

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 次世代コアとBeyond 5G/6Gネットワークのためのプログラム可能なネットワークの研究開発
- ◆副題 高信頼・大容量End-to-end接続を提供する次世代プログラマブル光=無線統合ネットワーク
- ◆受託者 (大) 東海国立大学機構、(大) 電気通信大学
- ◆研究開発期間 令和4年度～令和7年度 (36か月)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和4年度から令和7年度までの総額45百万円 (令和5年度15百万円)

2. 研究開発の目標

超大容量・低遅延・高信頼に加え、多様な要求に応じるための柔軟性を備え、知的・的確にコントロールされる、プログラマブルな光=無線統合ネットワークの実現に向けた研究開発を実施する。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1 超大容量プログラマブル光コアネットワークの研究開発

研究開発目標

研究開発成果

リージョナルクラウド・エッジクラウド間を含めた大容量通信を低遅延かつ効率良く伝送可能なコアネットワーク

The diagram illustrates a network architecture with regional clouds connected to edge networks. A central SDN controller manages the network. An optical path is shown switching from electrical to optical at an optical cross-connect node. A red path is highlighted, indicating a switch at the optical cross-connect node without conversion to electrical signals.

- 経路制御自由度の制限と高密度波長多重のトレードオフの解決
- エッジと連携しての知的ネットワーク制御の実現
- 100x100を超える大容量ノードの実現

項目1-1. コア=エッジネットワークにおける統合光パス制御手法の開発と実証
 項目1-2. 可変密度多重および混合粒度ルーティングによる光ネットワーク大容量化
 項目1-3. ペタビット級超多ポート光ノードアーキテクチャ

研究開発項目1-1...コア=エッジネットワークにおける統合光パス制御手法の開発と実証

- 事前に予測した通信需要発生確率に対して、ネットワーク容量の上限を推定する手法を開発し、機械学習も含めたあらゆる手法の限界値を明確化した。
- 推定された上限値の情報を参照しつつ、ネットワークを制御する手法を開発した。

研究開発項目1-2...可変密度多重および混合粒度ルーティングによる光ネットワーク大容量化

- フレキシブル波長群ルーティングネットワークを部分的に多層化し、バイパスとして機能させる新たな方式を提案した。

研究開発項目1-3...ペタビット級超多ポート光ノードアーキテクチャ

- 複数のバンドに存在する光パスのグループ化と、グループ化光パスの経路制御を行う新たなノード構成の大規模化およびネットワーク高信頼化手法を提案した。数値大容量プロトタイプ開発及びシミュレーションを実施した。
- プロトタイプ開発を行い、最大4.71Pbpsのノードスループットと、2000kmを超える信号伝送を実証した。

研究開発項目2: 光ファイバ給電で基地局を駆動するパッシブ光ネットワーク

基地局を光ファイバ給電のみで駆動する光ネットワーク技術

The diagram shows a base station (RRH) connected to a central EC (Energy Controller) via a passive optical network. It includes components like PWoF, RRH-1, RRH-2, and RRH-3. A note indicates '災害による停電' (power outage due to disaster). A box labeled '一元化された給電システム' (Unified power supply system) is also shown.

既存のアクセスネットワークとの親和性に優れたパッシブ光ネットワークにおいて、基地局の通信トラフィックに応じた動的な電力供給を実現

項目2-1 光ファイバ給電PON構成法
 項目2-2 新規光ファイバを用いた給電系

研究開発成果2-2: 新規光ファイバ給電技術の確立

新規光ファイバを用いた給電系のための光合分波回路の構成・評価を実施した。

- 新規光ファイバの低NAを活用した空間系光波長フィルタ型の合分波回路を構成し、従来の光合分波回路よりも簡易かつ低損失な性能が得られることを明らかにした。
- 光電変換素子の透過特性を利用した光合分波回路を構成し、信号光の高い信号品質、給電光のエネルギー変換を実現し、新たな給電系の構成法を見出した。

研究開発成果2-4: 光ファイバ給電ネットワークの構築

最終年度の具体的なネットワーク実証実験に向けて、ネットワークの構築や評価に関する検討を行った。

- EC-スプリッタ間の光ファイバ構成に関する比較調査を行い、本研究開発では、SMFとMMFのバンドル型の構成を採用することとした。
- ネットワーク構築と併せて、使用する素子やシステム構成からネットワークでのコストや消費電力の影響の評価をUS側と始め、具体的な評価パラメータを明らかにした。

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・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	3 (3)	30 (25)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (4)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

研究開発項目1:

複数の周波数帯域に分布する光パスを自在にグループ化し、グループ毎に周波数帯域に依存せず一括経路制御を行う、新たな光ノードアーキテクチャについて、超大容量のプロトタイプを構成し、総スループット4.71Pbpsの実現可能性を示すと同時に、雑音耐性の高い変調フォーマットを用いた際の2000kmを超える伝送実験の実施により、有用性を実証した。

研究開発項目2:

新しいダブルクラッド光ファイバの低NA(開口数)を活用した空間系光波長フィルタ型の光合分波回路を構成し、従来の光分波回路よりも簡易かつ低損失な性能が得られることを実証した。また、光エネルギーを電気エネルギーに変換する光電変換素子の透過特性を利用した光合分波回路を構成し、特性評価を行い、その有効性を明らかにした。光ファイバ給電パッシブ光ネットワークにおいては、実際の構成に即した使用デバイスのコストや消費電力の詳細な調査を実施し、これを基に、ネットワーク評価のパラメータを明らかにした。

5. 今後の研究開発計画

令和5年度から継続して各研究開発項目内で必要な研究を着実に実施しつつ、令和6年度の研究終了を意識して国際連携を進める。研究開発項目1においてノースカロライナ州立大学との連携を中心にエッジとコアの協調動作に向けた研究開発を進め、研究開発項目2では新たな光ファイバの特性を考慮した最適配置法の定式化と解法の開発をジョージワシントン大学と進める。定期的なオンライン会議を中心に、情報共有と成果発表を促進する。また、日本側での研究実施についても、令和5年度までの実績を踏まえて更に発展させる。

6. 外国の実施機関

ジョージワシントン大学・ノースカロライナ州立大学(いずれも米国)