

ReAMo 研究開発項目①性能評価手法の開発

(3)ドローンの1対多運航を実現する適合性評価手法の開発

多数機同時運航 国内事例集

PwC コンサルティング合同会社

2025年3月31日

目次

1. 多数機同時運航事例紹介.....	4
1.1 ReAMo 2022 年度 日本航空事例 (1 対 2)	6
1.1.1. 事例概要	6
1.1.2. 必要書類とその記載内容.....	9
1.1.3. 申請添付書類とその記載内容.....	9
1.1.4. 航空局との調整事項	9
1.1.5. 航空局申請外の情報	9
1.2 ReAMo 2023 年度 楽天グループ事例 (1 対 3)	10
1.2.1 事例概要	10
1.2.2 必要書類とその記載内容.....	11
1.2.3 申請添付書類とその記載内容.....	15
1.2.4 航空局との調整事項	20
1.2.5 航空局申請外の情報	20
1.3 ReAMo 2023 年度 KDDI 事例 (1 対 2)	24
1.3.1 事例概要	24
1.3.2 必要書類とその記載内容.....	25
1.3.3 申請添付書類とその記載内容.....	25
1.3.4 航空局との調整事項	25
1.3.5 航空局申請外の情報	25
1.4 ReAMo 2023 年度 日本航空事例 (1 対 3)	28
1.4.1 事例概要	28
1.4.2 必要書類とその記載内容.....	29
1.4.3 申請添付書類とその記載内容.....	29
1.4.4 航空局との調整事項	29
1.4.5 航空局申請外の情報	29
1.5 ReAMo 2023 年度 イームズロボティクス事例 (1 対 3、1 対 5)	30
1.5.1 事例概要	30
1.5.2 必要書類とその記載内容.....	31
1.5.3 申請添付書類とその記載内容.....	31
1.5.4 航空局との調整事項	31
1.5.5 航空局申請外の情報	31
1.6 ReAMo 2024 年度 日本航空事例 (1 対 5)	33
1.6.1 事例概要	33
1.6.2 必要書類とその記載内容.....	35

1.6.3	申請添付書類とその記載内容.....	39
1.6.4	航空局との調整事項.....	43
1.6.5	航空局申請外の情報.....	43
1.7	ReAMo 2024 年度 KDDI 事例 (1 対 3)	44
1.7.1	事例概要.....	44
1.7.2	必要書類とその記載内容.....	45
1.7.3	申請添付書類とその記載内容.....	45
1.7.4	航空局との調整事項.....	45
1.7.5	航空局申請外の情報.....	45
1.8	ReAMo 2024 年度 イームズロボティクス事例 (1 対 3)	46
1.8.1	事例概要.....	46
1.8.2	必要書類とその記載内容.....	47
1.8.3	申請添付書類とその記載内容.....	47
1.8.4	航空局との調整事項.....	47
1.8.5	航空局申請外の情報.....	47
1.9	そらいいな事例 (1 対 4)	48
1.9.1	事例概要.....	48
1.9.2	必要書類とその記載内容.....	52
1.9.3	申請添付書類とその記載内容.....	52
1.9.4	航空局との調整事項.....	52
1.9.5	航空局申請外の情報.....	52
1.10	NTT データ事例 (1 対 2)	53
1.10.1	事例概要.....	53
1.10.2	必要書類とその記載内容.....	55
1.10.3	申請添付書類とその記載内容.....	55
1.10.4	航空局との調整事項.....	55
1.10.5	航空局申請外の情報.....	55
1.11	SORABOT 事例 (1 対 2)	56
1.11.1	事例概要.....	56
1.11.2	必要書類とその記載内容.....	59
1.11.3	申請添付書類とその記載内容.....	59
1.11.4	航空局との調整事項.....	59
1.11.5	航空局申請外の情報.....	59
1.12	KDDI 事例 (1 対 2)	60
1.12.1	事例概要.....	60
1.12.2	必要書類とその記載内容.....	61

1.12.3	申請添付書類とその記載内容.....	61
1.12.4	航空局との調整事項	61
1.12.5	航空局申請外の情報	61
1.13	NEXT DELIVERY 事例（1 対 2）	62
1.13.1	事例概要	62
1.13.2	必要書類とその記載内容.....	63
1.13.3	申請添付書類とその記載内容.....	63
1.13.4	航空局との調整事項	63
1.13.5	航空局申請外の情報	63
1.14	NEXT DELIVERY 事例（2 対 5）	64
1.14.1	事例概要	64
1.14.2	必要書類とその記載内容.....	65
1.14.3	申請添付書類とその記載内容.....	65
1.14.4	航空局との調整事項	65
1.14.5	航空局申請外の情報	66
2.	事例から見る考察.....	67

1. 多数機同時運航事例紹介

この章では多数機同時運航の各社事例について、各社から提供及び公開許諾を受けた書類等について掲載する。章内では、事業者が申請に臨むにあたり必要な情報を網羅的に洗い出すことを意図し、以下の5つの項目について順に説明を行う。

- ① 各社事例の概要
- ② 各社の航空局申請書類とその記載内容
- ③ 各社の申請添付書類とその記載内容
- ④ 各社の航空局との調整内容
- ⑤ 各社の航空局申請外の内容

上記内容により、後続の申請者は申請に必須の書類とその記載内容、申請内容に応じて追加的に必要となる可能性のある書類と記載内容、その他考えられる航空局との調整、それ以外の対応事項等について網羅的に理解できる。

本事例集は ReAMo プロジェクト研究開発項目①(4)事業者の実施内容を中心に、ReAMo 事業外の国内事業者の実施内容についても扱っている。ReAMo プロジェクト研究開発項目①(4)事業者の実証については、2023 年度、2024 年度ともにカテゴリⅡ飛行で実施された。比較的低リスクである運航に分類されるが、本事例集の焦点も同様である。

現行の制度下では、多数機同時運航に特有な要件については課されておらず、各事業者においては目視外要件と同等の要件で多数機同時運航を実現している。一部事業者においては、多数機同時運航の実施に際し、リスクの検討や対策を含めた周到な準備、実施、評価、改善を行うことで安全な運航に努めている。

取り扱う各事例について下記に一覧で示す。

表 2-1. 多数機同時運航事例一覧 (2024 年度)

事例名	飛行場所	ユースケース	パイロット:機体比率
ReAMo 2022 年度日本航空事例	鹿児島県大島郡瀬戸内町	物流	1:2
ReAMo 2023 年度楽天グループ事例	福島ロボットテストフィールド	物流	1:3
ReAMo 2023 年度 KDDI 事例	千葉県君津市	警備	1:2
ReAMo 2023 年度日本航空事例	埼玉県秩父市吉田地区エリア	物流	1:2
ReAMo 2023 年度 イームズロボティクス事例	福島ロボットテストフィールド	物流	1:3、1:5
ReAMo 2024 年度日本航空事例	北海道新十津川、千葉県浦安、埼玉県秩父、鹿児島県奄美	物流	1:5
ReAMo 2024 年度 KDDI 事例	栃木県サイト A、茨城県サイト B、茨城県サイト C	警備	1:3
ReAMo 2024 年度 イームズロボティクス事例	福島ロボットテストフィールド	物流	1:3
そらいいな事例	五島列島	物流	1:4
NTT データ事例	北海道石狩川・千歳川	点検・巡視	1:2
SORABOT 事例	東京都荒川下流事務所周辺	河川巡視	1:2
KDDI 事例	東京都西多摩郡	物流	1:2
NEXT DELIVERY 事例	北海道上土幌町	物流	1:2
NEXT DELIVERY 事例	小菅村、上土幌町、敦賀市、阿賀町、日高川町、境町、川根本町、新十津川町のうち 5 拠点 (配送依頼に応じて都度調整)	物流	2:5

1.1 ReAMo 2022 年度 日本航空事例（1対2）

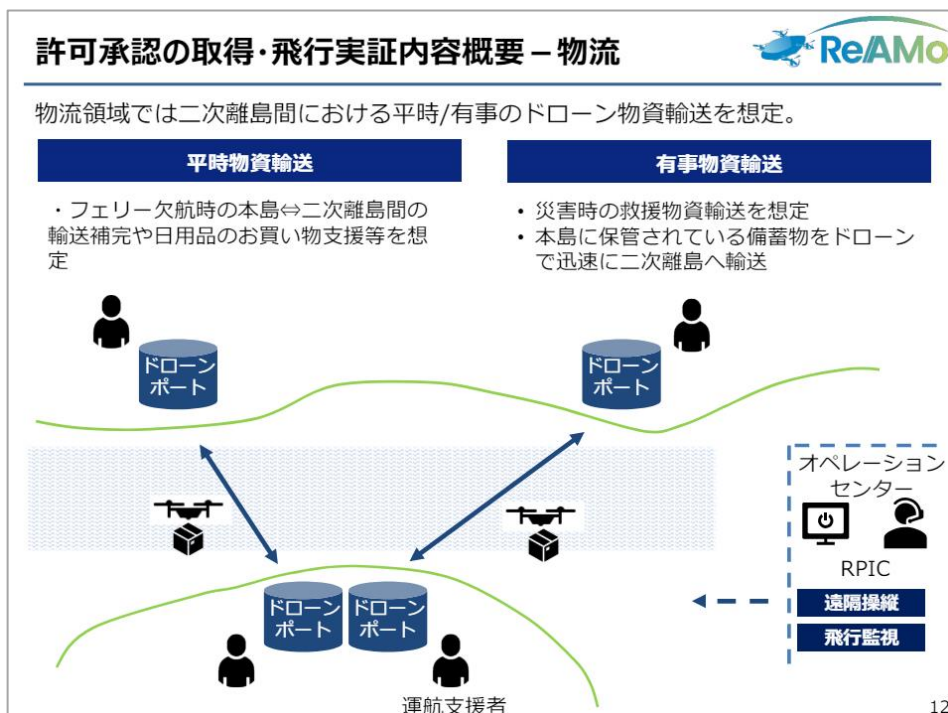
この節では 2022 年度に実施された日本航空による多数機同時運航事例を説明する。

1.1.1. 事例概要

日本航空では、鹿児島県大島郡瀬戸内町にて 1 対 2 の実証を行い、開発したシステム及びオペレーションの有効性の確認と課題の洗い出しを実施した。二次離島間における平時および有事のドローン物資輸送を想定している。

表 1-1-1-1.日本航空による実証の概要

申請区分	● カテゴリーⅡ（目視外飛行）
飛行場所	● 古仁屋大湊緑地公園～瀬相港 ● 古仁屋大湊緑地公園～生間港
飛行頻度・合計飛行回数	● 飛行回数：1 回 ● 飛行時間：古仁屋-瀬相間 15 分 古仁屋-生間間 10 分
実施時期	● 2023 年 2 月
補助者の配置	● 離着陸地点付近に各 1 名
操縦者機体の比率	● 1 対 2



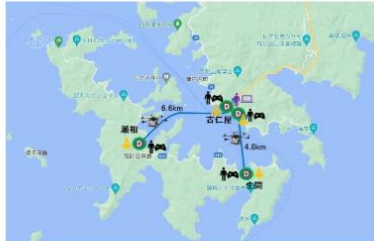
許可承認の取得・飛行実証内容概要 – 物流



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



13

図 1-1-1-1. 日本航空物流実証イメージ

日本航空の多数機同時運航の事例では、個々の運航に対して公益財団法人福島イノベーション・コースト構想推進機構発行の「安全確保措置検討のための無人航空機の運航リスク評価ガイドライン」を利用し、リスク評価を行っている。また運航システムの設計時には Hierarchical Holographic Modeling method (HHM 法) を用いたリスク評価を試行中である。

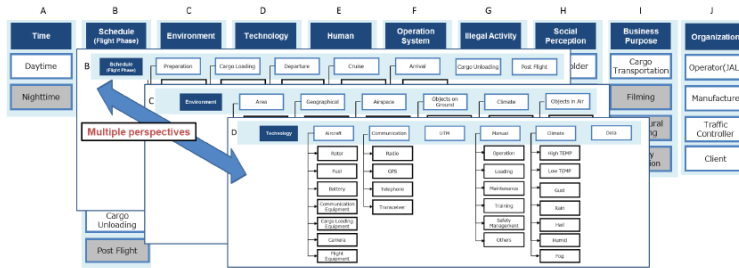
HHM法はリスクを包括的に洗い出し、致命的なリスクシナリオに対処するための2つのステップからなる。それぞれ、ハザードの特定とリスク分析・評価であり、リスク分析・評価はさらに4つのステップに細分化できる。まず、ハザードの特定ではドローンでの貨物輸送を、階層を持つシステムの集合体としてとらえ、リスクシナリオを包括的に洗い出す作業を行う。その後、リスク分析・評価ステップではシナリオのフィルタリングや各種の評価を行い、それぞれのリスクに対してスコア付け、ランキングの作成を行っていく。抽出されたリスクのうち、致命的なものには対策を実施する。これらのリスク分析手法を多数機同時運航システムの基礎的な設計に応用することを試行し、一定程度の効果を見込んでいる。

方法

ハザードの特定 HHM

Hierarchical Holographic Modeling Method (Haimes 2002)

ドローン貨物輸送事業を階層を持つシステムの集合体として捉え、発生する可能性がある事象（リスクシナリオ）を包括的に洗い出す



Data Gathering

- 過去の事故データ
- 各領域のエキスパートへのインタビュー・ディスカッション・アンケート
- ビジネスモデル

シナリオ特定のための質問

- Q. どのような不具合が起こる?
- Q. 計画通り、目的達成となるために必要な条件は? (それが揃わないとき)

Hazard Identification Process

1. 全体システムを様々な視点で捉え、それらの視点を組み合わせた全体モデルを作る
2. 視点を構成する要素に分解し、各要素が生み出すリスクシナリオ(不安全事象)を抽出する
3. さらに各要素間で生じるリスクシナリオを抽出する

図 1-1-1-2. HHM 法における階層構造を用いたシナリオ洗い出しの概要

方法

Risk Analysis and Evaluation

Risk Filtering, Ranking and Mangement (Haimes,2002)

Likelihood	Consequence				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Severe
Almost Certain	Medium	High	High	Extreme	Extreme
Likely	Medium	Medium	High	Extreme	Extreme
Possible	Medium	Medium	High	High	Extreme
Unlikely	Low	Medium	Medium	High	High
Rare	Low	Low	Medium	High	High

Methodology of RFRM for UAS Cargo Transportation

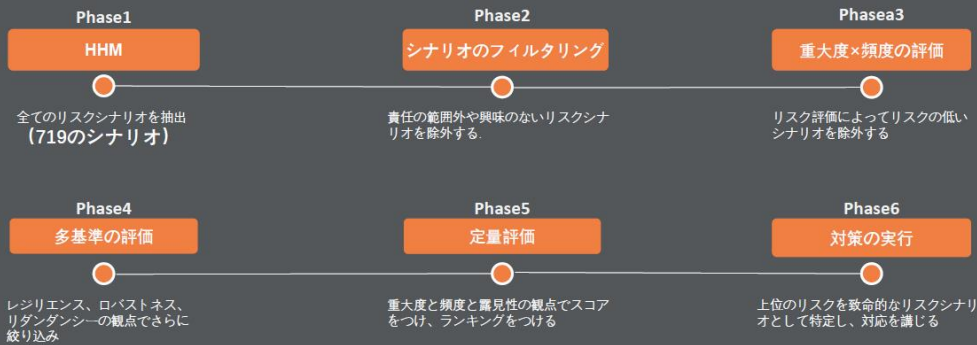


図 1-1-1-3. HHM法の概要 (6 ステップ)

1.2 ReAMo 2023 年度 楽天グループ事例（1 対 3）

この節では 2023 年度に実施された楽天グループの多数機同時運航事例について説明する。

1.2.1 事例概要

2023 年度実証は、福島ロボットテストフィールドにて 1 対 3 の飛行実証を行い、物流ユースケースにおける遠隔からの 3 機体同時飛行について検証を行った（図 1-2-1-1）。楽天グループが航空局に申請した概要について、下記に示す。

表 1-2-1-1.楽天グループによる実証の概要

申請区分	● カテゴリー II
飛行場所	● ドローン拠点側：福島県（福島ロボットテストフィールド） ● 遠隔運用側：東京都（銀座の貸会議室）
飛行頻度・合計飛行回数	● 実証での飛行回数 1 回/日 （実証前に数日間飛行テスト予定）
実施時期	● 2024 年 1 月
補助者の配置	● 補助者あり（プロポ保持 3 名） ※予期しない異常時に備えて補助者を配置
操縦者機体の比率	● 1 対 3



図 1-2-1-1. 楽天グループ 2023 年度実証概念図

1.2.2 必要書類とその記載内容

この項では多数機同時運航を実施するにあたり、航空局への提出が必要である必要申請書類について、楽天グループから提出された様式1（無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書）、様式2（無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書）、様式3（無人航空機を飛行させる者に関する飛行経歴・知識・能力確認書）の実際の資料に基づいて掲載する。

掲載にあたって、楽天グループから様式1、2、3の公開の許諾をいただいた。ただし、個人情報に関わる内容については伏せている。

< (様式1) 無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書 (カテゴリーII飛行) >

(様式1) 2023年 11月 20日

無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書 (カテゴリーII飛行)

□新規 □更新^{※1} ■変更^{※2}

東京航空局長 殿

氏名又は名称 [REDACTED]

及び住所 (連絡先) [REDACTED]

航空法(昭和27年法律第231号)第132条の85第2項及び第4項第2号の規定による許可及び同法第132条の86第3項及び第5項第2号の規定による承認を受けたいので、下記のとおり申請します。

飛行の目的	<input type="checkbox"/> 空撮 <input type="checkbox"/> 報道取材 <input type="checkbox"/> 警備 <input type="checkbox"/> 農林水産業 <input type="checkbox"/> 測量 <input type="checkbox"/> 環境調査 <input type="checkbox"/> 設備メンテナンス <input type="checkbox"/> インフラ点検・保守 <input type="checkbox"/> 資材管理 ■輸送・宅配 <input type="checkbox"/> 自然観測 <input type="checkbox"/> 事故・災害対応等
	<input type="checkbox"/> 趣味 <input type="checkbox"/> 研究開発 <input checked="" type="checkbox"/> その他 (ReAmo プロジェクトにおける1対多運航試験飛行)
立入管理措置	<input checked="" type="checkbox"/> 補助者の配置 ■立入管理区画の設定 □立入禁止区画の設定 <input type="checkbox"/> その他 ()
飛行の日時 ^{※3}	期間: 令和5年12月1日 ~ 令和6年2月29日
飛行の経路 ^{※4} (飛行の場所)	福島ロボットテストフィールド 福島県南相馬市原町区萱浜字新赤沼83番 (詳細は別添資料1のとおり。)
飛行の高度	地表等からの高度 100m未満 海抜高度 - m
申請事項及び理由	<input type="checkbox"/> 航空機の離陸及び着陸が頻繁に実施される空港等で安全かつ円滑な航空交通の確保を図る必要があるものとして国土交通大臣が告示で定めるものの周辺の空域であって、当該空港等及びその上空の空域における航空交通の安全を確保するために必要なものとして国土交通大臣が告示で定める空域 (空港等名称) <input type="checkbox"/> 進入表面、転移表面若しくは水平表面若しくは延長進入表面、円錐表面若しくは外側水平表面の上空の空域又は航空機の離陸及び着陸の安全を確保するために必要なものとして国土交通大臣が告示で定める空域 (空港等名称)

	<input type="checkbox"/> 国土交通省、防衛省、警察庁、都道府県警察又は地方公共団体の消防機関その他の関係機関の使用する航空機のうち捜索、救助その他の緊急用務を行う航空機の飛行の安全を確保する必要があるものとして国土交通大臣が指定する空域 <input type="checkbox"/> 地表又は水面から150m以上の高さの空域 (地上又は水上の物件から30m以内の空域を除く。) <input type="checkbox"/> 人又は家屋の密集している地域の上空 【飛行禁止空域を飛行させる理由】
飛行の方法 (第132条の86関係)	<input type="checkbox"/> 夜間飛行 ■目視外飛行 <input checked="" type="checkbox"/> 人又は物件から30m以上の距離が確保できない飛行 <input type="checkbox"/> 催し場所上空の飛行 <input type="checkbox"/> 危険物の輸送 ■物件投下 【第132条の86第2項第1号から第6号までに掲げる方法によらずに飛行させる理由】 無人航空機を用いた目視外飛行 (補助者あり) による物資輸送のため。投下する物件は日用品雑貨などをいれた箱で、箱の重量は機体の運用限界を超えない5kg以下に制限します。配送先においては周辺の建物から30m以上の距離が確保できないため。
無人航空機の登録記号又は試験飛行を行う場合の届出番号	登録記号等 様式2 無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書のとおり。 <input checked="" type="checkbox"/> 別添資料のとおり。 <input type="checkbox"/> 変更申請であって、かつ、左記事項に変更がない。
無人航空機の機体認証番号又は無人航空機の機能及び性能に関する事項	機体認証番号 ^{※5} <input type="checkbox"/> 第一種 <input type="checkbox"/> 第二種 型式認証番号 ^{※5} <input type="checkbox"/> 第一種 <input type="checkbox"/> 第二種
	<input checked="" type="checkbox"/> 別添資料のとおり。 <input type="checkbox"/> 申請する飛行の内容が使用条件等指定書又は無人航空機飛行規程の範囲内であることを確認した。 ^{※5} <input type="checkbox"/> 変更申請であって、かつ、左記事項に変更がない。
無人航空機を飛行させる者の無人航空機操縦者技能証明書番号又は無人航空機の飛行経歴並びに無人航空機を飛行させるために必要な	無人航空機を飛行させる者 別添資料6のとおり。 技能証明書番号 区分 <input type="checkbox"/> 一等 <input type="checkbox"/> 二等 限 種類 定 総重量

知識及び能力に関する事項 ^{※6}	明 事項 飛行の方法 <input checked="" type="checkbox"/> 別添資料のとおり ^{※7} 。 「別添資料6 無人航空機を飛行させる者の一覧」「様式3 無人航空機を飛行させる者に関する飛行経歴・知識・能力確認書」「別添資料7 無人航空機を飛行させる者の追加基準への適合性」のとおり。 <input type="checkbox"/> 申請する飛行の内容が区分及び限定事項の範囲内であることを確認した ^{※6} 。 <input type="checkbox"/> 変更申請であって、かつ、左記事項に変更がない。
	無人航空機を飛行させる際の安全を確保するために必要な体制に関する事項 <input type="checkbox"/> 航空局標準マニュアルを使用する。 <input type="checkbox"/> 航空局ホームページ掲載されている以下の団体等が定める飛行マニュアルを使用する。 団体等名称: 飛行マニュアル名称: <input type="checkbox"/> リスク評価ガイドラインに基づき作成した飛行マニュアル (別添) を使用する。 <input checked="" type="checkbox"/> 上記以外の飛行マニュアル (別添) を使用する。 <input type="checkbox"/> 変更申請であって、かつ、左記事項に変更がない。
その他参考となる事項	【変更又は更新申請に関する現に有効な許可等の情報】 許可承認番号: 東空運航第24412号 許可承認日: 令和5年10月17日 ※許可承認書の写しを添付すること。
	【第三者賠償責任保険への加入状況及び賠償能力の有無】 <input checked="" type="checkbox"/> 加入している (■対人 ■対物) 保険会社名: [REDACTED] 商品名: [REDACTED] 補償金額: [REDACTED] <input type="checkbox"/> 加入していない → 賠償能力 <input type="checkbox"/> 有 内容 () <input type="checkbox"/> 無

< (様式2) 無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書 >

(様式2)

無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書

1. 飛行させる無人航空機に関する事項を記載すること。

登録記号等	PD6B-Type3: [REDACTED]	型式又は名称	PD6B-Type3、PD4B-Type3
製造者名	株式会社プロドローン		
総重量 ^{※1}	PD6B-Type3: 50 kg PD4B-Type3: 24.9 kg		
機体認証書番号	<input type="checkbox"/> 第一種	型式認証書番号	<input type="checkbox"/> 第一種
	<input type="checkbox"/> 第二種		<input type="checkbox"/> 第二種
□申請する飛行の内容が、使用条件等指定書の範囲内であることを確認した。		□申請する飛行の内容が、無人航空機飛行規程の範囲内であることを確認した。	

2. ホームページ掲載無人航空機の場合には、改造の有無を記載し、「改造している」場合には、改造概要及び4. の項も記載すること。^{※2}

改造の有無 : 改造していない / 改造している (→改造概要及び4. を記載)

改 造 概 要

3. 個別の機体認証無人航空機において使用条件等指定書に従わない場合又は型式認証無人航空機において無人航空機飛行規程に従わない場合には、それらに従わない具体事項及び4. の項を記載すること。

使用条件等指定書/無人航空機飛行規程に従わない具体事項

4. ホームページ掲載無人航空機に該当しない場合又はホームページ掲載無人航空機であっても改造を行っている場合に加え、機体認証無人航空機においては使用条件等指定書に従わない場合又は型式認証無人航空機においては無人航空機飛行規程に従わない場合には、次の内容を確認すること。

	確認事項	確認結果
一般	鋭利な突起物のない構造であること(構造上、必要なものを除く)。	■適 / □否
	無人航空機の位置及び向きが正確に視認できる灯火又は表示等を有していること。	■適 / □否
	無人航空機を飛行させる者が燃料又はバッテリーの状態を確認できること。	■適 / □否
遠隔操作の機体 ^{※3}	特別な操作技術又は過度な注意力を要することなく、安定した離陸及び着陸ができること。	■適 / □否/ □該当せず
	特別な操作技術又は過度な注意力を要することなく、安定した飛行(上昇、前後移動、水平方向の飛行、ホバリング(回転翼機)、下降等)ができること。	■適 / □否/ □該当せず
	緊急時に機体が暴走しないよう、操縦装置の主電源の切断又は同等な手段により、モーター又は発動機を停止できること。	■適 / □否/ □該当せず
	操縦装置は、操作の誤りのおそれができる限り少ないようにしたものであること。	■適 / □否/ □該当せず
	操縦装置により適切に無人航空機を制御できること。	■適 / □否/ □該当せず
自動操縦の機体 ^{※4}	自動操縦システムにより、安定した離陸及び着陸ができること。	■適 / □否/ □該当せず
	自動操縦システムにより、安定した飛行(上昇、前後移動、水平方向の飛行、ホバリング(回転翼機)、下降等)ができること。	■適 / □否/ □該当せず
	あらかじめ設定された飛行プログラムにかかわらず、常時、不具合発生時等において、無人航空機を飛行させる者が機体を安全に着陸させられるよう、強制的に操作介入ができる設計であること。	■適 / □否/ □該当せず

※1 申請を行う飛行形態の形態で確認すること。ただし、それが困難な場合には、最大離陸重量を記載すること。

※2 改造記録を証明する参照資料として、飛行日誌(点検・整備記録)の写しを添付することができる。

※3 遠隔操作とは、プロポ等の操縦装置を活用し、空中での上昇、ホバリング、水平飛行、下降等の操作を行うことをいう。遠隔操作を行わない場合には「該当せず」を選択すること。

※4 自動操縦とは、当該機器に組み込まれたプログラムにより自動的に操縦を行うことをいう。自動操縦を行わない場合には「該当せず」を選択すること。

< (様式3) 無人航空機を飛行させる者に関する飛行経歴・知識・能力確認書 >

(様式3)

無人航空機を飛行させる者に関する飛行経歴・知識・能力確認書

無人航空機を飛行させる者	別添資料6のとおり。				
無人航空機 操縦者 技能証明	技能証明書番号				
	区分	<input type="checkbox"/> 一等	<input type="checkbox"/> 二等		
	種類				
	総重量 ^{※1}				
	飛行の方法				
<input type="checkbox"/> 申請する飛行の内容が区分及び限定事項の範囲内であることを確認した。					

		確認事項	確認結果
飛行経歴		無人航空機の種類別に、10時間以上の飛行経歴を有すること。 ^{※2}	■ 適 / □ 否
知識		航空法関係法令に関する知識を有すること。 安全飛行に関する知識を有すること。 ・飛行ルール（飛行の禁止空域、飛行の方法） ・気象に関する知識 ・無人航空機の安全機能（フェールセーフ機能等） ・取扱説明書等に記載された日常点検項目 ・自動操縦システムを装備している場合には、当該システムの構造及び取扱説明書等に記載された日常点検項目 ・無人航空機を飛行させる際の安全を確保するために必要な体制 ・飛行形態に応じた追加基準	■ 適 / □ 否
能力	一般	飛行前に、次に掲げる確認が行えること。 ・周囲の安全確認（第三者の立入の有無、風速・風向等の気象等） ・燃料又はバッテリーの残量確認 ・通信系統及び推進系統の作動確認	■ 適 / □ 否
	遠隔操作の機体 ^{※3}	GPS等の機能を利用せず、安定した離陸及び着陸ができること。 GPS等の機能を利用せず、安定した飛行ができること。 ・上昇 ・一定位置、高度を維持したホバリング（回転翼機） ・ホバリング状態から機首の方向を90°回転（回転翼機） ・前後移動 ・水平方向の飛行（左右移動又は左右旋回） ・下降	■ 適 / □ 否
	自動操縦の機体 ^{※4}	自動操縦システムにおいて、適切に飛行経路を設定できること。 飛行中に不具合が発生した際に、無人航空機を安全に着陸させられるよう、適切に操作介入ができること。	■ 適 / □ 否

※1 総重量は最大離陸重量とする。

※2 飛行経歴を証明する資料として、飛行記録（飛行記録）の写しを添付することができる。

※3 遠隔操作とは、プロポ等の操縦装置を併用し、空中での上昇、ホバリング、水平飛行、下降等の操作を行うことをいう。遠隔操作を行わない場合には「遠隔操作の機体」の欄の確認結果について記載は不要。

※4 自動操縦とは、当該機器に組み込まれたプログラムにより自動的に操縦を行うことをいう。自動操縦を行わない場合には「自動操縦の機体」の欄の確認結果について記載は不要。

上記の確認において、基準に適合していない項目がある場合には、下記の表に代替的な安全対策等を記載し、航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全が損なわれるおそれがないことを説明すること。

項目	代替的な安全対策等及び安全が損なわれるおそれがないことの説明

記載内容が多いときは、別紙として添付すること。

1.2.3 申請添付書類とその記載内容

この項では楽天グループから航空局に提出された添付書類とその記載内容について掲載する。楽天グループからは4つの書類（飛行を予定している経路を記載するとともに、地図上に当該経路を示した資料、運用限界及び無人航空機を飛行させる方法が記載された取扱説明書等の該当部分の写し（開発目的で説明書がない場合）設計図等の写し、無人航空機操縦者技能証明の情報、過去の飛行実績又は訓練実績等を記載した資料）について公開の許諾を得た。公開許諾を得た申請添付書類について、下記に掲載する。

<飛行を予定している経路を記載するとともに、地図上に当該経路を示した資料>



<運用限界及び無人航空機を飛行させる方法が記載された取扱説明書等の該当部分の写し(開発目的で説明書がない場合)設計図等の写し>

(参考様式)
別添資料 2

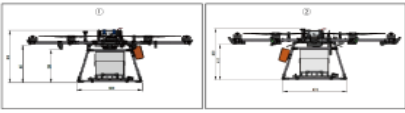
無人航空機の製造者、名称、重量等

無人航空機	製造者名	株式会社プロドローン
	名称	PD6B-Type3、PD4B-Type3
	総重量 (最大離陸重量)	PD6B-Type3 : 50 kg PD4B-Type3 : 24.9 kg


仕様が分かる資料
(設計図又は写真)

PD6B-Type3
(正面)


1. 物流仕様：ボックスレイタイプ



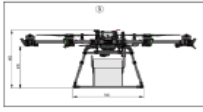
2. 物流仕様：ボックスタイプ



3. 観望仕様



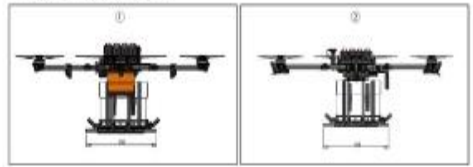
4. リリース装置仕様




※当該機種はスカート部の取り替えが可能です。
 ※図について、脚上（スケーター部以外）が別のものに交換される場合があります。
 ※当該機種は3機用機（2-Axis、1-TE、LoFi）対応または2-Axis対応のいずれかを使用します。
 ※フット（オンスプロング部）は装着しない場合があります。
 ※飛行に到着の前、確認して再度アンテナ位置・高さ等の変更される場合があります。

(側面)


1. 物流仕様：ボックスレイタイプ




2. 物流仕様：ボックスタイプ



3. 観望仕様



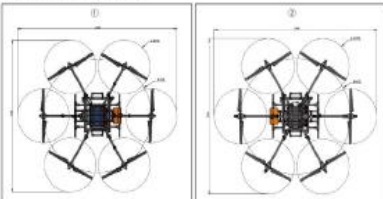
4. リリース装置仕様



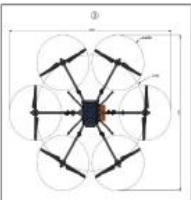
※当該機種はスカート部の取り替えが可能です。
 ※図について、脚上（スケーター部以外）が別のものに交換される場合があります。
 ※当該機種は3機用機（2-Axis、1-TE、LoFi）対応または2-Axis対応のいずれかを使用します。
 ※フット（オンスプロング部）は装着しない場合があります。
 ※飛行に到着の前、確認して再度アンテナ位置・高さ等の変更される場合があります。

(上面)


1. 機体仕様：ボックスレイアウト



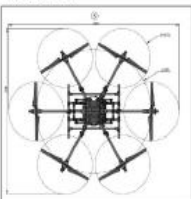
2. 機体仕様：ボックスタイプ



3. 機体仕様



4. リリース装置仕様



※当該機種はスロットリボア取り付けが不可です。
 ※5について、機上（スロットリボア付）が2つのものに変更される場合があります。
 ※改修機種（機体番号：04990、076、0694）対応または2464に対応しない場合があります。
 ※フット（オレンジ色部）は交換しない場合があります。
 ※飛行に支障の無い範囲で機体やアンテナの設置・固定等の変更される場合があります。

仕様が分かる資料



※正常に動作することを条件に、本タブレット端末と同等または同等以上の性能を有するタブレット端末に変更する場合があります。

(参考様式)

別添資料 3

無人航空機の運用限界等

(運用限界：PD6B-Type3)

最高速度	60 km/h
最高到達高度	150 m
電波到達距離	1000 m
飛行可能風速	12 m/s
最大搭載可能重量	20 kg
最大使用可能時間	28 分

(運用限界：PD4B-Type3)

最高速度	60 km/h
最高到達高度	150 m
電波到達距離	1000 m
飛行可能風速	12 m/s
最大搭載可能重量	5 kg
最大使用可能時間	20 分

(飛行させる方法)

PRODRONE GCS による自動操縦または 2.4GHz 帯送信機 (14SG、16IZ または 16IZ super) による手動操作が可能。自動航行中の異常発生時等においては、操作介入手段として 2.4GHz 帯送信機を使用する。

1.2.4 航空局との調整事項

この項では楽天グループと航空局との間での調整事項について掲載する。

表 1-2-4-1. 航空局との調整事項

調整事項	調整内容	備考
カメラによる常時監視について	<p>飛行マニュアル上で、追加の第三者の立入管理方法として以下の文言を記載。</p> <p>機体に装着したカメラにて、車両及び第三者を常時監視し立入管理区画内に車両及び第三者の立ち入りが無いこと確認できた場合は通過する、車両及び第三者が近づいたことを確認した場合は、即時に飛行を中止する措置をとる。</p>	<p>多数機同時運航であることについて補正指示はなかった</p>

1.2.5 航空局申請外の情報

この項では航空局に提出した書類以外について掲載する。

<運航マニュアルをさらに詳細化した社内用マニュアル>

- 2-8 無人航空機を飛行させる者が遵守しなければならない事項
- (1) 第三者に対する危害を防止するため、第三者の上空で無人航空機を飛行させない。
 - (2) 飛行前に、気象、機体の状況及び飛行経路について、安全に飛行できる状態であること、飛行させる場所が緊急用務空域に指定されていないことを確認する。
 - (3) 機体の運用限界に記載された飛行可能風速を超える風が発生するなど、無人航空機を安全に飛行させることができなくなるような不測の事態が発生した場合には即時に飛行を中止する。

- 3-1 無人航空機を飛行させる際の基本的な体制
- (1) 場所の確保・周辺状況を十分に確認し、第三者の上空では飛行させない。
 - (2) 機体の運用限界に記載された飛行可能風速を超える環境下では飛行させない。
 - (3) 機体の運用限界を上回る、もしくは地上の運用者による安全確保を妨げるような強い雨の場合、またはそのような天候になることが予見される場合は飛行させない。

図 1-2-5-1. 楽天グループから航空局に提出された飛行マニュアル抜粋

<その他（実証概要説明資料の抜粋）>

遠隔操縦者は遠隔監視システムと GCS を使用して多数機同時運航を実施している。遠隔監視システムで、飛行前、飛行中、着陸時の情報収集を行い、GCS ではルート転送と離陸コマンドで機体を制御している。異常が発生した場合、GCS の一時停止、緊急着陸、Return to Home 等を押下することによって対応している。

遠隔運航者の実施タスク			
<ul style="list-style-type: none"> 遠隔運航者は遠隔監視システムとGCSを使って1対多運航を実施する。 運用の流れとしては、遠隔監視システムで各情報を収集して飛行判断、状況をモニタリングし、機体メーカーのGCSで機体制御を行う。 			
遠隔運航者1人が1機当たり実施しているタスク			
	飛行前	飛行中	着陸時
遠隔監視システム	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 離陸スケジュール確認 ✓ 機体状態確認（機体点検結果、テレメトリ） ✓ 天候状況確認 ✓ 飛行前離陸判断 ✓ 機体カメラ映像確認 ✓ 拠点カメラ映像確認（ポート周辺の安全確認） ✓ アラート情報確認 ✓ 最終離陸判断 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 機体状態確認（テレメトリ） ✓ マップ上で機体位置確認 ✓ アラート情報確認 ✓ 機体カメラ映像確認 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 機体状態確認（テレメトリ） ✓ マップ上で機体位置確認 ✓ アラート情報確認 ✓ 機体カメラ映像確認 ✓ 拠点カメラ映像（ポート周辺の安全確認）
GCS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ルート転送 ✓ 離陸コマンド押下 	※異常発生時は制御コマンド（一時停止/緊急着陸/Return To Home等）押下	

図 1-2-5-2. 遠隔運航者の実施タスク

1:3 運航時の人員体制は遠隔運航者 1 名、副操縦者 1 名、ドローン拠点スタッフ 1 名、補助者（プロポ保持）3 名の合計 6 名である。複数機同時に飛行している際に異常が発生した場合、遠隔運航者から副遠隔運航者に他機体の操縦・監視権限が譲り渡される仕様になっている。

人員体制と配置（2023年度実証）		
1対3運航時の人員体制		
人員	役割	配置場所・人数
遠隔運航者	遠隔監視システムおよび GCS を用いてドローンの飛行判断・操縦・監視を行う。	遠隔運用拠点 1名
副遠隔運航者	遠隔運航者の補助を行う。 ※複数機同時に異常発生した場合に、他機体の操縦・監視権限を遠隔運航者から譲り受ける。	遠隔運用拠点 1名
ドローン拠点スタッフ	ドローン拠点において、機体の点検やバッテリーの充電、離着陸ポートおよびその周辺の安全確保などの業務を行う。	ドローン拠点 1名
補助者（プロポ保持）	安全圏を考慮して、予選せめトラブルが発生した場合に手動操作で介入する。	ドローン拠点 3名（各機体毎）

@遠隔運用拠点
@ドローン拠点
@施設ロボテストフィールド

図 1-2-5-3. 人員体制と配置

楽天グループの実証で特徴的であったのは、拠点スタッフアプリと拠点ポート周辺システムの開発と実装である。拠点スタッフアプリでは、ドローン拠点スタッフの作業負担軽減と、遠隔運航者との情報連携の円滑化が目的とされた。スマートフォンの点検項目に従って、拠点スタッフが点検を行いその情報を記入していくことで、遠隔運航者へ準備状況をリアルタイムに共有することができる。

拠点スタッフアプリ

ドローン拠点での点検作業の記録を単純化・自動化し、ドローン拠点スタッフの作業負担軽減と、遠隔運航者との情報連携を効率化するシステム。

■ 拠点スタッフアプリの主な特徴

- 1 **ドローンの点検結果の共有**
飛行前点検をアプリを使って入力すると、遠隔監視システムを介してドローンの点検結果・準備状況をリアルタイムに遠隔運航者へ共有できる。これにより遠隔運航者は現場スタッフと直接的な連絡を取る必要なく、機体の準備状況を把握することができる。
- 2 **飛行スケジュール・運航状況自動通知**
拠点スタッフはアプリでドローンの出発予定時刻と、帰還予定時刻を確認し、離着陸時の通知機能により、遠隔運航者と直接的な連絡を取る必要なく、ポートに近づき、近づいてはいけないタイミングを知ることができる。
- 3 **初心者でも扱いやすいユーザービリティ**
飛行前チェック項目において、細かい手順や確認ポイントが不明な場合、「？」を押すと、その項目の詳細説明がポップアップ画面にて表示される。



図 1-2-5-4. 拠点スタッフアプリ

拠点ポート周辺システムはパトランプを用い、拠点ポートの安全を確保するシステムである。離陸時間のカウントダウン及びドローンが離着陸や帰還する際に自動で警告ランプを点灯、警告音を発生させる。

拠点ポート周辺システム

ドローンの離着陸が行われる、拠点ポート周辺の安全を確保するためのシステム。

■ 拠点ポート周辺システム（パトランプ）の特徴

- 1 **離陸時間のカウントダウン表示**
ドローンが離陸するタイミングに合わせてカウントダウンが表示され、拠点スタッフはドローンの点検を行いながら、離陸機体のタイミングも把握できる。
- 2 **飛行状況に応じた警告ランプの自動点灯と音声の発報**
ドローンが離着陸、帰還するタイミングに自動で警告ランプの点灯と警告音を発報し、拠点スタッフや第三者等がポートに近づかないように注意喚起する。



<操縦者 UI>

遠隔監視システムでは、多数機同時運航に必要な情報を集約して表示している。必要な情報とは、飛行しているドローンの情報、天候情報、点検結果情報、拠点ポートシステム情報である。画面構成はホーム、マップ、通知画面の3つである。別途制御コマンド用の GCS もあるが、機体メーカーの GCS を多数機同時運航用に一部改修している。

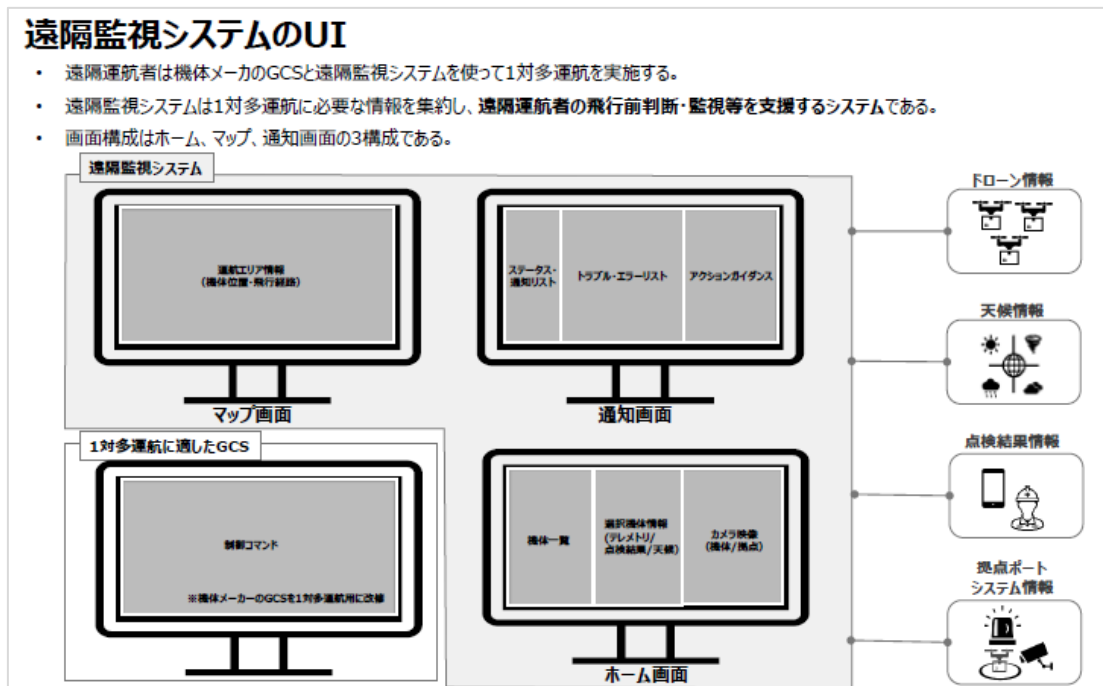


図 1-2-5-6. 遠隔監視システムの UI

1.3 ReAMo 2023 年度 KDDI 事例（1 対 2）

この節では 2023 年度に実施された KDDI による多数機同時運航の事例について説明する。

1.3.1 事例概要

2023 年度実証では、警備ユースケースとして、パイロット:機体比率 1:2 の飛行実証を行った。実証の概要について下記に示す。実証の内容としては、不審者の侵入を想定した警備シナリオにおけるパイロット:機体比率 1:2 の運航である。

表 1-3-1-1. KDDI による実証の概要

申請区分	● カテゴリー I（目視内、補助者あり）
飛行場所	● 千葉県君津市 コードベースキミツ (https://cb-k.net/)
飛行頻度・合計飛行回数	● 実証での飛行回数 6 回/日（6 つの異なる飛行シナリオを想定）
実施時期	● 2024 年 2 月
補助者の配置	● 補助者あり（プロポ保持 2 名） ※予期しない異常時に備えて補助者を配置
操縦者機体の比率	● 1 対 2

検証の内容としては、事業性と安全性の観点から項目を抽出しており、検証項目について下記に示す。

表 1-3-1-2. KDDI による実証の検証項目

観点	項目	検証内容
事業性	提供サービス	不審者の映像を十分な品質で撮影できるか
	コスト	ドローンを活用した警備サービスに対するクライアント（施設保有者）の満足度はどの程度か
	運用	コスト費目としてどのようなものがあるか
安全性	操縦士	運用の標準化は可能か
	ハザード	各シナリオでどのようなハザードが存在するか
	プロシージャ・体制	各シナリオで運航を踏まえ、警備ユースケース特有の体制やプロシージャへの要求事項はあるか
	機体	各シナリオでの運航を踏まえ、警備ユースケース特有な機体への要求事項はあるか
	運行システム	各シナリオでの運航を踏まえ、警備ユースケース特有の多数機同時運航システムの要求事項はあるか

1.3.2 必要書類とその記載内容

必要申請書類について、本実証はカテゴリー I 飛行あり、航空局への申請は行っていない。

1.3.3 申請添付書類とその記載内容

必要申請書類について、本実証はカテゴリー I 飛行であり、航空局への申請は行っていない。

1.3.4 航空局との調整事項

私有地におけるカテゴリー I 飛行のため、航空局との調整は発生していない。

1.3.5 航空局申請外の情報

今回の実証はカテゴリー I での実施につき、飛行申請や、航空局との調整は発生していないが、緊急対応計画、実証概要資料（下記資料タイトルのその他に該当）の一部、操縦者 UI について掲載の許諾をいただいた。

<緊急対応計画>

緊急時対応手順		関係者限り
以下のバッテリー残量低下、通信障害、他機の異常接近、悪天候の4点に備えた手順を整備		
観点	内容	23
バッテリー残量低下	● バッテリー残量があらかじめ決めた閾値を下回った場合は、システム側でアラートを発出し、ドローンは離陸ポイントへ自動帰還、着陸する、または操作介入し、安全な場所に着陸させる	
通信障害	● GPS受信状況が閾値を下回った場合はシステム側でアラートを発出、操作介入し、安全な場所に着陸させる ● LTE通信障害発生時はシステム側でアラートを発出、操作介入し、安全な場所に着陸させる	
他機の異常接近	● 無人航空機搭載のカメラもしくは補助者からの目視で対応し、対地高度300m以下で接近する他飛行物体を確認した際には速やかにその場でHOLDINGの上MEAまで降下するか、もしくは、時間的に最も近い緊急着陸ポイントに着陸させる	
悪天	● 運航が許容される飛行条件（風速5m/s以下）を予め策定し、中止/再開等のタイムリーな運航判断を実施	

図 1-3-5-1. KDDI 実証資料から抜粋された緊急時対応手順

<その他（実証概要説明資料の抜粋）>

実証の人員配置について、2機体それぞれについて手動操縦者が配備されており、遠隔操縦拠点では1名の管制員（遠隔操縦者）と、1名の全体統括・施設担当警備員、1名の施設管理者が従事した。

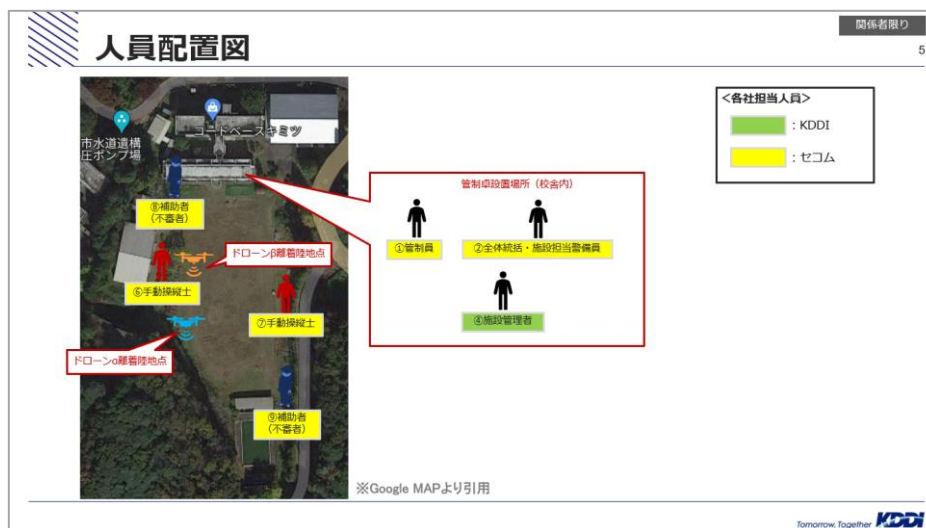


図 1-3-5-2. KDDI 実証資料から抜粋された人員配置図

人員と役割の一覧について下記に示す。各人員への連絡手段は携帯電話のグループ通話であった。

関係者限り 21

人員体制

以下の人員体制を計画。連絡手段としては携帯電話のグループ通話を用いた連携を図る。

人員	役割	人数
全体統括	● 各ドローンが想定したユースケース通り飛行できるよう、各人員へ指示を行う	1
管制員 (遠隔操縦士)	● 各ドローンへの飛行指示、不審者発見時の追跡指示などのオペレーションを行う ● 施設担当警備員への対処指示を行う	1
施設管理者	● ドローンが飛行する施設の管理者として、遠隔地からドローンに搭載されたカメラ映像を確認する	2
施設担当警備員	● ドローンが飛行する施設に異常が発生した際は管制員から報告を受け、必要に応じて現地対処を行う	1
不審者 (補助者含む)	● ユースケースにより、不審者役となりドローンに追跡される ● ドローンの飛行状態を目視で確認し、異常が発生した際などは手動操縦士に連絡する	2
手動操縦士	● ドローンに異常が発生した際など、緊急時に介入して手動操縦を行う	2

Tomorrow Together KDDI

図 1-3-5-3. KDDI 実証資料から抜粋された人員体制

< 操縦者 UI >

操縦者 UI については、1 機体に対し、映像監視卓と飛行監視卓に分け、実証を行った。

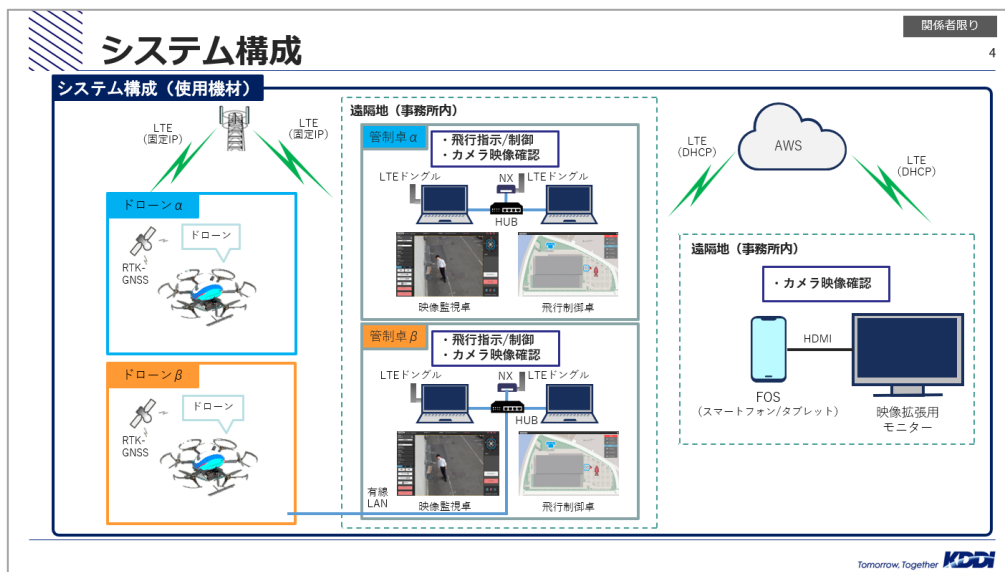


図 1-3-5-4. KDDI 実証資料から抜粋されたシステム構成図



図 1-3-5-5. 実証時の管制員

1.4.2 必要書類とその記載内容

非公開

(無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領に従った申請であり、特別な記載などはない。)

1.4.3 申請添付書類とその記載内容

非公開

(無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領に従った申請であり、特別な添付資料などは付記していない。)

1.4.4 航空局との調整事項

特になし

(無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領に従った申請であり、個別の調整は実施していない。)

1.4.5 航空局申請外の情報

事前調整には秩父市の担当部署、産業観光部先端技術推進課の協力を得た。

秩父市の担当部署を通して、県道への気象観測装置の一時的な設置についても調整を実施した。また、離発着地点の土地所有者との調整も市を通して実施した。

1.5 ReAMo 2023 年度 イームズロボティクス事例（1対3、1対5）

この節では2023年度に実施されたイームズロボティクスによる多数機同時運航事例を説明する。

1.5.1 事例概要

イームズロボティクスでは、福島ロボットテストフィールドでパイロット:機体比率 1:3 及び、1:5 の多数機同時運航の実証を行った。2023 年度は 2 種型式認証申請中の機体で 1 対 5 衝突回避多運航試験を行った。イームズロボティクスでは受信機能を追加したりモーター ID による機体間通信と産総研が開発した自律分散衝突回避アルゴリズムによって、機体が接近を感知した場合、自動で回避行動をとる。自律分散衝突回避アルゴリズムについては、ReAMo プロジェクトシンポジウム資料を参照いただきたい¹。

表 1-5-1-1. イームズロボティクスによる実証概要

申請区分	● 年間の包括申請で申請（カテゴリー II）
飛行場所	● 福島ロボットテストフィールド
飛行頻度・合計飛行回数	● 3 日間、1 日 4-5 回
実施時期	● 2023 年 9 月、11 月、2024 年 3 月
補助者の配置	● 飛行区域の端に 4 名
操縦者機体の比率	● 1 対 3、1 対 5

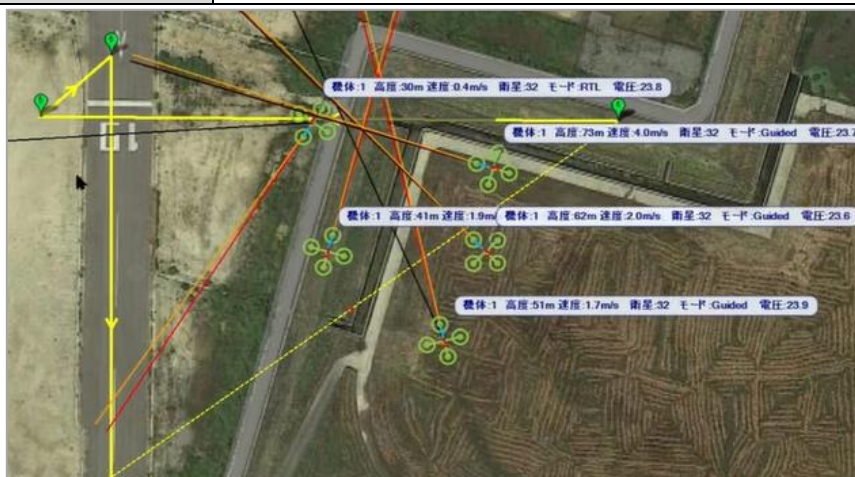


図 1-5-1-1. 1 対 5 多運航試験での各機体位置を現わす MissionPlanner 画面

¹ ReAMo シンポジウム資料

https://reamo.nedo.go.jp/library/2023/03/7_EAMS-Robotics.pdf

2023年度はイームズ社 E6106FLMP 機体でリモート ID の送受信機能を使った機体間通信から自律分散衝突回避アルゴリズムを使った衝突回避試験を行った。一定の距離に近づくと互いの位置を認識し、右回りで回避する。多数機による運航の一番のリスクは衝突であり、たとえ離陸前の飛行ルートは衝突しない設定であっても、風の影響、通信途絶などのトラブルで機体が接近することがある。自律衝突回避は多数機同時運航でトラブル発生時に対応するプログラムである。

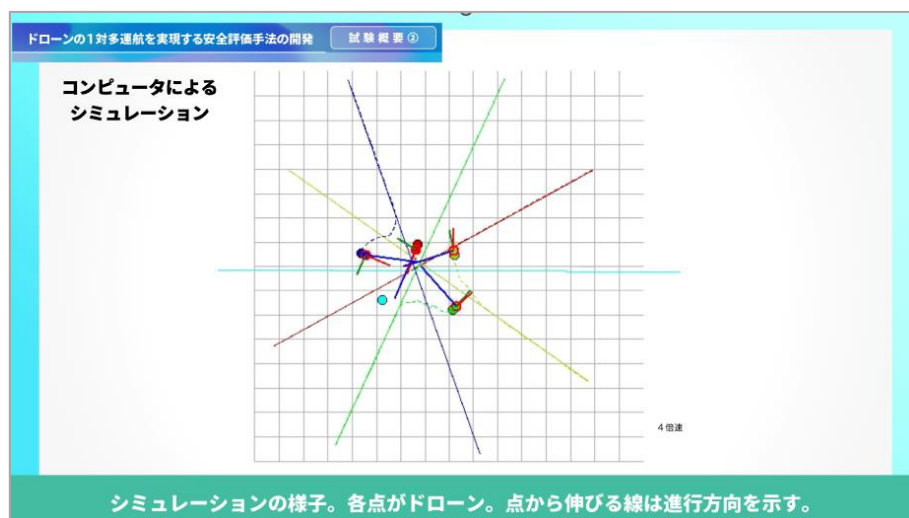


図 1-5-1-2. 機体の自動回避の様子（5つのドローンが交わるように航路設計されている）

1.5.2 必要書類とその記載内容

非公開（年間の包括申請を活用）

1.5.3 申請添付書類とその記載内容

非公開

1.5.4 航空局との調整事項

非公開

1.5.5 航空局申請外の情報

人員体制について、パイロット:機体比率 1:5 の実証時の体制は、操縦者 1 名、副操縦者 1 名、監視員 2 名である。監視者は、飛行ルート、フライトターミネーション（いわゆるキルスイッチ）エリアを確認して、そこから機体が逸脱するようならば、何らかの方法によっ

て操縦者にフライトターミネーションの宣告をする、という役割であった。



※画像出典：公益財団法人 福島イノベーション・コースト構想推進機構 HP 画像から再編

図 1-5-5-1 実証時の人員配置

1.6 ReAMo 2024 年度 日本航空事例（1対5）

この節では 2024 年度に実施された日本航空による多数機同時運航事例を説明する。

1.6.1 事例概要

日本航空では、1人の操縦者が秩父エリア（埼玉県）、新十津川エリア（北海道）、奄美エリア（鹿児島県）、浦安エリア（千葉県）の全国4地点で、5機の無人機（秩父市で2機運航）を操縦する実証を、2024年10月28日から31日に実施した。本実証では、過年度の実証と異なり、飛行地点数を4地点に拡大し、一人の操縦者により複数エリアにおける多数機同時運航を実現している点が、特徴である。

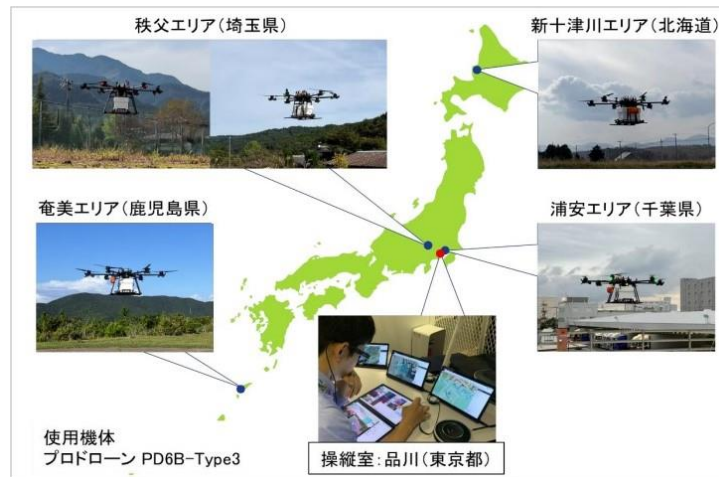


図 1-6-1-1. JAL 実証のエリア²

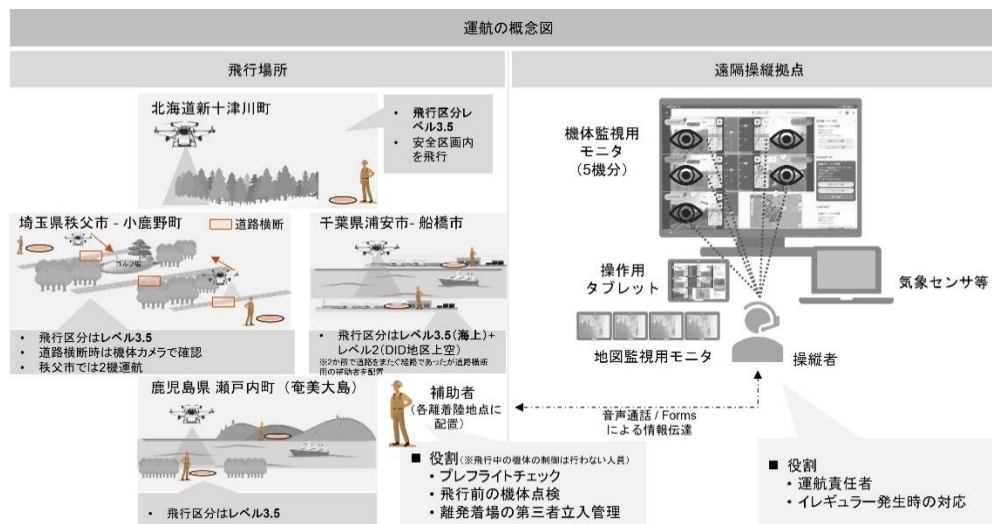


図 1-6-1-2. JAL 実証の運航の概念図

² 日本航空, “[遠隔操縦者 1人が全国4地点のドローン5機体同時運航に成功](#)”

表 1-6-1-1. 日本航空による実証 (1 対 5)の概要

申請区分	● カテゴリー II (目視外飛行、物件 30 m 以内)
飛行場所	● 北海道新十津川エリア、千葉県浦安エリア、埼玉県秩父エリア、鹿児島県奄美エリア
飛行頻度・合計飛行回数	● 4 回/実証期間中 (1 対 4 飛行* : 5 回/実証期間中)
実施時期	● 2024 年 10 月
補助者の配置	● あり
操縦者機体の比率	● 1 対 5

* 5 機の飛行準備をしたものの、天候事由等で 1 機の飛行をキャンセルした。

本実証では、北から南の異なる地点で実証を行うことで、様々なモデルケース、気象条件における多数機同時運航の検証を実施している点が特徴である。それにより、事前の確認点が増加する等運航上の手順が複雑化していると考えられる。

各離着陸拠点には補助者が配置され、現状ではまだ自動化が難しいプレフライトチェック、飛行前の機体点検、離発着場の第三者立ち入り管理を行っている。秩父市ではドローンによる道路横断を行っており、道路横断時は機体カメラで安全性を確認している。(レベル 3.5 飛行)

本実証では、KDDI が多数機同時運航に対応した運航管理システムを開発し、JAL の航空安全に関わる知見・技術を活かして、イレギュラー発生時の音声通知や操作の支援機能を搭載している。

操縦室には機体監視用タブレット (5 機分=1 画面)、操作用タブレット、地図監視用タブレット (4 エリア分=4 枚)、気象センサ・各拠点の点検結果の画面が配置されており、秩父市での道路横断時は操作用タブレットで下向きカメラに切り替えて確認を実施している。

また、予期しない他機接近やバッテリー残量の低下などのイレギュラー発生時に、画面上のポップアップと音声により操縦者へのイレギュラーの通知と、対処方法のアドバイスを行っている (ポップアップは下図右側の赤いオブジェクト)。

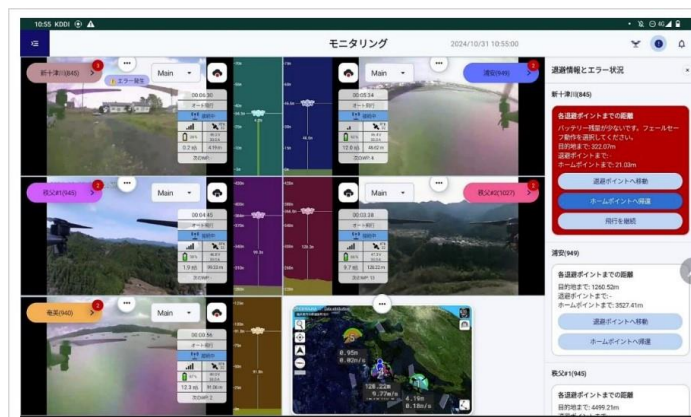


図 1-6-1-3. 運航管理システムの画面

また、定量的な評価指標の導入検討として操縦者の視線計測を実施している。操縦者が注視した箇所を可視化する視線ヒートマップの作成や視線情報と NASA-TLX との相関関係などの調査も実施している。多数機同時運航のヒューマンファクタの分析の国内事例は少ないことから、人間の状況認識の限界、対応の限界などの要素を検討する上で参考になると考えられる。

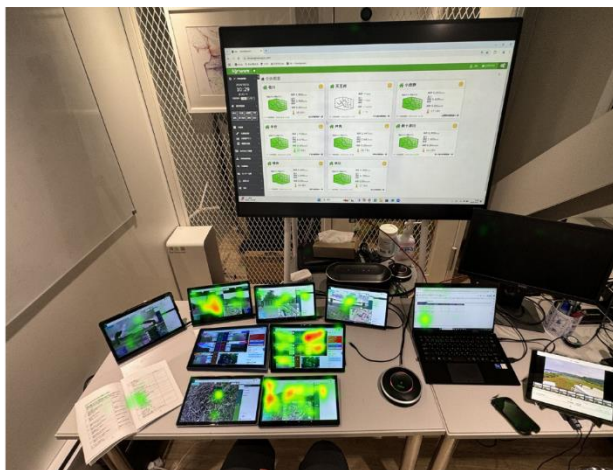


図 1-6-1-4. 視線ヒートマップ (トビー・テクノロジー作成)

1.6.2 必要書類とその記載内容

この項では多数機同時運航を実施するにあたり、航空局への提出が必要である必要申請書類について、日本航空から提出された様式 1 (無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書)、様式 2 (無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書)、様式 3 (無人航空機を飛行させる者に関する飛行経歴・知識・能力確認書) の実際の資料に基づいて掲載する。掲載にあたって、日本航空から様式 1、2、3 の公開の許諾をいただいた。ただし、個人情報に関わる内容については伏せている。

< (様式 1) 無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書 (カテゴリー - II 飛行) >

(様式1) 令和 6年 10月 2日

無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書 (カテゴリーII飛行)

■新規 □更新^{※1} □変更^{※2}

東京航空局長 殿

氏名又は名称 日本航空株式会社
 及び住所 東京都品川区東品川2-4-11
 並びに法人の場合は代表者の氏名 (連絡先) XXXXXXXXXX

航空法(昭和27年法律第231号)第132条の85第2項及び第4項第2号の規定による許可及び同法第132条の86第3項及び第5項第2号の規定による承認を受けたので、下記のとおり申請します。

飛行の目的	<input type="checkbox"/> 業務 <input type="checkbox"/> 空撮 <input type="checkbox"/> 報道取材 <input type="checkbox"/> 警備 <input type="checkbox"/> 農林水産業 <input type="checkbox"/> 測量 <input type="checkbox"/> 環境調査 <input type="checkbox"/> 設備メンテナンス <input type="checkbox"/> インフラ点検・保守 <input type="checkbox"/> 資材管理 <input checked="" type="checkbox"/> 輸送・宅配 <input type="checkbox"/> 自然観測 <input type="checkbox"/> 事故・災害対応等
	<input type="checkbox"/> 趣味 <input type="checkbox"/> 研究開発 <input type="checkbox"/> その他 ()
立入管理措置	<input type="checkbox"/> 補助者の配置 <input checked="" type="checkbox"/> 立入管理区画の設定 <input type="checkbox"/> 立入禁止区画の設定 <input type="checkbox"/> その他 ()
飛行の日時	自: 令和6年10月15日以降の承認を受けた日 至: 令和7年10月14日
飛行の経路 (飛行の場所)	北海道樺戸郡新十津川町大和116-1(敷地内) 埼玉県秩父市荒川日野23~埼玉県小栗野町長留4060 埼玉県秩父市荒川日野23~埼玉県秩父市荒川日野1338-1 千葉県浦安市日の出2-16-1~千葉県船橋市潮見町42-5
飛行の高度	地表等からの高度 149 m 海拔高度 - m
申請の方法 (第132条の86関)	<input type="checkbox"/> 夜間飛行 <input checked="" type="checkbox"/> 目視外飛行 <input checked="" type="checkbox"/> 人又は物件から30m以上の距離が確保できない飛行 <input type="checkbox"/> 離し場所上空の飛行 <input type="checkbox"/> 危険物の輸送 <input type="checkbox"/> 物件投下

項及び理由	【第132条の86第2項第1号から第6号までに掲げる方法によらずに飛行させる理由】 ドローンを用いた長距離飛行を実施するにあたり、当該経路が一部補助者無し目視外飛行となるため。 離着陸時等において、周辺建物から30m以上の距離が確保できない地点が存在するため(立入管理区画を明示し、第三者の立ち入り制限を確実にすることが可能な範囲に限る)。										
無人航空機の登録記号又は試験飛行を行う場合の届出番号	登録記号等 様式2のとおり ■別添資料のとおり。 <input type="checkbox"/> 変更申請であつて、かつ、左記事項に変更がない。										
無人航空機の機体認証番号又は無人航空機の機能及び性能に関する事項	機体認証番号 ^{※3} <input type="checkbox"/> 第一種 <input type="checkbox"/> 第二種										
	型式認証番号 ^{※3} <input type="checkbox"/> 第一種 <input type="checkbox"/> 第二種										
無人航空機を飛行させる者の技能証明 ^{※4}	■別添資料のとおり。 <input type="checkbox"/> 申請する飛行の内容が使用条件等指定書又は無人航空機飛行規程の範囲内であることを確認した。 ^{※3} <input type="checkbox"/> 変更申請であつて、かつ、左記事項に変更がない。										
	無人航空機を飛行させる者 様式3のとおり										
無人航空機を飛行させる者の無人航空機操縦者技能証明書番号又は無人航空機の飛行経歴並びに無人航空機を飛行させるために必要な知識及び能力に関する事項	技能証明書番号 様式3のとおり										
	<table border="1"> <tr> <td>区分</td> <td><input type="checkbox"/>一等</td> <td><input type="checkbox"/>二等</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">限定事項</td> <td>種類</td> <td></td> </tr> <tr> <td>総重量</td> <td></td> </tr> <tr> <td>飛行の方法</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	区分	<input type="checkbox"/> 一等	<input type="checkbox"/> 二等	限定事項	種類		総重量		飛行の方法	
区分	<input type="checkbox"/> 一等	<input type="checkbox"/> 二等									
限定事項	種類										
	総重量										
飛行の方法											
	<input type="checkbox"/> 別添資料のとおり。 <input checked="" type="checkbox"/> 申請する飛行の内容が区分及び限定事項の範囲内であることを確認した ^{※4} 。 <input type="checkbox"/> 変更申請であつて、かつ、左記事項に変更がない。										

無人航空機を飛行させる際の安全を確保するために必要な体制に関する事項	<input checked="" type="checkbox"/> 機上カメラ装置により立入管理措置をとる目視外飛行等に係る航空局が作成した飛行マニュアルを使用する。 <input type="checkbox"/> 変更申請であつて、かつ、左記事項に変更がない。
その他参考となる事項	【変更又は更新申請に関する現に有効な許可等の情報】 許可承認番号: 許可承認日: ※機体・操縦者一覧を含む許可承認書の写しを添付すること。
	【第三者賠償責任保険への加入状況及び賠償能力の有無】 <input checked="" type="checkbox"/> 加入している (■対人 ■対物) 保険会社名: XXXXXXXXXX 株式会社 商品名: XXXXXXXXXX 補償金額: (対人) XXXXXXXXXX 円 (対物) XXXXXXXXXX 円 <input type="checkbox"/> 加入していない → 賠償能力 <input type="checkbox"/> 有 内容 () <input type="checkbox"/> 無
備考	【緊急連絡先】 担当者: XXXXXXXXXX 電話番号: XXXXXXXXXX 無人航空機、カメラ、モニター等の特性や想定されるリスクを十分に考慮の上、第三者の立ち入りがないことを確認するための運航条件の設定等を行う旨を航空局に示した内容(航空局管理番号: XXXXXXXXXX)に基づく飛行申請を提出するものである。 輸送する荷物に航空法で定める危険物は含まれない。

< (様式 2) 無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書 >

(様式2)

無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書

1. 飛行させる無人航空機に関する事項を記載すること。

登録記号等	JL	JL	JL	JL	JL
製造者名	株式会社プロドローン		型式又は名称	FD6B-Type3	
総重量*1	43.5 kg				
機体認証番号	<input type="checkbox"/> 第一種	型式認証番号	<input type="checkbox"/> 第一種		
	<input type="checkbox"/> 第二種		<input type="checkbox"/> 第二種		
□申請する飛行の内容が、使用条件等指定書の範囲内であることを確認した。		□申請する飛行の内容が、無人航空機飛行規程の範囲内であることを確認した。			

2. ホームページ掲載無人航空機の場合には、改造の有無を記載し、「改造している」場合には、改造概要及び4.の項も記載すること。*2

改造の有無 : 改造していない / 改造している (→改造概要及び4.を記載)

改 造 概 要

3. 個別の機体認証無人航空機において使用条件等指定書に従わない場合又は型式認証無人航空機において無人航空機飛行規程に従わない場合には、それらに従わない具体事項及び4.の項を記載すること。

使用条件等指定書／無人航空機飛行規程に従わない具体事項

4. ホームページ掲載無人航空機に該当しない場合又はホームページ掲載無人航空機であっても改造を行っている場合に加え、機体認証無人航空機においては使用条件等指定書に従わない場合又は型式認証無人航空機においては無人航空機飛行規程に従わない場合には、次の内容を確認すること。*3

確認事項	確認結果
一般 鋭利な突起物のない構造であること(構造上、必要なものを除く。)	■適 / □否
無人航空機の位置及び向きが正確に視認できる灯火又は表示等を有していること。	■適 / □否

	無人航空機を飛行させる者が燃料又はバッテリーの状態を確認できること。	■適 / □否
遠隔操作の機体*4	特別な操作技術又は過度な注意力を要することなく、安定した離陸及び着陸ができること。	■適 / □否/ □該当せず
	特別な操作技術又は過度な注意力を要することなく、安定した飛行(上昇、前後移動、水平方向の飛行、ホバリング(回転翼機)、下降等)ができること。	■適 / □否/ □該当せず
	緊急時に機体が暴走しないよう、操縦装置の主電源の切断又は同等な手段により、モーター又は発動機を停止できること。	■適 / □否/ □該当せず
	操縦装置は、操作の誤りのおそれができる限り少ないようにしたものであること。	■適 / □否/ □該当せず
	操縦装置により適切に無人航空機を制御できること。	■適 / □否/ □該当せず
自動操縦の機体*5	自動操縦システムにより、安定した離陸及び着陸ができること。	■適 / □否/ □該当せず
	自動操縦システムにより、安定した飛行(上昇、前後移動、水平方向の飛行、ホバリング(回転翼機)、下降等)ができること。	■適 / □否/ □該当せず
	あらかじめ設定された飛行プログラムにかかわらず、常時、不具合発生時等において、無人航空機を飛行させる者が機体を安全に着陸させられるよう、強制的に操作介入ができる設計であること。	■適 / □否/ □該当せず

*1 申請を行う飛行形態の形態で確認すること。ただし、それが困難な場合には、最大離陸重量を記載すること。

*2 改造記録を証明する参照資料として、飛行日誌(点検・整備記録)の写しを添付することができる。

*3 4.の項を記載する場合には、無人航空機の運用限界(最高速度、最高到達高度、電波到達距離、飛行可能風速、最大搭載可能重量、最大使用可能時間等)及び無人航空機を飛行させる方法(点検・整備の方法を含む。)が記載された取扱説明書等を確認したうえで選択すること。

*4 遠隔操作とは、プロポ等の操縦装置を活用し、空中での上昇、ホバリング、水平飛行、下降等の操作を行うことをいう。遠隔操作を行わない場合には「該当せず」を選択すること。

*5 自動操縦とは、当該機器に組み込まれたプログラムにより自動的に操縦を行うことをいう。自動操縦を行わない場合には「該当せず」を選択すること。

< (様式3) 無人航空機を飛行させる者に関する飛行経歴・知識・能力確認書 >

(様式3-1)

無人航空機を飛行させる者に関する飛行経歴・知識・能力確認書

無人航空機を飛行させる者	[Redacted]					
無人航空機 操縦者 技能証明	技能証明書番号	第 [Redacted] 号				
	区分	<input type="checkbox"/> 一等			<input checked="" type="checkbox"/> 二等	
	種類				マルチ	
	総重量 ^{※1}					
	飛行の方法				昼間	
<input type="checkbox"/> 申請する飛行の内容が区分及び限定事項の範囲内であることを確認した。						

確認事項		確認結果	
飛行経歴	無人航空機の種類別に、10時間以上の飛行経歴を有すること。 ^{※2}	<input checked="" type="checkbox"/> 適 / <input type="checkbox"/> 否	
知識	航空法関係法令に関する知識を有すること。	<input checked="" type="checkbox"/> 適 / <input type="checkbox"/> 否	
	安全飛行に関する知識を有すること。 ・飛行ルール（飛行の禁止空域、飛行の方法） ・気象に関する知識 ・無人航空機の安全機能（フェールセーフ機能 等） ・取扱説明書等に記載された日常点検項目 ・自動操縦システムを装備している場合には、当該システムの構造及び取扱説明書等に記載された日常点検項目 ・無人航空機を飛行させる際の安全を確保するために必要な体制 ・飛行形態に応じた追加基準	<input checked="" type="checkbox"/> 適 / <input type="checkbox"/> 否	
能力	一般 飛行前に、次に掲げる確認が行えること。 ・周囲の安全確認（第三者の立入の有無、風速・風向等の気象 等） ・燃料又はバッテリーの残量確認 ・通信系統及び推進系統の作動確認	<input checked="" type="checkbox"/> 適 / <input type="checkbox"/> 否	
	遠隔操作の機体 ^{※3}	GPS等の機能を利用せず、安定した離陸及び着陸ができること。	<input checked="" type="checkbox"/> 適 / <input type="checkbox"/> 否
		GPS等の機能を利用せず、安定した飛行ができること。 ・上昇 ・一定位置、高度を維持したホバリング（回転翼機） ・ホバリング状態から機首の方向を90°回転（回転翼機） ・前後移動 ・水平方向の飛行（左右移動又は左右旋回） ・下降	<input checked="" type="checkbox"/> 適 / <input type="checkbox"/> 否
	自動操縦の機体 ^{※4}	自動操縦システムにおいて、適切に飛行経路を設定できること。	<input checked="" type="checkbox"/> 適 / <input type="checkbox"/> 否
飛行中に不具合が発生した際に、無人航空機を安全に着陸させられるよう、適切に操作介入ができること。		<input checked="" type="checkbox"/> 適 / <input type="checkbox"/> 否	

※1 総重量は最大離陸重量とする。

※2 飛行経歴を証明する参照資料として、飛行日誌（飛行記録）の写しを添付することができる。

1.6.3 申請添付書類とその記載内容

この項では日本航空から航空局に提出された添付書類とその記載内容について掲載する。日本航空からは4つの書類（総重量 25kg 以上の無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書、無人航空機の追加基準への適合性、無人航空機を飛行させる者一覧、無人航空機を飛行させる者の追加基準への適合性）について公開の許諾を得た。公開許諾を得た申請添付書類について、下記に掲載する。

<総重量 25kg 以上の無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書>

別添資料 1-1

総重量 25kg 以上の無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書

無人航空機の登録記号： JU XXXXXXXXXX
 JU XXXXXXXXXX
 JU XXXXXXXXXX
 JU XXXXXXXXXX
 JU XXXXXXXXXX

	確認事項	確認結果
(1)	想定される全ての運用に耐え得る堅牢性を有している。	■適 / □否 / □該当せず
(2)	機体を整備することにより 100 時間以上の飛行に耐え得る耐久性を有している。	■適 / □否 / □該当せず
(3)	機体と操縦装置との間の通信は、他の機器に悪影響を与えないものである。	■適 / □否 / □該当せず
(4)	発動機、モーター又はプロペラ（ローター）が故障した後、これらの破損した部品が飛散するおそれができる限り少ない構造である。	■適 / □否 / □該当せず
(5)	事故発生時にその原因調査をするための飛行諸元を記録できる機能を有している。	■適 / □否 / □該当せず
(6)	次表の想定される不具合モードに対し適切なフェールセーフ機能を有している。	■適 / □否 / □該当せず

想定される不具合モード		
通信系統	<ul style="list-style-type: none"> ・電波状況の悪化による通信不通 ・操縦装置の故障 ・他の操縦装置との混信 ・送受信機の故障 	
推進系統	発動機の場合	<ul style="list-style-type: none"> ・発動機の出力の低下又は停止 ・不時回転数上昇
	電動の場合	<ul style="list-style-type: none"> ・モーターの回転数の減少又は停止 ・モーターの回転数上昇
電源系統	<ul style="list-style-type: none"> ・機体の主電源消失 ・操縦装置の主電源消失 	
自動制御系統	<ul style="list-style-type: none"> ・制御計算機の故障 	

<無人航空機の追加基準への適合性>

別添資料 1-2

無人航空機の追加基準への適合性

無人航空機の登録記号： JU [REDACTED]
 JU [REDACTED]
 JU [REDACTED]
 JU [REDACTED]
 JU [REDACTED]

○夜間飛行

基準確認事項	確認結果
(1) 無人航空機の姿勢及び方向が正確に視認できるよう灯火を有している。又は無人航空機の飛行範囲が照明等で十分照らされている。	□適 / □否 / ■該当せず

○目視外飛行（補助者配置なし）

基準確認事項	確認結果
(1) 自動操縦システムを装備し、機体に設置されたカメラ等により機体の外の様子を監視できる。	■適 / □否 / □該当せず
(2) 地上において、無人航空機の位置及び異常の有無を把握できる（不具合発生時に不時着した場合を含む。）。	■適 / □否 / □該当せず
(3) 不具合発生時に危機回避機能（フェールセーフ機能）が正常に作動する。	■適 / □否 / □該当せず
(4) 航空機からの視認をできるだけ容易にするため、灯火を装備している。又は飛行時に機体を認識しやすい塗色を行っている。	■適 / □否 / □該当せず
(5) 地上において、機体や地上に設置されたカメラ等により予定している飛行経路において他の航空機及び無人航空機の状況を随時把握できる。若しくは飛行前に、飛行マニュアル3-3（6）に従い安全措置を講じ、必要な飛行に関する情報を公表している。）	■適 / □否 / □該当せず
(6) 飛行範囲の外周から製造者等が保証した落下距離（飛行の高度及び使用する機体に基づき、当該使用する機体が飛行する地点から当該機体が落下する地点までの距離として算定されるものを	■適 / □否 / □該当せず

	いう。）の範囲内を立入管理区画（第三者の立ち入りを管理する区画をいう。）とし、飛行マニュアル3-3（1）に示す飛行経路の設定基準を準用して設定し、機体に取り付けられたカメラにより進行方向の飛行経路の直下及びその周辺への第三者の立ち入りが無いことを確認できる。	
(7)	地上において、無人航空機の斜路、姿勢、高度、速度及び周辺の気象状況等を把握できる。	■適 / □否 / □該当せず
(8)	地上において、計画上の飛行経路と飛行中の機体の位置の差を把握できる。	■適 / □否 / □該当せず
(9)	想定される運用により、十分な飛行実績を有する。また、その実績は、機体の初期故障期間を超えたものである。	■適 / □否 / □該当せず

○人及び物件との距離30mを確保できない飛行

基準確認事項	確認結果
(1) 第三者及び物件に接触した際の危害を軽減する機能を有している。	□適 / □否 / □該当せず / ■飛行マニュアルに適合

○危険物の輸送

基準確認事項	確認結果
(1) 危険物の輸送に適した装備が備えられている。	□適 / □否 / ■該当せず

○物件の投下

基準確認事項	確認結果
(1) 不用意に物件を投下する機構でない。	□適 / □否 / ■該当せず

<無人航空機を飛行させる者の追加基準への適合性>

別添資料 2-3

無人航空機を飛行させる者の追加基準への適合性

1. 無人航空機を飛行させる者は、次の要件に適合していることを確認した。

○目視外飛行

確認事項		確認結果
(1)	モニターを見ながら、遠隔操作により、意図した飛行経路を維持しながら無人航空機を飛行させることができると及び飛行経路周辺において無人航空機を安全に着陸させることができる。	■適 / □否
(2)	遠隔からの異常状態の把握、状況に応じた適切な判断及びこれに基づく操作等に関し座学・実技による教育訓練を少なくとも 10 時間以上受けている。	■適 / □否

2. 無人航空機を飛行させる者は、申請する飛行の内容に該当する飛行形態に応じた次の要件にそれぞれ適合していることを確認した。

○夜間飛行

確認事項		確認結果
(1)	夜間、意図した飛行経路を維持しながら無人航空機を飛行させることができる。	□適 / □否 / ■該当せず

○人及び物件との距離 30m を確保できない飛行

確認事項		確認結果
(1)	意図した飛行経路を維持しながら無人航空機を飛行させることができる。	■適 / □否 / □該当せず

○危険物の輸送

確認事項		確認結果
(1)	意図した飛行経路を維持しながら無人航空機を飛行させることができる。	□適 / □否 / ■該当せず

1.6.4 航空局との調整事項

飛行申請に関する特別な調整事項はなし。

ReAMo プロジェクトの実証飛行である事は、あらかじめの情報共有を実施している。

1.6.5 航空局申請外の情報

各地の離着陸地点の地権者や、経路下に位置する一部の施設関係者との事前の交渉を市区町村の担当部署を通じて実施。また一部の関係者には当日の情報共有（メール・電話）を実施した。

1.7 ReAMo 2024 年度 KDDI 事例（1 対 3）

この節では 2024 年度に実施された KDDI による多数機同時運航事例を説明する。

1.7.1 事例概要

KDDI は、2024 年 12 月に 1 人の操縦者に対して 3 機のドローンと同時に運航する実証を実施した。本実証は大規模太陽光発電施設における警備用途を想定しており、立入管理区画のある 3 拠点（栃木県サイト A、茨城県サイト B、茨城県サイト C）で、それぞれ 1 機ずつの運航を遠隔地から行った。本実証の特徴としては夜間で行われたことで、体制としてはメイン操縦者とサブ操縦者が遠隔操縦拠点におり、飛行場所に補助者は配置していない。メイン操縦者は離着陸時の安全確認、イレギュラー発生時の対応、不審者発見時の操作介入に伴う追跡の役割を担っている。サブ操縦者については、プレフライトチェックと不審者の確認を行っている。

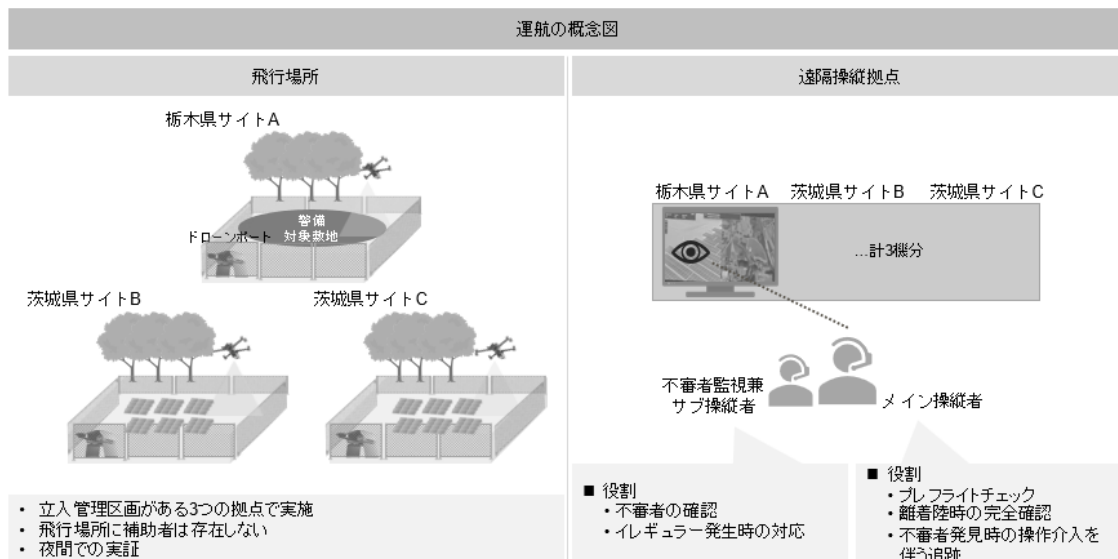


図 1-7-1-1. 運航の概念図

表 1-7-1-1. KDDI による実証（1 対 3）の概要

申請区分	● カテゴリー II（目視外飛行）
飛行場所	● 栃木県サイト A、茨城県サイト B、茨城県サイト C ※操縦室は東京都港区に設置
飛行頻度・合計飛行回数	● 1 回/実証
実施時期	● 2024 年 12 月
補助者の配置	● なし
操縦者機体の比率	● 1 対 3

1.7.2 必要書類とその記載内容

非公開

1.7.3 申請添付書類とその記載内容

非公開

1.7.4 航空局との調整事項

非公開

1.7.5 航空局申請外の情報

非公開

1.8 ReAMo 2024 年度 イームズロボティクス事例（1対3）

この節では2024年度に実施されたイームズロボティクスによる多数機同時運航事例を説明する。

1.8.1 事例概要

イームズロボティクスは、福島ロボットテストフィールドでパイロット:機体比率 1:1 から 1:3 の多数機同時運航の実証および自律衝突回避試験を実施した。自律衝突回避試験については、2023 年度事例に記載しているため、本稿では多数機同時運航の実証について紹介する。

表 1-8-1-1. イームズロボティクスによる実証の概要

申請区分	● 年間の包括申請で申請（カテゴリー II）
飛行場所	● 福島ロボットテストフィールド
飛行頻度・合計飛行回数	● 3 日間、26 運航 46 飛行 ※1 対 1: 13 回 1 対 2: 6 回 1 対 3: 7 回
実施時期	● 2024 年 10 月 28 日から 11 月 1 日
補助者の配置	● あり ※各機体に 1 名
操縦者機体の比率	● 最大 1 対 3

本実証では、多数機同時運航に必要な機材と手順の実証を目的に、パイロット:機体比率を 1:1 から 1:3 に変化させる形で実施された。機体はイームズロボティクスの UAV-E6150 が使用された。また、体制については、福島ロボットテストフィールドの管制室内に設置された操縦室に操縦者、操縦者のパフォーマンスをモニタリングするスーパーバイザの 2 名、各機に飛行場所にプロポをもった現地補助者 3 名が配置される形で実施された。



図 1-8-1-1. イームズロボティクス UAV-E6150

操縦室は管制室に設置されており、モニター 4 枚が操縦者の前に配置されている。モニター 4 枚の内訳としては、①全機の位置情報等が表示されたコンソール画面・地図 ②全機の機上カメラ映像 ③全機のステータスとコマンドが表示された運航 UI 画面 ④各機のステータスや地図等が表示された個別 GCS で構成され、③の UI 画面で複数機のコマンド（ホ

バリリング、自動帰還、着陸等)が表示されており、必要に応じて各機の操作が可能になっている。



図 1-8-1-2. 操縦室の様子

本実証では、NASA-Task Load Index (TLX)とシステムユーザビリティスケール (SUS)により、オペレーターの精神負荷とHMIやシステムの使い勝手の測定が行われた点が特徴である。NASA-TLXは、NASAによって開発された精神的な作業負荷を評価するツールで、①知的・知覚的欲求、身体的要求、タイムプレッシャー、作業成績、努力、フラストレーションの6指標により作業負荷が評価される。本実証では、上記ツールによる評価により下記が明らかになった。

表 1-14-1-2. NASA-TLX による評価結果

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• 飛行回数を重ねることで作業負荷が低下する• 機体数が増加することで作業負荷が増加する• 機体数が増えるとタイムプレッシャーやフラストレーションが増加する• トラブル発生時に、作業負荷が限界まで上昇する |
|---|

また、システムユーザビリティスケール (SUS)については、HMIやシステムの使い勝手に関する設問が用意されており、操縦者が「強く反対」から「強く同意」の5段階から選択する形で評価された。

1.8.2 必要書類とその記載内容

非公開 (年間の包括申請を活用)

1.8.3 申請添付書類とその記載内容

非公開

1.8.4 航空局との調整事項

非公開

1.8.5 航空局申請外の情報

非公開

1.9 そらいいな事例（1対4）

この節ではそらいいなの多数機同時運航事例について説明する。

1.9.1 事例概要

そらいいな株式会社は2021年4月に設立されたドローン物流サービス事業を行う豊田通商株式会社の完全子会社である。そらいいなは現在、長崎県五島列島で医薬品や日用品の配送を行っている。物流に使用するドローンは米国 Zipline 社が提供する固定翼のドローンとなっており、最大 1:11 まで対応した多数機同時運航の事例として取り上げる。

表 1-9-1-1. そらいいなの多数機同時運航の概要

申請区分	● カテゴリー II
飛行場所	● 長崎県五島市
飛行頻度・合計飛行回数	● 不明
実施時期	● -
補助者の配置	● なし
総儒者機体の比率	● 1対11
備考	● 特になし



活用するドローンの概要

固定翼ドローンを用いた自動配送



米国 Zipline 社製ドローンシステム

機体の性能



飛行速度：時速100km



可搬重量：約1.75kg/機
複数機の連続飛行で重量に対応



航続距離：約160km超
配送圏：拠点を中心に半径80km



耐候性：風14m/s 雨50mm/h
就航率：90%超(22年1月~@五島)

3



図 1-9-1-1. そらいいなが使用する米国 Zipline の機体のスペックとその配送方法

医療機関向けの医療用医薬品の配送では、従来五島市にある医薬品卸拠点から、トラックや船便等を使い、医療機関に配送を行っていたが、医薬品卸の課題として少量・頻回・緊急対応の効率化ニーズの存在、医療機関の課題として既存の物流体制では対応が難しいオンデマンド配送ニーズがあり、長期的な社会課題を見据えた地域医療体制と医薬品安定供給体制維持に取り組むためにドローン物流を行っている。市販薬を用いた配送品質テストでは、コンクリート地面への投下試験を実施し、外箱への著しいへこみ、傷、破れ、薬の欠けは観察されなかった。この配送品質テストの結果から、医療用医薬品配送に移行し、配送を継続している。



図 1-9-1-2. 現行の医薬品物流体制図³

³ そらいいな提供資料より抜粋



図 1-9-1-3. 医療医薬品の配送でのそらいいなの運用図⁴

個人向けの日用品・食品の配送では、従来の移動手段である定期船、個人船、海上タクシーを使用した買い物をドローン物流で代替することを目的に実施されている。2次離島の島民は週に1-2回福江島でのまとめ買いを行っているが、二次離島の高齢化が進んでおり、将来的なまとめ買い行動の継続が懸念されている。

運用としては買い物客から福江島内のスーパーに注文が入り、スーパーから注文の品をそらいいな拠点に移送し、そらいいな拠点から個人宅まで配送する流れを取っている。商品の投下試験では、パッケージへの工夫により、お弁当の中身がばらばらなることを防いでおり、その他の食品についても問題なく配送することができた。配送の時間帯は平日4~6回程度であり、各時間帯1世帯まで、最大4機の同時飛行を実施している。

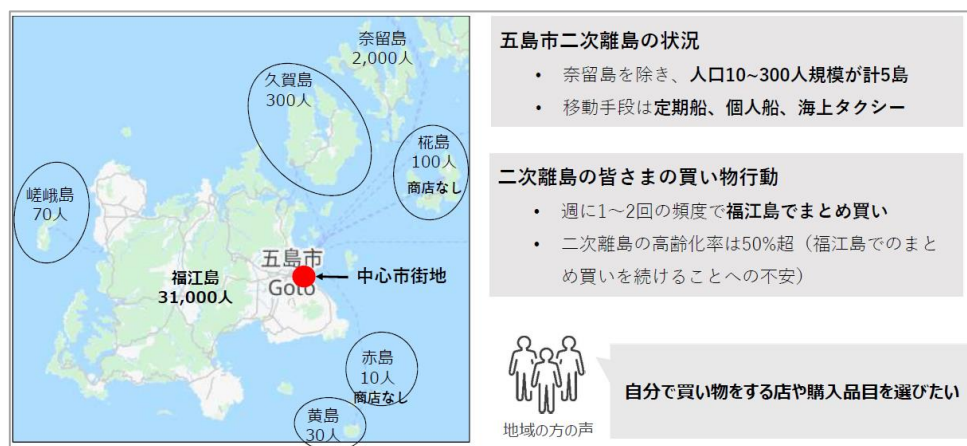


図 1-9-1-4. 五島市の二次離島の状況と買い物行動⁵

⁴ そらいいな提供資料より抜粋

⁵ 同上



図 1-9-1-5. 個人向け日用品・食品の配送での運用図⁶

医療用医薬品配送と日用品・食品配送の事業の概況としては、2023年12月31日までで累積1,300回超、108,000km以上（試験飛行込み）を飛行している。



図 1-9-1-6. 事業実施状況⁷

日用品に関しては効果検証から、ドローン配送の利用者数・リピート率や、導入前後での負担感の増減、買い物にかかる時間・コストの増減をヒアリングの上、ドローン配送の効用を検証している。同時に、事業者側の運営コストとの比較を行い持続可能な配送料水準の見極めを実施している。

⁶ 同上

⁷ そらいいな提供資料より抜粋



事業展開に向けた取り組み

レベル4（有人地帯上空目視外）飛行への対応

- レベル4飛行で新たに出来るようになる事
 - ①軒先への投下配送（利便性向上） ②完全オンデマンド配送の実現、③飛行経路の最適化



◆ レベル4飛行ドローン配送の想定効果

- 配送先側
 - オンデマンド配送による顧客満足度の向上
 - 必要量の都度取入れによる廃棄等の削減
- 荷主側
 - 配送の本格的なドローン代替化
 - 配送事業の広域的な効率化/省人化

レベル4早期実現に向け、取り組みを継続

図 1-9-1-7. 事業展開に向けた取り組み

1.9.2 必要書類とその記載内容

非公開

1.9.3 申請添付書類とその記載内容

非公開

1.9.4 航空局との調整事項

航空局との調整事項について、調整事項の全体について情報提供をいただくことはできなかったが、多数機同時運航を行うことについて特段の補正指示を受けなかった旨情報提供いただいた。

1.9.5 航空局申請外の情報

非公開

1.10 NTT データ事例（1対2）

この節では NTT データの多数機同時運航事例について説明する。

1.10.1 事例概要

株式会社 NTT データでは、2023 年 10 月 18 日、国土交通省北海道開発局「第 4 回現場ニーズと技術シーズのマッチング事業」として、石狩川・千歳川において、自律飛行ドローンを用いた災害時等の河川巡視・点検の実証実験を実施した。石狩川では、広域調査への活用を想定して長距離・高速で飛行可能なドローンである VTOL、千歳川では、詳細調査への活用を想定して回転翼ドローンの実証飛行を行った。パイロット:機体比率 1:2 の多数機同時運航事例として取り上げる。

表 1-10-1-1. NTT データによる実証概要

申請区分	● カテゴリー II
飛行場所	● 北海道、石狩川・千歳川
飛行頻度・合計飛行回数	● 不明
実施時期	● 2023 年 10 月 18 日
補助者の配置	● 不明
操縦者機体の比率	● 1 対 2
備考	● 特になし

石狩川実証実験：空解社 Qukai Fusion 3.5[VTOL]																			
	<table border="1"> <tr> <th>主要な諸元</th> <th>仕様</th> </tr> <tr> <td>設計国・製造国</td> <td>日本</td> </tr> <tr> <td>全長/全幅/高さ</td> <td>2,480mm / 3,500mm / -</td> </tr> <tr> <td>重量</td> <td>12,000g (バッテリー未搭載時)</td> </tr> <tr> <td>最大積載重量</td> <td>約10,000g</td> </tr> <tr> <td>最大航続距離</td> <td>400km</td> </tr> <tr> <td>最大航続時間</td> <td>約350分 (未積載時)</td> </tr> <tr> <td>最大速度/最低速度</td> <td>150km/h / 40km/h</td> </tr> <tr> <td>通信方式</td> <td>LTE通信を用いた遠隔制御</td> </tr> </table>	主要な諸元	仕様	設計国・製造国	日本	全長/全幅/高さ	2,480mm / 3,500mm / -	重量	12,000g (バッテリー未搭載時)	最大積載重量	約10,000g	最大航続距離	400km	最大航続時間	約350分 (未積載時)	最大速度/最低速度	150km/h / 40km/h	通信方式	LTE通信を用いた遠隔制御
主要な諸元	仕様																		
設計国・製造国	日本																		
全長/全幅/高さ	2,480mm / 3,500mm / -																		
重量	12,000g (バッテリー未搭載時)																		
最大積載重量	約10,000g																		
最大航続距離	400km																		
最大航続時間	約350分 (未積載時)																		
最大速度/最低速度	150km/h / 40km/h																		
通信方式	LTE通信を用いた遠隔制御																		
千歳川実証実験：ACSL社 Soten[回転翼]																			
	<table border="1"> <tr> <th>主要な諸元</th> <th>仕様</th> </tr> <tr> <td>設計国・製造国</td> <td>日本</td> </tr> <tr> <td>全長/全幅/高さ</td> <td>アーム展開時：637mm×560mm (プロペラ含む) アーム収納時：162mm×363mm</td> </tr> <tr> <td>重量</td> <td>1,720g (標準カメラ・バッテリー含む)</td> </tr> <tr> <td>最大積載重量</td> <td>約2,000g</td> </tr> <tr> <td>最大航続距離</td> <td>4km</td> </tr> <tr> <td>最大航続時間</td> <td>約25分 (未積載時)</td> </tr> <tr> <td>通信方式</td> <td>LTE通信を用いた遠隔制御</td> </tr> </table>	主要な諸元	仕様	設計国・製造国	日本	全長/全幅/高さ	アーム展開時：637mm×560mm (プロペラ含む) アーム収納時：162mm×363mm	重量	1,720g (標準カメラ・バッテリー含む)	最大積載重量	約2,000g	最大航続距離	4km	最大航続時間	約25分 (未積載時)	通信方式	LTE通信を用いた遠隔制御		
主要な諸元	仕様																		
設計国・製造国	日本																		
全長/全幅/高さ	アーム展開時：637mm×560mm (プロペラ含む) アーム収納時：162mm×363mm																		
重量	1,720g (標準カメラ・バッテリー含む)																		
最大積載重量	約2,000g																		
最大航続距離	4km																		
最大航続時間	約25分 (未積載時)																		
通信方式	LTE通信を用いた遠隔制御																		

図 1-10-1-1. NTT データが多数機同時運航の実証で使用した 2 機体

実証飛行は、VTOL について主に目視外・無人地帯のレベル 3 で行われ、事前設定されたルートに従って VTOL を自律飛行させ河川関連施設等の状況を迅速に確認する技術の有

効性について検証した⁸。加えて、実証飛行ではドローン運航管理システム (airpaletteUTM) による異なる種類・メーカーのドローンを離れた場所で同時に自律飛行させる際のドローンの運航管理等に対する有効性の検証を行った。2つの検証結果として、北海道石狩川の美原大橋から離陸した VTOL は、たっぶ大橋まで飛行し折り返し、離陸場所へ戻るまで、延べ約 30 キロの行程を正確に自律飛行し、河川施設の動画・静止画を撮影することができた。また airpaletteUTM により、同時に異なる場所を自律飛行する VTOL および回転翼ドローンの把握・管理等ができることを確認した。

従来、平常時や災害時/災害後の河川の巡視・点検については2名体制で車両を使用し行われていた。自律飛行できるドローンによる巡視・点検が実現できれば、現地に人が赴くことなく巡視が可能となり、省力化に資すると考えられる。



図 1-10-1-2. 飛行区間

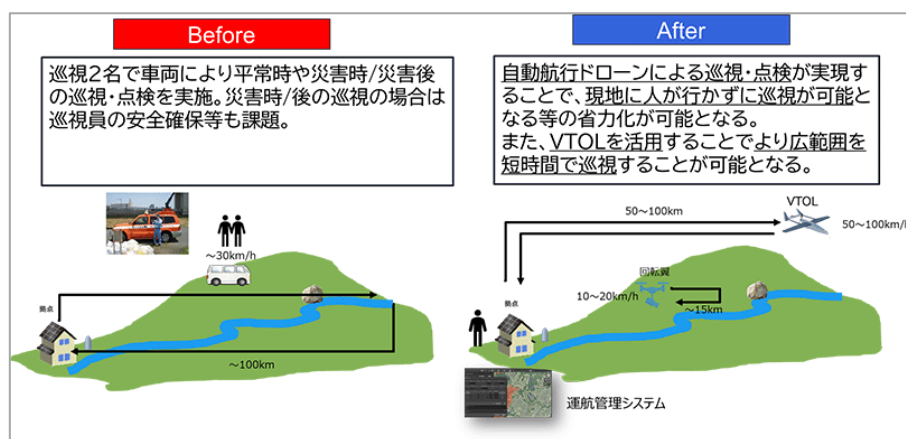


図 1-10-1-3. ドローンにより期待される効果

⁸ NTT データ、”ドローン 2 機の同時自律航行に成功、河川巡視・点検における広域調査を実現”



図 1-10-1-4. 飛行中の airpalette UTM の UI

1.10.2 必要書類とその記載内容

非公開

1.10.3 申請添付書類とその記載内容

非公開

1.10.4 航空局との調整事項

非公開

1.10.5 航空局申請外の情報

非公開

1.11 SORABOT 事例（1対2）

この節では SORABOT の多数機同時運航事例について説明する。

1.11.1 事例概要

合同会社 SORABOT では、2024 年 1 月 18 日、国土交通省関東地方整備局荒川下流河川事務所の協力のもと、ドローンポートを利用した次世代の河川巡視実証実験として、荒川下流河川事務所周辺（東京都北区志茂 5-41-1）の荒川河川上空にて、パイロット:機体比率 1:2 の多数機同時運航の実証実験を行った。

表 1-11-1-1. SORABOT による実証の概要

申請区分	● 年間の目視外包括申請と道路上を通過するために追加的な申請を実施（カテゴリーⅡ）
飛行場所	● 荒川下流河川事務所周辺（東京都北区志茂 5-41-1）
飛行頻度・合計飛行回数	● 1 日での実施。1 日 3 回
実施時期	● 2024 年 1 月
補助者の配置	● 道路横断を行う飛行経路に 1 名
操縦者機体の比率	● 1 対 2

ドローンを活用した河川巡視を行う上で、省力化・効率化を行うためには、1 人で複数のドローンを運用する必要があり、ドローンポートを活用することにより、操縦者の派遣が不要となり、ドローン運用のさらなる効率化を進めることができる。本実証の目的は、実証の中で、1 人がドローンポートの運用を含めた 2 台のドローンを飛行させ、河川巡視におけるドローン活用の有効性確認を行い、河川上空利用ルール作成のための課題を抽出することである⁹。

⁹ 国土交通省関東地方整備局、「[ドローンの実飛行による実証実験参加者の決定！～ 全国初の「河川上空利用ルール」の作成に向けて（第 10 弾）～](#)」



図 1-11-1-1. SORABOT が実施した実証の概要

他の多数機同時運航事例との特異点として、巡視を目的として、DroneNest (SORABOT が提供するドローンポートの商品名) を用いたことが挙げられる。

DroneNest は国土交通省より、夜間における補助者を配置しない目視外飛行の承認を受けた実績のある全自動で自動充電・遠隔操縦・自動着陸が可能なドローン充電ステーションである¹⁰。この DroneNest は主に海外で導入がされている実績があり、例えばベルギーでは警察や消防の初期対応等の業務をサポートするために 70 台が導入されている¹¹。

DroneNest は Flytbase が提供する遠隔操作アプリケーションと連携されており¹²、機体と DroneNest の状況を遠隔で確認することができる。加えて、充電ポートのみ独立して提供可能で、国産メーカー向けのカスタマイズも可能となっている。

¹⁰ PR TIMES、” ロジクtronと SORABOT、荒川下流河川事務所の実施する「河川上空を活用したドローン利用の更なる活性化に向けた実証実験」に参加決定”

¹¹ Flytbase、” World’s First: Citymesh to Deploy 70 Drone-in-a-Box Systems Across Belgium for Emergency Response”

¹² Flytbase、” Heisha Drone Docking Station Powered by FlytBase”、 <https://www.flytbase.com/drone-docks/heisha>

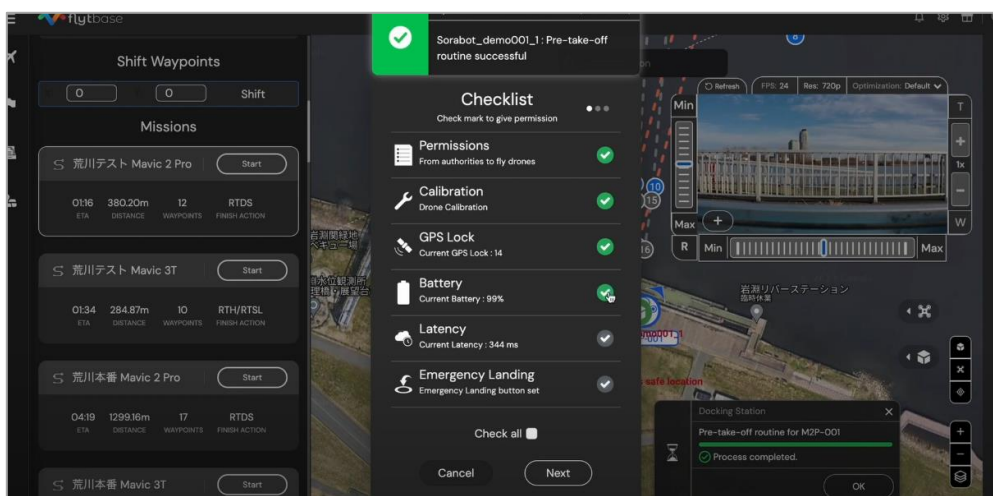


図 1-11-1-2. Flytbase の遠隔操作アプリケーション

今回の実証は荒川岩淵緑地バーベキュー場と、荒川河川事務所の2拠点からドローンの離着陸がなされた。DroneNest 及び Flytbase が提供する遠隔操作アプリケーションは現地補助者無しでの運航を支援する機能が備わっているものの、安全の観点から道路を一時的にまたぐ荒川河川事務所の離着陸拠点にはプロポを持たない補助者が配備された。

使用されたドローンは、DJI MAVIC2 Pro と、MAVIC3T であり、飛行中は自動航行を行い、操縦者1名が、2台のドローンを監視した。操縦者の操作介入が必要な事案として、飛行経路下の河川に船舶等の侵入があった場合はホバリング、回避等の操作を行うこととなっていた。河川の利用者には、荒川下流河川事務所を通して、ドローンの飛行について、事前の告知がなされた。

今回の実証の申請は、目視外及び DID での包括申請を利用した。先述の通り、道路上空の経路については補助者を配置している。



図 1-11-1-3. 実証での離着陸拠点と飛行申請上の体制¹³

1.11.2 必要書類とその記載内容

非公開

1.11.3 申請添付書類とその記載内容

ドローンポート対応のための機体改造内容の説明や、補助者及び操縦者を現地に配置しないための運用体制の説明が追加的に行われた。

1.11.4 航空局との調整事項

特になし

(無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領に従った申請であり、個別の調整は実施していない。)

1.11.5 航空局申請外の情報

荒川下流河川事務所協力のもと、河川上の第三者立入について関係者にドローンの飛行について事前告知を行った。また飛行経路下に船舶等が侵入した際には、ホバリングや回避操作を行う手順となっていた。

¹³ DroneTribune の記事をもとに作成、“荒川下流河川事務所、遠隔操縦でドローン巡視の検証 ソラボットなど DroneNest 運用”

1.12 KDDI 事例（1 対 2）

この節では KDDI による多数機同時運航事例を説明する。

1.12.1 事例概要

KDDI では、2024 年 10 月に西多摩郡で 1 人の操縦者に対して 2 機のドローンと同時に運航する実証を実施した。本実証では、稀用医薬品の保存に使われるアンプルを物流ドローンで配送している。



図 1-12-1-1. 実証の実施地区

檜原診療所（東京都西多摩郡檜原村三都郷 2717 番地）と特別養護老人ホーム 檜原サナホーム（東京都西多摩郡檜原村 3791 番地 4）を結ぶルートを設定しており、KDDI スマートドローンのオフィス内の運航管理室から遠隔で運航を行っている。道路横断箇所は 2 か所存在し、ドローンが横断する際には、2 機が同時に横断することがないように、意図的にタイミングをずらしていたとのコメントがあった。



図 1-12-1-2. 飛行ルート

表 1-12-1-1. KDDI による実証 (1 対 2) の概要

申請区分	● カテゴリー II (目視外飛行)
飛行場所	● 西多摩郡檜原村 ※操縦室は東京都千代田区に設置
飛行頻度・合計飛行回数	● 計 12 回 (1 日目: 4 往復、2 日目: 4 往復、3 日目: 雨天の 為 0 往復、4 日目: 3 往復、5 日目: 午前中雨天のため 1 往 復)
実施時期	● 2024 年 10 月
補助者の配置	● あり (道路横断箇所 2 か所) ● ※プロポを持つ現地補助者/プロポを持たない現地補助者 は飛行申請上なし
操縦者機体の比率	● 1 対 2

1 対 2 運航の実証では、GCS は KDDI が開発した運航管理システム (FOS : Flight Operation System) が使用された。また、機体は ACSL の AirTruck が使用されており、基本的には自動で運航されているが、下記の事象が発生した場合には人が介入するようにしていたとのコメントがあった。

人による操作介入が必要な条件は以下である。

- ① 地上リスク、空中リスクが確認された場合
- ② GPS やコンパスの不具合等の自動航行が不可能となるエラーが発生した場合
- ③ LTE の切断などによるリモート監視不可の状態に陥った場合

1.12.2 必要書類とその記載内容

非公開

1.12.3 申請添付書類とその記載内容

非公開

1.12.4 航空局との調整事項

1 対 2 の飛行方法について、申請前に航空局に説明 (WEB ミーティング) を実施した。

1.12.5 航空局申請外の情報

対有人機に対する対策として、有人機団体への事前連絡、NOTAM の発行、DIPS での飛行通報を実施した。

また、檜原村とは住民向け周知資料回覧や離着陸場所使用調整を実施したとのコメントがあった。

1.13 NEXT DELIVERY 事例（1対2）

この節では NEXT DELIVERY による多数機同時運航事例（1対2）を説明する。

1.13.1 事例概要

株式会社 NEXT DELIVERY は現在主にレベル 3.5 にて物流ドローンの運航を行っており、その運航においては、二等無人航空機操縦士（目視内限定解除）以上である「リモートパイロット」が、日本各地の物流ドローンの運航・監視を実施している。

2023 年度には、NEXT DELIVERY の本拠地である山梨県小菅村にリモートパイロットが集結し、1 人のリモートパイロットが 1 機体の遠隔運航・遠隔監視という体制で、SkyHub^{®14}社会実装地域の 9 拠点での物流ドローン運航を行ってきた。

現在までの総飛行回数は 1,960 回であり、そのうちレベル 3.5 飛行 252 回の実績を有している（2024 年 5 月 17 日時点）。2024 年度からはすでに 1 人のリモートパイロットが複数機体の運航・監視できる体制（複数機運航）の試験運航も始めており、12 月までに 1 対 5 機を目指し、実運用を実現する見込みである。

2024 年 5 月 19 日に 1 人のリモートパイロットが 2 機の運航・監視をする体制で、物流専用ドローン AirTruck¹⁵によるドローン配送デモフライトを実施した。当日は河野デジタル大臣も視察を行い、複数機運航についての説明もなされた。

表 1-13-1-1. NEXT DELIVERY による実証の概要

申請区分	● カテゴリー II
飛行場所	● 北海道上士幌町
飛行頻度・合計飛行回数	● 不明
実施時期	● 2024 年 5 月 19 日
補助者の配置	● 無
操縦者機体の比率	● 1 対 2



図 1-13-1-1. NEXT DELIVERY が実施した実証の様子

¹⁴ AERONEXT、”SkyHub とは”、<https://aeronext.co.jp/business/skyhub/detail/>

¹⁵ ACSL、”物流専用ドローン AirTruck”、<https://product.acsl.co.jp/product/post-906/>

1.13.2 必要書類とその記載内容

非公開

1.13.3 申請添付書類とその記載内容

非公開

1.13.4 航空局との調整事項

非公開

1.13.5 航空局申請外の情報

非公開

1.14 NEXT DELIVERY 事例（2対5）

この節ではNEXT DELIVERYによる多数機同時運航事例（2対5）を説明する。

1.14.1 事例概要

NEXT DELIVERYは物流の共同配送および、共同配送を想定した検証を目的に、2024年10月から11月にかけてレベル3.5での2:5による運航を実施した。2:5による運航は他拠点同時運航として、小菅村に所在する操縦者が5拠点の機体（各拠点1機）を操縦して行われた。同時期に、2:5の運航以外に1拠点2機で別ルートを飛行する同拠点同時運航と、同じく1拠点2機で同一ルートを飛行する同拠点同一ルート運航が実施されたが、本節では2:5の他拠点同時運航を中心に紹介する。

表 1-14-1-1. NEXT DELIVERYによる実証の概要

申請区分	● カテゴリーII
飛行場所	● 小菅村、上士幌町、敦賀市、阿賀町、日高川町、境町、川根本町、新十津川町のうち5拠点（配送依頼に応じて都度調整）
飛行頻度・合計飛行回数	● 不明
実施時期	● 2024年10月、11月
補助者の配置	● あり ※離陸地点にフライト前点検、機体点検・準備、離陸地点の第三者立入管理措置を目的とした補助者を配置しているが、プロポを持つ現地補助者はなし
操縦者機体の比率	● 2対5

運航体制については、前述のとおり小菅村に操縦者1名（フライト前点検、運航中の機体監視、操作介入）と、バックアップ1名（緊急時の操縦権委譲、空域調整・監視、運航管理、各拠点連絡）、離着陸箇所に補助者1名（フライト前点検、機体点検・準備、離陸地点の第三者立入管理措置）の体制で実施された。

操縦者はタブレットもしくはPCを使用して運航を実施しており、基本的には自動で運航されているため、操作介入はエマージェンシープロシージャ適用時のみ行われるとのことであった。また、定常運航時には操作介入やバックアップによるフォローは行われず、エマージェンシープロシージャかつ、複数機運航対応が不可能な事案が発生した場合のみ、バックアップがフォローを行うとのことであった。

飛行場所については、NEXT DELIVERYの拠点（小菅村、上士幌町、敦賀市、阿賀町、日高川町、境町、川根本町、新十津川町）のうち、配送依頼の状況に応じて5拠点選定して、運航を実施したとのことである。

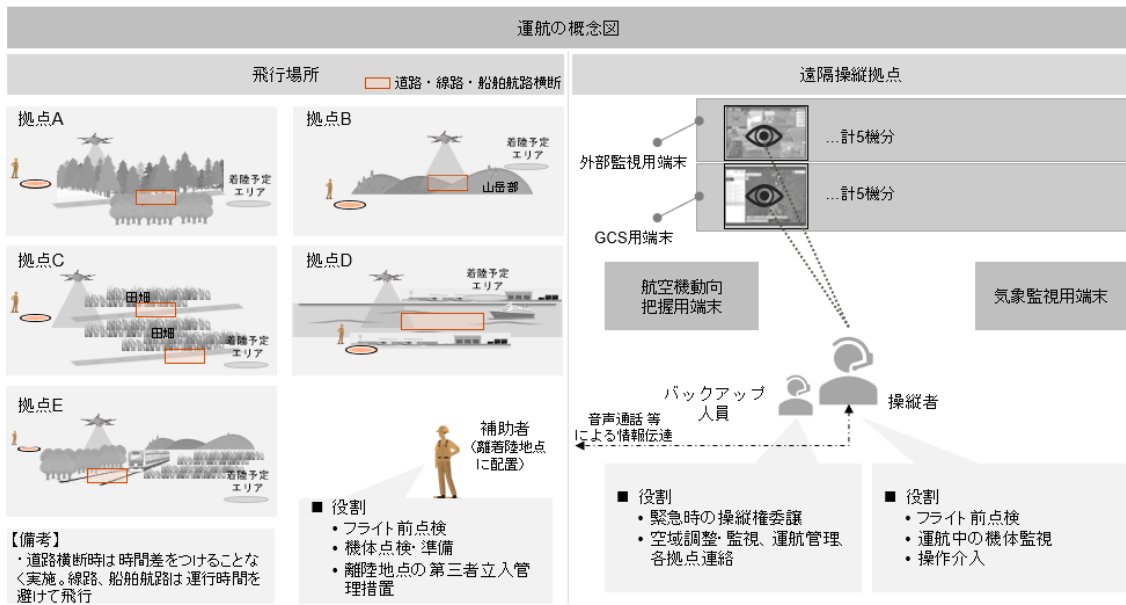


図 1-14-1-1. NEXT DELIVERY が実施した実証のイメージ



図 1-14-1-2. NEXT DELIVERY が実施した多数機同時運航の運航拠点の様子

1.14.2 必要書類とその記載内容

非公開（レベル 3.5 にて飛行を実施）

1.14.3 申請添付書類とその記載内容

非公開（レベル 3.5 にて飛行を実施）

1.14.4 航空局との調整事項

無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領に従った申請であり、個別の調整は実施していない。

1.14.5 航空局申請外の情報

第三者が存在する可能性の高い河川沿いは飛行を回避しているほか、船舶航路のダイヤを回避した飛行、養殖場を回避した飛行をしている。

グライダーや気球の事業者等と個別調整を実施しているほか、有人機団体周知に際し、最低安全高度以下での飛行をする事業者（150m以下を飛行する場合）は NEXT DELIVERY へ連絡を入れるよう周知している（有人機が最低安全高度以下で飛行するケースは限られるため）。

2. 事例から見る考察

本書の目的である、後続事業者の飛行申請に有用な情報を提供するという観点から、国内で飛行申請の許可・承認を取得する上で、航空局に対する説明に必要と考えられる要素として、制度上明記されている要素とそれ以外の要素を含めた以下の9項目について、本書で掲載した事例をもとに考察を述べる。

これらの9項目を、機体・システム、操縦者、体制にカテゴリライズし、それぞれの項目について現行の事業者の対応内容をまとめる。

表 2-1. 後続事業者の飛行申請に有用と考えられる9項目

	項目名	現行制度における対応要否			本書掲載事例における対応内容
		対応必須	対応任意	言及なし	
機体・システム	①自律飛行		●		目視外飛行の追加要件は存在するが、多数機同時運航に特化した要件はない。
	②衝突回避		●		一般的に機体搭載カメラ映像を用いた操縦者の周辺状況監視による人・建物・他機体との衝突対策が行われている。イームズロボティクスでは、機体同士が一定距離近づくと、互いの位置を認識し、自動で右回りに回避するというシステムを開発し検証している(1.5.1)。
	③遠隔操縦システム		●		一部事業者では運航管理システムを活用した運航を実施することで操縦者への負荷を低減しようとする取り組みが観察された。
操縦者	④個社の運航内容に即した操縦者訓練			●	一部企業では社内資格制度のもと訓練体系を設定し、操縦者を決定している。
体制	⑤航空局提出書類	●			多数機同時運航を考慮した申請書類とはなっていないのが現状(1.2.2、1.2.3および1.6.2、1.6.3)。

⑥航空局との調整事項	●			事業者からカメラ等の常時監視による車両及び第三者立入の確認を行っているとのコメント有 (1.2.4)。
⑦リスク分析・評価	● ※カテⅢ	● ※カテⅡ		リスク分析・評価の実施については、カテゴリーⅡ飛行では必須となっていないことから1社を除き実施しておらず、その1社についても内容については非公開。 日本航空は航空産業の知見を活かし、独自の HHM 法に基づくリスク分析・評価を行っている(1.1.1)。
⑧人員体制		●		遠隔操縦者、副遠隔操縦者、バックアップ操縦者(補助者兼)の配置により実証を行っている(1.6.1 および 1.14.1)。
⑨飛行経路と調整内容			●	低高度空域の利用者(グライダーや気球の事業者等)との調整、最低安全高度以下を飛行する有人機事業者との連携を実施(1.14.5)。市町村の担当者と事前の交渉と、飛行当日の連絡を実施(1.6.5)
(その他)多数機同時運航を実現するためのツール、アプリケーション			●	楽天グループでは、ドローン拠点での点検用のアプリを作成することで、遠隔操縦者とのドローンの状態のコミュニケーションの円滑化を図る取り組みを行った(1.2.5)。 加えて、同社では離着陸場での安全確保システムとして、警告ランプや音声の発報を行うシステムを運用している。(1.2.5) 日本航空の実証では、KDDI が多数機同時運航に対応した運航管理システムを開発し、日本航空の航空安全に関わる知見・技術を活かして、イレギュラー発生時の音声通知や操作の支援機能を搭載することで操縦者の負荷を下げる試みがなされた(1.6.1)。

現在の制度上は、事業者に対し、多数機同時運航に特有な要件は課されていない。一方で、先進的な取り組みを行う掲載事例各社においては、安全性を向上させるための取り組みが多く確認された。とりわけ、現状の多数機同時運航は、人間が機体に取り付けられたカメラによって周囲の状況を確認し、必要に応じて対応することで実現されている。機体数の上限は、気象条件や電波条件等の周辺環境によっても影響を受けるが、人間がカメラによって周囲の確認および必要に応じた対応を行う現在の運航では、人間の認識の限界や、対応の限界から自ずと数機程度であるということが予測できる。

したがって、機体数をさらに増加させるためには、人間の認識の限界や、対応の限界はどの程度であるか（ヒューマンファクタ）を定量的に把握する（[ReAMo 2024 年度日本航空事例（1対5）](#)、[ReAMo2024 年度イームズロボティクス事例（1対3）](#)）こととあわせて、機体の自動化や運航を支援する運航管理システムによる操縦者の負荷軽減を行う必要がある。機体の自動化の程度が向上し、運航管理システムによる操縦者の負荷軽減が実現されれば、それにあわせて組織としてあるべき運航体制の姿も変容するため、事業者においては、一律的な対策を実施していれば安全に運航できる、というわけではなく、「だれが（操縦者）、何を使って（機体）、どこで（環境）、どのような用途で、どのように運航しようとしているか（安全を確保するために必要な体制）」の総合的なリスク検討とそれによる対策をすべきではないか。さらに、そのような各社の総合的なリスクの検討と対策を取りまとめ、有効な対策として知見を取りまとめていくことも今後重要な課題である。

制度観点では、多数機同時運航については、機体数分リスクが増加し、それらを束ねることからもリスクの増加が見込まれる。そのようなリスクが増加する運航であっても事業者が安全な運航を行うための要件を設定すべきところ、航空局が「多数機同時運航の普及拡大に向けたスタディグループ」を発足させた。そのスタディグループの中で、多数機同時運航を行う際に実施すべき要件の検討がなされる見込みである。

最後に、多数機同時運航を行う事業者においては、自らが行おうとする運航にどのようなリスクはらんでいるか、またどのような対策が考えられるかを検討する際に、本事例集記載の各社の実証や実施事項を参照していただきたい。