

平成22年度「λユーティリティ技術の研究開発」の開発成果について

1. 施策の目標

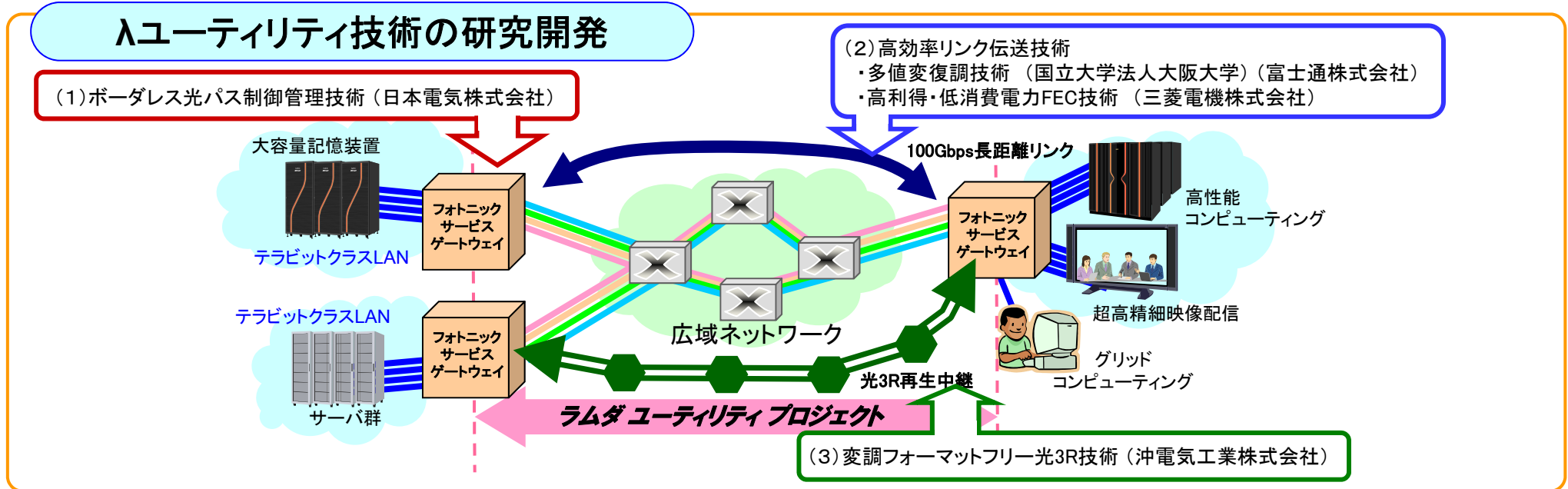
- 広域系における光パス收容技術(フォトニックサービスゲートウェイ技術)、高効率リンク伝送技術、光3R技術の研究開発を実施し、異なるLAN(またはドメインなど)に属するユーザ同士が、ネットワークをまたいでいることを意識せずにストレスなく双方向に高速大容量通信を可能とするための技術を開発する。

2. 研究開発の背景

- ユビキタス社会のインフラストラクチャーとしてのネットワークは、ユーザがさまざまな制約から解放され、ユーザ主導でストレスなくサービスなどを利用できることが求められている。

3. 研究開発の概要と期待される効果

- 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に、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。



4. 研究開発の期間及び体制

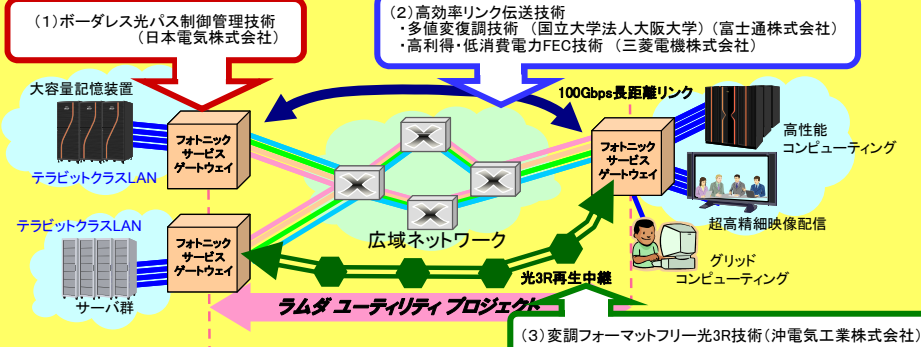
平成18年度～平成22年度(5年間)

NICT委託研究(日本電気株式会社、国立大学法人大阪大学、富士通株式会社、三菱電機株式会社、沖電気工業株式会社)

ユーティリティ技術の主な成果

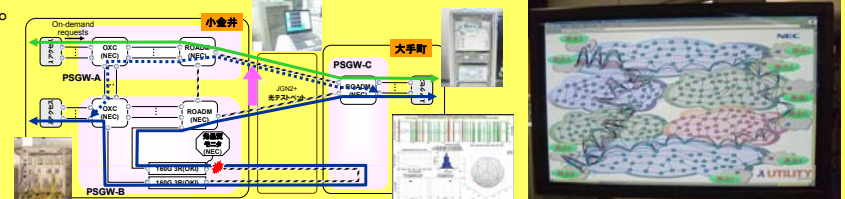
ユーティリティ技術

- 課題ア: ボーダレス光パス制御管理技術(日本電気株)
- 課題: 日本全国規模の広域ネットワーク構造や帯域をユーザに意識させない超広帯域アプリケーション利用環境のための広域網制御管理の実現
- 課題イ: 高効率リンク伝送技術(国立大学法人大阪大学)(富士通株)(三菱電機株)
- 課題: 2015年時点で予想されるトラフィックを無理なく収容する大容量基幹リンクの実現
- 課題ウ: 変調フォーマットフリー光3R技術(沖電気工業株)
- 課題: 大容量基幹リンクにおいて通信距離の制約を解放する再生中継技術の実現



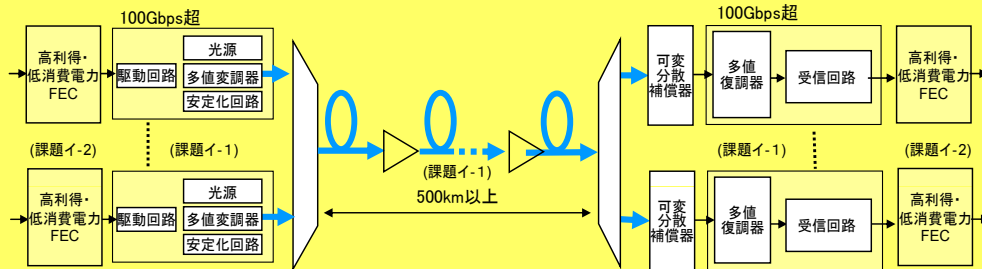
課題ア ボーダレス光パス制御管理技術(日本電気株)

- 3PJ統合実験を実施し、10Gbps-100Gbpsの帯域をオンデマンドに変更可能な波長パス制御方式を実証した。また、大規模災害時でも復旧可能な障害回復方式を開発し、けいはんなオープンラボにおいて多重障害回復実験に成功した。
- 複数ドメイン経路制御システムの経路制御方式を改良することにより、1000ノードの大規模ネットワークで200-300msecのパス設定時間を達成した。さらに、この制御システム上で開発した経路制御I/FをIETFに提案し、RFC6007として採用された。
- 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。
- 装置試作および伝送性能(PMD)情報により迂回切替を行う連携実証実験を実施し、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を実証した。



課題イ 高効率リンク伝送技術((国)大阪大学、富士通株、三菱電機株)

- 目標仕様に対して実現性が高く、最適なシステムとして偏波多重RZ-DQPSK方式を選定し、また、OOK/多値変調信号の全光変調フォーマット変換法の提案を行った。
- 課題イ-1-2の100Gbps超の多値光送受信機プロトタイプと課題イ-2の高利得・低消費電力FEC部で連携し560km伝送エラーフリー動作を確認した
- 3PJ統合実験において、高利得・低消費電力FECの導通とエラーフリーを確認した。



課題ウ 変調フォーマットフリー光3R技術(沖電気工業株)

- 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。
- 同一の光3R装置構成にてOOK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現した。
- 世界で初めて光PLLによる100Gbps超ホモダイン復調(PSK/OOK変換)に成功した。
- JGN2plusを用いた3PJ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マルチフォーマット機能を実証した。

This block displays waveforms and a photograph of the optical 3R demo system. The waveforms show:

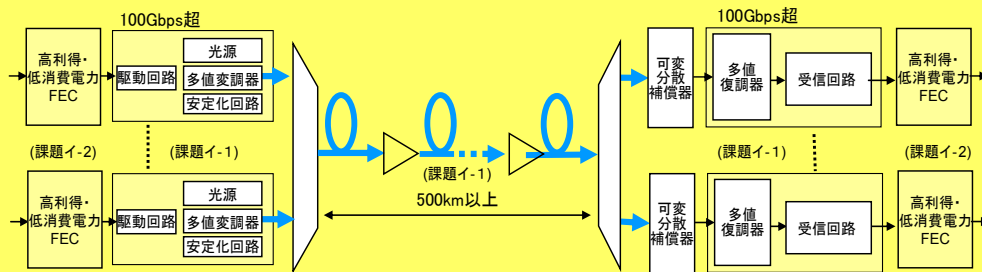
- OOK伝送信号 (Q: 18dB, 380km) with a scale of 3ps/div.
- OOK-光3R (Q: 26dB) with a scale of 3ps/div.
- DPSK伝送信号 (Q: 23dB, 250km) with a scale of 2.5ps/div.
- DPSK-光3R (Q: 25dB) with a scale of 2.5ps/div.

 The photograph shows the '光3Rコア' (Optical 3R Core) system, including a 'Performance Monitor', '10GbE-LR Interface', and '160G-PSK Transceiver'. The caption reads '統合実験における光3Rデモ系' (Optical 3R demo system in the integrated experiment).

ニューテリリティ技術の主な成果

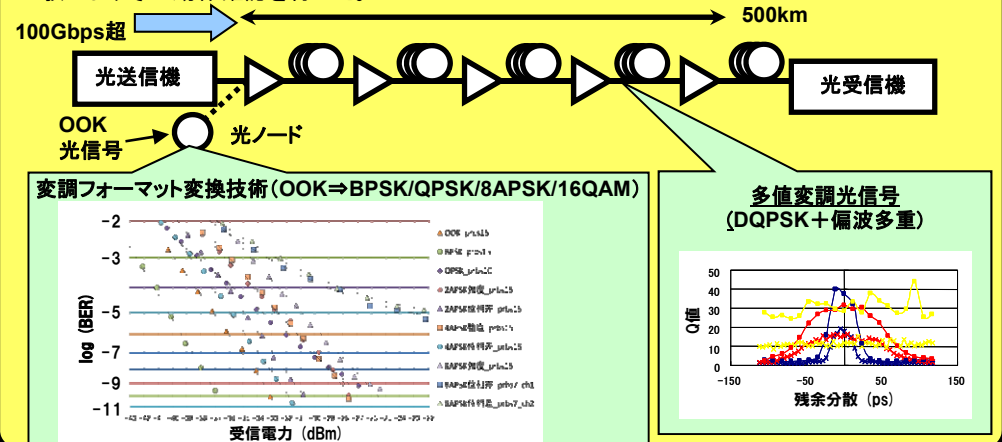
課題イ 高効率リンク伝送技術((国)大阪大学、富士通(株)、三菱電機(株))

- 目標仕様に対して実現性が高く、最適なシステムとして偏波多重RZ-DQPSK方式を選定し、また、OOK/多値変調信号の全光変調フォーマット変換法の提案を行った。
- 課題イ-1-2の100Gbps超の多値光送受信機プロトタイプと課題イ-2の高利得・低消費電力FEC部で連携し560km伝送エラーフリー動作を確認した
- 3PJ統合実験において、高利得・低消費電力FECの導通とエラーフリーを確認した。



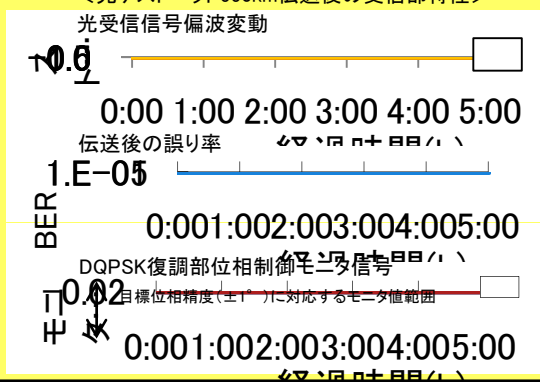
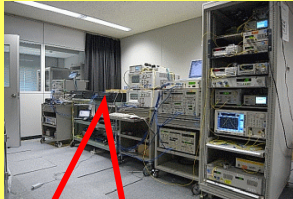
課題イ-1-1 多値変復調方式設計技術((国)大阪大学)

- 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。



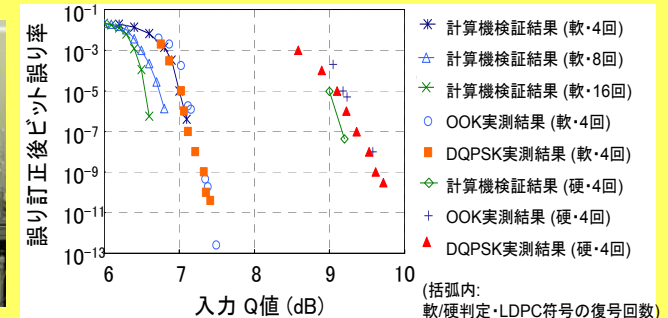
課題イ-1-2 多値変復調光送受信機の構成技術(富士通(株))

- 多値光送受信機プロトタイプで生成した125Gbps偏波多重多値変調信号で、JGN2plus光テストベッド約550kmフィールド伝送での誤り率評価を行い、長時間安定動作を実証した。
- 課題間連携実験で100Gbps超の多値光送受信機プロトタイプと課題イ-2の高利得・低消費電力FEC部との接続実験を行い、125Gbps信号の560km伝送でエラーフリー動作を確認した。
- 3PJ統合実験・デモにおいて超高速リンクを形成し、安定した動画配信をデモにより確認した。統合実験の環境に応じてFEC装置の調整等を実施し、高利得・低消費電力FECの導通とエラーフリーを確認した。



課題イ-2:高利得・低消費電力FEC技術(三菱電機(株))

- LDPC+RS接続符号FECと軟判定に基づく高利得・低消費電力FECを開発した。FEC装置と課題イ-1の多値送受信機と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。
- 3PJ統合実験において、課題イの高効率リンクを経由した動画配信をデモにより確認した。統合実験の環境に応じてFEC装置の調整等を実施し、高利得・低消費電力FECの導通とエラーフリーを確認した。



高利得・低消費電力FEC

FEC性能評価結果

1. これまで得られた研究成果(特許出願や論文発表等)

累計件数、()内は当該年度の件数。

	国内出願	外国出願	研究論文	その他 研究発表	報道発表	展示会	標準化 提案
λユーティリティ 技術の研究開発	85 (13)	47 (14)	62 (19)	109 (30)	13 (5)	31 (7)	7 (0)

(1) 表彰・受賞など

- ◆ 課題ア ボーダレス光パス制御管理技術(日本電気株式会社)
 - 2009年11月27日、λユーティリティ、λアクセス、高機能フォトニックノードとの3PJ連携実験を行い、複数波長を束ねてユーザ間を結ぶ広域LAN環境のJGN2plus光ファイバ上での共同デモンストレーションを実施。
 - ONDM2010、光通信シンポジウム、MPLS2009、iPOP2009など多数の学会・研究会においてPJ成果を展示発表。
- ◆ 課題イ-1-2 多値変復調光送受信機の構成技術(富士通株式会社)

「DQPSK復調器の光位相制御方法の提案と実験的確認」で2008年OCS研究会論文賞を受賞した。
- ◆ 課題イ-2 高利得・低消費電力FEC(三菱電機株式会社)

「LDPC符号と軟判定復号による光通信用誤り訂正方式の検討」で2009年OCS研究会論文賞を受賞した。