

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名：スマートコミュニティを支える高信頼ネットワーク構成技術の研究開発
- ◆副題：超高信頼性を達成する次世代インテリジェント光ネットワークアーキテクチャ
- ◆実施機関：国立大学法人東海国立大学機構、国立大学法人香川大学
- ◆研究開発期間：平成30年～令和3年（36か月）
- ◆研究開発予算：総額45百万円（令和2年度15百万円）

2. 研究開発の目標

次世代超高信頼光ネットワークの実現をめざし、装置内部への冗長性の導入による高信頼化と低実現コストとを両立する新たなノードアーキテクチャの開発と、ネットワークへの効率の良い冗長性の導入によるネットワーク高信頼化とを連携して実施する。

3. 研究開発の成果

研究開発項目 1：高信頼かつスケーラブルな光クロスコネクタノード

2020年度目標

- (1)多数の光ファイバを一括切り替えることによる究極的な波長選択スイッチ数の削減と、波長選択スイッチと組み合わせる一般的かつ高信頼な光スイッチの小型化を目指す。
- (2)波長選択スイッチ数及び組み合わせる光スイッチ数と規模の関連性を様々なネットワーク形状を用いた数値シミュレーションで明らかにする。
- (3)これまでネットワーク設計に用いられてきた一般的な知見を機械学習に導入する検討を実施し、限られた学習データで正しい戦略を得るための検討を実施する。

2020年度実施内容

- (1)接続光ファイバ毎に複数波長スイッチを並列にして割り当てる、多数のコアに対応可能なノードアーキテクチャを提案した。プロトタイプを構成し伝送実験を実施した。
- (2)光パス冗長化を導入した高信頼化ネットワーク設計手法を提案し、その際のノード内の適正な波長群数を数値シミュレーションで明らかにした。
- (3)様々な周波数帯域幅の光パスが混在する状況における機械学習に基づくネットワーク制御法を開発した。

2020年度結果

- (1)プロトタイプを用いての伝送実験により、提案ノードがスループット2.15Tbpsを達成しうることを実証した。また、BER測定により伝送特性を明らかにした。
- (2)様々なトポロジ上での数値シミュレーションにより、波長群ルーティングと光パス冗長化によるネットワーク高信頼化が両立可能であることを確認し、またノード内の波長群数が小さく抑えることができ、結果としてハードウェア規模を削減可能であることを明らかにした。
- (3)様々な周波数帯域の光パスが混在する状況下において、ネットワークの残余容量を各々の周波数帯域幅について個別に推定する方法を考案し、これに基づくネットワーク制御法を開発・提案した。数値シミュレーションにより、特にトラフィックが偏在する状況においてネットワーク内に収容可能な光パス数を大きく(10~50%程度)向上させることを明らかにした。

研究開発項目 2：複合型冗長化に基づく超高信頼光ネットワーク

2020年度目標

- (1)エラスティック光ネットワーク (EON) における多重故障に対して、経済的に高接続性の確保が可能な縮退資源再割当て方式 (SP-FB) の検討により得られた結果をまとめる。
- (2)空間チャネルネットワーク (SCN) におけるSP-FB方式を検討し、シミュレーションによりその有効性を検証するとともに、実験による実証方法について検討する。

2020年度実施内容

- (1) EONにおける多重故障に対するSP-FB方式の効果をまとめと論文の準備を進めた。
- (2) SCNにおいてSP-FB機能をプログラミング実装し、多重故障による耐性を向上が可能かどうかをシミュレーションにより検証した。SCNにおけるSP-FBのハードウェア的な実現可能性を検証するため、テストベッドを構築し、ネットワーク実験を実施した。

2020年度結果

- (1)様々な条件におけるEONにおける多重故障に対するSP-FB方式の効果をまとめた。
- (2) SCNにおいてもSP-FBにより多重故障耐性の向上が可能であることを、特定の条件下におけるシミュレーションにより確認した。図1に示すテストベッドを構築し、SDMLレイヤにおける空間チャネルのFB、ならびにSDMLレイヤとWDMレイヤにまたがった波長チャネルのFBの検証実験を実施した。その結果図2に示すようにペナルティなしの切り替えに成功した。

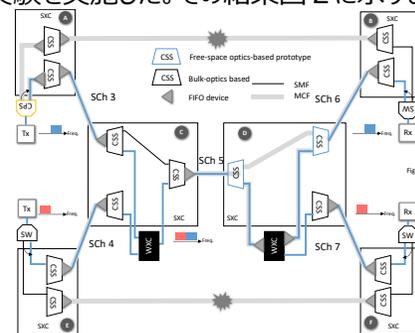


図1

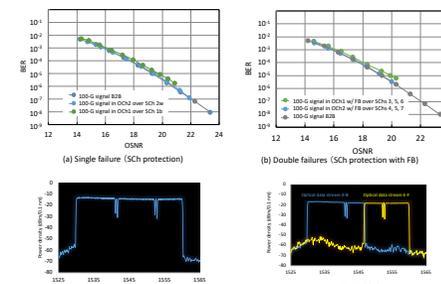


図2

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	4 (2)	38 (13)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (4)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

- (1) 遠隔会議・情報共有による緊密な連携
日本側2機関・米国側1機関の代表研究者が定期的に遠隔のビデオ会議を開催し、進捗状況の確認と、課題共有による解決策の案出を行っている。各機関による直近の出版物の共有も実施し、共同研究の効率を高めている。
- (2) 最高峰国際会議をターゲットに据えた対外発表方針
国際会議招待講演や学生受賞、のべ15件の国際会議発表(ECOC, ONDM, OECC等)を実施するなど、着実に成果を上げている。また、トップレベルの雑誌(IEEE/OSA JOCN, JLT)における論文発表(招待論文含む)も実施しており、研究内容の先進性と優位性が広く認められている。

5. 今後の研究開発計画

機関毎の担当課題について順調に進んでおり、各機関毎の研究発表に加え、日米間の共著での発表が開始されている。次年度はこれまでに得られた知見を集約することで新たな成果を生み出し、研究を推し進めると同時に連名での対外発表を一層強化する。日本側2機関の間ではノードアーキテクチャと高信頼化ネットワークとの連携、日本側と米国側の間には新たなネットワークアーキテクチャと、機械学習を応用したネットワーク制御方式の融合により、コンパクトなハードウェアでの大容量・高信頼な通信ネットワークの実現を目指す。特に、最終年度である令和3年度においては、提案アーキテクチャの優位性を明らかとすべくプロトタイプを構築しての評価を行い伝送特性に加えスケーラビリティを詳細に解析する、空間チャンネルネットワーク(SCN)の高信頼化におけるより広帯域な信号に対する適用可能性を検討する等、アウトプットの最大化に注力する。

6. 外国の実施機関

ジョージワシントン大学(米国)