

標準類制定状況

2016年度第3四半期

伝送網・電磁環境専門委員会



装置機能・
管理SWGリーダー
小谷川 喬
(日本電信電話㈱)



多重分離インタフェース
と網同期SWGリーダー
片桐 徹
(富士通㈱)

1. はじめに

伝送網・電磁環境専門委員会は、ITU-T SG15のWP3の伝送網の物理層技術やアーキテクチャおよびITU-T SG5 WP1の情報通信装置のEMC・ソフトウェアの技術領域における国内標準策定および国際標準化の提案をミッションとしている。

2016年度第3四半期の標準化会議には、伝送網・電磁環境専門委員会から新規1件の標準案JF-IETF-RFC4842を付議し、2月16日に承認された。また、12月6日の情報転送専門委員会で1件の技術レポートTR-G8273が承認された。これらの一覧を表1-1に示す。

2. JF-IETF-RFC4842「パケット上のSONET/SDHサーキットエミュレーション」の標準説明

2.1 制定の背景および標準の要約

パケットサービスの急速な拡大によりSLA (Service Level Agreement) を保ちつつ、TCO (Total Cost of Ownership) を最小限に抑えるようなキャリアグレードのパケットトランスポート技術への期待が高まっている。MPLS-TPによるパケットトランスポートネットワーク (PTN) では、パケット毎の効率的

な多重機能に加えて、SONET/SDHと同等のパス設定・管理機能、高い保守運用性を実現するOAM機能、切替機能を具備しており、今後さらにキャリアネットワークへの適用が期待される。

MPLS-TPは主にイーサ系信号をパケット毎にLSPパスに収容・転送する、キャリアネットワークインフラを担う基盤として、近年 装置導入が進んでいるが、レガシーサービス/装置からのSONET/SDH信号も収容可能とすることで、より広い適用が可能となる。

そこで、装置機能・管理SWGは、回線エミュレーションサービスとしてMPLS (MPLS-TPを含む) を利用するための規定である「SONET/SDH CEP (回線エミュレーションオーバーパケット)」(IETFにて規定) を国内標準として制定するべきと判断し、JF-IETF-RFC4842をTTC標準として策定した。

JF-IETF-RFC4842は、SONET/SDH回線サービスをMPLSでエミュレートするためのカプセル化フォーマットとその意味を規定するものであり、2007年4月にIETFにて承認された標準RFC4842に準拠したものである。

表 1-1 伝送網・電磁環境専門委員会の標準制定状況 (2016年度第4四半期)

種別	番号		タイトル	制改定日
標準	JF-IETF-RFC4842 (1版)	新	パケット上のSONET/SDHサーキットエミュレーション	2017/2/16
技術レポート	TR-G8273 (1版)	新	「位相と時刻クロックに関するフレームワーク」の技術レポート	2016/12/6

2.2 適応範囲

本標準は、SONET/SDH回線サービスをMPLSパケットスイッチネットワーク (PSN) 上でエミュレートするためのカプセル化フォーマットとその意味を規定しており、以下のデジタル信号のエミュレーションが定義されている。

- (1) 同期ペイロードエンベロープ(SPE)/バーチャルコンテナ (VC-n) :
STS-1/VC-3, STS-3c/VC-4, STS-12c/VC-4-4c, STS-48c/VC-4-16c, STS-192c/VC-4-64c, 等。
- (2) バーチャルトリビュタリ (VT) /バーチャルコンテナ (VC-n) :
VT1.5/VC-11, VT2/VC-12, VT3, VT6/VC-2。

2.3 CEPカプセル化フォーマット

パケットオリエンテッドなネットワークを介してSONET/SDH回線を転送するために、SPE(あるいはVT)は断片に分割され、CEPヘッダおよびオプションのRTPヘッダが各断片の先頭に付加される。図1に基本的なCEPパケットを示す。

CEPヘッダは基本と拡張モードの両方をサポートしている。基本的なCEPヘッダはPSN上にSONET/SDH回路を正確にエミュレートするために必要な最小限の機能を提供する。

2.4 CEP動作

CEPの実装は、通常モードの動作をサポートしなければならない。通常動作の間、SONET/SDHペイロードは断片化され、適切なヘッダが先頭に付加され、パ

ケット網へ送信される。

(1) CEPパケット生成器およびパケット終端器

すべてのアダプテーション機能と同様に、CEPは2つの異なった構成要素を有する：CEPパケットストリームにTDM SONET/SDHを適応させることと、CEPパケットストリームをTDM SONET/SDHに戻すことである。前者の機能はCEPパケット生成器と呼ばれるか、送信機と呼ばれ、後者はパケット終端器または受信機とよばれる。この用語は、図2-2で例示される。

CEPパケット終端器は、CEPパケットストリームにおける遅延揺らぎを吸収するためにバッファリングメカニズムを必要とする。このバッファリングメカニズムは、CEPジッタバッファと一般的に呼ばれる。

通常動作の間、CEPパケット生成器は、SONET/SDHインタフェースから、固定レートのバイトストリームを受信する。データの packets 量がSONET/SDHチャンネルから受信されるとき、必要なヘッダが断片化されたSPEの先頭に付加され、そして、その結果のCEPパケットがパケット網へ送信される。特定のSONET/SDHチャンネルと関連したすべてのCEPパケットは、同じ長さなので、そのチャンネルに対するCEPパケットの伝送は定期的な間隔で発生すべきである。

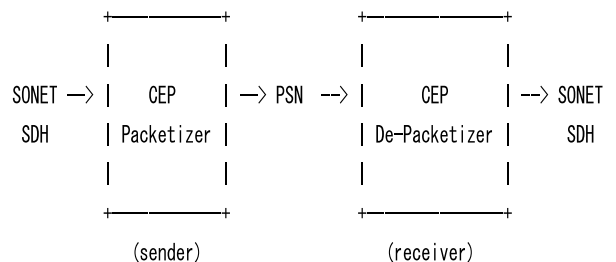


図2-2 CEP動作におけるCEPの用語

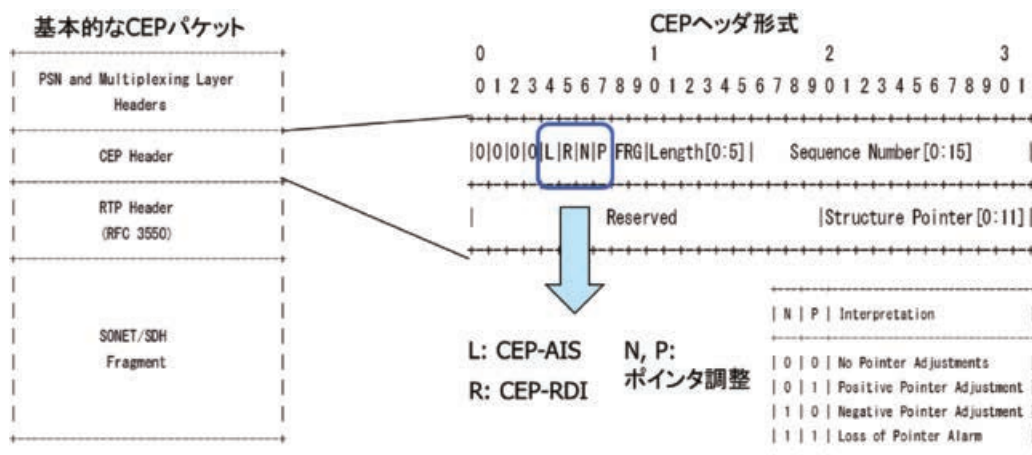


図2-1 基本的なCEPパケット

パケット網の遠端で、CEPパケット終端器はジッタバッファにパケットを受信し、そして、対応するSONET/SDHチャンネルの上へ、固定レートで受信されたバイトストリームを出力する。ジッタバッファは、ネットワーク遅延の挙動の変動を長さで調整可能とすべきである。平均して、パケット網からの受信パケットレートは、SONET/SDHチャンネルの上での伝送レートと釣り合うべきである。

CEPシーケンス番号は、損失および/または順序逆転されたパケットを検出するためのメカニズムを提供する。RTPヘッダの伝送が抑制される時、CEPヘッダのシーケンス番号が使用されなければならない。CEPパケット終端器は、損失あるいは順序逆転されたパケットを検出しなければならない。CEPデパッタライザーは、全ての欠損パケットの代わりにオール1パターン(AIS)を出力すべきである。CEPパケット終端器は、順序逆転で受信されたパケットを順序通りに配列すべきである。CEPパケット終端器が順序訂正をサポートしていないならば、順序逆転のパケットは落とされなければならない。

(2) パケット同期

CEPサービスの状態を通知する重要な構成要素は、CEPパケット終端器がパケット同期外れ状態か否かである。

パケットがPSNから受信され、それらはSONET/SDHインタフェース上に出力される前にジッタバッファに入れられる。CEPパケット終端器が再配列化をサポートしているならば、出力時間前に受信された全てのパケットはまだ有効であると考えられる。

パケット同期外れか否かの判定は、SONET/SDH出力時間で通常行なわれる。SONET/SDH出力の間、CEPパケット終端器は、SONET/SDHインタフェース上へ受信されたCEPパケットを出力する。しかし、ジッタバッファが空、あるいは、出力すべきパケットが受信されていないならば、CEPパケット終端器は、利用不可のパケットの代わりにSONET/SDHインタフェースの上へ、オール1のAISパターンから成る“空パケット”を出力する。

2.5 SONET/SDH ポインタ管理

ポインタ管理の仕組みは、SONET/SDH規定の一部として定義される。

伝送オーバーヘッドのフレーム速度とSONET/SDH SPE速度の間に周波数オフセットがある場合、正およ

び負スタップにより、時間軸でSPEの位置が周期的に進むあるいは遅れる。同様に、SPE速度とそれが運搬するVT速度の間に周波数オフセットがある場合、SPE内の正・負スタップにより、時間軸でVTの位置が周期的に進むあるいは遅れる。

(1) CEP生成器

負ポインタ調整イベント中は、SONET/SDHストリームのH3(またはV3)バイトを他のSPE(またはVT)とともにCEPパケットのペイロード内に順番に組み込まなければならない。

正ポインタ調整イベント中は、CEPパケットペイロードからスタップバイトを取り除かなければならない。

(2) CEP終端器

負ポインタイベント中の送出時には、CEPペイロード内の該当のバイトは、SONET/SDHストリームのH3(またはV3)バイトに配置されなければならない。

正ポインタイベント中は、SONET/SDHストリームの適切な位置にスタップバイトを挿入しなければならない。

2.6 CEP性能監視

[SONET]、[GR253]、[G.707]、および[G.784]で規定されるSONET/SDHは、SONET/SDHサービスの性能を監視するために用いられる幾つかのカウンタの定義を含んでいる。

従来のSONET/SDHネットワーク運用者がCEPを利用できるようにするために、CEPは類似の機能性を提供すべきである。

(1) 近端性能監視

以降の性能監視は、CEPパケット終端器によりSONET/SDH信号の再構築の過程で維持されるものである。

本性能監視は、二つのタイプの異常状態に基づく。

タイプ1：パケットの欠落または廃棄

タイプ2：バッファアンダラン、バッファオーバーラン、LOPS、事前に定義された可変の閾値を超過するパケット欠落

CEPのために定義された具体的な性能監視は以下の通りである：

ES-CEP -CEP誤り時間(秒)

SES-CEP -CEP重度誤り時間(秒)

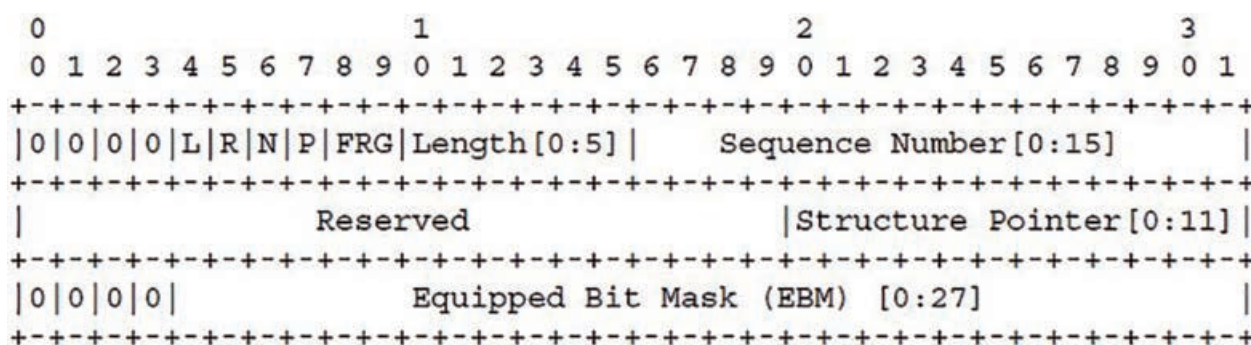


図2-3 ビットマスク利用時のCEP拡張ヘッダ (STS-1の場合)

UAS-CEP -CEP非可用時間 (秒)

(2) 遠端性能監視

遠端性能監視は、遠端PSNのCEPパケット終端器への評価能力を提供する。

遠端の統計情報は、CEPヘッダのRビットで伝搬されるCEP-RDI通知に基づく。到来するCEPパケット内にCEP-RDIがセットされている場合、CEP-FE異常が通知される。

CEP-FE故障は、2.5±0.5秒のCEP-FE異常の後に通知され、CEP-FE異常が解消して10秒経過したのちに回復される。CEP-FE故障のOSへの通知は独自のポリシーに準ずる。

2.7 ペイロード圧縮オプション

純粋なエミュレーションに加え、CEPはエミュレーション回線に必要な合計帯域を低減するために多くのオプションを提供している。これらのオプションは2つのカテゴリ、即ち動的帯域割当 (DBA) とサービス固有ペイロードフォーマットに分類される。

(1) 動的帯域割当 (DBA)

動的帯域割当は、AIS-P/VまたはSPE/VTが未収容であるという二つのトリガ条件のいずれに合致した時に、断片化されたSPE (またはVT) の送信を抑制するオプションのメカニズムである。

DBAをサポートする場合の実装は、DBAの未サポートの機器との相互接続を考慮し、チャンネル単位のDBA無効化が可能となるメカニズムを含まなければならない。

PWでDBAのトリガが検知された場合、CEPペイロードは抑制される。CEP長フィールドは、CEPヘッダ長とRTPが使用される場合はRTPヘッダ長の合計に設定しなければならない。また、経路するパケットネットワークの最小パケットサイズがペイロード抑制の

DBAパケットサイズより大きい場合は、パディングバイトを追加すべきである。

CEPペイロードの抑制以外、DBA動作中のCEPの挙動は、通常時のCEPの挙動と同等になるべきである。特に、DBA動作中のパケット伝送速度は通常時と同等になるべきである。

(2) サービス固有ペイロードフォーマット

SPEとVT伝送のための標準的なペイロードのカプセル化に加え、SPE内でユーザトラヒックの種類と量に合わせた様々なペイロード圧縮を可能にする。具体的には、SPEペイロード固有の情報に基づきSPEの一部の送信を抑制することで帯域を低減する。どのビットを除去するかはビットマスクをオプションとして持つことができる。図2-3にSTS-1の場合のビットマスク利用時のCEP拡張ヘッダを示す。

2.8 CEP疑似回線のシグナリング

CEP疑似回線の設定や維持のシグナリングにおける、CEP特有のインターフェースパラメータフィールドはCEP/TDMペイロードバイト、CEP/TDMビットレート、CEPオプションパラメータである。

CEP/TDMペイロードバイト (オプション) :

期待されるバイト単位のCEPペイロードサイズ。ネットワークヘッダ、CEPヘッダ、パディングを

表2-1 疑似回線毎のCEP/TDMビットレートパラメータ

Circuit	Bit Rate Parameter
VT1.5/VC-11	26
VT2/VC-12	35
VT3	53
VT6/VC-2	107
STS-Nc	783*N N=1, 3, 12, 48, 192

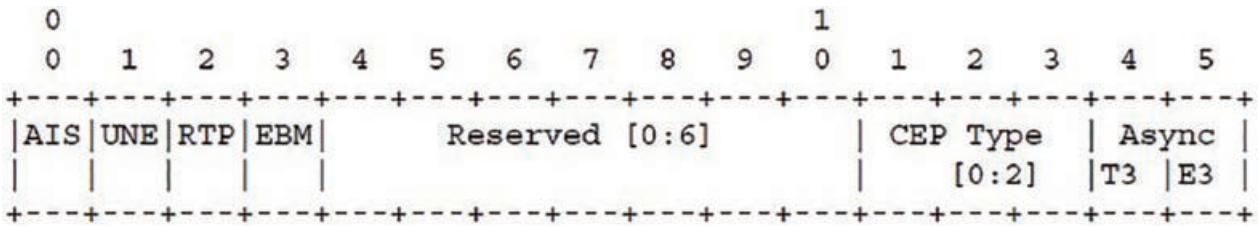


図2-4 CEPオプションパラメータフォーマット

含まない。ペイロード圧縮利用時は、非圧縮のペイロードサイズにセットされなければならない。

CEP/TDMビットレート（必須）：

CEPペイロードの64Kbps単位のデータレートにセットされなければならない。

CEP/TDMビットパラメータを表2-1に示す。

CEPオプションパラメータ（必須）：

パス終端点がどのように設定されているかを通知する。

フォーマットを図2-4に示す。

2.9 まとめ

本標準 JF-IETF-RFC4842 第1版では、SONET/SDH回線サービスをMPLSでエミュレートするためのカプセル化フォーマットとその意味を規定した。本標準の制定により国内において、MPLSネットワーク

の導入のさらなる拡大が期待される。

3. TR-G8273 (1版) の制定

3.1 概要

ITU-Tでは、パケットネットワークにおける周波数および時刻/位相の同期技術に関する複数の勧告の標準化を進めており、国内においてもモバイル通信網のバックボーンネットワークを対象に導入が進んでいる。図3-1には、本技術に関するITU-T勧告または勧告化作業中の一覧を示す。本技術レポートTR-G8273第1版は、図3-1に示す勧告群の中より、ネットワーク同期機器で用いるデバイスの位相と時刻のクロックに対するフレームワークを規定するITU-T G.8273/Y.1368勧告について報告するものである。

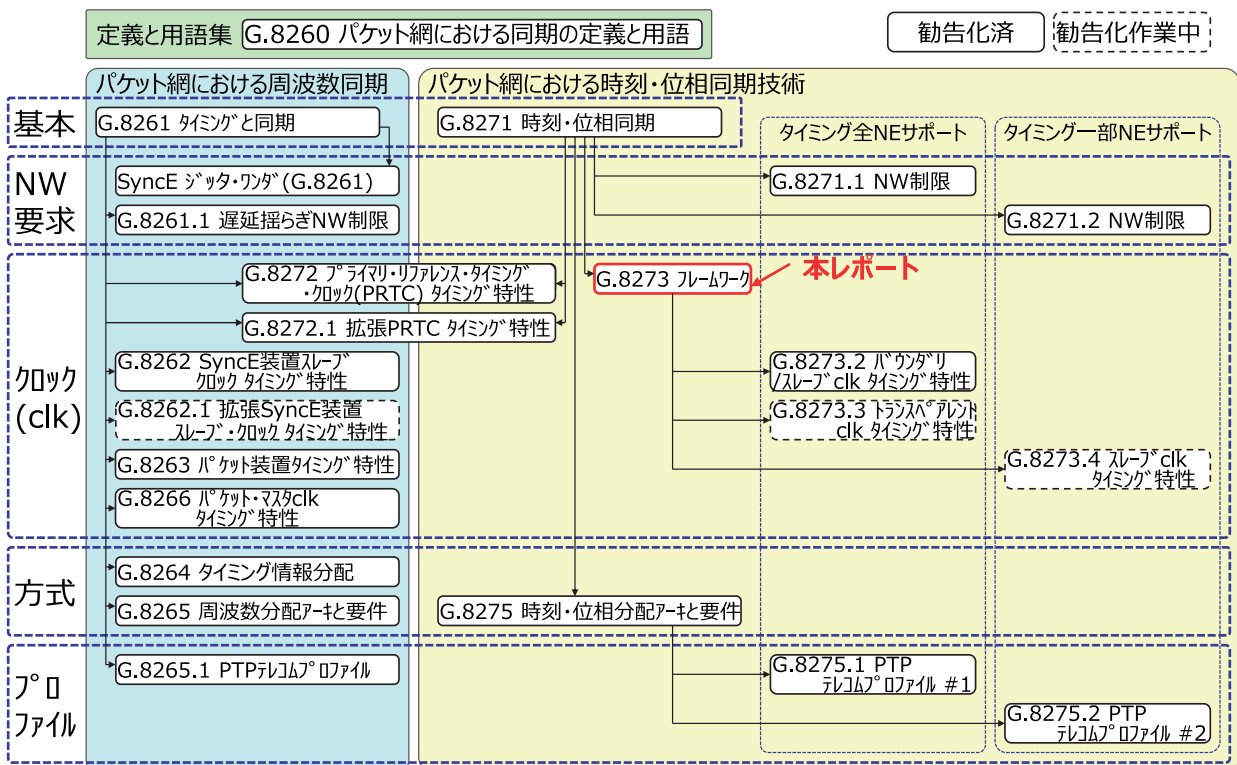


図3-1 パケットネットワークにおける同期技術に関連するITU-T勧告一覧

3.2 適用範囲

本技術レポートではITU-T G.8273/Y.1368 (08/2013)、G.8273/Y.1368 Amendment 1 (01/2015)、G.8273/Y.1368 Amendment 2 (08/2015)勧告で標準化されている内容を含んでいる。ITU-T G.8273/Y.1368 勧告では、ITU-T G.8271、G.8275およびG.8271.xシリーズの勧告群で定義されるネットワークアーキテクチャで動作する同期ネットワーク機器を対象としたデバイスの位相と時刻クロックに関するフレームワーク、試験方法および測定方法を規定している。

3.3 位相と時刻クロックの概略

ITU-T G.8273/Y.1368勧告は、ITU-T G.8273.xシリーズで定義される位相と時刻クロックに対するフレームワークを提供している。本勧告では、IEEE 1588で規定される高精度タイム・プロトコル(PTPv2)を用いたパケットベース方式での位相/時刻クロックの転送を対象としている。表3-1に本勧告で対象とするクロックタイプ、表3-2に本勧告で定義するクロック特性について示す。

表3-1 クロックタイプ

No	クロックタイプ	説明
1	グラウンド・マスタ・クロック	クロックがマスタ・クロックであり、パケットベース方式とは異なる方式でタイミング基準(周波数、位相/時刻)を受信するクロック。
2	バウンダリ・クロック	クロックがマスタ・クロック側と名付けられた“出力”を持ち、かつ、上流のマスタ・クロック(グラウンド・マスタまたは別のバウンダリ・クロックのいずれか一方)からPTPを介してタイミング基準を受信するクロック。即ち、クロックがスレーブ・クロック側と名付けられた“入力”を持ち、時刻/位相をマスタ側へ内部的に転送する。バウンダリ・クロックは一つの予備の1PPSインタフェース出力を提供し、スレーブ側の性能を反映する。バウンダリ・クロックは同期イーサネットなどの周波数基準を抽出するための一つの予備入力を持つ場合もある。
3	トランスペアレント・クロック	PTPの“送信元”とPTPの“宛先”で許容しているPTPパケットの内容を変更するネットワーク装置であり、デバイスで生じた遅延を取り除くためのもの。“トランスペアレント・クロック”はクロックばかりでなく、PTPに基づくパケットベースのタイミングに対してパス上のサポートを提供することになる。
4	スレーブ・クロック	時刻/位相タイミング基準を抽出する場所ではパケットベース方式に対応した“入力”を持ち、出力は様々なフォーマット(例えば1PPS)であるクロック。スレーブ・クロックは周波数基準(例えば同期イーサネット)を抽出するための1つの補助入力を持つ場合もある。

表3-2 クロック特性

No	クロックタイプ	説明
1	テレコム・グラウンド・マスタ仕様	テレコム・グラウンド・マスタ(T-GM)はタイミング基準を元にしたクロックの配信機能を持つ。IEEE 1588で定義されたグラウンド・マスタの性能特性を改善したデバイス。プライマリ・リファレンス・タイム・クロック(PRTC)の一部としてT-GMの仕様はITU-T G.8272付録1及び付録2で補足されている。
2	テレコム・バウンダリ・クロック仕様	テレコム・バウンダリ・クロック(T-BC)は雑音生成、雑音耐力、雑音伝搬、過渡応答、ホールド・オーバなどの追加の性能特性を持つIEEE 1588に定義されたバウンダリ・クロックからなるデバイス。T-BCの仕様はITU-T G.8273.2で規定。
3	テレコム・トランスペアレント・クロック仕様	テレコム・トランスペアレント・クロック(T-TC)は追加の性能特性を持つIEEE 1588で定義されるトランスペアレント・クロックから構成されるデバイス。T-TCの仕様は今後の検討課題であり、将来ITU-T G.8273.3で規定される予定。
4	テレコム・タイム・スレーブ・クロック仕様	テレコム・タイム・スレーブ・クロック(T-TSC)は追加の性能特性を持つIEEE 1588で定義されるスレーブ・クロックから構成されるデバイス。T-TSCの仕様はITU-T G.8273.2で規定。
5	アシステッド部分タイミングサポート・スレーブ・クロック仕様	アシステッド部分タイミングサポート・スレーブ・クロック(APTSC)の詳細は今後の検討課題であり、将来ITU-T G.8273.4で規定される予定。

3.4 時刻/位相クロックの試験と測定

パケットベース方式による時刻と位相の転送のための、時刻/位相クロックの試験および測定法が示されている。ここでは、グラウンド・マスタ・クロック、バウンダリ・クロック、トランスペアレント・クロック、スレーブ・クロックおよびメディアコンバータを含むクロックに対する、タイムスタンプ誤差および時刻伝搬誤差の試験および測定法が示されている。

3.5 位相/時刻クロック装置規格に関連した測定方法

パケットベースの位相/時刻クロック装置に対する性能測定方法について示されている。測定方法として、タイミングパケットの送受信と同時に測定も行なうアクティブな測定方法、および、通信リンク上のパケット交換を監視するパッシブな測定方法が存在する。

図3-2にはアクティブな測定方法の測定系を示すが、パケットベースの試験装置は、積極的にパケット交換に関与し、タイミングパケットの送信及び受信と同時に測定を行う。この方法において、試験装置はタイミング情報のソース（送信側）またはシンク（受信側）として機能する。

図3-3にはパッシブな測定方法の測定系を示す。本測定手法では、パケットベースの試験装置は通信リンク上で行われるパケット交換を監視する。この方法において、試験装置は観測者として機能し、パケットタイミングプロトコルに直接関与する事はない。

上記二つの手法を適用した一般的な測定方法、グラウンド・マスタ・クロック、テレコム・バウンダリ・クロック、トランスペアレント・クロック、および、テレコム・タイム・スレーブ・クロックに対する測定方法が規定されている。

3.6 まとめ

本技術レポートでは、ITU-T G.8273/Y.1368 勧告で標準化されている、同期ネットワーク機器で用いるデバイスの位相と時刻クロックに関するフレームワークおよび位相と時刻クロックに関する試験方法を示した。今後の5Gモバイルシステムの導入やアプリケーションの進展などにより仕様変更の可能性があるため、今後の改訂や改正に対しても注意を払う必要がある。

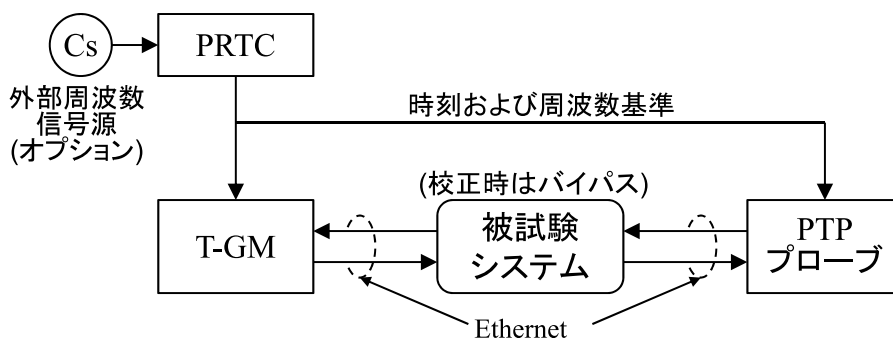


図3-2 PTP時刻伝送向けシステムに対するアクティブ測定系

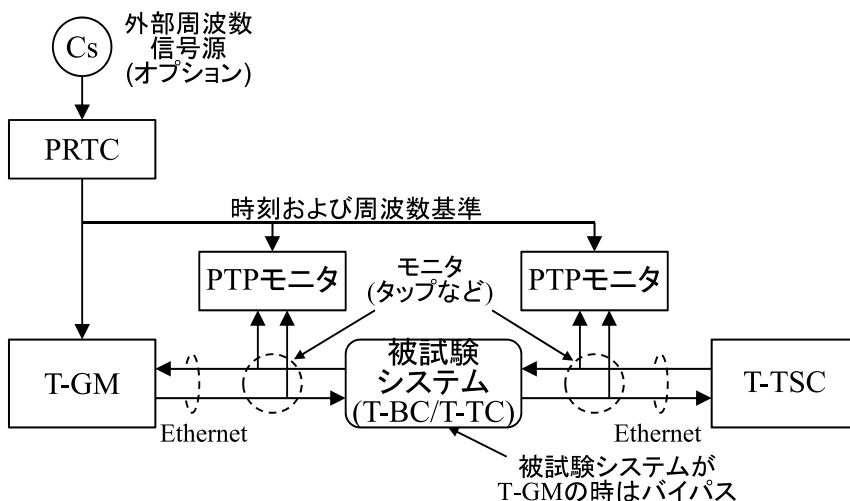


図3-3 PTP時刻伝送向けシステムに対するパッシブ測定系

表4-1 H29年度の計画

サブワーキンググループ	活動計画
装置機能・管理	ITU-T G.8121, G873.1のTTC標準化
多重分離インタフェースと網同期	ITU-T G.8271.1, 8275.2の技術レポート化 Beyond 100G関連のアップストリーム活動
情報通信装置のEMC・ソフトエラー	CISPR-35, ITU-T K.115のTTC標準化 通信装置のソフトエラーのアップストリーム活動

4. 今後の計画

伝送網・電磁環境専門委員会では、ITU-T SG15の光伝達網の物理層技術やアーキテクチャおよびITU-T SG5の情報通信装置のEMC・ソフトエラーの技術領域における国内標準策定および国際標準化の提案を継続実施する。平成29年度には、表4-1の活動を計画している。