

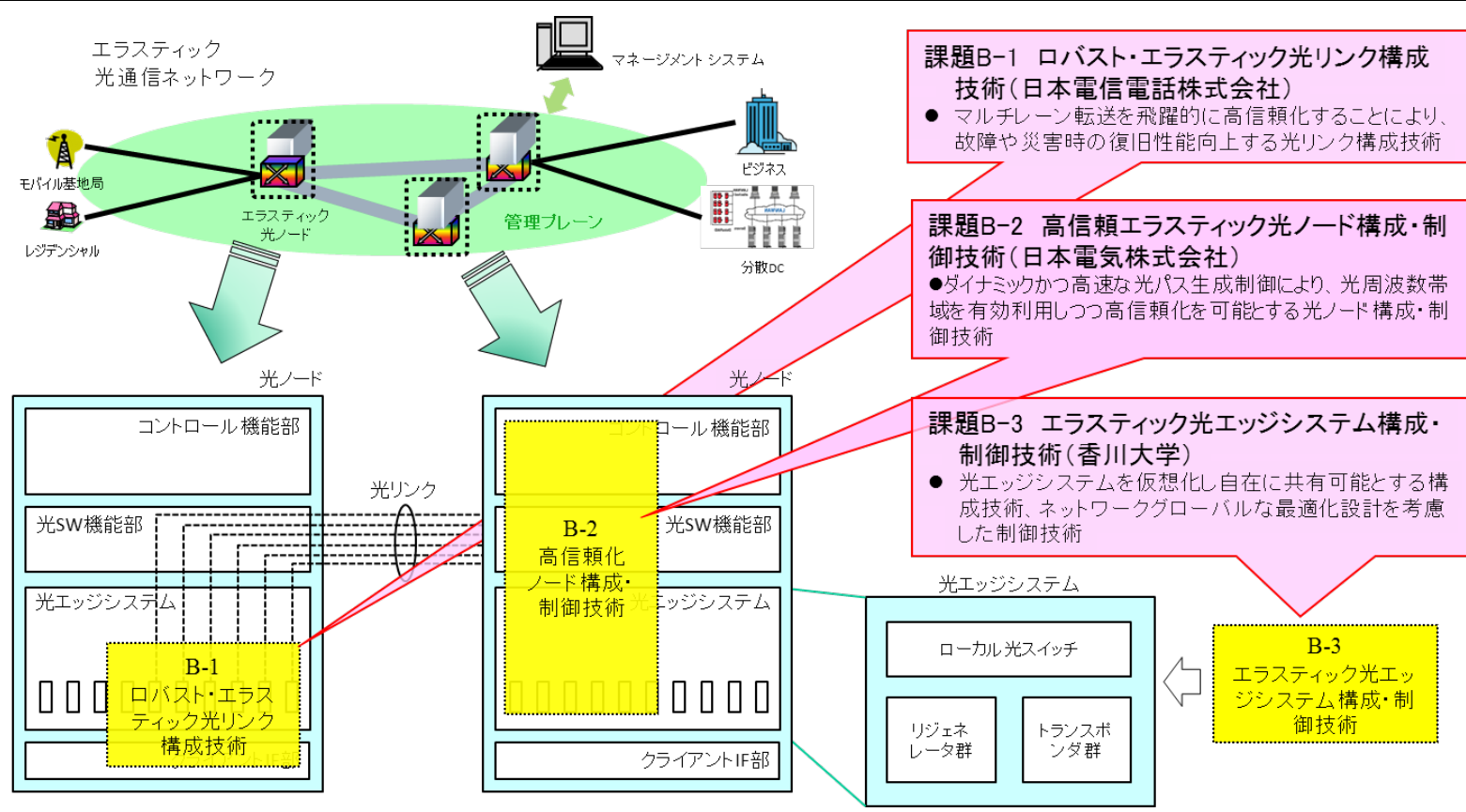
平成26年度「エラスティック光通信ネットワーク構成技術の研究開発 課題B エラスティック光ノード・リンク構成技術」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 日本電信電話株式会社(代表研究者)、日本電気株式会社、国立大学法人香川大学
- ◆研究開発期間 平成25年度から平成28年度(4年間)
- ◆研究開発予算 総額256百万円(平成25年度:70百万円)

2. 研究開発の目標

・エラスティック光通信ネットワークについて、「ロバスト・エラスティック光リンク構成技術」、「高信頼エラスティック光ノード構成・制御技術」、「エラスティック光エッジシステム構成・制御技術」を研究開発することで、固定グリッドに比較して50%以上の復旧性能向上を実現するエラスティック光ノード・リンク構成技術の実現性検証を目標とする。



課題B-1 ロバスト・エラスティック光リンク構成技術(日本電信電話株式会社)

- マルチレーン転送を飛躍的に高信頼化することにより、故障や災害時の復旧性能向上する光リンク構成技術

課題B-2 高信頼エラスティック光ノード構成・制御技術(日本電気株式会社)

- ダイナミックかつ高速な光パス生成制御により、光周波数帯域を有効利用しつつ高信頼化を可能とする光ノード構成・制御技術

課題B-3 エラスティック光エッジシステム構成・制御技術(香川大学)

- 光エッジシステムを仮想化し自在に共有可能とする構成技術、ネットワークグローバルな最適化設計を考慮した制御技術

B-3
エラスティック光エッジシステム構成・制御技術

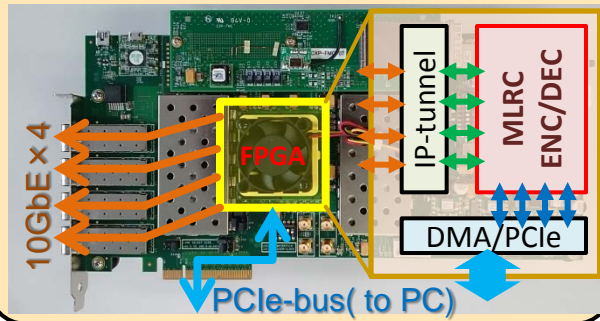
3. 研究開発の成果

B-1 ロバスト・エラスティック光リンク構成技術の研究 (日本電信電話株式会社)

(クライアント信号の符号化・分離機能、及び復号化・結合機能方式設計)

マルチレーン伝送における送信側において、符号化された信号を複数レーンにマッピングする分離機能部、および受信側において、複数レーンにマッピングされた符号化信号をまとめる結合機能部の方式の考案及び提案を行った。前年度の試作の結果、符号化・復号化に関してメモリ量が実装上の問題になることが分かったため、省メモリ化に関する特許を出願し、今年度の試作に取り入れた。分離・結合の基本単位となる符号化ブロックの構成及び、冗長化情報を格納する符号化ブロックヘッダの設計を行った。「符号化信号の分離・結合回路」の基本設計書の作成および機能評価)

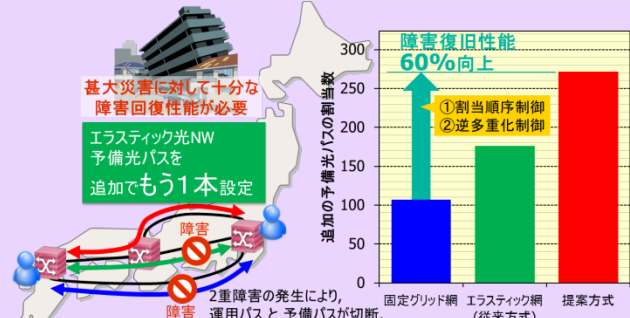
上記分離・結合機能のハードウェア実装に関し、送信端における符号化・分離機能回路および受信端における復号・結合処理機能回路の基本設計書の作成および、ハードウェアによる機能確認を行った。送信側では、クライアントUDPパケットを符号化ブロックに収容し、符号化ブロックを複数のIPTunnelで転送を行う経路分離回路の設計を行った。受信側では、IPTunnelパケット単位での消失訂正を行った後、経路結合を行い、クライアントUDPパケットを抽出する回路の設計を行った。FPGAボードに「符号化・分離機能、及び復号化・結合機能」を内蔵した10GbE x 4 NICの試作を行い設計通りの動作を確認した。



B-2 高信頼エラスティック光ノード構成・制御技術の研究 (日本電気株式会社)

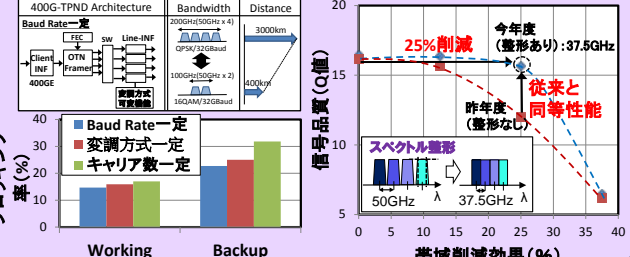
B-2-1 高信頼エラスティック光ノード制御技術

甚大災害により多重障害が発生した場合にも、十分な障害復旧性能を確保するために、冗長度を高めることが必要。冗長度を高めるために追加の予備光パスを割当時の割当制御方式を比較検討。追加の予備光パスの割当率を指標とし、障害復旧性能を評価した結果、①光パス割当順序制御方式(短距離光パス優先)と②光パス逆多重化制御方式に対して、有効性を確認。日本の基幹網の実情に近いポロジモデルに対して両方式を適用することにより、障害復旧性能を固定グリッド網比で、51%向上可能であることを明らかにした。



B-2-2 エラスティック光ノード構成技術

光周波数帯域を効率的にマッピング可能とする変調方式可変の基本設計を完了した。変調方式/Baud Rate/キャリア数が可変するトランスポンダへの要求機能を抽出し、複数構成の中よりブロッキング率の点でBaud Rate一定の構成が優位であることを明らかとした。また、帯域効率化に向けたスペクトル整形技術に関し、400G伝送システムを用いて、25%の帯域削減を従来と同等の信号品質で実現できることを実験的に明らかとした。



B-3 エラスティック光エッジシステム構成・制御技術の研究 (国立大学法人香川大学)

(システムアーキテクチャ検討)

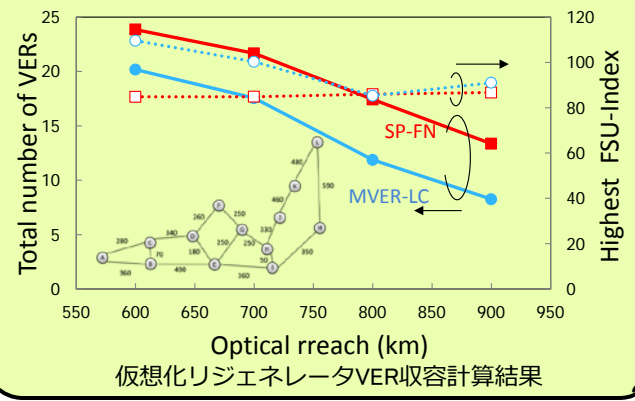
エラスティック光エッジシステムアーキテクチャ比較の材料として、現実的な光ノードの挿入損失ならびにフィルタ通過・阻止特性を考慮したスーパーチャネル転送特性をシミュレーションにより解析した。その結果、WSSの多段ルーティングにより、スーパーチャネルの両端に位置するサブチャネルほど、また高次多値変調フォーマットほど、OSNRペナルティの増加が大きくなり、何らかの対策が必要であるとの知見を得た。

(NW・ノード制御方式検討)

仮想化エラスティックリジェネレータ(VER)配置と経路計算・スペクトル割り当てアルゴリズムとして、最短経路上にVERを共有しつつ配置するアルゴリズム(SP-FN)とVER共有可能なVER最適配置を計算してVER数を最少化するアルゴリズム(MVER-LC)を考案し、SP-FNについては、1+1プロテクション方式を実装した。アンプロテクションの場合で両方式を比較し、MVER-LCの方がVER数を少なくできることを明らかにした。

(光機能回路の基本機能・性能確認)

集積化された2台の導波路型MZIを光周波数リファレンスとして用いた、4sub-chプログラマブルなマルチキャリア発生を実証するとともに、マルチキャリアの一括周波数掃引の可能性を確認した。



4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と()内の当該年度件数です。

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
エラスティック光通信ネットワーク構成技術の研究開発 課題B	15 (12)	2 (2)	1 (1)	23 (18)	0 (0)	1 (1)	1 (0)

(1)学会発表・表彰

- ・ Electronics Letters誌で論文発表、並びに電子情報通信学会 2014年ソサイエティ大会にて口頭発表(NTT)
- ・ OFC 2015 (2015年3月、米国・ロサンゼルス)でポスター発表(NEC)
- ・ OECC 2014(Melbourne)ならびにOFC2015(Los Angels)にて本研究の成果を口頭発表するとともに、IEEE PS Japan Chapter講演会(三島市)ならびに信学会全国大会(草津市)にて、本研究の成果に基づく招待講演を行った。(香川大学)

(2)展示会

- ・ フォトニックネットワークシンポジウム2015(2015年3月、東京都小金井市)でパネル展示

5. 今後の研究開発計画

【課題B-1: ロバスト・エラスティック光リンク構成技術の研究】

H26年度の成果である、分離・結合回路をベースとし、より柔軟性、信頼性を向上するため、符号化されたクライアント信号の分離・結合比率を可変とする機能拡張について方式設計を行い、「符号化信号の可変分離・結合機能拡張」として試作を実施し、さまざまな故障や災害に対する高い信頼性を実現する基本機能についてフィジビリティを確認し、方式の妥当性を検証する。

【課題B-2: 高信頼エラスティック光ノード構成・制御技術の研究】

・B-2-1. 高信頼エラスティック光ノード制御技術

H26年度の成果である、エラスティック光ノードの制御ソフトウェアの基本設計を活用の上、障害回復性能を50%以上向上させる、高信頼エラスティック光パス制御方式に対応した、エラスティック光ノードの制御ソフトウェアのエラスティック光ノード制御部の基本機能に関する部分試作を完了する。

・B-2-2. エラスティック光ノード構成技術

H26年度に実施した、光周波数帯域を効率的にマッピング可能とする、変調方式可変方式の基本設計と帯域効率化の実証により得られた結果を活用して、アダプティブかつフレキシブルな光パス生成や切替を可能とするエラスティック光ノードの部分試作と機能検証を完了する。

【課題B-3: エラスティック光エッジシステム構成・制御技術の研究】

エラスティックリジェネレータの配置・経路計算・スペクトル割り当てアルゴリズムに各種プロテクション機能を追加する方式の検討に着手する。またプログラマブルマルチキャリアジェネレータにおいて、周波数制御の高速化方式を検討する。