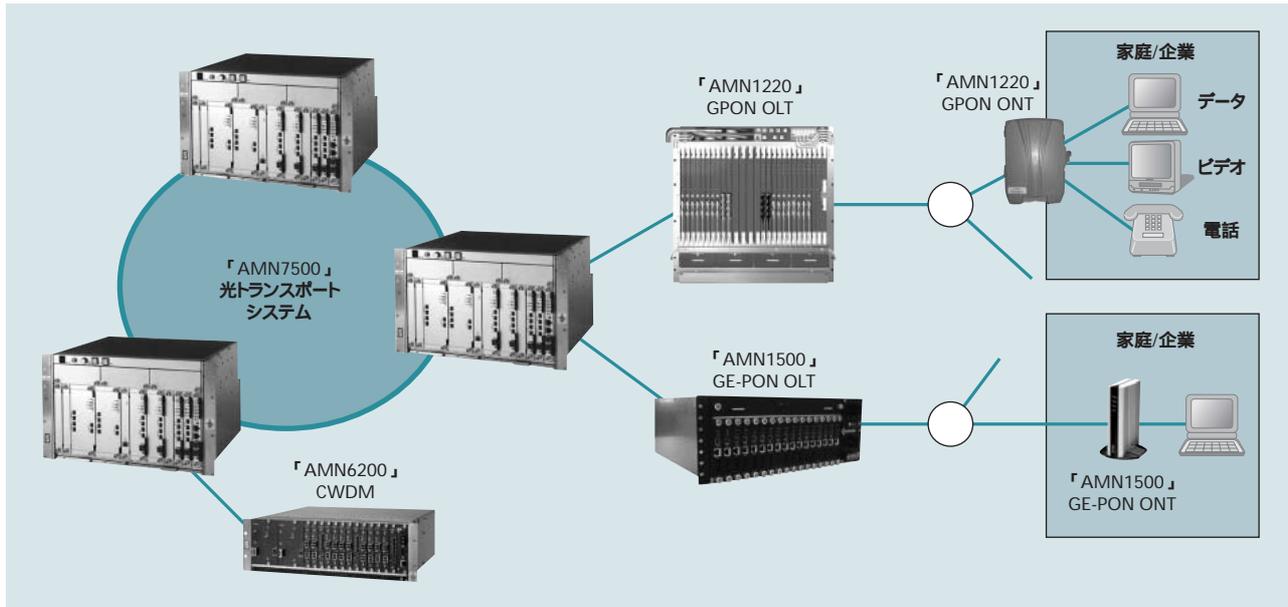


# 快適なトリプルプレイネットワーク環境を支える 光トランスポートシステムと光アクセスシステム

Optical Transport Systems and Optical Access Systems for Triple-Play Broadband Services

中野 幸男 Yukio Nakano  
中野 博行 Hiroyuki Nakano

対馬 英明 Hideaki Tsushima  
大平 昌輝 Masaki Ôhira



注:略語説明は CWDM( Coarse Wavelength Division Multiplexer ), GPON( Gigabit-Capable Passive Optical Network ), GE-PON( Gigabit Ethernet\* PON )  
OLT( Optical Line Terminal ), ONT( Optical Network Terminal )  
\* Ethernetは,米国Xerox Corp.の登録商標である。

図1 光トランスポートシステムと光アクセスシステム

光トランスポートシステムおよびGPON,ギガビットイーサネットPON光アクセスシステムは,企業や家庭への高速で快適なトリプルプレイサービス(データ,ビデオ,電話)を提供する。

## 1.はじめに

光伝送技術は,大容量のデータを長距離伝送できることから,主に(都市)間のトランスポートシステムに用いられてきた。しかし,ネットワークサービスのブロードバンド化が進んできたため,市内の伝送やユーザーからのアクセスシステムにも光伝送技術が使われ始めている。各家庭や企業から光ファイバを引いて光伝送を行う光アクセスシステムは,ADSL( Asymmetric Digital Subscriber Line システムやケーブルモデム)に比べ,はるかに高速なアクセスができるため,ブロードバンドの究極の方式と考えられている。

ネットワークサービスのIP( Internet Protocol )化とそのブロードバンド化に伴い,ネットワークの基本部分を支える光トランスポートシステムには,従来の電話や専用線データの伝送だけでなく,IP系のブロードバンドサービスを大容量に効率よく転送することが要求されている。

また,光トランスポートを運用するネットワークオペレータにとって,システムの使いやすさは,ますます重要な課題となっている。例えば,IPネットワークの論理的なポリシーを制御システムから簡単に変更できるような機能が要求されている。

日立グループは,コア網,メトロコア網,メロアクセス網の各領域を対象に多種類の光トランスポートシステムを提供している。コア網である大容量イーサネット網を構築するシステムには,光クロスコネクト,ROADM( Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer )の各システムが構築できる光トランスポートプラットフォーム「AMN7500」を提供し,WDM( Wavelength Division Multiplexer )技術を使って,柔軟に構成変更することができる使い勝手のよい光コアネットワークの構築を可能とする。また,大容量で取り扱いが容易なメロコア網の構築には,CWDM( Coarse WDM )システムが最適である。光アクセス網には,家庭や企業へのギガビットクラスのサービスも

最適なブロードバンドネットワーク環境の提供にはコア網、メトロコア網、メトロアクセス網のいずれにおいても、光伝送技術が重要な役割を果たす。日立グループは、これら各領域を対象に、光トランスポートプラットフォーム「AMN7500」、IEEE 802.3ah標準準拠GE-PONシステム「AMN1500」、ITU-T G.984標準準拠GPONシステム「AMN1220」など、さまざまな光トランスポートシステムを提供している。

可能とする2種類のPON( Passive Optical Network )システムを提供している。つまり、イーサネットサービスに特化したIEEE 802.3ah標準準拠のギガビットイーサネットPON( 以下、GE-PONと言う。 )システム「AMN1500」、およびVoIP( Voice over IP )と既存の電話、アナログとIP( Internet Protocol )のビデオ、さらにデータのトリプルプレイを可能とするITU-T G.984標準準拠のGPON( Gigabit-Capable PON )システム「AMN1220」である。これらのシステムにより、ネットワークプロバイダは、そのサービス要求条件に最も適合するシステムを構築することが可能になる。

ここでは、IP系ブロードバンドシステムに適した光トランスポートネットワークを構築することを目的とした、高機能で使いやすいコア、およびメトロ系の光トランスポートシステムと光アクセスシステムについて述べる( 図1参照 )。

## 2. 光トランスポートシステム

### 2.1 光トランスポートシステムへの要求条件

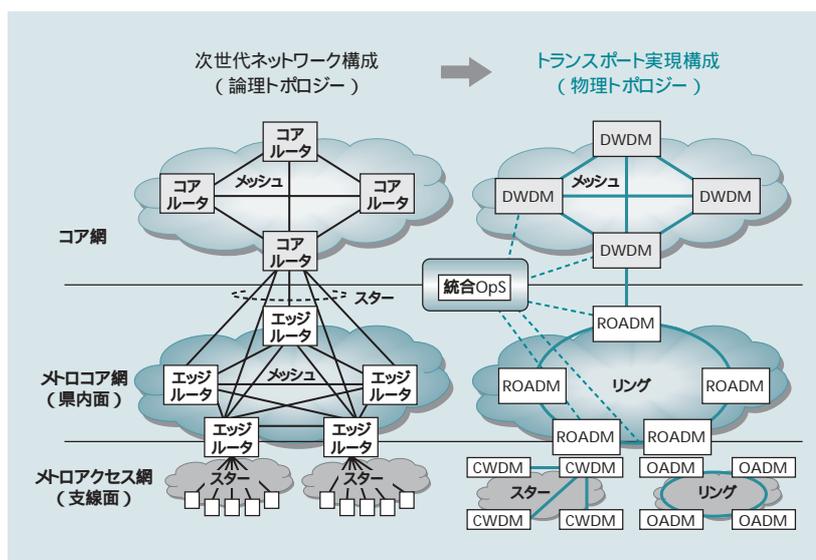
オールIP時代の光トランスポートシステムには、従来からのSDH( Synchronous Digital Hierarchy 国際標準規格<sup>1)</sup>)に加え、IP系インタフェースの収容が要求される。また、それぞれのネットワークエリアには、以下の技術要件が要求される。

- (1) コア網: 500 ~ 1,000 kmの超大容量トラフィックに対応する全光DWDM( Dense WDM )メッシュネットワーク、OXC( Optical Cross-Connect )機能、40 Gビット/sインタフェースなど
- (2) メトロコア網( 県内面 ): 100 ~ 500 km程度の高信頼・大容量でフレキシブルに再構築が可能なネットワーク、ROADM( Ring )など
- (3) メトロアクセス網( 支線面 ): 100 km以下程度の経済的な設備・運用コストを実現できるポイントツーポイントまたはリング

ネットワーク、CWDM、OADM( Optical Add/Drop Multiplexer )など

### 2.2 光トランスポートシステムの構成

次世代の光トランスポートネットワークに想定される構成例を図2に示す。論理トポロジーとしては、コア網とメトロコア網がコアルータおよびエッジルータのメッシュ、メトロアクセス網ではスターである。これに対して物理トポロジーは、コア網ではDWDM技術を用いたメッシュネットワーク、将来的には、全光OXC)、メトロコア網ではDWDMによるファイバ心線の有効利用と高信頼化を実現するROADM( Ring )ネットワーク、メトロアクセス網では、CWDMを用いたスター構成、またはOADMによるリング構成にすることが経済的に有効となる。また各エリア間にまたがって、各ネットワークを統合管理することにより、保守・運用・管理の効率化を図ることができることから、トータルなネットワークとしての新しい展開が期待される。



注: 略語説明 OpS( Operation System )、DWDM( Dense Wavelength Division Multiplexer )、ROADM( Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer )、OADM( Optical Add/Drop Multiplexer )

図2 光トランスポートネットワークの構成例

物理トポロジーは、コア網ではメッシュ、メトロコア網ではリング、メトロアクセス網ではスターまたはリングと考えられる。光ファイバの効率的な利用やネットワーク信頼性などの観点から、論理トポロジーとは異なる。

### 2.3 メトロコア系光トランスポートシステム

コア網から、メトロコア網、メトロアクセス網に至る光ネットワークでさまざまなサービスのトラフィック変動にフレキシブルに対応するため、次世代光トランスポートプラットフォーム「AMN7500」<sup>2)</sup>を開発した。そのシェルフは、19インチラックに搭載可能であり、当社従来装置比で約 $\frac{1}{4}$ の小型化を実現している(図3参照)。

メトロコア網向けの特長は以下のとおりである。

- (1) 32波長以上の波長多重で、遠隔制御により、波長単位のAdd/Drop/Through設定が可能
- (2) 伝送路ファイバは通常分散ファイバ( SMF:Single Mode Fiber )、分散シフトファイバ( DSF:Dispersion Shifted Fiber )のいずれも適用が可能で、リング長500 km程度のシステムを構築することが可能
- (3) ユーザーインタフェースは、GbE( Gigabit Ethernet )、10GbE、STM( Synchronous Transfer Mode )16、STM-64など( 電気多重トランスポンダを含み、将来はSTM-256も収容 )、局間ではユーザー信号を高信頼なOTN( Optical Transport Network )に収容してパス管理し、フルバンド波長可変トランスポンダを採用
- (4) ユニバーサルスロットを採用することにより、需要に応じて必要となるパッケージを任意のスロットに搭載して運用可能、またユニット単位での増設でコロケーションスペースを有効活用

### 2.4 メトロアクセス系光トランスポートシステム

リング長100 km以下程度のメトロアクセス網に対しても、同一のAMN7500プラットフォームを適用することにより、メトロコア網と同様なOADMシステムの構築が可能であり、複数の光ネットワークの統合管理、高信頼な波長パス管理を実現する。伝送距離が短いことから、局間の10 Gビット/sインタフェースに

対する分散補償の省略、光増幅用品数の低減などにより、いっそう使い勝手のよいシステムを提供することが可能である。

さらに、ポイントツォポイントのシステム対応として、CWDM技術を用いた小容量WDMシステム「AMN6200」<sup>2)</sup>を開発した(50ページ参照)。

## 3. 光アクセスシステム

### 3.1 光アクセスシステムへの要求条件

光アクセスシステムには、以下の技術要件が要求される。

- (1) 異なるベンダー装置間の接続のために、国際標準化への準拠が要求される。光アクセスシステムの最近の主要な国際標準としては、イーサネットアクセスの標準IEEE 802.3ahと、GPONと呼ばれるITU-T G.984標準がある。
- (2) ネットワークオペレータの多彩なサービスの種類に応じたユーザーインタフェースが求められる。イーサネットポートだけのシンプルなシステムから、電話ポートやビデオポートまで含む統合型システムまで、幅広い種類の宅内装置が要求される。

### 3.2 光アクセスシステムの構成

光アクセスシステムの高速化とサービス多様化の要求に応じて、日立グループは、IEEE 802.3ah<sup>3)</sup>準拠のシステムであるGE-PONシステム「AMN1500」と、ITU-T G.984<sup>4)</sup>準拠のGPONシステム「AMN1220」を市場に提供している。

AMN1500のGE-PONシステムは、主として、国内およびアジア市場で要求されるイーサネット特化型のシステムとして開発しており、シンプルであるのが特長である(49ページ参照)。

AMN1220のGPONシステムは、北米を中心に要求が強い、電話、ビデオ、データのトリプルプレイサービスや、企業向けのサービスに適するシステムとして開発している。宅内側装置(ONT:Optical Network Terminal)のユーザーインタフェースが多彩であり、また、ユーザーごとの帯域管理などの機能を豊富に持つ装置である。

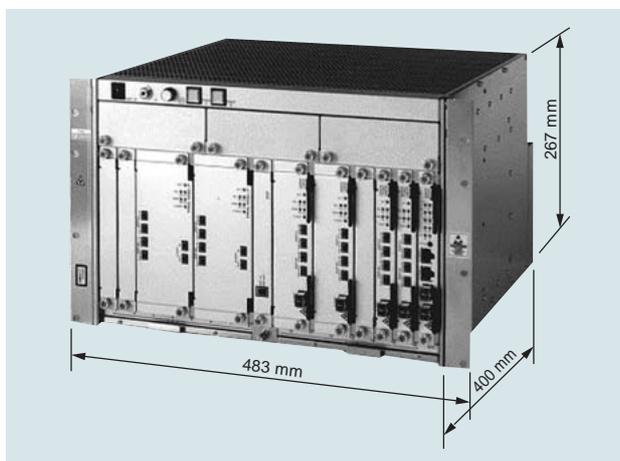


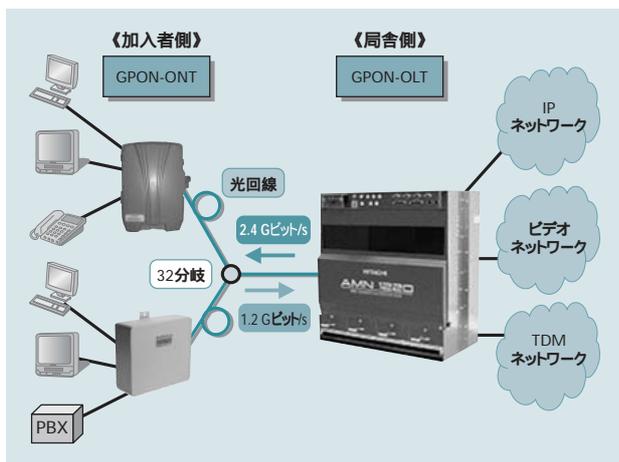
図3 光トランスポートシステム「AMN7500」の外観  
19インチラックに搭載可能であり、従来装置の約 $\frac{1}{4}$ (当社製品比)の小型化を実現している。

表1 光アクセスシステムの仕様

日立はイーサネット特化型のGE-PONと、トリプルプレイに適するGPONを光アクセス製品のポートフォリオとして持つ。

項目	「AMN1500」GE-PON	「AMN1220」GPON
準拠標準	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984シリーズ
下り伝送速度	1.25 Gビット/s	2.488 Gビット/s
上り伝送速度	1.25 Gビット/s	1.244 Gビット/s
ネットワークインタフェース	1000BASE-SX/LX	1000BASE-SX/LX, DS1(1.5 Mビット/s), OC-3(150 Mビット/s)
ユーザーインタフェース	100BASE-TX, 1000BASE-T	100BASE-TX, 1000BASE-T, 電話, DS1, VDSL, RFビデオ

注:略語説明 DS1( Digital Signal-Level1 )  
VDSL( Very high-bit-rate Digital Subscriber Line )  
RF( Radio Frequency )



注:略語説明 IR(Internet Protocol), TDM(Time Division Multiplexer)  
PBX(Private Branch Exchange)

図4 ITU-T準拠 GPONシステム「AMN1220」

IP,ビデオ,TDMの3種類のネットワークを収容し,データ,ビデオ,電話のトリプルプレイサービスを提供することができる。

ネットワークオペレータは,そのサービス戦略に応じて,装置を選択し,必要な機能とユーザーインターフェースを選択することができる(表1参照)。

### 3.3 GPONシステム

ITU-T G.984.3標準に準拠したGPON方式による光アクセスシステムAMN1220について述べる。

このシステムは,ユーザー側インターフェースとしてイーサネット,DS1(Digital Signal-Level 1),データ通信や映像配信サービスのほか,音声通信をサポートしている。また,PON区間ではGPON信号とは独立にRF(Radio Frequency)ビデオ信号も波長分割多重している(図4参照)。NE(Network Element)管理インターフェースにはTL1(Transaction Languages 1)コマンドを採用している。

GPONシステムの主な特徴は以下のとおりである。

- (1) データ,ビデオ,電話のトリプルプレイに適應
- (2) 最大32ユーザーで設備を共用することから,設備導入が経済的
- (3) GPON方式準拠の下り2.4 Gビット/s,上り1.2 Gビット/sの広帯域性能を有し,下り2.4 Gビット/sは高精細動画などの大容量マルチキャストに効果的
- (4) ユーザーからの送信要求に基づいて上り帯域を割り当てるDBA(Dynamic Bandwidth Assignment)およびデータをPONの汎用GEM(GPON Encapsulation Mode)フレームにカプセル化,細分化することにより,1.2 Gビット/sの上り帯域の使用効率を追求
- (5) レガシーな電話系回線,VoIP信号の双方を収容
- (6) デジタル信号とは独立にアナログ系RFビデオ信号を波長分割多重で収容し,ケーブルテレビ信号の足回りとして使用可能

(7) 各種専用デバイスの開発による高信頼かつ高速な信号処理

(8) 加入者側の装置は屋外設置も可能なように広範囲な環境温度に適應

## 4. おわりに

ここでは,IP系ブロードバンドシステムに適した光トランスポートネットワークを構築することを目的とした,高機能で使いやすいコアおよびメロコア系の光トランスポートシステムと光アクセスシステムについて述べた。

各家庭に光アクセスによるブロードバンドサービスが普及する時代となり,光伝送技術の果たす役割はますます重要性を増していくと予測されている。日立光トランスポートシステムは,コア網,メロコア網,メロコアアクセス網の全分野にまたがり,さらなる機能拡張,使い勝手の向上を目指して進化していく。

日立グループは,今後も,総合製品力を生かした光トランスポートソリューションの提案を通じ,ユビキタス情報社会に貢献する考えである。

### 参考文献など

- 1) ITU-T G.707 Network node interface for the synchronous digital hierarchy(SDH)【2003.12】
- 2) 中野,外:ユビキタス情報社会の基盤となる光トランスポートプラットフォーム,日立評論,87,6,553~556(2005.6)
- 3) IEEE 802.3ah
- 4) ITU-T G.984.3 Gigabit-capable Passive Optical Networks(GPON): Transmission convergence layer specification(2004.2)

### 執筆者紹介



中野 幸男  
1983年日立製作所入社,株式会社日立コミュニケーションテクノロジー アクセス製品企画部 所属  
現在,光アクセス製品企画業務に従事  
工学博士  
電子情報通信学会会員,IEEE会員



中野 博行  
1981年日立製作所入社,株式会社日立コミュニケーションテクノロジー ネットワーク装置部 所属  
現在,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,IEEE会員



対馬 英明  
1984年日立製作所入社,株式会社日立コミュニケーションテクノロジー ネットワーク装置部 所属  
現在,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



大平 昌輝  
1991年日立製作所入社,株式会社日立コミュニケーションテクノロジー GDプロジェクト 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