

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆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
- ◆受託者 : KDDI株式会社、アイサンテクノロジー株式会社
- ◆研究開発期間 : 令和3年度～令和6年度 (4年間)
- ◆研究開発予算 (契約額) : 令和3年度から令和5年度までの総額1,287百万円 (令和5年度300百万円)

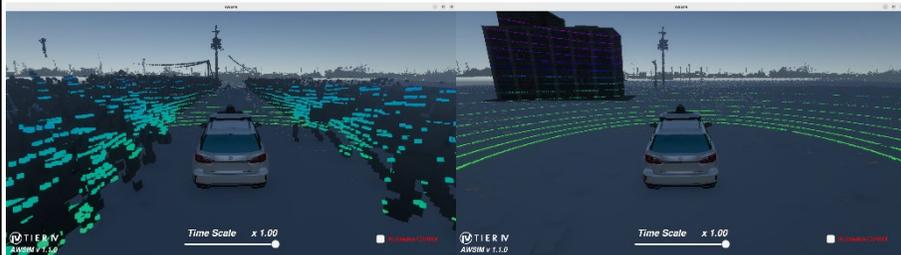
2. 研究開発の目標

- ・ 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

3. 研究開発の成果

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

<シミュレーター上で自動運転中にLidarでデータを収集している様子>



環境変化前

環境変化後

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



● 研究開発項目2-c) 三次元地図のリアルタイム更新

- 三次元地図における統合点群データベースの更新を行う手法の開発と、三次元地図基盤プラットフォームから更新したデータの配信手法を開発し、2-c)での目標を達成した。具体的には、走行中の自動運転車両から点群地図の収集を行うシステムと、収集した点群地図を統合して、そのエリアを走行する自動運転車両へ点群地図を配信するサーバーシステムの開発を実施した。

● 研究開発項目3-a) 自動配送・ヒトの移動の実証実験

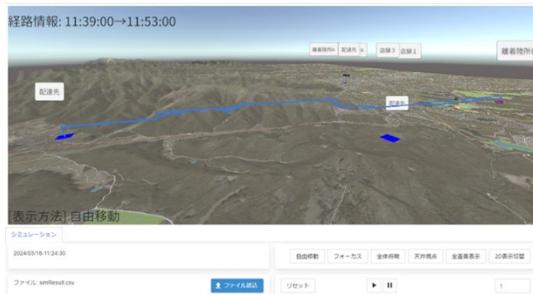
- 2022年塩尻市と協議の上、塩尻クリーンセンターには、実証に関する説明を実施し合意を得た上で、自動運転車とドローンの経路を確定させるために必要な測量を実施し、**実証時の経路の確定を行い実証実験を実施した。**

● 研究開発項目3-a)(1) 協調制御(プラットフォームの拡張性)

- 2022年度までに連携したドローン・自動運転車のプラットフォームのみならず、新たなモビリティプラットフォームをプログラムの修正無しで接続可能となるように、**協調制御プラットフォームの機能追加**を行い、KDDI製のロボットプラットフォームを接続できることを確認した。また、自動運転車と配達ロボットとの連携に関するフィールド試験を行い、協調制御プラットフォームの制御により、**自動運転車の停止位置を基準として、平均12.0cmの誤差で配達ロボットを正着できることを確認した。**

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

<ドローン計算結果の一例>



<測定環境>

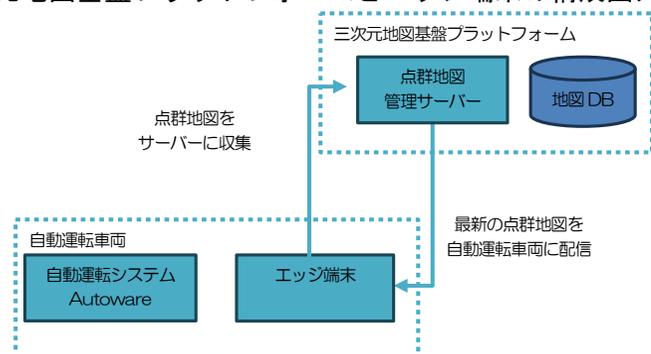


(オープンスカイ環境)



(遮蔽環境)

<三次元地図基盤プラットフォームとエッジ端末の構成図>



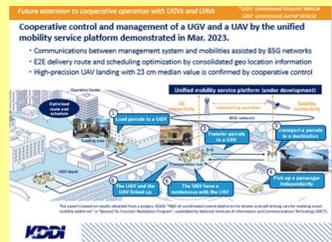
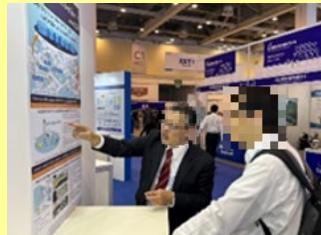
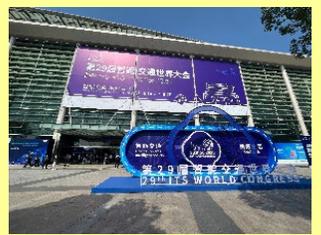
- 研究開発項目3-a)(2) 協調制御(統合配送経路計算)
 - オンデマンド配送におけるオペレータの負担を軽減するため、協調制御プラットフォームの機能として、物資、配達先、配達希望日時が指定された配送デマンドの発生に基づき、車両・ドローンの運行スケジュールを設定し、車両・ドローンの移動経路を自動計算する仕組みを開発し、シミュレーション評価により、既存技術に比べて計算時間の短縮の観点で優れており、リアルタイムなオンデマンド配送に適していることを確認した。
- 研究開発項目3-a)(3) 衛星軌道予測シミュレータ
 - 2022年度の実証において確認された課題である地形による遮蔽影響や衛星間ハンドオーバー時の衛星品質の劣化に対して、ドローンの飛行情報と衛星軌道から衛星品質を予測するシミュレータを開発した。シミュレータで得られた情報から概ね衛星品質が低下するタイミングを検知できることを確認した。
- 研究開発項目3-a)(4) セルラー・衛星ハイブリッド通信アーキテクチャ検討
 - 現状サービス提供されている衛星通信の品質を測定し、得られた結果から目指すべき将来NWアーキテクチャを検討した。NW品質としては、Starlinkに優位性があるため将来的にStarlinkがドローンへ搭載可能となることを想定したNWアーキテクチャを検討、さらに先の技術革新としてセルラー端末と衛星の直接通信も考慮に入れたNWアーキテクチャも検討した。
- 研究開発項目3-a)(5) 電波伝搬システムの三次元モデル検証
 - 2-bより定義した計算コストの少ない演算法であるPGM(Planet General Model)を用いて、国内のサービスエリアを描画した。
 - ドローン飛行時に得られる通信品質情報を基に、3エリアにてシミュレーション結果と実測結果の比較から伝搬モデルの評価を行った。
- 研究開発項目3-a)(6) MECの検証
 - 点群地図をサーバーに収集するシステムとして自動運転車両内にエッジ側の端末に左の図の通りに設計し実装を行った。
 - エッジ端末から地図サーバーへの通信量を削減するため、エッジ端末で地図の差分を抽出し、更新に必要な箇所のみアップロードする仕組みを実装した。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
11 (5)	3 (0)	0 (0)	22 (10)	2 (0)	4 (2)	3 (2)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) ITS世界会議による取り組み展示 ITS 世界会議2023(中国 蘇州、2023/10/16-20)
日本パビリオンに展示ブースを確保して、本研究開発の取り組みを紹介した。



(2) 実証実験の報道発表(KDDI、アイサンテクノロジー) 2023年9月6-8,19-22日に実施した開発機能の検証を長野県塩尻市にて実施した。本実証では、自動運転車に位置測位専用の受信機を取り付けず、本プラットフォームを活用することで、モビリティが持つ本来の測位方式(自動運転車:SLAM方式、ドローン:PPP-RTK方式)をそのまま使用できることを確認した。

5. 今後の研究開発計画

プラットフォーム追加では、各モビリティプラットフォームの機能セットの有無や、プラットフォーム導入後の機能追加を含む汎用的な設計を行う。統合配送経路計算では、モビリティ・デマンドの多い環境でのシミュレーションにより提案された考案手法の効果を定量的に評価する。衛星軌道予測シミュレータの機能を強化し、通信品質の劣化を避けた飛行プランの策定を支援ができるようにする。Iridium Certus等を搭載した映像伝送可能な衛星搭載ドローンを設計し、上空モバイル通信エリアマップの開発を行う。2023年度のシミュレーション検証を実証実験に反映させ、実用化に向けた問題点を洗い出し、システム改善を目指す。また、3Dモデルと他モビリティデータの取り込み機能を実装し、他プラットフォームとの連携を確立する。2024年度にはこれらの開発項目を実証実験し、ドローン経路計算、Iridium Certus等を搭載した衛星映像伝送実証、上空モバイル通信エリアマップシステムの実証実験を行う。