

令和 6 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号            08501

研究開発課題名      マルチバンド超多波長メトロネットワーク構成法の研究開発

(1) 研究開発の目的

B5G に求められる超低遅延を実現するため、プログラマブル WSS を活用したマルチバンド超多波長メトロネットワークノードアーキテクチャとマルチバンド高効率 ROADM ネットワーク構成技術を確立する。

(2) 研究開発期間

令和 6 年度から令和 8 年度 (3 年間)

(3) 受託者

学校法人慶應義塾 <代表研究者>  
日本電気株式会社  
エピフォトンクス株式会社

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 6 年度 100 百万円

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1    マルチバンド超多波長メトロネットワークノードアーキテクチャ  
                         学校法人慶應義塾  
研究開発項目 2    マルチバンド高効率 ROADM ネットワーク構成技術  
                         日本電気株式会社  
研究開発項目 3    マルチバンド超多波長プログラマブル WSS 構成技術  
                         エピフォトンクス株式会社

(6) 特許出願、外部発表等

|       |            | 累計 (件) | 当該年度 (件) |
|-------|------------|--------|----------|
| 特許出願  | 国内出願       | 2      | 2        |
|       | 外国出願       | 0      | 0        |
| 外部発表等 | 研究論文       | 0      | 0        |
|       | その他研究発表    | 11     | 11       |
|       | 標準化提案・採択   | 0      | 0        |
|       | プレスリリース・報道 | 0      | 0        |
|       | 展示会        | 5      | 5        |
|       | 受賞・表彰      | 0      | 0        |

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1 : マルチバンド超多波長メトロネットワークノードアーキテクチャ  
プログラマブル WSS を活用したマルチバンド超多波長メトロネットワークノードアーキテクチャの確立に向けて、プログラマブル WSS とパッシブ光デバイスを組み合わせた調停消費電力型ノードアーキテクチャを提案した。机上評価での有効性評価を実施し、本研究開発がターゲットとしている多波長領域では従来型 ROADM と同等の収容効率を実現しつつ、50%以上の電力削減を実現可能なことを確認した。

また、提案アーキテクチャでは従来のコンテンションレス型ではなくコンテンション型 WSS を採用するため、ノードでの波長コンテンションによる収容効率の低下が懸念される。本課題については、コンテンション型 WSS を活用した際のコンテンションを最大限回避する経路計算アルゴリズムを開発・実装を完了した。机上での性能評価により既存アルゴリズムと比較して 30% 程度の収容効率の改善効果を確認した。

さらに次年度以降の実証実験に向けて光ネットワークコントローラに関する技術調査と仕様検討を実施した。OpenROADM 等の標準モデルを活用したネットワーク管理制御モデルおよびインタフェース仕様を策定した。

#### 研究開発項目 2：マルチバンド高効率 ROADM ネットワーク構成技術

マルチバンド高効率 ROADM 伝送ネットワークの設計と運用における性能向上と信頼性確保のために、モニタリング指標を提供するための課題抽出をおこなった。具体的には、光パスに関連する主要な構成要素を検討と評価用モデルの構築を完了した。さらに、ラマンチルトを推定するアルゴリズム検討を行うとともに、評価用モデルへの実装とラマンチルトが伝送性能に与える影響評価を完了した。検証結果に基づいて、マルチバンド高効率 ROADM 伝送ネットワークの高効率化と広帯域化を実現するための重要なモニタリング指標として、帯域スペクトルや OSNR などの要素を特定に関し、先行技術についての調査と関連特許（約 400 件）の抽出を完了するとともに、各モニタリング方式の比較検討を行った。

#### 研究開発項目 3：マルチバンド超多波長プログラマブル WSS 構成技術

WSS 光学系技術に関しては現行 WSS の評価を行い、50GHz、チャンネル数 200 との差異を明確にするために、シミュレーションベースで C+L バンド WSS の光学特性を算出できる環境を構築し、評価光学系設計を完了した。

また、WSS 制御技術については WSS 制御系 LCOS 描画ソフトを試作した。低消費電力（無温調化）、小型化、温度モニターを取り入れた制御基板の仕様検討を実施した。WSS パッケージング技術に関しては可搬化を目指したパッケージング仕様の検討を実施した。

### (8) 今後の研究開発計画

#### 研究開発項目 1 マルチバンド超多波長メトロネットワークノードアーキテクチャ

本研究開発項目では、マルチバンド超多波長メトロネットワークを実現するノードアーキテクチャを明らかにする。メトロ向け ROADM では、マルチバンド超多波長の収容に加えて、低消費電力、低コスト、小型化が要求される。低消費電力で経済性の高いコンテンション型 WSS に親和性の高いノードアーキテクチャを開発する。さらに波長パスのコンテンション問題に起因する収容効率の低下に対応するためにネットワーク全体の波長割当を最適化するリソース制御技術を開発する。

2025 年度は、前年度の検討結果に基づき、ノードアーキテクチャの仕様検討、設計、実装を行う。さらにリソース制御技術についても仕様検討および実装を完了させる。2026 年度は、前年度に実施した試作・実装に基づき、単体検証、性能評価を実施し、課題の抽出を行う。抽出した課題を実装仕様に反映した上で試作ノードとリソース制御技術のプロトタイプでの連携動作を実証し、技術を確認する。

#### 研究開発項目 2 マルチバンド高効率 ROADM ネットワーク構成技術

本研究項目では、波長ダイレクトネットワークの主たる構成要素である ROADM ノードにおいて、C+L バンドに跨る広帯域な光パスモニタリング技術と伝送性能改善技術の実機検証に向け、以下の研究開発を行う。

2025 年度は、前年度の検討結果に基づき、モニタリング方式の決定と推定アルゴリズムの検討、実装、単体検証を行う。2026 年度は、前年度までに得られた結果に基づき、最終目標である 5% のモニタリング誤差の実現と、課題間連携検証を行う。

### 研究開発項目3 マルチバンド超多波長プログラマブルWSS 構成技術

本研究項目では、超多波長化、マルチバンド化、シンプル化、プログラマブル化、省電力化等の特長を兼ね備えた WSS の構成に必要な技術の研究開発を行い、経済性のあるシンプルなコンテンション型の構成で C+L バンドをカバーする低消費電力 WSS を実現するため、2025 年度は下記の計画で研究開発を進める。

- WSS 光学系技術 : 高精細大規模 LCOS を導入した WSS を一次試作・評価し、改良すべき項目を特定する。
- WSS 制御技術 : 試作した LCOS 描画ソフトの動作を実証する。低消費電力化を目指した光出力、温度モニターの追加搭載とファームウェア化、小型化した LCOS 制御基板の試作、温度モニター機能の搭載、外部装置による WSS 制御のためのインタフェース決定を行う。
- WSS パッケージング技術 : 可搬化を目指したパッケージング作製を行う。

以上