（革新）様式 1-4-2 (2022-1)

令和７年度研究開発成果概要書

採 択 番 号　　09501
研究開発プロジェクト名　高速鉄道におけるモバイル端末向け大容量通信技術の研究開発
研究開発項目１　高速鉄道環境における地上ー車上間大容量無線通信技術の研究開発
研究開発項目２　高速鉄道環境に適応した無線通信ネットワーク構築技術の研究開発
研究開発項目３　高速鉄道環境における車内モバイル通信エリア構築技術の研究開発
副　　題　　高速鉄道におけるモバイル端末向け大容量通信技術の研究開発

（１）研究開発の目的

国土全体に網の目のように張り巡らされた社会インフラである商用携帯電話網の重要性は、近年益々高まっている。鉄道においても例外ではなく、高速移動する車両内での商用携帯電話網による円滑な通信が求められる。時速 500km での営業が計画されている建設中のリニア中央新幹線を含む高速鉄道においても、旅客が持つユーザ端末が商用携帯電話網に直接接続し、乗車中に安定して通信できる環境が望まれており、その実現に必要な技術の確立が本研究開発の目的である。本研究開発では、各研究開発項目で確立する技術を連携させることで、最高時速 500km で走行する車両内の約 1000 のユーザ端末の約 5Mbps /端末での通信を想定して、商用携帯電話網と接続できる技術を確立する。

（２）研究開発期間

令和７年度から令和９年度（3 年間）

（３）受託者

東海旅客鉄道株式会社＜代表研究者＞
公益財団法人鉄道総合技術研究所
株式会社国際電気
株式会社ＮＴＴドコモ
公益社団法人移動通信基盤整備協会

（４）研究開発予算（契約額）

令和７年度から令和８年度までの総額 2,000 百万円（令和７年度 525 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　高速鉄道環境における地上ー車上間大容量無線通信技術の研究開発
1-ａ）地上ー車上間大容量無線通信技術の研究開発（株式会社国際電気）
研究開発項目２　高速鉄道環境に適応した無線通信ネットワーク構築技術の研究開発
2-ａ）高速鉄道向けシステム構築技術の開発（公益財団法人鉄道総合技術研究所）
2-ｂ）複数バックホール地上局アンテナ切り換えによる無線通信ネットワーク構築技術の研究開発（株式会社国際電気）
2-ｃ）無線通信ネットワーク設計のためのシミュレータ構築技術の研究開発（株式会社ＮＴＴドコモ）
研究開発項目３　高速鉄道環境における車内モバイル通信エリア構築技術の研究開発
3-ａ）車内モバイル通信エリア構築技術の研究開発（東海旅客鉄道株式会社、公益社団法人移動通信基盤整備協会、株式会社 NTT ドコモ）
3-ｂ）車内モバイル通信エリア設計のためのシミュレータ構築技術の研究開発（株式会社ＮＴＴドコモ）

（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	12	12
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	13	13
	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：高速鉄道環境における地上ー車上間大容量無線通信技術の研究開発

1-ａ）高速走行下の環境における無線通信の劣化要因と空間多重化の実現性を把握するため、実環境における電波伝搬調査を実施した。電波伝搬調査は、定性的な振る舞いを確認するに留めず、明確な仕様値が定められるように、測定項目ごとの測定方法や測定精度について精査を行った上で実施した。電波伝搬調査に向けて、無線機に搭載する測定用の機能と、データ取得のためのツールを開発した。また、指向性の違いによる特性への影響を確認するため、異なる指向性のアンテナを数種類準備した。

研究開発項目２：高速鉄道環境に適応した無線通信ネットワーク構築技術の研究開発

2-ａ）高速鉄道向け大容量通信システムに求められる、通信伝送容量、許容遅延時間などの要件を、将来の需要なども想定してまとめた。研究開発項目１で実施する電波伝搬特性試験の結果を踏まえ、2ーｂ）と連携して、通信伝送容量、許容遅延時間、許容パケットロスなどの地上ネットワークに求められる要件についてまとめた。

2-ｂ）無線バックホールの地上局のシームレスな切り換え技術の研究を行う。見通し区間が長い特徴を活かし、車上局と繋がる地上局の切り換えは、通信中の地上局の接続を維持しながら、次に繋がる地上局との接続を準備する方式を策定した。基本的に上位装置からの制御が不要な仕組みにて、オーバーヘッドを最小限に抑えながら、通信容量を圧迫しない地上局切り換え制御技術を策定した。

2-ｃ）高速鉄道のトンネル区間において、トンネルの曲がりや勾配などの沿線環境を 3D モデリングし、伝搬シミュレーションを行うことで電波伝搬特性を推定した。さらに、距離、トンネル曲がりや勾配などのパラメータによって、その電波伝搬環境を分類してモデル化し、簡易推定式などに基づいた伝搬モデルを構築した。伝搬モデルを活用し、推定された電波伝搬特性を用いて、地上局ー車上局間の無線通信ネットワークのスループット特性などの性能を、トンネル区間の任意の位置において可視化できるシミュレータを開発した。1-ａ）で検討される大容量無線通信技術の通信性能を簡易に算出する手法を確立するため、分類された伝搬モデルに対して OFDM 信号波形をベースとした無線仕様の伝送特性をシミュレーションにより評価し、その結果を踏まえて通信性能を簡易に算出するためのシステム評価用基礎モデルを構築した。

研究開発項目３：高速鉄道環境における車内モバイル通信エリア構築技術の研究開発

3-ａ）高速鉄道車両内の電波伝搬特性を測定するための測定系を構築し、受信レベル、遅延プロファイル、角度プロファイル等の伝搬環境データを取得した。複数移動通信事業者共用に向けた RAN 共用技術の比較検討、削減効果を定量化した。 加えて、リニア中央新幹線における限られた設置条件及び車両内のエリアカバレッジを実現するためのシステム構成、無線パラメータ設定及び共用に特化した基本パラメータ設定を特定した。商用にて利用されている基地局装置により、日本で未導入である RAN 共用技術に関して、国内移動通信事業者の商用周波数によるラボ内での実証、有効性を確認した。誘電体導波路を用いた Sub6 帯及びミリ波帯における高速鉄道車両内のエリア

構築手法の検討のために、誘電体導波路を基礎設計し、要素技術確認用の誘電体導波路等を発注した。

3-b）高速鉄道車内で取得した点群データを伝搬シミュレーションに取り込み、車内の電波伝搬特性をシミュレーションにより推定した。その推定結果に基づいて 5G 車内モバイル通信の通信エリアにおけるスループット等の通信性能を評価・可視化できるシミュレータを開発した。

（8）今後の研究開発計画

研究開発項目１：高速鉄道環境における地上ー車上間大容量無線通信技術の研究開発

令和８年度は、電波伝搬の調査結果より通信品質の劣化要因を分析するとともに、高速走行下の空間多重化の実現性を研究し、それに基づき高速走行下の大容量通信の実現に必要な仕様を策定する。また、その仕様に基づき検証装置の開発を行う。令和９年度は、開発した検証機を山梨実験線の車両に搭載するとともに、複数の地上局を光ケーブルで繋ぐ地上ネットワーク系を構築し、実環境における実証試験を実施する。実証試験結果を分析し、高速走行下の大容量伝送技術を確立させる。

研究開発項目２：高速鉄道環境に適応した無線通信ネットワーク構築技術の研究開発

令和８年度は、シームレスな切り換え手法における機能を仕様として策定し、高速鉄道向け大容量無線システムの全体構成案を策定する。また、令和９年度に実施する実証試験に向けて、評価すべき項目やその評価箇所及びそれらの評価手法を確立する。さらに、トンネル区間において、無線バックホールを含む無線通信ネットワークの通信性能を評価できるシミュレータを開発する。令和９年度は、山梨実験線で時速 500km 走行下において、無線バックホールと車上基地局を組み合わせた実証試験を実施し、シームレスな地上局切り換え機能の有効性を確認する。また、実用化に向けた課題の整理を行うとともに、高速鉄道向け大容量無線システムの設計手順、仕様案をまとめる。さらに、トンネル区間に加えて屋外区間の影響を考慮し、アンテナ切り換えによって発生する通信品質への影響を加味したシミュレータを開発する。

研究開発項目３：高速鉄道環境における車内モバイル通信エリア構築技術の研究開発

令和８年度は、リニア車両内の電波伝搬特性を評価するとともに、ラボでの試験環境にて、RAN 共用下においても移動通信事業者間の動作差分実現も意識し、さらなる詳細パラメータの設定値の特定を行う。その後、基地局装置や RU 類を、実際の高速鉄道車両内への設置を行う。高速鉄道車内に設置された車上基地局を用いて、スループットや発着信の評価を行い、静止状態下での車上基地局共用の構築技術を確立し、確立する通信エリア構築の最適化手法について通信性能評価を行うことで、最適化手法の妥当性を実証する。また、シミュレータについて、車外から漏れ込む干渉の簡易モデル化及び RAN 共用対応を実施する。令和９年度は、山梨実験線で時速 500km 走行下において、無線バックホールと車上基地局を組み合わせた実証試験を実施し、車内エリア構築技術の効果を実証する。また、無線バックホールと車上基地局を組み合わせた通信速度を評価・可視化するシミュレータを構築する。