

ECOC2006 ショート速報 [光ネットワーク関連]

青木泰彦 (富士通研究所)

会議名 : The 32nd European Conference on Optical Communication (ECOC)

開催期間 : 2006年9月24日-28日

開催場所 : Palais des Festivals et des Congrès de Cannes (Cannes、フランス)

*****要 約*****

ECOC2006では、光デバイス技術から100Gbps/ch級DWDM伝送技術に至る幅広い分野での発表が行われ、光ネットワーク関連のトピックスとしては、1. 動的な光ネットワークの実現へ向けたコントロールプレーン技術(ASON/GMPLS)、2. 広域Grid網向け光ネットワークの制御技術と広帯域リンク技術、光ノード技術、3. 光パケット・バーストスイッチング、光ラベル処理などの次世代光ネットワーク技術が上げられる。それぞれの項目について、代表的な発表と動向について、本稿にて報告する。

1. はじめに

ECOC2006における光ネットワーク関連の発表は、ワークショップ、一般講演、チュートリアル各セッションにおいて、実システム運用に近いフィールドトライアルから、光スイッチ、パケットスイッチなどの次世代技術と様々な内容で行われた。本稿では、光ネットワーク関連分野の発表を、1. コントロールプレーン技術(ASON/GMPLS)、2. 広域Grid網への応用技術、ノード技術、3. 光パケット・バーストスイッチング、光ラベル処理技術、の3分野に大きく分類し、代表的な論文と技術動向についてまとめる。

2. 光ネットワーク関連発表、技術動向

2. 1 動的な光ネットワークの実現へ向けたコントロールプレーン(ASON/GMPLS)

ワークショップ(W3)において、通信事業者の観点から見たコントロールプレーン技術、および、各国におけるコントロールプレーンの相互接続トライアルについての発表が行われた。通信事業者からは、動的な光ネットワークの導入による新規サービスや、通信事業者から見たメリット、装置ベンダのNNI(Network-Network Interface)、UNI(User Network Interface)の実装状況なども示され、また、日本、欧州のプロジェクトにおいては、ASON, GMPLSの間での相互接続実証トライアルでの良好な相互接続性の結果が示され、技術的には実運用可能なレベルに近づいていることが示された。同様に一般講演においても、We4.1.3にて複数のWDM装置とPXC(Photonic Cross-connect)間でのLMP(Link Management Protocol)を用いたプロテクション、リストレーション実証、We. 4.1.5においてJGNIIを用いたキャリア間相互接続環境下でのLSP(Label Switched Path)の設定、リストレーション等の検証など、実運用へ向けた発表が相次いだ。ただし、ワークショップでの議論で、ある通信事業者からは現在の運用形態からの変革を伴うため、実運用への展開にはまだ様々な障壁が存在するが、一旦導入が開始されれば一気に加速するのでは、とのコ

メントも出されていたことを付け加えておく。

2. 2 広域 Grid 網向け光ネットワークの制御技術と広帯域リンク技術、光ノード技術全般

動的な光ネットワークのアプリケーションとして、広域グリッド網が有望視されており、今回の ECOC でも、GMPLS 技術と関連して、グリッド網を意識したネットワーク制御についての報告が行われた。We4.1.1 では、現在進められている G-lambda プロジェクトについて、計算機リソースとネットワークリソースの間でのスケジューリングを行うためのグリッドスケジューラや、Grid に要求される遅延や障害復旧時間を考慮に入れた GMPLS による光ネットワーク制御の開発状況について報告があった。We4.1.2 においては、広い帯域を必要とするユーザのために、複数の波長を動的に割り振り、1 リンクとして供給する方式 (Optical Virtual Concatenation) の、フィールドトライアルでの動作実証について報告が行われた。また、Tu3.6.3 において、1 対多、多対多などのコレクティブ通信を低遅延で行い、かつ衝突回避のために波長可変レーザを用いる高速波長パススイッチ技術の報告があり、切替時間として 20ms (L2 での処理遅延を含む) が実現されている。

上記で説明した動的な光ネットワークを実現するノード技術として、Th1.2.2 では波長選択スイッチ (WSS: Wavelength Selective Switch) を用いた 6 方路での PXC ノードの発表があり、2.4Tbps (10Gbps x 40 波長 x 6 方路) のノードスループットが実現され、同様な発表が We3.P.140 でも行われた。WSS を用いた光ノード技術 (ROADM: Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexing, PXC) が今後の光ネットワークを実現とする際の鍵となるため、今後のデバイス技術の更なる進展に注目したい。

2. 3 光パケット・バーストスイッチング*1、光ラベル処理などの次世代技術

光パケット、バーストスイッチ技術は、各国での国家プロジェクトの成果を中心に、複数のセッションで発表が行われた。光パケットスイッチに関して、Th4.5.2 において、Mach Zehnder 干渉計 (MZI) のアームに SOA (Semiconductor Optical Amplifier) を集積した波長変換素子と、MZ 変調器を用いる NRZ-RZ 変換素子を組み合わせた光 3R 機能を備えた光ラベルスイッチルータにおいて、周回実験と同様な評価手段でルータの多段接続性について検証を行い、1001 ホップの多段接続性を示している。We2.4.5 では、SOA と複数の MZI を組み合わせた光フリップフロップ回路と SOA-MZI 波長変換素子を用いた、光パケットスイッチの報告があり、40Gbps、1.6ns 長パケットのスイッチングに成功している。また、光パケットスイッチ技術のスーパーコンピュータ内への応用に関して Tu.1.2.1 Tutorial で米国でのプロジェクトや研究動向について講演があり、Tu4.6.6 において SOA ゲートを用いる 100T 級の光パケットスイッチの提案、基本実証について発表があった。広いインタコネクタ帯域が必要となるため、光スイッチング技術の適応領域のひとつとなりそうである。

光バーストスイッチに関して、Th1.2.4 では高速波長可変レーザと波長変換素子を用いた衝突回避機能を実装した光バーストスイッチノードについて発表を行い、100-200 μ s 長のバースト衝突回避を実現している。同グループは PD (Th4.1.6) においても 10G、40G 混在バースト転送実験についても報告を行っており、バーストスイッチノードとしての様々な機能を実証している。各発表の成果から、スイッチングノードに用いられるデバイス特性の向上や、半導体光デバイスの集積化の進展がみられ、光パケット・バーストスイッチのみならず、今後の光伝送装置の小型化や高機能化に対して大きく寄与すると考えられる。

*1 本稿では、光バーストスイッチに明確な区分を設けるため、2way シグナリングを用いるバーストスイ

ッチを高速波長パススイッチング、1way シグナリングを用いるものを光バーストスイッチングとした。

3. おわりに

光ネットワーク技術は、多値変復調技術による超 40G リンク技術、ROADM、PXC などの再構成可能なノード技術の進展、および、ASON/GMPLS コントロールプレーンの導入により、ノード間で 40G クラスの広帯域波長パスをオンデマンドで設定可能な技術レベルに到達しつつあり、アプリケーションとして想定される Grid 網向けインターフェースの開発も進んでいる。一方で、次世代技術として、多数の発表が行われた光パケット、バーストスイッチングは、光ラベル処理や、高速スイッチ、波長変換素子などの要素技術の研究は進展を見せているが、波長パスをベースとする現在の公衆網における光ネットワークからのマイグレーションシナリオや、明確な技術メリットが示されておらず、漠然とした将来技術として捕らえられている感は否めない。今回の ECOC でも多数発表のあった高速電子回路を用いる電気分散補償技術の進展を見ると、光技術の特長を最大限生かす上で、何を、どのレベルで光の領域で処理することが可能（筋がよい）か、電子デバイス技術、ネットワークアーキテクチャ、アプリケーション(グリッド等)など、多方面から議論をすることが、10 年先の光ネットワークを考える際に必要ではなかろうか。

以上