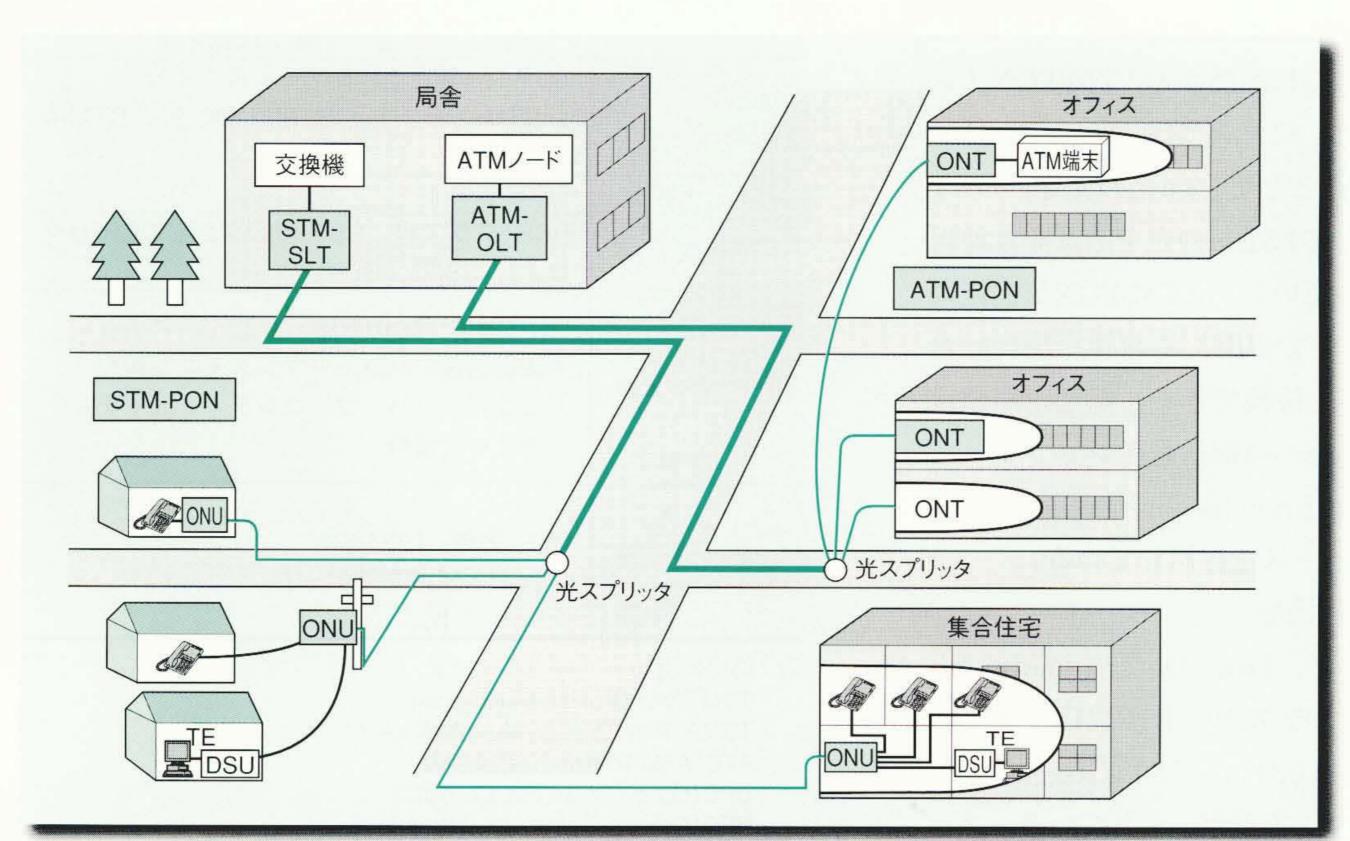
高速マルチメディアサービスを経済的に実現する PON方式全光化アクセスシステム

PON-Based All Fiber-optic Access System for High-Speed Multimedia Services

Yoshihiro Ashi 遠藤 昇 Noboru Endô Eisuke Satô Akihiko Tanaka 田中晶彦



注:略語説明

- STM-PON (Synchronous Transfer Mode-Passive Optical Network) STM-SLT (STM-Subscriber Line Terminal: STM型光加入者線端局
- 装置) ONU (Optical Network Unit; 光加入
- 者線終端装置) DSU (Digital Service Unit; ディジタ ル回線終端装置)
- TE(Terminal Equipment;端末装置) ATM-PON (Asynchronous Transfer
- Mode-PON) ATM-OLT (ATM-Optical Line Termi-
- nal;ATM型光伝送路終端装置 ONT (Optical Network Terminal; 光 加入者線終端装置)

PON方式による光加入者 収容イメージ

局舎から各家庭、オフィス までを光ファイバで接続する ことにより、電話の通信サー ビスに加え、データ通信など の高速通信サービスを提供す ることができる。PON方式 は、局舎設備と光ファイバケ ーブルを複数の加入者で共用 できるので経済性に優れる。

PON(Passive Optical Network)方式は、光ファイバや局舎設備を複数の加入者で共用することによって家庭やオフィスへの光 ファイバ導入を経済的に実現するものである。また、多重アクセス制御技術を活用することにより、電話から最大156 Mビット/s のデータまで、各種マルチメディアサービスに適したさまざまな速度の情報伝送を可能とする全光化アクセスシステムである。 日立製作所は、(1)最大156 Mビット/sの高速スループットを実現できるビジネス用システムと、(2)主に家庭用アプリケー ションに適したシステムを開発した。

はじめに

近年, インターネットの急速な利用拡大に伴い, 高速 データ通信サービスへの要求が高まってきている。日立 製作所は、高速な情報・通信環境と経済的なデータ通信 サービスを提供するために、2種類のPON (Passive Optical Network) 方式による全光化アクセスシステムを 開発した¹⁾。一つは、FTTO(Fiber to the Office)に有効 なATM (Asynchronous Transfer Mode)-PONシステム である。最大156 Mビット/sの高速スループットを実現 できるので、ビジネス用のアプリケーションに適している。 アクセス ライン インタフェースはITU-T(国際電気通信 連合 電気通信標準化部門)勧告に準拠しており、世界の

アクセス系市場に適したシステムである。二つ目は, FTTH(Fiber to the Home)に有効なSTM(Synchronous Transfer Mode)-PONシステムである。主に家庭用アプリ ケーションとして、電話や専用線、ISDN (Integrated Services Digital Network)の基本インタフェースに適用 されている。

ここでは、これら2システムの概要について述べる。

2 ATM-PONシステム

システム構成

ATM-PONシステムは、OLT (Optical Line Terminal:光伝送路終端装置)と, ONT(Optical Network Terminal: 光加入者線終端装置), およびNE-OpS (Network Element Operation System:ネットワーク運用管理システム)の3種類の装置で構成する(**図1**参照)²⁾。

2.2 OLTの特徴

OLTの主要諸元を**表1**に示す。主な特徴を以下にあげる。 (1) 国際標準インタフェース採用による他システムとの 接続容易性の確保

加入者側のアクセス ライン インタフェースには,国際標準のITU-T勧告(G.983.1)に準拠するATM-PONインタフェースを採用している。このインタフェースでは,OLTへの上り方向用の波長として1.3 μmの光を,ONTへの下り方向用の波長として1.5 μmの光をそれぞれ使用する波長多重方式を採用している。ATM-PON伝送区間で1本の光ファイバを双方向で使用しており,最大32台のONTを1本の光ファイバで接続できる。伝送距離は最大20 kmである。また,幹線への転送系インタフェースには,国際標準のSDH(Synchronous Digital Hierarchy)に準拠するATMインタフェースを採用している。

(2) 充実したATMセル転送機能

ATMセル転送機能として、DBR (Deterministic Bit Rate, クラス1)、DBR (クラス2)、DBR (Uクラス)、SBR3 (Statistical Bit Rate 3)、GFR1 (Guaranteed Frame Rate 1)の五つのクラスをサポートしている。ネットワーク資源を効率的に活用するために、QoS (Quality of Service)機能として、5段階の優先クラス制御と2段階の廃棄クラス制御、および最小・最大セル速度制御をサポートしている。特徴的なこととして、ATMフォーラムとITUーTで標準化されているGFRサービスクラスをサポートしている^{3)・4)}。GFRサービスはMCR (Minimum

表1 ATM-PONシステム用OLTの主要諸元

ATM-PONシステムの仕様は、ITU-T標準勧告準拠として、他システムとの接続容易性を確保している。

項 目	仕 様		
アクセス ライン インタフェース	ATM-PONインタフェース(G.983.1準拠) 伝送速度:156 Mビット/s 伝送距離:最大20 km 多重化方式(下り方向): TDM 多重化方式(上り方向): TDMA		
転送系 インタフェース	SDHベース光インタフェース: STM-0(OC-1), STM-1(OC-3), STM-4 (OC-12)		
スイッチ容量	5 Gビット/s		
ATC機能	DBR(クラス1), DBR(クラス2), DBR(Uクラス), SBR3, GFR1		
保守・運用機能	ITU-T勧告 I.610準拠 障害処理、パフォーマンスモニタ機能 セルループバック、コンティニュイティ チェック機能		
UPC/NPC機能	ITU-T勧告 I.371準拠 PCRとSCRをサポート		

注:略語説明

TDM (Time Division Multiplexing)

TDMA(Time Division Multiple Access)

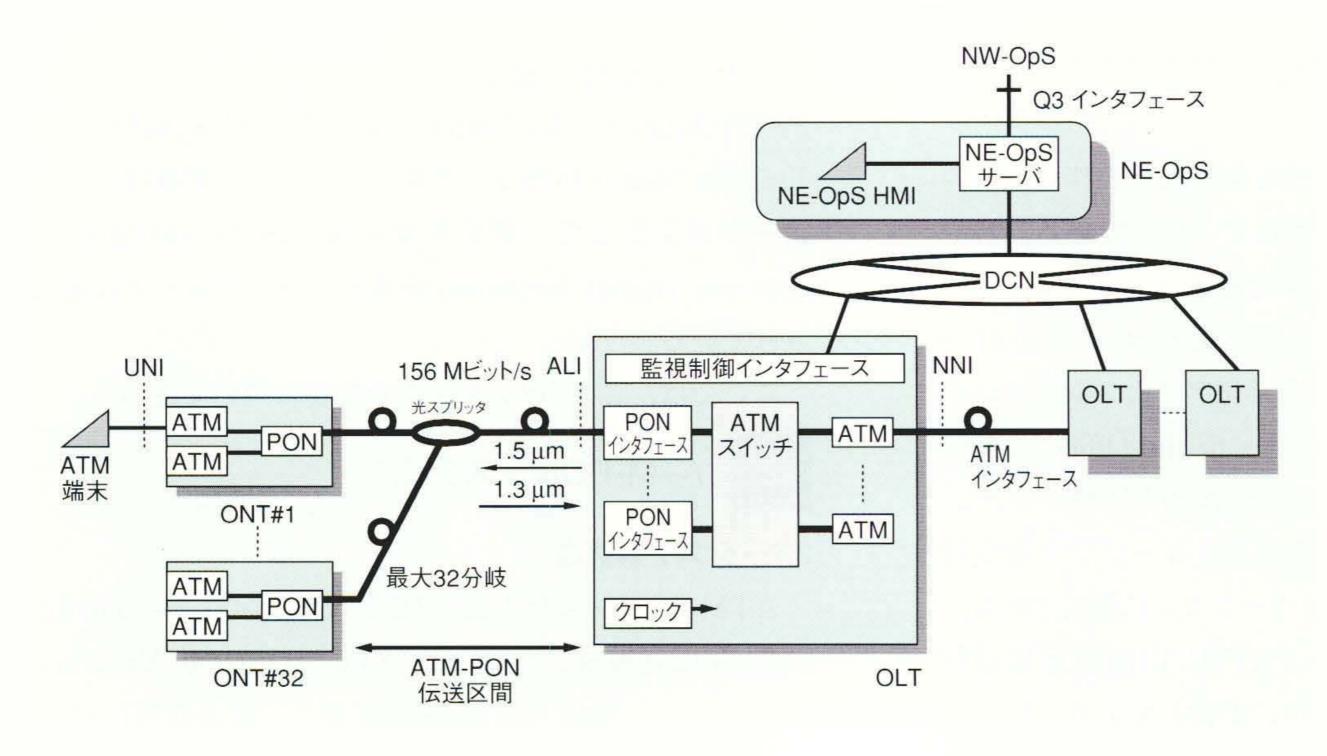
ATC (ATM Transfer Capability)

UPC (Usage Parameter Control)

NPC (Network Parameter Control)

PCR (Peak Cell Rate), SCR (Sustainable Cell Rate)

Cell Rate:最小セル速度)を保証するものであり、複数のATMセルから成るIP(Internet Protocol)パケットフレームで構成するデータアプリケーションに有効であ



注1: (開発対象部分)

注2:略語説明

NW-OpS (Network Operation System)
NE-OpS (Network Element Operation

System)
HMI (Human-Machine Interface)
DCN (Data Communication Network)
ALI (Access Line Interface)
NNI (Network Node Interface)

図1 ATM-PONシステムの 装置構成

UNI (User Network Interface)

このシステムでは、他のシステムとの接続性を確保するため、国際標準に準拠したインタフェースを採用している。

る。さらに、ATMスイッチでの帯域共用機能により、ネットワークリソースを最も有効に活用できるように、 未使用帯域が公平に分配されている。

2.3 ONTの特徴

ONTには、最大2枚のラインカードを収容することが可能である。また、このラインカードは、OLTへのUNI (User Network Interface)を終端する機能を持っている。現在、ラインカードとして、STM-1(OC-3)対応のATMカードと45 Mビット/s(T3)対応のATMカード、および25 Mビット/sのATMカードをサポートしている。

この装置は屋内専用であり、容量は約6,000 cm³である。電源には、商用電源AC 100 Vを使用している。

2.4 NE-OpSの特徴

NE-OpSは、データベースとエージェント機能を持つNE-OpSサーバと、運用のための入出力端末〔NE-OpS-HMI(Human-Machine Interface)〕で構成する。DCN(Data Communication Network)経由でOLTと接続され、上位システムのNW-OpSとITU-TQ3インタフェースで接続される(図1参照)。NE-OpSは、構成管理、障害管理、性能管理、システム管理などシステムの運用管理機能を持ち、1台のNE-OpSで最大50台のOLTを管理することができる。また、NE-OpSサーバは冗長構成をとっており、高い信頼性を確保している。

3

STM-PONシステム

3.1 システム構成

STM-PONシステムは、SLT (Subscriber Line Terminal: 光加入者線端局装置) とONU (Optical Network Unit: 光加入者線終端装置)で構成する(図2参照)。また、SLTは、DCN経由でOpSとITU-TQ3インタフェース

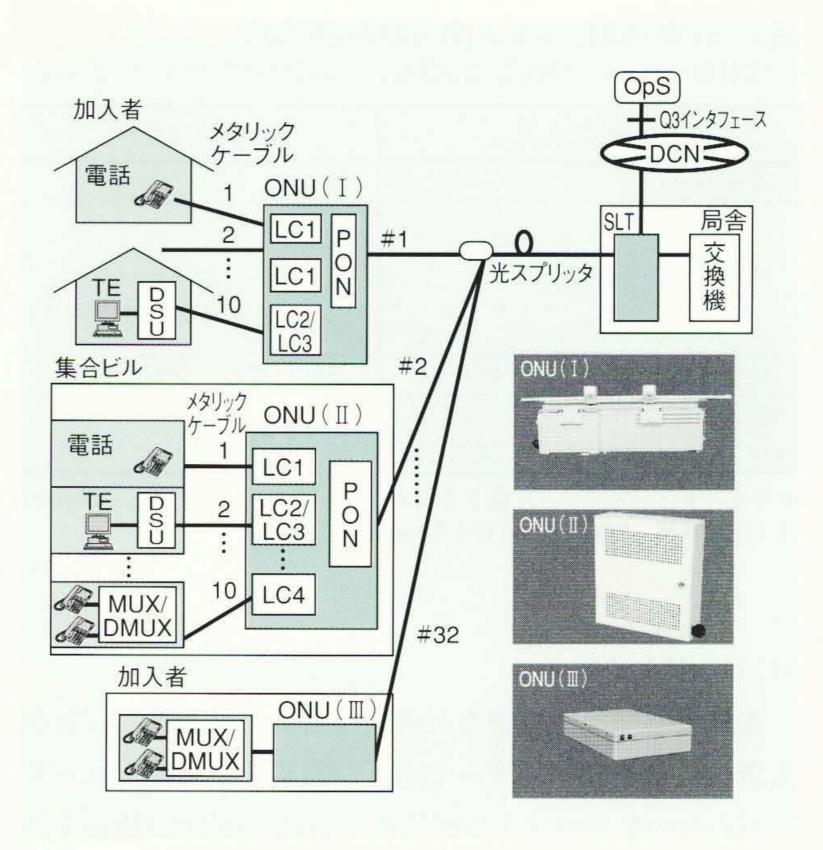
表2 STM-PONシステムの主要諸元

STM-PONシステムでは、TCM伝送方式の採用により、32分岐時でも平均8 B(B=64 kビット/s)の通信が可能である。

項目	仕 様		
提供サービス容量	ONU当たり最大40 B(32分岐時平均:8 B)		
伝送波長	1.3 μm		
伝送距離	32分岐時平均:7 km		
	(分岐なしの場合:最大20 km)		
伝送速度	49 Mビット/s		
伝送方式(双方向	TCM(フレーム周期:1 ms)		
通信の多重化)			
ONU間多重化方式	TDMA		

注:略語説明

TCM (Time Compression Multiplexing)



注1: (開発対象部分)

注2:略語説明

ONU(I)[屋外設置タイプ(ユーザー数;10)]

ONU(Ⅱ)[屋内設置タイプ(ユーザー数;10)]

ONU(Ⅲ) [屋内設置タイプ(1.5 Mビット/s専用線タイプ)]

LC1 (Line Card 1 (Plain Old Telephone Service))

LC2[Line Card 2(N-ISDN(ベーシックレイト))]

LC3[Line Card 3 (専用線(~128 kビット/s))]

LC4[Line Card 4 (1.5 Mビット/s 専用線)] TE (Terminal Equipment), MUX/DMUX (Multiplex/Demultiplex)

DSU (Digital Service Unit)

図2 STM-PONシステムの装置構成

このシステムでは、用途に応じた三つのタイプのONUを選択でき、ラインカード種別によってサービスの変更が可能である。分岐数は、最大で32である。

で接続される。ATM-PONと同じく、最大32のONUの分 岐接続により、経済的なシステム構成が可能である。

このシステムの主要諸元を**表2**に示す。各装置の特徴について以下に述べる。

3.2 SLTの特徴

この装置は、幅800×奥行き600×高さ1,800(mm)のキャビネット構造であり、最大60本の光インタフェースに相当する1,920台のONU接続が可能である。主な機能は、TCM/TDMA制御と、各種サービスの振り分けである。

3.3 ONUの特徴

加入者側の設置条件などを考慮し、三つのタイプのONUを開発した。状況に応じてタイプを選択することにより、アクセスネットワークをメタリックから光ファイバへ柔軟に移行することができる。各タイプの特徴を以下にあげる(主要諸元は**表3**参照)。

表3 STM-PONシステム用ONUの主要諸元

収容数やサービス種別、設置場所、電源供給方式などに合わせて、3タイプの中から選択ができる。

ONUタイプ	タイプI	タイプ II	タイプ III
ユーザー数	10	10	1
サポートサービス*	POTS 専用線(~128 kビット/s) ISDN(基本インタフェース)	POTS 専用線(~128 kビット/s) ISDN(基本インタフェース) 専用線(1.5 Mビット/s)	専用線(1.5 Mビット/s)
設置場所	屋外(電柱,電線,外壁)	屋内	屋内
電源供給 (バッテリーバックアップ付き) 100 V AC	100 V AC	100 V ACまたは48 V DC 外付け電源アダプタ

*サポートサービスは、搭載するラインカードのタイプによって選択が可能

注:略語説明 POTS(Plain Old Telephone Service)

(1) ONUタイプ I

電柱や架空線,外壁などの屋外設置用である。収容加入者数は最大10ユーザーであり,共用化により,ユーザー当たりの装置コストを低減している。ONUに搭載するラインカードを取り替えることにより,サービスを選択することができる。

(2) ONUタイプ II

屋内設置に限定される。機能的にはタイプ I と同様であるが、提供サービスは、1.5 Mビット/sの専用線にも対応している。

タイプIとIIでは、ONUから加入者設備までの伝送媒体としてメタリックを使用しており、加入者設備での運用形態を変更する必要がないので、光アクセスネットワークへの移行が容易である。

(3) ONUタイプ III

1.5 Mビット/s専用線サービス用に開発したものである。加入者設備として宅内に設置され、FTTHシステムに対応する。

4 おわりに

ここでは、アクセスシステムを経済的に実現する方式として、ATM-PONとSTM-PONの2システムについて述べた。STM-PONシステムについては、すでに商用サービスに提供している。

今後、インターネット時代に向けて、さらに高速なサービスを提供するために、これらのPONシステムの機能のエンハンスを図り、次世代の高速アクセスシステムを開発していく考えである。

参考文献

- 1) Miyamori, et al.: PON-Based All Fiber-Optic Access System, Hitachi Review, Vol.47, No.2, pp.63 – 66 (1998-4)
- 上田,外:ATM加入者収容システム(モデルC)の開発, NTT R&D, VoL.48, No.5, pp.446~451(1999)
- 3) 小林, 外:帯域共用機能を有するGFR処理回路の開発, 電子情報通信学会大会, SSE98-192, OCS98-93, pp.37~ 42(1999-1)
- 4) 岩村,外:GFR処理回路の帯域割り当て方法に関する検討,電子情報通信学会大会,SSE98-193,OCS98-94,pp.43~48(1999-1)

執筆者紹介



芦 賢浩

1985年日立製作所入社,情報・通信グループ 通信システム事業本部 公衆通信本部 所属 現在,ATM伝送システムの研究開発に従事 電子情報通信学会会員 E-mail: yoshihiro_ashi@cm. tcd, hitachi. co. jp



佐藤栄裕

1978年日立製作所入社,情報・通信グループ 通信システム事業本部 公衆通信本部 所属 現在,光アクセス伝送システムの研究開発に従事 電子情報通信学会会員 E-mail: eisuke_sato @ cm. tcd. hitachi. co. jp



遠藤 昇

1986年日立製作所入社,中央研究所 ネットワークシステム研究室 所属 現在,高速パケット スイッチング ネットワーク,ATM ネットワークの研究開発に従事 電子情報通信学会会員,情報処理学会会員,IEEE会員 E-mail: endoh@crl. hitachi. co. jp



田中晶彦

1994年日立製作所入社,情報・通信グループ 通信システム事業本部 公衆通信本部 所属 現在,ATM伝送システムの研究開発に従事 電子情報通信学会会員 E-mail: akihiko_tanaka @ cm. tcd. hitachi. co. jp