

GE-PONシステムのサービス展開

妻藤 憲* 中瀬卓也*
 浜岡聡浩*
 大塚 博**

Service Deployment of GE-PON System

Ken Saito, Akihiro Hamaoka, Hiroshi Otsuka, Takuya Nakase

要 旨

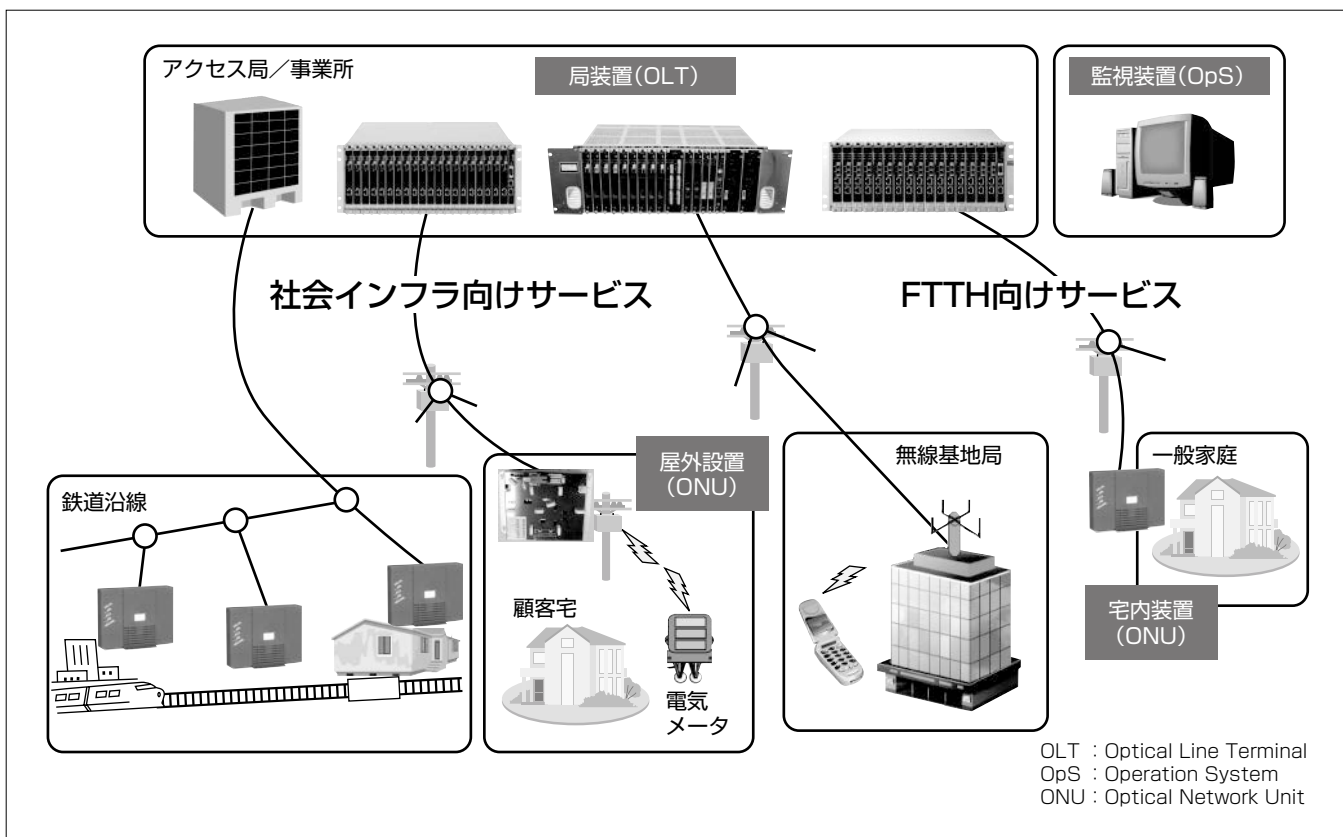
国内の光アクセスを用いたブロードバンドサービスの契約者数は、約2,320万人⁽¹⁾まで拡大している。

GE-PON(Gigabit Ethernet-Passive Optical Network)装置を適用したFTTH(Fiber To The Home)サービスは、地上デジタル放送のIP(Internet Protocol)再送信や高精細映像伝送といったサービスの多様化やトラフィックの増加に伴い、一戸建て及び集合住宅の一般ユーザーに広く普及している。

また、GE-PON装置は、通信の高速・大容量化や光ファイバーの有効活用を特長としていることから、FTTHサービスへの適用に加え、社会インフラ向けサービスへの適用拡大が期待される。

三菱電機は、2004年以降、快適で利便性の高い超高速ブロードバンドアクセスサービスに適用されるGE-PON装置を提供してきた。さらに、この装置の実績をもとに、冗長化による装置の高信頼化やクロック伝送技術及び長距離伝送技術等を活用し、無線基地局エントランスや自動検針サービス及び鉄道事業者向けに高信頼・高機能化GE-PON装置を製品化して、社会インフラサービスへ適用領域を拡大してきた。

当社は、今後、“安全・安心”“快適性・利便性”の向上と“高い省電力性”の実現に向けて、通信ネットワークに関する技術開発を進め、スマートグリッドに代表されるM2M(Machine-to-Machine)分野への適用など、GE-PON装置の更なる適用領域の拡大を図っていく。



GE-PON装置を適用した通信ネットワーク

GE-PON装置を適用した通信ネットワークの構成を示す。GE-PON装置は、一般家庭及び集合住宅向けFTTHサービスへの適用以外にも、無線基地局収容や鉄道沿線状態監視及び自動検針向けサービス等の社会インフラ向けサービスに適用されている。

1. ま え が き

国内の主要な通信事業者によって、光アクセスを用いたブロードバンドサービスの契約者数は、約2,320万人(2012年9月末時点)まで拡大し、一戸建てや集合住宅の一般ユーザーに広く普及している。一方、通信の高速・大容量化や光ファイバーの有効活用による経済的なシステム構築を図ることを目的に、社会インフラ向けサービスへの光アクセス技術の適用が期待される。

当社は、2004年以降、ユーザー収容効率の高いGE-PON装置を製品化し、快適で利便性の高い超高速ブロードバンドアクセスサービスを一般家庭向けに提供してきた。さらに、一般家庭向けGE-PON装置の実績を基に様々な社会インフラ向けサービス分野にGE-PON装置を展開し、適用領域を拡大してきた。

本稿では、FTTH向け及び社会インフラ向けサービスに適用したGE-PON装置について述べる。

2. FTTH向けサービスへの展開

2.1 通信キャリア向けGE-PON⁽²⁾

インターネットサービスに加え、IP電話や地上デジタル放送のIP再送信や高精細映像伝送といった充実したサービスの低廉な提供に伴い、光アクセスを用いたブロードバンドサービスを利用するユーザー数が大幅に増加している。

当社は、光アクセスユーザー数増大に伴うユーザー収容の効率化・経済化を目的に、接続回線の収容密度を倍増した高密度GE-PON装置を製品化した。

図1に通信キャリア向けGE-PON装置の構成例を示す。一般家庭宅内に設置されたONUとHGW(Home GateWay)の接続に加え、HGWとIP-STB(IP-Set Top Box)を接続することによって、ユーザーはインターネットサービスや電話サービス及び映像サービス(トリプルプレイサービス)を受けることが可能となる。

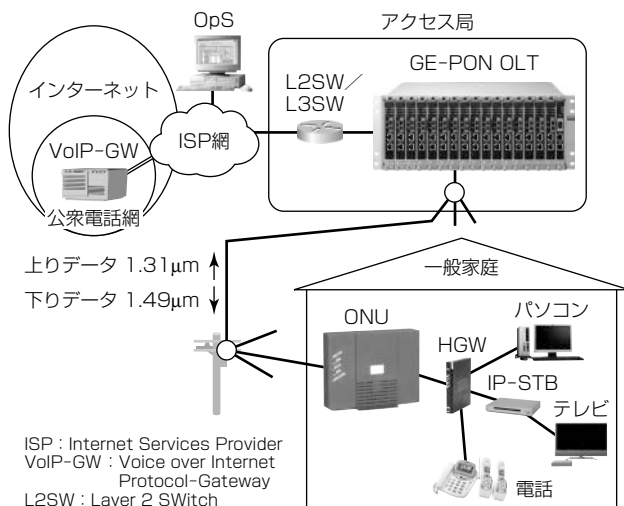


図1. 通信キャリア向けGE-PON装置の構成例

また、表1に当社GE-PON OLTと高密度GE-PON OLTの主要諸元比較を示す。従来、当社GE-PON OLTでは、光アクセスユーザーを収容する光回線及び上位網との接続回線(NNI(Network Node Interface)回線)は、PON-IF(Interface)カードあたり1ポート実装していた。一方、高密度GE-PON OLTでは、光送受信機の小型化(従来面積比47%削減)などによってPON-IFカードの部品実装効率を高め、光回線及びNNI回線は、PON-IFカードあたり2ポートの実装を実現した。

2.2 CATV事業者向けGE-PON

CATV(Community Antenna TeleVision)事業者は、従来、メタリック伝送を用いた通信システムを採用してきたが、近年の映像回線の光化に伴い、通信回線の光化も進めることで、通信回線の高速・大容量化を図っている。一般に、映像回線はツリー型で配線され、同じ配線形態が可能なPON方式と親和性が高いことから、CATV事業者は、通信サービスの提供方法として、GE-PON装置を採用している。このとき、一般家庭に、映像回線終端用のV-ONU(Video-ONU)と通信回線終端用のD-ONU(Data-ONU)が設置される場合があり、当社は、保守性の向上や設置工事の容易化及び多様な電源供給方法に対応したD-ONUモジュールを製品化した。

図2にD-ONUの接続構成例を示す。一般家庭の軒下にD-ONU及びV-ONUを設置することによって、ユーザーは通信サービスと映像サービスの両サービスを受けることが可能となる。

また、図3に屋外筐体(きょうたい)に収容可能なD-ONUモジュールの外観を示す。この装置の主な特長は次のとおりである。

- (1) V-ONUの状態監視機能を備え、通信/映像の両サービスの監視制御を実現、保守性を向上
- (2) 金属筐体採用によって放熱効果を高めることで、軒下に設置する屋外筐体への収容が可能となり、設置工事の容易化を実現
- (3) PoE(Power over Ethernet)給電方式採用によって多様な電源給電方式を実現

表1. GE-PON OLTと高密度GE-PON OLTの主要諸元比較

項目	GE-PON OLT	高密度GE-PON OLT
最大収容枚数	16枚/OLT	16枚/OLT
光回線数	1ポート(16ポート/OLT)	2ポート(32ポート/OLT)
光回線速度	上下共: 1 Gbps	上下共: 1 Gbps
伝送距離	20km	20km
PON-IFカード		
最大収容ONU数(PON-IFカードあたり)	64	128
NNI回線数	1ポート(16ポート/OLT)	2ポート(32ポート/OLT)
監視制御カード		
監視制御ポート数	1ポート	1ポート
監視制御プロトコル	SNMP v1機能/Telnet機能	SNMP v1機能/Telnet機能

SNMP: Simple Network Management Protocol

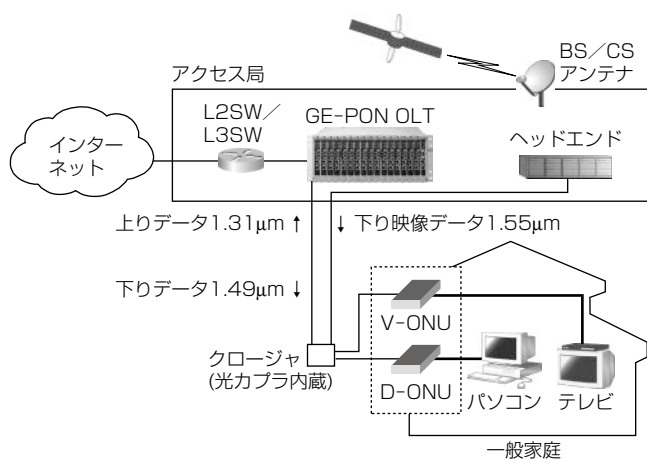


図2. D-ONUの接続構成例



図3. D-ONUモジュール

3. 社会インフラ向けサービスへの展開

当社は、FTTH向けGE-PON装置に対して、アクセス回線の冗長化やクロック中継伝送機能及び屋外設置用ONU等の機能を追加し、高信頼・高機能化GE-PON装置を製品化した。

この装置は、無線基地局エントランス（携帯電話などの移動体通信端末用の無線基地局を収容する装置）を始めとした社会インフラ向けサービスに適用が可能である。

次に、無線基地局エントランスと自動検針サービス及び鉄道事業者向けに適用したGE-PON装置について述べる。

3.1 無線基地局エントランス向けGE-PON⁽³⁾

無線基地局エントランスは、伝送路の経済化を目的とした基地局のIP化、並びに、社会インフラとしての信頼性が要求されるとともに、無線基地局と上位網間の主信号データ及び無線基地局用クロック信号の中継伝送が必要な場合がある。

当社は、装置冗長化やクロック伝送技術等を活用して、高信頼・高機能化GE-PON装置を製品化し、無線基地局エントランスへ適用した。

表2に無線エントランス向けGE-PON装置の主要諸元を示す。この装置の主な特長は次のとおりである。

- (1) 無線基地局用クロックの伝送機能を搭載
- (2) アクセス回線の冗長化による高信頼化
- (3) OLTにL2SW又はL3SWを内蔵し、集線化を図った経済化OLT

表2. 無線基地局エントランス向けGE-PON装置の主要諸元

項目	DCSクロック	GPSクロック
光回線速度	上下とも：1 Gbps	
伝送クロック	DCS (64kHz + 8 kHz + 0.4kHz : AMI信号)	GPS (1,575.42MHz : L1波)
集線機能	L3SW	L2SW
最大収容ONU数	64	
冗長化	クロックインタフェース	
	PON-IF	
	OLT電源部	

AMI : Alternate Mark Inversion

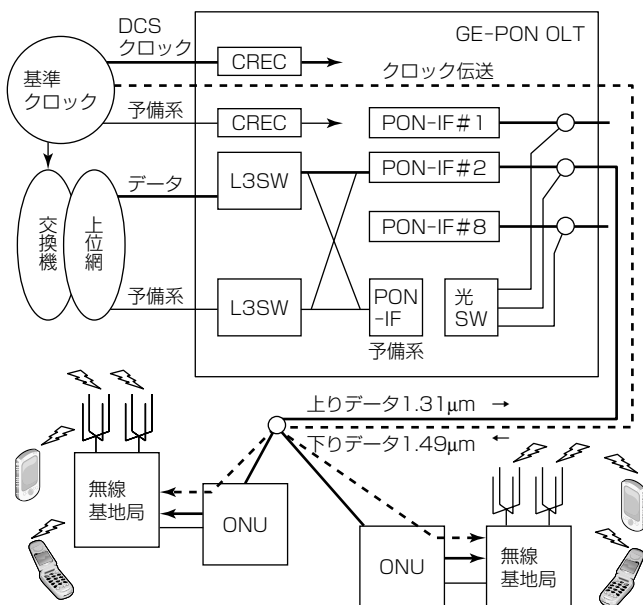


図4. DCSクロック伝送方式例

中継伝送するクロックは、DCS(Digital Clock Supply)クロック信号及びGPS(Global Positioning System)クロック信号がある。次にそれぞれのクロック伝送方式について述べる。

3.1.1 DCSクロック伝送方式

当社は、DCSクロック信号を伝送するGE-PON装置を、交換機動作クロック（基準クロック）と同じクロックで動作させることによって、無線基地局と交換機間のDCSクロック中継伝送を実現した。

図4にDCSクロック伝送方式例を示す。上位網から、基準クロックに同期したDCSクロックをOLTに供給し、OLTに搭載したCREC(Clock Receiver)カードでDCSクロック同期を行う。CRECカードは受信したクロックを全PON-IFカードに分配し、PON回線は分配されたクロックに同期して動作する。ONUはPON回線からクロックを抽出し、ONU配下に接続した無線基地局にクロックを配信する。

3.1.2 GPSクロック伝送方式

当社は、GPSクロック信号を伝送するGE-PON装置に、3波多重方式を採用し、GPSクロック信号の中継伝送を実現した。GPS信号は1.5μm帯波長に光変換され、GE-PON

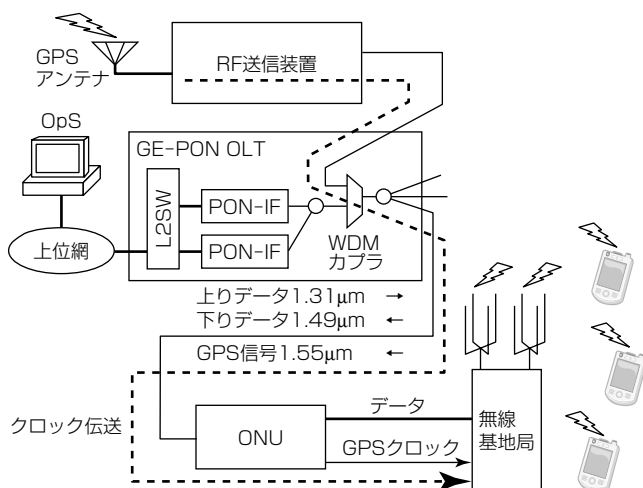


図 5. GPSクロック伝送方式例

装置のPON回線と波長多重する。光化されたGPS信号は、延伸を容易にすることから、無線基地局の設置について柔軟性の向上を図ることが可能となる。

図 5 にGPSクロック伝送方式例を示す。GPS信号は、無線信号の光ファイバー伝送を実現するRoF (Radio on Fiber) 技術を活用し、RF送信装置で光化される。光化されたGPS信号は、OLTでWDM(Wavelength Division Multiplexing) カプラによって主信号と合波され、ONUでWDMカプラによってGPS信号と上位網の主信号に分波される。分波されたGPS信号と主信号は、電気信号に変換され、無線基地局に配信される。

3.2 自動検針サービス向けGE-PON⁽⁴⁾

電気の需要家ネットワークは、今後、停電リスクの低減や省エネルギー支援サービス等の新たなサービスの創出を目的に、電気の供給側と需要側が連携した需給制御の高度化によるエネルギー運用が期待される。

さらに、需要家ネットワークでは、数百万件から数千万件の電気の需要家から電力の使用状況を示す大量のデータが定期的に送信されることから、需要家ネットワークに使用される装置は、需要家収容の効率化や通信の高速・大容量化が要求される。

図 6 に需要家ネットワーク向けGE-PON装置の構成例を示す。無線アクセスポイントをメッシュ状に接続した無線メッシュ通信システムによって、需要家から収集した電力の使用状況を示す大量のデータを、無線アクセスポイントであるコンセントレーターを通じて、高速に送信することが可能となる。

一方、ONUは屋外に設置されるコンセントレーターと接続する必要があることから、当社は、広温度範囲に対応した光送受信機を開発し、放熱対策として金属筐体を採用した屋外設置型ONUを製品化した。

図 7 に屋外設置型ONUの外観を示す。このONUの主な特長は次のとおりである。

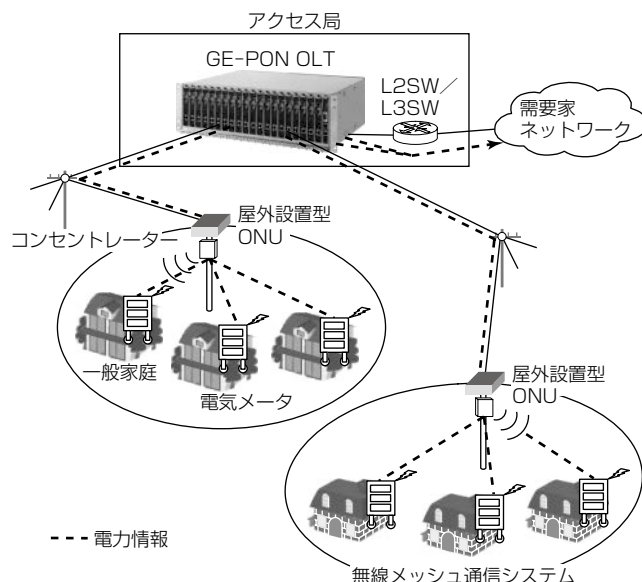


図 6. 需要家ネットワーク向けGE-PON装置の構成例



図 7. 屋外設置型ONU

- (1) 広温度範囲対応の光送受信機や放熱対策として金属筐体を採用し、屋外設置による厳しい温度条件(-10~+60℃)での動作を保証
- (2) 雷サージ対策強化によって落雷故障を防止
- (3) 低消費電力ICの採用、ACアダプタの力率改善によって待機時の省電力化を実現(7VA以下)

3.3 鉄道事業者向けGE-PON

鉄道事業者は、自然災害による鉄道事故防止策として風速計などの沿線監視システムを導入している。

従来の鉄道沿線監視システムは、沿線監視情報の通信手段として、メタリック伝送を用いていたことから、現在、主流となっている通信ネットワークのIP化や通信の高速・大容量化への対応が要求されていた。さらに、鉄道沿線へ設置される装置の耐環境性や冗長化による信頼性確保、及び、新幹線沿線では駅間の距離が30kmを超える場合があり、伝送距離の延伸化(20km超)が求められていた。

当社は、耐環境性能の向上を図った屋外設置用ONUやONUに搭載する光送受信機の光送受信特性の向上による伝送距離の延伸化を実現したGE-PON装置の製品化を行い、鉄道事業者向けに供給している。

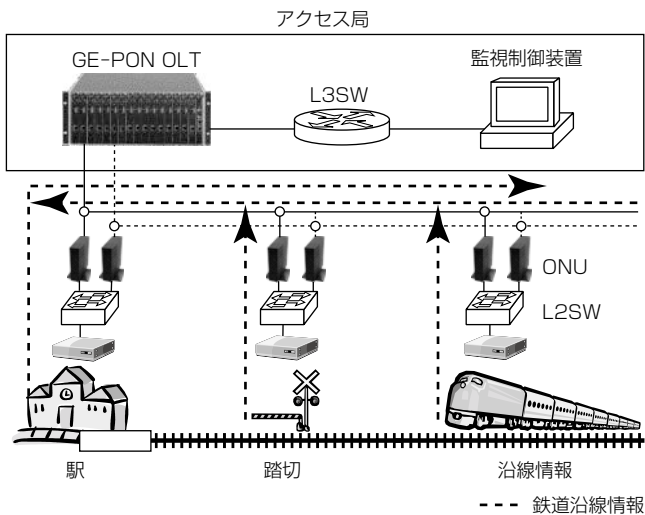


図 8. 鉄道事業者向けGE-PON装置の構成例

図 8 に鉄道事業者向けGE-PON装置の構成例を示す。鉄道沿線にONUを設置することから、光ファイバーをデージーチェーン型の配線形態とした。また、光カプラは、分岐接続時の挿入損失を抑えることを目的に、N：1の分光比とした。この装置の主な特長は次のとおりである。

- (1) 広温度範囲対応の光送受信機を搭載した屋外設置用ONUによる環境温度-20～+50℃の動作を保証
- (2) OLT・ONU部にL2SW/L3SWを配置し、光ファイバー全体の経路冗長化による信頼性の確保
- (3) IEEE標準(20km伝送)に対し、送信出力及び受信感度を向上させた光送受信機の採用と通信パラメータの調整によって伝送距離30kmを実現

4. む す び

FTTHサービス向けにユーザーの収容効率向上を実現した高密度GE-PON OLTと、適用領域の拡大の一例として、無線基地局エントランスや自動検針サービス及び鉄道事業者向けシステム等の社会インフラサービス向けに製品化した高信頼・高機能化GE-PON装置について述べた。

今後、更なる“安全・安心”“快適性・利便性”の向上と“高い省エネルギー性”の実現に向け、スマートグリッドに代表されるM2M分野への適用など、これまでの開発で培った光アクセス技術や当社が保有する多様な通信技術を活用し、更なる適用領域拡大や海外市場への展開に向けた通信ネットワークに関する技術開発を進めていく。

参 考 文 献

- (1) 総務省：電気通信サービスの契約及びシェアに関する四半期データの公表(平成24年度第2四半期(9月末))
http://www.soumu.go.jp/main_content/000192227.pdf
- (2) 村上 謙, ほか：高機能GE-PONシステムによるユーザー収容効率向上と適用分野拡大, 三菱電機技報, **83**, No.6, 357～361 (2009)
- (3) 成田健一, ほか：次世代ネットワーク用光アクセスシステム, 三菱電機技報, **82**, No.2, 159～162 (2008)
- (4) 嶋田 博, ほか：スマートグリッドを支えるネットワーク技術, 三菱電機技報, **86**, No.2, 134～138 (2012)