

令和4年度研究開発成果概要書

採択番号 04701
研究開発課題名 Beyond 5G 超高速・大容量ネットワークを実現する光ネットワークコントローラ技術の研究開発
副 題 研究開発項目 1 光ネットワークのコントローラ技術
オンデマンドに End-to-End 光波長パスの設定・管理を行う光ネットワークコントローラ技術の研究開発

(1) 研究開発の目的

Beyond 5G では、超高速・大容量ネットワークと超低消費電力化が求められている。そのためには、バックボーンとなる光ネットワークの進化が重要であり、End-to-End の広範囲に大容量の光波長パスを届けることが重要である。オールフォトリクス・ネットワーク (APN) では、数 Tbps の大容量と μ 秒オーダーの超低遅延を提供することが求められており、波長リソースの有効活用が必要とされている。

本研究開発では、波長変換機能等の光ネットワーク装置の新たな技術開発が進むことを見据え、End-to-End で光波長パスを管理し、オンデマンドで設定可能な光ネットワークコントローラ技術の開発を行う。また、スケールアウト可能なアーキテクチャを志向し、日本全域をカバーする約 4,000 拠点間、総パス数 100 万の光波長パスを設定・管理することを目指す。さらに、従来の光波長パス設定の時間問題を解決し、十数秒程度の判定時間でオンデマンド設定を実現することを目指す。

このような光ネットワークコントローラはいままでにない革新的なコントローラであり、要件抽出を行い API (Application Programming Interface) や機能部間 IF (Interface) の技術仕様の策定から進める。さらに、運用性・サービス性を向上するため、ワークフロー制御は自動制御シナリオを実行可能とし、対応業務工数の 50%削減を目指す。

オープンなシステムアーキテクチャとインタフェース規定に基づき、マイクロサービス化されたソフトウェア部品をオープンソースとして公開し、マルチベンダ対応や開発障壁低下を促進し、国内だけでなくグローバルな展開・普及を加速させ、光ネットワーク技術の国際競争力の一層の強化を図る。本研究開発により、光ネットワークの利用効率向上と Beyond 5G の通信需要への対応、基地局全体の無線リソースの最適制御、効率的な電波利用の促進が期待される。

(2) 研究開発期間

令和4年度から令和8年度 (5年間)

(3) 受託者

富士通株式会社<代表研究者>
日本電気株式会社
日本電信電話株式会社

(4) 研究開発予算（契約額）

令和4年度 3,300 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 光ネットワークのコントローラ技術

研究開発項目 1-a) API 機能・機能部間 IF 仕様及び評価環境の研究開発

(日本電信電話株式会社)

研究開発項目 1-b) オールフォトニクス・ネットワーク管理機能の研究開発

(富士通株式会社)

研究開発項目 1-c) オールフォトニクス・ネットワークにおける各種ワークフロー機能の研究
開発

(日本電気株式会社)

(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 | 3 | 3 |
| | 外国出願 | 0 | 0 |
| 外部発表等 | 研究論文 | 0 | 0 |
| | その他研究発表 | 4 | 4 |
| | 標準化提案・採択 | 0 | 0 |
| | プレスリリース・報道 | 0 | 0 |
| | 展示会 | 0 | 0 |
| | 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 オールフォトニクス・ネットワークのコントローラ技術

研究開発項目 1-a) API 機能・機能部間 IF 仕様及び評価環境の研究開発

1-a-1) 横通しで検討すべき技術的課題の抽出、関係者間共有と具体化により、本施策全体の検討体制、研究開発項目 1-a) 研究体制を構築した。

1-a-2) 上記技術課題に対する初年度取り組みをマイルストーン化した。

1-a-3) 明確化された技術課題、マイルストーンに対し検討体制を確立した。

1-a-4) 各社実験室環境をリモートから相互接続可能とする環境構築を完了した。

1-a-5) 将来の光ネットワーク (APN) コントローラに備わる API の技術課題を具体化するために、APN サービスユースケースを設定した。また設定したユースケースをもとに、優先的に扱う APN の装置構成パターンを定義した。

1-a-6) 将来の APN コントローラに備わる API の技術課題を具体化するために、APN コントローラの外部条件を策定した。

1-a-7) 評価対象として、現在の光ネットワーク装置を制御するコントローラ相当 (EMS、NMS) の市中製品を選定した。また、光ネットワーク装置やネットワークを模擬するエミュレータ・シミュレータ開発に用いる市中の開発製品や OSS の有無、コントローラ相当の市中製品が備えるオープンな IF を用いた他のシステムとの接続容易性を確認するための市中 API-GW 製品 (ETL 機能) を選定した。

1-a-8) 外部システムから API により接続し利用するユーザ (NW キャリア) としての観点から、コントローラやワークフロー機能部に対する機能要件、非機能要件を整理した。

1-a-9) コントローラ機能や API 検討の前提とするために、コントローラのユーザである NW

- キャリアによる運用を想定した業務モデルを設定した。
- 1-a-10) API を通じコントローラや WF の制御対象となるパス管理モデル設計（初版相当）を完了した。
 - 1-a-11) コントローラ機能検討の前提とするために、関連技術の最新の標準動向や市中製品を調査し、既存技術の到達点確認を完了した。
 - 1-a-12) 判明した標準動向や機能検討を踏まえ、現時点の APN コントローラの各種 IF 仕様定義を完了した。
 - 1-a-13) 標準動向や製品ドキュメント調査結果を踏まえ、市中製品の实機検証による機能や IF の詳細確認、実装差分を確認した。
 - 1-a-14) APN の運用ユースケース具体化、コントローラに具備する NBI への要求条件設定の観点から、コントローラに API で接続することを前提とした光リソース管理 APL の検討を開始し、光リソースの設定条件をシミュレーションにより抽出した。
 - 1-a-15) 各調査や評価結果から、コントローラやワークフロー機能部の設計や API 仕様策定に関する次年度技術課題を抽出した。

研究開発項目 1-b) オールフォトニクス・ネットワーク管理機能の研究開発

- 1-b-1) コントローラプラットフォームの調査検討
 - ・光ネットワークコントローラにおけるプラットフォームとして、スケーラブルでかつオープンなプラットフォーム上で実行させるためのアーキテクチャを検討した。また、スケーラブルな分散システム環境で実現させるためのデータベース、メッセージング方式検討を実施した。
 - ・コントローラアプリケーションをマイクロサービスプラットフォーム上で動作させるために必要な OSS 候補の抽出を完了し、プラットフォーム IF 仕様を策定した。
- 1-b-2) コントローラアプリケーションの基本設計
 - ・光ネットワークコントローラの基本設計に向けて、機能実現に必要なパス管理モデルの検討、シングルドメインからマルチドメイン間における End-to-End 光ネットワークのサービス構成・EMS 構成の検討、コントローラで実現する機能要件及びインタフェースの抽出を実施した。
 - ・上記で分析・検討した内容を盛り込み、光ネットワークコントローラの外部要件定義を策定した。
- 1-b-3) 光ネットワークコントローラ検証環境の構築
 - ・2023 年度以降に研究開発する光ネットワークコントローラの検証効率化に必要な検証構成（既存 ROADM 構成、OpenROADM 構成）を整理し、最小構成での検証環境構築を完了し、母体コントローラソフトウェアとの接続検証を実施した。

研究開発項目 1-c) オールフォトニクス・ネットワークにおける各種ワークフロー機能の研究開発

- 1-c-1) 自動制御シナリオにおける自動化対象業務の整理、自動化を実現する上での課題および自動制御シナリオに必要な要件の抽出、機能実現に向けたアーキテクチャおよびマイクロサービスの検討を行い、基本設計および機能部間 IF 仕様の策定を完了した。
- 1-c-2) ユーザアクセス権限制御 API に関するサービスイメージ、ユースケースの検討を行い、機能実現に向けたアーキテクチャ、インタフェースの検討を実施。基本設計および機能部間 IF 仕様の策定を完了した。
- 1-c-3) ワークフロー実現に必要な各種 OSS 候補の抽出・評価を行い、ワークフローソフトウェアプラットフォームの選定を完了した。
- 1-c-4) 自律的な障害回避に求められる Awareness（検知）、Analysis（分析）の実現に向けて、光伝送装置から得られる光伝送データを分析可能な市中の既存 AI/機械学習技術の評価を行い、技術の選定基準として推定精度および計算量の比較指標を得た。
- 1-c-5) 2023 年度以降に研究開発するワークフローソフトウェアの検証効率化のためのワークフロー単体検証環境の構築を完了した。

(8) 今後の研究開発計画

2023年度は、現状のROADMネットワークでベンダが独自に実現している機能の調査を実施するとともに、将来のオールフォトニクス・ネットワークで必要となる機能、マルチドメイン環境についての管理項目の検討を行い、これらを管理するAPI機能を策定する。光ネットワークコントローラについては、前年度の基本設計に基づき、前年度に策定したROADMの標準的な機能に関するAPI機能の開発を実施する。またワークフロー機能向けAPI仕様を確定する。ワークフロー機能については、自動制御のためのAIエンジンを選定しデータ収集機能、分析モデルを策定するとともに、ユーザアクセス制限機能について管理対象を確定のうえ管理機能を開発する。

2024年度は、前年度に策定した現状のROADMネットワークで利用されているベンダ独自機能、将来のオールフォトニクス・ネットワークで必要となる機能およびマルチドメイン環境に関するAPI機能について、光ネットワークコントローラの開発を行う。また、自動制御について、障害特定や予兆検出に関するデータ分析・判断機能および、ユーザアクセス制限機能について権限内リソースで設計・設定を実施する機能について、前年度に策定したワークフロー機能向けAPI仕様を用いて開発する。また、将来のオールフォトニクス・ネットワークで必要となる機能について継続的に検討を実施し、追加機能に関してAPI機能を策定する。

2025年度は、前年度に策定したオールフォトニクス・ネットワークで必要となる追加機能に加え、オンデマンドで光波長パスを設定する機能に関して、光ネットワークコントローラの開発を行う。また、自動制御について、回避処理の実行機能の開発を行うとともに、ユーザアクセス制限機能について、光ネットワーク装置への設定や警報機能の開発を行う。

2026年度は、前年度までに開発した機能の接続を行い、マルチドメイン、マルチベンダで構成される大規模なネットワーク構成の環境において、オンデマンドでの光波長パス設定の実現、自動制御機能による制御の実現を行う。あわせて、これまで策定した機能や、API機能・機能部間IF仕様のまとめを行い、標準化提案を策定の上で標準化団体に提案を実施する。