

採択番号 01601

研究開発課題名 スマートモビリティプラットフォームの実現に向けたドローン・自動運転車の協調制御プラットフォームの研究開発

(1) 研究開発の目的

- 物流の最適化・自動化やヒトの移動の自由化、社会インフラメンテナンスの高度化などあらゆる領域へのサービスを提供する社会基盤として成立し得るスマートモビリティプラットフォームの構築を目指す
- 本研究開発期間において、ドローン・自動運転車の遠隔監視・制御システムを統合したプラットフォームを構築し、制御する上での重要なデータ基盤となるドローン・自動運転車向けの三次元地図の統合を行う。ネットワークの観点では5G非地上ネットワーク(NTN)の実現に向けて、セルラー通信と衛星通信を組み合わせた通信アーキテクチャの開発と、電波利用の最適化に向けたセルラーにおける電波伝搬の三次元モデル検証を行う。これら要素技術の開発により協調制御プラットフォームの基盤を確立する。構築した要素技術をベースに、ドローン・自動運転車によるヒト/モノの移動・自動配送の実証実験を行い、スマートモビリティプラットフォームのサービス提供の実現性の検証と将来的にBeyond 5Gネットワークによるユースケースを構築するための要件・課題出しを実施する

(2) 研究開発期間

令和3年度から令和6年度(4年間)

(3) 受託者

KDDI株式会社<代表研究者>  
アイサンテクノロジー株式会社

(4) 研究開発予算(契約額)

令和3年度から令和4年度までの総額987百万円(令和3年度495百万円)  
※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 ドローンと自動運転車の協調制御プラットフォーム化
  - ◇ 研究開発項目1-a ドローン・自動運転車の遠隔監視・制御システムの連携(KDDI)
  - ◇ 研究開発項目1-b セルラーと衛星のハイブリッド通信アーキテクチャ開発(KDDI)
- 研究開発項目2: ドローン・自動運転車用三次元地図の共通化とセルラーにおける電波伝搬システムの三次元モデル検証
  - ◇ 研究開発項目2-a ドローン・自動運転車の三次元地図の統合(アイサンテクノロジー)
  - ◇ 研究開発項目2-b 電波伝搬システムの三次元モデル検証(KDDI)

(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	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	0	0
	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: ドローンと自動運転車の協調制御プラットフォーム化

- 研究開発項目 1-a ドローン・自動運転車の遠隔監視・制御システムの連携
  - 協調制御 PF のプロトタイプを開発し、KDDI が自社開発しているドローン PF、及びティアフォーと共同開発している自動運転車用 PF との API 連携を行った。具体的には、自動運転車 PF・ドローン PF から双方の位置情報を協調制御 PF に連携し、協調制御 PF 上でそれぞれの位置情報を確認する仕組みを構築した。
  - 協調制御 PF 全体のアーキテクチャ設計において、前述のプロトタイプ開発で得られた情報に加え、既存の自動運転 PF・ドローン PF の機能差分の検証によって協調制御 PF に必要な機能を洗い出し、協調制御 PF 全体のアーキテクチャ設計を行った。更に、自動運転車からドローンが離発着時の正確な位置合わせを実現する協調制御の手法について検討を行った。上記検討により、測位情報と測量情報の統合手法および統合時間を考慮したシステム設計課題を確認した。
  - 本実証にて想定するユースケースにおいて、端末からモビリティ PF、協調制御 PF への通信要求（通信速度、遅延性）について整理した。結果、衛星通信では数 10～100kbps、100msec 程度の通信速度・遅延性を想定しユースケース・仕様を具体化していく必要があることを見出した。
- 研究開発項目 1-b セルラーと衛星のハイブリッド通信アーキテクチャ開発
  - ドローン・自動運転車が活用するネットワークとして、セルラーネットワークに加え、KDDI が保有・運用する衛星ネットワークをバックアップネットワークとして活用するアーキテクチャの検討を行った。
  - また、SWARM・Astrocast を用いてメッセージベース/Non-IP 接続での衛星接続の実証を行い、セルラー・衛星のシステム連携の有用性、及び Non-IP 接続での通信量の限界や通信時の制約条件を確認した。
  - その結果、システム連携は可能であり有望なユースケースも見出された一方、メッセージベースではリアルタイム対応が難しい、一度に送信できるデータ通信量が小さい、GPS がフィックスされていないと通信が出来ない、都市部（特に屋内）における通信が困難など今後協調制御のユースケースに適用していく上での課題も見出された。

研究開発項目 2: ドローン・自動運転車用三次元地図の共通化とセルラーにおける電波伝搬システムの三次元モデル検証

- 研究開発項目 2-a ドローン・自動運転車の三次元地図の統合
  - 自動運転車・ドローンの協調制御に求められる三次元地図基盤の要件について検討を行った。結果、三次元地図基盤の要件検討として、各モビリティの点群データの取得・統合以外にも、モビリティ間で異なる座標軸の変換（測地系、楕円体高/標高）、及び測位精度誤差の補正といった機能が三次元地図基盤に必要であることを確認した。
  - 上述の座標変換・補正機能の手法、要求精度、及びモビリティ PF との連携について初期的な検討を行った。

- 研究開発項目 2-b 電波伝搬システムの三次元モデル検証
  - NICT が保有する電波伝搬シミュレータと、KDDI が保有する既存手法について双方の原理比較、及び次年度以降に向けた評価軸の設計を行った。NICT 側の電波伝搬シミュレータはドローン衝突回避等を主目的としており、本実証の目的である、「電波利用の最適化に向けたセルラーにおける電波伝搬の三次元モデル検証」とは乖離するため、来年度以降の研究開発要素として盛り込まないことを決定した。

## (8) 今後の研究開発計画

### 研究開発項目 1：ドローンと自動運転車の協調制御プラットフォーム化

- 研究開発項目 1-a ドローン・自動運転車の遠隔監視・制御システムの連携
  - 開発済のプロトタイプを基に、各種機能の単体開発・実装を実施する。
  - 協調制御に向けて必要なアルゴリズムも含めた要素技術の開発と、実証サイトでの統合テストを実施することで、協調制御 PF を構築する。
  - 令和 3 年度に整理した端末からモビリティ PF、協調制御 PF への通信要求に基づき、特に衛星通信へのハンドオーバー、及びそれによるユースケースへの影響を検証する。
- 研究開発項目 1-b セルラーと衛星のハイブリッド通信アーキテクチャ開発
  - 空域を含めた通信環境において、通信を最大限活用し、衛星通信をバックアップネットワークと活用方法を検討の上、セルラー・衛星のハイブリッドアーキテクチャを実際に構築し、IP 接続による移動中のモビリティとの通信を実現することで、実証実験において協調制御 PF のネットワークとして活用できる状態にすることを旨とする。
  - 具体的には、弱電環境での IP 衛星の接続試験、及びセルラー/IP 衛星のネットワークの切り替え試験を実施した上で、Non-IP 通信で見出されていた通信量や通信条件の制約を IP 通信の衛星で解消できるか、協調制御のユースケースに対して IP 通信のスペックを踏まえてどう対応していくかを検証し、協調制御 PF のネットワーク基盤として実装していく。

### 研究開発項目 2：ドローン・自動運転車用三次元地図の共通化とセルラーにおける電波伝搬システムの三次元モデル検証

- 研究開発項目 2-a ドローン・自動運転車の三次元地図の統合
  - 三次元地図統合について、令和 4 年度は必要な点群データの取得、統合手法の検討を実施し、協調制御が必要となるエリアにおける三次元地図統合を実施する。
  - モビリティ間の座標変換・補正について、令和 4 年度に、実証実験のシナリオに応じた機能設計・開発を実施し、協調制御 PF に実装することを旨とする。
- 研究開発項目 2-b 電波伝搬システムの三次元モデル検証
  - KDDI の電波伝搬シミュレータをプラットフォームに連携させて電波伝搬システムの三次元モデルの評価を実施し、三次元地図への実装に向けてアルゴリズム・パラメータを最適化することを旨とする。
- 研究開発項目 2-c 三次元地図のリアルタイム更新
  - ステージゲート以降に開始予定のため、中間目標は設定しない。

### 研究開発項目 3：ドローン・自動運転車の協調制御プラットフォームによる自動配送・輸送の実証（自動配送、経路最適化、ヒトの自由な移動）

- 研究開発項目 3-a) 自動配送・ヒトの移動の実証実験
  - 実証実験を行うサイトの選定とステージゲート通過後に行う実証実験に向けた準備を行う。