

## 大容量かつ柔軟な光ネットワークを実現する新技術の開拓

## ■概要

当研究室では、5G及びそれ以降において予想される通信トラフィックの増加に対応するための超大容量マルチコアネットワークシステム技術や、急激なトラフィック変動や通信サービスの多様化への柔軟な対応を可能とする光統合ネットワーク技術及び光アクセスから光コアまでをシームレスにつなぐ光アクセス・光コア融合ネットワーク技術に関する研究開発を行っている。以下に具体的な取り組み内容を述べる。

## 1. 超大容量マルチコアネットワークシステム技術

1 入力端子当たり 1 ペタbps級の交換ノードを有する超大容量マルチコアネットワークシステムに関する基盤技術、光信号のまま交換可能とするマルチコア/マルチモードオール光スイッチング技術の研究開発を行う。加えて、更なる大容量化の実現に向けた空間スーパーモード伝送基盤技術の研究開発を行う。

## 2. 光統合ネットワーク技術

共通ハードウェアの再構成や共用化により、異なる通信速度・通信方式・データプロトコル処理を提供する光スイッチトランスポートノード基盤技術、1 テラbps級多信号処理を可能とする光送受信及び光スイッチングシステム技術、時間軸・波長軸に対するダイナミックな制御を瞬時に行う技術の研究開発を行う。

## 3. 光アクセス・光コア融合ネットワーク技術

超高速・極低消費電力の光アクセスネットワークに係る基礎技術として、光アクセスネットワーク延伸化及び多分岐化技術や、空間分割多重光アクセスネットワーク技術に関する研究開発を行う

## ■平成28年度の成果

## 1. 超大容量マルチコアネットワークシステム技術

これまでマルチコアファイバ伝送の研究は、世界的に盛んに行われ、NICTも世界記録となる大容量伝送を実現してきた。しかし、マルチコアファイバの特性を活かした交換装置の研究は進んでおらず、交換装置に接続す

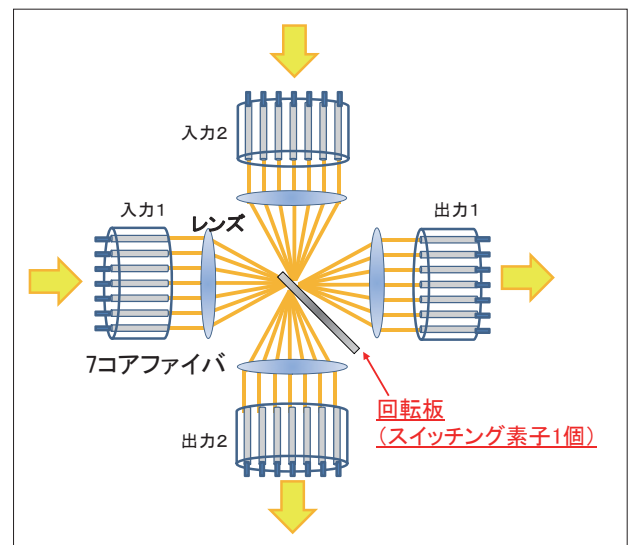


図1 空間多重用ファイバー括スイッチの構造

るマルチコアファイバのコア数分のスイッチ素子や空間多重信号分離素子が必要なため、コア数によって装置の構成を変更しなければならない等の問題があった。その問題を解決するために、当研究室では、マルチコアオール光スイッチング技術として、空間多重信号分離素子を使用せずに 1 個のスイッチング素子で多種多様なマルチコアファイバに対応可能な空間多重用ファイバー括光スイッチを提案し、世界最高コア数である 7 コア括光スイッチを開発した (図 1)。

世界に先駆けて空間スーパーモード伝送基盤技術に取り組み、光ファイバ中の光信号パワーの増大によって生じる非線形光学効果がマルチコアファイバ内のコア間クロストークに与える影響を世界で初めて実験的に明らかにし、現象のモデル化に成功した。本成果は、マルチコアファイバを用いた波長多重スーパーモード伝送システムの設計に重要な指針を与えた。

海外研究機関との連携により、空間多重方式向けクロスコネクトを用いたネットワークアーキテクチャを提案し、従来の波長多重方式ネットワークと比較し光資源を 7 倍以上に有効活用する波長フィルタ無し伝送やコア間分離による安全性確保などを検証し、著名な国際会議 ECOC (European Conference and Exhibition on Optical Communication) 2016にて発表し、報道発表も行った。

2. 光統合ネットワーク技術

1 テラbps級多信号処理に向けて、400ギガbps級光信号伝送に必要となる16 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 多値変調信号のバースト光信号送受信技術を実証した。さらに、本送受信技術と産学官連携で開発した「強度変動抑制・低偏波依存・低波長依存かつナノ秒オーダーの高速な電界吸収型光スイッチ」を用いて、16 QAM多値変調信号の光スイッチング及び周回伝送実証実験を行った。従来の高速半導体光スイッチでは、振幅・位相変調光信号に対してスイッチングを繰り返すと信号のひずみや雑音が大きくなり伝送距離を延ばすことが難しく、スイッチ回数は6回、伝送距離300 kmまでであった。しかし、電界吸収型光スイッチを用いた本実験では、16 QAM多値変調信号に対して、従来比1.6倍以上となる世界最高のスイッチ回数10回及び伝送距離500 kmと良好な結果を得ており(図2)、関東圏程度のバースト信号光ネットワークの構築が可能であることを実証した。また、16 QAM多値変調信号の送受信及びスイッチングの良好な結果より、1 テラbps級多信号処

理に必要となる16値以上の多値変調光信号に対しても有効である可能性を見いだした。

3. 光アクセス・光コア融合ネットワーク技術

光アクセスネットワーク延伸化技術として、冷却不要でパターン効果の小さい量子ドット半導体を用いたQD-SOA (Quantum Dot Semiconductor Optical Amplifier) を開発し、既存の低消費電力バーストモードEDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) と組み合わせ、メーカー間合意規格 (MSA : Multi Source Agreement) に準拠したサイズ (70 mm×90 mm×14 mm) のPON (Passive Optical Network) 中継用光増幅モジュール(図3)の試作に成功した。これまで実現が難しかった上り回線(ユーザ宅から局舎)用光増幅器(1.3 μm帯QD-SOA)を開発し、下り回線(局舎からユーザ宅)用1.5 μm帯EDFAとのコンパクトなパッケージを実現したことにより、より実用的な10 G-EPONの上り下り回線を合わせた延伸化及び多分岐化を可能とした。

3  
繋ぐ●統合ICT基盤分野

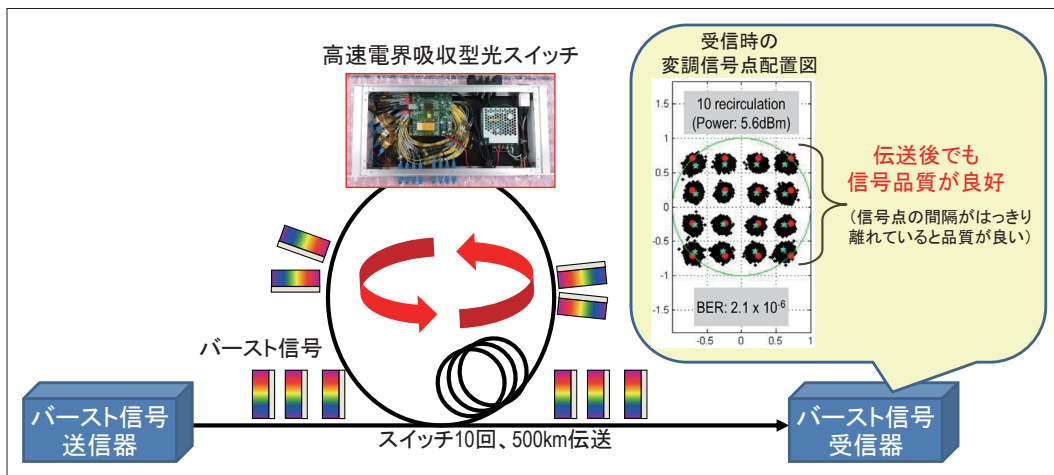


図2 電界吸収型光スイッチを用いた16QAM光信号の周回伝送実験とその結果

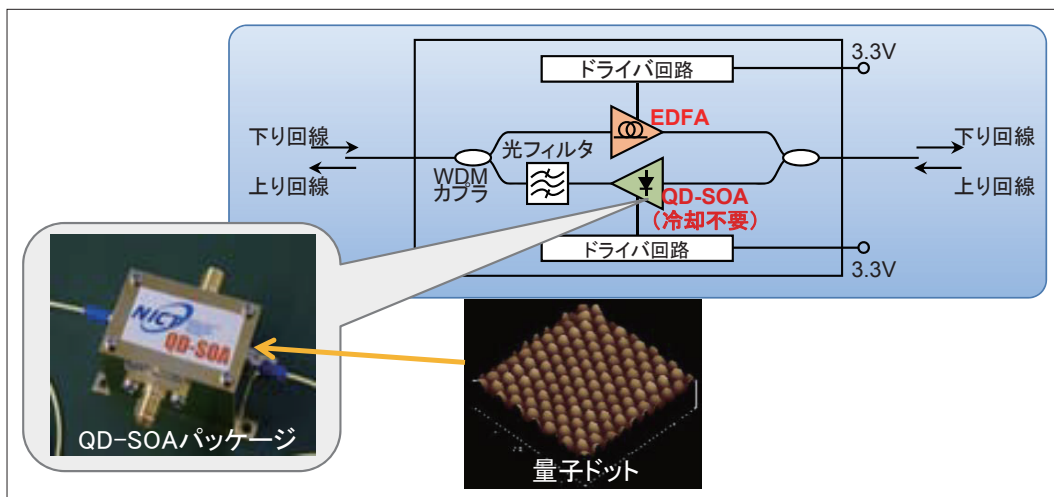


図3 小型・低消費電力光アクセスネットワーク用増幅器