

平成22年度研究開発成果概要書
「λユーティリティ技術の研究開発」

(1) 研究開発の目的

本研究開発においては、「ユビキタス」の理念を実現するICTの新パラダイムの創生に資するため、2015年までの実現を目指す「次世代フォトニックネットワーク」に係わる研究開発を行う。具体的には、広域系における、ボーダレス光パス制御管理技術（フォトニックサービスゲートウェイ技術）、高効率リンク伝送技術、光3R技術の研究開発を実施する。これにより、異なるLAN（またはドメインなど）に属するユーザ同士が、さまざまな制約から解放され、ネットワークをまたいでいることを意識せず、ストレスなく双方向に超高精細映像などの高速大容量通信を可能とするテラビットクラスのLAN環境の提供を可能とする技術の確立を目的とする。

(2) 研究開発期間

平成18年度から平成22年度（5年間）

(3) 委託先企業

日本電気（株）〈幹事〉、国立大学法人大阪大学、富士通（株）
三菱電機（株）、沖電気工業（株）

(4) 研究開発予算（百万円）

平成18年度	400
平成19年度	399
平成20年度	372
平成21年度	305
平成22年度	286

(5) 研究開発課題と担当

課題ア：ボーダレス光パス制御管理技術に関する研究開発

- ア-1. ネットワーク抽象化技術（日本電気株式会社）
- ア-2. ドメイン間障害制御技術（日本電気株式会社）
- ア-3. 集中・分散連携管理技術（日本電気株式会社）
- ア-4. 光パス品質制御技術（日本電気株式会社）

課題イ：高効率リンク伝送技術に関する研究開発

- イ-1. 多値変復調技術
 - イ-1-1. 多値変復調方式設計技術（国立大学法人大阪大学）
 - イ-1-2. 多値変復調光送受信機の構成技術（富士通株式会社）
- イ-2. 高利得・低消費電力 FEC 技術（三菱電機株式会社）

課題ウ：変調フォーマットフリー光 3R 技術に関する研究開発
 (沖電気工業株式会社)

(6) これまで得られた研究開発成果

		(全体) 件	(当該年度) 件
特許出願	国内出願	85	13
	外国出願	47	14
外部発表	研究論文	62	19
	報道発表	13	5
	その他研究発表	109	30
	展示会	31	7
	標準化提案	7	0

具体的な成果

(1) 課題ア：ボーダレス光パス制御管理技術に関する研究開発

(日本電気株式会社)

- ・ λアクセス PJ/高機能フォト PJ との 3PJ 連携実験を実施し、ユーザ主導の波長パス制御方式を実証した。WDM 伝送装置に波長パスを高速制御する制御プレーンを実装し、けいはんなオープンラボにおいて多重障害回復の相互接続試験を実施した。また、IETF に標準提案していた経路制御インタフェースが RFC6007 として採用された。
- ・ 複数ドメイン経路制御システムを開発し、1000 ノード規模の大規模ネットワークでの性能評価試験を実施。200msec-300msec でのパス制御が可能なことを確認した。
- ・ 光パス品質モニタ装置に品質解析機能を追加。モニタ精度・速度・安定度の向上にも成功した。制御プレーンとの連携による光パス切り替え動作、及び課題イ、ウが生成する 100G 超級光信号品質モニタ動作を確認した。光パスに波長単位で優先度を設定した場合、高優先波長パスで 25ms 程度、低優先波長パスで 50ms 程度の通信遮断時間で済むことを実証した。

(2) 課題イ：高効率リンク伝送技術に関する研究開発

イ-1. 多値変復調技術

イ-1-1. 多値変復調方式設計技術 (国立大学法人大阪大学)

- ・ シンボルレート 12.5~50Gsymbol/s、4~16 値変調方式の伝送特性を比較検討し、実現性が高く、最適なシステムとして偏波多重 RZ-DQPSK 方式を選定した。また、既存の強度変調フォーマットである OOK 信号を QPSK 信号や APSK 信号に光領域で変換する技術の原理を提案し、実験によりその動作確認を行った。

イ - 1 - 2. 多値変復調光送受信機の構成技術（富士通株式会社）

- ・ 開発した高精度・高安定な DQPSK 復調器自動位相制御方式(2008 年度電子情報通信学会 OCS 研究会論文賞受賞)を採用して開発した 125Gbps 多値光送受信機プロトタイプにより、JGN2plus 光テストベッドでの長時間約 550km フィールド伝送での安定動作を実証するとともに、課題イー 2 との連携による 560km 伝送後の誤り訂正後エラーフリー動作を確認した。
- ・ 本研究での成果より、位相変調信号の伝送特性に関する寄書提案を行い、ITU-T 勧告 G. 696. 1 に採択された。
- ・ 3PJ 統合実験・デモにおいて超高速リンクを形成し、安定した動画ストリーミング・大容量ファイル転送が行えることを実証した。

イ - 2. 高利得・低消費電力 FEC 技術（三菱電機株式会社）

- ・ LDPC+RS 接続符号 FEC と軟判定に基づく高利得・低消費電力 FEC（“FEC 装置”とする）を開発した。FEC 装置と課題イー 1 多値送受信機の接続試験を実施し、100Gbps 超の処理速度にて、ネット符号化利得 9dB を達成した。
- ・ 現状 FPGA で実現している誤り訂正の演算処理を、最新微細線幅 CMOS LSI で設計する事で、消費電力 30W 以下を達成できる目途を得た。
- ・ 誤り訂正能力をハードウェアエミュレーションにより実証する為、光通信向け大規模集積回路用の FPGA エミュレータを試作した。LDPC 復号器に関しては、繰り返し復号演算を分割した FPGA パイプライン処理により実現した。

(3) 課題ウ：変調フォーマットフリー光 3R 技術に関する研究開発
(沖電気工業株式会社)

- ・ リアルタイム PMD 補償機能を実装した光 3R 装置を開発し、160Gbps-5000km 超の光 3R 中継伝送（中継間隔 \geq 250km）を実証した。
- ・ 世界で初めて光 PLL による 100Gbps 超ホモダイン復調（PSK/00K 変換）に成功した。
- ・ JGN2plus を用いた 3 プロジェクト統合実験にて、実フィールド環境でも安定な再生性能と、00K、および (D) PSK のいずれにも対応するマルチフォーマット機能を実証した。