

安全・安心で効率的な社会基盤と知的ネットワークの実現を目指す 光・無線融合型自律分散協調情報通信ネットワークの構築

① 計画の概要

我が国が抱えるエネルギー、労働人口減少、サイバー攻撃など社会課題の多くは、ネットワークと知的処理を融合させることにより解決への道が開かれる。そのためには、我が国が得意とする光通信技術と世界的に普及が進む無線ネットワーク技術を先端科学技術で融合し、より効率的で安心・安全なネットワークの実現が不可欠である。

本提案は光ファイバ通信とマイクロ波・ミリ波無線通信の間で電磁波としてのコヒーレンス状態を保持し両者をシームレスにつなぐことのできる「フルコヒーレント情報通信」を実現し、これにより制御層から物理層までを完全仮想化した自律分散協調ネットワークを技術開発することにある。その鍵を握るのが、超多値信号を送送可能なデジタルコヒーレント光伝送技術、光から無線の領域で動作可能な超広帯域/超高コヒーレンス機能デバイス、ポスト5G分散アンテナ無線技術であり、耐災害性に優れた光・無線融合アクセスネットワーク技術である。

さらに本研究開発では極低遅延、ジッタなしの高品質な通信環境の提供が可能となるIoT時代に必要不可欠なネットワーク基盤技術を開発する。将来は無線アクセスポイントの柔軟かつ超高密度配置が予想され、今以上に無線ネットワークにおける複雑な干渉問題やエネルギー消費問題が顕在化する。これらの問題を、光・無線融合アクセスネットワーク技術で解決する。

具体的な取り組みは、2つに大別される。前者に関しては、キャリア周波数が5桁も異なる光信号と無線信号を自在に周波数変換できる光電子デバイス、ならびに超広帯域/超高コヒーレンス光・電子融合型集積デバイスを開発する。後者に関しては、フルコヒーレント光・無線融合アクセス通信方式の実現、ならびにアクセス仮想化制御による自律分散協調ネットワークの実証を行う。

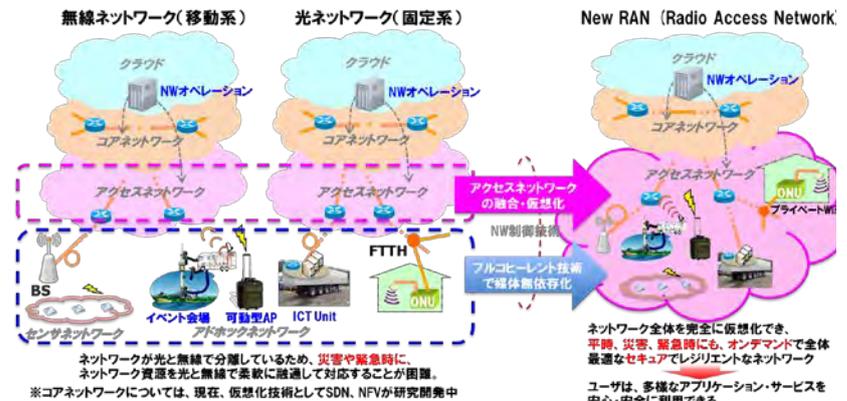
② 学術的な意義

本研究は、身近な存在でありながら融合していない光通信と無線通信を1つに纏めて新たな情報通信システムを作り上げようとするもので、極めてインパクトが高く、かつ世の中に大きく貢献する技術開発である。その基盤技術として、光からマイクロ波、ミリ波、テラヘルツ波までの無線信号を自在に発生・制御できる技術を創出する。このようにキャリア周波数が5桁に亘る電磁波を一つの伝送媒体として使いこなそうとする試みは、世界にも類を見ない課題であり、従来の学問体系を超えて超広帯域な電磁波を低い消費電力で自在に操る技術を追求めることは学術的にも極めて高い意義がある。これにより光通信と無線通信がシームレスに融合され、あらゆるネットワーク資源を柔軟に活用することが出来る。トラフィックが増大・多様化し続ける今日、柔軟、レジリエント、セキュアで経済性の高いネットワークの創出は極めて時宜にかなったものといえる。広帯域ミキサやフォトダイオード、超狭線幅半導体レーザが実現されれば、計測・分光・イメージングをはじめとする光・テラヘルツ科学への波及効果も極めて大きい。それらを踏まえグラフェン受光素子やUTC-PDの広帯域化、InP-HEMTの高出力化、InP半導体レーザの超高速化を追求める。さらに、化合物半導体やシリカ、グラフェン等の材料と、高速デジタル信号処理を行う無線用CMOS電子回路を形成するSi半導体とをワンチップ上でヘテロジニアスに融合させる新集積回路技術も探求する。また、材料のナノ・サイズ化により初めて発現する高速光転移物性の探索を可視域からテラヘルツ域の広いスペクトル領域で行い、新規光スイッチング素子などへの応用を行う。電磁波のコヒーレンスを生かした独自の将来の核となるシステム・デバイス技術の創出により、学術・産業の両面で世界を牽引し、我が国の情報化社会の高度化と情報通信産業の発展に資することができる。

③ 実施機関と実施体制

実施の中心となる東北大学には、電気通信研究所、電気・情報系（工学研究科・情報科学研究科）、電気通信研究機構などの多くの部局があり、光伝送技術（中沢教授）、無線伝送技術（安達教授・末松教授）、超高速/超高コヒーレンスデバイス技術（尾辻教授・八坂教授・山田教授）、ネットワーク技術（加藤教授・西山教授）の4つを基軸として、研究開発全体を総括する。上記の教員は電気通信研究機構に所属するため機構を中核として実施していく。本組織は今までも多くの競争的資金を獲得し、研究開発プログラムに従事してきている。

具体的には、光・無線融合型フルコヒーレント通信方式の基盤技術に基づき、材料・部品・デバイスへの要求条件や技術的課題に従事者全員で抽出し、それらを各研究機関にフィードバックし研究開発を効率よく推進する。また東北大学片平キャン



パスには東北大学と包括連携の元、NICT（情報通信研究機構）の耐災害 ICT 研究センターも活動しており、ネットワークの仮想化およびレジリエンス向上の観点から本研究開発に従事する。他大学・国研からは阪大、京大、東工大、早稲田大、千歳科学技術大学、大阪工業大学、京都工芸繊維大学、AIST（産業技術総合研究所）が参画する。企業からは、通信事業者としてNTT、NTT ドコモ、KDDI がフルコヒーレント通信方式の技術検証・評価プラットフォームを整備し、標準化活動も推進する。メーカーからは三菱電機、NEC、富士通、パナソニック、沖電気、住友電工が、フルコヒーレント伝送用デバイス・集積化、モジュール実装化、およびシステムのプロトタイプ試作・評価に携わる。いずれの組織も前述した「次世代アクセスネットワーク検討会」に参画しており、既に技術開発への意識を共有している。

④ 所要経費

本プログラムで取り組む大規模研究計画の期間は6年間とし、設備費・消耗品・人件費の総額は50億円とする。
 内訳：設備費：32億円、消耗品費：7億5千万円、人件費：10億5千万円

⑤ 進捗状況

2017年度（3億円：設備1.0・消耗品1.5・人件費0.5）

材料/デバイスの検討および設計

- ・フルコヒーレント光・無線融合アクセスシステムの課題の抽出
- ・高効率光・無線デバイスの各種設計

2018年度（3億円：設備1.0・消耗品1.5・人件費0.5）/2019年度（3億円：設備1.0・消耗品1.5・人件費0.5）

光・無線融合アクセスプラットフォーム構築

- ・光・無線デバイス試作、コヒーレント光源試作とキャリア周波数制御技術の開発
- ・フルコヒーレント制御技術及び無線システムの最適化とフルコヒーレントシステムシミュレーション技術の開発

2020年度（8億円：設備5.5・消耗品1・人件費1.5）/2021年度（10億円：設備7・消耗品1.5・人件費1.5）

光・無線融合アクセスプラットフォーム構築

- ・光・無線デバイス試作、コヒーレント光源試作とキャリア周波数制御技術の完成
- ・フルコヒーレント制御技術及び無線システムの最適化とフルコヒーレントシステムシミュレーション技術の完成

2022年度（8億円：設備5.5・消耗品1・人件費1.5）/2023年度（8億円：設備5.5・消耗品1・人件費1.5）

プロトタイプシステムの試作および実証実験および実用化に向けた取り組み

- ・デバイス集積化技術の完成
- ・分散協調システムの実証

2024年度（8億円：設備5.5・消耗品1・人件費1.5）/2025年度（8億円：設備5.5・消耗品1・人件費1.5）

フルコヒーレントシステムの大規模デモンストレーションと標準化、デファクト化

- ・システム改良及び最終総合システム実験

⑥ 社会的価値

フルコヒーレント通信システムにより構築される自律分散協調ネットワークは、新しいアプリケーションレベルのイノベーションを引き起こし、「超スマート社会」を形成するための ICT インフラとしての役割を担うことができる。これにより、あらゆるヒトとモノに対し、柔軟にかつ簡便にアクセスできるため、新たなサービスイノベーションが喚起され、クラウド・ビッグデータ社会の先にある“知性を基盤とした高度機能化社会への変革”をも加速することができる。また、平時・災害時に関わらず情報やエネルギーの流通がオンデマンドで最適化可能なため、極めて高度で且つ安心・安全な社会基盤を提供することができる。また、これまで独立に発展してきた光技術と無線技術の融合によって、革新的なサービスと付加価値の高い産業構造が創出され、情報通信産業全体の活性化と国際的競争力の向上が期待される。さらに、異種材料による光電子デバイスの集積化技術が確立されれば、従来の集積回路よりも遥かに幅広い機能的動作を実現できるため、IoT デバイスへの応用など、大きな産業的インパクトが期待できる。

⑦ 本計画に関する連絡先

中沢 正隆（東北大学・電気通信研究機構）



図2 提案プロジェクトが社会や産業へ与えるインパクト

情報通信産業全体の活性化と国際的競争力の向上が期待される。さらに、異種材料による光電子デバイスの集積化技術が確立されれば、従来の集積回路よりも遥かに幅広い機能的動作を実現できるため、IoT デバイスへの応用など、大きな産業的インパクトが期待できる。