (スイッチ、構内交換機 (PBX)、その他の機器) が、SONET NE のタイミングをとるために使用する同一タイミングソースまでトレース可能であるようにしてください。多重化 DS1 基準トランスポートには、現在のプランニングおよび管理方式との一貫性があります (ただし、この多重化 DS1 に対して行われる処理について正確に把握しておくことをお勧めします)。

### **Q. 多重化 DS1 ではなく DS1 タイミング出力をタイミング基準として使用するメリットは何ですか。**

A. DS1 タイミング出力は光回線レートから導出され、DS1 では実質的にジッターが発生しないため、優れています。同期メッセージにより、タイミングのトレーサビリティが保証されます。タイミング用のトラフィック DS1 を管理する必要がなくなります。

### **Q. SONET 経由で送信された DS1 をタイミング基準として使用できますか。**

A. はい。多くのアプリケーションでは、その他の選択肢はありません。たとえば、ほとんどのスイッチ リモートでは、ホスト スイッチにより生成される特定の DS1 信号からタイミングが取得されます。したがって、これらのリモートは DS1 信号からのタイミングをラインまたはループする必要があります。また、デジタル ループ キャリア (DLC) 機器、チャンネルバンク、および PBX では外部基準は使われず、SONET 経由で送信される DS1 からタイミングをラインまたはループできます。5 年前は、すべての資料でこの質問に対して「いいえ」という回答が記載されていました。詳細については、次の質問を参照してください。

### **Q. SONET 経由で送信された DS1 を使用してスイッチ リモートや DLC などの装置のタイミングを行う際に特に注意する点がありますか。**

A. はい。注意すべき主な点は、ポインタ調整を防ぐため、すべての機器が相互に同期しているようにすることです。たとえば、複数の事業者 (LAN エミュレーション クライアント (LEC) と長距離通信事業者 (IXC) など) を経由する OC-N を使用しており、1 つのクロックがストラタム 1 であり、もう 1 つのクロックがストラタム 3 ホールドオーバー ソースからタイミングを得る場合、ポインタ調整が発生し、これが DS1 タイミング ジッターとなります。

### **Q. タイミングを低下させることなく、追加設定またはドロップ設定で連結できる SONET NE の最大数はいくつですか。**

A. 追加またはドロップ チェーンの n 番目のノードのストラタム レベルのトレーサビリティは、1 番目のノードと同じです。また、理論上、ノード数の増加に伴ってタイミング ジッターは増加しますが、高品質タイミング回復およびフィルタリングにより、ジッター レベルで検出可能な増加を発生させずに、追加またはドロップ チェーンを現実的なネットワーク制限まで拡張できます。実際には、n 番目のノードでタイミングに影響が生じるのは、高速保護スイッチが直前の n-1

ノードのいずれかで発生した場合だけです。

**Q. SONET 機器を使用したタイミングに関する問題が、非同期機器の場合よりも多いのはなぜですか。**

A. SONET 機器は、同期ネットワークで最適に動作するように設計されています。ネットワークが同期していない場合、ポインタ処理やビットスタッフィングなどのメカニズムを使用する必要があり、ジッターやワンダが増加します。

## **関連情報**

- [テクニカルサポート - Cisco Systems](#)