

光ファイバ技術の最近の技術動向

牛窪 孝
研究開発本部
沖電気工業株式会社

内 容

光ファイバ技術の最近の技術動向

- 光アクセスネットワークの種類

- PONシステムの標準化動向
 - IEEEとITU-Tの標準化動向
 - 次世代PONシステムの検討内容

- ブロードバンド技術の利用環境
 - ブロードバンド技術の利用環境
 - ネットワークトポロジー
 - 利用環境整備に向けたPONシステムの検討内容

ブロードバンド技術

光アクセスネットワークの種類

SS (Single Star)

加入者線収容局とユーザ間をファイバで接続

PON (Passive Optical Network)

光ファイバを複数のユーザーで共有する
上り/下りはWDMで分割

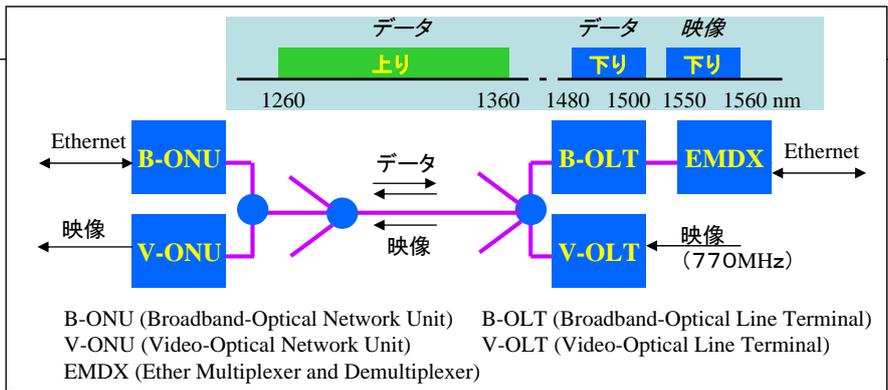
PONの種類

E-PON (Ethernet PON)

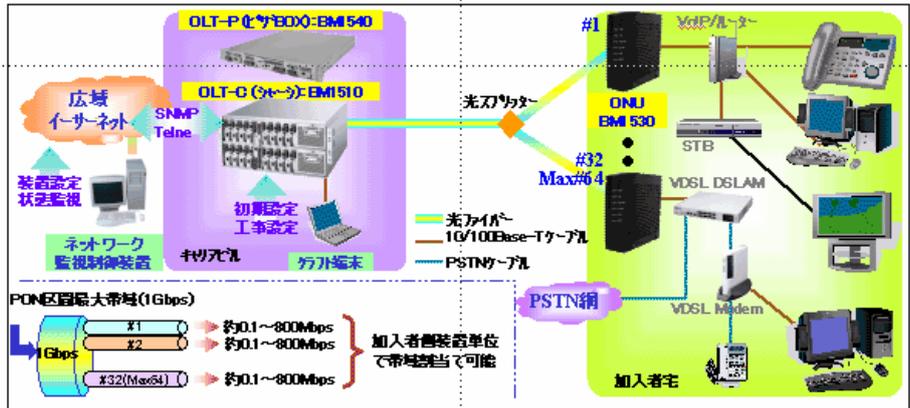
GE-PON (Gigabit Ethernet PON)

B-PON (Broadband PON)

G-PON (Gigabit PON)



B-PONシステムの概念図



GE-PONシステムの例 出展: <http://www.oki.com/jp/NSC/JIS/PROD/GE-PON2/>

PONシステム: フレームの比較

E-PON: Ethernetのフレームをそのまま使うシンプルな構成

音声、映像は全て上位層で、IPに変換する必要がある

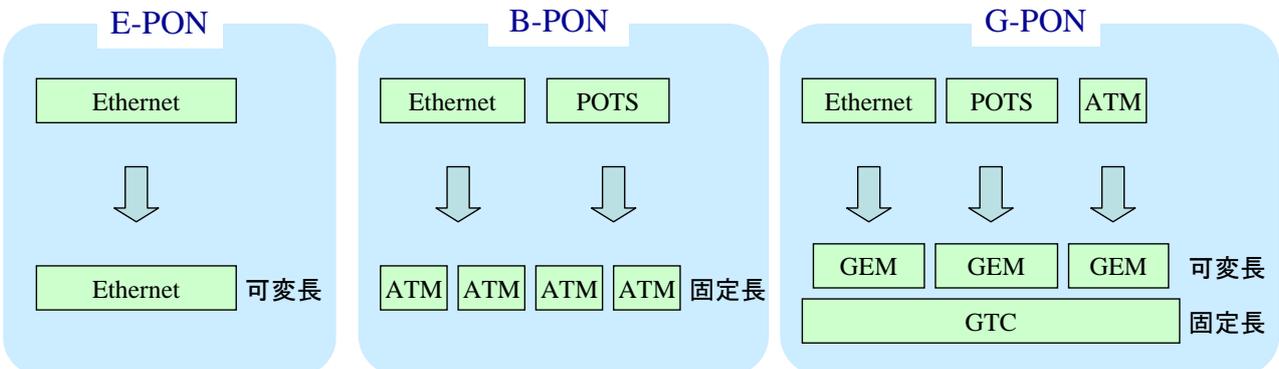
B-PON: POTS(音声)を取り込むために短サイズのATMセルで構成

映像は異なる波長で配信する

G-PON: Ethernet、POTS、ATMなど異なるフォーマットを可変長のGEMに載せ、

さらに、固定長GTCフレームに載せる構成である

映像はB-PONと同じである



ATM : Asynchronous Transfer Mode
GEM : G-PON Encapsulation Method
GTC : G-PON Transmission Convergence
POTS : Plain Old Telephone Service

PONシステムの標準化動向

IEEE標準

PONシステムは802.3にて協議されている。Ethernetのチップセットを使った低コストなPONシステムを検討している。現在はIP-TVを考慮した大容量化を目指して10G-EPONを協議している。GE-PONは日本、韓国で運用が開始している。

ITU-T標準

PONシステムはSG15/FSANにて協議されている。IPパケットに限らず、音声、映像などのサービスも考慮したフルサービスシステムを検討している。次世代としてデジタルTVのサービスや地理的課題を踏まえて、大容量・長距離化となる10G-PON、WDM-PON、その他長距離PONなどが協議されている。B-PONは日本、北米で運用されており、G-PONは来春に北米で運用が開始する予定である。

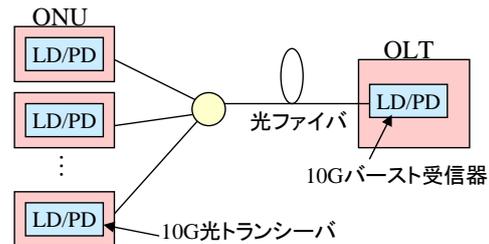
標準化団体	IEEE802.3			ITU-T SG15/FSAN		
	E-PON	GE-PON	10G-EPON*	B-PON	G-PON	
標準化完了時期	2004年6月			1998年10月	2004年2月	
速度	下り	100Mbps	1Gbps	10Gbps	155Mbps/622Mbps/1.24Gbps	1.24Gbps/2.48Gbps
	上り	100Mbps	1Gbps	1Gbps/2.5Gbps/10Gbps	155Mbps/622Mbps	155Mbps/622Mbps/1.24Gbps/2.48Gbps
波長	下り	1.48~1.58mm	1.48~1.50mm	1.48~1.50mm	1.48~1.50mm	1.48~1.50mm
	上り	1.26~1.36mm	1.26~1.36mm	1.26~1.36mm	1.26~1.36mm	1.26~1.36mm
	映像	—	—	—	1.55~1.56mm	1.55~1.56mm
フレーム	Ethernetフレーム			ATMセル	GEM/GTC	
分岐数	32	32	32/64	32	32/64	

*2006年3月から開始、記載している仕様は確定しておらず協議中である

次世代PONシステムの検討内容

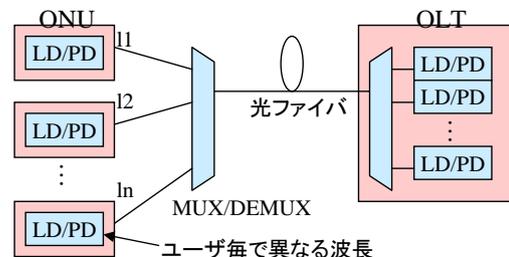
10G-EPON

- 10G-Ethernetを使ったE-PONシステムである。
- 標準化の検討がスタート
- 10Gbpsの光トランシーバを使うためロスバジェットが小さい。
- 上り側において、高速なバースト受信器が必要である。



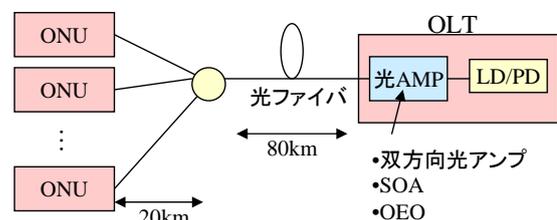
WDM-PON

- ユーザ(チャネル)毎に波長を割当てたシステムである。
- 波長依存がないため、多重が容易であり、長距離化も期待できる。
- CWDMを使ったWDM-PONが韓国で運用されている。
- 波長の使い方で様々な方式が検討がされている。
- 波長管理及びコストが課題である。



長距離PON

- 地理的な問題を解決するために、20kmの距離制限を超えるPONシステムを検討している。
- 短波長(1.3mm帯)の光アンプの実現
- 低コスト化の検討: 光アンプの低コスト化、OEO、FECなど
- 新方式の検討



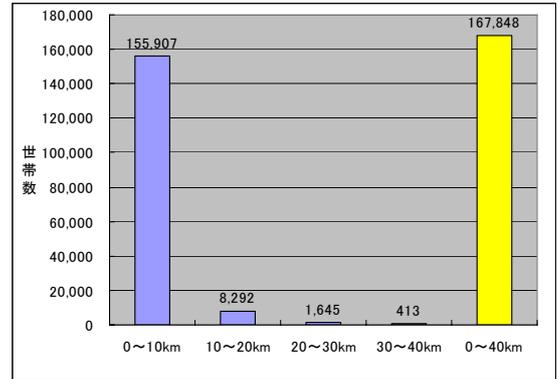
ブロードバンド技術の利用環境

ブロードバンドサービスの普及状況

- ブロードバンドネットワークの進展
 - ユビキタスネットワークの基盤となるインターネットのブロードバンドサービスが急速に普及し、2005年度末のブロードバンド回線の契約数は約2,330万件になっている
 - 料金・速度：世界一流のブロードバンド環境が実現されている
- ブロードバンドネットワーク環境の課題
 - インターネットの安心安全な利用に向けた取組み
 - 主に採算性の問題から民間業者の投資が期待しにくい地域については十分に整備が進んでおらず、地理的要因による情報格差の解消が課題となっている(デジタルディバイド対策)

ブロードバンドネットワーク環境の調査

- 調査内容
 - 地方公共団体、総合通信局及びNTT東西の公表資料を元に、ブロードバンド未提供地域の実情
 - 地理的な評価指標として、ブロードバンド未提供地域の世帯数と加入者線収容局までの距離
 - 調査結果
 - 世帯数の約90%が都市部に集中
 - 最寄の収容局から20km以上離れた世帯が存在
 - 世帯の分布は、円状に広がるのではなく、河川または主要道路沿いに方向性をもって帯状に広がっている
 - 世帯が点在している
 - ブロードバンドサービスを提供するためには30kmの範囲内で地域をほぼ網羅できる(右図)
- ⇒長距離化ができ、柔軟な構成が可能なネットワークポロジが要求される



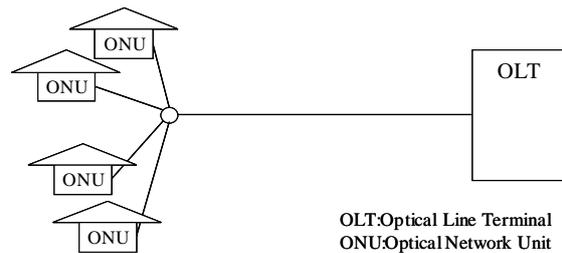
世帯数分布：デジタルディバイドが残る地域の例

出展
NICT：高度通信・放送研究開発に係る委託研究開発
「高品質メディア・アクセスネットワークの研究開発」(H17-19年度)

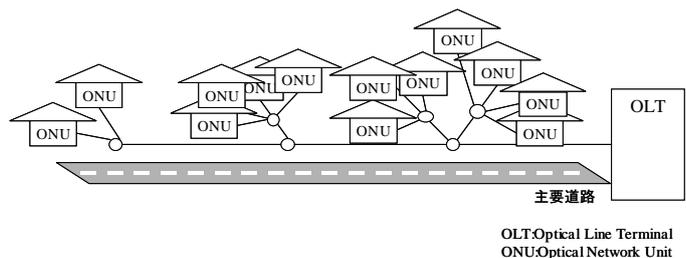
ネットワークポロジ

従来のPONにおける課題

- 複数の加入者の情報を同時に伝送する手段としてスター構造のネットワークポロジ上で時間分割多重(Time Division Multiplexing)技術が用いられている
 - 加入者からの上り通信において、各フレームデータの衝突を回避するため、最適な時間割り当て(送信タイミング)を調整する必要がある
 - そのため、収容局から加入者宅までの距離が10km、または、20kmに対応するPX10とPX20が標準化されている
 - タイミング調整用バッファ長等のシステム的な問題があるため容易に伝送距離が延長できない
- ⇒デジタルディバイドの解消のためには、距離の拡大と柔軟なネットワークポロジが要求される
- ⇒柔軟なネットワークポロジとして、バス・ツリー型が有効であるが、従来のPON方式では実現が難しい



スター構造のネットワークポロジのイメージ図



バス・ツリー型ネットワークポロジのイメージ図

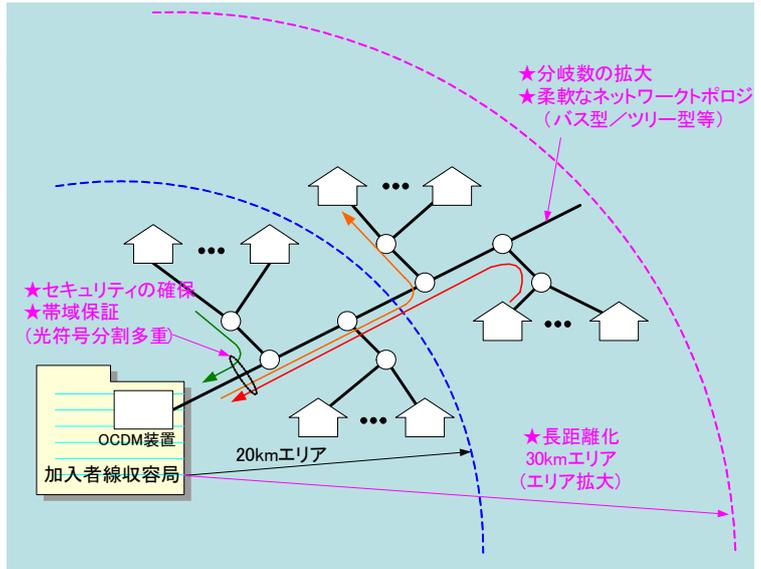
出展
NICT：高度通信・放送研究開発に係る委託研究開発
「高品質メディア・アクセスネットワークの研究開発」(H17-19年度)

OCDM-PON

OCDM(Optical Code Division Multiplexing)

OCDM-PON

- 符号分割多重方式(OCDM)を用いたPON方式で、加入者毎に固有の符号化したチャンネルを割り当てるため、従来のPONに要求される上りの時間割り当て制御が不要となり、伝送距離の延長に関するシステム的な制限を解消できる
- 特徴
 - 伝送容量の拡大
 - 100Mbps × 16チャンネル
 - 帯域保証
 - サービスエリアの拡大(30km以上)
 - 分岐点の柔軟な配置 --- 敷設制限の緩和
- 効果
 - 新たに収容局を増設することなく遠隔地への広範囲なブロードバンドサービスが可能になり、地理的デジタルデバイドの解消に貢献する



OCDM-PONシステムのイメージ図

出展
NICT: 高度通信・放送研究開発に係る委託研究開発
「高品質メディア・アクセスネットワークの研究開発」(H17-19年度)

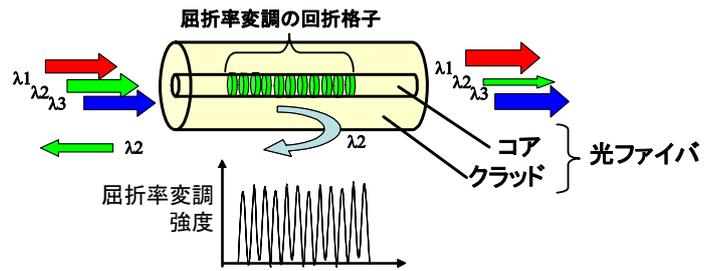
OCDM-PON

OCDM(光符号分割多重方式; Optical Code Division Multiplexing)

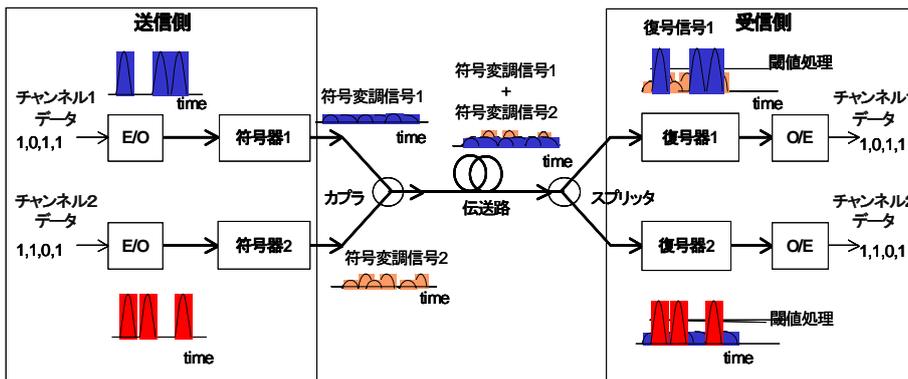
送信側でチャンネル毎に異なる符号で変調して伝送し、受信側では同じ符号キーにより復号と閾値判定を行う多重分離方式

特徴

- ユニークな符号を用いることにより多重分離の自由度が高い
- 線路の情報セキュリティを向上



符号/復号器: SSFBG(Super Structured Fiber Bragg Grating)



OCDM方式による多重伝送

出展
NICT: 高度通信・放送研究開発に係る委託研究開発
「高品質メディア・アクセスネットワークの研究開発」(H17-19年度)

まとめ

光ファイバ技術の最近の技術動向

■ 光アクセスネットワークの種類

- SS方式／PON方式
- PONの種類: E-PON、GE-PON、B-PON、G-PON
- PON: フレームの比較

■ PONシステムの標準化動向

- IEEE標準
- ITU-T標準
- 次世代PONシステムの検討内容

■ ブロードバンド技術の利用環境

- ブロードバンド技術の利用環境: 普及状況と課題
- ネットワークポロジ: 従来のPONにおける課題
- OCDM-PON
 - ✓ 距離的制限の緩和、柔軟なネットワークポロジが可能
 - ✓ 新たに収容局を増設することなく、遠隔地への広範囲なブロードバンドサービスが可能になり、地理的デジタルディバイドの解消に貢献する