

# パケットネットワーク同期用クロック

TN151207TD

【概要】

従来の音声電話は回線交換接続で周波数同期が基本であった。一方インターネットに代表されるパケットネットワークの発展により、従来の回線交換接続からパケット接続への転換が進んでいる。しかし本来パケット伝送は非同期であり、パケットネットワークで音声データや時分割多重（TDM）を伝送するには同期が必須になり、そのための時間管理技術が必要になってくる。パケットネットワークでの同期方式は大きく分けて

- 1) Synchronous Ethernet（周波数同期）と 2) IEEE1588（時刻同期）の方式がある。

エプソンはこのパケットネットワークに必要な基本技術を支える発振デバイスを提供している。特にネットワークの時間バラッキの低減、ネットワーク障害時のバックアップを行う発振デバイスが求められる。その結果デバイスとしては Wander 特性（MTIE、TDEV）、Holdover特性が重要になる。

今回パケットネットワークを整理しエプソンの取り組みについて述べる。

【時刻同期について】

図-1 に携帯電話用無線通信ネットワークの例を示す。ネットワークの基準になる RRC（Precision Reference Clock）の時刻情報を末端の Macro-cell Base Station A および B、また Small-cell Base Station A および B へ伝送し各基地局が同じ時刻で通信することが必要である。この際 PRC の時刻情報を途中の Node を経由して伝送する。従来の同期方式（SONET/SDH）では PRC の周波数を伝送することができた。

しかしパケット伝送（図-1 では EEC: Ethernet Equipment Clock）は本来非同期方式である。この非同期ネットワークに同期信号を伝送させるため ITU-T は2つの方式を提唱している。1) Synchronous Ethernet（SyncE）、2) IEEE1588 である。これら2つの方式については次節で述べる。

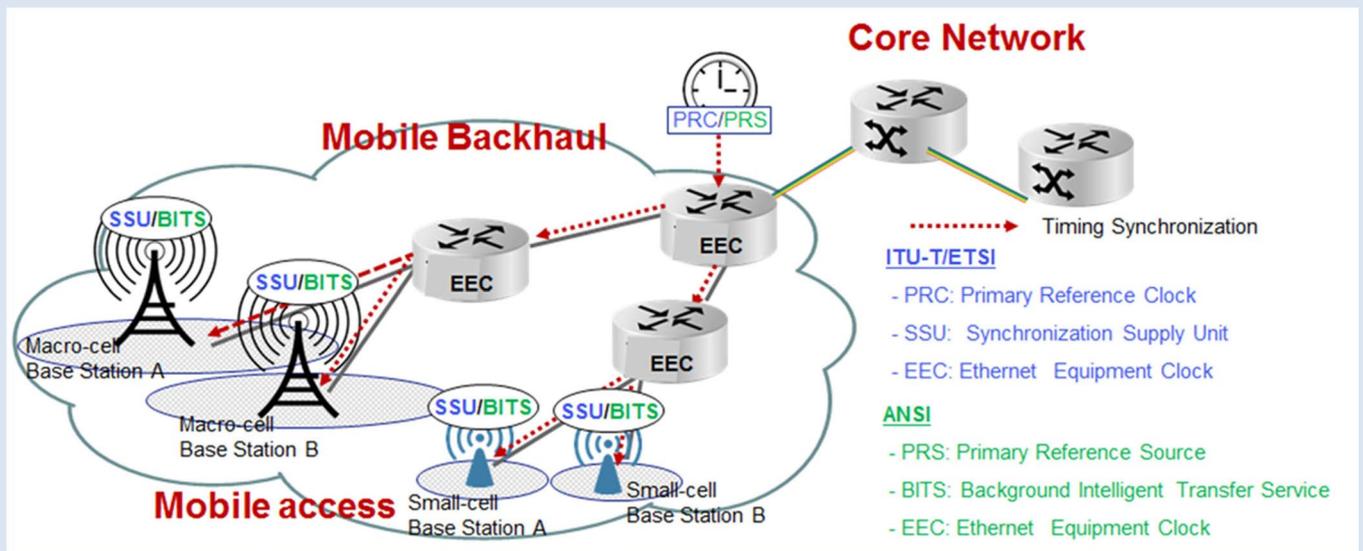


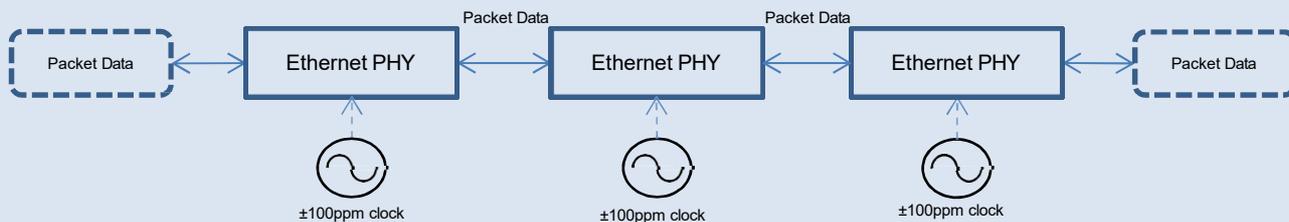
図-1 携帯電話用通信ネットワーク例

【Ethernet、SyncE、IEEE1588 の比較】

通常の Ethernet は非同期伝送であるが、SyncE は物理層(PHY)で周波数を、IEEE1588 はプロトコルで時刻情報を伝送している。(表— 1、図-2、3、4参照)

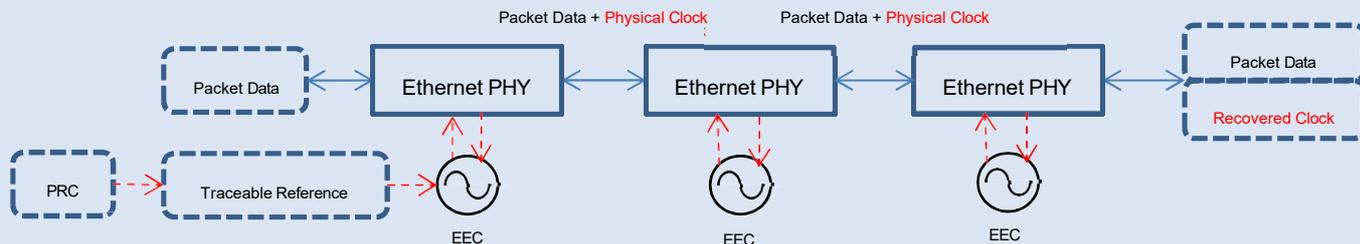
表— 1 Ethernet、SyncE、IEEE1588 比較

方式	同期/非同期	同期対象	伝送層	各Node 発振デバイス	重要仕様
Ethernet	非同期			+/-100 ppm 発振器	
SyncE	同期	周波数	物理層	EEC 対応発振器	精度、MTIE、TDEV、Holdover
IEEE1588	同期	周波数 時刻	プロトコル (PTP)	Stratum3、Stratum3E 対応発振器	精度、MTIE、TDEV、Holdover



図— 2 Ethernet

図—2に示される Ethernet では時刻情報を伝送しない。非同期である。



図— 3 Synchronous Ethernet (SyncE)

図—3のSyncEでは物理層 (Ethernet PHY) を経由してEEC (Ethernet Equipment Clock) により上位のPRCからの周波数信号を受信再生して下位のNodeに伝送することが可能である。この際途中の全てのNodeがこのEEC対応である必要がある。伝送できるのは周波数のみで時刻情報は伝送できない。PRCと伝送先のNodeは同じ周波数 (周波数同期) になる。(E (EEC: ITU-T G.8261 Option1、2に対応したSyncE用クロック)

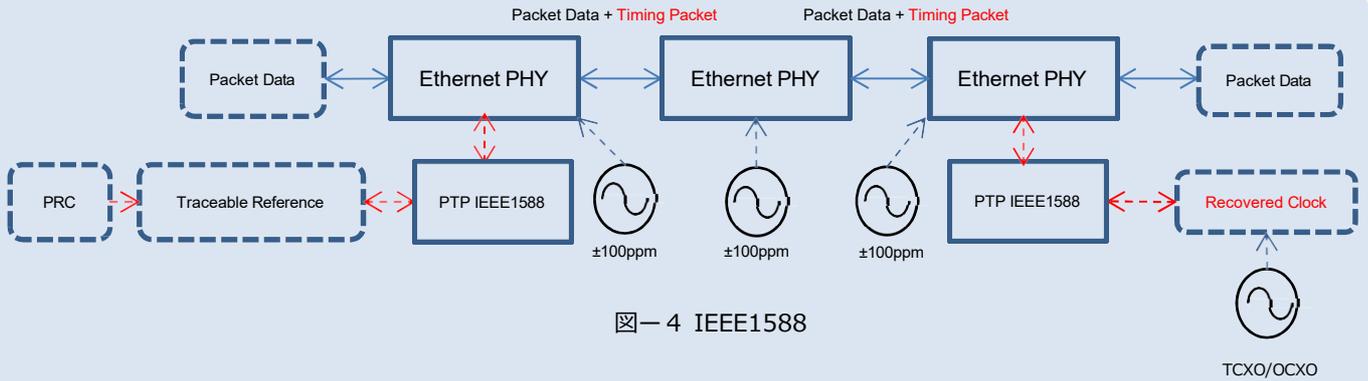


図-4 IEEE1588

図-4のIEEE1588では通常PTP(Precision Timing Protocol)を用いて上位層のプロトコルレイアでPRCからの周波数、時刻信号を伝送できる。PRCと伝送先Nodeは同じ時刻（時刻同期）になる。

この場合途中のNodeは通常Ethernet Clockで動作する。また伝送先Nodeでパケット伝送遅延のバラッキや冗長性（信号が途絶える等の障害時対応として）から高安定の発振器（TCXO、OCXO）を利用する。

【各方式別の標準規格】

パケットネットワークまた従来からの同期方式ネットワークにおいては ITU-T 等から世界標準が公表されている。これらを整理すると表-2のようになる。

表-2 同期方式別 規格

方式	同期層 (Layer)	同期対象	ネットワーク規格	装置、クロック規格
SONET/SDH	物理層 (L1)	周波数	ITU-T G.825	ITU-T G.813 Option 2 *2 SEC: SONET/SDH Equipment Clock Telcordia GR-1244CORE Stratum3
SyncE	物理層 (L1)	位相	ITU-T G.8261	ITU-T G.8262 Option 1,2 *2 EEC: Ethernet Equipment Clock Telcordia GR-1244CORE
PEC (Frequency)	パケット障 (L2~3)	周波数	ITU-T G.8261	ITU-T G.8263 *3 Packet based Equipment Clock Telcordia GR-1244CORE
PEC (Phase/Time) *1	パケット (L2~3)	時刻	ITU-T G.8271	ITU-T G.8273 *3 Telecom Boundary Clock

Note \*1 IEEE1588 は PEC(Phase/Time)の方式  
 \*2 ITU-T として Clock の規格として物理層での方式では制定している。  
 \*3 ITU-T として Clock の規格としてパケットでの方式では制定していない。

これらからパケットネットワークの同期用 Clock としては主に次の2つの規格(水準レベル)を示すことができる。

※Telcordia Stratum を水準とした場合

<Telcordia GR-1244Core Stratum3 / G.812 Option 2 (SONET/SDH Equipment Clock) / G.8262 Option 2 >

- Frequency Accuracy                    +/-4.6ppm (20 years)
- Frequency Stability                    +/-300ppb (1day)
- Frequency Drift                        +/-40ppb (1day constant temp.)
- MTIE、TDEV、Holdover 各規格準拠

<Telcordia GR-1244Core Stratum3E / G.812 Typ3 >

- Frequency Accuracy                    +/-4.6ppm (20 years)
- Frequency Stability                    +/-10ppb (1day)
- Frequency Drift                        +/-1ppb (1day constant temp.)
- MTIE、TDEV、Holdover 各規格準拠

#### 【エプソンの取り組み】

これら主要な規格水準に対してエプソンは自社開発の水晶振動子と内蔵 IC をキーテクノロジーとして次のような製品シリーズを提供している。

規格	製品カテゴリー	主要製品シリーズ
Stratum3	TCXO	TG5032 シリーズ、TG7050シリーズ TG-5501シリーズ、TG-5511シリーズ