

feature article

# 社会インフラを支える高速・高信頼オプティカルネットワーク構築に向けた取り組み

Activity of Constructing High-speed and High-reliability Optical Network for Social Infrastructure

西野 良祐 Ryosuke Nishino

対馬 英明 Hideaki Tsushima

佐藤 栄裕 Eisuke Sato

田中 晋輔 Shinsuke Tanaka

2009年3月末時点で国内の光ブロードバンドユーザーが1,500万件を超え<sup>1)</sup>、社会インフラとして光アクセスネットワークの重要性がますます増している。またメトロ／コアネットワークにおいては、さらなる高信頼化が求められると同時に、専用線などの従来サービスを提供するための機器類の老朽化など現状の課題を解決する必要がある。日立は、高速・高信頼オプティカルネットワークの構築に向けて、光アクセスネットワークを構成する装置やメトロ／コアネットワークを構成するバケットトランスポート装置を提供するとともに、次期アクセスネットワークの高速化を視野に入れ、10G-EPONの標準化活動に参画し、実用化への取り組みを進めている。

## 1. はじめに

光ネットワークシステムには、家庭、企業から電話局までの伝送を行う光アクセスネットワークと、都市内の電話局間および地域電話局間を長距離に結ぶメトロ／コアネットワークがある<sup>2)</sup>。これらのネットワークに求められる要求条件として、速度、インタフェースなど詳細は異なるが、光ブロードバンドユーザーの増加とともにさらなる高速化、高信頼化が求められている点は共通である。

高速化の要求に対しては、物理回線数の増加、インタフェース速度の高速化、波長多重による大容量化で対応するが、従来の機器と比較して同等以下の大きさで実現する必要がある。高信頼化の要求に対しては、OAM (Operation, Administration and Maintenance) を用いた警報伝送機能や監視機能の packets ネットワークへの適用、あるいは packets ネットワークのリソース管理の一元化によって実現する。

ここでは、社会インフラを支える高速・高信頼オプティカルネットワークの構築に向けた日立の取り組みとして、光アクセスネットワークおよびメトロ／コアネットワークを構成する各種装置について述べる (図1参照)。

## 2. 光アクセスネットワーク

FTTH (Fiber to the Home) によるサービスは、高速インターネット接続や IP (Internet Protocol) 電話によって急速に拡大し、今後のさらなる発展には映像配信を含めたトリプルプレイサービス普及が鍵となる。FTTHでの映像配信は、映像と通信データを別波長により RF (Radio

Frequency) 信号で波長多重伝送する RF 方式と、デジタル化した映像情報を IP パケットで伝送する IP 方式がある。前者は、高精細映像や多チャンネル配信に適し、加入者側に IP-STB (IP Set Top Box) を必要としない。後者は、デジタル信号を扱うため伝送路での劣化がなく、VOD (Video on Demand) のような双方向型サービスに適している。

日立は、映像配信に向けて、伝送路での劣化の影響を受けにくい FM (Frequency Modulation) 一括変換技術<sup>3)</sup> による RF 方式の V-ONU (Video—Optical Network Unit) の製品展開と、IP 方式で高精細映像の多チャンネル配信に適した 10G-EPON (10 Gigabit-Ethernet<sup>※)</sup> Passive Optical Network) の実用化に向けた技術開発に取り組んでいる。

### 2.1 V-ONUの製品展開および特徴

すでに製品化した屋内型と屋外型の2種類の V-ONU<sup>4)</sup> に加え、NTT (日本電信電話株式会社) 仕様に基づき、V-ONU と データ 通 信 用 GE-ONU (Gigabit Ethernet -ONU) 機能を統合した GV-ONU を製品展開している (図2, 表1参照)。この装置により、1本の光ファイバで、通信サービスと RF 方式による映像サービスの両方を提供することが可能である。

4種類の ONU は、加入者宅の設置場所や利用形態に応じて選択可能であり、装置適用の利便性が高まった。

GV-ONU は、映像と通信データの波長分離多重をする

※) Ethernetは、米国Xerox Corp.の登録商標である。

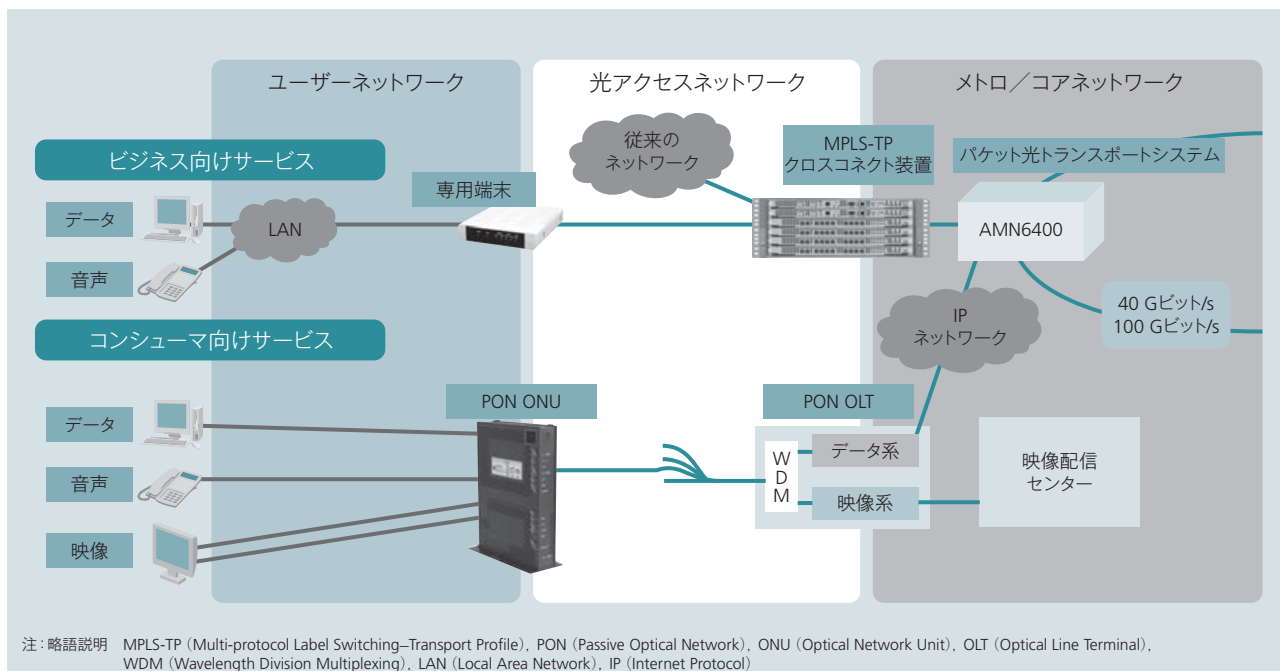


図1 光ネットワークシステム構成

光ネットワークシステムは、光アクセスネットワークおよびコアネットワークによって構成される。

WDM (Wavelength Division Multiplexing) フィルタと送受信光デバイスを内蔵した3分波器適用と、ONU基板の一枚化によって装置の小型化・省スペース化を実現した。また、GE-ONUのOAM通信機能を利用した(1)映像受

信部の遠隔監視と、(2)映像サービス停止制御が可能である。

(1)は映像信号の光入力断や想定レベルを下回った場合、および映像受信回路が故障したときに、ONUに表示するとともに、局側からオペレータが遠隔で故障状態を確認できる。(2)は加入者が映像受信不要となった場合に、遠隔からの映像サービスの停止により、消費電力低減と保守作業の省略が期待できる。

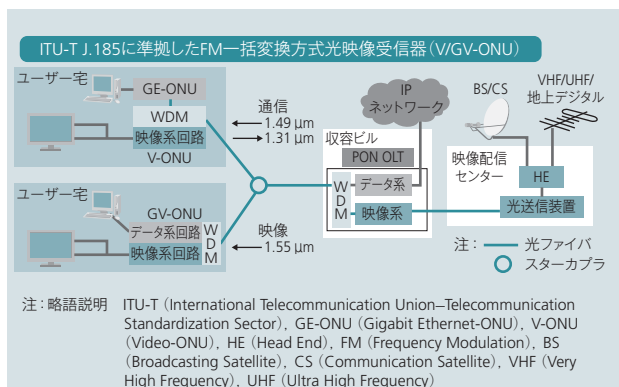


図2 FM一括変換方式映像配信システムの構成

各ONUの映像出力信号は、テレビ内蔵の地上デジタル/BSデジタル/110度CS対応チューナで受信することが可能である。

表1 V-ONUの製品展開および主な特徴

映像専用型(屋内型と屋外型)と映像・データ統合型(タイプ1とタイプ2)をラインアップし、1本の光ファイバでデータと映像サービスを提供することができる。

項目	内容			
分類	映像専用型ONU		映像・データ統合型ONU	
品種 (設置場所・動作温度)	屋内型V-ONU (屋内0~50℃)	屋外型V-ONU (屋外-20~50℃)	GV-ONUタイプ1 (屋内0~40℃)	GV-ONUタイプ2 (ホームゲートウェイ 搭載可能) (屋内0~40℃)
映像伝送	ITU-T J.185準拠のFM一括変換方式			
データ伝送	—	—	Ethernet	
外観				
容積	約700 cm <sup>3</sup>	約1,300 cm <sup>3</sup>	約700 cm <sup>3</sup>	約1,700 cm <sup>3</sup>

## 2.2 10G-EPON

現在普及しているGE-PON(伝送速度:1 Gビット/s)の10倍の帯域提供が可能で10G-EPON(伝送速度:10 Gビット/s)の標準化活動がIEEE802.3avとして進められており、2009年9月に最終承認される見込みである<sup>5)</sup>。

10G-EPONの基本システム構成を図3に示す。

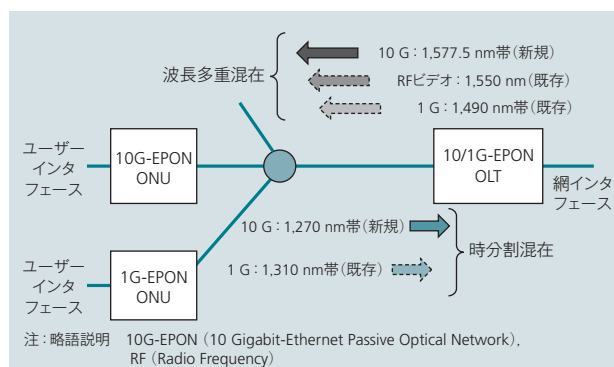


図3 10G-EPON 基本システム構成

同一光ファイバ内で現行GE-PONと共存使用が可能のように、10 Gビット/s伝送用の下りに1,577.5 nmを、上りに1,270 nm帯の波長を割り当てるのが標準仕様として規定されている。

同一光ファイバ内で現行GE-PONと共存使用が可能のように、10 Gビット/s伝送用に専用の波長を割り当て、波長多重して伝送を行うことが標準仕様として規定されている。

10G-EPONを使用することにより、例えば1チャンネル20 Mビット/sの帯域で配信される高精細映像を最大500チャンネル収容し、全加入者への映像配信サービスの展開が可能となる。

日立は、10G-EPONの標準化活動に初期段階から参画するとともに、実用化に向けた技術開発を行っている。2009年3月には、通信距離20 km、家庭用送受信器32台を接続した環境において、高信頼仕様を満たすビット誤り率 $10^{-12}$ での通信品質を実現し、双方向高精細映像通信を達成している<sup>6)</sup>。なお、10G-EPON開発の一部は独立行政法人情報通信研究機構委託研究「集積化アクティブ光アクセスシステムの研究開発」によるものである。

### 3. メトロ/コアネットワーク

#### 3.1 MPLS-TP方式

伝送ネットワークの主な課題として以下の4点が挙げられる。

- (1) サービスごとにネットワークが存在することによるネットワークの複雑化
- (2) ルータ/L2SW (Layer2 Switch) ネットワークによるネットワークのフラット化、自律化による故障範囲の特定が困難
- (3) 従来の設備老朽化
- (4) 各種IPサービス対応のためのさらなる大容量化・ネットワーク品質要求の多様化

これらの課題を解決する伝送方式としてMPLS-TP (Multi-protocol Label Switching—Transport Profile) 方式が目されている。この方式は、エンドツーエンドでの品質を保証できるようにネットワーク全体の制御・管理を可能とするため、従来のルータやL2SWとは異なり、パケットネットワーク上で、パスの保守管理を行う経路制御機能をパケット転送機能から分離したアーキテクチャであり、IETF/ITU-T (Internet Engineering Task Force/International Telecommunication Union—Telecommunication Standardization Sector) で標準化が進められている方式である。ネットワーク全体の経路や帯域などのリソースを一元的に管理することで、品質保証および故障範囲の特定を実現する。

#### 3.2 メトロネットワーク向けトランスポートシステム

日立は、メトロネットワーク向けトランスポートシステム

として「AMN1710」MPLS-TPクロスコネクタ装置を開発している (図4参照)。

この装置の特長を以下に述べる。

- (1) 高信頼ネットワークの構築：MPLS-TP方式の採用および各種OAM機能 (パスの接続性確認、高速切り替えなど) の充実によってパケットネットワークの高信頼化を実現
- (2) レガシーネットワークインタフェースの収容：TDM (Time-division Multiplexing), ATM (Asynchronous Transfer Mode) などの従来インタフェース収容により、ネットワークの老朽化に伴う既存ネットワークのマイグレーションが可能
- (3) 小型・高性能・拡張性：高密度実装技術、高速信号配線技術により、小型・高性能および低消費電力化を実現し、インタフェースカードのユニバーサルスロット化によって新規インタフェース (サービス) 追加を容易化

#### 3.3 コアネットワーク向けトランスポートシステム

次世代の光トランスポートシステムにおいても、大容量化に加えて、増大するパケットトラフィックに最適なスイッチング機能の実装、従来システム同様の高信頼性を実現する必要がある。これに対し、MPLS-TP機能を次世代光トランスポートシステムに統合した製品として「AMN6400」パケット光トランスポートシステムを開発している (図5参照)。

AMN6400の特徴は、コアネットワークに適用可能で、40 Gビット/sや100 Gビット/sの光信号を波長多重 (WDM) して長距離の大容量伝送を実現するとともに、メトロネットワークにも適用可能で、パケットおよびTDMの両トラフィックを混在収容できることである。

波長/TDM/パケットの各レイヤでのスイッチング機能によって帯域を有効利用するとともに、光信号の管理を実現するOTN (Optical Transport Network) および

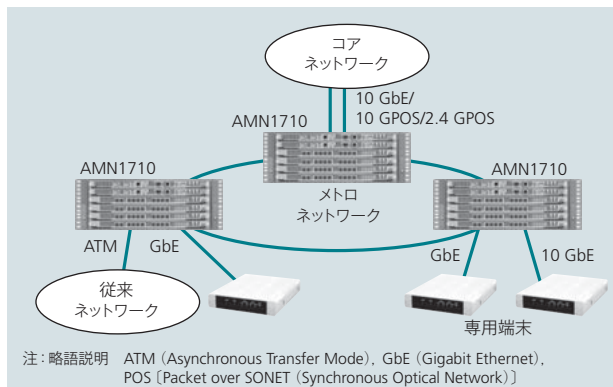
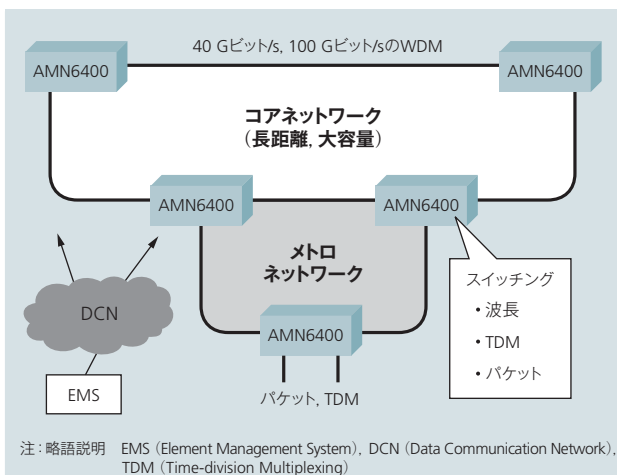


図4 パケットトランスポートシステム「AMN1710」

「AMN1710」は、MPLS-TP方式採用により、高速・高信頼・レガシーマイグレーションなど、メトロネットワークの各種要件を実現する。



**図5** パケット光トランスポートシステム「AMN6400」  
コアおよびメトロネットワークに適用可能で、パケットおよびTDMの両トラフィックの混在収容、40 Gビット/sや100 Gビット/sのWDM長距離大容量伝送が可能である。

MPLS-TP方式の適用によって高信頼化を実現する。

AMN6400の構成は、収容サービス対応の全カードを実装可能な汎用シェルフと、これら装置を監視制御するEMS (Element Management System) プラットフォームから成る。汎用シェルフはマルチシェルフ構成による増設が可能であり、また、EMSはソフトウェアのアップグレードによって機能拡張できるため、需要に対応した最小限の投資で設備を実現でき、経済的に既存TDMサービスと新たなパケットサービスの収容を実現する。

#### 4. 標準化動向および日立の取り組み

PONやMPLS-TP技術は、ITU-T、IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc)、IETFなどの国際標準化団体によって標準化が行われている。近年の国際標準化においては、相互接続検証やコンファレンスの果たす役割が拡大している。その背景には、標準化される仕様の肥大化により、キャリア・ベンダー双方にとって標準仕様の抽出が重要になっているという現実がある。特に欧米における相互接続検証は、コンファレンスや展示会と密接に連動しており、マーケティングツールやプレゼンス向上としての側面も持つ。

日立は、早期からこれらの標準化団体に加盟し、専門家を中心に関連する技術の規格策定に参画してきた。通信システムベンダーとして長年にわたり蓄積した技術・経験・ノウハウを生かし、現在は主要展示会へ積極的に参加し、相互接続検証や各種コンファレンスに注力している。

このような標準化に対する総合的な取り組みは、各国のベンダーから注視されており、参入も本格化している。日立としても、研究・設計開発・SE (System Engineer) ほかの各部門の連携により、業界におけるさらなるプレゼンスの向上およびグローバルプレーヤーとしての地位確立

をめざしていく。

#### 5. おわりに

ここでは、社会インフラを支える高速・高信頼オプティカルネットワーク構築に向けた日立の取り組みとして、光アクセスネットワークおよびメトロ/コアネットワークを構成する各種装置について述べた。

ユーザーや情報量の増加に伴いネットワークの高速化は必須であり、合わせて高信頼化を実現することはますます重要になると思われる。

日立は、海外を含めた市場の要求、および国際標準化の動向を注視し、今後も社会に貢献できるネットワークを提案していく考えである。

#### 参考文献など

- 1) 総務省：ブロードバンドサービスの契約数等 (平成21年3月末), [http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/14885.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/14885.html)
- 2) 中野, 外: NGNの基盤を支える光ネットワークシステム, 日立評論, 90, 6, 514~517 (2008.6)
- 3) 池田, 外: FM一括変換技術を用いた広域映像配信, NTT技術ジャーナル, vol.19, No.5, p.44~47 (2007.5)
- 4) FM一括変換方式光映像受信装置, 日立評論, 90, 6, 534 (2008.6)
- 5) IEEE802.3av Draft3.4 (2009.7)
- 6) 日立製作所ニュースリリース, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2009/03/0317.pdf>

#### 執筆者紹介



##### 西野 良祐

1996年日立製作所入社, 情報・通信システム社 情報・通信グループ 通信ネットワーク事業部 ネットワークシステム本部 アクセス装置部 所属  
現在, パケット光トランスポートシステムの開発に従事  
電子情報通信学会会員



##### 対馬 英明

1984年日立製作所入社, 情報・通信システム社 情報・通信グループ 通信ネットワーク事業部 ネットワークシステム本部 ネットワーク装置部 所属  
現在, パケット光トランスポートシステムの開発に従事  
工学博士  
電子情報通信学会会員



##### 佐藤 栄裕

1978年日立製作所入社, 情報・通信システム社 情報・通信グループ 通信ネットワーク事業部 ネットワークシステム本部 アクセス端末開発部 所属  
現在, 光アクセスシステムの開発に従事  
電子情報通信学会会員



##### 田中 晋輔

2000年日立製作所入社, 情報・通信システム社 情報・通信グループ 通信ネットワーク事業部 事業推進本部 海外システム部 所属  
現在, ネットワークシステムのグローバルマーケティング業務に従事