

平成24年度「光統合ネットワークの管理制御およびノード構成技術に関する研究開発」 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 ルネサスエレクトロニクス株式会社(幹事会社)、富士通株式会社、国立大学法人大阪大学
- ◆研究開発期間 平成22年度から平成25年度(4年間)
- ◆研究開発費 総額875百万円(平成24年度 212百万円)

2. 研究開発の目標

飛躍的に高いスイッチ能力と省電力性を持つ基幹ネットワークを構築する上で不可欠となる、多波長光パケットヘッダの高速処理技術、光信号の安定化処理技術を確立する。これらの処理技術にもとづく多波長光パケット交換、および、光パス交換の2つの光交換技術を統合した光統合ネットワークの制御技術を確立し、情報通信研究機構整備による光交換基盤技術の実証基盤施設を用いた実証試験により技術の安定性を検証する。

3. 研究開発の成果

テーマは下記に大別。

- ①省電力で100Gbps性能を有するパケットヘッダ電子的処理
- ②光パケットレベル制御型光プリアンプ技術
- ③光パケット・光パス統合ネットワークの制御技術

①では

- ・省電力、高速でパケットヘッダ処理をする検索エンジンLSIの試作を行い、試作チップの評価を実施し動作確認を行った。
- ・検索エンジンLSIの省電力メモリコントローラ、ネットワーク全体のコントロールするための統計情報を省電力で蓄積する方法を実機にて実証した。
- ・検索エンジンLSIの消費電力は、従来のTCAM(Ternary Content Addressable Memory)に比べ、同一条件下の比較で、5%以下に低減できるという結果を得た。
- ・統計メモリLSI(統計情報格納用の短レイテンシーメモリLSI)の試作および試作チップの評価を実施し、動作と性能目標が達成されていることを確認した。

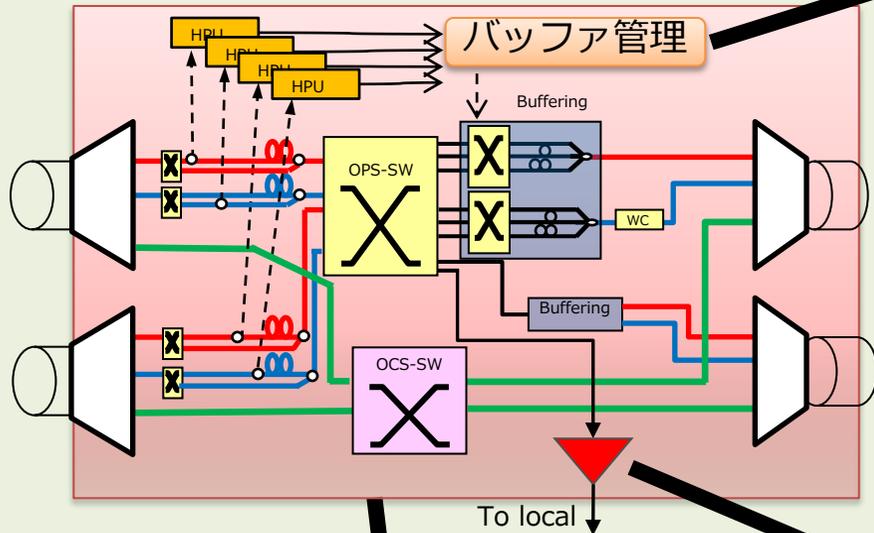
②では、

- ・アレイ-モノリシック集積SOAモジュールのアレイ光結合部の波長依存性低減対策として、新たに低波長依存性レンズおよび光結合構造を開発し、波長依存性の大幅な低減に成功した。
- ・多波長光パケット用のSOAモジュールサブシステム(SOA駆動回路、PDモニタ回路、デジタル制御回路)を製作した。
- ・多波長光パケット用のSOAモジュールサブシステムのPDモニタ回路について実機検証を行い、多波長光パケット入力に対して、応答速度、ノイズレベルがともに性能目標に達していることを確認した。

③では、

- ・数学的解析手法を拡張し、FDLバッファを用いた光統合ネットワークにおいて、ネットワーク性能が最適となる割当波長数が導出可能であることを確認した。
- ・統計メモリLSI(課題ア-1-1)内データの取得ソフトウェアを開発し、実機による結合試験を実施・完了した。さらに、取得したデータを加工・蓄積し、他の研究機関で進めている光統合ネットワーク管理の研究開発との連携を図った。
- ・光統合ノード(NICT整備)、L3スイッチからなる小規模実験網を構築し、蓄積した統計情報にもとづいた光パス網・光パケット網の切替実験に成功した。

光統合ネットワークの管理制御およびノード構成技術



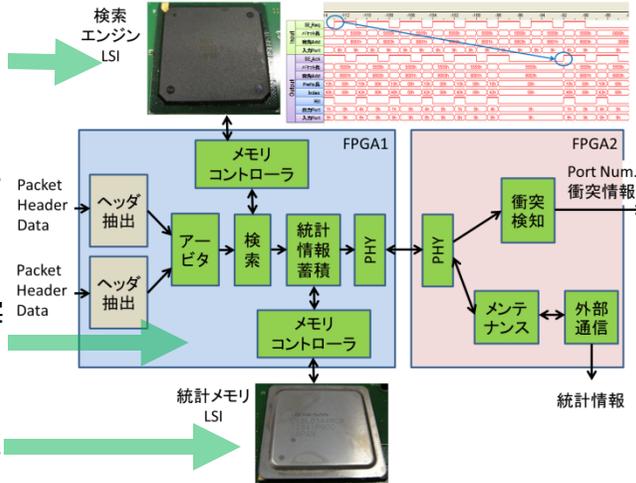
アー１－１ 省電力で100Gbps性能を有するパケットヘッダ電子的処理

・ヘッダ処理LSIの試作および試作チップ評価を実施した。また、メモリ構成をテストするためのBIST回路を実機にて実証した。

・検索エンジンLSIを制御する省電力メモリコントローラの実機検証を行い動作確認した。

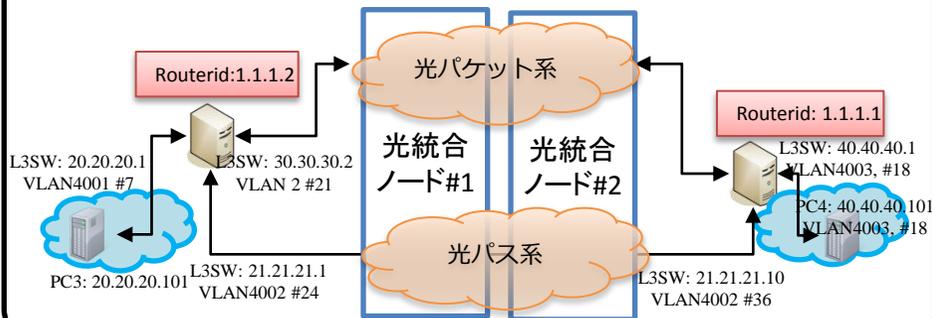
・100Gbpsでヘッダ処理実行中でも、課題ア-2に必要な統計情報を蓄えることが可能な回路を作成し、光パケット投入に対して動作することを実機テストにて実証した。

・統計メモリLSIの試作および試作チップ評価を実施し設計目標が達成されていることを確認した。

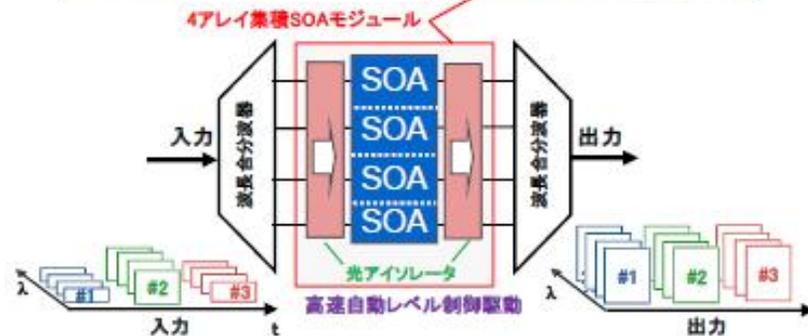
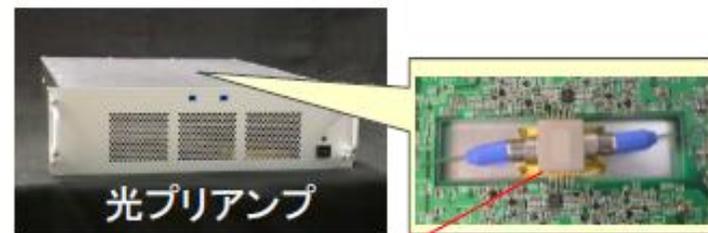


アー２ 光パケット・光パス統合ネットワークの制御技術

1. 統計メモリLSI(課題ア-1-1) 内データの取得ソフトウェアを開発し、実機による結合試験を実施・完了した。
2. 光統合ノード(NICT整備)、L3スイッチからなる小規模実験網を構築し、1.のソフトウェアにより蓄積した統計情報にもとづいた光パス網・光パケット網の切替実験に成功した。
3. 数学的解析手法を拡張し、ネットワーク性能が最適となる割当波長数が導出可能であることを確認した。



アー１－２ 光パケットレベル制御型光プリアンプ技術



4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等,投稿中含む)

※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	展示会	標準化提案
ア-1-1 省電力で100Gbps性能を有するパケットヘッダ電子的処理技術の研究開発(ルネサスエレクトロニクス)	7 (1)	0	1 (1)	4 (2)	0	1	0
ア-1-2 光パケットレベル制御型光プリアンプ技術の研究開発(富士通)	4 (2)	2 (1)	0	4 (2)	1 (0)		0
ア-2 光パケット・光パス統合ネットワークの制御技術の研究開発(大阪大学)	0	0	1 (1)	5 (2)	0		0
合計	11 (3)	2 (1)	2 (2)	13 (6)	1 (0)	1	0

5. 研究成果発表会等の開催について

(1)産学官連携のための光統合ネットワーク運営会議を開催

NICT研究チーム、NICT委託研究チーム(ルネサスエレクトロニクス、大阪大学)の産学官で、光統合ネットワーク構築のための技術交流会を定期的に開催した。

(2)国際会議で発表

ア-1-1 省電力で100Gbps性能を有するパケットヘッダ電子的処理(ルネサスエレクトロニクス)

半導体集積回路技術関連のなかでも大規模な国際会議であるIEEE CICC2012(2012年9月10日、USA サンセ)において、本委託研究の成果である、ヘッダ処理LSIの開発成果について論文投稿・発表を行った。

ア-1-2 光パケットレベル制御型光プリアンプ技術(富士通)

欧州最大の光通信システム関連の国際会議であるECOC2012(2012年9月16日~20日、アムステルダム)において、本委託研究の成果の一部を利用した、4アレイモノリシック集積半導体光増幅(SOA)チップ内の4素子を同時に駆動させることが可能なモジュールの放熱機構と、新たに低波長依存性レンズおよび光結合構造を開発してアレイ光結合部の波長依存性の大幅な低減に成功した研究成果について口頭発表を行った。

アー2 光パケット・光パス統合ネットワークの制御技術(大阪大学)

情報ネットワーク関連の国際会議であるIEEE ICC2012 (2012年6月10日～15日、カナダ)において、本委託研究の成果である数学的解析手法の研究を発表した。

6. 今後の研究開発計画

【アー1-1 省電力で100Gbps性能を有するパケットヘッダ電子的処理(ルネサスエレクトロニクス)】

- ① 新規開発したLSIを搭載したボードを作成し、光統合ネットワークのシステム上で動作確認と省電力効果の実証を行う。
- ② 実システム上で、蓄積する統計情報によって、ネットワークが効率よく制御できることを確認する。
- ③ 電気信号のみによるインターフェースでLSIの動作と研究開発が可能なデバッグボードの製作及び、ファームウェアと統計情報機構の開発を行いその成果を光パス・パケット統合ボードへ移設する

【アー1-2 光パケットレベル制御型光プリアンプ技術(富士通)】

- ① H24年度までに新たな放熱機構を考案して試作した、4アレイ-モノリシック集積半導体光増幅モジュールを、光パケットレベル制御型光プリアンプ装置に組み込み、装置としての目標特性を実現する。また、4アレイ-モノリシック集積半導体光増幅モジュール内の4つの半導体光増幅素子を同時に駆動した際の経時的な特性の評価を行う。
- ② 開発したアレイ-モノリシック集積半導体光増幅モジュールを用いた光プリアンプにおいて、各波長間のレベルおよび到達タイミングが揃った波長間隔100GHz、10波の多波長光パケットを入力し、その多波長光パケットの光信号レベルの変化量10dBに対して、光プリアンプ出力において多波長光パケットの各波長のレベルを目標レベルに対して偏差±1.5dB以内に制御可能な光プリアンプ装置を試作する。また、この光プリアンプ装置をNICTが準備する光統合ネットワークテストベッドに導入して受信レンジが拡大することを確認する。

【アー2 光パケット・光パス統合ネットワークの制御技術(大阪大学)】

- ① H24年度の実証実験において、光パス設定に係る制御時間がボトルネックとなることがわかった。H25年度はボトルネック解消に向けて設定時間の短縮を図る
- ② 数学的解析手法を実機上に実装し、光統合ネットワークの実証基盤施設上で動作を確認する。