

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**

2023年3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

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安全性評価手法を策定。

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II 想定 of 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

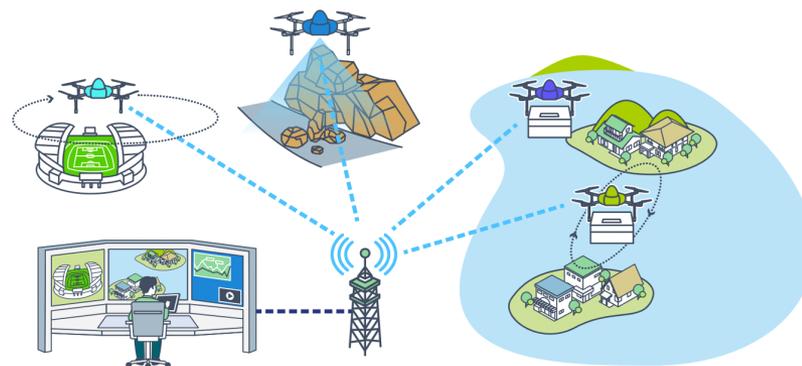
実施体制

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。



(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。

		 JAPAN AIRLINES
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	<ul style="list-style-type: none">・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	<ul style="list-style-type: none">・安全評価手法、オペレーション要件検討・安全性評価技術の開発・物流ユースケース実証及び事業化検討

(参考) 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 対多運航に係るリスクおよびリスク低減のた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・運用条件において1対多運航を実現していく必要がある。

1 対多運航で許可承認を取得した事例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対多運航の飛行事例（＝許可・承認事例）を積み重ねる

(参考) 事業概要

本事業では3か年で1対多運航を前提とした離島間物流および広域警備の飛行実証を実施

3か年での事業展開 (イメージ)

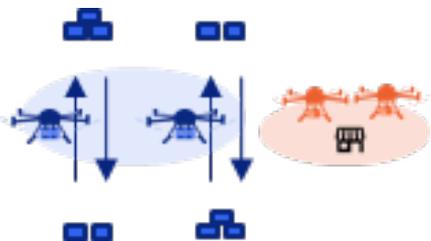
2022年度
(本日説明)

2023年度

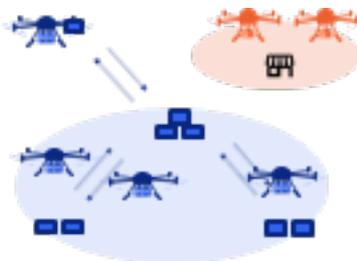
2024年度

目指すべき運用
目標
(CONOPS:
Concept of
Operations)

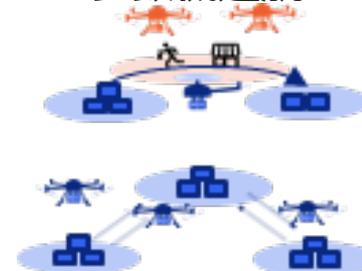
同一空域における
2機同時運航



同一空域における
多数機運航



複数空域における
多数機運航



警備実証

操縦士1人が2機体同時運航による巡回/侵入警備

1対多または複数：複数
(運航者数 < 機体数)
による警備

複数：複数 (運航者数 < 機体数) おいて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対多または複数：複数
(運航者数 < 機体数)
による物流

2.今年度(2022年度)の取組内容と成果

2022年度の取り組み内容と成果



事業内容（2022年度）	取り組み内容	本年度の成果（2022年度2月末現在）
<p>① 1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 実施内容：1対多運航時の要件定義ならびに適合性証明手法の検討 担当：KDDI/JAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> 諸外国制度・事例を参考に1対多運航に関するConOpsを策定する。 適合性証明手法に関する一部項目の検討を行う。 1対多運航のオペレーション並びにシステム要件を策定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 諸外国制度・事例を参考に1対多運航に関するConOpsを作成 ConOpsからリスク評価の実施並びにHHM法による追加のリスクシナリオの洗い出しを実施 洗い出しを行ったリスクシナリオに対し、必要なオペレーション・システム要件を策定
<p>② 1対多運航に対応した運航管理システム開発 実施内容：①の要件に準拠した運航管理システムの開発 担当：KDDI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ConOps並びにオペレーション要件をベースとしてシステム機能要件の整理を行う。 ①にて整理したシステム要件による運航管理システム開発を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> ConOps並びにオペレーション要件からシステム機能要件の妥当性を確認し実装機能明確化 システム要件を基にした運航管理システム開発
<p>③飛行実証に向けた許可承認の取得 実施内容：1対多運航実証に向けた航空局承認の取得 担当：KDDI/JAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> 現行制度上にて1対多運航の実証に必要な許可承認を航空局から取得する。 	<ul style="list-style-type: none"> レベル3の航空局承認にて実証を実施

事業内容（2022年度）	取り組み内容	本年度の成果（2022年度2月末現在）
<p>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 実施内容：1対多運航実証の実施 担当：KDDI/JAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 22年度実証計画書の策定 • 実証計画を基に以下条件の1対多運航を実証。 <ul style="list-style-type: none"> - 操縦者1対機体2 - 同一空域での運航 - 1～2ユースケース 	<ul style="list-style-type: none"> • 実証計画書策定の上、物流並びに警備の2ユースケースの実証を実施
<p>⑤1対多運航の事業性検証 実施内容： 担当：KDDI/JAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 実証ユースケースのビジネスモデル/業務フローの策定を行う • 事業性検証の結果ならびに課題の整理を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> • 実証ユースケースにおいてビジネスモデル並びに想定業務フローを策定 • 実証から出たビジネス面に関する課題を整理
<p>⑥成果取りまとめ 実施内容： 担当：KDDI/JAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 事業内容①～⑤に関する22年度の研究結果について取り纏めを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> • 実証結果から来年度に向けた課題等のとりまとめを実施

1対多運航に対応した運航管理システム開発

抽出したシステム要件の妥当性を確認の上、対応想定時期を設定。22年度はヒューマンマシーンインターフェース（以下、HMI）とエラー発報方法を改善

システム要件の妥当性確認

- HHM法にて抽出したシステム要件に対して重要度や実装難易度等を検討し、対応開始年度を設定

【妥当性検討結果】



22年度システム開発概要

- 22年度はHMI並びにエラー発報改善を実施
- HMI改善では複数期の飛行状態を確実にかつタイムリーに把握できるHMIに改善
- エラー発報改善は既存機を参考に優先度設定と発報方法を改善

【画面改修イメージ】



1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



1対多における運航要件策定、安全性評価、オペレーション/システム要件策定を実施。オペレーション要件に従い実証を行う事で1対多運航における課題抽出を予定。

運航要件策定

CONOPS



リスク評価ガイドライン内で説明されているCONOPSの説明に必要な事項を網羅する形で作成

安全性評価

リスク評価 ガイドライン



リスク評価ガイドラインの内容および作業シートに沿ってリスク評価を実施

HHM法結果



リスク評価ガイドラインに基づく対応では不十分な部分に対しHHMによるリスクシナリオ抽出及び評価を実施

オペレーション/システム要件策定

FOM Flight Operations Manual



航空局標準マニュアルおよび審査要領に記載されている要求/遵守事項を網羅する形でマニュアルを作成

実証ガイドライン



FOM/DOM/SMMに明記されていない本実証に係る細かな対応方針について明記

DRONE SMM Safety Management Manual



安全管理システムの運用に関わる具体的内容（緊急時対応の体制や内容等）を明記

システム要件検討

シナリオ	リスク	影響	発生頻度	検出可能性	回避可能性	軽減策	優先度
...

HHM法にて抽出されたリスクシナリオの内リスクレベルが高いシナリオからシステム要件を重点的に検討

DOM Drone Operations Manual



飛行前準備や飛行中のプロシージャ等について明記

奄美実証

オペレーション レポート

項目	内容
日時	...
機体	...
操縦者	...
目的地	...
飛行時間	...
燃料消費	...
その他	...

オペレーション時の気付きをレポートの形でデータ収集し、次回以降の対応方針に反映

事故及び重大 インシデントの報告



国から求められている事故及び重大インシデントの内容についてはDIPS及び報告書の形で報告

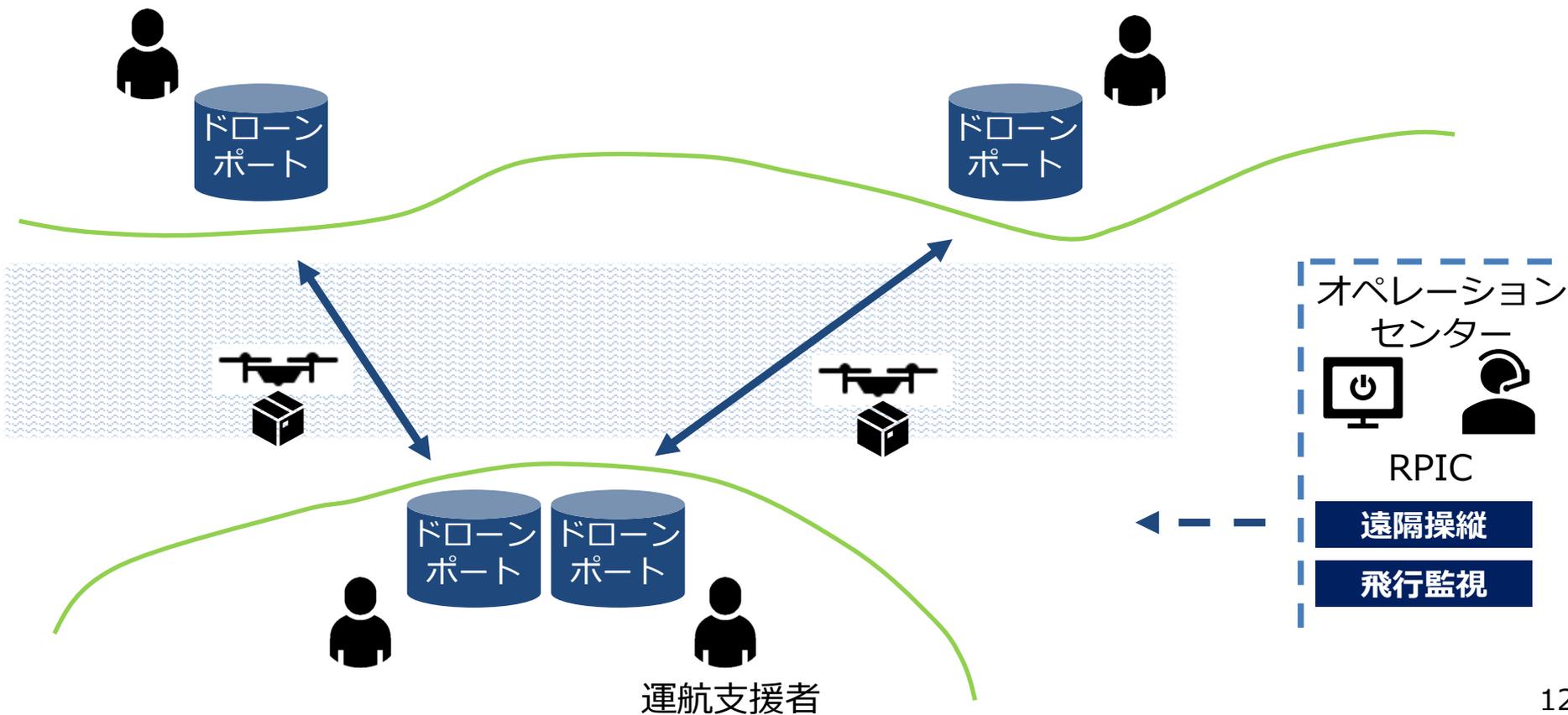
物流領域では二次離島間における平時/有事のドローン物資輸送を想定。

平時物資輸送

- ・フェリー欠航時の本島⇔二次離島間の輸送補完や日用品のお買い物支援等を想定

有事物資輸送

- ・災害時の救援物資輸送を想定
- ・本島に保管されている備蓄物をドローンで迅速に二次離島へ輸送



鹿児島県大島郡瀬戸内町において離島間の物資輸送をユースケースとして1人遠隔操縦士が2機体同時運航を実施。

物流実証全体概要

【飛行ルート概要】



【オペレーションセンター位置関係】



出所：Google map

■ ユースケース

離島間における物資輸送

■ 飛行ルート

古仁屋大湊緑地公園～瀬相港
古仁屋大湊緑地公園～生間港

■ 飛行時間

古仁屋-瀬相間 15分
古仁屋-生間間 10分

■ 機体

PD6B(PRODRONE社製)

■ 申請内容

レベル3目視外承認

■ 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

凡例

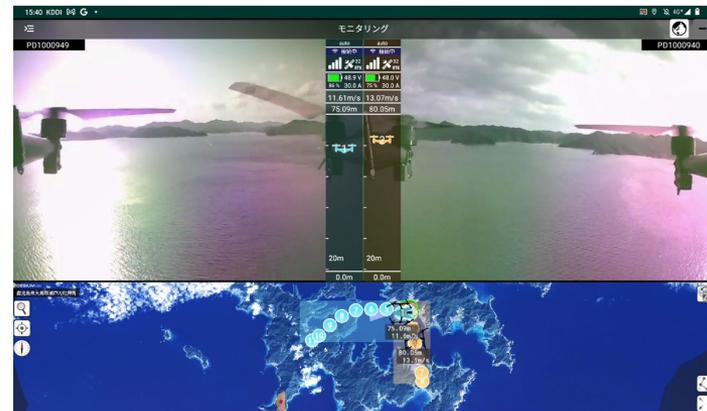
- 飛行ルート
- 離着陸場
- 歩行者等の立入管理区域
- 遠隔操縦士
- 運航支援者（手動操縦者）

奄美現地にて運航実証を実施。また実証の様子を東京側の会場に配信を行い航空局/経産省/NEDO担当者に向けて説明会を実施。

【オペレーションセンター様子】



【遠隔運航画面】



【離着陸地点】



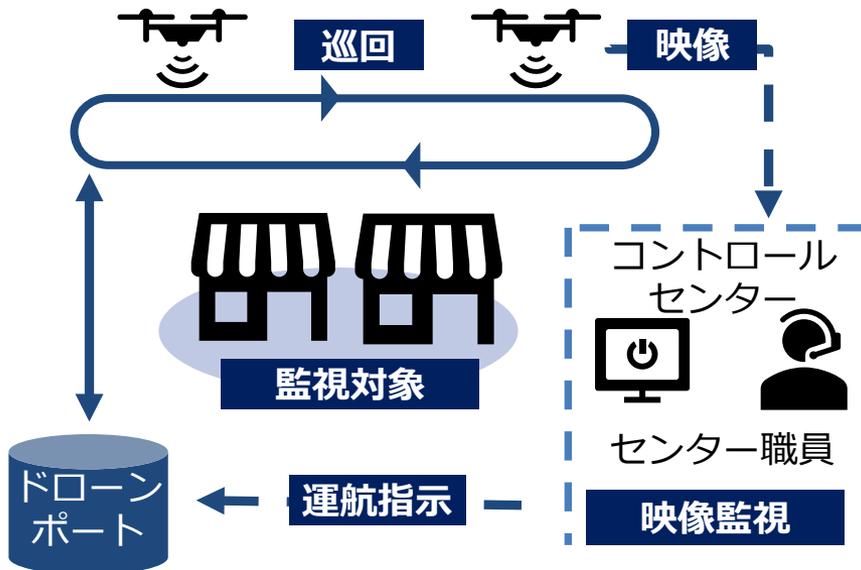
【東京側説明会】



警備領域では巡回・侵入の2ユースケースを想定

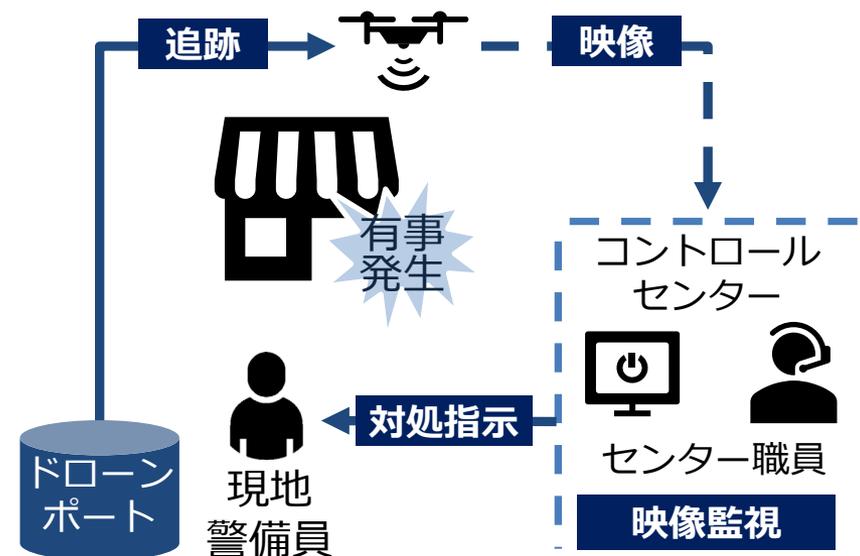
巡回警備

- ・ 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



福島ロボットテストフィールドにて1人遠隔操縦士が2機体同時運航行う警備実証を実施

警備実証全体概要

【飛行ルート概要】※

<飛行シナリオ>



※他複数ルート・飛行パターンにて実証実施

- 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
福島ロボットテストフィールド
市街地フィールド
- 飛行時間
最大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

当日はNEDOご担当者様参加の上、福島ロボットテストフィールドにて運航実証を実施。

【オペレーションセンター様子】



【遠隔運航画面】



【デモ内容説明】



実証通じて確認した課題については来年度以降も継続して実証を通じて検証

【実証課題（一部抜粋）】

	課題
ビジネス	<ul style="list-style-type: none">• 本年度は1人に対して2機体の運航を実施したがビジネス成立には更なる機体数の増加が必須• 現地にスキル有するパイロットと遠隔操縦士の両方を配備して運用しており、コスト上持続性のあるビジネス構築は困難
運航要件	<ul style="list-style-type: none">• 目視外運航におけるFPV映像を利用した機体監視など、1対多にて実施した場合、実現困難な運航要件が存在• 機体/操縦士/運航ルールのみではなく事業者として安全を担保する仕組みの設定が必要
操縦士	<ul style="list-style-type: none">• 1対多運航や自動操縦に対する操縦士の教育や訓練等の要件を定める必要がある
機体/システム	<ul style="list-style-type: none">• 運航の安全性向上の為、リスクベースによる安全性評価方法の確立並びに適合性証明手法のシステム化が必要• 1対多運航では人間により対処可能な項目が限定されるため、機体の自律性向上が必須

3. 次年度以降の取り組み

事業内容（2022年度）	次年度以降の取り組み
<p>① 1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 実施内容：1対多運航時の要件定義ならびに適合性証明手法の検討 担当：KDDI/JAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> 諸外国制度、海外事例、実証結果を参考に1対多運航に関するConOpsのブラッシュアップ 22年度実証結果を基にした1対多運航のオペレーション、システム要件のブラッシュアップ 研究開発項目①(3)と連携した適合性証明手法の検討
<p>② 1対多運航に対応した運航管理システム開発 実施内容：①の要件に準拠した運航管理システムの開発 担当：KDDI</p>	<ul style="list-style-type: none"> 策定したシステム要件並びに22年度実証結果を反映した運航管理システムの開発
<p>③ 飛行実証に向けた許可承認の取得 実施内容：1対多運航実証に向けた航空局承認の取得 担当：KDDI/JAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> 現行制度上にて1対多運航の実証に必要な許可承認の取得
<p>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 実施内容：1対多運航実証の実施 担当：KDDI/JAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> 23年度実証計画書の策定 実証計画を基に以下条件の1対多運航を実証。 <ul style="list-style-type: none"> - 1対多または複数：複数（運航者数<機体数） - 2ユースケース（物流/警備）
<p>⑤ 1対多運航の事業性検証 実施内容： 担当：KDDI/JAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実証ユースケースの事業性検証（売上算定/導入費・運用費の試算）
<p>⑥ 成果取りまとめ 実施内容： 担当：KDDI/JAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> 事業内容①～⑤に関する23年度の研究結果について取り纏め・報告

次年度の取り組み

現状のドローン運航は現地にフライヤーやオペレータ双方を配備し、運用することが前提だが、来年度は機体/システムの改善により、遠隔操縦の手法を確立しながら1対多実現を目指す。

