



1 GE-PONの長延化技術

FTTHサービスエリアの広域化に向けた GE-PONの長延化技術

NTTが従来から力を入れている光アクセスサービスのエリア拡大のため、NTTアクセスサービスシステム研究所（以下、AS研）は、光アクセスサービスを支えるGE-PON（Gigabit Ethernet-Passive Optical Network）の提供可能距離を延伸するための技術を開発した。

光サービスエリア拡大のため 終端装置間の距離を延伸

光アクセスサービスを支えるGE-PONは、NTT局内に設置される光加入者線端局装置（以下、OLT）と、利用者宅内に設置される終端装置（以下、ONU）の距離をアナログ回線のサービスエリアと同じく7kmまでとしている。

しかし、ルーラルエリアを含む国内全ての地域で光アクセスサービスを提供するためには、アナログ回線と同じ様に設備投資をしてはコストが膨大になるという問題がある。そこでNTTは、OLT-ONU間の距離の延伸に取り組んでいる。

「メタル回線よりも長い距離に対応できる光回線の特性を利用し、まずPONのプロトコル制御による論理的距離、すなわちロジカルリーチの延伸、次に、OLT、ONUの出力と受信感度、すなわち光パワーバジェットを拡大させる物理的な距離の延伸に取り組みました。今年3月に全ての技術開発を終え、NTT事業会社がサービス展開に利用できる状態となっています。」（AS研 第一推進プロジェクトマネージャ 大塚 宗文氏）

PONのプロトコル制御改善により ロジカルリーチを40kmに延伸

PONでは図1のように、一つのOLTと光スプリッタ間の回線を複数のONUが共有する。ここで信号衝突が発生しないよう、送信タイミング制御（以下、TDMA制御）を行うのだが、そのためにはOLTから各ONUまでの距離を正確に測定（以下、Ranging）する必要がある。このRangingの距離の上限が、PONのロジカルリーチの限界である。

GE-PONは開発当初ロジカルリーチを20kmとした。そのため、回線の利用状況に応じて動的に上り信号の帯域利用配分を行うAS研の独自QoS技術：DBA（Dynamic Bandwidth Assignment）も、20kmまでのRangingとTDMA制御が行えるよう設計されている。



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
プロジェクトマネージャ 大塚 宗文氏

GE-PON延伸のため、AS研は新たに40kmまでのRangingとTDMA制御に対応できるようDBAを改造し、2009年3月に開発を終えている。

光パワーバジェット拡大による 物理的な延伸

送信側の出力と受信側の感度の差で決まる光パワーバジェットが大きいほど、光アクセスサービスの距離をより長くすることが可能になるの

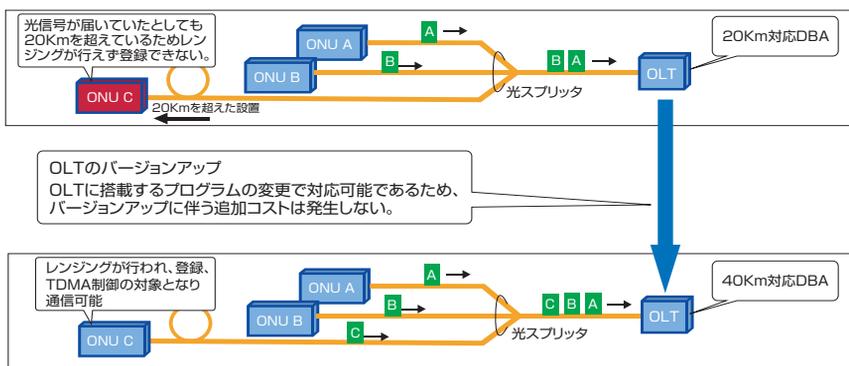


図1 DBAの改造によるロジカルリーチの延伸

だが、単純に大きくはできない。OLTの送信出力を上げる場合、複数のONUがそれぞれ異なる距離に設置されるため、近い位置にあるONUでは受信光強度が強すぎ、逆に信号を受信出来なくなる可能性があるのだ。またOLTの受信感度を上げる場合にも、近くのONUからの光強度が強すぎて受信できないということにならないよう、受信感度の範囲を広く取る必要がある。

こうした問題を考慮し、遠くのONUから近くのONUまで対応できる適切なバランスの送信出力と受信感度を備えたOLT用のPONインタフェース（以下、長延化対応版PON-IF）が2010年3月に完成している。

一方、個々のONUはOLTからの距離が一定であるため、OLTから遠い場所に設置する長延化対応版ONUではそれに応じて送信出力を上げ、受信感度を強くできるように開発が進められた。この作業は今年

3月に完了している。

低コストに20km超の長延化を可能にした優れた設計思想

GE-PON長延化のために開発された技術は、導入コストを最低限に抑えられるように設計されている。40kmに対応したDBAはプログラムのバージョンアップだけで適用できるため、そもそも追加コストがかからない。また、光パワーバジェット拡大においても、OLTとONUをセットで更新する必要が無い。

まずOLTには複数のONUが接続されるため、長延化対応版PON-IFを導入するだけで設備センタから離れた地域を面的、かつ経済的にカバーすることが可能になる。逆にONUの場合は利用者ごとに個別に対応できるため、長延化対応版OLTだけではカバーできない距離における利用者のみ、通常版よりコストの高い長延化対応版ONUで対応すれば良い。

このように必要に応じて段階的に新技術を導入し、コストアップを最小限に抑えつつ光アクセスサービスのエリア拡大が可能だ。

「GE-PONによる光アクセスサービス全体を見通したうえで、長延化と低コスト化のバランスをいかにうまく取るか、という点に苦労しました。コスト面を考慮しながらこれ以上の長延化を進めることは難しく、現実的には今回の開発でかなり限界に近いところまで長延化を達成したと考えています。」（大塚氏）

光アクセスサービスへのさらなる貢献が期待されるGE-PON

一連の長延化技術は、ルーラルエリアをカバーする以外にも利用価値がある。GE-PONの設備センタは、前述のように7kmを基準として配置されているが、図2に示すように長延化技術により設備センタの集約が可能になるため、設備投資、メンテナンスコストの削減につながることを期待される。

開発時期から明らかなように、NTTは“光の道”が議論される以前から、光アクセスサービスのエリア拡大を目的とした技術開発を進めている。

「GE-PONだけでなく無線技術の開発も進めています。GE-PONの長延化技術は、光アクセスサービスのエリア拡大を進める武器の一つということです。また、GE-PONにもまだ改善の余地があります。コストを抑えることができるようであれば、省電力化や高速化などの技術開発を進めることも考えられます。」（大塚氏）

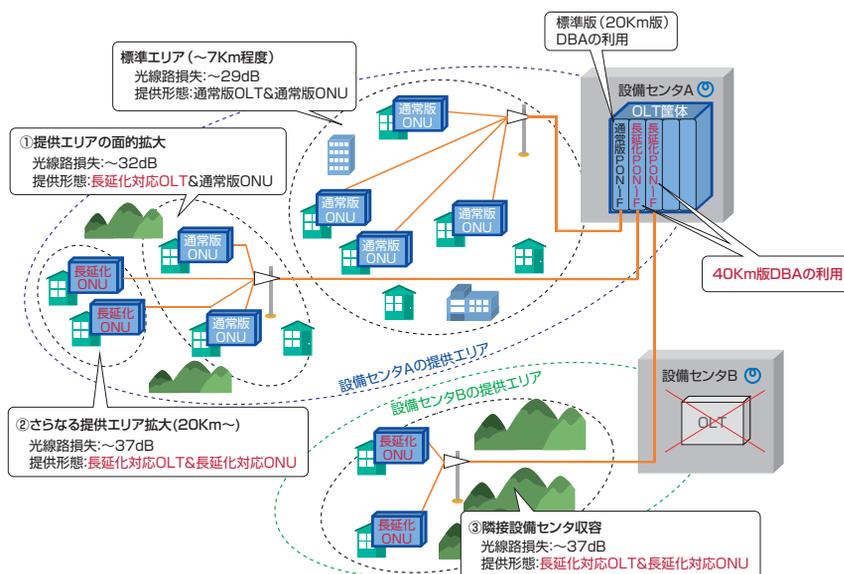


図2 GE-PONの長延化技術の適用イメージ