（革新）様式 1-4-2 (2025-1)

令和７年度研究開発成果概要書

採 択 番 号　　07501
研究開発課題名　協調認識の実現に向けた次世代 V2X（Beyond 5G-V2X）通信技術の研究開発
　　研究開発項目１　5.9GHz 帯におけるリアルタイム・マルチホップ通信技術の研究開発
　　研究開発項目２　ミリ波帯における高機能ビームフォーミング技術の研究開発
　　研究開発項目３　実環境を模擬した Beyond 5G-V2X 通信技術の可用性検証技術の研究開発
副　　題　　協調認識のための Beyond 5G-V2X 通信技術の研究開発

（１）研究開発の目的

本研究開発は、B5G における協調認識のための V2X 通信技術の研究開発、路側機・端末開発、国際標準獲得を行うことで、協調認識を活用した V2X システムで世界に先行することを目的とする。
また、自動車メーカーなどのステークホルダーと連携し、小規模・大規模交差点における協調認識（CPS：Collective Perception Service）ユースケースの実環境エミュレーションおよびテストコースを用いた概念実証を行うことで、本研究開発が B5G における無線通信技術および社会実装の面において有用であることを示すことを目的とする。

（２）研究開発期間

令和５年度から令和８年度（4 年間）

（３）受託者

シャープ株式会社＜代表研究者＞
国立大学法人京都大学
株式会社 KDDI 総合研究所

（４）研究開発予算（契約額）

令和５年度から令和７年度までの総額 3,000 百万円（令和７年度 1,000 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　5.9GHz 帯におけるリアルタイム・マルチホップ通信技術の研究開発
　1-a-1）　マルチホップ V2X 通信方式の研究開発　（京都大学）
　1-a-2）　協調認識実現に向けた V2X 用無線リソース制御技術の研究開発（京都大学）
　1-b-1）　V2X 通信標準技術の研究開発　（シャープ）
　1-b-2）　5.9GHz 帯通信装置の研究開発　（シャープ）

研究開発項目２　ミリ波帯における高機能ビームフォーミング技術の研究開発
　2-a）　ビームフォーミング技術の研究開発　（KDDI 総合研究所）
　2-b-1）　ミリ波帯路側機・端末の研究開発　（シャープ）
　2-b-2）　高機能ビームフォーミング制御アンテナの研究開発　（京都大学）

研究開発項目３　実環境を模擬した Beyond 5G-V2X 通信技術の可用性検証技術の研究開発
　3-a）　ユースケースの研究開発　（シャープ）
　3-b）　エミュレーション技術の研究開発　（京都大学）
　3-c）　テストコースを用いた概念実証　（シャープ）

（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	74	20
	外国出願	44	19
外部発表等	研究論文	2	2
	その他研究発表	49	26
	標準化提案・採択	154	96
	プレスリリース・報道	10	3
	展示会	6	2
	受賞・表彰	5	2

（7）具体的な実施内容と成果

研究開発項目１：5.9GHz 帯におけるリアルタイム・マルチホップ通信技術の研究開発
（京都大学、シャープ）

研究開発項目 1-a　マルチホップ V2X 通信方式の研究開発　（京都大学）

2024 年度までに設計・開発したマルチホップ V2X 通信プロトコルの基礎評価装置を用いて、小規模交差点を想定した環境において、計算機によるエミュレーションもしくは屋外実機伝送試験により基礎伝送特性を評価し、特性評価結果に基づき、パラメータを最適化したマルチホップ V2X 通信方式を実証する評価装置の設計、二次試作を行った。また、ミリ波、テラヘルツ波を用いた V2X 通信の実現を模索するために 2024 年度までに整備した 5G-NR 信号の基礎伝送評価装置を用いて、V2X 通信環境での基礎伝送特性の評価を行った。また、交差点環境において、マルチホップによる伝送遅延をなくすための方法について、検討を行った。

さらに、2024 年度までに設計したカメラ情報を利用して、マルチホップ通信の可否、必要リソースを算出する協調認識を用いたマルチホップ通信アルゴリズムの小規模交差点環境における評価を計算機シミュレーションにより行うとともにこのアルゴリズムを利用した V2X 用無線リソース制御技術の基礎評価装置を開発した。上記の研究開発成果は報告書および研究論文 2 件、査読付収録論文 5 件、収録論文 4 件、一般口頭発表等 5 件として発表を行った。

研究開発項目 1-b-1　V2X 通信標準技術の研究開発　（シャープ）

マルチホップ V2X 通信技術に関して 3GPP Rel-19 の Work Item における標準化活動を行った。これらの取組みに関連して 17 件の国内外特許出願と 21 件の国際標準化提案を達成するとともに、3GPP 標準化議論を推進した。さらに、本研究開発項目におけるこれまでの標準化活動により、29 件の項目が Release 19 の規格として採択された。

研究開発項目 1-b-2　5.9GHz 帯通信装置の研究開発　（シャープ）

2024 年度に開発した 5G-NR の無線インターフェイスに準拠した通信装置に対して、マルチホップ機能を実装するためのシーケンスを実装した。また、送信機、中継器、受信機の間で直接通信およびマルチホップ通信が可能であることを確認した。

研究開発項目２：ミリ波帯における高機能ビームフォーミング技術の研究開発
（KDDI 総合研究所、シャープ、京都大学）

研究開発項目 2-a　ビームフォーミング技術の研究開発　（KDDI 総合研究所）

AI/ML 活用による多ビーム選択最適化、端末主導のビーム切替高速化、多ビーム活用による遮蔽回避の改良設計を完了した。さらに、来年度概念実証に向けて更に手法の改良を図るために、実証予定エリアで車車間の遮蔽も含んだ電波の電力変動を測定し、伝搬特性の解析を行った。これらの取組みに関連して 22 件の国内外特許出願と 19 件の国際標準化提案で 3GPP 標準化議論を推進した。さらに、本研究開発項目におけるこれまでの標準化活動により、27

件の項目が Release 19 の規格として採択された。

研究開発項目 2-b-1　ミリ波帯路側機・端末の研究開発　（シャープ）
　2024 年度に開発した 28GHz 帯通信装置に対して、5G-NR に準拠させるための機能の改良とビームフォーミングアンテナの実装を完了した。また、基地局と端末間におけるビーム伝送について無線区間の疎通確認を行い、研究開発項目 3-c における遠隔監視の映像伝送のための通信速度の要求条件を満たすことを確認した。

研究開発項目 2-b-2　高機能ビームフォーミング制御アンテナの研究開発　（京都大学）
　2024 年度までに開発した高機能ビームフォーミングアンテナと 5G-NR の基地局と協働で動作させ、交差点環境において、ミリ波帯ビームフォーミングによって構築される通信エリアの評価、ステアリングによる性能の評価を行った。その結果をもとに V2X 環境において情報通信を行うために必要となる車両トラッキングのためのビームのステアリング範囲、ビーム幅を決定した。さらに、この成果をもとに高機能ビームフォーミングアンテナ、アンテナ制御部の整備を行った。

研究開発項目３：実環境を模擬した Beyond 5G-V2X 通信技術の可用性検証技術の研究開発（京都大学、シャープ）

研究開発項目 3-a　ユースケースの研究開発　（シャープ）
　自動運転の実証実験を実施する自治体および ITS 情報通信システム推進会議との連携により、研究開発項目 3-c における実証のユースケースの妥当性を確認した。

研究開発項目 3-b　エミュレーション技術の研究開発（京都大学）
　2024 年度までに開発した基地局―歩行者間、基地局―複数路側機間、路側機-複数車両間、路側機―複数歩行者間、路側機間の5G-NR による通信を実現する基礎ワイヤレスエミュレータに接続可能な、研究開発項目１で開発するカメラを利用した協調認識機能および車両間マルチホップ通信環境がエミュレーションできる基礎環境を開発した。

研究開発項目 3-c　テストコースを用いた概念実証（シャープ）
　5.9 GHz 帯マルチホップ通信技術に関する概念実証において、研究開発項目 3-a の結果を考慮して実証シナリオを具体化し、カメラを用いた物標認識技術の開発を開始した。また、ミリ波帯高機能ビームフォーミング技術に関する概念実証において、実証シナリオ、実証場所および装置の接続方法を確定し、概念実証に係る環境構築として、遠隔監視により高精細・高圧縮を実現可能な HEVC によるリアルタイムストリーミング映像伝送技術の開発を開始した。

（8）今後の研究開発計画
研究開発項目１：5.9GHz 帯におけるリアルタイム・マルチホップ通信技術の研究開発（京都大学、シャープ）

研究開発項目 1-a　マルチホップ V2X 通信方式の研究開発　（京都大学）
　前年度までに設計・開発したマルチホップ V2X 通信方式を実証する評価装置および協調認識実現に向けた V2X 用無線リソース制御技術の基礎評価装置を用いて、5GHz 帯においてリアルタイム・マルチホップ通信技術（具体的には、物標情報等に基づくマルチホップ通信の要否判定や無線リソース配分の効率化を行う技術）の総合検証・評価を完了させる。遮蔽発生時のマルチホップ通信を行う場合等を含めたパケット到達率、エンドツーエンド遅延を測定評価を行う。また、ミリ波帯以上の周波数帯の 5G-NR を利用した V2X 通信への利用可能性についてもまとめる。

研究開発項目 1-b-1　V2X 通信標準技術の研究開発　（シャープ）

3GPP Release 19 および Release 20 の V2X 通信システム技術の研究開発および標準化活動を行い、V2X 通信システム技術の更なる高度化の為の標準化を完了する。また、出願特許については国内だけでなく海外での活用も意識し、外国出願も行っていく。

研究開発項目 1-b-2　5.9GHz 帯通信装置の研究開発　（シャープ）

研究開発項目 3-c の概念実証のために、2025 年度に開発したマルチホップ通信に対応した路側機および開発した車載用端末の統合評価を行うとともに、研究開発項目 3 の成果をフィードバックしながら改良し、伝送特性を評価し、概念実証で使用する。

研究開発項目２：ミリ波帯における高機能ビームフォーミング技術の研究開発
（KDDI 総合研究所、シャープ、京都大学）

研究開発項目 2-a　ビームフォーミング技術の研究開発　（KDDI 総合研究所）

本研究開発で得られたビームフォーミング技術について、計算機シミュレーションプラットフォームによる統合評価を完了させ、従来技術と比較して、周波数利用効率 2.4 倍を実現する。また、研究開発項目 2-b 及び 3 と連携し、2-a の手法を実装したモバイル通信システムを用いて概念実証で手法の有効性を確認する。さらに、3GPP 標準化においてビームフォーミング技術の更なる高度化のための標準化を完了する。

研究開発項目 2-b-1　ミリ波帯路側機・端末の研究開発　（シャープ）

2025 年度に開発した路側機・端末を、研究開発項目 3-c の概念実証のために統合評価を行うとともに、研究開発項目 3 の成果をフィードバックしながら改良し、伝送特性を評価し、概念実証で使用する。

研究開発項目 2-b-2　高機能ビームフォーミング制御アンテナの研究開発　（京都大学）

前年度整備した高機能ビームフォーミングアンテナ制御部と 5G-NR の基地局と協働で動作させ、大規模交差点を想定する環境で、ミリ波帯ビームフォーミングによって構築される通信エリアの評価、追尾性能、通信性能の測定評価を行う。

研究開発項目３：実環境を模擬した Beyond 5G-V2X 通信技術の可用性検証技術の研究開発
（京都大学、シャープ）

研究開発項目 3-a　ユースケースの研究開発　（シャープ）

ユースケースの具体化は完了したが、引き続き研究実施協力者、ITS 情報通信システム推進会議および自動運転の実証実験を実施する自治体との連携を行う。

研究開発項目 3-b　エミュレーション技術の研究開発（京都大学）

前年度までに開発したマルチホップ V2X 通信エミュレータに研究開発項目２で開発するミリ波帯における高機能ビームフォーミングを搭載し、ワイヤレスエミュレータを用いた協調認識を含めた総合的な V2X 通信システムエミュレーションを実施する。

研究開発項目 3-c　テストコースを用いた概念実証（シャープ）

研究実施協力者等と連携し、テストコースにおいてカメラを搭載した路側機および車両からの協調認識および路側機の利活用を含めた総合的な概念実証を行い、本研究開発が協調認識のための V2X 通信において可用性があることを確認する。