

平成23年度 新規委託研究課題
「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」
研究計画書

1. 研究開発課題

『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』

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

2. 研究開発の目的

FTTHやスマートフォン等ユーザが使用する端末の高度化とその普及、並びにそれに伴うネットワークサービス（例 いわゆるクラウドサービスやソーシャルネットワークサービス）の多様化や急拡大が進む中、公衆網上を流れるトラフィックは増加の一途を辿っている。同時にデータセンタの規模が拡大を続けており、データセンタにおける消費電力の急増も大きな問題となっている。このような中、商業光伝送網（基幹網及びメトロネットワーク）やデータセンタ内ネットワークの効率的運用と信頼性向上が喫緊の課題となっている。

このような状況に対応すべく、本研究開発課題では極低消費電力・低遅延 100Gbps 級フロー制御型の高機能光電子融合型パケットルータ基盤技術とその応用技術の研究開発を行うことを目的とする。

3. 採択件数、研究開発期間及び予算

研究開発期間：平成 23 年度から平成 27 年度までの 5 年間。

予算：平成 23 年度は総額 345 百万円を上限とする。提案の予算額の調整を行った上で採択する提案を決定する場合がある。なお、平成 24 年度以降は対前年度比で 6%削減した金額を上限として提案を行うこと。

個別研究開発課題

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・低遅延光電子融合型パケットルータの応用技術の研究開発

本研究開発課題は、課題全体（課題ア+課題イ）、もしくは、課題イのみに対する提案を公募する。

課題全体（課題ア+課題イ）の提案を行う場合

予算：平成 23 年度は、335 百万円を上限として提案を行うこと。

採択件数：1 件

課題イのみの提案を行う場合

予算：平成 23 年度は、10 百万円を上限として提案を行うこと。

採択件数：最大 2 件

4. 研究開発の到達目標

本研究開発課題は、同等の動作条件下で、現行のハイエンド電気ルータ（例えば Cisco CRS-1 など）と比較して 1/10 の低消費電力、1/100 級の低遅延、フロー管理による高機能性を同時に実現する 100Gbps 級光電子融合型パケットルータ基盤技術の研究開発、及びその基盤技術を基に作製するプリプロトタイプを用いたネットワークシステムの原理実証、更に 100Gbps/λ 級を目指した基盤技術の研究開発を行う。適用アプリケーションとしては「長距離基幹網」、「メトロネットワーク」、「データセンタ」、「インターネットクラウド」等を想定している。

各個別研究開発課題の到達目標の主要諸元は以下のとおりとする。なお、具体的な到達目標について、提案の際に可能な限り定量的に記載すること。

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

<前提条件>

到達目標として、主に次の機能を具備していること。

- ▶ スループット 1Tbps（「100GbE/ポート」、「10GbE/ポートによる 4×4 スイッチング」、「10×10 スイッチング」）の光パケットスイッチを極低消費電力下で実現するための基盤技術

※提案の際に目標とする消費電力（W）を明記すること。

- ▶ 共有光電子融合型バッファ
- ▶ 高速バースト対応
- ▶ 柔軟な QoS 対応
- ▶ マルチキャストルーティング対応
- ▶ カラーレス・スイッチ
- ▶ 3R 再生機能

<実施条件>

本個別研究開発課題は次の通り大きく 4 つに分けられる。

課題アー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

具体的には次のサブシステムを開発すること。

- ①光電子融合型ラベル処理サブシステム
- ②光電子融合型スイッチサブシステム
- ③光電子融合型バッファサブシステム

課題アー2 課題アー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
例えば、次のデバイス／技術を開発すること。

- ①極低パワー、極微小の独創的光・電子デバイス技術
- ②モノリシック集積化、アレイ化技術

課題アー3 光電子融合型パケットルータのプリプロトタイプ実証

課題アー1の光電子融合型ラベル処理サブシステム、光電子融合型スイッチサブシステム、光電子融合型バッファサブシステムを組み合わせ、動作可能なプリプロトタイプを作製すること。

課題アー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

課題アー3のプリプロトタイプにおいて、以下の機能の内いくつかを実現すること。

- ①ネットワークリソースの分配：特定のトラフィック（サービスやアプリケーション）単位によるルーティングや、ネットワーク構成の最適化（トラフィック・エンジニアリング）、効率的な障害回復
- ②動的で柔軟なトラフィックの収容と管理
- ③ネットワーク負荷分散（ロード・バランシング）
- ④消費電力の低減：二重化予備系リソース（サーバやノード）の消費電力抑制による、ネットワークインフラ全体の消費電力の大幅削減

課題イ 低消費電力・低遅延光電子融合型パケットルータの応用技術の研究開発

<前提条件>

本個別研究開発課題では、本ルータの適用技術に関する研究及び適用先に応じた制御方式の検討を行う。ボトムアップ的なアーキテクチャ設計ではなく、利用・適用に応じたアーキテクチャ設計が望まれるため、課題イのみの応募提案も公募する。

課題アで開発される基盤技術の主要諸元をもとに、研究対象モデル案を作製し提案することを条件とする。研究開発においては、課題アー3及び課題アー4を担当するチームと密に連携を取りながら研究開発を進めること。

適用すべきアプリケーション（例 「長距離基幹網」、「メトロネットワーク」、「データセンタ」、「インタークラウド」）について、提案段階で具体的な案があれば、提案書に具体的、かつその背景も含めて記載すること。但し、最終的なアプリケーションは情報通信研究機構（以下、「機構」という。）と協議の上決定する。

＜実施条件＞

次の点に留意して応用技術を開発すること。

- ①光電子融合型パケットルータの最大の特徴である大容量（100GbE/ポート）、低消費電力、及び低遅延であることを最大限発揮できるネットワークアーキテクチャを開発すること。
- ②超高速（100Gbps 単位）の入出力が可能なることから、サーバやノード間の接続回線数を大幅に減らすことができる。このため、アプリケーションによって従来より一層効率的なネットワークアーキテクチャを構築すること。
- ③超高速である反面、万一障害が発生した場合の影響も大きいと予想される。このことから、高い障害回復能力を備えること。

開発に当たっては例えば次の項目が含まれること。

- ①ネットワーク設計
- ②フロー管理
- ③コントロールプレーン
- ④OAM開発
- ⑤シミュレーション

課題ア・課題イ 共通

研究開発成果の評価実証

最終年度（平成 27 年度）までに次の実証実験に参加・協力すること。

- ①各個別研究課題の成果を元に試作するプリプロトタイプ実証実験
- ②機構の自主研究が構築した「光パケット・光パス統合テストベッド」との相互接続等実証実験

5. 研究開発の運営管理及び評価について

研究開発に当たっては、機構の自主研究との連携を図ること。そのため、機構担当者への定期的な進捗報告等、必要とされる協議の機会を設けること。

また、平成 25 年度に中間評価、平成 27 年度に事後評価を行う。

6. 参考

研究課題設定の背景とその必要性

F T T H やスマートフォンの普及とそれを利用したネットワークサービスの多様化により、商業光伝送網を流れるトラフィックは増加の一途を辿っている。このような状況の下、今後も増えることが予想される通信インフラの消費電力増大が大きな問題となっている。ここ数年急拡大を見せているクラウドサービスを支えるデータセンタ

の消費電力も、その規模の拡大とともに急増を続けている。これら通信インフラにおける消費電力の急増を抑える技術革新が今日喫緊の課題となっている。

しかし、パラレル電子処理に頼った既存技術の延長で消費電力を大幅に減少させることは困難であり、光ネットワーク技術を導入した、光電子融合型パケットルータは様々な通信インフラの消費電力削減に大きく貢献すると期待できる。同等の動作条件下で、現行のハイエンド電気ルータ（例えば Cisco CRS-1 など）と比較して 1/10 の低消費電力、1/100 級の低遅延、フロー管理による高機能性を両立させた、100Gbps 光電子融合型ルータと同プロトタイプを用いたネットワークシステムはその切り札となる。中でも、当研究開発の中核をなすデバイス技術の研究開発は重要となる。例えば、既存技術より低消費電力で動作する 25Gbps x 4 I/F 技術及び 100G（シリアル）I/F 技術と各 O E I C（光電子集積回路）の開発が必要と想定される。またフォトリックフロー制御を利用することによりネットワークを仮想化して管理できるため、ネットワークの規模やアプリケーションが異なっても既存のネットワーク管理に比べ網全体の管理が容易になる。さらに、データプレーンに影響を与えずに、低コストでより柔軟なネットワークのプログラム管理が出来るようになることが期待される。

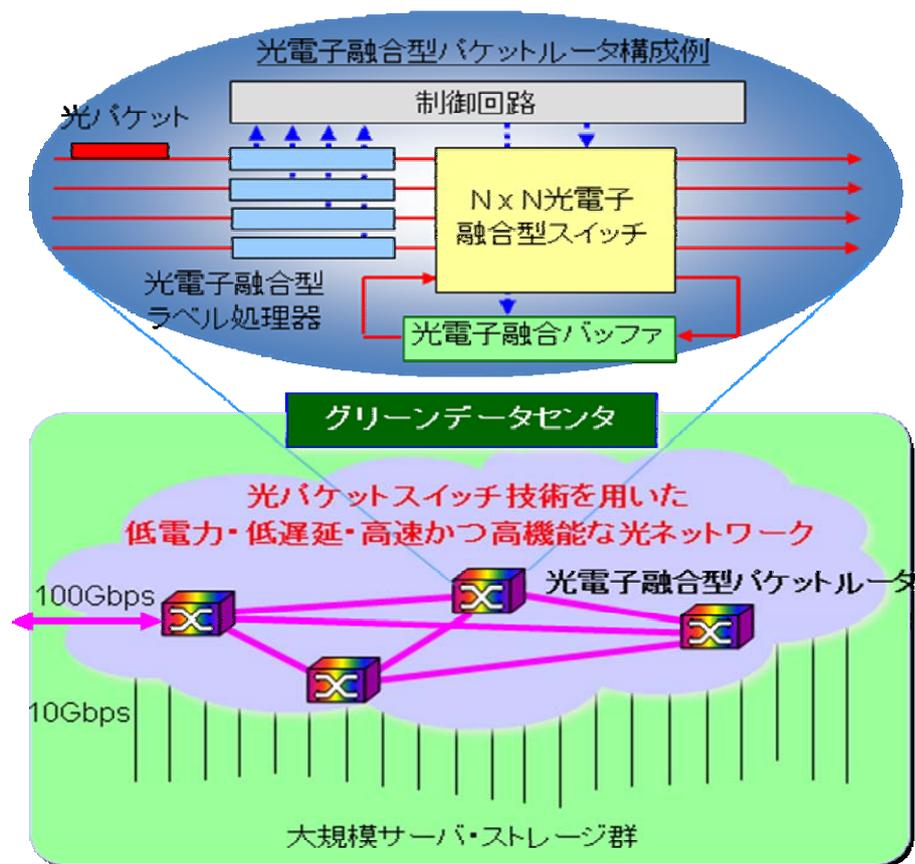


図 データセンタ内イメージと光電子融合型パケットルータの適用例

本研究開発課題はその適用技術の一つとして、「ICT維新ビジョン」に掲げられているICTグリーンプロジェクトに沿う、データセンタを含む通信インフラの低消費電力化の為に技術の基盤をなすものである。また、当研究開発による成果は、例えば消費電力の削減が求められるデータセンタにおいて大きな貢献が期待できる。データセンタの大規模化と効率的運用は、クラウドネットワーク等関連技術にも影響を及ぼす、情報通信ネットワークの重要な活用技術でもある。最近では個別に拡大を続けるクラウドネットワークを相互接続するインタークラウドも話題に上っており、これも適用アプリケーションとなりえる。データセンタ大国の米国等諸外国においても国策的研究プロジェクトを始める動きがある。同研究開発を5年後の実現を目指して進めなければ、公衆網における電子ルータ機器同様に、標準化や技術開発で我が国が遅れを取るようになる危険性が高い。

機構の自主研究においては、光パケット・光パス統合技術の研究開発に取り組んでおり、「光パケット・光パス統合リングテストベッド」を構築した。最終的には、当研究開発の成果を元に作製する光電子融合型パケットルータプリプロトタイプと相互接続等機能等の実証をすることを目標の一つとしている。

また、平成18年度から平成22年度まで実施した委託研究「全光パケットルータ実現のための光RAMサブシステムの研究開発」では、全光ネットワークの構成要素のひとつである全光パケットルータの実現を目指し、光RAM(Random Access Memory)サブシステムの基盤研究開発を行った。これに対し、本研究開発課題で開発する光電子融合型パケットルータはCMOSメモリのバッファを使用し、早期の実用化を目指している。光RAMプロジェクトから派生した、有望な技術のみを残し、プロジェクトとして電気ルータを補完する形で、個々の技術を製品として実用化を強く意識(開発技術の摘要先を明確化)しつつ高度化した内容である。