

# 平成27年度「大規模フラットネットワーク基盤技術の研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

## 1. 実施機関・研究開発期間・研究開発予算

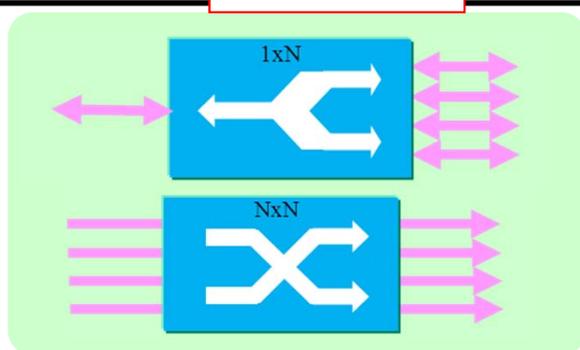
- ◆実施機関 日本電信電話株式会社(幹事者), 富士通株式会社
- ◆研究開発期間 平成26年度から平成30年度(5年間)
- ◆研究開発予算 総額 764百万円(平成27年度160百万円)

## 2. 研究開発の目標

将来の柔軟な高速可変性をもつ「大規模フラットネットワーク」を実現するための鍵となる多種多様な大容量光信号の高速転送を可能とする超高速・超小型・低電力光スイッチサブシステムの開発と、フラットネットワークの実現を目指した応用技術の研究開発する

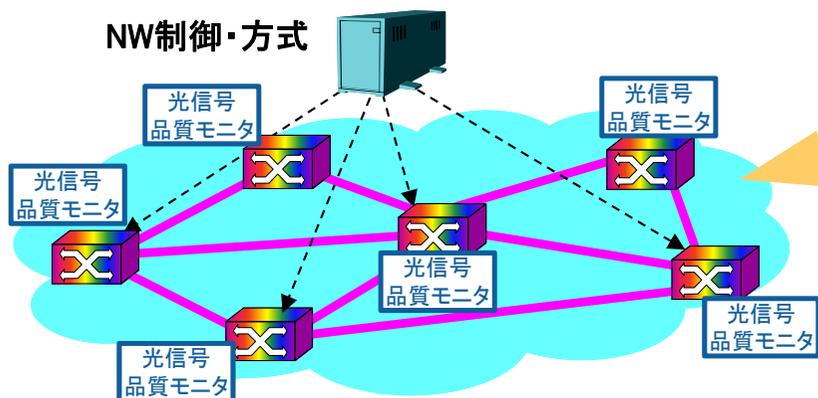
## 3. 研究開発の成果

### 研究開発目標



超高速光スイッチサブシステム

### NW制御・方式



大規模フラットネットワーク

### 研究開発成果

#### 課題A-1-1: 超高速光スイッチ基盤技術の開発(NTT)

モノリシック集積型光スイッチの実現を目指し、MMI構造を用いた導波路交差技術に取り組み、光損失・光クロストークの低減を確認した。さらに、マツハ・ツェンダ干渉計(MZI)型光スイッチと電界吸収型変調器(EAM)光ゲートの集積化技術を確認し、光スイッチ素子の基本特性を確認した。

#### 課題A-1-2: 超高速光スイッチサブシステムの作製(NTT)

EAMゲートを用いた8x8分配選択型光スイッチサブシステムを試作し、光電子融合型光パケットルータのプリプロトタイプに実装した。小型、高消光比、低消費電力など優れた特性を確認し、100 Gbpsバースト光信号の光パケットスイッチング動作を実証した。

#### 課題A-2-1: 光信号品質モニタ・監視技術の研究開発(富士通)

OSNRモニタサブシステムの試作を行い、実システムで必要と想定される、OSNR(5dB~20dB)の範囲において、±0.5dB以下の測定精度での実現性を確認した。多段ROADMノードの透過信号帯域モニタ技術について、動作原理の提案と、基本原理検証により、測定方式の有効性を実証した。

#### 課題A-2-2: フラット網向けパススイッチノードの研究開発(富士通)

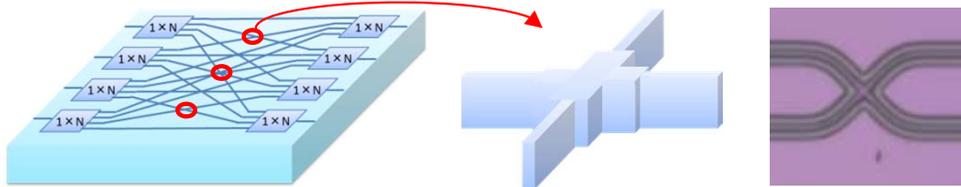
OSNRモニタを実装したROADMノードにより、ネットワークレベルでの伝送特性の可視化、およびそれらを活用した網全体の最適化を目的に、モニタ情報の収集・解析に向けたネットワーク制御部—ノード間制御インターフェースの検討を行い、その基本動作検証を完了した。

# 大規模フラットネットワーク基盤技術の主な成果 — その1

## 課題A-1 超高速光スイッチサブシステム基盤技術の研究開発

### 課題A-1-1: 超高速光スイッチ基盤技術の開発(NTT)

～MZI光スイッチとEAM光ゲートの集積化などデバイス技術を確立～

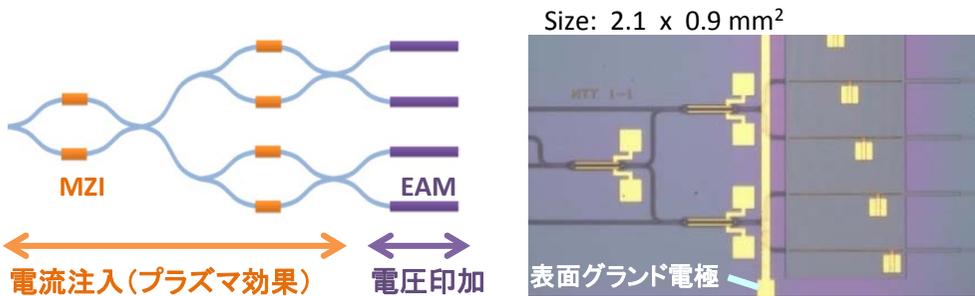


モノリシック型N×Nスイッチ

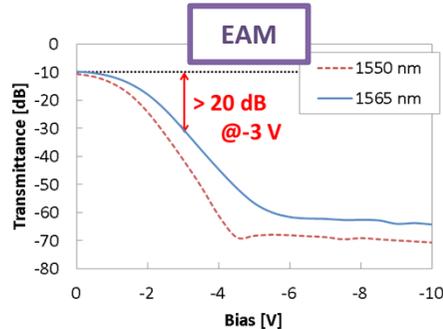
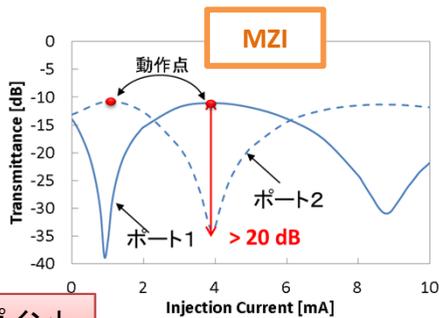
MMI導波路交差

**ポイント**

MMI構造により損失(0.2 dB/point)、クロストーク(<-40 dB)の低減を確認



電流注入(プラズマ効果)      電圧印加

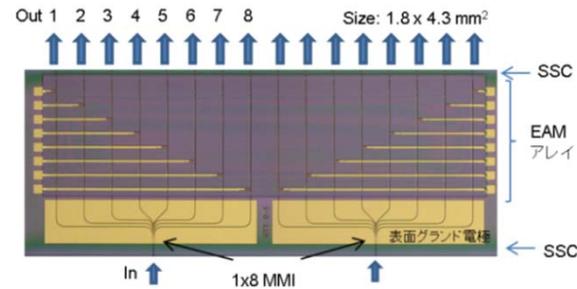


**ポイント**

MZIとEAMの直列動作によって、消光比>40 dBをもつ光スイッチ素子を実現

### 課題A-1-2: 超高速光スイッチサブシステムの作製(NTT)

～8x8分配選択型光スイッチを試作し、光電子融合型光パケットルータへ実装～



**ポイント**

- スポットサイズ変換器 (SSC)集積によるファイバアレイとの低損失結合
- 表面グランド電極によるEAMアレイ間の電気クロストーク抑制

EAM光ゲートを用いた1x8光スイッチの2アレイ素子

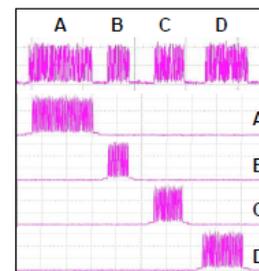


光パケットルータのプリプロト

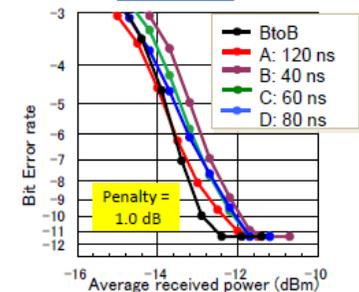


8x8分配選択型光スイッチサブシステム

光パケット入出力波形



エラーレート



**ポイント**

ラベル処理器との連動により、100 Gbps光パケットスイッチング動作を確認



#### 4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
大規模フラットネットワーク 基盤技術の研究開発	10 (8)	1 (1)	1 (1)	10 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

#### トピックス

- (1) MZI型光スイッチとEAM型光ゲートの集積化技術を確立し、光スイッチ素子の基本特性を確認した。さらに、EAMゲートを用いた8x8分配選択型光スイッチサブシステムを試作し、光電子融合型光パケットルータのプリプロトタイプに実装した。小型、高消光比、低消費電力など優れた特性を確認するとともに100 Gbpsバースト光信号の光パケットスイッチング動作を実証した。[課題A-1]
- (2) 装置実装に向けた小型OSNRモニタサブシステムの試作を行い、OSNRの測定範囲10~20dBにおいて、±0.5dBの高い測定精度を実現した。国際会議ACPIにおいて、また、特許出願について、OSNRモニタ精度向上のための補正方式、およびOSNRモニタを活用したNW制御方式に関する出願を行った。[課題A-2]

#### 5. 今後の研究開発計画

##### 課題A-1-1: 超高速光スイッチ基盤技術の開発(日本電信電話株式会社)

MZI型光スイッチとEAM型光ゲートアレイとをモノリシック集積した1xN、NxN光スイッチを設計・作製してデバイスの基本特性を実証する。さらに、小型化、モジュール化に必須となる制御電子回路とのハイブリッド/モノリシック集積などによる集積化技術を検討する。

##### 課題A-1-2: 超高速光スイッチサブシステムの作製(日本電信電話株式会社)

課題A-1-1で高度化した各基盤技術を用いて、分配選択型光スイッチやツリー型光スイッチ、さらに波長ルーティング型光スイッチとツリー型光スイッチを組み合わせたNxN大規模光スイッチ等を検討し、広範囲に適用可能な超高速光スイッチサブシステムの開発を推進する。

##### 課題A-2-1: 光信号品質モニタ・監視技術の研究開発(富士通株式会社)

OSNRモニタの改版を行い、モニタ機能が具備されたROADMノードの試作を行う。また、多段化されたROADMを透過する際に生じる帯域狭窄化をモニタするための、光ネットワーク内の信号品質モニタ方式、特にコヒーレント送受信技術を基にした、光モニタのシステム検証を行う。

##### 課題A-2-2: フラット網向けパススイッチノードの研究開発(富士通株式会社)

課題A-2-1で試作を行うOSNR光モニタを組み込むことを想定した、ROADMノードの試作を行い、それらを用いたネットワーク内での障害予兆・劣化検出などのプロアクティブな運用に向けたネットワーク制御の基礎検討を進める。

(以下の課題は平成29年度より着手)

##### 課題A-3-1: 合同実証に向けた超高速光スイッチサブシステムの作製と実証実験(日本電信電話株式会社)

##### 課題A-3-2: 合同実証に向けた光モニタ技術を具備した光ノードプロトタイプの作製と実証実験(富士通株式会社)