

### 3.2.2 光ネットワーク研究所 フォトニックネットワークシステム研究室

室長 和田尚也 ほか 16 名

#### フォトニックネットワークシステム技術の研究開発

##### 【概要】

光ネットワークの物理層における限界を打ち破るフォトニックネットワークシステムの基盤技術を確立するため、物理層の制約を取り払い、機能と効率を最大限伸ばすネットワークシステム技術や、マルチコアファイバ等を用い飛躍的な通信容量の増大を可能とする技術に関する研究開発を行っている。

- (ア) 物理信号フォーマットがシステム毎に固定されず、サービスに応じて最適なネットワーク物理層資源を選択し、柔軟かつ効率的に機能提供可能とする物理フォーマット無依存ネットワークシステムの実現に向け、光交換ノードにおいて、データ粒度、データレート、変調方式、帯域、偏波のそれぞれに対する無依存化を図るための個別要素技術を確立し、システムアーキテクチャを確立する。
- (イ) マルチコアファイバ伝送システムを実現するためのファイバ設計技術と総合評価技術、またマルチコア伝送された光信号をネットワークノードにおいて交換処理するためのマルチコアクロスコネクタ技術とスイッチング技術を確立する。さらに、コア間干渉雑音耐性向上技術等、多値変調と空間多重を複合した超多重伝送方式や、モード制御を実現するための基盤技術を確立する。

##### 【平成 25 年度の成果】

#### (1) 物理フォーマット無依存ネットワークシステム基盤技術

平成 25 年度は、物理フォーマット無依存ネットワークノードシステム技術に関して、多層化シートファイバ遅延線を導入した可変長対応 31 パケット光バッファサブシステムをプロトタイプ化し(図 1)、位相変調パケットを用いてその高安定動作を実験実証した。また 100Gbps (8×12.5Gbps) 全光 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 技術に関して、同方式の大きな問題である分散の計測技術と補償技術を開発し、実験実証に成功した。ヨーロッパにおける研究活動を助成する政策である EU FP7 (7th Framework Programme for Research and Technological Development) の平成 24 年 10 月から 3 年間のプロジェクト ASTRON (Adaptive Software Defined Terabit Transceiver for Flexible Optical Networks) に参画し、OFDM 技術を用いたテラビットクラスのフレキシブルトランシーバの研究を引き続き実施中である。

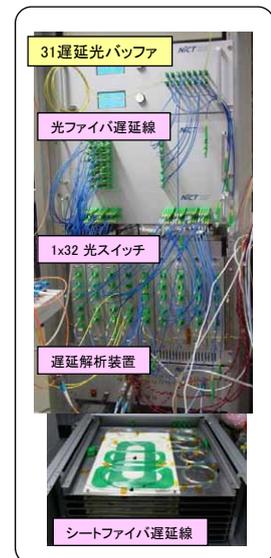


図 1 高安定・可変長対応 31 パケット光バッファ

#### (2) 光パケット・光パス統合ノード技術

平成 23 年度に開発した光パケット・光パス統合ノード用光バッファにおいて、平成 25 年度は従来規模の 2 倍を超えた 7 パケット分の光バッファを統合ノード装置に実装し(図 2)、パケット長の異なる様々なトラヒックパターンに対してパケットロスが規格で定められている  $10^{-4}$  以下の良好な光バッファリング動作を世界で初めて実証した。さらに世界で初めて光パケット・光パス統合ネットワークにおける波長資源の動的制御に成功し、光パケット・光パス統合ノード装置の共有波長資源領域において、光パケットから光パスへの(同一波長間での)切り替え制御を実証した。

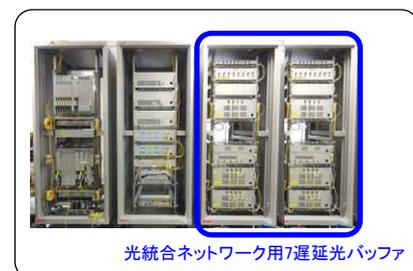


図 2 光バッファ搭載の光パケット・光パス統合ノード装置

#### (3) マルチコアファイバとそのネットワーク応用技術

超多重伝送技術に関して、平成 25 年度は、マルチコアファイバネットワーク上で SDN (Software Defined Network) 技術による柔軟な帯域リソース制御を世界で初めて実証した。マルチコアファイバ用に拡張した

SDN技術の1つであるオープンフロープロトコルにより動的に光パススイッチ制御を行うことで、光パス上の伝送品質 (QoT: Quality of Transport) を加味しながら最適経路を選択し、複数種類の光信号に対しデータ信号の送受信を実現し(図3)、ヨーロッパ光通信国際会議 (ECOC 2013) のポストデッドライン論文(最優秀論文コンペセッション)に採択された。

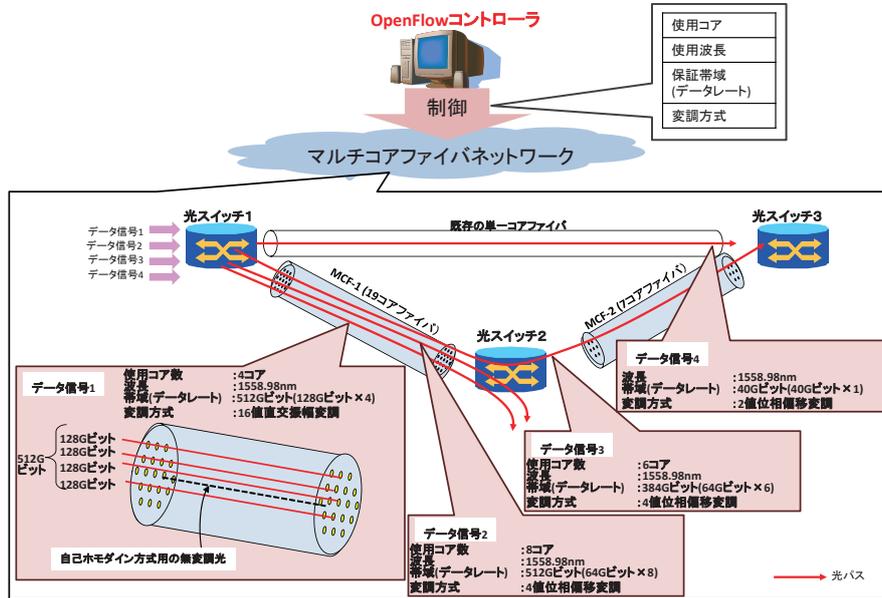


図3 マルチコアファイバネットワークにおけるSDN実証実験

#### (4) マルチコアファイバ伝送と一括増幅技術

マルチコアファイバの特質を活かした、自己ホモダイナミックコヒーレント伝送方式を開発した。19コアファイバではわずか5%の利用効率低下で実現可能である。低価格な広線幅光源でも高度な変調フォーマットが利用可能となり、受信機のデジタル信号処理負荷を大幅低減する。

また、世界で初めて19コア全コア同時励起光増幅器(EDFA: Erbium Doped optical Fiber Amplifier)を開発し(図4)、同時に空間光学素子を用いた19コア一括アイソレータも実現した。さらに、同EDFAを用い1,200km長距離伝送にも成功した。

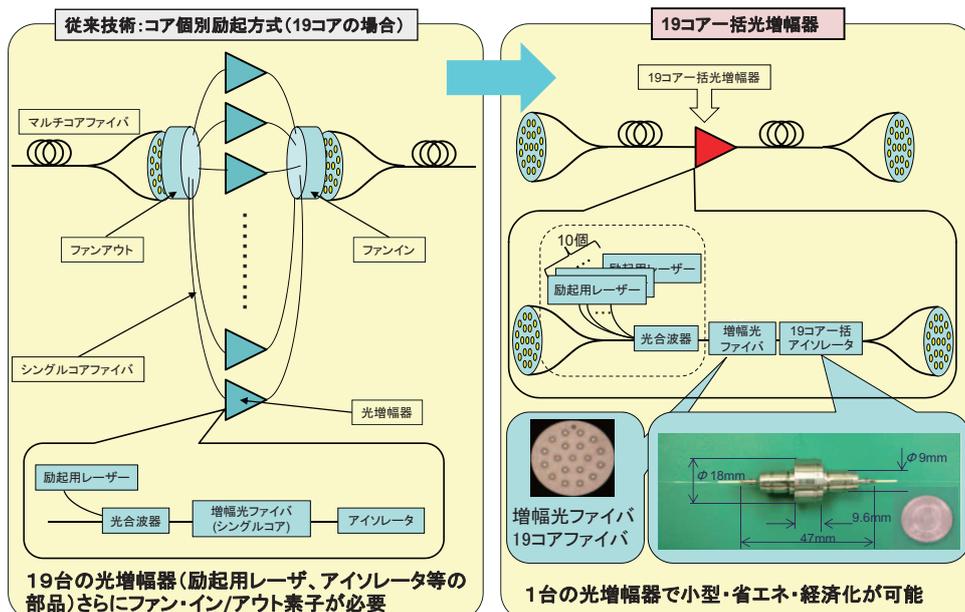


図4 従来技術のマルチコアファイバ用光増幅器と19コア一括光増幅器