

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：国立大学法人名古屋大学、国立大学法人香川大学
- ◆研究開発期間：平成30年度～令和3年度（36ヶ月）
- ◆研究開発予算：総額45百万円（令和元年度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トノード

2019年度目標

複数光ファイバ（コア）でのjoint-switchingと、フレキシブル波長群ルーティングとの融合、およびその有効性の実証を行う。また、通信トラフィック変動に適應する光ネットワーク設計・制御法の確立を目指す。

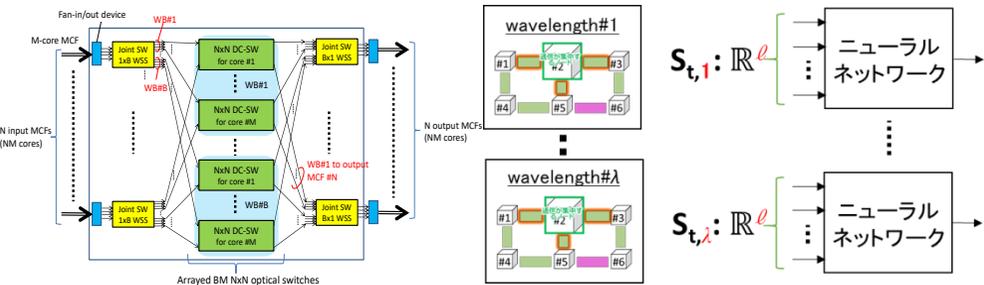
2019年度実施内容

複数光ファイバ（コア）内の光パスを共通にグループ化してルーティングする、フレキシブル波長群ルーティングの有効性を数値的に実証した。また、光ネットワーク設計・制御への機械学習の導入を現実的なものとするための新たな枠組みの開発に取り組んだ。

2019年度成果

提案ノードアーキテクチャでは複数光ファイバで共通の波長選択スイッチを用いることで大幅なハードウェア削減を実現すること、および波長選択スイッチの共有化によるルーティング性能への影響は小さく、同一トラフィックを収容する為にネットワーク内に必要な光ファイバ数に換算したとき、従来型ノード比で3パーセント程度であることを明らかにしている。

全ての波長に於いてネットワーク形状が同一であることを利用し、波長多重ネットワークにおける複雑な設計・制御問題を、単一波長ネットワークでの問題で近似する新たな枠組みを提案した。学習の効率は大幅に改善し、効果的に変動するトラフィック状況に対応しうることを示している。



提案ノードアーキテクチャ

共通ニューラルネットワークによる制御

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

2019年度目標

(1)スライサブルリジェネレータ（SR）配置サイトの過度な集中の回避と距離適応変調方式の採用について、検討の詳細化を図る。(2)縮退資源再割当て（SP-FB）方式において、救済率と予備資源利用率の両立を図る。(3)SP-FB方式を階層型光クロスコネクトへ適應するための要求条件を明らかにする。

2019年度実施内容

(1)種々のネットワークや種々の変調フォーマットに適用して有効性を検証した。(2)SRの利用率も加味する帯域適応リソース再割り当て（BA-RA）の有効性を検証するとともに複数故障箇所の地理的分布が救済率に及ぼす影響を検証した。(3)SDMレイヤにおける故障救済に必要な空間チャネルクロスコネクト（SXC）の実装方法について検討した。

2019年度結果

(1)改良したMVER-LC with SVは、総VER設置数の増減を抑えつつ最大周波数スロット単位（FSU）番号を最大約33%の削減でき、最大FSU番号を最大約12%の削減できることを示した（図1）。(2)SP-FB/BA-RA方式は、SP-FB/MU-RA方式とほぼ同等の接続性救済率（96%~99%）を維持しつつ、予備資源利用率においては、最大28ポイントの利用率向上をもたらすことを確認した（図2）。また、本方式は故障箇所の地理的分布（隣接、遠隔）に関わらず有効であることを示した（図3）(3)市販スイッチを用いてSXCを実装し、SDMレイヤにおけるプロテクションが実行可能であることを示した。

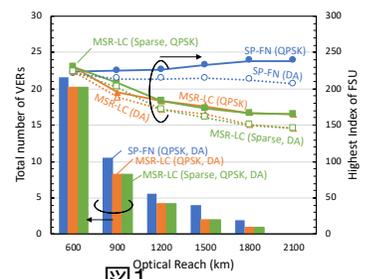


図1

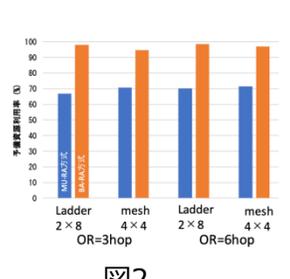


図2

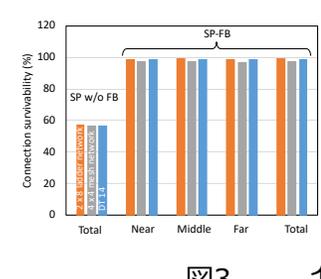


図3

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)	2 (2)	25 (16)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)

※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16件の国際会議発表(最高峰国際会議ECOC・OFC・GLOBECOMを含む)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OSA Optics Expressにおける論文や、IEICEでの招待論文を発表しており、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の研究とこれらの連携を引き続き推進する。また、日本側と米国側の間に於いては、プロトタイプ上での伝送実験による実現性の実証を行い、伝送特性の評価結果を共有してネットワークアーキテクチャ及びその最適化法にフィードバックする。ノードの一層の超大容量化も取り組むべき課題である。また、機械学習のネットワーク応用に向けた検討を双方で進めており、新たな成果と知見を得られるよう努力する。

6. 外国の実施機関

ジョージワシントン大学(米国)