

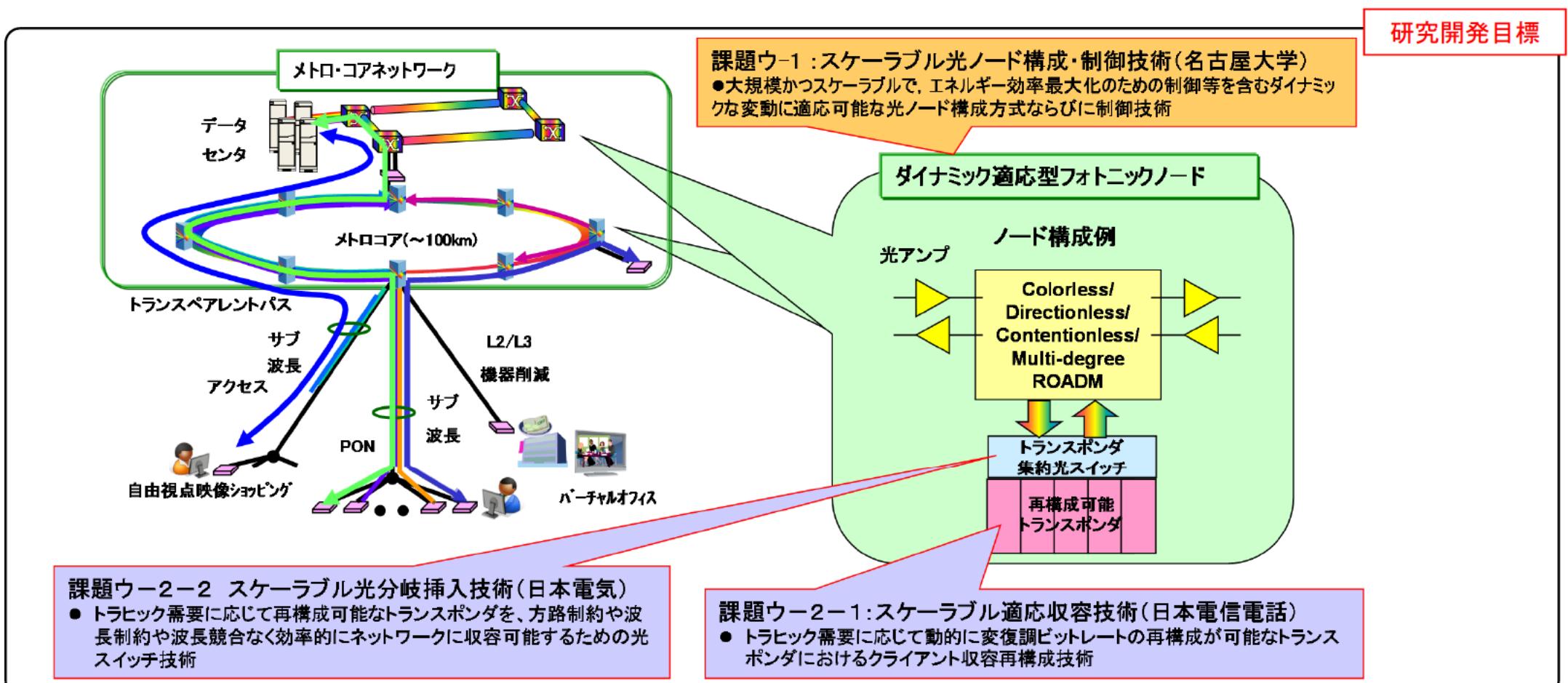
平成25年度「光トランスペアレント伝送技術の研究開発(入リーチ)課題ウ ダイナミック適応型フォトニックノード構成技術に関する研究」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 日本電信電話株式会社(幹事者)、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)
- ◆研究開発費 総額340百万円(平成25年度:68百万円)

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ーフェース技術」を研究開発することで25%以上のインターフェース数削減を目標とする。



3. 研究開発の成果

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

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

出入力ファイバ数が100程度まで拡張可能なノードアーキテクチャを考案する。考案した各種のアーキテクチャに対応するネットワーク設計アルゴリズムを開発し、各アーキテクチャの性能評価を行い、各々の得失を定量的に明らかにする。

成果

① グループドルーティングと波長単位のadd/dropを適用(図1参照)する新しいノード構成と効率的な設計アルゴリズムを開発。ファイバ数の増加を数%以下に抑え、一方、スイッチ規模を大幅に(ポート数比で85%以上)削減できる事を示した。

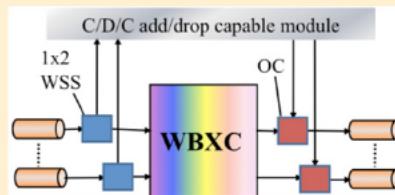


図1 (a) Grouped Routing Network ノード

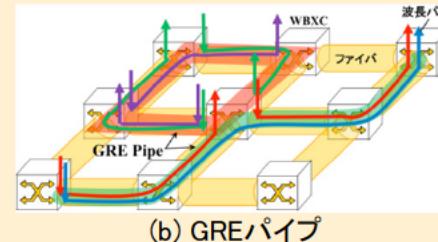


図1 (b) GREパイプ

② 従来構成におけるWSSのルーティング機能を、波長グループ化と出力ファイバ選択の2段階の選択機能で簡易化(大規模WSSを小規模WSSと1xn光SWで置換)することにより大幅にデバイスコストを削減。ファイバ数6%の増加で、1x20 WSS数を63%削減。

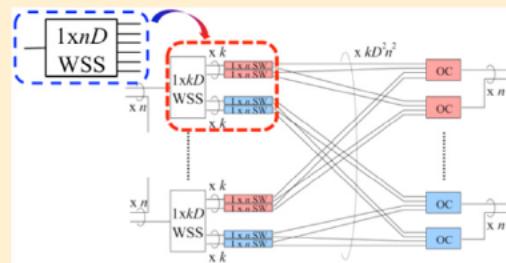


図2 (a) 新構成ノード

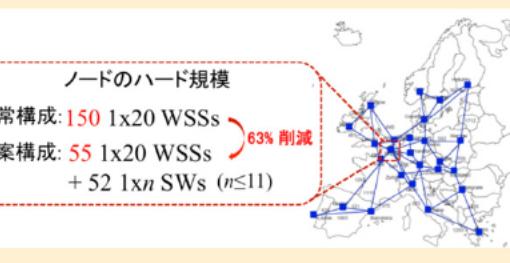


図2 (b) ハード規模評価例

③ 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。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75%以上削減できる事を実証(図3参照)。

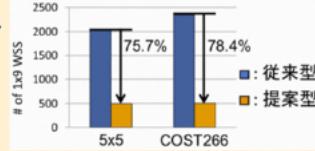


図3 必要WSSの削減率

④ フレキシブルグリッド方式とほぼ同等の周波数利用効率を達成し、一方、ROADMにおけるC/D/Cを固定グリッド方式とほぼ同等の簡単なハードウェア実現できる、セミフレキシブルグリッド方式を新たに提案し、数値実験によりその有効性を実証した。

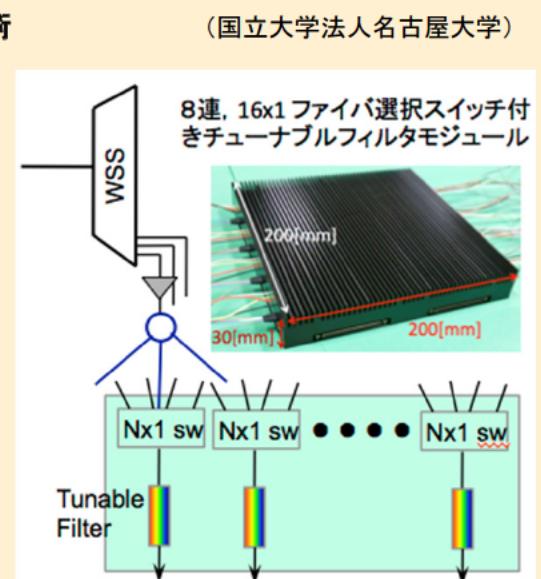
課題ウ-1-2 スケーラブル光ノード実現技術

目標

課題ウ-1-1で開発した光ノードアーキテクチャを構成する上でキーとなる光機能を一部試作し特性を評価する。特に大規模でスケーラブルなノードに適用可能なAdd/dropトラヒックに対するインターフェース部に必要となる信号選択部の機能検証を行なう。

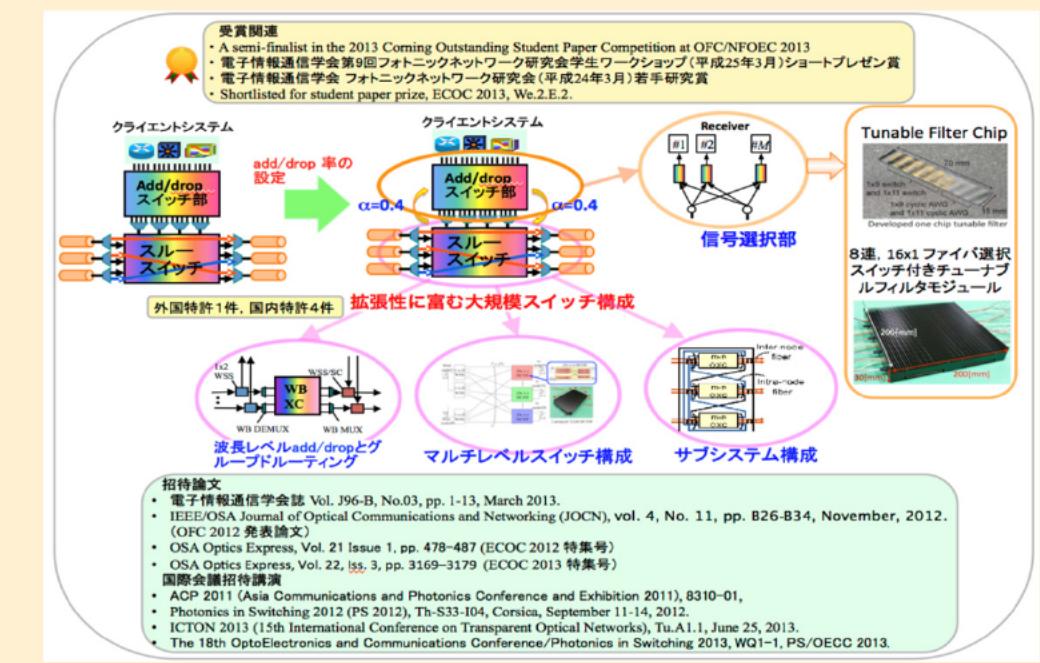
成果

これ迄に開発した多段選択型可変波長フィルタPLCチップに、入力ファイバ選択用 $1 \times n$ スイッチを集積化し、さらなる小型化を図ったチップの試作に成功した。さらに、同8チップを搭載した小型波長ドロップ用モジュールを開発した。



(国立大学法人名古屋大学)

課題ウ-1 研究開発成果のまとめ (国立大学法人名古屋大学)



研究開発成果:課題ウ-2 スケーラブル光スイッチインターフェース技術

課題ウ-2-1 スケーラブル適応収容技術

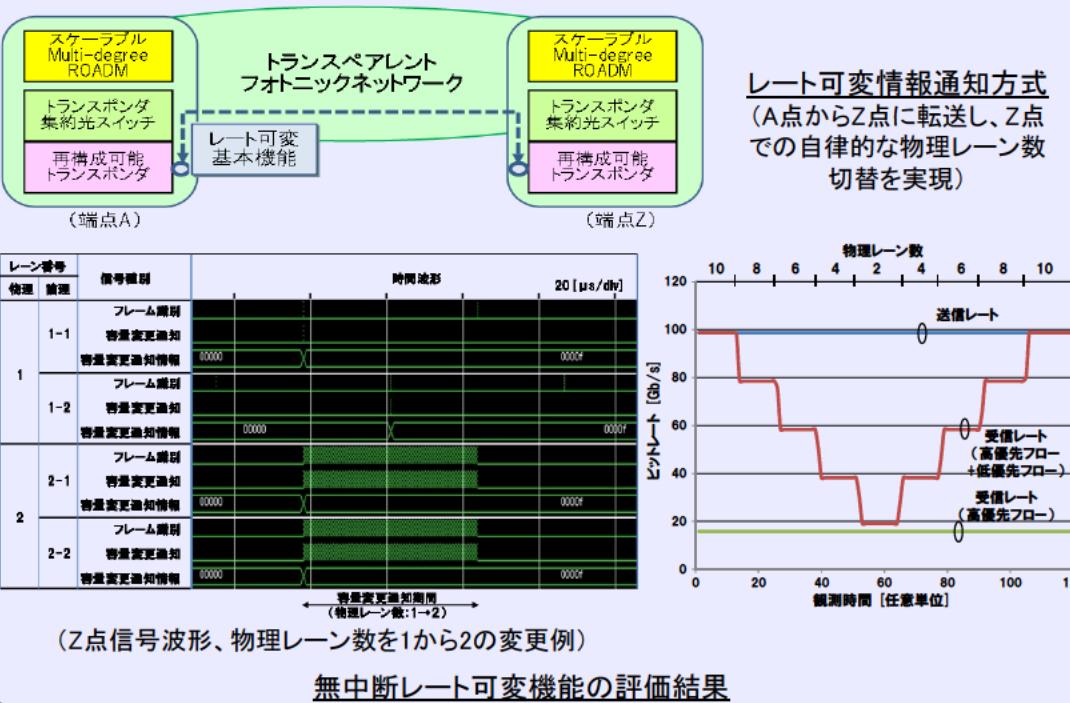
(日本電信電話株式会社)

目標:

ノードあたりのインター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ー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応収容する「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「再構成可能トランスポンダ」のアーキテクチャとして「分割結合送受信機能」、「可変トランスポートフレーム機能」、「レート可変基本機能」の機能結合ならびに遠隔送受間での「レート可変情報転送機能」、ならびに「並列トランSPORTレーン・実効レート整合機能」を検討した。
- ②100Gイーサネット試験機で高優先・低優先の2クラスのフローを生成し、送信側でビットレート11.1Gb/sの並列物理レーン数を変更し、受信側での無中断レート可変機能を実装評価した。「レート可変情報転送機能」により、受信側(2点)での自律的な容量変更と、トランSPORTフレーム時間を容量変更通知期間とした、レーン数変更の前後で高優先フロー無欠落の無中断レーン数切替を実証した。



課題ウ-2-2 スケーラブル光分岐挿入技術

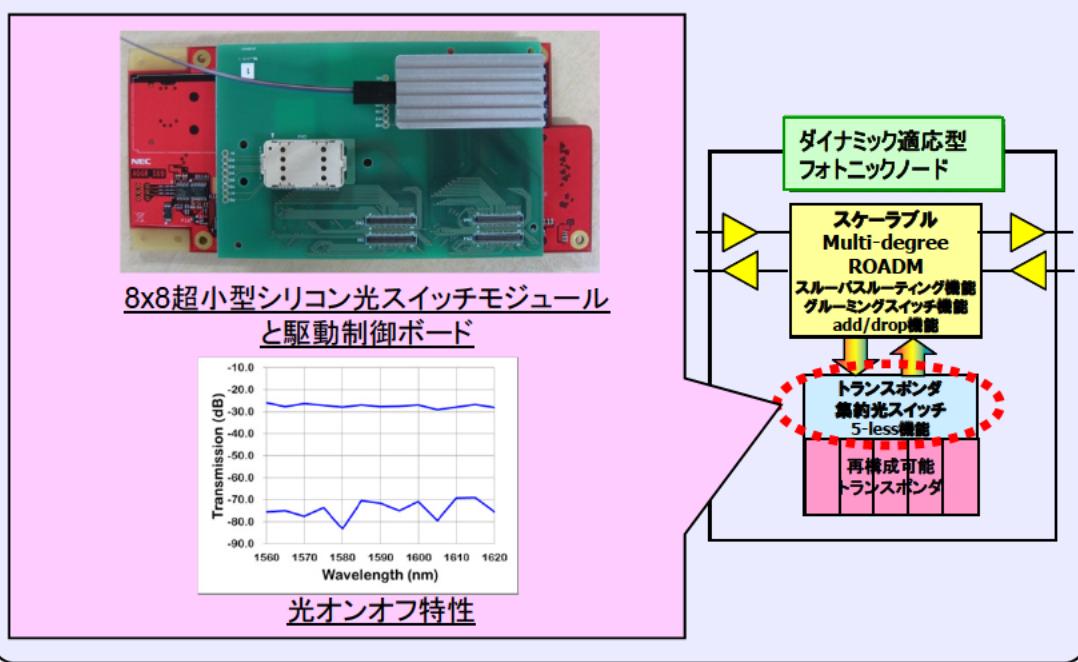
(日本電気株式会社)

目標:

トランスポンダ集約光スイッチインターフェースの要素技術となる8方路8トランスポンダに対応可能なシリコン光スイッチモジュールと駆動制御ボードを結合し、方路制約や波長制約や波長競合のない光スイッチインターフェースの初期システム検証を実施することを目標とする。具体的には、シリコン光スイッチモジュールと、駆動制御ボードとを接続したモジュール検証において、高消光比動作等のトランスポンダ集約光スイッチインターフェース向けに必要な特性が得られることを実証する。

成果:

- ①前年度までに抽出した8×8シリコン光スイッチモジュールのパラメータをもとに、小型多チャンネル電流ドライバを搭載したモジュール駆動制御ボードの試作を完了するとともに、シリコン光スイッチモジュールと駆動制御ボードを結合したモジュール評価を行い、個別電流駆動評価と同等である単一電流駆動で40dBの高消光比特性が得られることを確認した。
- ②トランスポンダ集約光スイッチの容量拡大に関し、光スイッチモジュールの小型化により、伝送ノードで用いられる19インチラックサイズシェルフの2枚幅のボードに12個搭載することで、最終目標であるボードあたり100ポート程度まで拡張できる目処を得た。



4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と()内の当該年度件数です。

	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(入り一チ)課題ウ	9 (5)	1 (0)	9 (2)	39 (14)	0 (0)	5 (4)	2 (2)

5. 研究成果発表等について

(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(入り一チ)」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)

(2)展示会

- ・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)でパネル展示(H24)
- ・CLEO-PR & OECC/PS 2013(2013年7月、京都府京都市)でパネル展示(H25)
- ・FOE2013(2013年4月、東京ビックサイト)で静態デモ展示(H25)
- ・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)でパネル展示(H25)
- ・フォトニックネットワークシンポジウム(2014年3月、東京都小金井市)でパネル展示(H25)

6. 今後の研究開発計画

- ・最終目標(平成28年3月末)の達成に向けて、平成26年度末目標を達成するとともに課題内での連携を進め、最終年度における統合実験に向けたマイルストーンを順次達成する。
- ・【課題ウ-1 スケーラブル光ノード構成・制御技術】
 - ・平成25年度までに開発した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と機能分割並びにネットワーク設計アルゴリズムを駆使し、各種パラメータに対応したに最適ハード構成を明らかにする。
 - ・ダイナミック適応型フォトニックノード基盤技術の検証(平成26年度)に向けた光モジュール開発を行い、光トランスペアレント伝送技術の実現性を実証する為の課題間総合実験(平成27年度)に向けたノード機能検証用光スイッチモジュールを試作する。
- ・【課題ウ-2 スケーラブル光スイッチインターフェース技術】
 - ・「分割結合送受信機能」、「フォーマット変換インターフェース機能」、「可変レート基本機能」(平成23-25年度成果)に対して、再構成機能を追加(平成26年度)し、統合実験(平成27年度)において「適応変復調回路」との接続を通じ、「再構成可能トランスポンダ」のフィージビリティを検証する。
 - ・平成25年度までに得られた試作評価結果をもとに、8×24光スイッチモジュールおよびこれを複数個用いた96ポートのトランスポンダ集約光スイッチインターフェースの検証を実施する。さらに、課題ウ-2-1によって実現される再構成可能なトランスポンダと連携したシステム検証を実施する。