

### OFC2010 ショート速報 [光ネットワーク関連]

氏名 (所属) 宮澤高也 (独立行政法人 情報通信研究機構)

会議名 : The Optical Fiber Communication Conference and Exposition (OFC) and the National Fiber Optic Engineers Conference (NFOEC) 2010

開催期間 : 2010年3月21日-25日

開催場所 : San Diego Convention Center (San Diego, California, USA)

\*\*\*\*\*要約\*\*\*\*\*

OFC2010では、光ネットワーク関連講演のうち、ConvergenceやIntegrate、Hybridといった、ネットワーク基盤や制御機構の統一化に関する報告が多くなされた。複数タイプのネットワーク技術を、共通のプロトコルやインフラのもとで統一的に扱う動きが最近のホットトピックとなっている。また、Googleをはじめ、流行のクラウドに関連した光ネットワーク技術もホットトピックであり、多くの研究者の興味の対象となっている。クラウド化の流れで、データセンターが世界中に設置されてきていることから、データセンターのための光ネットワーク基盤技術に関する報告があった。

\*\*\*\*\*

#### 1. はじめに

OFC/NFOECは、光通信に関する最大級の国際会議であり、デバイスレイヤからアプリケーションレイヤまで、講演内容は多岐に渡る。本報告では、OFC/NFOEC2010の議題の中で、光コアネットワーク技術に関する講演に着目する。さらに、最近のホットトピックと考えられるテーマに絞り、光コアネットワークにおけるコンバージェンス/ハイブリッド技術およびクラウド環境下におけるデータセンターのための光ネットワーク技術の動向について報告する。

#### 2. 光コアネットワークにおけるコンバージェンス技術/ハイブリッド技術

多数のセッションに跨って、光コアネットワークにおけるコンバージェンス技術/ハイブリッド技術に関する報告があった。

NMD2では、KDDI研究所から、Converged Networksおよびその長所・短所について報告がなされた。主に、ネットワークアーキテクチャにおけるConverged Platformへのマイグレーション、Convergedメトロネットワークアーキテクチャの例、およびネットワークコンバージェンスのメリット(e.g. コスト削減、OAM&P (Operation Administration and Maintenance&Provisioning)の統一化)とデメリット(e.g. 各サービスを個別に強化することの困難性)について報告された。また、CIR (Committed Information Rate)の概念を導入することでサービスプロバイダにとって利益のあるビジネスモデルを実現可能な提案等について報告された。

OTuG1およびOTuG2では、米国スタンフォード大学(Stanford Clean Slate Program)から、Openflowと呼ばれるフロー単位でパケットを制御するプロトコルを用いて、パケット交換網と回線交換網のコンバージェンスを実現するアーキテクチャおよび簡易実験について報告がなされた。ノード内の転送機能(Data

plane) と制御システム (Control plane) を分離し、その間のインターフェースに、オープン化されたフロー制御プロトコルを用いる。フロー単位の制御をプログラマブルに行なうことができ、Flow Table と呼ばれる各 Flow に対する処理を定義するための表の中身を逐一書き換えることで、同一インフラにて、パケット交換と回線交換を両方実現する。すなわち、今まで異なる制御機構で実現されてきた 2 種類の交換原理を、同一インフラ上で、Openflow により統一化/オープン化された制御機構で実現するアイデアである。アーキテクチャの概念に加え、簡易実験装置を用いた映像伝送による評価実験も報告された。

NTuD は、パネルセッションであり、主に、Google、Verizon、Alcatel-Lucent から、ネットワークコンバージェンスやハイブリッドについての考えが報告された。Google からは、IP パケットと MPLS-TP (Multiprotocol Label Switching - Transport Profile) を同一網で提供する手法の必要性が報告され、Verizon からは、単一網ですべてのサービスを提供する考えや OTN (Optical Transport Network) の制御プレーンにより複数のネットワークを統一的に制御する考えについて報告された。Alcatel-Lucent からは、10/40/100G を提供するデータプレーンのコンバージェンス、ドメイン間のシグナリング・動的帯域割当・OAM を実現する制御プレーンのコンバージェンス、光と IP のための共通管理プラットフォームを実現する管理プレーンのコンバージェンスの、3 種類のコンバージェンスについて報告された。

Plenary Session にて、Alcatel-Lucent の P. Keryer 氏から、ネットワークコンバージェンスにより様々なサービスの創出が期待される点や、光と IP を統合した Converged Backbone の必要性について、説明された。

OTuM6 では、東京大学から、多波長光パケット交換と光回線交換の両方を提供するハイブリッド光リングネットワークの概念および検証実験について報告された。通常の ROADM (Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer) と比較して、多波長光パケット交換の導入によって、高い帯域利用効率が可能であることが報告された。

OWI6 では、米国 MIT から、光フロースイッチングについて報告がなされた。本研究は、米国の DARPA や NSF といったメジャーな国家プロジェクトの一環である。光ネットワークでは、スケーラビリティ、QoS、コスト削減、消費電力低減が主な課題であり、レイヤ 1 だけでなくオールレイヤでのスイッチングが必要であることが述べられた。その実現法の有力候補としての光フロースイッチング、および IP と光フロースイッチングのハイブリッドによるアーキテクチャが紹介された。光フロースイッチングの主な利点として、集中管理機構と高速な分散制御機構 (高速応答、低遅延、低ブロッキング率) が可能、ルータをバイパスする End-to-end のフロースイッチングによる省電力化、統計多重効果が得られる多重アクセス、安定かつ動的なネットワークの提供、等があげられることが報告された。

OThP6 では、オーストリアのウィーン工科大学から、光パケット交換と光回線交換の両方を提供可能な統合ノードの概念についての報告があった。講演の中で、電気パケットスイッチと比較した光パケットスイッチによる消費電力低減の可能性、および光回線交換の導入による省電力化の可能性について報告された。

(尚、同セッションの OThP4 では、NICT から、同一ファイバインフラで光回線(パス)交換と光パケット交換の両方を提供する光統合ネットワークのためのノードアーキテクチャおよびその部分実装/評価実験についての報告を行なった。)

### 3. クラウド環境下におけるデータセンターのための光ネットワーク技術

クラウドコンピューティングの普及に伴い、データセンター間のトラヒックは、今後急増することが予想

される。そのことから、光ネットワーク技術の適用が不可欠とされており、コンピューティング分野だけでなく、光ネットワーク分野においても、多々、議論されてきている。OFC2010 では、主に、2件の発表があった。

NWA3 では、Google から、Google のデータセンター間光ネットワークのための光ネットワーク技術、光デバイス技術について報告がなされた。光ネットワーク技術としては、Warehouse 規模のコンピューティングおよびデータセンター間通信の概要について紹介された。世界中に設置されたデータセンターおよびそのネットワークの構築にあたっては、消費電力が課題となる。Google のデータセンターは、通常、電力ステーションの近くに設置されており、低コストで電力供給が可能であることが述べられた。また、データセンター-Long-haul 光ネットワークの要求事項としては、主に、低遅延、キャパシティ・スペクトル利用効率の向上、長距離化、ポイント・ツー・ポイントの通信、スムーズなアップグレードがあげられることが説明された。光デバイス技術としては、IBM 等のベンダー開発の最新光デバイス技術 (e.g. コヒーレント光受信機、マルチキャリア光 OFDM 伝送技術 等) が紹介され、今後のデータセンター間トラフィックの急増に備え、Google 光ネットワークの構築に、最新光デバイスの導入が不可欠であることが述べられた。また、Google が自前のインフラ・システムを組むか否かはコストに依存する、といった考えが述べられた。

JWA63 では、米国 UC Davis から、データセンターのネットワークのための光スイッチアーキテクチャの提案および OPNET によるシミュレーション評価についての報告がなされた。データセンターのネットワークは、遅延に厳しいという特徴を持つため、コンテンションフリーのデータ伝送が要求される。また、現在のデータセンターは、電気スイッチにより相互接続されており、遅延だけでなく、スループットやスケラビリティに問題があり、さらには高い消費電力を要する問題が説明された。提案スイッチアーキテクチャは、光学段でデータ転送を行なう光スイッチを用いる構成であり、シミュレーションの結果、商用のイーサネットスイッチと比較して、極めて低遅延で、高いスループットを達成可能であることが報告された。

また、2章にて説明した Openflow によるネットワークコンバージェンスに関する講演 (OTuG1 および OTuG2) において、Openflow による光スイッチ制御が、光コアネットワークだけでなく、クラウド環境下におけるデータセンターの光ネットワークにも有効であることが述べられた。

#### 4. おわりに

本報告では、OFC2010 の講演の中で、光コアネットワークにおけるコンバージェンス技術/ハイブリッド技術、およびクラウド環境下におけるデータセンターのための光ネットワーク技術に絞って、最新動向について紹介した。ネットワークコンバージェンスに関しては、複数タイプのネットワーク技術のための制御機構や管理機構の統一化、それによる新たなアプリケーションサービスの創出が期待される等、将来の光コアネットワークに恩恵をもたらす可能性が高い。ただし、単に技術的に統合するというだけでなく、ネットワーク全体の消費電力・コストやビジネスモデルといった、より現実的な議論は欠かせない。また、クラウドコンピューティングは ICT 業界全体で流行となっており、クラウド環境、とりわけデータセンター間のネットワークを構築するにあたって光ネットワーク技術の貢献度が極めて大きいことは明白である。今回の OFC2010 では、主に上記のようなホットトピックに、数多くの研究者・技術者が興味を持っていることが確認できた。