

海外向け次世代EPONシステム

福田 健* 川手竜介**
木下真樹*
向井宏明**

Next Generation EPON Systems for Overseas Carriers

Takeshi Fukuda, Masaki Kinoshita, Hiroaki Mukai, Ryusuke Kawate

要 旨

国内のみならず海外でも、インターネットの普及によってアクセス回線のブロードバンド化が急激に加速している。なかでも中国はFTTx加入者数で2010年に先行していた日本を逆転した。

三菱電機は、これまで国内向け中心にFTTH(Fiber To The Home)サービスを提供するためにGE-PON(Gigabit Ethernet-Passive Optical Network)システムを開発、製品化してきたが、今回、海外通信事業者のニーズに対応するため大容量化・広帯域化を実現した次世代EPON(Ethernet Passive Optical Network)システムを開発した。

このシステムは、通信事業者局舎内に設置される光加入者線端局装置(Optical Line Terminal: OLT)、ユーザー宅内またはユーザービル構内に設置される光加入者線終端装置(Optical Network Unit: ONU)、及びそれらを監視・制御するオペレーションシステム(Element Management System: EMS)で構成している。

本稿では、GE-PONに関する標準化動向、及び今回開発した次世代EPONシステムの構成と従来のGE-PONシステムに対して新たに導入した次の3つの主要技術について述べる。

(1) 大容量化

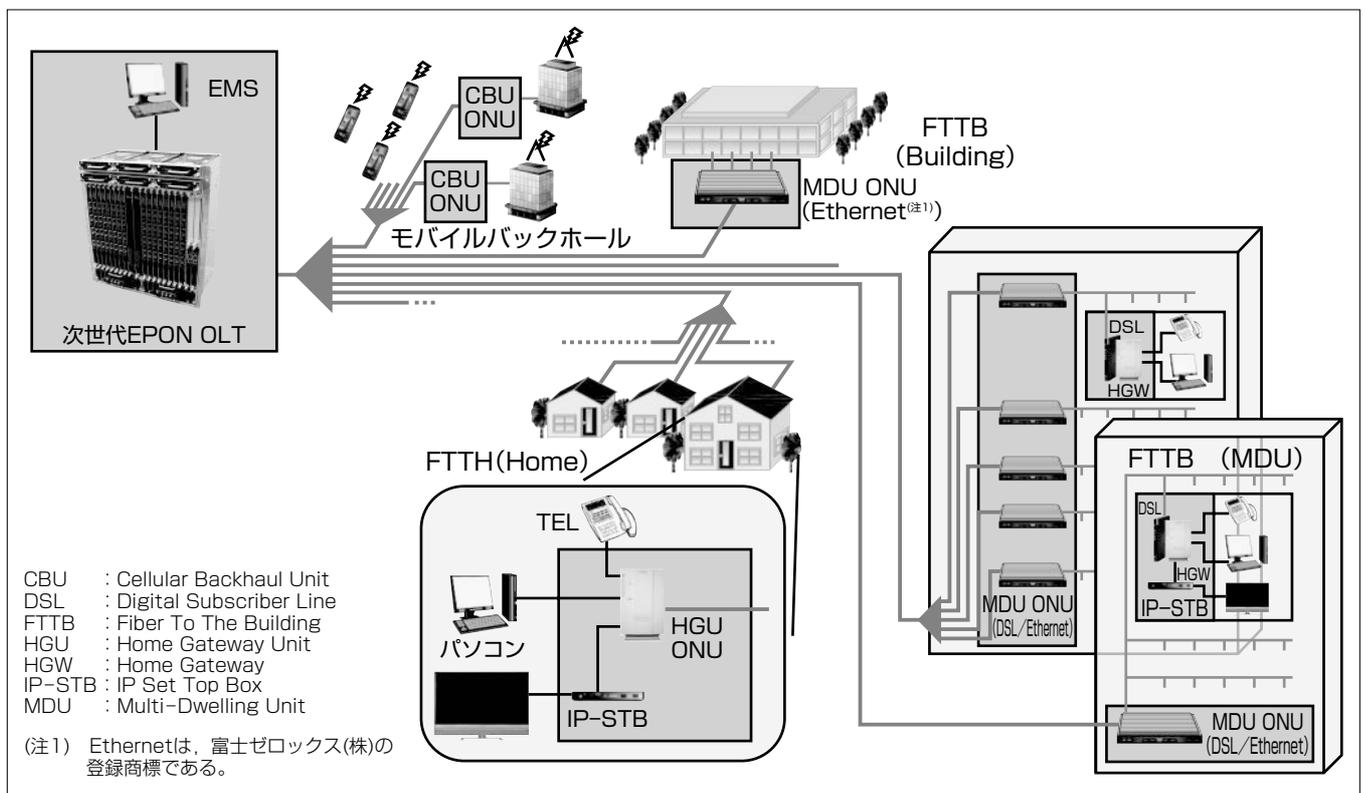
基板あたりのPONポート数を8ポートとすることで、OLTあたり最大128PONポート収容を実現した。また、多ポート化実現のため、基板間インタフェースは10Gbps高速シリアル転送を実現した。

(2) レイヤ2スイッチ

1G PONインタフェースを128ポート収容し、数百Gbpsのスイッチ容量を具備したレイヤ2スイッチ機能を実現した。

(3) 冗長化構成

監視制御部やレイヤ2スイッチ部等の共通部をはじめ、装置内各部について冗長化構成による高信頼化を実現した。



多様なサービス形態を収容する次世代EPONシステム

当社はこれまで国内事業者向けにGE-PONシステムを提供してきた。今回開発した次世代EPONシステムは、大容量化によるブロードバンドアクセス回線への対応、また、FTTH/FTTB等、多様なサービス形態に適用するONUの収容を実現することで、海外を含めたグローバル市場への展開に対応する。また、広帯域化によって、トラフィックの増加への対応のみならず、携帯端末基地局収容等への適用も可能となる。

1. ま え が き

近年のアクセス回線のブロードバンド化に対して、グローバル市場では、OLTの大容量化・広帯域化、レイヤ2スイッチ機能内蔵による高集積化、さらにホームユースだけでなくビジネスユースにも適用可能な高信頼化に対する要求がある。

本稿では、当社が開発した海外向け次世代EPONシステムの装置と特長について述べる。2章ではEPONの標準化動向を紹介し、3章ではシステム主要諸元、4章では、このシステムの特長である、大容量・高集積、内蔵レイヤ2スイッチ、冗長構成について述べる。

2. 標準化動向

GE-PONは、IEEE802.3にて標準化されており、光の波長、送信電力、受信感度などを規定する物理層と、データの送受信手順を規定するMAC(Media Access Control)層が規定されている。保守運用機能、冗長化機能等の上位機能については、IEEE802.3のスコープ外であり各ベンダーの独自仕様となっていた。しかしながら、通信事業者が異なるベンダーの装置を相互接続して運用しており、従来、規定されていなかった上位機能についても標準化の要求があった。このような状況の中、2010年1月よりIEEE P.1904.1(Service Interoperability EPON : SIEPON)⁽¹⁾で、サービスレベルでの相互接続実現を目的とした保守運用機能、冗長切替機能等の上位レイヤに関する標準化が開始され、2012年6月完了を目標として進められている(図1)。当社も、SIEPONについて省電力機能、冗長切替などのタスクフォースに参画し、標準化活動を推進している。本稿で示す次世代EPONシステムは、最新の標準化動向に基づいており、異なるベンダーとの相互接続にも対応可能となっている。

3. システム概要

3.1 システム構成

このシステムは通信事業者局舎内に設置されるOLT、

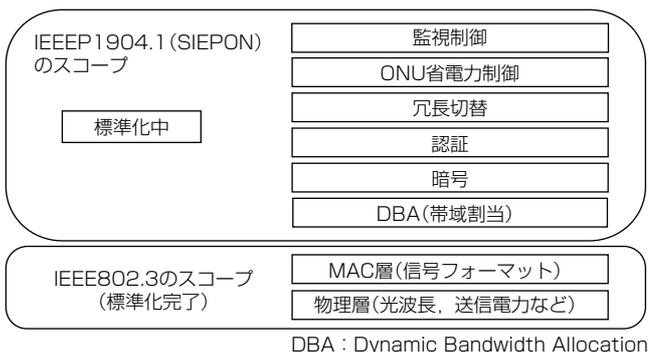


図1. IEEEにおけるEPON標準化動向

ユーザー宅内またはユーザービル構内に設置されるONU、及びそれらを監視・制御するEMSから構成される。OLTについては19インチラックに収容可能であり、OLT収容可能なインタフェース基板の最大数は16枚であり、さらに1G PON-IFと10G PON-IFの混在収容が可能である。また、監視制御基板及びレイヤ2スイッチ基板については、冗長化を可能としている。

3.2 主要諸元

主要諸元を表1に示す。

4. 主要技術

4.1 大容量化

表1に示すように、PONインタフェース基板は、基板あたり8PONポート収容を実現している。図2にOLTの外観を示す。PONポートごとにIEEE802.3準拠のMPCP(Multi-Point Control Protocol)を終端する機能部を持っている⁽²⁾。PONインタフェース基板を16スロット実装可能なため、最大128PONポート分収容可能である。このシステムでは、OLTは集線機能もサポートし、大容量レイヤ2スイッチを内蔵することで、これを実現している。このような大容量スイッチでは、基板間すなわちバックボードの信号配線の増加が課題であるが、これを10GBASE-KRインタフェースに基づく10Gbpsバックボードシリアル転

表1. 次世代EPONシステムの主要諸元

項目	諸元
装置諸元	
ユニットサイズ	19インチラック収容 12U高さ(図2)
スロット構成	インタフェース: 16 監視制御: 2 レイヤ2スイッチ: 2 機能拡張スロット: 2
インタフェーススロット 当たりのポート収容数	8PONポート/スロット (最大128PONポート/ユニット)
PONポート当たりの分岐数	最大64分岐
レイヤ2スイッチ容量	480Gbps
機能諸元	
冗長制御機能	(1) PONインタフェース基板 (PONプロテクション機能) (2) 監視制御基板 (3) レイヤ2スイッチ基板 (4) 電源供給 (5) EMS
マルチキャスト機能	SCB(Single Copy Broadcast)による IGMP/MLD転送
保守運用機能	(1) Triple Churningによる暗号化 (2) ONU認証 (MACアドレス/LogicID/混合) (3) プロトコルフィルタリング
その他	
電源電圧	DC-48V
動作温度範囲	-5℃~45℃(屋内)

IGMP : Internet Group Management Protocol
MLD : Multi Listener Discovery

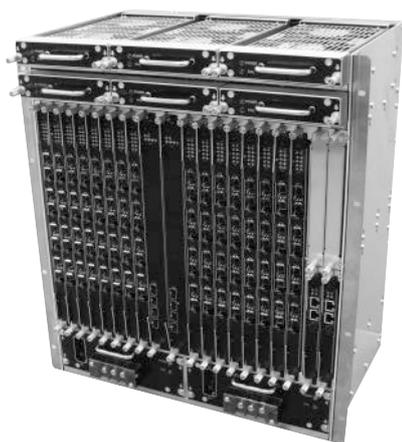


図2. EPON OLTの装置外観

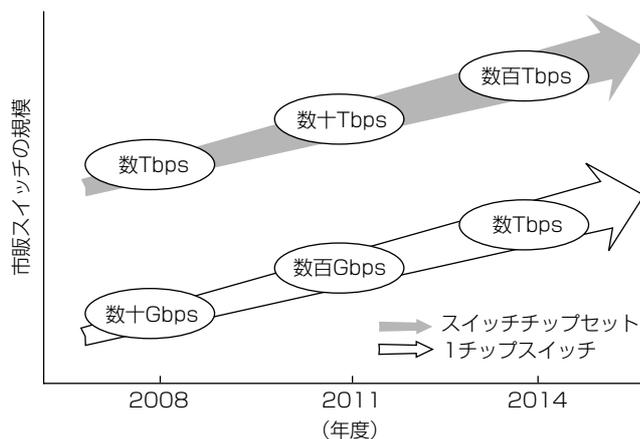


図3. スイッチチップ交換容量のトレンド

送を実現することで配線数を低減した。

4.2 レイヤ2スイッチ

複数のPONインタフェース基板を収容するレイヤ2スイッチについて、大容量化のトレンド及びこのシステムで適用したスイッチ構成について述べる。

4.2.1 スイッチの大容量化

複数の10GEポートを具備した大規模スイッチ装置は、これまでコアネットワークでの適用が主流であったが、アクセスネットワークのトラフィック増加に伴い、アクセスネットワークに適用するケースが増えてきている。

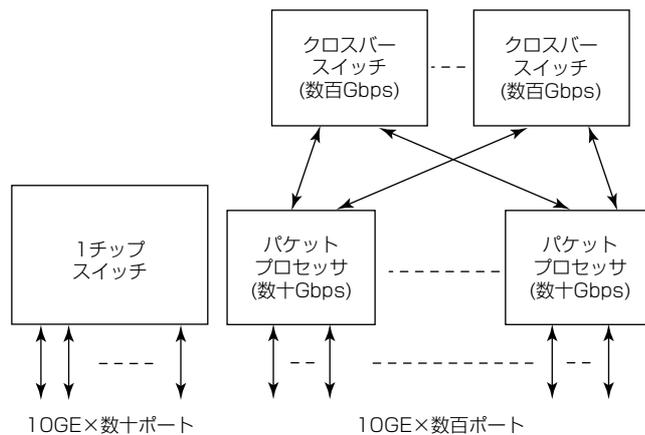
これに伴い、10GEポートを具備した大容量のスイッチチップやスイッチチップセットが市販されるようになってきている(図3)。

数年前までは、1チップで数10Gbps規模のGbEポートを多数備えたスイッチが主流であったが、現在では、1チップで数百Gbpsのスイッチ容量を持ち、10GEポートを多数備えたスイッチが市販され始めている(図4(a))。一方、クロスバースイッチとネットワークプロセッサ(パケットプロセッサ+トラフィックマネージャー)を複数チップ組み合わせることで、スイッチを構成することができ、数百Tbps以上の大規模スイッチを構成することも可能となっている(図4(b))。

システムの規模や機能・性能に合わせて適用するスイッチを選択することが重要であり、実装面積、消費電力、コストや拡張性を考慮してシステム仕様を決定する必要がある。複数チップで構成した場合、実装面積や消費電力の面での課題が多い。また、一般加入者向けのアクセス系装置は、収容ポート数に対する装置コスト(ポート単価)の低減要求が厳しい。次世代EPONシステムはシステム規模を考慮し、1チップスイッチの構成を採用した。

4.2.2 レイヤ2スイッチの構成

図5にこのシステムでのレイヤ2スイッチ接続構成を示す。PON-IFを128ポート実装するため、スイッチ基板上に上位ネットワークと接続するアップリンクポートを備え



(a) 1石で数百Gbps (b) チップセットで数百Tbps

図4. 大規模スイッチの構成例

る構成とした。また、二重化したスイッチ基板を跨(またが)ってアップリンクポート間でのリンクアグリゲーション機能を実現するため、アップリンクポートの最大帯域を確保した回線速度でスイッチ間を接続している。図5は、スイッチ基板#1が主系となり、スイッチ基板#2が従系である構成を示している。2枚のスイッチ基板はスイッチ間接続によって1個のスイッチとして動作し、各インタフェース基板はどちらか一方のスイッチ基板のみに接続される構成となる。

この構成によって、スイッチ基板の故障やアップリンクのリンク断、バージョンアップやスイッチ基板交換時でも、サービスを中断させない転送を可能とした。

4.3 冗長化構成

大容量化に伴い、システムに対する信頼性の向上が要求される。このため、次世代EPONシステムでは、図6に示すように、OLT及びEMSについて機能部ごとに冗長化構成を実現している。

(1) EMSサーバは、待機系についてもOS(Operating System)が起動した状態で待機させるウォームスタンバイの1+1冗長方式を実現している。

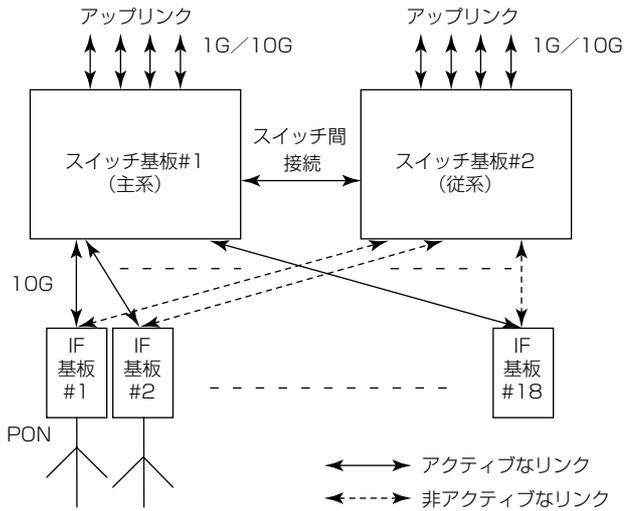


図5. レイヤ2スイッチ構成

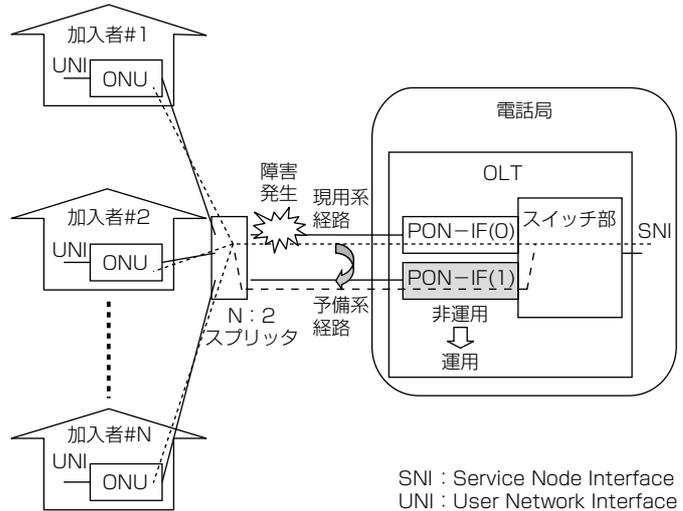


図7. PONプロテクション

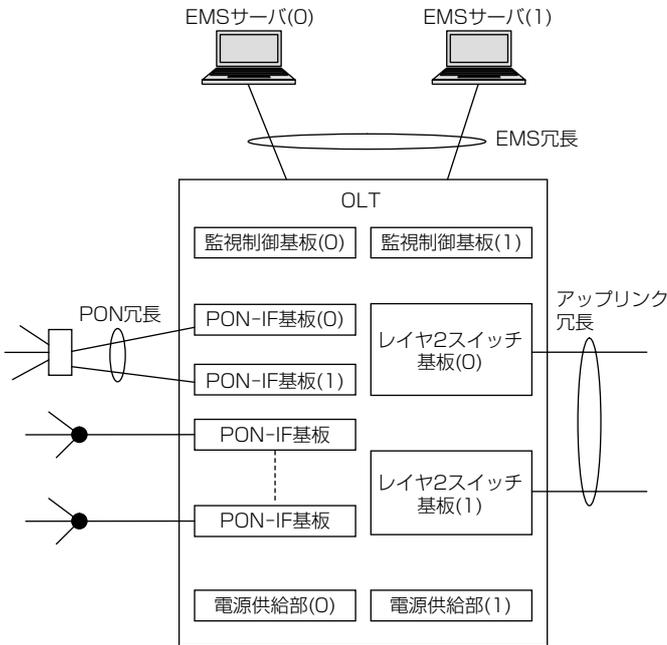


図6. 冗長構成

(c) このシステムは、PONインタフェース基板の冗長化として、図7に示すように局側インタフェースの二重化によるPONプロテクション機能を実現している。障害が発生した際に、影響度が高い局側インタフェース部と幹線光ファイバについて二重化する。また、障害発生時のみならず、工事などが行われるときの光ファイバ経路の迂回(うかい)、PONインタフェースのバージョンアップ時などにも適用可能である。

5. む す び

海外通信事業者のニーズに対応することを目的とした大容量化・広帯域、高集積、高信頼性を実現する次世代EPONシステムについて述べた。今後は、T1/E1, STM (Synchronous Transfer Mode)-1/4等、更なるインタフェースの追加に加え、OLTとしてサポートするPONポート数を変更した中容量タイプOLTの開発によって、市場の様々な需要に対応可能とするよう取り組む所存である。また同時に装置の低消費電力化を推進し、環境への配慮にも対応する。

参 考 文 献

- (1) IEEE P1904.1 Service Interoperability in Ethernet Passive Optical Networks (SIEPON), D1.0 (2010)
- (2) IEEE Std 802.3ah Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications (2008)

(2) OLTは各機能部について冗長化構成の実現によって信頼性を高めている。

- (a) 監視制御基板はウォームスタンバイの1+1冗長、また、電源供給部についても冗長構成としている。
- (b) レイヤ2スイッチ基板の冗長化は、基板の二重化を基本とし、アップリンクポートに対しては、各種レイヤ2プロトコル(リンクアグリゲーション(LA)やスパニングツリー(STP)等)によるアップリンクの冗長機能を実現する。