

技術基礎講座

【GE-PON技術】

第1回 PONとは

第2回 IEEE802.3ah標準規格

第3回 DBA機能

第4回 GE-PONシステム技術

第5回 今後の標準化

FTTHサービスを高速かつ安価に提供する光アクセスシステムとして、GE-PONシステムが注目を集めています。GE-PONシステムは、PON技術とギガビットイーサネット技術を融合させた最新のPONシステムです。GE-PONのほかにも、さまざまなPONシステムがあります。ここでは、PONの概要を紹介するとともに、PONシステムと他システムの比較、PONシステムに必要な技術について紹介します。

PONとは

PONとはアクセス網形態の1つで、「Passive Optical Network」の略称です。光-電気変換を行わず、低コストな受動(Passive)素子であるスプリッタを用いて光信号を複数に分岐して、一心の光ファイバを複数ユーザで共有し、経済的なネットワークを実現しています。

一般的なPONの構成を図1に示します。PONはNTT局に設置されるOLT(Optical Line Terminal:光加入者線終端装置)とお客さま宅内/構内に設置されるONU(Optical Network Unit:光加入者線ネットワーク装

置)、およびNTT局からお客さま宅まで敷設された光ファイバと、光ファイバを分岐する光スプリッタにて構成されます。OLTは光ファイバおよび光スプリッタを介してONUと接続されます。OLTとONUの間に光信号を合分波する光スプリッタが設置されることにより、1つのOLTに複数のONUが接続される形態となります。ONUはOLTからの光信号を電気信号へ変換するとともに、お客さまの端末装置(PC等)からの電気信号を光信号に変換してOLTへ転送する役割を担っています。OLTはONUからの光信号の上位装置/ネットワーク(インターネット等)への転送、上位装置/ネットワークからの信号のONUへの転送、PON区間やONUの制御監視をする役割を担っています。

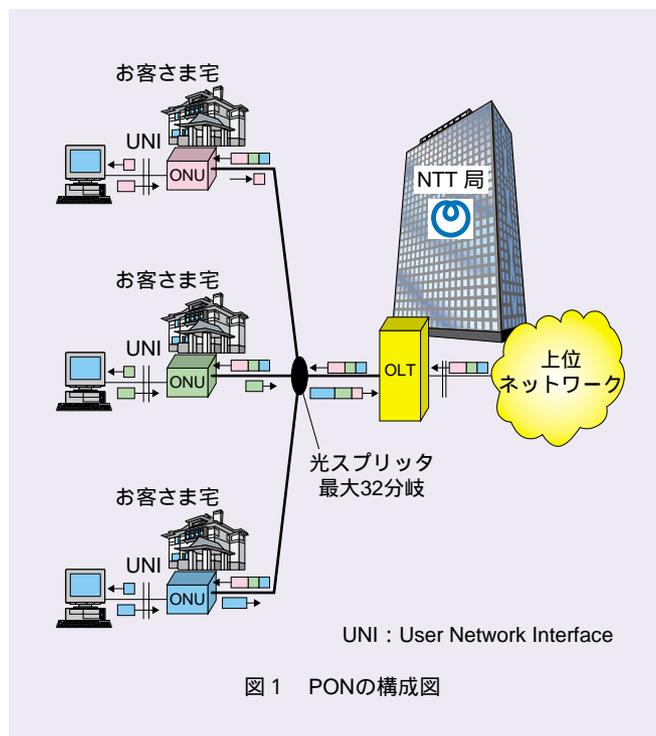
各アクセス網形態の説明

PONとは別名PDS(Passive Double Star)とも呼ばれています。これは、図2(c)のように、NTT局内装置とお客さま宅内装置の間に光スプリッタが設置されることにより、2つのスター配線があるように見えるからです。

アクセス網の光化を可能とする網形態として、PDS方式のほかに、SS(Single Star)方式およびADS(Active Double Star)方式があります。図2にこれら3つのアクセス網形態を示します。以下にそれぞれの概要および特徴を説明します。

SS方式

NTT局内装置 - お客さま宅内装置間が光ファイバで1対1に接続される方式です。一般的に、加入者が少ない場合はSS方式がコスト的にも有利ですが、加入者が多くなると、設備量が増え、ネットワークのコストが上昇してしまいます。メディアコンバータ等を用いて1対1接



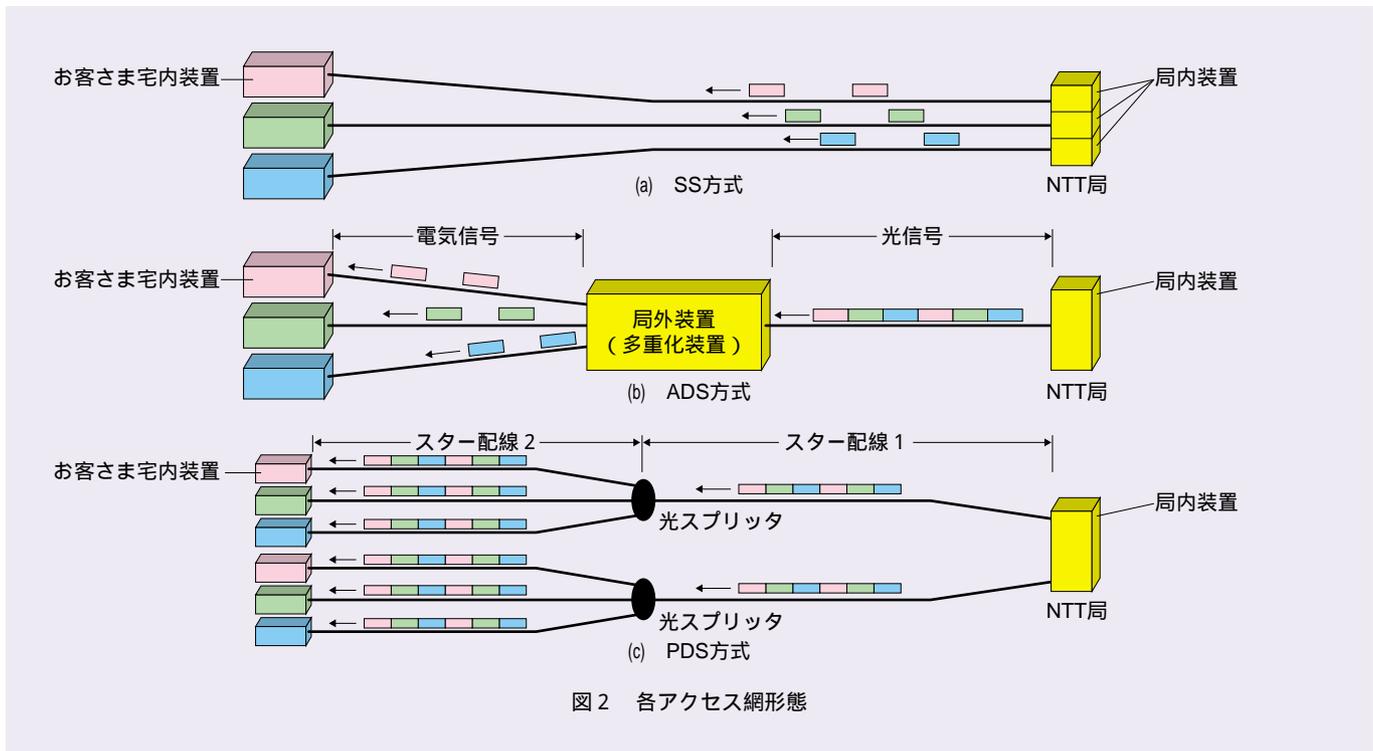


図2 各アクセス網形態

続を行い、高速イーサネットサービス等の高速広帯域を要求されるサービス提供に向けています。

ADS方式

ADS方式は、NTT局内装置 - お客さま宅内装置間に設置される多重化装置にて複数のお客さまの信号を多重化し、1対多で接続する方式です。一般的に多重化装置では、加入者区間の電気信号を多重化し、光信号で局内装置に伝送します。局外装置の設置場所にある程度の加入者が集まることが必要ですが、複数ユーザで設備の共用が可能のため、経済的な伝送路の光化が可能な方法です。

お客さま宅内までの光化が必要のない電話等の低速サービス主流の時代には効果的な方式であり、NTTではCT/RT (Central Terminal/Remote Terminal) システム (光加入者線多重伝送装置) としてこの方式を導入してきました。

PDS方式

PDS方式は前述したとおり、NTT局内装置 - お客さま宅内装置間の光ファイバを光スプリッタを用いて分岐し、1対多で接続する方式です。この方式は、ある一定数以上の加入者がある場合にSS方式と比べてコスト的に有利となります。NTTでは後述するようにシステム、CATV伝送システム他、各種のPDSシステムを実用化しています。PDS (PON) システムは、高速広帯域通信の需要もないまま光ファイバをお客さま宅まで引き込むこ

表 方式別比較

方式	メリット	デメリット
SS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 拡張性が高く、サービス追加が容易 ・ 装置構成がシンプルで安価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大量導入時には設備量が増大し、ネットワーク全体のコストが上昇
ADS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 局外装置 - お客さま宅内装置までは既存のメタルケーブルを使用可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 局外装置には給電が必要 ・ 局外装置の設置場所に制約あり ・ 局外装置からお客さま間はメタルケーブルを使うため完全光化とはならず
PDS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 光スプリッタ等の受動部品を用いて光ファイバを分岐するため、設備自体が安価 ・ WDMを用いることで容易に放送型サービスの追加が可能 ・ 光分岐に受動部品を使うため給電が不要 ・ 受動部品は小型であるため設置場所の制約が緩和される 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ある程度の加入者が集まらないとSS方式よりコスト高

とはコスト高であったため、光ファイバを複数のお客さまで共有することにより、アクセス区間のコストの抜本的な低廉化を図ることを目的として開発が始められました。表にSS方式、ADS方式、PDS方式の比較を示します。

PONシステムに必要な技術

PONシステムの実現のためには、次に記載するいくつ

かの基本技術が必要となります。図3に各技術を簡単に示します。

TDM (Time Division Multiplexing : 時分割多重化)

下り(OLT ONU)方向通信においては、TDM技術を用いています。TDMは複数のお客さまの信号を、時間的に重ならないように多重化して伝送する技術です。なお、下り信号は、同一のPONにつながるすべてのONUへ、同じ信号が光スプリッタで分岐されて転送されています。そのため、各ONUへは自分以外のONU宛のデータも転送されるため、各ONUにおいて自分宛のデータだけを抽出し、それ以外のONU宛のデータを廃棄しています。

TDMA (Time Division Multiple Access : 時分割多元接続)

上り(ONU OLT)方向通信においては、TDMA技術を用いています。上り信号は、光スプリッタにより複数ONUからの信号が合波されることとなります。このため、各ONUからの信号が無秩序に送信された場合、伝送路上で衝突を起こしてしまう可能性があります。そこで、ONUのデータ送信タイミングと送信量を制御することにより、伝送路上で衝突することなく多重化されるように

しています。これをTDMAと呼びます。

WDM (Wavelength Division Multiplexing : 波長分割多重)

一心の光ファイバで下り方向信号と上り方向信号を同時に送受信し、双方向通信を行うには、それぞれの方向の光信号どうしが干渉しないような工夫が必要です。これを実現する一般的な技術としてWDM技術があります。WDMは、上り方向通信と、下り方向通信にそれぞれ別々の光波長を割り当て、一心の光ファイバで上下信号を同時に送受信可能とする技術です。

なお、WDM以外にも一心双方向通信を実現する技術としてTCM (Time Compression Multiplexing : 時分割伝送方式) があります。TCMはピンポン伝送とも呼ばれ、上り通信と下り通信を行う時間が重ならないように通信制御を実施する方法です。TCMは1つの波長で双方向通信が可能ですが、下り方向信号と上り方向信号の衝突を避けるために下り通信と上り通信の間に時間を空ける必要があるため、伝送効率が落ちてしまいます。近年の波長多重技術の進歩により、最近ではWDMを使うのが一般的となっています。

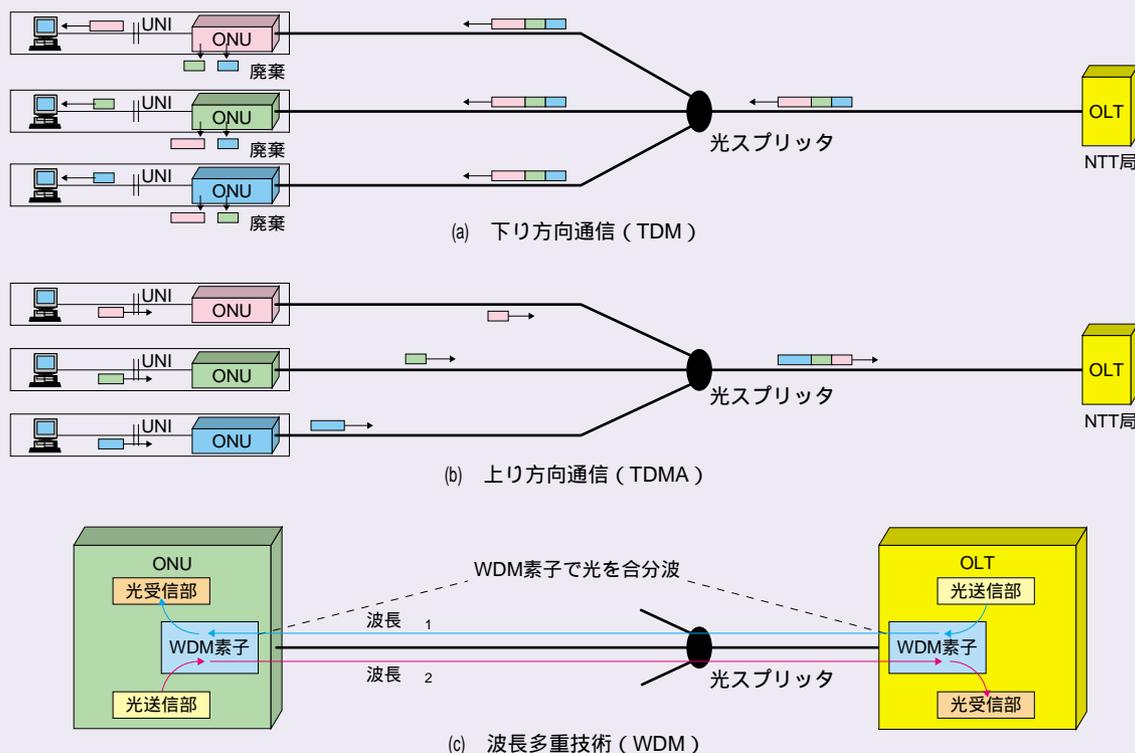


図3 PONを実現するための技術

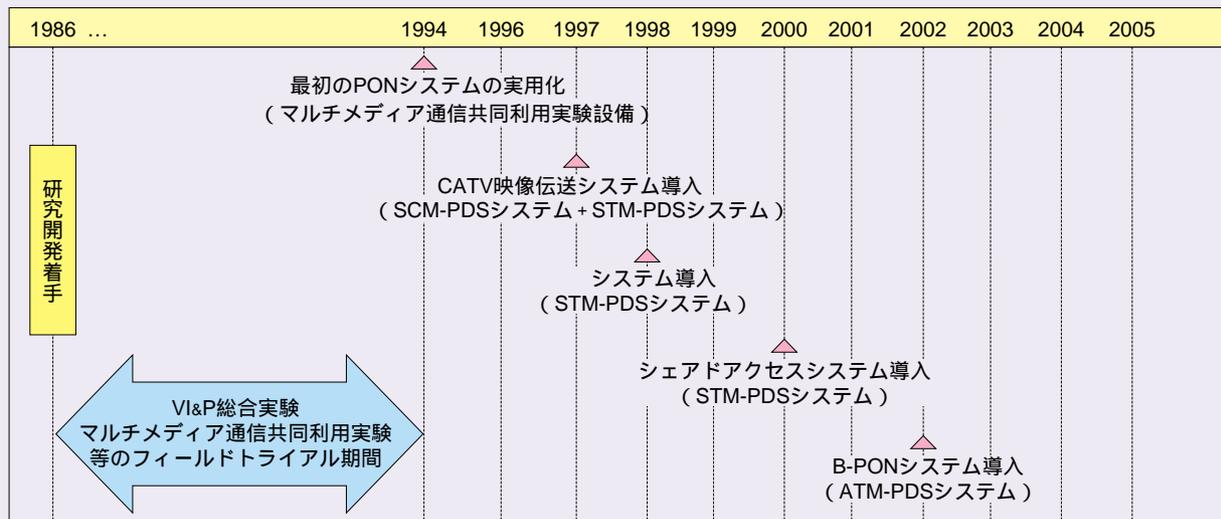


図4 NTTのPONシステム開発の経緯

PONを用いたシステム

さまざまなPONシステム

NTTでは、1986年にPONの研究開発に着手しました。1994年には最初のシステムが実用化されています。図4に示すとおり1990年代のPONの初期導入から現在までに、SCM (Sub Carrier Multiplexing: 副搬送波多重) -PDSシステム, STM (Synchronous Transfer Mode: 同期転送モード) -PDSシステム, ATM (Asynchronous Transfer Mode: 非同期転送モード) -PDSシステム, 最近ではGE (Gigabit Ethernet) -PONシステムを開発してきました。

以上のように、NTTの開発してきたPONシステムは新機能付加、高速化、低廉化等の改良を加えて、各システムの導入から現在に至るまでの設備の経済化、FTTHの推進に貢献し、安定したサービスの提供を続けています。

GE-PONシステム

ADSLに代表される近年のインターネットアクセスサービスの高速化、低料金化に対応するため、高速かつ安価な光アクセスシステムが近年必要とされています。そこで、最近注目を集めているのがGE-PONシステムです。GE-PONシステムは、IEEE802.3ahにて昨年6月に標準化された最新のPONシステムであり、1 Gbit/sの双方向通信を行うことが可能です。またLANの世界で汎用的なイーサネット技術を最大限利用するため、コストの低減も可能と考えられています。

まとめ

ここでは、GE-PONシステムの基盤となるPONの概要を説明するとともに、PONのメリットや実現に必要な技術を紹介しました。また今までのNTTのPONの開発の経緯についても紹介しました。次号からは、GE-PONシステムについて、より詳しく紹介していきたいと思います。

参考文献

- (1) 別所・青山・橋本・西村: “FTTH研究開発の展開,” NTT技術ジャーナル, Vol.9, No.4, pp.8-13, 1997.
- (2) 山下・張替: “経済的な光アクセスネットワークを実現するPDS技術,” NTT技術ジャーナル, Vol.9, No.4, pp.20-24, 1997.
- (3) 張替・立田: “アクセスネットワークの光化を支える伝送技術 - システムのベースとなるSTM-PDS技術の紹介 -,” JTT (Journal of Technology Transfer), Vol.22, No.2, pp.6-10, 1999.
- (4) 玉木・村上: “新たなインターネットサービスを提供する光アクセスシステム,” NTT技術ジャーナル, Vol.12, No.3, pp.19-22, 2000.
- (5) 川崎・北村・立田・池田: “光PDSシステムの構成装置のさらなる経済化を実現 - N-SLT, V-SLT, N-ONUおよびV-ONUの経済化を実現,” NTT技術ジャーナル, Vol.12, No.3, pp.23-29, 2000.

問い合わせ先

NTTアクセスサービスシステム研究所
第一推進プロジェクト
TEL 043-211-3290
FAX 043-211-8875
E-mail t.ishida@ansl.ntt.co.jp

このコーナーで取り上げて欲しいテーマをE-mailで編集部までお寄せください。
(社)電気通信協会内 NTT技術誌事務局 E-mail jrr@tta.or.jp