

イーサネットPONシステム

光システム事業部 大 西 洋 也*1・荒 井 克 幸*2・堂 元 和 宏*1・桑 原 雅 之*1
林 広 幸*1・北 村 浩*1・松 田 悟 司*1・佐 竹 弘 行*1

Ethernet PON System

H . Ohnishi , K . Arai , K . Dohmoto , M . Kuwahara , H . Hayashi ,
H . Kitamura , S . Matsuda & H . Satake

PON (Passive Optical Network) 型のFTTH (Fiber to the Home) 網を用いて、ブロードバンドのIP (Internet Protocol) 通信を効率的に実現するイーサネットPONシステムの機能、特徴を報告する。

本装置は従来LAN (Local Area Network) で使用されてきたイーサネットのスイッチング (交換) 技術を公衆網に適用するものである。公衆網ではLANに比べてセキュリティが重要になる。本装置ではLANのスイッチング技術に工夫を加えて、高いセキュリティ機能を実現している。

This paper reports function and feature of "Ethernet PON system" to realize the broadband IP (Internet Protocol) communication efficiently over the FTTH (Fiber to the Home) network which has PON (Passive Optical Network) structure.

This system applies the conventional Ethernet switching technology used by LAN (Local Area Network) to the public network. In the public network, security becomes important compared with LAN. This equipment realizes the high security function by improving the conventional LAN switching technology.

1. ま え が き

昨今インターネットアクセスは、音楽、映像コンテンツのダウンロードや、それらのリアルタイムの配信の要求、ないし、放送と通信の融合の動きにあいまって、急速にブロードバンド化されつつある。

現在のブロードバンドのインターネットアクセスのためのインフラストラクチャは、既存の電話回線を利用するADSL (Asynchronous Data Subscriber Line) やケーブルテレビの回線を利用するケーブルインターネットが主流であるが、FTTH (Fiber to the Home) を用いた、より高速なアクセスを可能とするインフラストラクチャの構築がはじまりつつあり、一部では商用サービスも開始されている。

インターネットアクセスのためのFTTHの形態は、サービスノード (電話局など) と利用者との間に1心ずつの光ファイバで接続するシングルスター型 (図1) が現在一般的である。

今回開発したイーサネットPONシステムは、1心の光ファイバを途中で放射状ないしツリー状に再度分岐して、複数の利用者を接続できるPON (Passive Optical

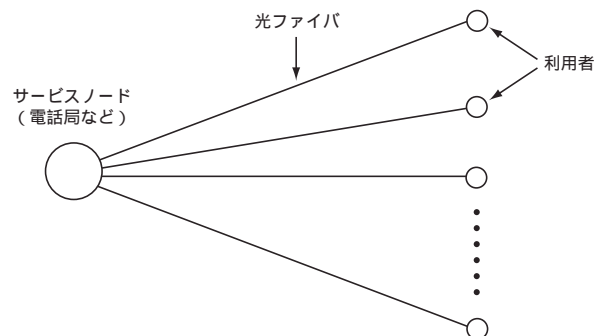


図1 シングルスター型 FTTH
FTTH : Single star structure

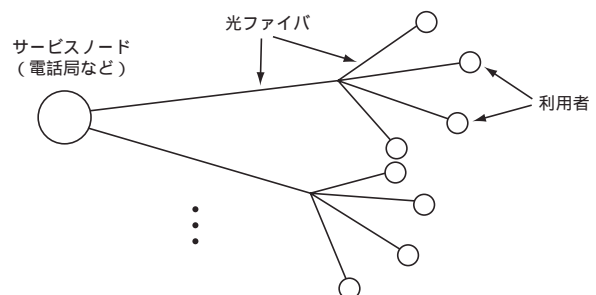


図2 PON型 FTTH
FTTH : PON structure

*1 光システム開発部
*2 光システム開発部長

Network)型のFTTH(図2)を用いることを特徴としている。PON型のFTTHはシングルスター型に比べて同じ数の利用者を収容する場合に、サービスノードに引き込む光ファイバ心線数と、サービスノードに設置する装置の規模を大幅に削減することができ、より経済的にシステムを構築できる可能性をもつ。

2. システム概要

イーサネットPONシステムを構成する通信装置は、サービスノード側に置かれる「局用装置(型番:FNP1101)」(図3)と利用者側に置かれる「加入者用装置(型番:FNP5001)」(図4)の2種類である。

図5にイーサネットPONシステムの概略構成を示す。PON区間はスプリッタなどの受動的な光学デバイスを用いて光ファイバを分岐して構成する。PON区間にはアンプなどの能動的なデバイスは必要とされない。PONの最大分岐数は32であり、最大32台の加入者用装置を単一のPONに接続できる。局用装置は2つのPON光インタフェースを備えるので、合計最大64台の加入者用装置を単一

の局用装置に接続することができる。

局用装置はインターネットや基幹系のIP(Internet Protocol)ネットワークなどの上位のネットワークと接続するために、ギガビットイーサネットポートと100Mbpsのイーサネットポートを各1ポート備える。

加入者用装置は利用者の端末機器を接続するための10Mbps/100Mbps共用のイーサネットポートを1ポート備える。

局用装置はLANのスイッチング(交換)技術を応用して、加入者用装置に接続される利用者の端末と、上位のネットワークの間でイーサネットパケットのスイッチングを実施する。これにより利用者の端末は、LANに接続されている場合と全く同様の手続きで、インターネットなどの上位のネットワークに存在する端末(各種サーバなど)と通信することができる。

PON区間では、下り(局用装置から加入者用装置向き)は1.5 μ m帯、上り(加入者用装置から局用装置向き)は1.3 μ m帯の光を用いたWDM(Wavelength Division Multiplexing)にて1心双方向の光通信を行う。光信号の



図3 局用装置(435mm×44mm×405mm)
Optical line terminal(OLT)



図4 加入者用装置(100mm×40mm×180mm)
Optical network terminal(ONT)

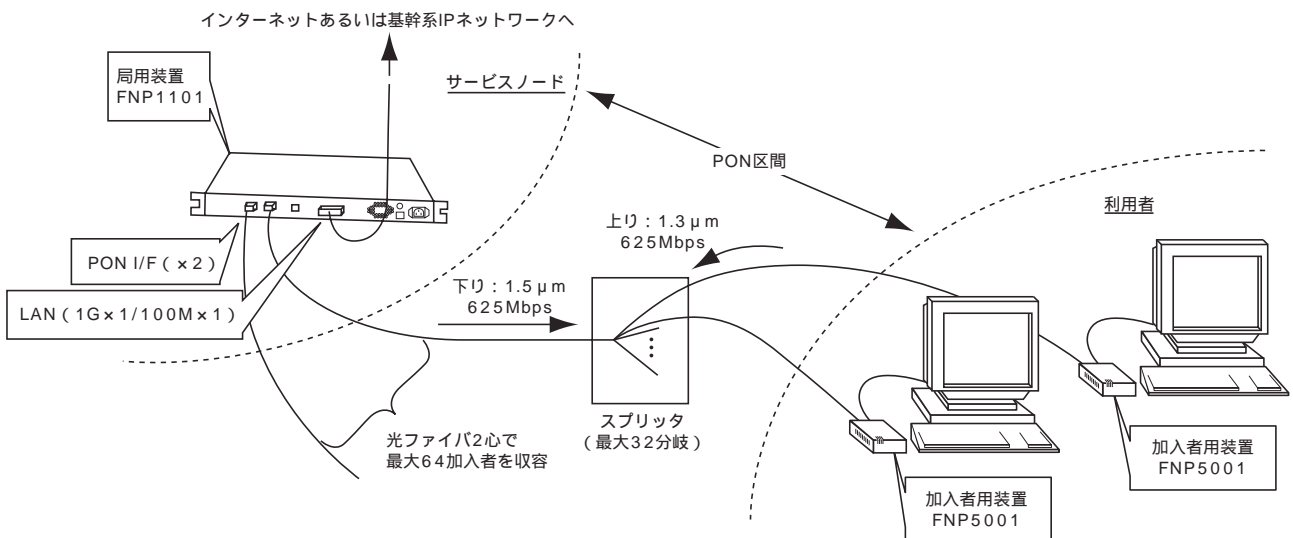


図5 システム概要
System overview

伝送速度は両方向とも625Mbpsである。

3. PON区間の通信方式概要

イーサネットPONシステムは、PON区間の通信に独自のプロトコルを適用して、イーサネットパケットの双方向の通信を実現している。下り通信は同報型、上り通信は時分割多重アクセス型の手続きで通信を行う。

3.1 下り通信方式 (図6)

局用装置が送信する光信号はPONを経由して当該PONに接続されているすべての加入者用装置に到達する。加入者用装置にはPON区間だけで意味をもつ識別子(アドレス)を与え、同一のPONに接続される他の加入者用装置と識別する。局用装置は利用者の端末にスイッチングするイーサネットパケットをPON区間に送信する際に、当該パケットをLAN側(利用者の端末側)へ出力すべき加入者用装置を指定し、その識別子をパケットに付与する。すべての加入者用装置は局用装置の送信するパケットを受信するが、このパケットに付与されている識別子が自身の識別子と一致する加入者用装置だけが当該パケットをLAN側へ送信する。

なお、局用装置がパケットに付与する加入者用装置の識別子は、複数の加入者用装置を同時に指定できるフォーマットになっており、単一のパケットの送信でマルチキャストが可能である。

下り通信では、全加入者用装置が同時に通信している状態でも、加入者用装置あたり10Mbpsを超える帯域(単

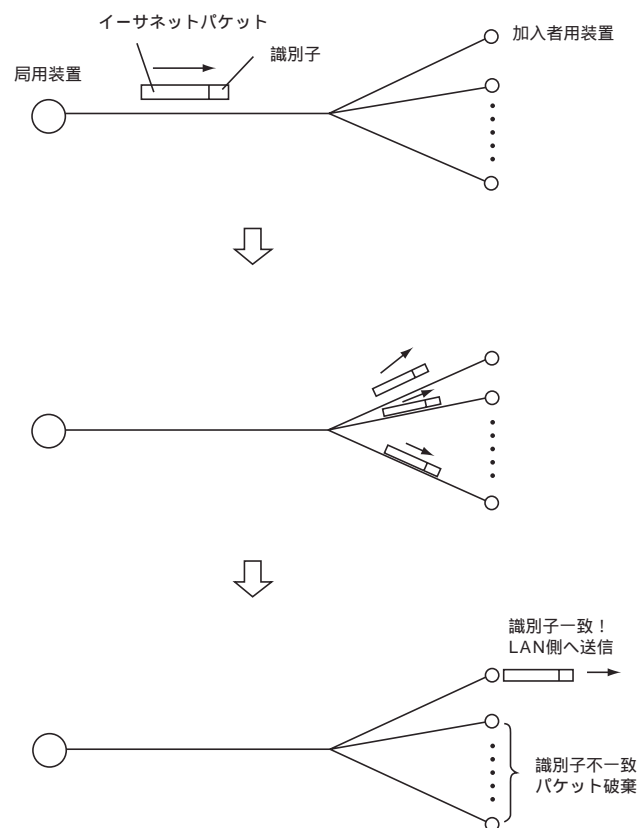


図6 下り通信方式
Transmission method (OLT → ONT)

位時間あたりの下り通信量)を与えることが可能である。また同時に通信している加入者用装置が少数の場合は、加入者用装置あたり100Mbpsまでの帯域を与えることができる。

3.2 上り通信方式 (図7)

すべての加入者用装置が送信する光信号はPONを経由して局用装置に到達する。イーサネットPONシステムでは、上り通信の時分割多重アクセスを実現するために、局用装置が下り通信を使って各加入者用装置の送信タイミングを制御している。

局用装置は単一の加入者用装置の識別子を指定して上り送信を許可するための制御メッセージを送信する。すべての加入者用装置はこの制御メッセージを受信するが、このメッセージに付与されている識別子が自身の識別子と一致する加入者用装置だけが、このメッセージを受信した後に上り送信を開始する。制御メッセージには上り

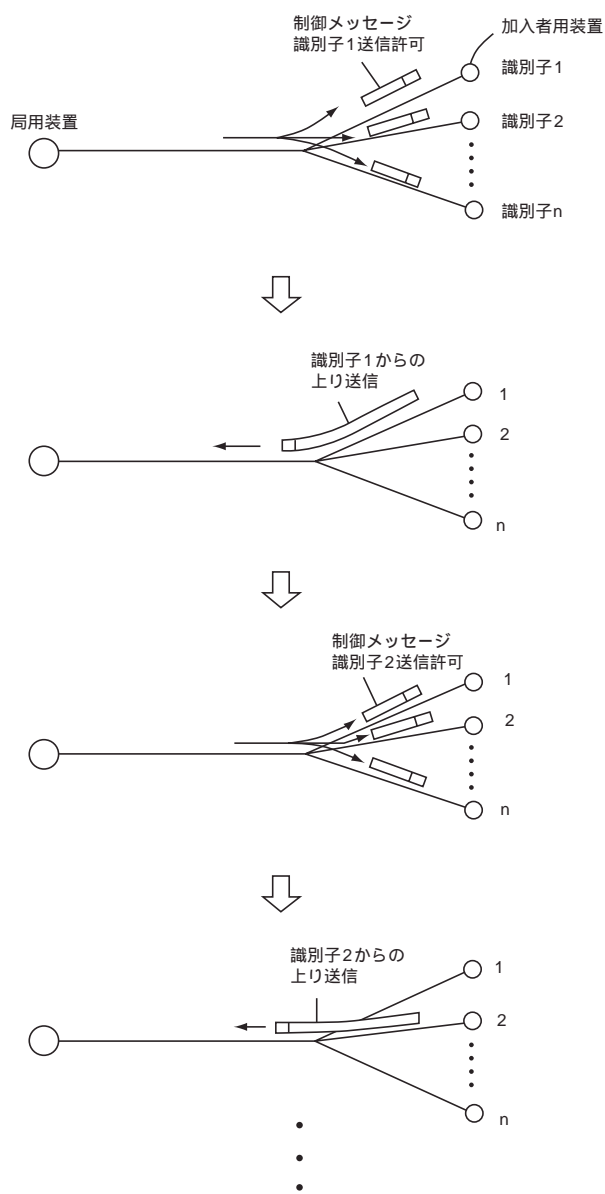


図7 上り通信方式
Transmission method (ONT → OLT)

送信が許される時間が指定されており、加入者用装置はこの時間の範囲内で上り送信を完了する。

局用装置はこの制御メッセージの送信タイミングと、メッセージの中で指定する送信可能時間の長さを調整することにより、加入者用装置ごとに割りあてる上り送信の帯域（単位時間あたりの上り通信量）を制御する。また、局用装置は個々の加入者用装置に宛てて上り送信を許可する制御メッセージを送信してから、それを受信した加入者用装置からの上り信号が戻ってくるまでの時間（遅延時間）を常に計測して、前述の制御メッセージの送信タイミングに、この遅延時間の計測結果を反映することにより、効率的な時分割多重アクセスを実現している。

上り通信においても、全加入者用装置が同時に通信している状態で、加入者用装置あたり10Mbpsを超える帯域、同時に通信している加入者用装置が少数の場合は、加入者用装置あたり100Mbpsまでの帯域を与えることができる。

4. セキュリティ機能

イーサネットPONシステムは、LANのスイッチング技術を応用したシステムであるが、公衆網でを使用することを想定し、従来のLANの装置に比べてセキュリティの機能を向上している。

(1) 利用者間の折り返し通信の禁止/許可

イーサネットPONシステムでは、同一の局用装置に収容される利用者の端末同士の通信について、これを局用装置で折り返して制限なく通信させることもできるが、

加入者用装置を指定してこれらに接続される利用者の端末間の折り返し通信を禁止する

加入者用装置を指定してこれらに接続される利用者の端末間の通信は許可するが、他の端末との通信は禁止する

などの動作モードを用意している。は通常のインターネット接続サービスの利用者間のセキュリティを確保す

るために必要となる機能であり、は専用線のサービスを意図したセキュリティ機能である。

(2) 利用者の端末数の制限

イーサネットPONシステムでは、加入者用装置を指定して、その加入者用装置に直接接続する利用者の端末数を制限することができる。この場合、仮に利用者が制限数を超える端末を加入者用装置に接続しても、PONを経由して通信できる端末数は制限された数に限定される。

通常のインターネット接続サービスでは、利用者はサービス提供者からIPアドレスを与えられ、このIPアドレスを設定した端末を接続する。サービス提供者が利用者に与えるIPアドレスは数が限定されており、従って利用者が接続できる端末数も限定されることになる。本機能は利用者が誤って端末を接続してしまうことによって発生する障害を防止するための機能である。

(3) IPアドレスの監視

イーサネットPONシステムは、加入者用装置を指定して、その加入者用装置に直接接続する端末のIPアドレスを限定することができる。この場合、仮に利用者が指定された以外のIPアドレスを設定した端末を加入者用装置に接続しても、その端末からはPONを経由した通信はできない。

本機能は、利用者がネットワーク設計と矛盾するIPアドレスを設定した端末を接続してしまうことによって発生する障害を防止するためと、故意にIPアドレスを変えてインターネットにアクセスすることを防止するための機能である。

5. む す び

ブロードバンドのインターネットアクセスをPON型のFTTHで実現するイーサネットPONシステムを開発した。

今後はPON区間の光の通信速度を上げるなど性能向上をはかる予定である。