

OFC/NFOEC2007 ショート速報 [アクセスネットワーク]

堀内 幸夫 (KDDI 研究所)

会議名: The 2007 Optical Fiber Communication Conference & Exposition and the National Fiber Optic Engineers Conference

開催期間: 2007年3月25日-29日

開催場所: Anaheim Convention Center (Anaheim, CA, 米国)

*****要約*****

昨年の ECOC に引き続き、WDM-PON 技術関連の報告が目立った。専門のセッションが4つも設けられるほど盛況であり、これまでの韓国勢のほかに欧州や北米が健闘している。内容は、従来のデモンストレーションからより技術的に深堀する方向であり、さらに大容量のポイントツーポイント通信から TDM-PON との組合せによって収容加入者数を増やす方向性である。また、システムのロスバジェットを拡大するための光中継方式や 10Gbit/s PON 実用化へのアプローチが続けられている。

1. はじめに

2006年9月末の日本国内の FTTH 契約数は715万を超え、2007年1月には NTT 東西の FTTH 加入者数が ADSL 加入者数を上回ったと報じられた。ユーザの志向は急速に FTTH へ推移し、日本は FTTH 大国の地位を確保している。G-EPON 方式の導入で、パワースプリッタベースの光ファイバインフラ (ODN) が着々と整備されており、次世代システムへのマイグレーションでこれを無視することは不可能と言える。このような状況で、OFC/NFOEC における次世代アクセスシステムの研究動向は、現実との乖離を感じるものの、本研究結果に基づく要素技術の発展的利用、将来システムの指針になりうることは疑いもない。

本速報では、OFC におけるアクセスネットワーク関連技術に関するトピックについて報告する。

2. トピックス

2.1 TDM-PON 技術

NTT から 10G-EPON 用の光バースト光受信器の発表が行われた。0.25 μ m プロセスの SiGe BiCMOS 技術で作成されたトランスインピーダンスアンプ (TIA)、リミッタアンプ、クロックデータリカバリ (CDR) でハイブリッド構成されており、光受信感度 -18dBm、受信ダイナミックレンジ -16.5dB、ガードタイム 100nsec、プリアンプル時間 75nsec を実現している (PDP8)。2007年2月15日に、三菱電機が 10G-PON 向けの LSI 開発をニュースリリースしているが、10Gbit/s EPON 用の純粋な光バースト光受信器としての学術的発表はこれが初めてになると思われる。レギュラーペーパーでは、PON によるアクセスと LAN 接続を想定し、PON 局装置 (OLT) との通信のほか、OLT を介在せずに M×M スプリッタを用いて光加入者端末 (ONU) 間通信を可能とする方法が報告された (OTuG1)。また、WDM-PON においても、ファイバグレーティングによるダイナミック波長選択光反射器を用いた ONU 間通信手法の検討が報告された (OWL6)。

2. 2 WDM-PON 技術

WDM-PON の基本構成は、光加入者端末 (ONU) の光源種別と光変調手法によって区分される。機器コスト上、WDM 接続ポートに応じて ONU の送受信波長を選択することがないようカラーレス化が指向され、ファブリペロレーザ (FP-LD) や反射型半導体光増幅器 (RSOA) を使ったりリモート変調方式が多くの検討対象となっている。韓国 KT は招待講演でこれらの WDM-PON 基本技術について効率的に整理している (OWL1)。関連発表の件数が多いため、分類して述べる。

(1) リモート変調では、シード光と変調光とが同一波長となるため、光ファイバ線路上で生じるレーリ散乱光や接続点の光反射による特性劣化が無視できない。スペイン UPC は、ONU 利得に対するこれらの影響を評価した (OTuG4) ほか、少々強引ではあるが単側波帯 (SSB) 変調と波長シフトを組合せて特性劣化を緩和する提案を行った (OTuG6)。また、University College Cork からも位相変調によるスペクトラムブロードニングによる改善効果の評価が行われた (OWD4)。

(2) ONU で受信した下り信号を再び上り信号として再変調する方法では、再変調後の下り信号データの残留成分が特性劣化要因となる。韓国 KAIST は、電力スペクトラム密度が高周波域に存在するマンチェスタ符号を下り信号に用い、ベースバンド域に電力が集中する NRZ 符号を上り信号として用いることで、信号干渉を避け特性改善を図った (OWD3)。韓国 ETRI は、受信した下り信号を上り信号に反転重畳するフィードフォワード処理によって、残留信号成分を抑圧する手段を提案した (OTuH1)。

(3) そのほか、線路障害に対する冗長手段として、韓国 KIST から AWG 波長合分波器の波長周回性を使った光ポート切替の提案が行われた (OTuG7)。

2. 3 WDM-TDM-PON ハイブリッド技術

TDM-PON と WDM-PON を組合せたハイブリッド PON を用いて収容加入者数を大幅に増やす報告が、ECOC2006 以降目立っている。韓国 Chungnam National University と KT のグループは、16TDM-PON ノードを 32WDM で合計 512 ユーザを収容することを前提とした WDM-TDM-PON の実験を行った。下り信号は RSOA で光変調した 1.25Gbit/s とし、20km の基幹ファイバを介して WDM 合分波付近に設置したエルビウム添加ファイバ (EDF) をセンター局から励起する遠隔励起 EDF アンプを使い、15dB の利得拡大を図った (PDP9)。スペイン UPC は、アクセスリング上に複数の TDM-PON を配置し、WDM を使って収容することを想定して、アクセスリング上のリモートノードで OADM して TDM-PON の ODN に接続する実験を行った。ONU には RSOA を用い、アクセスリングではファイバラマン増幅を用いた。リング構成であるが、論理上は OADM によるツリー構造となっている (OTuG2)。

2. 4 PON 中継技術

システム構成上、PON 中継と前項のハイブリッド技術との明確な区分けは困難であるが、主体となる技術で分類した。

AT&T と OFS Fitel のグループは、2.5G-GPON 1 システムに加え、デジタル映像配信用に CWDM 3 波を同一 CDN 上に WDM オーバーレイした。これは 1500nm 帯の SOA とファイバラマン増幅を組合せて 75nm の下り帯域を確保するとともに、上り中継には 1300nm 帯の SOA を使用しての 60km の中継実験である。(OWL2)。さらに AT&T らのグループは、ポストデッドラインセッションでも、同様な光中継概念で、GPON 4 システムの WDM 中継の実験を示した。これは前記実験の中継系において 1300nm 帯帯域を拡張

するため、SOAに加えファイバラマン増幅を組合せて実現したものである (PDP13)。また、フランステレコムは、GPONの中継を行うため、信号波長を下り1550nm、上り1570nmとすることで、1つの1550nm帯SOAを用いて双方向の伝送を行った (OWS1)。

2. 5 CDM-PON 技術

UC デビスは、SPECTS(Spectral Phase-Encoded Time-Spreading) O-CDMA を使った2×2テストベッドでTCPとビデオストリーム伝送実験を実演し、O-CDMA上のイーサネット動作をアピールした(OMO4)ほか、MITともにボストンに付設された80kmファイバを使ったフィールド実験を行った(OMO7)。さらに計算機シミュレーションに関する共著(OMO3)など健闘ぶりが伺える。沖電気は、電気段処理のCDM信号を使ったCDM-PONの実験を行った。ユーザデータ62.5MBit/sを32直交符号化して2Gbit/sの信号に変換し伝送を行った。100GHz間隔の16DWDMで、光領域では符号・複合化しないため、42dBのロスバジェットを得ている。データ速度は低いものの、TDM-PONで必要となるマルチポイント制御プロトコルが必要ないほか、電気段で処理されるため実用性が感じられる(OWL5)。

2. 6 ワイヤレス連携技術・ROF (Radio over Fiber) 技術

WiMAXなどの無線アクセスのエントランス回線に光アクセスを適用するワイヤレス連携技術については、実務的側面から、NFOECのセッションで報告が行われていたが、OFCでも取上げられていたことに少々驚いた。ノキアの招待講演(OthM1)を筆頭に、PONをアクセスに用いて検討を行ったNEC(OTuE6)、スタンフォード大(OThM3)、UCデビスらのグループ(OThM4)の検討など、商用のTDM-PONをベースに、ワイヤレスシステムとの総合的な遅延量などの性能の最適化などの観点から検討が行われていた。一方、光領域で無線信号との融合を図ったROF技術においては、40GHz帯を使ってギガビット・イーサネットを伝送させるフィールド実験の報告(JWA87)などがあった。近年、無線リンクとの連携を行うことなく、SCM技術に基づく長距離光伝送を目的とした検討が行われるようになってきた。ROF分野で培われた研究成果が効率的に利用され、加速的な発展が遂げられるようを期待する。

2. 7 工事・保守

NTT東日本から、1999～2005年にかけてNTTの建設したFTTHインフラにおける昆虫・鳥獣によるケーブル被害と、その対策方法が報告された。筆者の知る限り、同等の発表はクマゼミによるドロップケーブルの被害が報告されたOFC2005以来かと思われる。エンジニアリング的な内容と、昆虫などのキャラクターを使った巧みなプレゼンによって会場が盛り上がった。2006年の対策効果に聴衆の関心が集まったが未回答での降壇となった。次回の報告に期待したい(OthE5)。

3. おわりに

NFOECでは、次世代システムの導入に当たって既存システムとの共存を考慮した波長配置が議論され、また、10G EPON用バースト光受信器などの発表に見られるように、次世代EPON規格の策定(IEEE P802.3av)を背景とした研究成果発表が、今後の学会を賑わすであろうことを予感した。さらにWDMをベースとした効果的で拡張性の高い次世代システム技術の展開を期待して、本報告を締めくくりたい。