

平成 25 年度研究開発成果概要書

課題名：高機能光電子融合型パケットルータ基盤技術の研究開発

採択番号：151アイ01

個別課題名：

課題ア 低消費電力・低遅延高機能光電子融合型パケットルータに必要な基盤技術の研究開発

課題イ 低消費電力・低遅延高機能光電子融合型パケットルータの応用技術の研究開発

副題：グリーンデータセンタに向けた高機能光電子融合型パケットルータの研究

(1) 研究開発の目的

低消費電力・低遅延 100Gbps 級フロー制御型高機能光パケットルータと、その革新的フォトニックデータセンタへの導入を目指した応用技術の研究開発を行う。

(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

日本電信電話(株) <代表研究者>

国立大学法人大阪大学

国立大学法人九州大学

日本電気(株)

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 1,478 百万円（平成 25 年度 294 百万円）※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発課題と担当

課題ア：低消費電力・低遅延高機能光電子融合型パケットルータに必要な基盤技術の研究開発

ア-1：100Gbps (25Gbps×4) 及び 100Gbps/λ 級に向けた、各サブシステム技術の開発（日本電信電話(株)）

ア-2：課題ア-1 における各種サブシステムを構成するデバイス技術の開発

ア-2-1：極低消費電力集積ナノデバイス技術の開発（日本電信電話(株)）

ア-2-2：高速スイッチ技術の開発（九州大学）

ア-3：光電子融合型パケットルータのプリプロト実証

ア-3-1：光電子融合型パケットルータの最適構成（大阪大学）

ア-3-2：プリプロトタイプの作製と基本動作実証（日本電信電話(株)）

ア-4：フォトニックフロー制御による大容量データ転送技術の開発

ア-4-1：フォトニックフロー転送制御技術の開発（大阪大学）

ア-4-2：フォトニックフロー経路制御技術の開発（日本電気(株)）

課題イ：低消費電力・低遅延高機能光電子融合型パケットルータの応用技術の研究
開発（大阪大学）

(6) これまで得られた研究開発成果

		(全体) 127 件	(当該年度) 52 件
特許出願	国内出願	23	4
	外国出願	3	3
外部発表	研究論文	11	7
	その他研究発表	82	34
	プレスリリース	1	1
	展示会	7	3
	標準化提案	0	0

具体的な成果

(1) 課題ア - 1：100Gbps (25Gbps×4) 及び 100Gbps/λ 級に向けた、各サブシステム技術の開発

各サブシステムを実現するために必須である 100Gbps (25Gbps×4) で動作する各種の光・光電子デバイス（ラベル処理用光電子集積回路、波長変換器、シリアルーパラレル変換器、パラレルーシリアル変換器、光クロック発生器）の高速化・高機能化に向けた開発を行った。その結果、各デバイスの作製を完了し、25Gbps 動作を実現した。また、これらのデバイスを用いてラベル処理、スイッチングといった各サブシステムの基本動作までを確認した。

(2) 課題ア - 2-1：極低消費電力集積ナノデバイス技術の開発

フォトニック結晶共振器を用いたデバイス、例えば前プロジェクトで検討を行った光 RAM 等の素子、では共振器の中心波長を設計値と一致させることが重要であり、その基礎データを得るための方法を確立した。また、発振波長の異なるフォトニック結晶共振器アレイの描画データを効率的に配列する方法がなかったため、この方法を確立した。

(3) 課題ア - 2-2：高速スイッチ技術の開発

平成 25 年度は、以下の 2 項目を実施した。

- ①電流注入構造の検討：トレンチ構造を中心に、電流注入構造の実験的確認を進めた。この結果、適正な I-V 特性を確認した。
- ②モード光スイッチングの検討：モード光スイッチ構造を実際に試作し、動作原理確認に成功した。また更なる大規模化を検討した。

(4) 課題ア - 3-1：光電子融合型パケットルータの最適構成

光電子融合型パケットルータをコアネットワークとして用いたデータセンターネットワーク向けの径路計算手法を提案し、評価を行った。その結果、提案ネット

ワーク構造と経路計算手法を組み合わせることにより、サーバ 5000 台規模のネットワークにおいて、各サーバが 500Mbps 以上のトラヒックを発生させた場合も、サーバラック間を 2us 以下で接続可能であることを示すことができた。

(5) 課題ア - 3-2 : プリプロトタイプの作製と基本動作実証

プリプロトタイプを実現するための第一段階として、トーラス型データセンタ内ネットワークに適した光パケットのルーティング方法を検討し、フォトニックフロー制御を実現するためのハードウェアの基本構成を検討した。また光パケットの転送制御を行うスケジューラおよび各サブシステムの制御回路等の詳細設計および評価用ボードの試作を実施した。

(6) 課題ア - 4-1 : フォトニックフロー転送制御技術の開発

フロー制御性能評価 : n 次元トーラスネットワークにおける Express path と個別パケット共存下でのスイッチングの性能評価を行ない、フローとパケットの性能の良好なバランスを得る手法を検討した。約 900 (128 光符号 x7 波長) 個の 2 次元フォトニックラベルの生成・識別を、試作した FPGR 信号処理回路により実験的に検証した。

(7) 課題ア - 4-2 : フォトニックフロー経路制御技術の開発

省エネルギー化を実現するフォトニックフロー経路制御の基盤技術を確立した。具体的には、データセンタネットワークの状況を考慮しながらフォトニックフローの経路集約を行い、使用しないルータの電力を低減させることでデータセンタネットワークの低消費電力化を実現する方式を提案した。これによりデータセンタネットワークの消費電力を半減できる見込みを示した。

(8) 課題 イ : 低消費電力・低遅延高機能光電子融合型パケットルータの応用技術の研究開発

少ない消費電力で仮想ネットワークを収容する手法について検討を行った。検討を行った手法では、仮想リンクを収容する際に、可能な限りパケットの衝突を避けることができる経路を選択することにより、電源投入が必要なバッファ数を削減する。評価の結果、この手法により、必要な消費電力を 3 割削減できることが分かった。