

# 平成26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

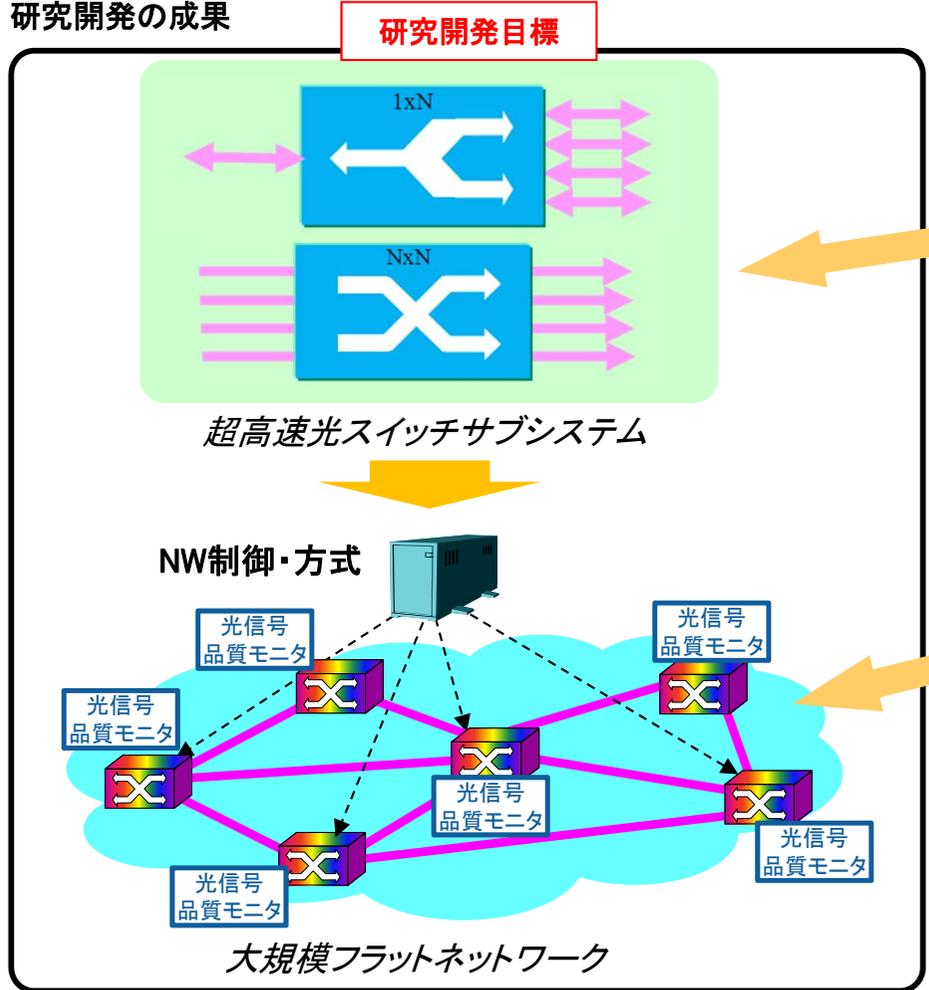
## 1. 実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆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 754百万円(平成26年度170百万円)

## 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



**研究開発成果**

課題A-1-1: 超高速光スイッチ基盤技術の開発(NTT)  
 高速光スイッチの低損失化を目指し、光ファイバレイとの高効率・高トランス結合を可能とするスポットサイズ変換器集積化技術を確立した。さらにそれを用いた電界吸収型変調器による光スイッチ素子を作製し、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)  
 小型・低電力な4x4分配選択型光スイッチサブシステムの試作を行い、nsオーダーのスイッチング速度、信号方式・ビットレート・波長・偏波に対して依存性が小さい優れた特性を確認した。さらに本光スイッチサブシステムをNICTが整備する光バースト伝送実証テストベッドへ実装した。

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)  
 光信号対雑音比(OSNR)モニタについての方式検討を初年度に重点的に行い、本研究で提案した光フィルタ方式モニタについて、実用システムで必要と想定されるWSS多段透過時のOSNRが、5dBから20dBの範囲において、1dB以下の測定精度での実現性を確認した。

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)  
 課題A-2-1で検討したOSNRモニタ方式を考慮した場合のROADM装置内構成、レベルダイヤおよび、多ポート構成時においても、障害検出・予測が可能となる装置分割方式についての検討を行い、モニタ検出点、光素子配置などのノード構成方式を考案にした。

# 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

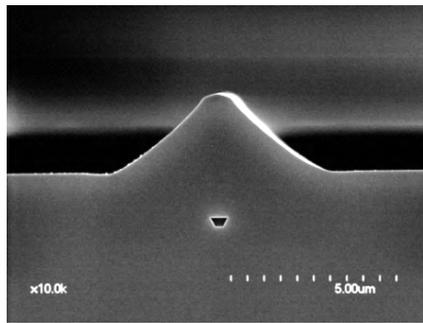
## 課題A-1 超高速光スイッチサブシステム基盤技術の研究開発

### 課題A-1-1: 超高速光スイッチ基盤技術の開発(NTT)

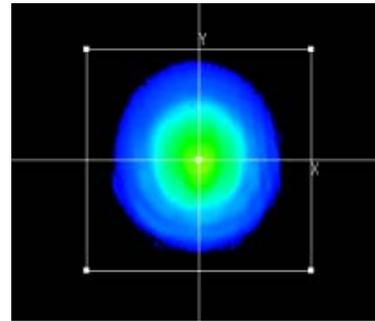
～スポットサイズ変換器(SSC)集積などデバイス技術を確立～

### 課題A-1-2: 超高速光スイッチサブシステムの作製(NTT)

～4x4分配選択型光スイッチを作製し、光バースト伝送実証テストベッドへ実装～



埋め込み導波路(SSC)

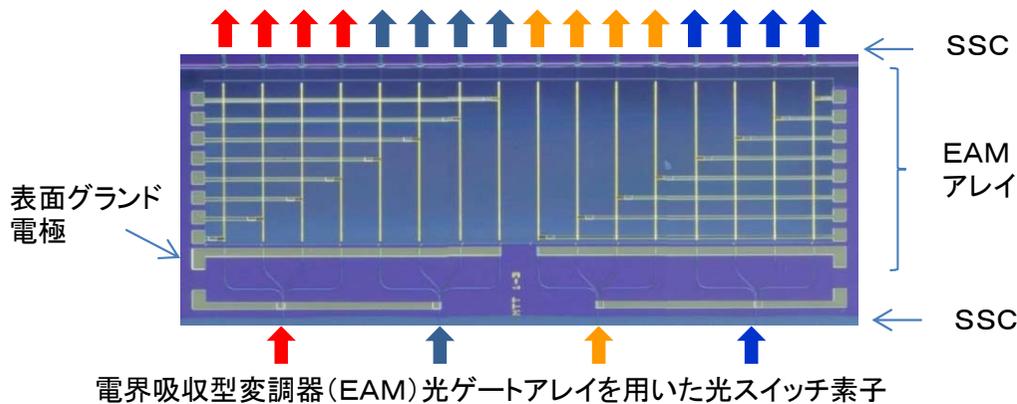


出射モード形状

ポイント

SSC集積により導波路の低NA化と出射モード形状の真円化が可能

➡ 光ファイバアレイとの高効率、高トレランスな結合



ポイント

表面グラウンド電極によるEAMアレイ間の電気クロストークの抑制



作製した光スイッチモジュール

スペック

- ロス: < 15 dB
- PDL: < ±1 dB
- 消光比: > 40 dB
- 波長帯域幅: > 35 nm
- スイッチング速度: < 10ns



光スイッチサブシステム

ポイント

従来のSOA型光スイッチと比較してパタン効果や四光波混合の影響、ASEノイズの混入がなく、駆動回路の電力を抑制可能

➡ サイズ: 1U、奥行20cm、消費電力: 3W

光バースト伝送実証テストベッドへの実装

# 大規模フラットネットワーク基盤技術の主な成果 — その2

## 課題A-2 フラット網光信号品質モニタ・監視技術の研究開発

### 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)

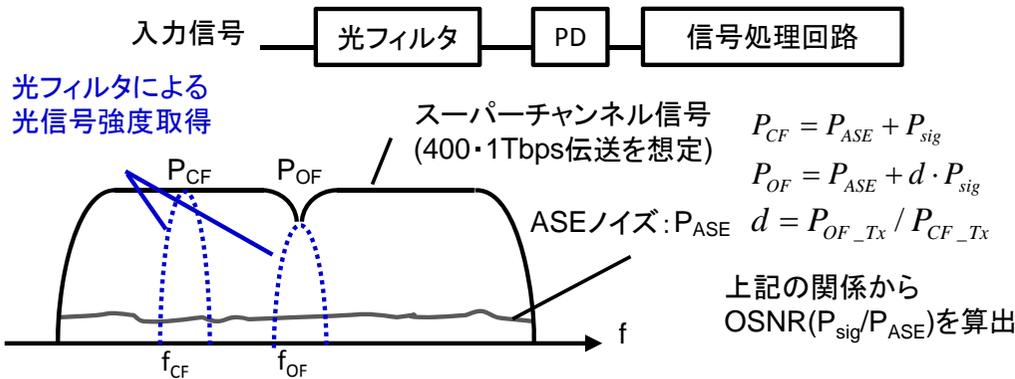
～ 波長可変フィルタによる、信号成分抽出・比較によるOSNRモニタ方式の提案  
および、その動作原理検証～

### 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)

～ 光モニタ方式、拡張を考慮した光ノード機能ブロックを明確化～

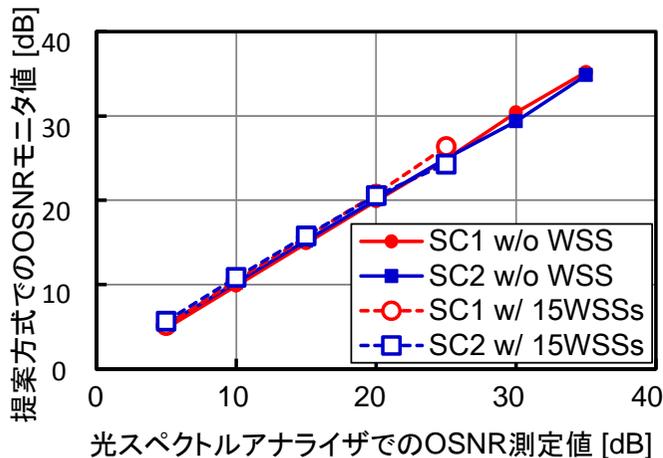
#### 光フィルタリングによるOSNR光モニタ方式の提案

伝送装置への実装を考慮した簡易光部品、低速処理回路でのモニタ方式の提案



#### 実環境下(多段ROADM透過時)でのOSNRモニタ精度の検証

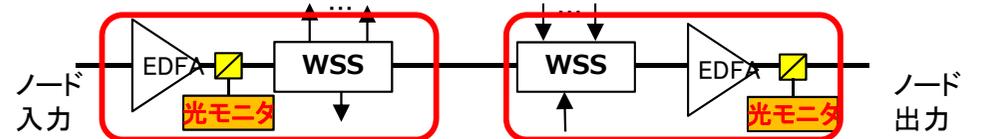
400Gスーパーチャネル: 2サブキャリア DP-16QAM(224Gbps)での評価



**提案方式のROADM網適用への可能性を実証**

#### ROADMノードの機能分割構成

20方路までを想定した装置モニタ、機能ブロック、およびOSNRモニタ仕様を規定



OSNRモニタ仕様  
光強度入力最少レンジ: -25 [dBm]、OSNR測定範囲: 5~20dB

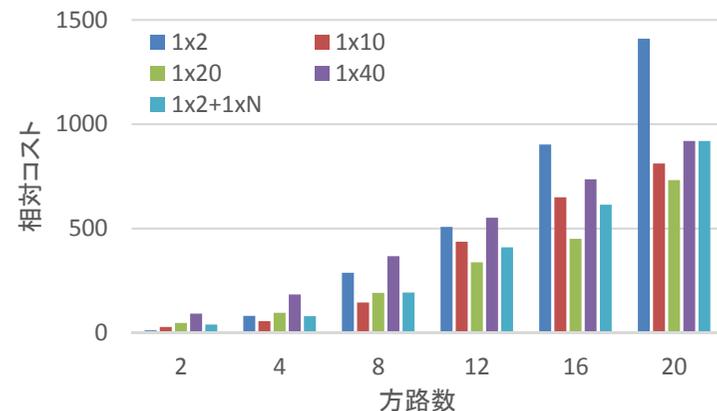
トポロジ、リンク(OSNR)特性を把握する可視化ツールプロトタイプを開発



プロアクティブな運用 (障害予兆)に向けた光ネットワーク可視化

OSNR可視化ツール

提案する機能ブロック化方式により、ポート数が異なるWSSブロックの組み合わせにより、最適なノード構成が選択可能



#### 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	1 (1)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	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) スポットサイズ変換器、電界吸収型変調器を用いた光スイッチなどのデバイス技術を確認し、小型・低電力な4x4分配選択型光スイッチサブシステム(サイズ:1U, 奥行20cm, 消費電力:3W)を作製した。さらに、NICTの光バースト伝送実証テストベッドへ実装し、nsオーダーのスイッチング速度、信号方式・ビットレート・波長・偏波に対して依存性の小さい優れた特性を確認した。[課題A-1]
- (2) 国際光工学会(SPIE)が主催する国際会議Photonics Westにおいて、本研究で研究開発を進めるOSNRモニタに関する発表を行い、制御方式に関する光部品制御への要求精度など、実用化に向けた課題についての議論を行った。また、特許出願について、実環境への適用に向けたOSNRモニタ精度向上のための特許出願(海外出願を含む)を1件進めている。[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)

開発したスポットサイズ変換技術や光導波路交差技術を用いて超小型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。

##### 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)

EAM光ゲートアレイを用いたNxN分配選択型光スイッチ、1x2光スイッチを多段接続した1xN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モニタ方式について、小型サブシステムの開発に向けた電子、光部品の仕様の明確化、およびサブシステムの開発を行い、テストベッドにおいて特性評価を行う。また、帯域狭窄による信号劣化等、伝送特性への影響の大きい他のモニタ項目技術に関する原理検証を行う。

##### 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)

小型OSNRサブシステムを実装したROADMノードの構成、およびそれらが配備される光ネットワークの制御方式の検討を行い、次年度に行うノード試作、およびそれらを用いるネットワーク構成の詳細構成を明確にする。

(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実証実験(富士通株式会社)