

平成 27 年度研究開発成果概要書

課 題 名 : 将来ネットワークの実現に向けた超大規模情報ネットワーク基盤技術に関する研究
採 択 番 号 : 1680401
個 別 課 題 名 :
副 題 : 階層化エラスティック光パスネットワークの研究開発

(1) 研究開発の目的

光ファイバの周波数資源の最大利用を目指し、各光パスに必要最小限の周波数帯域を割り当て可能とする「フレキシブルグリッド」が提唱され、昨年ITU-Tで標準化(ITU-T G694.1)されている。この規格では、光パスに割り当てる周波数帯域の指定にあたり、中心周波数を6.25GHzの密なグリッドに配置し、割当帯域を12.5GHzの倍数とする(図1(b))。光周波数直交多重や多値変調方式、デジタルシグナルプロセッサによるコヒーレント受信の導入等により、現在の10/40/100Gbpsの光パスが50GHzよりも狭い帯域で収容可能になるばかりでなく、想定される必要帯域が75-87.5GHzとなる400Gbpsの大容量光パスを効率よく収容可能となる。実際、フレキシブルグリッドの標準化に伴い、我が国では昨年よりNTT, NEC, 富士通により400Gbpsの開発が開始されている。また、光周波数直交多重のサブキャリア数や変調の多値数を変えることで、光パスの容量や使用する周波数帯域、さらには伝送可能距離までも自在に制御できるようになった。この自由度の高さに鑑み、これら光パスは「エラスティック光パス」とも呼ばれる。

エラスティック光パスの導入にあたっては、特に今後見込まれる大トラフィックを前提とした時、ノード内の光クロスコネクタに高価な高次の波長選択スイッチが多数必要になる点が大きな障害となる。そこで、低次波長選択スイッチを前提として、エラスティック光パスを集約してルーティングする新たなネットワークを開発することが本研究の目的である。その際、所望のルーティングをコンパクトなハードウェアとして実装可能とする、新たな光クロスコネクタノードのアーキテクチャ、このノードの特性を最大限に活かすネットワーク設計制御アルゴリズム、そして必要となるハードウェアの伝送実験による検証を実施して、ハードウェアおよびソフトウェアの両面からネットワークの最適化を行い、次世代ネットワークの効率的な実現を目指す。

(2) 研究開発期間

平成 25 年度から平成 28 年度 (3年間)

(3) 実施機関

国立大学法人名古屋大学 (実施責任者 准教授 長谷川浩)

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 33 百万円 (平成 27 年度 10 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 大規模フォトニックノードアーキテクチャ開発 : 国立大学法人名古屋大学

(6) これまで得られた成果 (特許出願や論文発表等)

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0

(27-1)

外部発表	研究論文	1	1
	その他研究発表	8	4
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

【目標】

課題ア 平成 27 年度の目標は、平成 26 年度に開発したエラスティック光パスの集約とそのルーティングを実現するネットワークノードについて、ルーティングを担当する光スイッチ部分をコンパクト化することである。ネットワーク設計手法開発との連携により、ルーティング性能を極力損なわずに光スイッチ規模を大幅に削減することで、ハードウェアコストのさらなる低減と伝送特性の向上とを達成する。

課題イ 平成 27 年度の目標は、米国側共同研究者との協力により、エラスティック光パスを集約可能なネットワークにおけるパス集約数の最小化と、光ノードの性能解析を実施することである。

【実施内容】

課題ア

光スイッチを大幅にコンパクト化した、発展型の光クロスコネクトノードアーキテクチャを開発し、このノードを前提として、専用のネットワーク最適化手法を開発した。数値シミュレーションの実施により、光スイッチのコンパクト化の可能性を明らかにした。次年度に備え、光スイッチの規模およびルーティング性能の変動を明らかにした。

課題イ

光パスを任意の組み合わせで集約する波長群パスの必要数の下限について厳密解の算出および近似解の高速算出に取り組んだ。また、上記光クロスコネクトノードのルーティング性能の解析を実施した。

【成果】

課題ア

エラスティック光パスの効率的なルーティングを実現する上で、各光ファイバから入力されるエラスティック光パスを一定数以下のグループに任意に分割した上で、グループ単位でルーティングするアーキテクチャにおいて、グループのルーティングに用いる大型光スイッチを小型光スイッチの並列接続に置き換えることでハードウェア規模および光スイッチの次数増大に伴い大きくなる伝送損失を抑制した。異なる波長選択スイッチ次数および光スイッチ次数に関する大規模数値シミュレーションを行い、波長選択スイッチと光スイッチの次数の組み合わせを適正化することにより、技術的・コスト的に使用が不可能な高次波長選択スイッチを仮定した理想的な特性のクロスコネクトとほぼ同等のルーティング性能を達成できることを明らかにしている。7x7 の正方格子型ネットワークを例に挙げれば、平成 26 年度に開発した大規模光スイッチを使用する基本的アーキテクチャのノードにより構成したネットワークと比べ、8 入力 8 出力の光スイッチを並列接続したノードで置き換えた場合には光ファイバの増加は見られないことが実証されている。さらに、光スイッチの部のハードウェア規模は基本的アーキテクチャのそれに比べて、大トラフィック時に 7 割以上削減できることも示している(概要図参照)。

(27-1)

課題イ

光パスを任意の組み合わせで集約する波長群パスの必要数の下限について厳密解の算出および近似解の高速算出を実現している。平成 26 年度に開発した手法を発展させて、任意の組み合わせに対応させている。また、上記光クロスコネクトノードのルーティング性能を解析し、出力側の光ファイバの選択を制限する場合における性能劣化を明らかにしている。この課題は主として米国側で実施している。