

ReAMoプロジェクト シンポジウム

実施者名： PwCコンサルティング合同会社

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

2025年5月16日

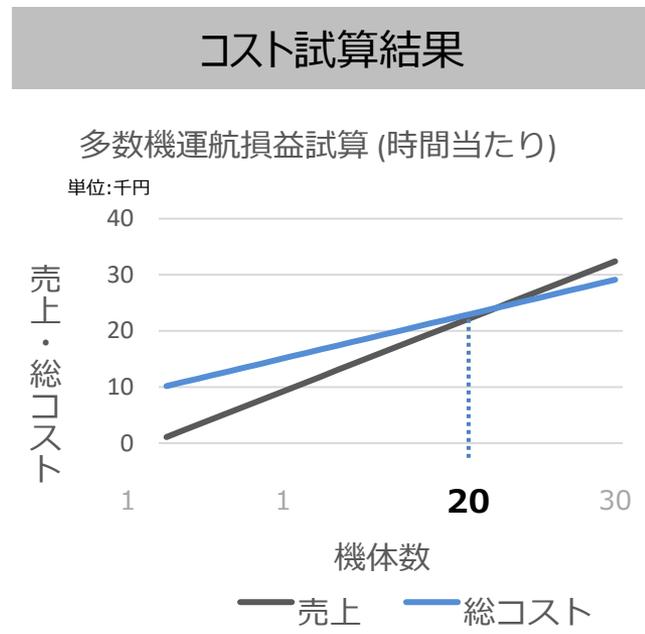
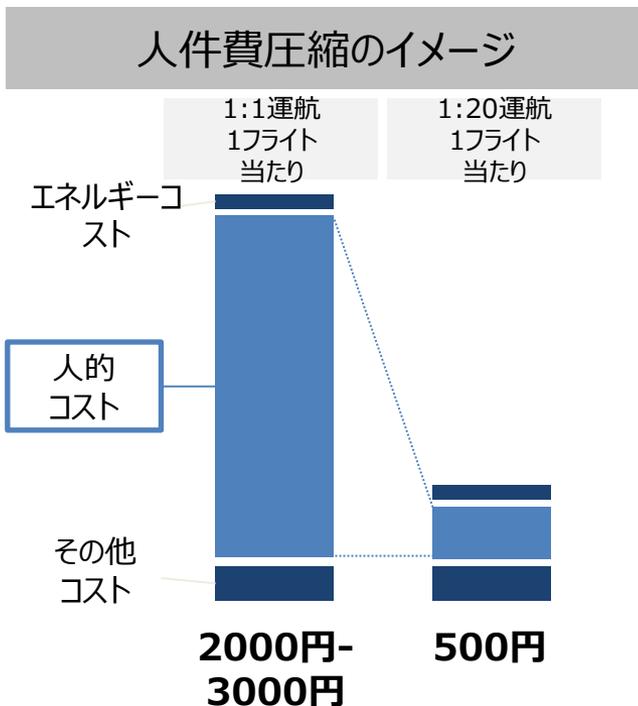
1.事業概要説明

1. 事業概要説明

1-(1). 研究開発の背景と目的 (1/2)

本事業の背景

- ◆ 多数機同時運航とは、操縦者対機体の比率が1対1を超える運航を指す
- ◆ 物流の2024年問題や労働人口減少等の社会問題の解決に向け、ドローンの利活用が期待される中、**運航にかかる人件費がボトルネック**になっており、1対多運航によるコスト圧縮により解決が期待される



本事業の目的

多数機同時運航を伴うドローンサービス社会実装の促進に資する情報の提供

1. 事業概要説明

1-(1). 研究開発の背景と目的 (2/2)



Ziplineでは米国アーカンソー州ピーリッジで新機体Platform2の実運用が開始。
1対多運航は単に機体数を増やすだけではなく操縦者の負荷軽減の観点から機体の自動化も深く関係する。



出所：<https://www.youtube.com/watch?v=2pOehHMS9PE>

1. 事業概要説明

1-(2). 研究開発の実施体制・実施計画



実施体制

PwCコンサルティング合同会社

実施計画

	2023年度	2024年度	2025年度以降
研究開発項目全体	事例集・調査レポート作成、国内外事例調査		国内外での説明・チェックリスト利用啓発
①事例調査	事業者へのヒアリング		
②勉強会の運営	委員会の開催		
③事例集・調査レポート作成	ドラフト作成・意見募集		事例集・調査レポートリリース
④チェックリスト作成		ドラフト作成・意見募集	チェックリストリリース
⑤標準化活動内容	JARUSへの参加、その他標準の調査		

1. 事業概要説明

③及び④事例集・調査レポート作成及びチェックリストの概要



事例集

調査レポート

チェックリスト

目的

- 事業者が**多数機同時運航の申請に臨むにあたり必要な情報を洗い出す**こと

目的

- 国内のドローン事業者が**カテゴリ III 飛行で多数機同時運航を実施する際の申請の円滑化**

目的

- 事業者が**カテゴリ II 飛行の特定の運航における多数機同時運航の申請を円滑に進められる**こと

概要

- 国内事業者の**多数機同時運航の実施内容(事例の概要、航空局申請書類とその記載内容等)**を記載

概要

- 海外制度や実際に運航されている事例、国際議論動向を提供

概要

- カテゴリ II 飛行の特定の運航における**多数機同時運航で確認が必要なポイント**を提供

2.2024年度までの取組内容と成果

2. 2024年度までの取組内容と成果 (1/3)

事業内容	取組内容	2022~2024年度の成果
①-1 海外事例調査	多数機同時運航の <u>海外事例の机上調査</u> や <u>事業者へのヒアリング</u> を行い、多数機運航の必要な要件を整理する	米国の過去の調査をベースに <u>米国現地での調査を実施</u> 。多数機同時運航の日米ギャップを中心に当局との調整内容などを事業者と意見交換を実施
①-2 国内事例調査	多数機同時運航を行う事業者から <u>多数機同時運航の実施に必要と考えられる対策等</u> をヒアリングする	<u>ReAMo実証事業者以外にも調査を実施</u> し、多数機同時運航実施の際の対策について意見交換を実施

2. 2024年度までの取組内容と成果 (2/3)

事業内容	取組内容	2022~2024年度の成果
②勉強会の運営	海外調査から得た <u>情報の提供</u> を行う。各社実証予定の内容について意見交換を行う	<u>机上調査内容以外にも米国調査内容及び考察を勉強会で共有</u> した。計14回実施。外部向けのイベントも2回実施し、延べ300名以上が参加
③事例集・調査レポート作成	調査した内容を <u>事例集・調査レポート</u> としてとりまとめ、公開する	事例集、調査レポートについて3月末に公開
④2024年度新規追加： チェックリスト作成	<u>カテゴリーⅡ飛行の特定の運航時に飛行申請で利用可能なチェックリスト</u> を作成する	<u>特に需要のある警備や点検用途の特定運航時に追加的に説明すべき事項</u> についてチェックリストにとりまとめ、3月末に公開

2. 2024年度までの取組内容と成果 (3/3)

事業内容	取組内容	2022~2024年度の成果
⑤-1 標準化動向の調査	多数機同時運航に関連する 標準化動向を調査 する	JARUSやASTM、NASA m:N WG などの動向調査を実施
⑤-2 標準化活動への参加	動向調査の結果有力と考えられる 活動団体に参加 し意見提出を行う	日本からの提案材料が不足しており意見提出には至っていない。 日本の多数機同時運航を取り巻く制度が諸外国と調和できるよう継続的な情報共有 を実施

2. 2024年度までの取組内容と成果



①-1 海外事例調査

海外事業者に対してのヒアリングと机上調査から米国、欧州、豪州、カナダの多数機同時運航の現行制度を調査。また、2024年9月に米国調査を実施し、多数機同時運航において日本が直面している課題の洗い出しを行った。

多数機同時運航の現行制度の調査

海外事業者に多数機同時運航の許認可についてヒアリングを実施した（詳細は多数機同時運航海外調査レポートに掲載）。

米国調査

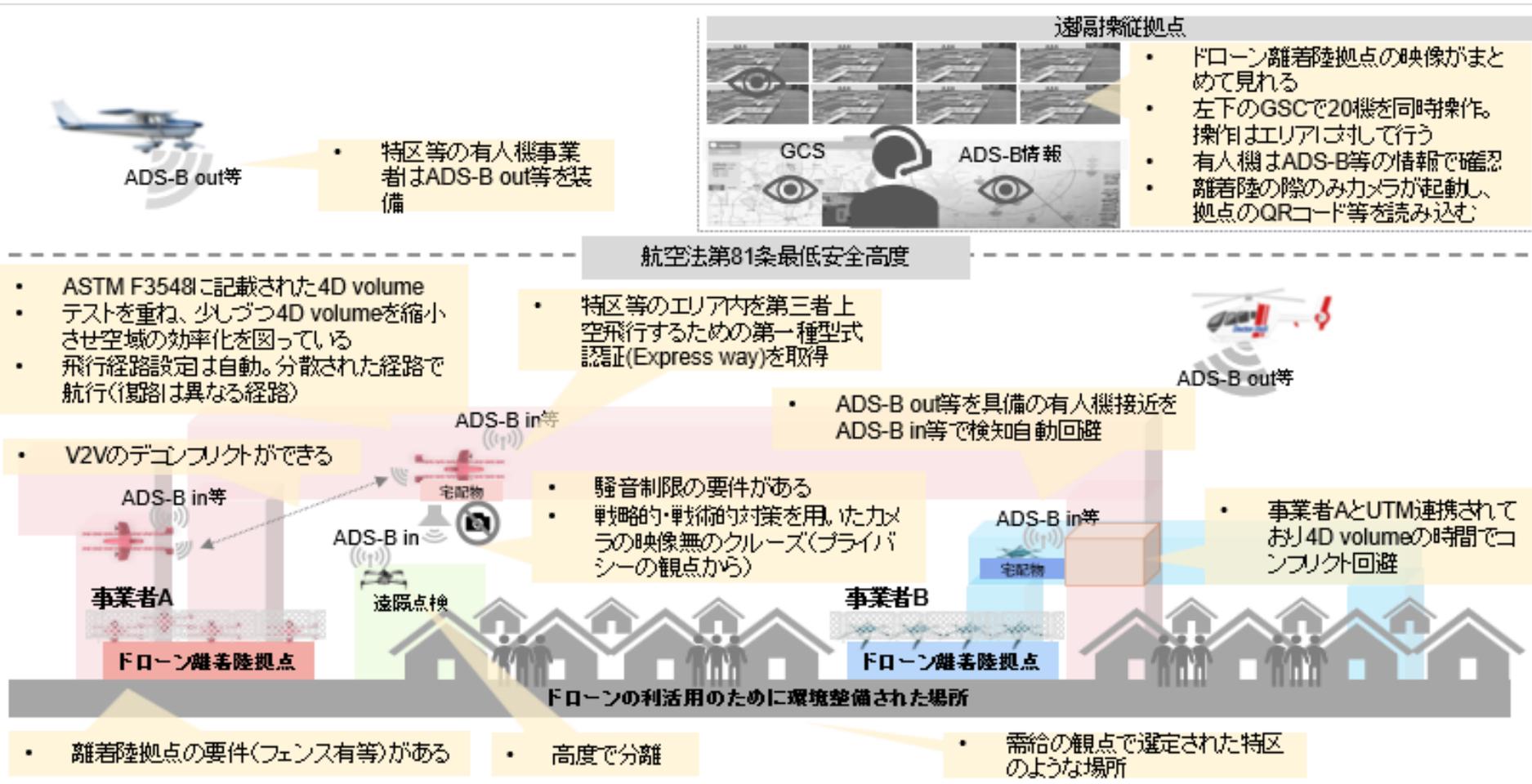
Wing、Manna、Droneup、Ziplineの調査し、米国における多数機同時運航の現状を把握した（詳細は多数機同時運航海外調査レポートに掲載）。

あるべき姿の検討

米国調査を踏まえ、日本における多数機同時運航のあるべき姿を検討・作成した（あるべき姿のイメージは次項）。

2. 2024年度までの取組内容と成果 (参考) 多数機同時運航のあるべき姿のイメージ

機体は高度自動化し、運航エリアの低高度空域を利用する有人機事業者にはADS-B out等が具備。数社間でUTM連携の実装が進む。高度な自動化に合わせ多数機同時運航からm対エリアの考え方にシフト。



2. 2024年度までの取組内容と成果



①-2 国内事例調査

国内において多数機同時運航を行う事業者の事例について、ヒアリングや机上調査から、事例の概要や申請書類等を整理。事例については、多数機同時運航国内事例集に掲載。

事例のイメージ

1.1 ReAMo 2022 年度 日本航空事例 (1対2)

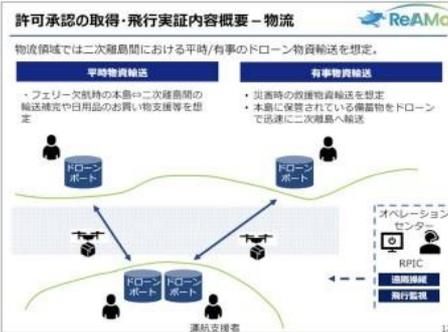
この節では 2022 年度に実施された日本航空による多数機同時運航事例を説明する。

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-II (目視外飛行)
飛行場所	● 古仁屋大浜緑地公園～瀬相港 ● 古仁屋大浜緑地公園～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



国内における多数機同時運航14事例を事例集に掲載

(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. 飛行および無人航空機に関する事項を記載すること。

登録番号等	[Redacted]		
製造者名	株式会社アロドローン	型式又は名称	F06B-Type0, F06B-Type3
質量等 ¹⁾	F06B-Type0: 50 kg F06B-Type3: 24.9 kg		
機体認証番号等	□申請する機体の内容が、使用条件等指定書の範囲内であることを確認した。	型式認証番号	□申請する機体の内容が、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、改定の有無を記載し、「改定している」場合には、改定範囲及び4.の項も記載すること。²⁾

改定の有無 改定していない / 改定している (1-改定範囲及び4.を記載)

改定範囲 変更 変更 変更

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)に記されていない場合は型式認証無人航空機において無人航空機飛行規程に記されていない場合には、それらに記されていない具体事項及び4.の項も記載すること。

使用条件等指定書/無人航空機飛行規程に記されていない具体事項

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定を行っていない場合に記入。機体認証無人航空機においては(使用条件等指定書)に記されていない場合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記されていない場合には、次の内容を記載すること。

確認事項	確認結果
特別な突進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認識できる付大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残量を確認できること。	■適 / □否
特別な操作状況又は過度な応力を与えることなく、安定した離陸及び着陸ができること。	■適 / □否 / □該当せず
特別な操作状況又は過度な応力を与えることなく、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、機体認証の主電源の切断又は同等な手段により、モーター又は異常動作を停止できること。	■適 / □否 / □該当せず
機体認証は、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
機体認証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
自動帰航システムにより、安定した離陸及び着陸ができること。	■適 / □否 / □該当せず
自動帰航システムにより、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のみならず、異常、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せしめられるよう、強制的に操縦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、それが異なる場合は、最も厳格な事項を記載すること。
 ※2 改定範囲を総称する名称等として、機体認証(機体・機体認証)の等号を設計することができる。
 ※3 運航規程は、プロトコル等の機体認証を適用し、空域の利用、ホバリング、ホバリング、下降等の飛行を行うことを行い、運航規程を記す場合には「該当せず」を記載すること。
 ※4 改定範囲とは、機体認証に組み込まれたプログラムにより自動的に制御を行うことを行い、自動帰航機能のない場合は「該当せず」を記載すること。

2. 2024年度までの取組内容と成果



② 勉強会の運営

ReAMo関係者を対象に勉強会を計14回実施。勉強会では、ReAMo① (3)での取り組み内容の共有や、ReAMo①(4)事業者様の実証内容の共有やディスカッションを実施。

2024年度勉強会の主な内容

第12回勉強会

PwCから成果物のアウトプット案と調査の進捗を共有した。①(4)事業者様から、①(4)実証の進捗を共有いただいた

第13回勉強会

PwCからチェックリストの概要と米国調査結果の共有、多数機同時運航のあるべき姿についての紹介を行った。①(4)事業者様から、①(4)実証の進捗を共有いただいた

第14回勉強会

PwCから①(3)成果物を紹介した。①(4)事業者様から実証結果を共有いただいた

2. 2024年度までの取組内容と成果



③事例集・調査レポート作成

国内事業者の多数機同時運航の実施内容を整理した「多数機同時運航国内事例集」と、多数機同時運航の海外制度や事例を取りまとめた「多数機同時運航海外調査レポート」を作成した。

作成の目的

多数機同時運航 国内事例集

事業者が多数機同時運航の申請に臨むにあたり必要な情報を洗い出すことを目的に、国内事業者の多数機同時運航の実施内容を整理している

多数機同時運航 海外調査レポート

国内のドローン事業者がカテゴリⅢ飛行で多数機による同時運航を実施する際に、自主的に検討すべき事項について、海外制度や実際に運航されている事例、国際議論を提供することにより、事業者による多数機同時運航に係る申請の円滑化を目的としている

2. 2024年度までの取組内容と成果

④2024年度新規追加：チェックリスト作成（1/2）



カテゴリー II 飛行の特定の運航における多数機同時運航の申請を円滑に進められることを目的にしたチェックリストを作成した。記入用フォーマットと併せて、具体例を記入した具体例記載版を公開している。

チェックリストのイメージ

(任意様式)

年 月 日

無人航空機の1対多運航飛行を含む飛行の許可・承認取得
に向けたチェックリスト (カテゴリーII)

本チェックリストの対象者
1. 本チェックリストの対象者
去申請を行い、許可承認を
2. 上記以外の事業者について
できる。

使用上の注意事項
1. このチェックリストは、力
に該当する運航の許可等の
いて、追加説明を行うこと
る申請書類に任意で追加的
2. この任意様式を提出することにより、1対多運航の許可
いことに留意されたい。位置づけとしては事業者が任意
である。
3. 本チェックリストでは第三者の立入管理区画の設定につ
として留意されたい。立入管理区画の設定の詳細はカ
II
4. 別紙
5. 第二
の

各ポイントについて多数機であっても実施できることを適、否で記載の後、MoC※の内容を記載

チェック事項	確認結果
機体に関するチェック項目	■適 / □否
①自動操縦により飛行させることができる無人航空機の場合、1対多運航であっても次に掲げる基準に適合できること。 ¹ - ①-1自動操縦システム(自動操縦により飛行させるためのシステムをいう。以下同じ。)により、安定した離陸及び着陸ができること。 - ①-2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(回転翼航空機に限る。)、下降等)ができること。 - ①-3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。ただし、飛行中に不具合が発生した際の対応も含め操作介入等を必要としない機能を有する設計であり、かつ、その機能に関しては十分な信頼性(例:飛行のリスクに応じた DAL レベルに相当する信頼性)を有することを製造者が証明できる場合はこの限りではない。	

1 を説明する画像や記述、等

1. (例) 逸脱防止システム(ジオ・フェンス、ジオ・アウェアネス等)が具備を記載。自動操縦システムが対応する自動対応項目を明記。操縦者が操作介入を行う場合は操作介入項目を明記。墜落した場合でも飛行場所が火災等の被害が及ぶ場所でないことの確認を実施し、その内容を記載。

- 逸脱防止システムの具備
無人航空機に逸脱防止システム(ジオ・フェンス、ジオ・アウェアネス等)が装備されている。
- 通常時、緊急時の自動操縦システムの対応項目と操作介入に要する時間
 - 通常時
通常時はGPSを取得し、ウェイポイントの設定に従い航行を行うため、特に操作を必要としない。物件・障害物等には、機体に具備されたビジョンセンサーによって自動回避を行う。
【参照】
別添資料_aaa.機体マニュアル、p.xx ウェイポイントの設定
別添資料_aaa.機体マニュアル、p.xx ビジョンセンサーによる自動回避
 - 緊急時
機体の自動化項目は以下の通り。

機体に関するチェック項目	想定される緊急時の項目	初動対応		参考先
		機体の自動対応	操作介入あり	
機体	電源系統 (Low battery 等)	●		別添資料_aaa.機体マニュアル、p.xx
	機体システム (機体のオーバーヒート等)	●		別添資料_bbb.機体マニュアル外の自動化項目、p.xx
	GNSSの喪失	●		別添資料_aaa.機体マニュアル、p.xx
	GNSSの喪失	●		別添資料_aaa.機体マニュアル、p.xx
	コントロールステーションの電源喪失 その他の故障	●	●	別添資料_bbb.機体マニュアル外の自動化項目、p.xx
天候	飛行中の雨や雷水		●	別添資料_ccc.飛行マニュアル、p.xx
障害	建物や障害物の存在	●		別添資料_aaa.機体マニュアル、p.xx

1 任意しない(別紙の運用の概念を参照)、他人に譲渡する場合はシール貼への確認と事前届出を要す

2 火災等の被害が及ぶ場所でないことの確認
被害が及ぶ場所ではないことを確認済みである。運

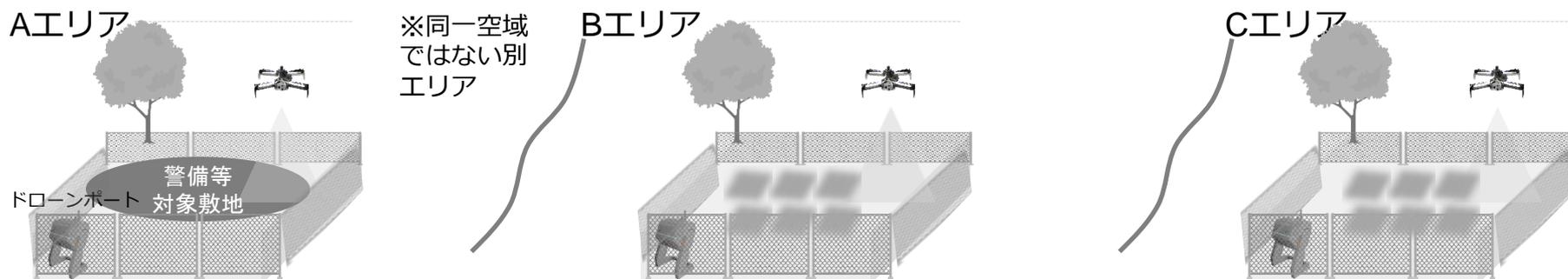
それぞれのMoCについて具体例を記載

※MoC: 適合性証明方法のこと。Means of Complianceの略

2. 2024年度までの取組内容と成果

④2024年度新規追加：チェックリスト作成（2/2）

太陽光発電施設の警備や点検といった用途での多数機同時運航を想定し、運航の概念を作成。立入管理区画を設定により地上リスクが無くなり、地上・物件から30mの高さに限定することで空中リスクがほぼ無くなる。それにより、カメラ映像の常時監視の必要がない。



機体

継続した制御（クルーズ）、障害物やイベント（機体トラブル等）の検知が機体で自動でできること。人間は制御ができる状態を保つ。

操縦者

多数機同時運航に対応した訓練が実施されていること

運航体制

チェックリストを具備すること
特に空中リスクについてはチェックリスト記載の手順に従って、地上・物件から30mまでの運航に限定し、臨時離着陸場からの離隔、有人機事業者への事前周知を実施すること



チェックリストのダウンロードは[こちら](#)

2. 2024年度までの取組内容と成果 外部向けのウェビナーの実施



2023年度実施 BVLOS Exemption説明会

2024年度実施 1対多運航の動向に関するウェビナー

目的

米国での多数機同時運航の取り扱いから、事業者が主体的に検討すべき要件を考察し、共有、周知、ディスカッションすること

概要

各国における多数機同時運航の扱いや、2023年に承認されたBVLOS Exemptionの紹介を実施

参加人数

136人

満足度
目標

80% (アンケート結果:94%)

資料
イメージ

4. 米国制度における1対多運航の取り扱い
米国制度概要

FAAの定めるPart	内容
Part 61	資格規定 (パイロット、飛行術者、および地上監督者)
Part 91	一般飛行規則
Part 107	商業無人航空機システム
Part 135	航空運送事業者およびオペレーターの登録

7. Zipline, UPS FFの運航における機体・システム、操縦者、体制の説明
Ziplineの運航における機体・システム

地上リスク対策 (地上の人・建物) | 空中リスク対策 (他の無人機・有人航空機)

機体の落下誘発を軽減するシステム | 送達物落下時に安全性を高めるシステム | 盲信による機体Ziplineの回避機能 | ADS-B IIによる無人機検知の確保

7. Zipline, UPS FFの運航における機体・システム、操縦者、体制の説明

Part 107または107 Waiverの下行われる運用を特徴とし、機体・システムに11

出典: Exemption No.181112, No.18112 事業者はZipline, Zipline Webサイト

国際的な多数機同時運航に係る法規制の状況
物流事業を行う米国籍事業者の状況

事業者	Exemption No.	飛行の目的	運送貨物の種類
prime air	18161D (2024/6/6)	郵便物の送達	1.4
Wing	18163F (2024/6/17)	郵便物の送達	1.6
UPS	18338F (2024/6/17)	郵便物の送達	1.1
Zipline	18111D (2024/6/17)	郵便物の送達	1.6
UNMANNED	19058F (2024/4/19/20)	郵便物の送達	不明
DroneUp	20278 (2024/1/17)	郵便物の送達	不明

9/16 Wing
Wing視察の様子とキーポイント

Wing視察の様子

- Wingの機体は、機体・システムに11
- Wingの機体は、機体・システムに11

キーポイント

- Wingの機体は、機体・システムに11
- Wingの機体は、機体・システムに11

2. 2024年度までの取組内容と成果 航空局「多数機同時運航スタディグループ」への参加



航空局立ち上げ「多数機同時運航の普及拡大に向けたスタディグループ」にて「無人航空機の多数機同時運航を安全に行うためのガイドライン」（第一版）の策定に参画。

多数機同時運航SGで策定されたガイドライン

無人航空機の多数機同時運航を
安全に行うためのガイドライン
第一版

令和7年3月

国土交通省航空局安全部無人航空機安全課

付録 多数機同時運航の普及拡大に向けたスタディグループ 構成員

【構成員名簿】（五十音順：企業名）

<メンバー>

- イームズロボティクス株式会社
- ANA ホールディングス株式会社
- 株式会社 ACSL
- 株式会社 NEXT DELIVERY
- 株式会社 バスコ
- グリッドスカイウェイ有限責任事業組合
- KDDI スマートドローン株式会社
- 日本航空株式会社
- 日本郵便株式会社
- バウンダリ行政書士法人
- PwC コンサルティング合同会社

<オブザーバー>

- 経済産業省製造産業局航空機武器産業課次世代空モビリティ政策室
- 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

<事務局>

- 国土交通省航空局安全部無人航空機安全課

<事務局支援>

- 三菱総合研究所

- レベル3または3.5飛行により各機体独立制御形態で1:5までの飛行を行うものをスコープとして扱う
- 6機以上の運航や、レベル4飛行での多数機同時運航の要件についても今後検討を予定