

採 択 番 号 : 17601
研究開発課題名 : 大規模フラットネットワーク基盤技術の研究開発
副 題 : 超高速光スイッチサブシステムと複数サービスを提供する弾力性のある光ネットワーク制御技術

(1) 研究開発の目的

本研究では、コア網からメトロ・アクセス網までを一気通貫で柔軟かつ高速可変性なネットワークを提供可能とする大規模フラットネットワークの基盤技術を確立する。具体的には、信号方式によらず高速可変性をもたらす超高速光スイッチ技術、通信路を適切に把握するための光信号品質モニタ・監視技術、光のトランスペアレント性を活かして多数ノードにより構成される大規模ネットワーク制御技術、光パス設定制御および高速スイッチを活かした弾力性のある光パス設定制御技術の検討を行うとともに、それらを融合することにより、効率的で柔軟な大規模フラットネットワークの実証を目指す。

(2) 研究開発期間

平成 26 年度から平成 30 年度（5 年間）

(3) 実施機関

日本電信電話株式会社<代表研究者>
富士通株式会社
国立大学法人名古屋大学
公立大学法人大阪府立大学
国立大学法人大阪大学

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 887 百万円（平成 30 年度 157 百万円）
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

課題 A : 超高速光スイッチサブシステムの開発

研究項目 A-1 超高速光スイッチサブシステム基盤技術の研究開発

（日本電信電話株式会社）

研究項目 A-2 フラット網光信号品質モニタ・監視技術の研究開発

（富士通株式会社）

課題 B : 柔軟な高速可変性を活用する大規模フラットネットワークの検討

研究項目 B-1 マルチサービスを提供する大規模フラットネットワーク制御技術

（国立大学法人名古屋大学）

研究項目 B-2 大規模フラットネットワーク構築のための弾力性のある光パス設定制御

（公立大学法人大阪府立大学・国立大学法人大阪大学）

(6) 特許出願、論文発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	22	2
	外国出願	13	3
外部発表	研究論文	10	0
	その他研究発表	144	23
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	1	0
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究項目A-1 超高速光スイッチサブシステム基盤技術の研究開発
(日本電信電話株式会社)

超高速光スイッチの基盤技術として(ア)「超高速光スイッチ素子要素技術」、(イ)「超高速光スイッチ集積化技術」(ウ)「超高速光スイッチ実装技術」に取り組み、基盤となる技術の確立にむけて、前年度までに試作した高速スイッチ素子の大規模化検討を発展させ16x16規模のスイッチ素子技術の検討と、超高速スイッチサブシステムを構築し、サブシステム技術を実証するとともに、プロジェクト内の他の研究課題と連携させ、昨年度決定した課題間連携実験シナリオに基づき、実験環境の構築および実証実験を実施した。

成果としては、素子単体では、ドライバ集積により1nsec以下の動作を確認するとともに、解決の難しい低損失化に対して、システム上の光スイッチの使用形態に着目しアドドロップ構成の導入を行い、低損失な光スイッチが実現可能であることを確認した。また、16x16以上のさらなる大規模化に向けては3次元実装を試み、機械的なガイド機構による組立精度は2μm程度でありそれを実現するために、高精度のアレイレンズ技術として光メタサーフェスによるアレイレンズの適用し16chアレイでの特性を評価して3次元実装の可能性を示した。

研究項目A-2のノード装置と連携可能な超高速スイッチユニットを実現し、それに研究項目B-2の弾力制御技術と組み合わせることで、大規模フラットネットワークの1つの柱である弾力化制御アシスト高速スイッチネットワーク技術を提案し、連携実験によりOCS/OFS/OPSのモード切替動作等を通してその基本動作を実証した。

研究項目A-2 フラット網光信号品質モニタ・監視技術の研究開発
(富士通株式会社)

ネットワーク内で発生した障害予兆・劣化を光モニタで検出し、光信号パワーを制御することにより信号断を予防するプロアクティブ制御を検討し、試作OSNRモニタサブシステムと試作光ノードを用いた実験実証を行った。200G DP-16QAM信号が運用されるDWDMネットワークにおいて、光増幅器が故障し信号品質劣化が生じるというユースケースに対して、障害予兆および予防回避が自動で実行できることを確認した。信号品質モニタ(課題A-2)と設計制御技術(課題B-1)による高信頼、高効率大規模フラットネットワーク技術として、Transmission-Quality-Aware Online Network Design & Provisioningを提案し、ネットワークテストベッドを用いた実験、および実験結果に基づく数値シミュレーションを実施した。より周波数効率の高い変調フォーマット及びチャネル帯域幅を割り当てることにより、最大45%必要ファイバ数を削減できることを確認し、その有効性を実証することができた。

研究項目B-1 マルチサービスを提供する大規模フラットネットワーク制御技術
(国立大学法人名古屋大学)

大規模フラットネットワーク制御技術については、VDLの動的性能を広範囲なパラメータで評価し、効率的なネットワーク設計制御法を確立した。特に継続的な通信トラフィックの増加に鑑み、光パス及び光ファイバの新規設立時に適応的にVDLを設定し、帯域狭窄化を適切に制御しつつ、光パスの収容効率を理論値近くにまで高めることに成功した。典型的なパラメータ条件下における設備増設シナリオを仮定し、数値実験による実証を行った。従来の光パス収容方式に比べ、最大15%程度の光ファイバを削減可能であることが明らかとなった。

また、課題Aとの連携実験等を通じて、実用システムにおけるGRE/VDLの有効性を確認した。そして課題A-2のOSNRモニタ等の機能を前提とし、ネットワークの状態をより精密に捉え、各光パスの信号品質を個別に適正値以内に制御することで、究極的な光パス収容を、必ずしも特性が均一で無いデバイスで構成されたネットワーク上で実現することを可能とした。数値実験の結果、より高次の変調方式を積極的に用いることによる効果が明らかになった。

研究項目B-2 大規模フラットネットワーク構築のための弾力性のある光パス設定制御
(公立大学法人大阪府立大学・国立大学法人大阪大学)

弾力性のある光パスの波長/ファイバ割当・変更制御の研究開発について、平成29年度に引き続き、OPS、OCS利用周波数資源高効率化技術、並びに最先端技術を追求した、多地点通信、あるいは双方向通信技術を中心に方式改良を実施した。計算機シミュレーションによる有効性の実証を行い、最終目標を達成した。

また、弾力性のある経路決定・選択制御の研究開発について、実証実験を見据えたトラヒックオフローディング技術ならびに、最先端技術を追求した、空間分割多重網の光パス設定技術の改良を行った。特にオフローディング技術については、主として、プロアクティブ輻輳検知型OPS-to-OCSオフローディング、ならびに下流輻輳状況の機械学習に基づくOPS-to-OPSオフローディングの2種類を対象として、方式の精査、並びに計算機シミュレーションによる有効性の実証を行い、最終目標を達成した。また、明確に仕様を規定したプロアクティブ輻輳検知型OPS-to-OCSオフローディングを課題間連携実験に適用した。