

ReAMoプロジェクト シンポジウム

実施者名:KDDIコンソーシアム

研究開発項目①(4)

ドローンの1対多運航を実現する機体・システムの要素技術開発 複数ドローンの同時運航実現に向けた運用要件の策定および 運航管理システムの開発

2024年5月10日



1.事業概要説明



研究開発項目①(4)ドローンの1対多運航を実現する機体・システムの要素技術開発 複数ドローンの同時運航実現に向けた運用要件の策定及び運航管理システムの策定

背景と目的

ドローン運用の更なる省力化・効率化を進めるためには、1人の操縦者が複数の機体を運用する1対多運航の実現が不可欠であり、ドローンの本格的な社会実装、ビジネス化を実現するためのキーファクタとなる。

課題

- 1 対多運航を実現するための技術・運用 方法が明確化されていない。
- 1 対多運航に係る<u>リスクおよびリスク低減のた</u> めの要件が定められていない
- 様々なユースケース・エリア・運用条件 1対多運航を実現していく必要がある。
- 1 対多運航で<u>許可承認を取得した事例</u>が現 状限られている。

本助成事業の目的

- 技術開発(飛行制御、安全管理)
- 運用方法の整備(ガイドライン化)
- リスクそのものを明確化
- リスク低減要件(技術要件、運用要件)の 明確化
- 複数のユースケースへの対応
- 「複数操縦者対複数機ドローン」の対応
- 1エリア〜複数エリアへの対応

実証試験を通じ、様々な1対多運航の<u>飛行事</u> 例(=許可・承認事例)を積み重ねる

事業概要

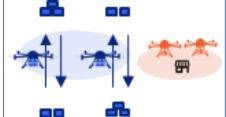


本事業では3か年で1対多運航を前提とした物流および警備の飛行実証を実施

3か年での事業展開(イメージ)

2022年度

同一空域における 2機同時運航



2023年度

同一空域における 多数機運航



2024年度

複数空域における多数機運航

警備実証

目指すべき運用 目標 (CONOPS:

Concept of Operations)

操縦士1人が 2機体同時運航による 巡回/侵入警備 1対多 (運航者数 <機体数) による警備

複数:複数 (運航者数<機体数) かつ複数空域による運航

物流実証

操縦士1人が 2機体同時運航による 離島間の物流配送 1対多 (運航者数 <機体数) による物流



研究開発項目①(4)ドローンの1対多運航を実現する機体・システムの要素技術開発 複数ドローンの同時運航実現に向けた運用要件の策定及び運航管理システムの策定

事業内容

①1対多運航のシステム要件及びオペレーション要件の検討

諸外国制度を参考にConOps*1 策定を実施。また1対多運航を前提としたシステム/オペレーション要件並びに適合性証明手法を策定。

②1対多運航に対応した運航管理システム開発

KDDIが開発するスマートドローンプラットフォームをベースに、1対多運航に必要な運航管理システムを構築。

③飛行実証に向けた許可承認の取得

ドローンメーカーと連携し、カテゴリーⅡ*2 想定の機体認証/操縦者技能証明を取得。

④複数空域における複数機同時飛行を想定した飛行実証

物流/警備ユースケースにて複数機同時飛行実証を実施。

⑤1対多運航の事業性検証

適合性証明手法導入・維持含めた1対多運航の事業性検証を実施

⑥成果取りまとめ

研究開発項目①(3)ドローンの1対多運航を実現する適合性証明手法の開発と連携した成果取り纏め

実施体制

KDDI株式会社、日本航空株式会社

達成目標

最終目標(2024年度)

・カテゴリー II 飛行での複数操縦者対複数機運航、 複数空域の運航を実証。



- *1 Concept Of Operationの略。運用概念を示すもの。
- *2 飛行リスク別に区別したカテゴリーのうち、「特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じたうえで行う飛行」に該当するカテゴリー

(参考) 実施体制



本事業を通じて、KDDIと日本航空の両社の強みをかけ合わせることで、ドローンの1対多運航を実現するために必要な機体・システム・運用要件等を確立し、1対多運航の飛行の実証を重ね、国内におけるドローンの社会実装をより一層推し進めていくことを目指す。

Tomorrow, Together





強み

ドローンの運航管理システムや通信に関する 技術開発力、実証実績

航空運送事業により培われた 航空安全、オペレーションノウハウ

主な役割

- ・システム要件の検討 ・運航管理システム開発
- ・警備ユースケース実証及び事業化検討
- ・オペレーション要件、適合性証明手法検討・適合性証明技術の開発
 - ・物流ユースケース実証及び事業化検討



2.昨年度(2023年度)の取組内容と成果

2023年度の成果

1対多運航におけるオペレーション検討、システム開発、航空局からの許可承認取得、及び実ユースケースでの実証を実施した

オペレーション・システム要件策定 1対多運航におけるオペレーション・システム要件をドキュメント(ConOps)として整理



ユースケース実証

のための機体開発・改修を完了



物流※・警備のユースケースでの 遠隔1対多運航の実証を実施 (※物流はプレ実証実施済み。2024年5月本実証予定)

- *1 プロポーショナルシステム
- *2 カテゴリー II のうち、一定の条件を満たせば、補助者の配置や看板の配置等などの追加の立入管理措置を撤廃することができる。 従来のレベル3の規制緩和

①1対多運航のシステム要件及びオペレーション要件の検討

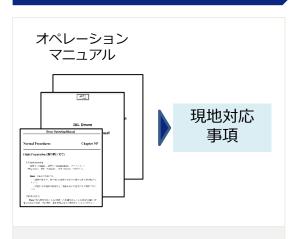


成果

現地にスキル人材を必要としない体制のために必要な要求及びリスク評価に基づく要求 を洗い出し、優先度を設定したうえで、システム要件及びオペレーション要件を策定した。

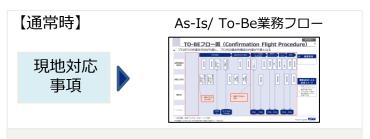
現地にスキル人材を必要としない体制での1対多運航実現に向けた検討フロー

現地対応事項洗い出し



現状のオペレーションマニュアルに おいて現地で対応しているプロシー ジャ整理

代替手段の検討/開発機能の整理

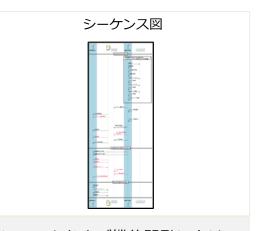


現地での対応事項に対してシステムおよび機体 での代替を検討し、業務フローを整理



各項目に対する対応方針をフェールセーフシー ケンスとして整理し、必要機能を整理

システム/機体開発に向けた要件整理



システムおよび機体開発に向けて 詳細内容を整理

②1対多運航に対応した運航管理システム開発



成果

システム要件検討結果に基づき、ルート健全性確認機能、多数機対応画面改修、機体の健全性確認機能等を備えた運航管理システムを開発した。

開発機能と画面イメージの一例

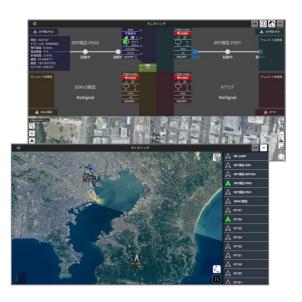
ルート健全性確認機能

■ルート設定時にルートの健全性確認を多角的に評価する機能を開発し、1対多運航に向けた安全性向上を図る



多数機対応画面改修

■1対多運航に向け4機以上の 同時監視画面を開発し、多数 機対応での安全性向上を図る



機体の健全性確認機能

■機体の健全性および周辺環境の確認機能を開発し、遠隔 運航におけるリスクの低減を図る



③許可承認の取得・飛行実証内容概要-物流



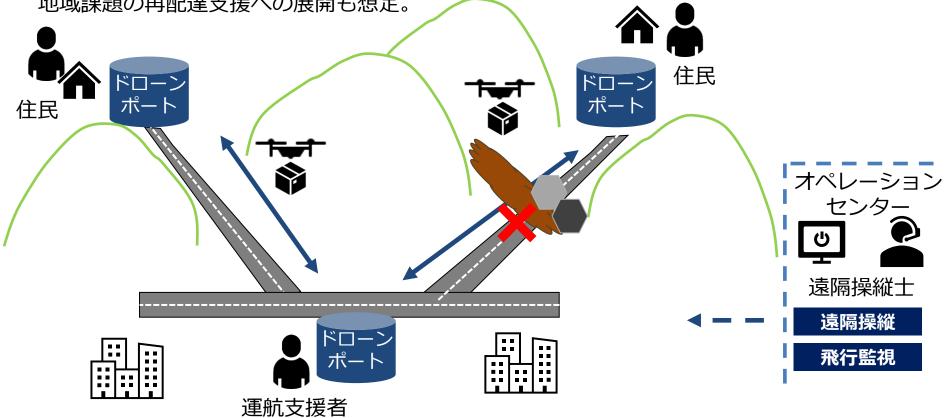
物流領域では山間部における平時/有事のドローン物資輸送を想定。

平時物資輸送

・幹線道路からの分岐道路1本を唯一のアクセス手段とする、中山間集落への物資輸送や日用品のお買い物支援。 地域課題の再配達支援への展開も想定。

有事対応(輸送・撮影)

- 災害時(土砂崩れ等)の被害把握
- 災害時の救援物資輸送



③許可承認の取得・飛行実証内容概要 - 物流



埼玉県秩父市吉田地区において山間部の物資輸送をユースケースとして 1人の遠隔操縦士が3機体の同時運航を実施。

物流実証全体概要

【飛行ルート概要】



出所: Google Map

○ = 道路横断部分

- ・龍勢会館一室松集会所 ⇒県道284号
- ・吉田総合支所一室松集会所 ⇒県道37号

■ ユースケース

山間部における物資輸送

■飛行ルート

- ① 秩父市吉田総合支所~阿熊集落
- ② 道の駅 龍勢会館~阿熊集落

飛行時間

①②ともに 10分程度

■ 機体

PD6B(PRODRONE社製)

申請内容

カテゴリー Ⅱ レベル3.5 目視外飛行ほか

■ 運航体制

遠隔操縦士は飛行制御システムを活用し、遠隔 から複数機の機体の運航状況・気象状況を把握。 基本的には、現地では特別なスキルを必要としな い運航体制を想定する。

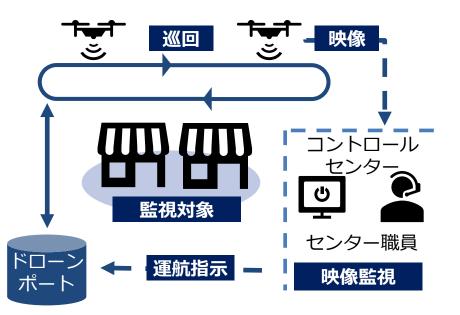
④複数機同時飛行を想定した飛行実証 - 警備



警備領域では巡回・侵入の2ユースケースを想定

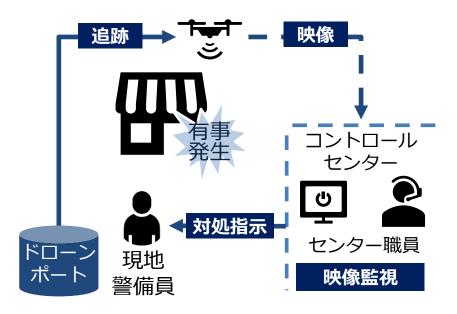
巡回警備

監視対象周辺をドローンが既定の飛行 ルートに則り運航することで不審者等 の有無を監視



侵入警備

- 施設のセンサーが不審者や車両の侵入 を発見した場合に機体を運航
- ・ドローンが上空から追跡、接近し画像等の情報を収集
- ・ドローンは情報をコントロールセンターへ送信し、早期対応に活用



④複数機同時飛行を想定した飛行実証 - 警備

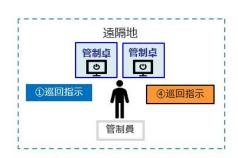


コードベースキミツにて1人の遠隔操縦士が2機体を同時に操縦する警備実証を実施

警備実証全体概要

<飛行シナリオ> ※Google MAPより引用





<シナリオ詳細>

- ①ドローンαに巡回開始指示
- → ②離陸
- → ③巡回ルート飛行
- → ④ドローン B に巡回開始指示
- → ⑤離陸
- → ⑥巡回ルート飛行
- → ⑦ β が不審者検知·操作介入し追跡
- → ⑧ α が巡回終了し自動帰還
- → ⑨ β に操作介入し帰還

ユースケース

複数ドローンによる巡回・侵入警備

飛行ルート

コードベースキミツ

飛行時間

最大約7分

機体

セコムドローン

申請内容

申請要件なし

運航体制

遠隔操縦士は飛行制御システムを活用し、遠隔から2機体の運航状況並びに不審者の監視等を実施

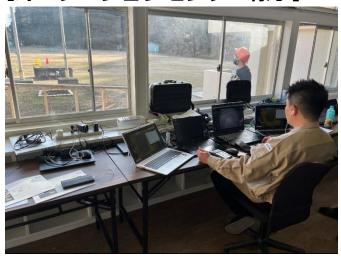
※他複数ルート・飛行パターンにて実証実施

4 複数機同時飛行を想定した飛行実証 - 警備



当日はNEDOご担当者様参加の上、コードベースキミツにて運航実証を実施。

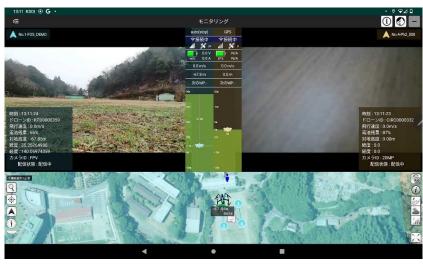
【オペレーションセンター様子】



【デモ内容説明】



【遠隔運航画面(イメージ)】



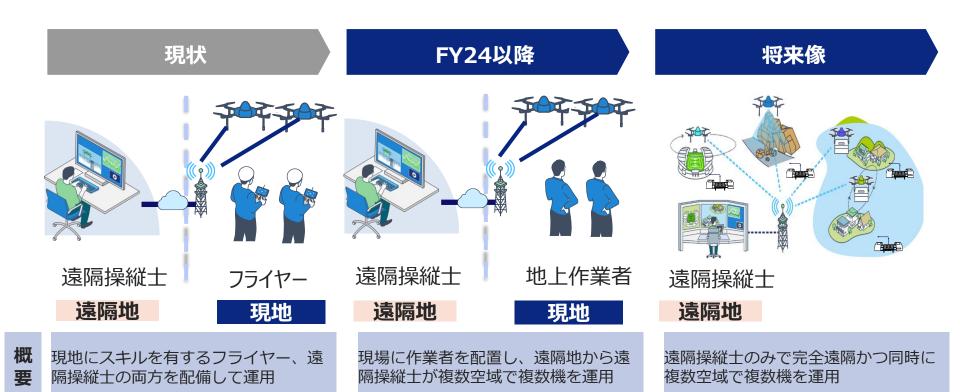


3.2024年度の取り組み

2024年度の方針



将来を見据えた技術開発は継続しつつ、2023年度までの成果を活用し、直近での事業化を念頭に置いた実ユースケースでの実証(物流、警備)を行う



課題

スキル人材の現地配備で安全担保しており、**コスト面等からビジネス成立が** 困難

機体/システムにて高いレベルの安全担保の仕組みが必要 組織全体として安全を維持するための仕組みが必要

2024年度の方針(開発)

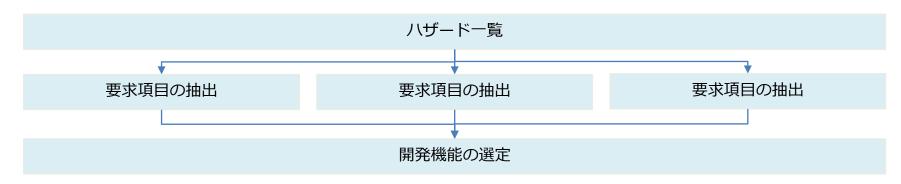


2024年度目標

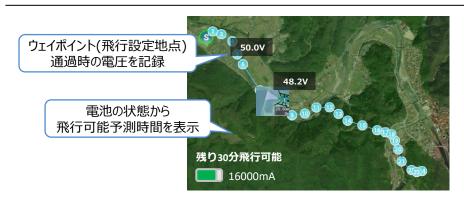
HHM法*¹によるリスク評価を各ステージ毎に再実施し、開発すべき機能を特定する。 特定した機能に基づき、運航管理システム開発/機体開発を実施する。

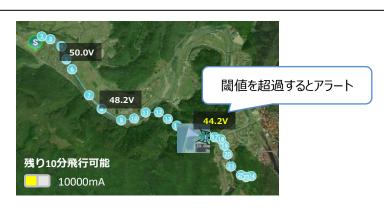
Ph1) 立入管理措置を講じた上で行う (Ph 特定飛行を目的とした機体での1:N (現地スキル人材あり)

(Ph2) 立入管理措置を講じた上で行う 特定飛行を目的とした機体での1:N (現地スキル人材なし) Ph3 立入管理措置を講ずることなく 行う特定飛行の1:N (現地スキル人材なし)



(例) 2024年度の開発着手候補の機能





*1HHM法:リスク特定をする手法の一つ。複数の要素からなるシナリオを抜けもれなく列挙し、リスクマトリックスによる評価を行う。 この評価の結果、ハイリスクと特定したシナリオに対する低減策の洗い出しに活用した。 2023年度の活用結果から、ドローン運航に対する有効性を認めたため、2024年も継続して活用する。

ご清聴ありがとうございました。

Appendix

2024年度の方針(開発)



1対多運航実現に向けたリスク低減のための検討フロー

①-1 ConOps策定 ①-2 1対多運航におけるシステム要件の検討 ②運航管理システム開発 4飛行実証 ●過去実績等から ・ハザードー覧からリスクの高いシナリオの抽出を行い、要求を分析 ●策定した要件に対してシステム •必要なシステム要求を一覧化し、各機能ごとに機能要件定義を実施 ConOpsを策定 開発を実施 システム開 ConOps 発 複数 要求抽出 業務 機能 要求 優先度 事前 空域 ①-3 適合性証明手法 ①-1 ConOps策定 /要求分 要件 -覧 設定 検証 飛行 ●HHM法等にて 析 策定 検討 発生した要求から ハザードの洗い 実証 ConOpsを更新 出し ハザードー ConOps 覧

*HHM法:リスク特定をする手法の一つ。複数の要素からなるシナリオを抜けもれなく列挙し、リスクマトリックスによる評価を行う。この評価の結果、ハイリスクと特定したシナリオに対する低減策の洗い出しに活用した。 2023年度の活用結果から、ドローン運航に対する有効性を認めたため、2024年も継続して活用する。

2024年度の方針(開発)



2023年度までに未開発の機能や、複数空域運航にあたり新たに必要な機能の中で、リスク評価による開発優先度が高く、かつ開発可能な機能を選定し、開発を実施する。

2023年度までに開発着手済みの機能/2024年度の開発着手候補の機能

2024年度開発候補 開発着手済み

プロセス	要求名	機能
プレフライト	ルート健全性確認	飛行ルートに異常な設定、制限区域、物件等が存在する場合、検知しFOSを 通じてRPICに通知する
	電波の健全性確認	飛行ルート上の電波環境を確認し、問題がある場合にはアラートを発報する
	機体の健全性確認拡張	飛行前に機体に異常が見られる場合(コンパス等)、RPICにアラートの発報を行う
	緊急時ルート健全性確認	飛行ルートに異常な設定、制限区域、物件等が存在する場合、検知しFOSを 通じてRPICに通知する
	機体のGPS/APIスイッチ変更機能	FOSによる機体スイッチ等の操作を可能とする
	モーター動作確認機能	FOSを通じて、モーター始動のコマンドを与え、機体を動作させる
インフライト	飛行可能時間情報提供拡充	バッテリー残量から残りの推定飛行時間をRPICに表示する(天候、ペイロードも可能であれば変数に考慮)
	緊急時シミュレーション	緊急操作を実施時に事前に飛行ルート等が提示(プレビュー)される
	監視HMI改善	モニタリング画面における接続機体のバッテリー状況の常時表示されるHMIに修正する
	操作画面集約	操作画面UMIの変更
	ウェイポイントバッテリー管理	各WayPointに残すべきバッテリー残量を下回った場合に検知する機能並びに 検知時にアラートを発報する
	コンパス冗長性向上	2系統のコンパスが異なる方向を示す場合にはFOSからRPICにアラートを発報する
	自律機体回避	機体側が基本的には360度センサーにより物件を感知し機体が自律的に回避を行う
	機体パラーシュート装備	機体にパラーシュートを装着し、地上リスクを最小化する