

## 平成26年度研究開発成果概要書

課題名 : 光トランスペアレント伝送技術の研究開発 (λリーチ)  
 採択番号 : 153ア01  
 個別課題名 : 課題ア メトロ・アクセス広域・大容量化技術に関する研究  
 副題 : 適応変調と非線形補償による周波数利用効率とトランスペアレント領域の拡大

## (1) 研究開発の目的

本研究では、課題ア、イ、ウの技術を連携し、メトロコア・アクセスネットワークにおける10～100 Gbps超のデータ伝送のトランスペアレント伝送領域を従来の100倍に拡大する光ネットワークの実現を目標とする。

課題アでは、具体的なトランスペアレント領域(ファイバあたりの伝送容量×リンク長)として、伝送容量とリンク長をそれぞれ2倍以上変化させ、4 Pbps×km以上までのエリア拡大の実現を行うために、適応変復調伝送技術と非線形補償信号処理技術の2つの要素技術を2015年までに開発することを目的とする。適応変復調伝送技術では、光ネットワークの伝送路の状況に応じてビットレートや変復調方式を適応的に変化させることにより、周波数利用効率を3 dB以上拡大する。また、非線形補償信号処理技術では、光ファイバ伝送路の光非線形効果による伝送特性劣化を克服し3 dB以上のSN比改善を実現する。

## (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

日本電信電話株式会社<代表研究者>、富士通株式会社、  
 国立大学法人大阪大学(実施責任者 准教授 丸田章博)

## (4) 研究開発予算(契約額)

総額 882百万円(平成26年度 165百万円) ※百万円未満切り上げ

## (5) 研究開発課題と担当

課題ア-1: 適応変復調伝送技術(日本電信電話株式会社)

課題ア-2: 非線形補償信号処理技術

ア-2-1. 非線形補償信号処理方式構成技術(富士通株式会社)

ア-2-2. 非線形伝送解析技術(国立大学法人大阪大学)

## (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	16	5
	外国出願	17	4
外部発表	研究論文	4	2
	その他研究発表	101	30
	プレスリリース・報道	6	3
	展示会	6	2
	標準化提案	1	0

## (7) 具体的な実施内容と成果

## • 課題ア-1 適応変復調伝送技術

## 【目標】

累積光雑音を推定して適切な変復調方式を選択する適応変復調伝送回路の回路設計および設計検証を行うとともに、光フィルタリングなどの劣化要因下での特性を実験およびシミュレーションにより評価して回路設計にフィードバックすることにより、回路設計を完了する。また、最終年度の実機評価および統合実験に向けて、デモンストレーション環境の一部を構築する。

## 【実施内容および成果】

平成 26 年度は、平成 25 年度に完了した適応変復調伝送回路の機能設計を踏まえ、回路設計および設計検証を実施した。パイロット信号による OSNR 推定を用いた DP-QPSK/DP-16QAM/DP-32QAM の適応変復調伝送実験を実施して、変調方式によらず OSNR 推定が可能であること、推定した OSNR により適切な変復調方式の選択が可能であることを確認した。また、2 種類のパイロット信号を用いて、伝送路の OSNR/波長分散と光フィルタリング等による帯域狭窄化を同時に推定できる伝送路特性推定方式を提案した。帯域狭窄化の推定値を用いて送信側で予等化を行うことにより帯域狭窄化による Q 値ペナルティを 1.2 dB 改善できることを実験により確認した。以上により、本年度の目標を達成した。

## • 課題ア-2 非線形補償信号処理技術

## ア-2-1. 非線形補償信号処理方式構成技術

## 【目標】

提案している非線形補償処理方式と要素アルゴリズム仕様に基づいて機能設計まで完了した光送受信信号処理回路について、回路試作のための詳細検討および回路試作を実施し、実験および数値シミュレーションの両側面からその機能評価を行う。また、課題内の接続性検証を通して、数値シミュレーションによる波形歪み補償能力を検証する。

## 【実施内容および成果】

平成 25 年度に完了した光送受信信号処理回路の機能設計の結果を踏まえ、信号処理回路の詳細設計および回路試作を実施した。複数の変調方式を用いた光伝送実験および数値シミュレーションによる検証を行うことで、目標としていた光送受信信号処理回路の機能評価を完了した。その結果、光伝送実験にて偏波多重 8 値直交振幅変調方式 (DP-8QAM) について改善量 2.3 dB と、3 dB に迫る改善効果を確認した。また、高密度変調向けに演算規模を削減するアルゴリズム方式としてコンスタレーションの縮退近似による演算簡略化技術を提案した。さらに、課題ア-2-2 と連携した接続性検証として、固有値通信方式についての連携実験を実施した。以上により、本年度の目標を達成した。

## ア-2-2. 非線形伝送解析技術

## 【目標】

前年度までに開発した広帯域光アナログ変復調方式が光ファイバの非線形性から受ける影響を評価するためのシミュレーションプログラムを駆使して、より高効率な変復調方式および非線形補償方式の探求を行い、新たな方式の有効性を明らかにする。特に、これまでに予備的な検討を行ってきた光ローグウェーブ現象の固有値に着目した解析と固有値変調方式の研究開発を推進し、光伝送技術に与えるインパクトを明確化することを目標とする。

## 【実施内容および成果】

高効率な変復調方式および非線形補償方式の探求を実施した。まず、光ローグ

(26-3)

ウェーブ現象の固有値に着目した解析については、三次分散を含んだ可積分な方程式に基づく発生機構の解明を行った。また、固有値変調方式については、大容量化を目指した各種多重化技術の検討を実施し、その実現可能性を示した。さらに、課題アー２－１と連携した接続性検証として、固有値通信方式についての連携実験を実施した。以上により、本年度の目標を達成した。