

平成 26 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

将来のルータの主流になると期待される全光パケットルータを実現する上で不可欠である、非同期光信号で入出力可能な光 RAM サブシステムを実現する基本技術を確認し、プロトタイプの実製により技術的可能性を検証する。

(2) 研究開発期間

平成 23 年度から平成 27 年度（5 年間）

(3) 実施機関

日本電信電話(株) <代表研究者>

(実施責任者：先端集積デバイス研究所 所長 柴田 随道)

国立大学法人大阪大学 (実施責任者：教授 北山 研一, 教授 村田 正幸)

国立大学法人九州大学 (実施責任者：教授 浜本 貴一)

日本電気(株) (実施責任者：クラウドシステム研究所 所長 西原 基夫)

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 1,478 百万円 (平成 26 年度 275 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：フォトリソ制御による大容量データ転送技術の開発
 ア-4-1：フォトリソ転送制御技術の開発（大阪大学）
 ア-4-2：フォトリソ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) 162 件 | (当該年度) 35 件 |
|------|---------|------------|-------------|
| 特許出願 | 国内出願 | 24 | 1 |
| | 外国出願 | 4 | 1 |
| 外部発表 | 研究論文 | 16 | 5 |
| | その他研究発表 | 108 | 26 |
| | プレスリリース | 1 | 0 |
| | 展示会 | 9 | 2 |
| | 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
 プリプロトタイプのさらなる低消費電力化を目指し、ラベル分離回路において従来の EAM 型から新たに SOA 型を考案し（電力 1/20）、HEMT を用いた低消費電力な駆動回路を試作した。さらに、ラベル認識を行う OCTA において、従来の表面入射型から裏面入射型とすることで感度を 2 倍に増強した。
- (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
 フォトリソ結晶共振器の大規模集積化に向けてはシリコン基板上への集積が重要である。その集積技術として直接接合と CMP を用いてフォトリソ結晶共振器をシリコン基板上に集積する技術を検討し、本手法の有効性を明らかにした。
- (3) 課題ア - 2-2：高速スイッチ技術の開発
 平成 26 年度は、スイッチングスピード、拡張性、の 2 点を中心に課題抽出・検討を進めてきた。また光スイッチモードのモードクロストークを世界で初めて評価した。高速動作、拡張性についての課題を把握するとともに、XT < -10dB、挿入損失 -20dB(主として結合損失)、偏波無依存動作等の光スイッチ諸特性を初めて確認できた。
- (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用いたデータセンタネットワーク向けの経路制御を考慮した最適なネットワーク構成を決定する手法を考案し、小規模なネットワークでの最適性を確認した。また、段階的に光電子融合型パケットルータを用いたデータセンタネットワークに適した構成を構築する手順についても考案した。
- (5) 課題ア - 3-2：プリプロトタイプの作製と基本動作実証
 プリプロトタイプの作製に向け、ルータ全体の設計を実施した。さらなる低消費電力化と低遅延化に向け、SOA 型ラベル分離回路と裏面入射型 OCTA を用いた光ラベル処理サブシステムを試作した。また、100 Gbps (25 Gbps×4) 光パケットを

用いて、光ラベル処理と光スイッチサブシステムの連携動作を評価した。

(6) 課題ア - 4-1：フォトニックフロー転送制御技術の開発

Express path 設定下でのパケット衝突回避法を提案し、シミュレーションによって性能が改善されることを明らかにした。また光符号 x 波長数 x 直交偏波からなる 3次元フォトニックラベルによって、従来の倍の 2000 程度のラベルの生成・識別可能性を実験的に検証した。

(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実装を行い、光電子融合型パケットルータのバッファ制御を可能とするネットワークコントローラを試作した。また、データセンタネットワークをシミュレートし、フォトニックフロー経路制御によるネットワーク省電力化とデータセンタ性能の関係性を明らかにした。

(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

仮想ネットワーク制御の大規模ネットワークへの対応をめざし、同一のサービスに属するといった密に通信をするサーバと複数の光スイッチを含む形で構成した仮想クラスタを導入した。そして、サーバの故障等の環境変動に対して、仮想クラスタ内で対応を取るようにすることにより、変動対応にかかる通信コスト・時間を削減できることを確認した。