

平成23年度研究開発成果概要書
「光トランスペアレント伝送技術の研究開発（λ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」

(1) 研究開発の目的

フォトニックネットワーク上で転送されるトラフィック需要の10G～100G超ビット/秒にわたる広範囲のサービスを収容し、また、エネルギー効率最大化のための制御等を含む大規模なトラフィック変動に動的に適応する、光ネットワーク再構成技術の実現可能性を明らかにする。そのために、スケーラブル・再構成可能なフォトニックノード構成・制御、適応収容、光分岐挿入の各技術の研究開発を行い、これらを連携させたダイナミック適応型フォトニックノードのフェージビリティを検証し、ネットワーク全体で1桁以上の消費電力削減を可能にする。

(2) 研究開発期間

平成23年度から平成27年度（5年間）

(3) 委託先機関

日本電信電話株式会社<幹事>、国立大学法人名古屋大学、日本電気株式会社

(4) 研究開発予算（百万円）

平成23年度	77（契約金額）
平成24年度	73（ 〃 ）
平成25年度	68（ 〃 ）
平成26年度	64（ 〃 ）
平成27年度	61（ 〃 ）

(5) 研究開発課題と担当

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）

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）

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 スケーラブル適応収容技術（日本電信電話株式会社）

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）

(6) これまで得られた研究開発成果

(累計)16 件

(当該年度) 16 件

特許出願	国内出願	2	2
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	6	6
	その他研究発表	8	8
	プレスリリース	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

具体的な成果

(1) スケーラブル光ノード構成・制御技術 (課題ウ-1)

【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】

- ① 入出力ファイバ数が 100 程度まで拡張可能なノードの実現に向け、ノードに必要な機能を分析し、複数の光ノード基本アーキテクチャ候補を考案し特許出願を行った。
- ② 光信号の始末端部のスイッチ規模はノード全体のスイッチ規模を大きく左右する。ノードで始末端する光信号の割合を制限することにより始末端部のスイッチ規模を大幅に削減することが可能となる。始末端する光信号の割合を効率的に制限可能なマトリックススイッチベースのノードアーキテクチャを考案した。
- ③ 同アーキテクチャに基づき、始末端する光信号の割合を制限する各種の方式(ノード全体、ファイバ毎、波長群毎に割合を制限)を実現する始末端処理部の構成を考案し、各々の制約に関して各種パラメータを変化させた場合のスイッチ規模を評価した。その結果、単一レイヤの光クロスコネクタにおいて始末端率にほぼ比例してスイッチ規模が削減可能なこと、始末端率 50%において規模はほぼ 50%削減され、本提案の始末端処理部の構成を採用する事により、さらに 10%の削減、階層的な光クロスコネクタ構成を採用した場合は、単一レイヤの光クロスコネクタと比較して 60%程度のスイッチ規模の削減が図れる事を明らかにした。
- ④ 始末端する光信号の割合を制限する各種の方式(ノード全体、ファイバ毎、波長群毎に割合を制限)を実現する波長選択スイッチ(WSS)ベースのノードアーキテクチャに関して、効率的に実現する始末端処理部の構成を考案し、各々の制約に関してネットワーク全体で必要となるファイバ数も含めた評価を行なった。必要な WSS の数の観点では、ノード全体、或はファイバ毎の制約が最も有効であることを明らかにした。

【課題ウ-1-2 スケーラブル光ノード実現技術】

- ① 提案アーキテクチャの実現性を評価する為に、キーとなる光機能部を構成する集積化光スイッチの試作を開始した。

(2) スケーラブル適応収容技術（課題ウ-2-1）

- ①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」のアーキテクチャを検討し、「分割結合送受信機能」と「可変トランスポートフレーム機能」による機能配備とし、各機能の機能要件を検討した。また、「可変トランスポートフレーム機能」は機能要件に対する検討結果の一部成果を電子情報通信学会総合大会にて発表した。
- ②「分割結合送受信機能」は詳細な機能検討を進め、クライアントからのフローを識別し、可変トランスポートフレームのペイロードレートに帯域制御する「フロー制御」、また、可変トランスポートフレームを複数の物理レーンを用い送受信を行う「分割送信」、ならびに「結合受信」の機能設計を行った。具体的には、100G イーサネットをクライアントにフロー単位での流量制御ならびに、10G ビット/秒の物理ポート単位に分割結合送受信を行う「100G イーサネット分割結合送受信機能」の機能設計を行った。
- ③上記の「100G イーサネット分割結合送受信機能」の機能設計をもとにハードウェア実装試作により機能の実現性を評価した。「再構成可能トランスポンダ」における可変トランスポートフレームのペイロード帯域に相当したフロー制御の機能実現を検証するために、複数物理ポートをバンドルした合計帯域見合うフロー制御が実現できることにより確認した。さらに同フロー制御機能を含め、分割送受信を行う送信部と受信部を対向に接続し、分割結合送受信機能が実現できることを検証した。

(3) スケーラブル光分岐挿入技術（課題ウ-2-2）

- ①試作するシリコン光スイッチ・モジュールの基本構成を検討した。具体的には、シリコン光回路基板と光ファイバアレイとの光信号接続、シリコン光回路基板と制御ボードとの電気信号接続の形態に関する基本方針を検討した。その結果、光信号接続に関しては、シリコン光回路基板の端面と光ファイバアレイの端面を接着する方式とした。また、電気信号接続に関しては、モジュールはソケットを介して着脱可能な形態で制御ボードと接続することとし、さらにソケットとチップキャリア、チップキャリアとシリコン光回路基板を接続することとした。また、チップキャリアには、フレキシブル基板を用いて、ソケットとシリコン光回路基板が積み重なる形態とし、シリコン光回路基板の小さなサイズの特長を活かした小型のモジュールとすることとした。
- ②シリコン光回路基板は、シリコン光導波路技術に基づき、光伝送路側 8 ポート、トランスポンダ側 8 ポートの間を自由に接続するよう構成された光回路を用いるものであるが、今回、ファイバ接着時の光結合モニターを行えるよう構成を追加して試作を行った。
- ③シリコン光回路基板に備えられた 16 ポートに対応するファイバアレイの試作を行った。

- ④フレキシブル基板を用いたチップキャリア、ソケットを用いたモジュールケースの試作を行った。
- ⑤上記試作した各部品を用いてモジュール試作を行い、光信号の接続、電気信号の接続を確認した。

(7) 研究開発イメージ図
別紙参照