

(29-1)

様式1-4-2

平成29年度研究開発成果概要書

採択番号：174B01

課題名：新世代ネットワークの実現に向けた欧州との連携による共同研究開発および実証

個別課題名：課題B 高い密度で集中するユーザに対応可能なアクセスネットワークの開発

副題：高密度ユーザ集中環境下におけるフォトニックネットワーク技術を用いた次世代無線技術の研究

Acronym：RAPID

(1) 研究開発の目的

本研究課題では、高密度ユーザ集中環境におけるマイクロ波・ミリ波（60GHz帯）ヘテロジニアス無線を実現するために、WDMベースフォトニック技術を活用し、資源の動的配置が可能な柔軟性のあるマルチセルヘテロジニアス（3G/LTE/WiFi/60G）無線通信の基盤技術を開発する。特に、フォトニクス技術の超広帯域性を活かし、かつシステムを低コストで実現するために、コヒーレント光ファイバー無線（CRoF）を提案する。提案するシステムは、既存のWDM光アクセスインフラに、集中制御ピコセル/フェムトセル無線システムをシームレスに接続するものである。さらに、複数端末を用いた実証実験を行い、1.5Gb/s、2mにおいてエラーフリー伝送を達成する。60GHz帯を用いた10Gb/s級伝送にも挑戦する。さらに、日本・欧州において、高密度ユーザ集中が予想される様々なフィールド・環境（大型サッカースタジアム、航空機、鉄道、大規模講義室・会議室、商業施設等）において、通信パラメータ取得および伝送特性評価実験、高密度集中通信シミュレーションを行い、その有用性を実証する。また、内外への広報活動を進めるとともに、国際連携による標準化活動を推進する。

(2) 研究開発期間

平成26年度10月から平成29年度9月（36か月間）

(3) 実施機関

代表研究者：国立大学法人大阪大学（実施責任者 准教授 村田博司）

研究分担者：学校法人同志社（実施責任者 教授 戸田裕之）

国立研究開発法人海上・港湾・航法技術研究所

株式会社日立製作所

一般財団法人電力中央研究所

コーデンテクノインフォ株式会社

【欧州側】

代表研究者：Universität Duisburg-Essen（ドイツ）

研究分担者：University of Kent（イギリス）

Corning Optical Communications（ドイツ）

Siklu Communications（イスラエル）

Exatel S.A.（ポーランド）

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 210百万円（平成29年度 30百万円）

※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目別分担

課題ア 高密度通信環境評価・無線システム設計

- 課題ア-1-1 大規模スタジアム環境評価 (国立大学法人大阪大学)
- 課題ア-1-2 大規模講義室/キャンパス環境評価 (国立大学法人大阪大学)
- 課題ア-2-1 鉄道・航空機の客室環境 (国立研究開発法人海上・港湾・航法技術研究所)
- 課題ア-3-1 通信実験環境構築 (株式会社日立製作所)
- 課題ア-3-2 通信実験条件調査 (株式会社日立製作所)
- 課題ア-4-1 屋外空間/街頭空間 (一般財団法人電力中央研究所)
- 課題ア-5-1 屋外/商業地と数値解析 (コーデンテクノインフォ株式会社)
- 課題ア-5-2 通信評価手法の調査 (コーデンテクノインフォ株式会社)

課題イ 無線技術・フォトニクス技術開発

- 課題イ-1-1 アレイアンテナ電極光変調デバイス (国立大学法人大阪大学)
- 課題イ-1-2 フォトニック無線信号処理デバイス (国立大学法人大阪大学)
- 課題イ-2-1 高品位光コム発生技術 (学校法人同志社)
- 課題イ-2-2 光マイクロ波発振技術 (学校法人同志社)
- 課題イ-2-3 RoF システム向け光増幅技術 (学校法人同志社)
- 課題イ-3-1 60GHz トランシーバー (国立研究開発法人海上・港湾・航法技術研究所)
- 課題イ-4-1 分散型レーザー (株式会社日立製作所)

課題ウ ヘテロ無線通信システム・RoF システム

- 課題ウ-1-1 移動端末位置推定 (国立研究開発法人海上・港湾・航法技術研究所)
- 課題ウ-2-1 WDM ベース RoF の基礎実験 (一般財団法人電力中央研究所)
- 課題ウ-2-2 ヘテロ無線用 RoF システム (一般財団法人電力中央研究所)
- 課題ウ-3-1 RoF ベース無線信号制御 (学校法人同志社、国立大学法人大阪大学)
- 課題ウ-4-1 RoF ベース無線信号伝送 (株式会社日立製作所)
- 課題ウ-5-1 クロスレイヤー制御 (コーデンテクノインフォ株式会社)

課題エ フィールド実証実験

- 課題エ-1-1 スタジアム実験 (国立大学法人大阪大学、国立研究開発法人海上・港湾・航法技術研究所)
- 課題エ-2-1 大講義室実験 (学校法人同志社)
- 課題エ-3-1 鉄道・航空機内実験 (国立研究開発法人海上・港湾・航法技術研究所、国立大学法人大阪大学)
- 課題エ-4-1 オフィス環境 (株式会社日立製作所)
- 課題エ-5-1 屋外空間/街頭空間実験 (一般財団法人電力中央研究所)
- 課題エ-6-1 高密度無線シミュレーション (コーデンテクノインフォ株式会社)

課題オ 広報・標準化

- 課題オ-1-1 RAPID ワークショップ (国立大学法人大阪大学)
- 課題オ-1-2 RAPID ホームページ (国立大学法人大阪大学)
- 課題オ-2-1 IEEE802.Wi-Fi Alliance における動向把握 (コーデンテクノインフォ株式会社)

(6) これまで得られた成果（特許出願や論文発表等）

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	4	1
	外国出願	1	0
外部発表	研究論文	5	1
	その他研究発表	205	46
	プレスリリース・報道	7	6
	展示会	10	3
	標準化提案	2	1

(7) 具体的な実施内容と成果

課題ア 高密度通信環境評価・無線システム設計

高密度ユーザ集中が予想される実際のフィールドとして、大規模スタジアムに着目して、第5世代移動体通信を含むヘテロ無線通信システムを構築するための予備調査の結果を精査して、システム設計を行った。大規模スタジアムにおいて現在使用されているWiFi無線システムへの接続の状況、問題点を明らかにした。得られた知見を元にして、ミリ波無線と既存の無線を融合させたヘテロジーニアス5G無線通信システムのポイントを整理して、スタジアムでの5G無線通信システムを設計した。

課題イ 無線技術・フォトンクス技術開発

- ミリ波帯無線信号を無給電で光信号に変換するアンテナ電極光変調器の開発を進めた。特に、ギガビットイーサネットの信号をアンテナ電極光変調器で受信・光信号変換・光ファイバー伝送・受信を行い、2Gb/sのデータ伝送に成功した。また、アンテナ電極光変調器を用いてギガビットイーサネットの非対称ミリ波リンクを構築できることを実証した。
- 欧州の研究チームが作製した新型ビーム操作アンテナを用いて伝送実験を行った。
- フォトンクス技術を用いて、無線信号を光領域で増幅・変換する技術の開発も進め、光ファイバー伝送中にミリ波信号を5dB程度増幅できることを実証した。

課題ウ ヘテロ無線通信システム・RoFシステム

- フィールド実証実験のために、RoFベースミリ波無線リンク4システムを製作して、評価実験を行った。光ファイバーの分散による影響を受けることなく、任意の長さのファイバーリンクを用いた場合でも、1Gb/sを超える伝送速度が得られることを実証した。ミリ波通信環境評価のためのRoFベース無線伝搬環境評価システム（チャンネルサウンダ）も製作して、評価実験を行った。さらに、RoFベースWiFi無線リンクも構築した。これらについての実験免許を取得した。
- RoFベースのリモートミリ波アンテナユニットとミリ波端末を用いて、端末の位置推定実験を行い、推定精度10cm以下という極めて良好な推定精度を得た。
- ミリ波無線とWiFi無線のクロスレイヤー制御のためのMobile IPシステムを構築して、その評価を行った。

課題エ フィールド実証実験

- 大規模サッカースタジアムにおいて、実際に、RoFベース5G用ミリ波無線リンク4チャンネルとRoFベースWi-Fiリンクを構成して、1Gb/sのデータ伝送、4K動画のダウンロードに成功した。
- RoFベース無線伝搬環境評価システムを用いて、大規模サッカースタジアムにおいて

(29-1)

- ミリ波伝搬環境評価データ（チャンネルサウンダデータ）を取得した。
- 大規模サッカースタジアムにおいて、Mobile IP 制御により、Wi-Fi リンクとミリ波リンクを自動的に切り替えることにも成功した。

課題才 広報・標準化

- 最新の無線・光融合技術の情報収集と意見交換を行うために、光・電磁波応用技術のワークショップにおいて、RAPID プロジェクトの展示を行った。また、RAPID プロジェクトのホームページを更新した。さらに、国際標準化のための情報収集活動を行い、マルチヘテロジーニアス無線通信のための無線・光融合技術についての標準化の検討を行った。フィールド実証試験の結果のプレス発表のための準備も進めた。