

## 平成 30 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 20701  
 研究開発課題名 : Beyond 5G に向けたモバイル収容大容量光アクセスインフラの研究開発  
 副 題 : Radio-over-Fiber 型伝送技術をベースとする Beyond 5G モバイルフロント  
 ホールの研究開発

## (1) 研究開発の目的

本研究では Beyond 5G 時代のモバイルサービスを収容するために、RoF・IFoF 伝送方式をベースとした光アクセスインフラの研究開発を実施する。具体的な目標性能として、eMBB のピークスループット 100 Gbps と URLLC の遅延量 100  $\mu$ sec を両立可能であり、かつ経済的に優れた MFH を構築可能な技術を確立する。また、究極的な RoF 型伝送システムを構築可能であるフルコヒーレント伝送方式について、その実現時期を見極めることで、今後の関連研究開発の戦略策定の一助とする。

## (2) 研究開発期間

平成 30 年度から平成 33 年度 (4 年間)

## (3) 実施機関

株式会社 KDDI 総合研究所<代表研究者>  
 三菱電機株式会社  
 国立大学法人東北大学

## (4) 研究開発予算 (契約額)

総額 300 百万円 (平成 30 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 : 光・無線融合デバイス・サブシステム

1. 100 Gbps 級広帯域光・電子融合周波数分離デバイス技術 (三菱電機株式会社)
2. 上り無線信号の高密度多重処理技術 (株式会社 KDDI 総合研究所)
3. 無線・光信号変換デバイス技術 (三菱電機株式会社)
4. 光・無線融合アンテナ技術 (株式会社 KDDI 総合研究所)

研究開発項目 2 : RoF・IFoF 伝送システム

1. 双方向光・無線伝送システム技術 (株式会社 KDDI 総合研究所)
2. 適応的空間電波周波数割り当て技術 (株式会社 KDDI 総合研究所)

研究開発項目 3 : フルコヒーレント光・無線融合伝送基盤技術

1. フルコヒーレント RoF 伝送方式の開発 (国立大学法人東北大学)
2. フルコヒーレント周波数変換および光・無線融合伝送の実証 (国立大学法人東北大学)

## (6) 特許出願、論文発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	1	1
	外国出願	1	1
外部発表	研究論文	0	0

	その他研究発表	〇	〇
	プレスリリース・報道	〇	〇
	展示会	〇	〇
	標準化提案	〇	〇

## (7) 具体的な実施内容と成果

研究開発課題全体：

第1回課題間連携会議を開催し、各社の進捗状況の共有、課題間連携の方向性等について議論した。具体的な連携については来年度以降議論する予定である。

研究開発項目1：光・無線融合デバイス・サブシステム

研究開発項目1-1 100 Gbps 級広帯域光・電子融合周波数分離デバイス技術（三菱電機株式会社）

本研究開発項目では、28GSps 広帯域 A/D 変換から出力される膨大なデータをデジタル領域で高速デシメーション処理する新たなデジタルダウンコンバージョン方式の開発環境立ち上げを行い、デジタル回路の回路規模検討を実施した。4 ユーザ及び8 ユーザに帯域を分割した場合での回路規模の見積りを行い、4 ユーザ分割時においては、3,000 個程度の乗算器及び5,700 個程度の加算器が必要であることが分かった。また、8 ユーザ分割時においては、4,600 個程度の乗算器及び8,600 個程度の加算器で、デジタル回路を実現できる見込みを得た。

研究開発項目1-3 無線・光信号変換デバイス技術（三菱電機株式会社）

本研究開発項目では、既存のモバイルネットワークで主流である電気・光相互変換デバイスの約2倍の広帯域化と多値化が可能な線形デバイスの開発を目指している。シミュレーションをベースに検討中のデバイスの多値性能について解析を実施した。比較的短いパターン長で特性を検証できる SSPRQ (Short Stress Pattern Random - Quaternary) パターンを生成し、4 値で 20Gbaud 以上の速度でアイ波形を確認したところ、想定しているデバイスのリニアリティにて十分シンボル間の分離が可能であることを確認した。また、特性検証のための評価系構築を進めており、電気波形の出力までの確認が完了した。

研究開発項目1-2、1-4については、実施計画書上、平成30年度の取り組みは特になし。

研究開発項目2：RoF・IFoF 伝送システム

研究開発項目2-1：双方向光・無線伝送システム技術（株式会社 KDDI 総合研究所）

本研究検討項目では、256QAM 変調された無線信号を用いた 100Gbps 級の伝送を目指し、そのための最適な信号生成条件について検討を行った。DAC の出力振幅が限られているため、1ポートのみを用いて 10 数 GHz の帯域を有する信号生成を行った場合、SN 比の問題で、256QAM に要求される EVM 特性 (3.5%) を満足する出力を得ることは難しい。そこで、チャンネルを複数に分割し 1ポート当たりの信号数を減らしたところ、約 4GHz 程度のアナログ帯域を有する信号であれば、256QAM に要求される性能を満たす信号が生成可能であることを確認した。従って以降の実験では、複数のポートを用いて、それらからの出力をアナログ的に合成することで、仮に信号が 10GHz 程度の帯域を有していても、ある程度の信号品質を担保可能である見込みを得た。さらに 100G/400G イーサネットトランシーバの技術を活用し、LAN-WDM にも用いられる 4 波長多重技術も用いることで、25Gbps×4 で 100Gbps を達成可能な見込みを得た。

また、24/40/80GHz 各周波数帯の無線信号に対する RoF, IFoF 伝送方式の適用性を机上検討で整理するため、各方式を実現するための機器構成を具体化した定性評価の結果、無線伝送のレイヤ数やアンテナ素子数が多くなるほど、RoF より IFoF 伝送方式が機器構成の簡素化の観点では有利になる可能性が高い、との知見を得た。

研究開発項目 2-2 については、実施計画上、平成 30 年度の取り組みは特になし。

研究開発項目 3：フルコヒーレント光・無線融合伝送基盤技術

研究開発項目 3-1：フルコヒーレント RoF 伝送方式の開発（国立大学法人東北大学）

本研究開発項目では、コヒーレント光 QAM 信号を 60 GHz 帯の無線周波数へフルコヒーレント変換するための光位同期に関する方式検討を行なった。データ信号および光位同期用パイロットトン信号の周波数配置を最適化し、光 PLL および注入同期方式により、パイロットトンを通じて周波数が 60 GHz 離れた局発光との位同期を実現するための基本回路を設計・構築した。

研究開発項目 3-2：フルコヒーレント周波数変換および光・無線融合伝送の実証（国立大学法人東北大学）

高速受光素子と研究開発項目 3-1 の光位同期技術と組み合わせ、コヒーレント QAM 光信号を 60 GHz 帯へ周波数変換するためのキャリアコンバータの仕様を策定し、回路設計を行った。帯域が 70 GHz の pin-PD および UTC-PD を受光素子として用い、QAM データ信号と局発光とのヘテロダイン検波を行うことにより、コヒーレント QAM 光信号の 60 GHz 帯 IF 周波数へのダウンコンバートを実現できる見込みを得た。さらに、60 GHz 帯の信号をベースバンドで復調するための RF 回路についても設計を行い、光・無線融合伝送の実証に向けた基本評価系を構築した。