

バックボーンネットワークを支える高速光トランスポートシステム

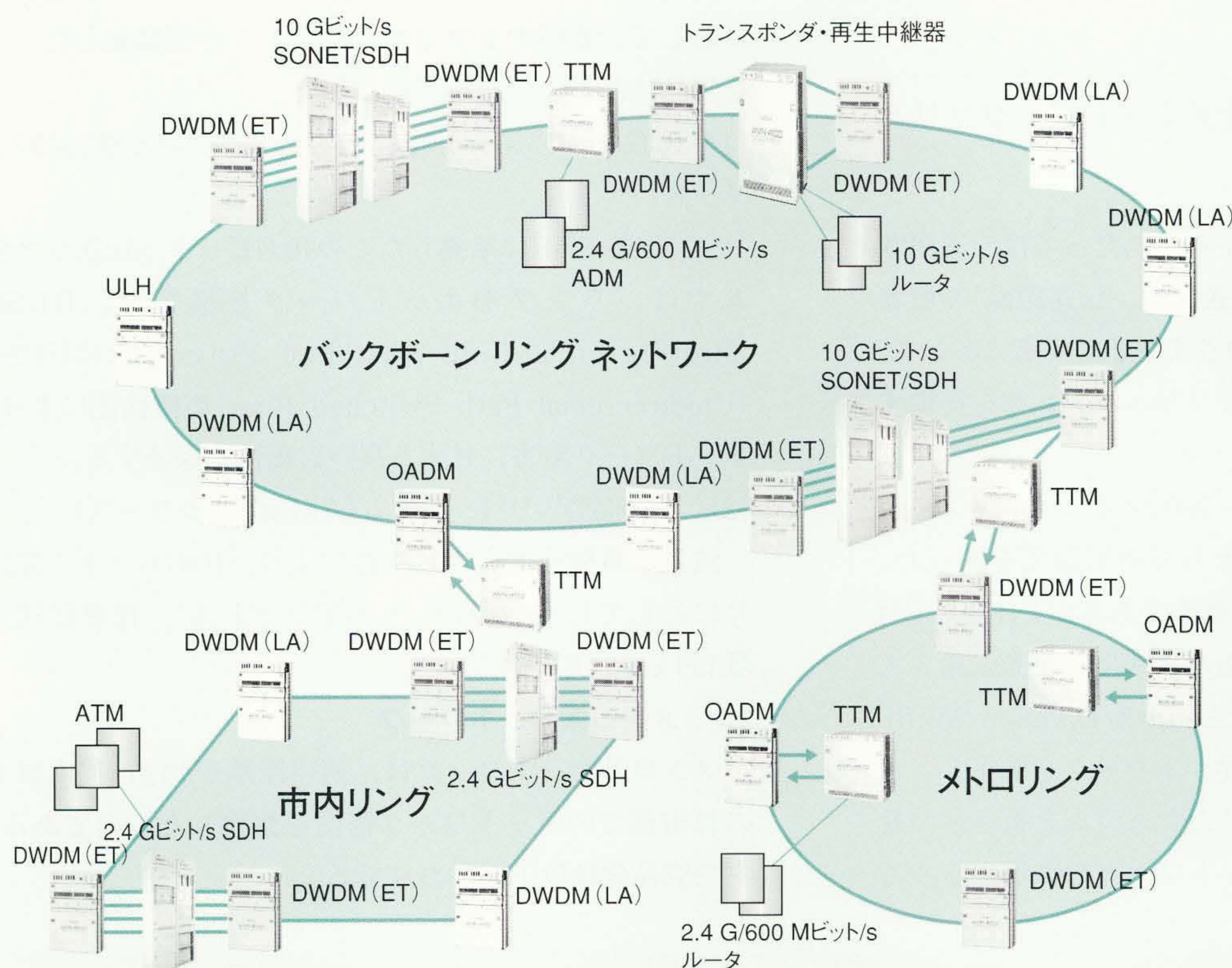
High-Speed Optical Transmission Systems for Backbone Networks

坂井 和隆 Kazutaka Sakai

山本 景宏 Kagehiro Yamamoto

對間 毅一郎 Kiichirô Taima

石川 一郎 Ichirô Ishikawa



注：略語説明

SONET (Synchronous Optical Network)
SDH (Synchronous Digital Hierarchy)
DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing)
ET (End Terminal)
LA (Line Amplifier)
ULH (Ultra Long Haul)
OADM (Optical Add-Drop Multiplexer)
TTM (Transparent Transponder Multiplexer)
ATM (Asynchronous Transfer Mode)

バックボーンネットワークを構築する日立製作所の光トランスポートシステム

各バックボーンネットワーク間の接続およびATMとIPルータの接続に、OADMとTTMを用いて收容したネットワーク構成例を示す。DWDMと10 Gビット/s SONET/SDHシステムにより、大容量バックボーンネットワークに適したリング形ネットワークを構築する。

日立製作所は、大容量バックボーン(基幹)ネットワークに適したリング形ネットワークを実現するために、以下の特徴や性能を持つ各種の高速光トランスポート(伝送)システムを開発した。

(1) 国際標準であるSONET(Synchronous Optical Network)/SDH(Synchronous Digital Hierarchy)に準拠した10 Gビット/sと2.4 Gビット/s SDH光伝送装置では、BLSR(Bidirectional Line Switched Ring)またはUPSR(Unidirectional Path Switched Ring)切替機能により、高信頼性のリング形ネットワークを実現している。

(2) DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing)波長多重システムでは、10 Gビット/s光信号を最大128波(1.28 Tビット/s)で大容量伝送するとともに、OADM(Optical Add-Drop Multiplexer)機能により、途中ノードで波長多重化された任意波長の分岐・挿入を可能とし、ネットワークの柔軟な拡張を実現する。

(3) トランスペアレント(透過)多重伝送システムでは、低速インタフェースの運用管理情報を高速インタフェース側にトランスペアレント多重伝送することを可能とし、各種機器を柔軟に高速ネットワークへ收容する。

1 はじめに

近年のIP(Internet Protocol)を中心とした通信トラヒックの急増により、バックボーン(基幹)ネットワークの大容量化へのニーズがますます加速している。これを受けて日立製作所は、1997年に10 Gビット/s SONET(Synchronous Optical Network)システムを製品化した。さらに、光波長多重技術を利用した高密度波長多重シス

テム、光クロスコネクタや光分岐挿入機能を持つOADM(Optical Add-Drop Multiplexer)システムを開発し、最大1.28 Tビット/sの大容量光ネットワークへの適用を可能とした。また、高速IPルータや2.4 Gビット/s以下の既存装置を10 Gビット/sバックボーンネットワークへ收容するための、トランスペアレント(透過)多重伝送システムを開発した。これらのシステムにより、大容量光ネットワークのためのソリューションを提供する。

ここでは、これらの高速光トランスポート(伝送)システムの特徴と、これらのシステムで構築するネットワークアプリケーション、特にトランスペアレント多重伝送システムによる多様なアプリケーション形態への適用について述べる。

2

日立製作所の大容量光ネットワークソリューション

大容量ネットワークを構築するにあたっては、適用されるネットワークの規模(総伝送容量、伝送距離)や収容するインタフェース種別などのさまざまな要求に応じて、それぞれに最適でかつ経済的なソリューションを提供することが重要である。

この要求にこたえるために、各種ソリューションに合わせたシステムラインアップとしての製品化を図った。システムの基本構成は、国際標準であるSONET/SDH(Synchronous Digital Hierarchy)に準拠した光伝送システム¹⁾とDWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing)システム²⁾の組合せでネットワークを構築し、さらに、アプリケーションに応じたシステムを組み合わせることにより、さまざまなネットワークを実現する。こ

れらのシステムの体系を図1に示す。

2.1 基幹系ネットワーク

基幹系ネットワークとしては、適用距離(スパン長)が450 kmに及ぶ広域ネットワークを対象とし、総伝送容量に応じて大容量タイプと中容量タイプを製品化した。主な製品は以下のとおりである。

(1) 10 Gビット/s SONET/SDHシステム(AMN5192シリーズ)

SONET/SDHに準拠したこの10 Gビット/s伝送システムでは、リング形ネットワークを構築し、BLSR(Bidirectional Line Switched Ring)またはUPSR(Unidirectional Path Switched Ring)切替機能により、ネットワーク障害に対する高い信頼性を保証する。

(2) 大容量DWDMシステム(AMN6100シリーズ)

波長多重機能と光増幅機能により、10 Gビット/s光信号に対して最大128波長(1.28 Tビット/s)、標準伝送距離450 kmを実現する。

2.2 メトロ系ネットワーク

メトロ系ネットワークは、適用距離が40 km程度以下の都市部でのネットワーク構築を想定したものである。主な製品化は以下のとおりである。

		基幹系		メトロ系
		大容量	中容量	小容量
総伝送容量		～1.28 Tビット/s	～80 Gビット/s	～40 Gビット/s
適用距離		～450 km	～450 km	～40 km
対応システム	SONET/SDHシステム	10 Gビット/s SONET/SDHシステム(AMN5192シリーズ) ●高速インタフェース10 Gビット/s ●低速インタフェース2.4 Gビット/s, 622 Mビット/s ●4F-BLSR/UPSR 切替		24 Gビット/s SDHシステム(AMN5048シリーズ) ●高速インタフェース 2.4 Gビット/s ●低速インタフェース 622 Gビット/s, 156 Mビット/s ●UPSR 切替
	DWDMシステム	大容量DWDMシステム(AMN6100シリーズ) ●10 Gビット/s×128 波長多重 ●許容区間損失26 dB×5スパン ●OADM, ULHアプリケーション	中容量DWDMシステム(AMN601S) ●2.4 Gビット/s×32 波長多重 ●許容区間損失30 dB×5スパン ●低速インタフェース SONET/SDH(2.4 G～156 Mビット/s)	小容量DWDMシステム(AMN601A) ●2.4 Gビット/s×16 波長多重(中継増幅盤なし) ●低速インタフェース、イーサネット*1 ESCON*2, FDDI, SONET/SDH(2.4 G～156 Mビット/s)
	アプリケーションシステム	任意波長型OADMシステム(AMN6100シリーズ) ●任意波長のアッド・ドロップ制御		
	アプリケーションシステム(開発中)	トランスペアレント多重伝送システム(AMN4100シリーズ) ●高速インタフェース10 Gビット/s ●低速インタフェース2.4 Gビット/s, 622Mビット/s(オーバーヘッド情報透過多重方式)		
		OXCシステム(AMN7000シリーズ) ●光クロスコネク機能によるBWPSR切替	ULHシステム(AMN6100シリーズ) ●再生中継, 光SN比低減, 分散補償技術による最大4,000 km 伝送	

注：略語説明は ULH(Ultra Long Haul), FDDI(Fiber Distributed Data Interface), OXC(Optical Cross-Connect), BWPSR(Bidirectional Wavelength-Path Switched Ring)
*1 イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。*2 ESCONは、米国における米国 International Business Machines Corp.の登録商標である。

図1 多様なバックボーンネットワークに対応した各種光トランスポートシステムの体系

ネットワークの形態に合わせたSONET/SDHやDWDMシステムでネットワークの基幹を形成している。アプリケーションに応じてOADMやトランスペアレント多重伝送システムなどを組み合わせることにより、ネットワークを構築する。

(1) 2.4 Gビット/s SDHシステム (AMN5048シリーズ)

SDHに準拠したこの伝送システムでは、リング形ネットワークを構築し、切換方式として都市部のスター形トラヒックに最適なUPSR切換機能を提供する。

(2) 小容量DWDMシステム (AMN601Aシリーズ)

このシステムでは、2.4 Gビット/s信号を最大16波長に多重化する。メトロ系の多様なインタフェースに適用するために、各種低速インタフェース (SONET/SDH, イーサネット, ESCON, Fiber Channel, FDDI) を持っている。

2.3 アプリケーションシステム

(1) トランスペアレント多重伝送システム (AMN4100シリーズ)

SONET/SDHに準拠したこの10 Gビット/s伝送システムにより、次章に述べるように、既存の多様なアプリケーションを、バックボーンネットワークにそのまま収容することが可能となる。

(2) OADM/ULHシステム (AMN6100シリーズ)

OADMでは、DWDMの波長の中から任意の波長信号を分岐、挿入する。このシステムにより、波長単位でのサービス要求に対応することができる。

ULH (Ultra Long Haul) システムは、従来の再生中継技術と光SN比低減および分散補償技術により、最大4,000 kmを超える伝送を可能とするアプリケーションである。

両システムとも、該当機能パッケージを増設することにより、大容量DWDMシステムに対応が可能である。

(3) OXCシステム (AMN7000シリーズ)

OXC (Optical Cross-Connect) システムは、波長単位でのスイッチ機能を持ち、リニアやリング、メッシュなどの各種ネットワークの構築を可能とするものである。

これらのシステムによるバックボーンネットワークの構築例を21ページの図に示す。

3 トランスペアレント多重伝送システムの特徴

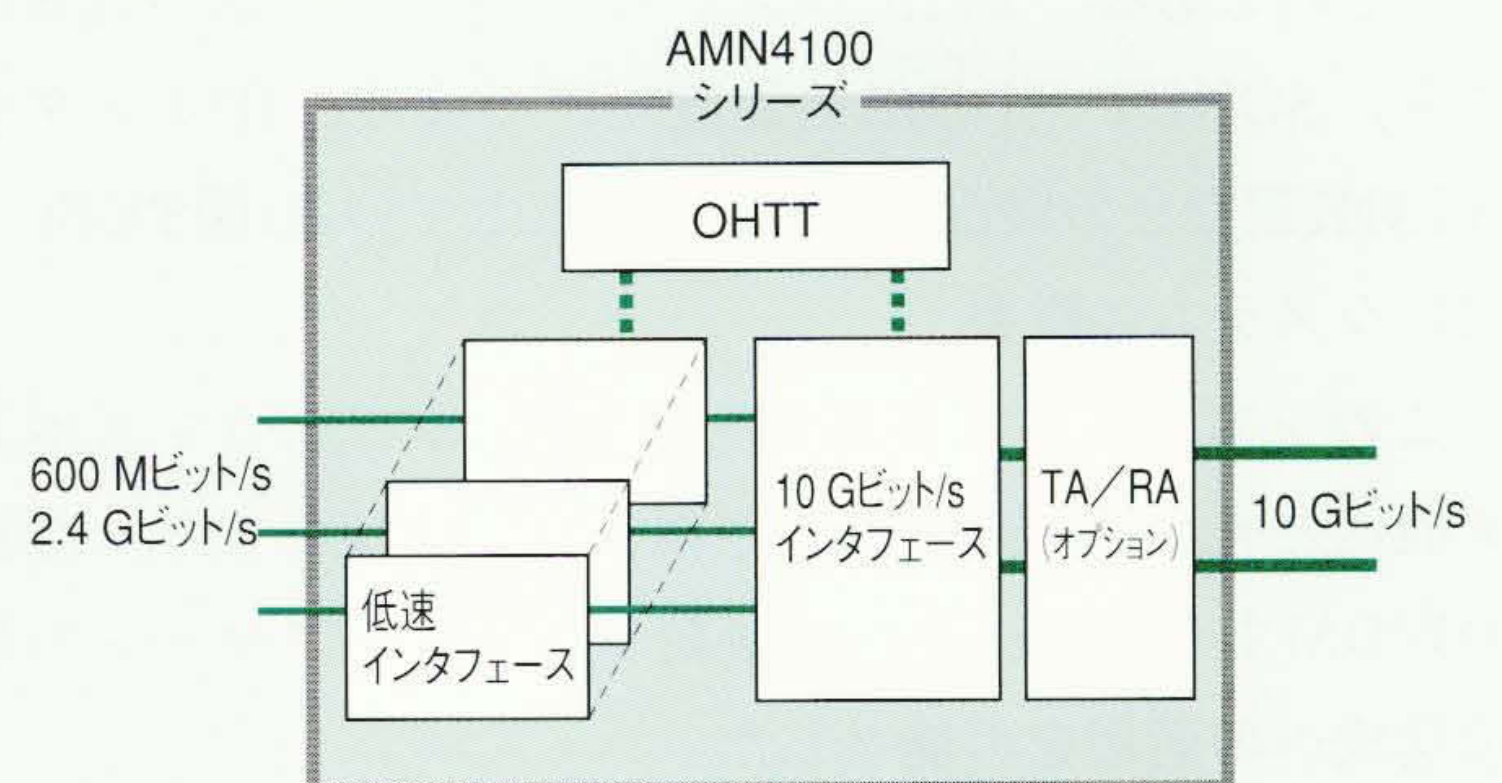
このトランスペアレント多重伝送システムは、バックボーンネットワークを構築する中で、多様なアプリケーションに対応する製品として開発した。システムの構成を図2に示す。主な特徴は以下のとおりである。

(1) トランスペアレント多重伝送機能

2.4 Gビット/sと600 Mビット/sの信号を10 Gビット/s信号に多重化するという、従来の多重化装置と同様な基本機能に加え、管理情報も同時に伝送する「トランスペ

アレント多重伝送機能」が大きな特徴である。この機能は、低速インタフェースにオーバーヘッド情報として付加されている運用管理情報を高速側にそのまま透過させて多重することにより、対向する低速装置まで伝達させる機能である。

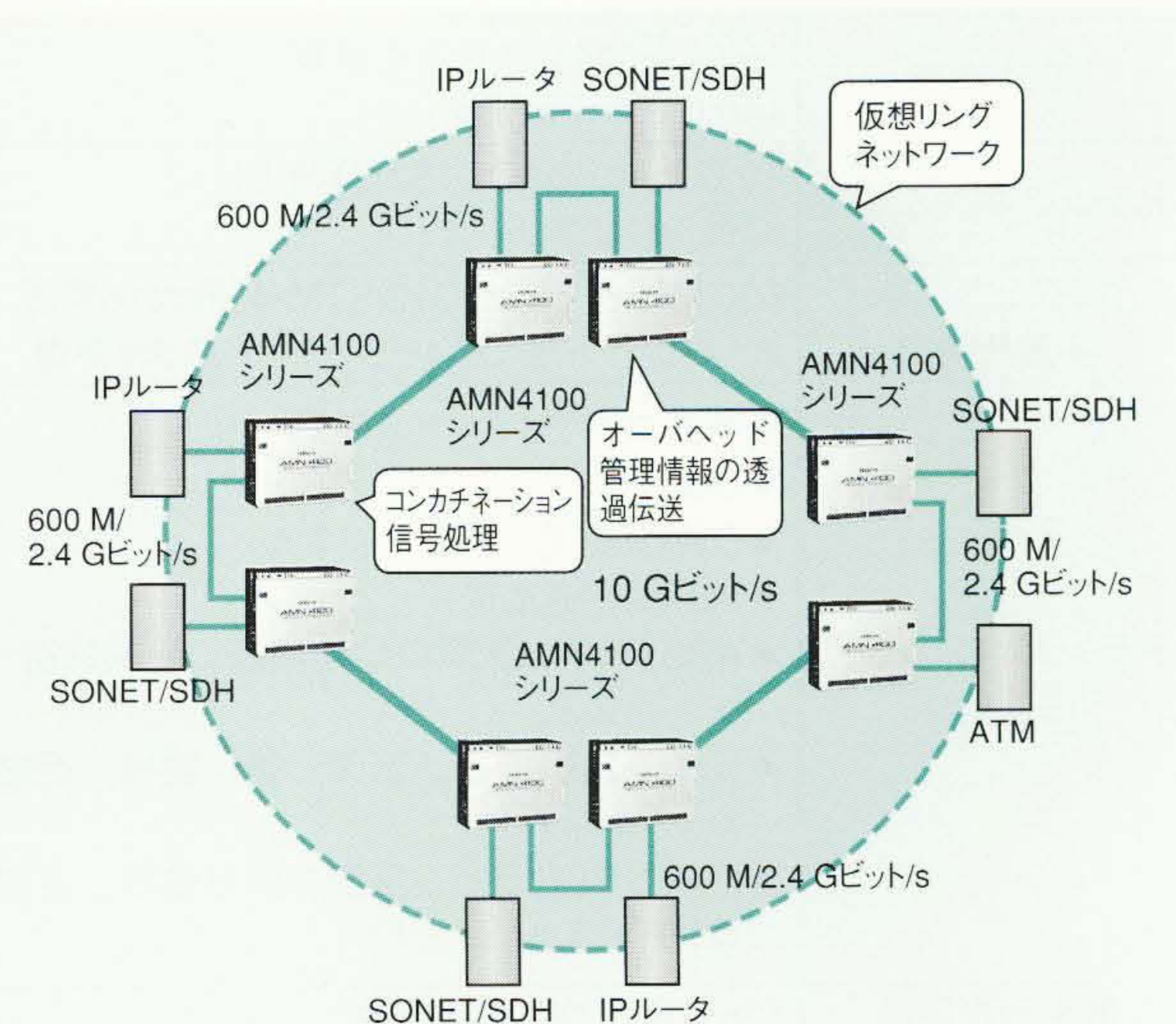
従来の多重化装置では、終端処理によって低速インタフェースのオーバーヘッド情報を対向する装置まで伝達させることはできなかった。これは、運用管理レイヤの階層化により、管理ネットワークを完全に統合することが必要となることを意味する。このことは、電話を主体と



注：略語説明 OHTT (オーバーヘッド透過伝送処理部)
TA/RA (光送受信増幅部)

図2 トランスペアレント多重伝送システムの構成

従来の多重化装置機能に加え、オーバーヘッド透過伝送処理機能を持つ。



注：略語説明 ATM (Asynchronous Transfer Mode)

図3 トランスペアレント多重伝送システムのアプリケーション例

低速インタフェースのオーバーヘッド管理情報を高速インタフェース側に透過多重することにより、従来のSONET/SDH伝送装置の運用管理機能を保存したまま10 Gビット/sへの多重化を可能とした。

した回線管理では重要な位置を占めていた。しかし、高速IPルータなどのように、光信号をそのままの速度で伝達すればよい場合には、逆に複雑化を招き、2.4 Gビット/sと600 Mビット/sのネットワークを簡単に10 Gビット/sのネットワークに収容することの妨げとなっていた。

このトランスペアレント多重伝送機能により、既存のネットワークの運用管理を保存したまま高速10 Gビット/s伝送へ拡張することが可能となった。例えば、リングネットワークの場合では、このネットワーク特有の切換機能を失うことなく、高速10 Gビット/s伝送へ拡張される。これは、リングネットワークが仮想的に保存されたように動作するものである。また、コンカチネーション(縦続)処理により、SONET/SDH伝送装置だけでなく、IPルータやATM装置などの機器の収容を可能としている(図3参照)。

(2) システムの概要

このシステムの主要諸元を表1に示す。トランスポンダ機能と光増幅盤による長距離伝送の実現により、既設のWDMネットワークへの接続やスタンドアローンの単独構成への適用を可能とした。

表1 トランスペアレント多重伝送システムの主要諸元

1架に4システムを搭載できる10 Gビット/s光伝送装置を開発した。この装置では、6種のオーバヘッド情報を透過できる。

項 目	仕 様 ・ 性 能
基本仕様	Bellcore GR-253-CORE
実装密度	1架に最大4システムを搭載 (40 Gビット/s・架)
トランスポンダ機能	10 Gビット/s(OC192/STM-64) 波長:ITUグリッド
10 Gビット/s 多重化機能	600 Mビット/s(OC12/STM-4)最大16多重 2.4 Gビット/s(OC48/STM-16)最大4多重
トランスペアレント 伝送機能	トランスペアレントオーバヘッド ●DCC(データ通信用) ●OW(保守電話用)チャネル ●SC(保守通信用) ●APS(ライン区間の切換制御、警報転送) チャネル ●ラインBIP(ライン区間の誤り監視、近端 点)チャネル ●ラインREI(ライン区間の誤り監視、遠端 点)チャネル
最大伝送距離	135 km(光増幅盤を搭載)

注:略語説明

DCC(Data Communication Channel), OW(Order Wire), SC(Service Channel), APS(Automatic Protection Switching), BIP(Bit Interleaved Parity), REI(Remote Error Indication), ITU(国際電気通信連合)

4 おわりに

ここでは、バックボーンネットワークを支える高速光トランスポートシステムについて述べた。

日立製作所のバックボーンネットワークへのソリューションとしての製品コンセプトは、SONET/SDH高速光トランスポートシステムとDWDMシステムを基本構成として、アプリケーションシステムによって機能拡張を図るというものである。特に、アプリケーションシステムの一つであるトランスペアレント多重伝送システムでは、既存ネットワークの容易な高速での収容を実現している。

今後も、ユーザーのニーズにこたえるネットワーク製品の開発に努め、バックボーンネットワークのソリューションを提案していく考えである。

参考文献

- 1) 中野, 外:バックボーンネットワーク用10 Gビット/s光伝送システム, 日立評論, 81, 9, 591~594(平11-9)
- 2) 尾島, 外:高密度波長多重による光ネットワークシステム, 日立評論, 81, 9, 587~590(平11-9)

執筆者紹介



坂井 和 隆
1986年日立製作所入社, 通信・社会システムグループ
通信事業部 光伝送本部 所属
現在, 10 Gビット/s光伝送システムの開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail: kazutaka_sakai @ cm. ted. hitachi. co. jp



山本 景 宏
1981年日立製作所入社, 通信・社会システムグループ
通信事業部 光伝送本部 所属
現在, DWDM光伝送システムの開発に従事
E-mail: kagehiro_yamamoto @ cm. ted. hitachi. co. jp



對間毅一郎
1983年日立製作所入社, Hitachi Telecom(USA), Inc.所属
現在, 10 Gビット/s光伝送システム, DWDM光伝送システムの開発に従事
E-mail: kiichiro. taima @ hitel. com



石川 一 郎
1982年日立製作所入社, 通信・社会システムグループ
社会・ネットワークシステム事業部 キャリアソリューション本部 所属
現在, 10 Gビット/s光伝送システム, DWDM光伝送システムのSE業務に従事
電子情報通信学会会員
E-mail: ichiro_ishikawa @ cm. ted. hitachi. co. jp