

平成26年度「光トランスペアレント伝送技術の研究開発(入リーチ)課題ウ ダイナミック適応型フォトニックノード構成技術に関する研究」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

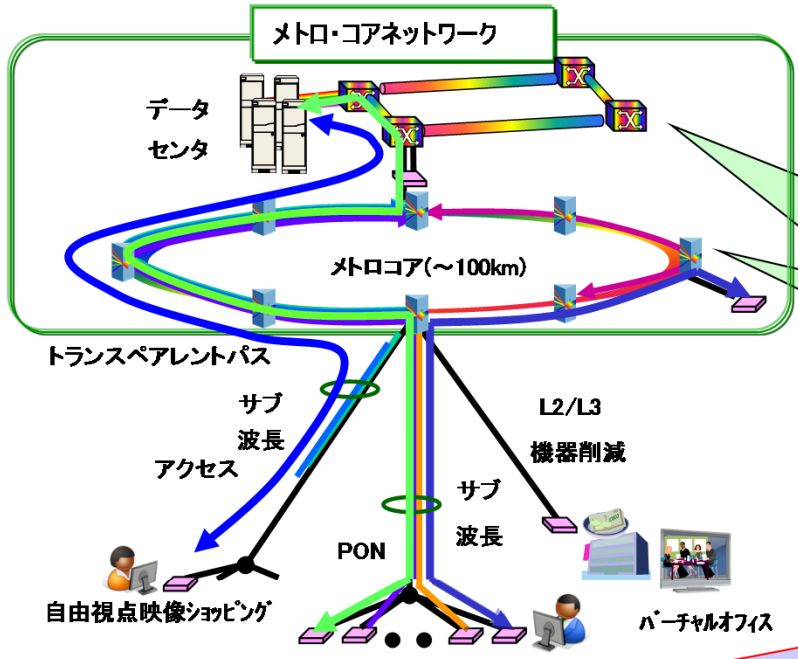
1. 実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆実施機関 日本電信電話株式会社(代表研究者)、国立大学法人名古屋大学、日本電気株式会社
- ◆研究開発期間 平成23年度から平成27年度(5年間)
- ◆研究開発予算 総額340百万円(平成26年度:64百万円)

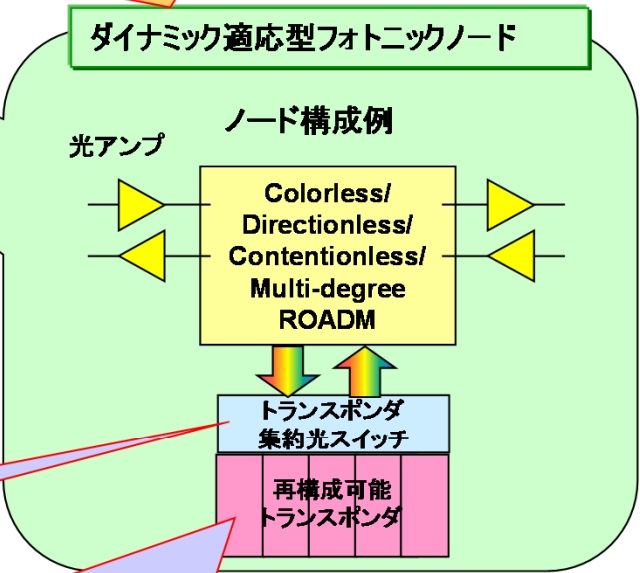
2. 研究開発の目標

トランスペアレント領域(ファイバあたりの伝送容量×リンク長)を現状の100倍以上に相当する4 [Pビット/秒 × km] に拡大したメトロコアネットワークのフォトニックノードに対して、「スケーラブル光ノード構成・制御技術」による25%以上の消費電力削減と、「スケーラブル適応収容技術」と「スケーラブル光分岐挿入技術」を適用した「スケーラブル光スイッチインタフェース技術」を研究開発することで25%以上のインタフェース数削減を目標とする。

研究開発目標



課題ウ-1: スケーラブル光ノード構成・制御技術(名古屋大学)
 ●大規模かつスケーラブルで、エネルギー効率最大化のための制御等を含むダイナミックな変動に適応可能な光ノード構成方式ならびに制御技術



課題ウ-2-2 スケーラブル光分岐挿入技術(日本電気)
 ●トラヒック需要に応じて再構成可能なトランスポンダを、方路制約や波長制約や波長競合なく効率的にネットワークに収容可能するための光スイッチ技術

課題ウ-2-1: スケーラブル適応収容技術(日本電信電話)
 ●トラヒック需要に応じて動的に変復調ビットレートの再構成が可能なトランスポンダにおけるクライアント収容再構成技術

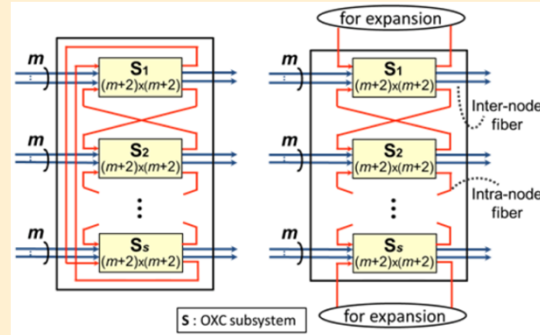
研究開発成果: 課題ウ-1 スケーラブル光ノード構成・制御技術

3. 研究開発の成果

課題ウ-1-1 スケーラブル光ノードアーキテクチャ・制御技術 (国立大学法人名古屋大学)

目標
 入出力ファイバ数が100程度まで拡張可能なノードアーキテクチャについて、特にサブシステムモジュラー構成を中心とした詳細検討を行う。ノードの実現においては、光信号の分岐/挿入部の構成も重要なポイントであり、これに関しても新たな方式を考案し評価する。

成果
 ①小規模OXCサブシステムを用いたノード構成並びにネットワークの動的パス制御法を開発しその有効性を検証した。提案型ノード構成は従来構成と比較して、同一ファイバ数・同一ブロッキング率の条件下でほぼ同程度のパス収容能力を達成。必要となるWSS数を80%程度削減できる事を実証した。



(a) リング型接続 (b) リニア型接続

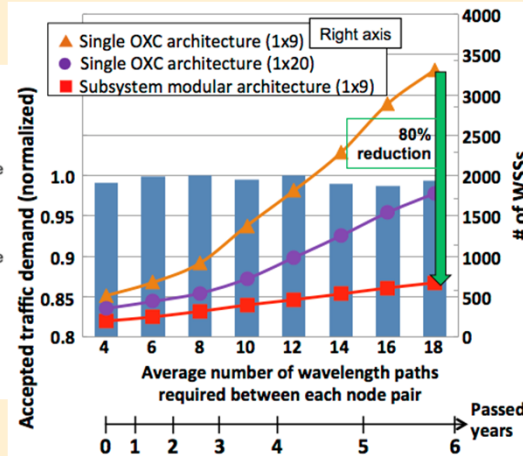


図2 システムの拡張性とハード規模削減

②提案構成により、WSSの通過段数を従来構成と比べて60%程度削減できること、ノードにおける光損失を同等以下とすることができることをシミュレーションにより実証した。

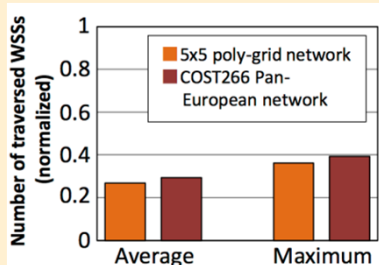
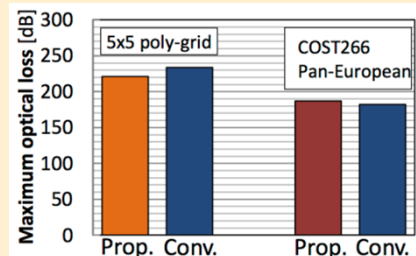


図3 (a) 光パスのWSS経由数



(b) 光パス経由ノードの総光損失

課題ウ-1-2 スケーラブル光ノード実現技術 (国立大学法人名古屋大学)

目標
 課題ウ-1-1のスケーラブル光ノードアーキテクチャ・制御技術を実現する上で必要なキーとなる光機能部品の試作を行う。平成27年度に予定されている課題間での連携実験に備え、新たに開発した、ノードで始末端する光信号の効率的なadd/dropを実現する上で重要なデバイスであるチューナブル光フィルタに関し、新しい構成を導入し、その有効性を実証する。

成果
 新たに開発した効率的な光ノードに関する課題間の連携実験に必要な光モジュールとして、これまでの研究成果を基に、非対称マツハツェンダ付きクロストーク低減型2段チューナブルフィルタ並びに1段型チューナブルフィルタを8回路実装した小型光モジュールを各々開発し、その有効性を実験により検証した。

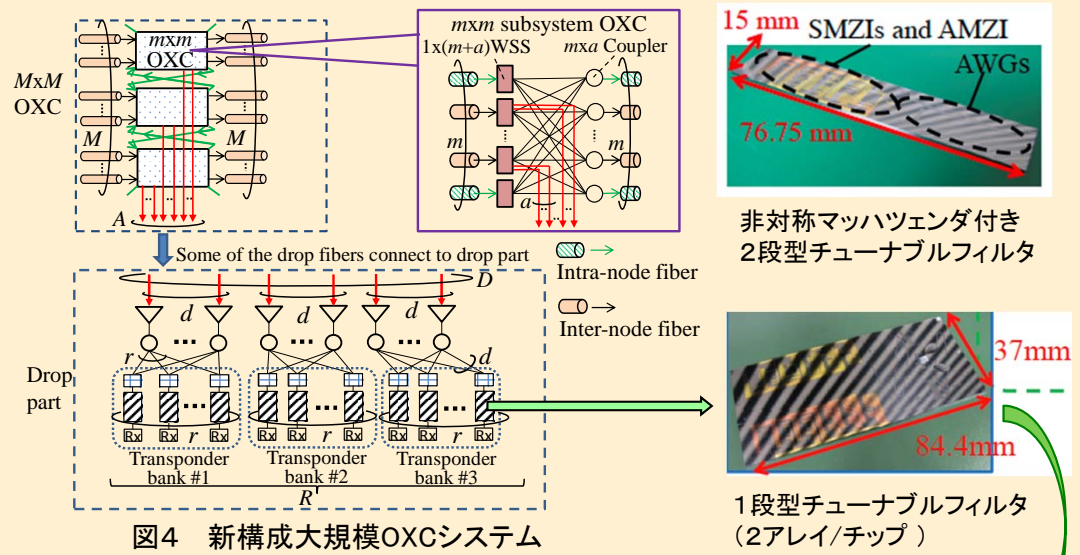


図4 新構成大規模OXCシステム

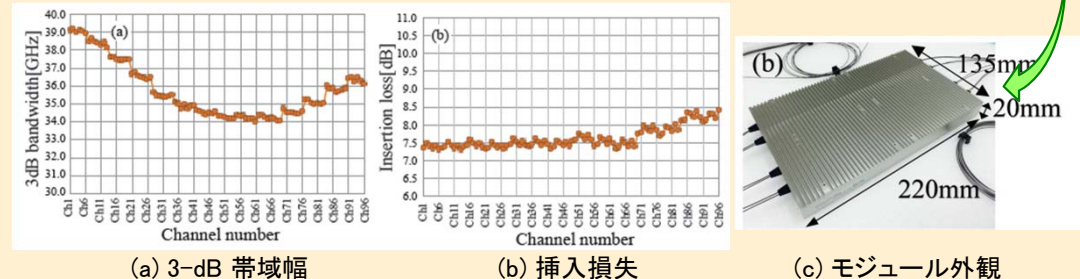


図5 8アレイ 96チャンネル1段型チューナブルフィルタモジュール

研究開発成果: 課題ウ-2 スケーラブル光スイッチインタフェース技術

課題ウ-2-1 スケーラブル適収容技術

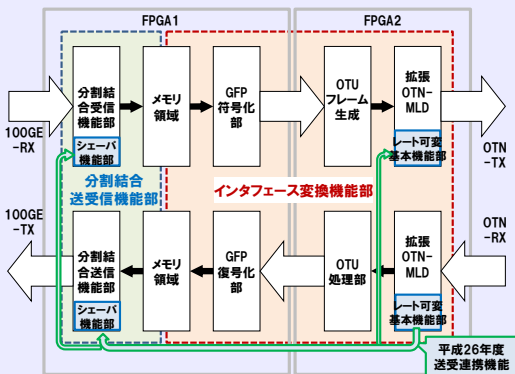
(日本電信電話株式会社)

目標:

ノードあたりのインタフェース数を削減可能なスケーラブル光スイッチインタフェース技術の実現に向け、10G~100Gビット/秒にわたる突発的な負荷変動するクライアントに対し、再構成することで適収容する「クライアント収容再構成技術」のキーとなる「再構成可能トランスポンダ」の要素技術の試作とその初期評価を実施する。

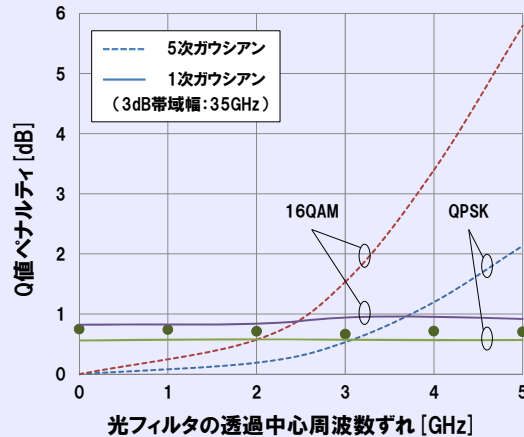
成果:

- ①「可変レート基本機能検証回路」の再構成機能の機能追加を行い、双方向で可変フレームとシェーパとの連携動作を自律的に行う「可変レート・再構成基本機能回路」のハードウェア実装による機能検証を完了した。さらに、可変レート・可変復調方式の光送受信器と接続するための「可変レート・並列トランスポートレーン接続インタフェース機能」の仕様検討を実施した。
- ②課題ウ内で連携して、平成27年度の統合実験における系構成の検討を行うとともに、フォトニックノード構成用光機能部品「1段型チューナブルフィルタを8回路実装した小型光モジュール(課題ウ-1)」とのインタコネク検証を実施した。具体的には変復調方式(QPSK, 16QAM)光送受信に対して、ノード内フィルタ特性による伝送特性劣化指標(Q値)をシミュレーションにより評価した。また、QPSK光送受信によるインタコネク検証を実施し、統合実験系構成の具体化にフィードバックした。



可変フレームとシェーパの双方向送受連携機能の実装

(A点からZ点に転送し、Z点で自律的な物理レーン数切替とフロー帯域制御のシェーパを動作連携)



フォトニックノード内でのインタコネク検証

(変復調方式と光フィルタによるQ値劣化との関係: 光フィルタの相対的な中心周波数ずれに対するQ値劣化)

課題ウ-2-2 スケーラブル光分岐挿入技術

(日本電気株式会社)

目標:

8×24光スイッチカードおよびこれを複数個用いた最大100入出力ファイバ規模のトランスポンダ集約光スイッチインタフェースの実現性検証と課題内連携検証を実施する。さらに、トランスポンダ集約光インタフェースを実システムで運用するうえでの課題を抽出し、課題から導かれる解決方式に関する一部試作・検証を行う。

成果:

- ①スイッチモジュールおよび制御回路の小型化により、19インチラック2枚幅サイズで8×96トランスポンダ集約光スイッチインタフェース(8×24光スイッチカードを4個搭載)を実現し、1×6 光スプリッタを含み平均25.1dB(スイッチ単体平均16.3dB)の低損失化と平均0.32dBの低PDL化を実証することで、100ポートクラスまでの容量拡張の目処を得た。
- ②トランスポンダ集約光スイッチインタフェースの実システム運用に向けて切替特性の均質化試作を行い、8×96全経路にわたって約1.2msの高速動作が可能なることを確認した。
- ③課題内連携検証として、課題ウ-1と連携し、最終年度の課題間連携に向けた構成検討を実施した。

8x96トランスポンダ集約光スイッチ写真

(a) 光損失特性

(b) PDL特性

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
光トランスペアレント伝送技術の研究開発(入リーチ)課題ウ	13 (4)	4 (2)	11 (1)	60 (20)	3 (3)	7 (2)	3 (1)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) 学会発表・表彰

- ・電子情報通信学会「光通信システム研究会(平成24年1月26日)」にて「光トランスペアレント伝送技術の研究開発(入リーチ)」の研究計画概要を発表(H23)
- ・電子情報通信学会「フォトニックネットワーク研究会(平成24年3月11日)」にて若手研究賞を受賞(名大・山田祥之)(H23)
- ・Photonics in Switching 2012(PS 2012)で「光トランスポートネットワークとノードアーキテクチャ」ならびに「シリコン光スイッチデバイス」の現状と展望を発表(H24)
- ・OFC/NFOEC 2013でA semi-finalist in the 2013 Corning Outstanding Student Paper Competition at OFC/NFOEC 2013を受賞(名大・岩井祐斗)(H24)
- ・電子情報通信学会第9回フォトニックネットワーク研究会学生ワークショップ ショートプレゼン賞(名大・小坂駿)(H24)
- ・Shortlisted for student paper prize, ECOC 2013, We.2.E.2.(名大・沈志舒)(H25)
- ・平成25年度電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会 若手研究賞(名大・沈志舒)(H26)
- ・電子情報通信学会平成26年度学術奨励賞(NTT・北村圭)(H26)

(2) 展示会

- ・H24年度: 第26回 光通信システム(OCS)シンポジウム(2012年12月、静岡県三島市、パネル展示)
- ・H25年度: CLEO-PR & OECC/PS 2013(2013年7月、京都府京都市、パネル展示)、FOE2013(2013年4月、東京ビックサイト、静態デモ展示)、第27回光通信システム(OCS)シンポジウム(2013年12月、静岡県三島市、パネル展示)、フォトニックネットワークシンポジウム2014(2014年3月、東京都小金井市、パネル展示)
- ・H26年度: 第28回 光通信システム(OCS)シンポジウム(2014年12月、静岡県三島市、パネル展示)、フォトニックネットワークシンポジウム2015(2015年3月、東京都小金井市、パネル展示)

(3) 報道発表

- ・NEC、世界初、ネットワーク規模に応じて信号の入出力数を拡張できるシリコン集積光スイッチを開発(H26)

5. 今後の研究開発計画

- ・課題ア・イ・ウで連携し、光トランスペアレント伝送技術ならびにダイナミック適応型フォトニックノード構成技術を用いた統合実験を実施する。
- ・【課題ウ-1 スケーラブル光ノード構成・制御技術】
 - ・入出力ファイバ数が100程度まで拡張可能な光ノード基本アーキテクチャの中で、各種サブシステム構成に関して、信号の分岐挿入部を含めた詳細性能を評価する。
 - ・課題間総合実験により、新たに開発した大規模光クロスコネクタアーキテクチャ並びにチューナブルフィルタを含む先進光機能部品の有効性を検証する。
- ・【課題ウ-2 スケーラブル光スイッチインタフェース技術】
 - ・課題ア・イと連携し、スケーラブル適応収容ならびに適応変復調機能を有する「再構成可能トランスポンダ」をフィージビリティを検証する。さらに「フォトニックノード構成用光機能部品(課題ウ-1ならびに課題ウ-2-2)」により、「ダイナミック適応型フォトニックノード」による統合実験を実施し、フィージビリティを検証する。
 - ・平成26年度に基本動作検証を実施した8×96トランスポンダ集約光スイッチインターフェースの実システム検証および課題間連携検証を実施する。さらに、課題ウ-2-1 再構成可能なトランスポンダと合わせてシステム検証することにより、ノードあたりのインタフェース数を25%以上削減可能とする方式の確立と妥当性検証を実施する。