

次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト
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安全性評価手法の開発

勉強会資料 総集編

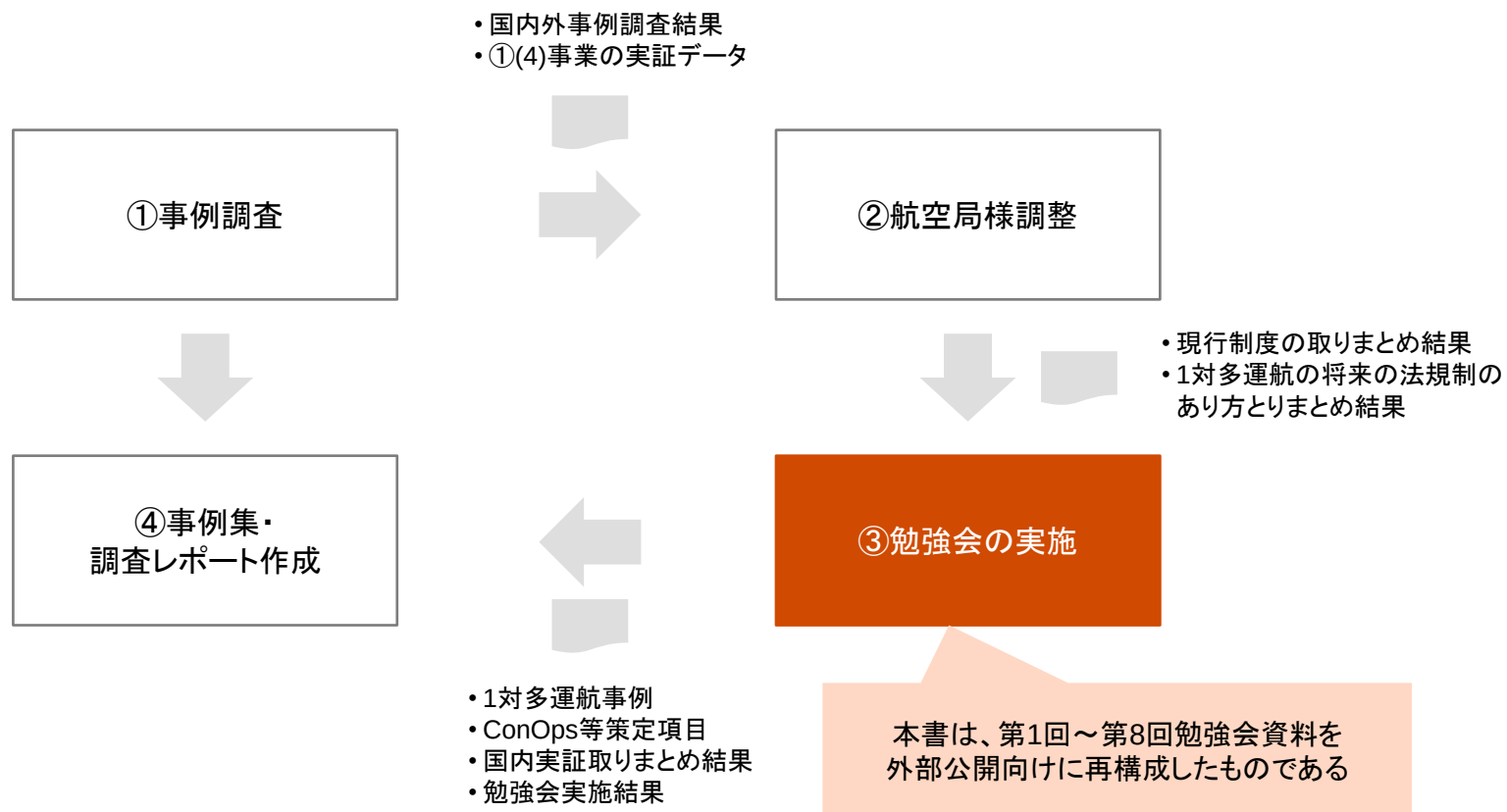
PwCコンサルティング合同会社
2022年12月27日



はじめに: 本書の説明

- 本書は、ReAMo ドローンの1対多運航を実現する安全性評価手法の開発事業の主要活動の一部である③勉強会の実施において、ReAMo事業関係者向けに提供した検討資料を外部公開向けに再構成したものである。

本事業の活動概要



1. 本事業の目的と本書の概要
2. 国内制度の説明及び1対多運航の扱い
3. 海外制度における1対多運航の扱い
4. 海外における1対多運航事例
5. 海外における1対多運航に関する最新議論
6. 海外諸国と国内制度比較
7. 附録

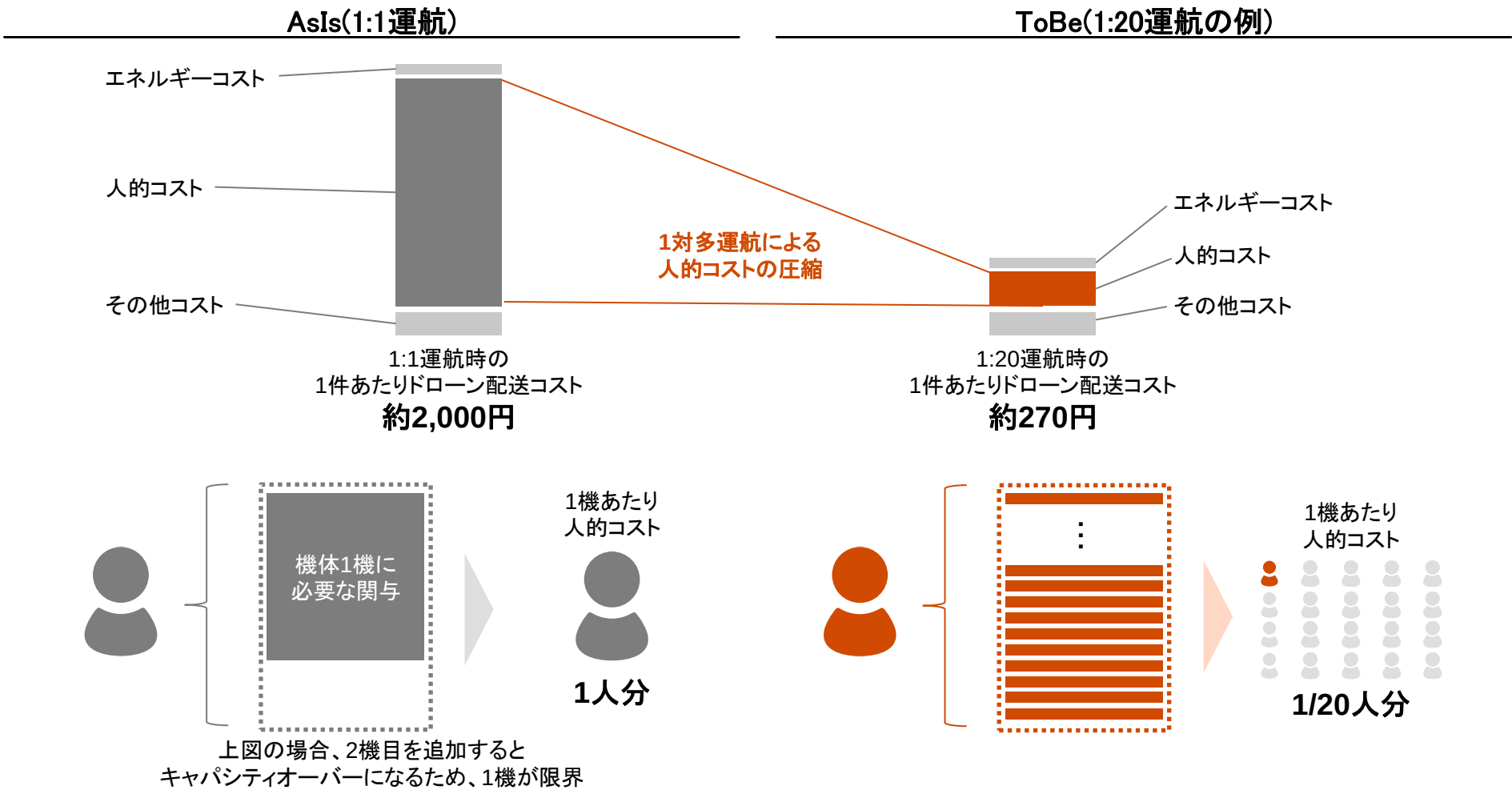
1

本事業の目的と
本書の概要

本事業の目的と本書の概要

なぜ1対多運航が重要であるのか

- 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、運航に係る人件費がボトルネックとなっており、1対多運航によるコスト圧縮により解決が期待される。



出典：各社レポートを参考にPwCが作成

本事業の目的と本書の概要

1対多運航の定義

- 1対多運航とは、操縦者対機体の比率が1対1を超える運航を指す。

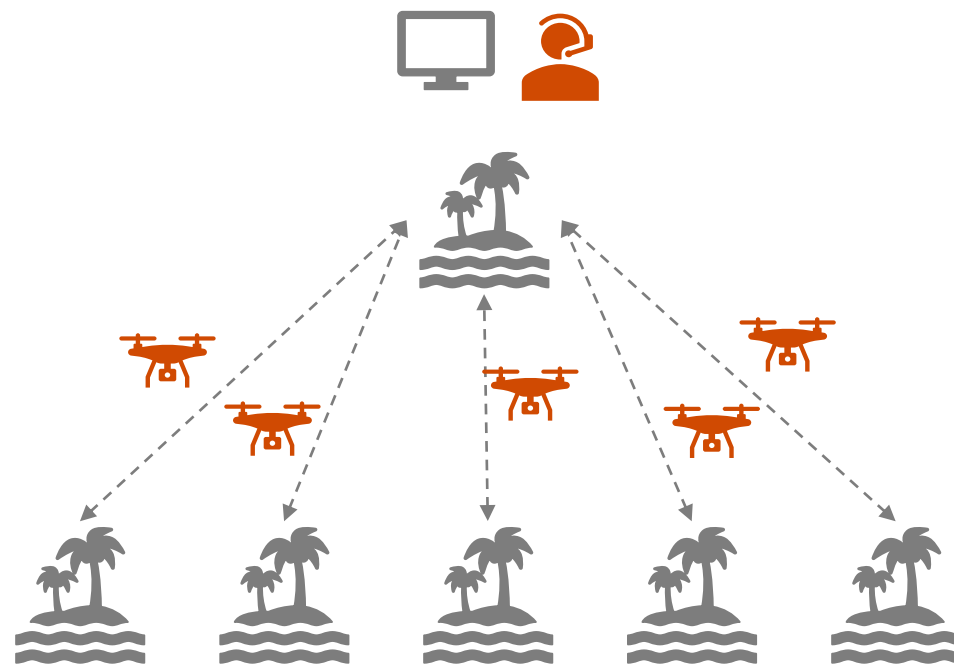
1対多運航の定義と引用元

1対多運航 の定義

操縦者に対する機体の数が1対1を超える運航

引用元

- ・ 航空局 型式認証安全基準
- ・ FAA Special Class Airworthiness Criteria



例えば、上図のような1人の操縦者が同時に5機を制御している状態が該当する

出典: 無人航空機の型式認証等における安全基準及び均一性基準に対する検査要領

本事業の目的と本書の概要

本事業において議論の中心となる1対多運航の形態

- 本事業においては、モビリティ用途で重要となる「複数ルート飛行」を主に扱っている。以後の内容では、複数ルート飛行を前提とした説明を行う。

1対多運航の形態

	群制御飛行	編隊飛行	複数ルート飛行
イメージ図			
説明	1か所での複数機同時飛行	1つのルート上での複数機同時飛行	複数のルートの複数機同時飛行
利用シーン	エンターテインメント・農業　ほか	物流　ほか	物流・警備　ほか
事業者例	Intel （オリンピック開会式）	NICT実証実験 （手動操縦機へ他機体自動追従）	Zipline Global （m:Nオペレーション）

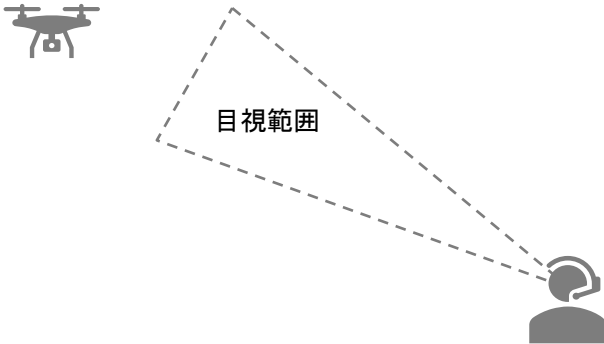
※また、本事業のスコープでは総重量25kg未満の機体をスコープとしている。

本事業の目的と本書の概要

【参考】1対多運航時に該当する可能性の高い飛行形態

- 1対多運航時には、目視外飛行と自動操縦が前提となる可能性が高いため、情報収集に当たっては、これらに課される要件への対応についても調査を行っている。

1対多運航時に該当する可能性の高い飛行形態

	目視外飛行	自動操縦
イメージ		
説明	距離的に遠い場合や、障害物によって目視による機体周辺の状況が確認できない飛行	GCS等を介して飛行命令を送信し、緊急時を除いて操縦者がプロポを使用しないことを基本とする飛行
前提となる理由	複数ルートを飛行する機体を同時に目視することができないため、目視外飛行に該当する	プロポを使用した手動操縦を同時に複数機に対して行うことはできないため、自動操縦に該当する

本事業の目的と本書の概要

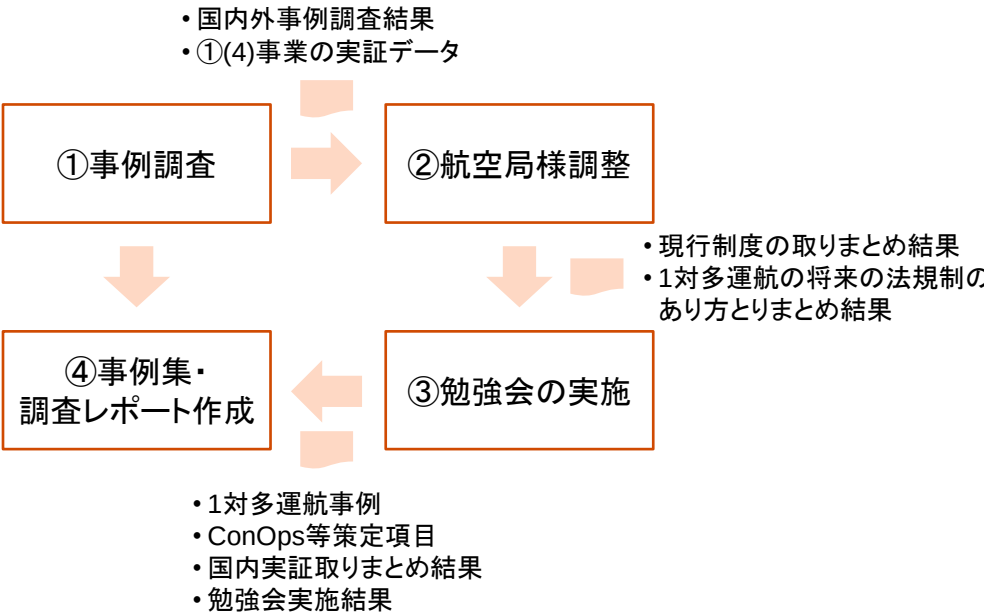
本事業の目的

- 本事業は、日本国内ではまだ実施事例の少ない1対多運航の適合性証明手法を開発することを目的とし、関連する国内制度・海外制度の調査を行い、申請の要点や今後のあるべき姿について議論を進めている。

本事業の予定成果物

予定成果物	概要	インプット
事例集	国内で航空局承認の下1対多運航を行った事例に関する申請や運航に関する情報及び要件考察	国内で実施されている限られた事例及び本事業内で行われる実証に向けた申請情報等を利用する
調査レポート	海外の1対多運航に関連する制度、実施事例、最新議論のまとめ及び産業界からの提言	海外の飛行事例及び制度、制度策定にむけたWG活動等の情報を利用する

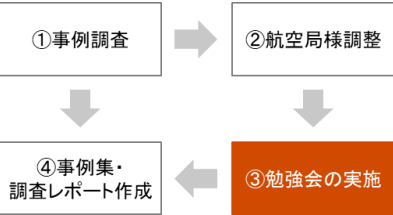
本プロジェクトの進め方



本事業の目的と本書の概要

本書の概要

- 本書は、事業の中で行われている国内事業者との勉強会資料のうち、1対多運航の情勢把握に有用な情報を抜き出し、再構成したものとなっている。目次と章ごとの概要を以下に示す。



一部抜粋

本書の目次と概要

章番号	章タイトル	概要
1	本事業の目的と本書の概要	1対多運航の定義及びその中でも本事業において主として検討する複数ルートの同時管理についての説明
2	国内制度の説明及び1対多運航の扱い	- 国内で現在運用中の制度に関する基礎的な説明 - 国内で現在運用中の制度における、1対多運航の要件有無やその内容、背景にある考え方についての説明 - 審査要領から読み取れる、1対多運航を行おうとした場合に実質的に必要となる要件についての説明
3	海外制度における1対多運航の扱い	各国で現在運用中の制度における、1対多運航の要件有無やその内容、背景にある考え方についての説明
4	海外における1対多運航事例	各国で実際に承認を受けて実施された商業目的または試験的な1対多運航の事例に関する運航の内容、承認要件、規制当局との調整内容等の調査結果についての説明
5	海外における1対多運航に関する最新議論	将来的な1対多運航に関連する法制度の各国及び国際組織における議論についての説明
6	海外諸国と国内制度比較	1対多運航を実施しようとした際に課される要件を、日本の制度の枠組みである機体・システム、操縦者、体制に沿って比較し説明
7	附録	1対多運航時に生じ得るハザードリスト - ハザード特定手法 - 航空分野における安全管理の考え方

2

国内制度の説明及び
1対多運航の扱い

2.1

国内制度の説明及び
1対多運航の扱い

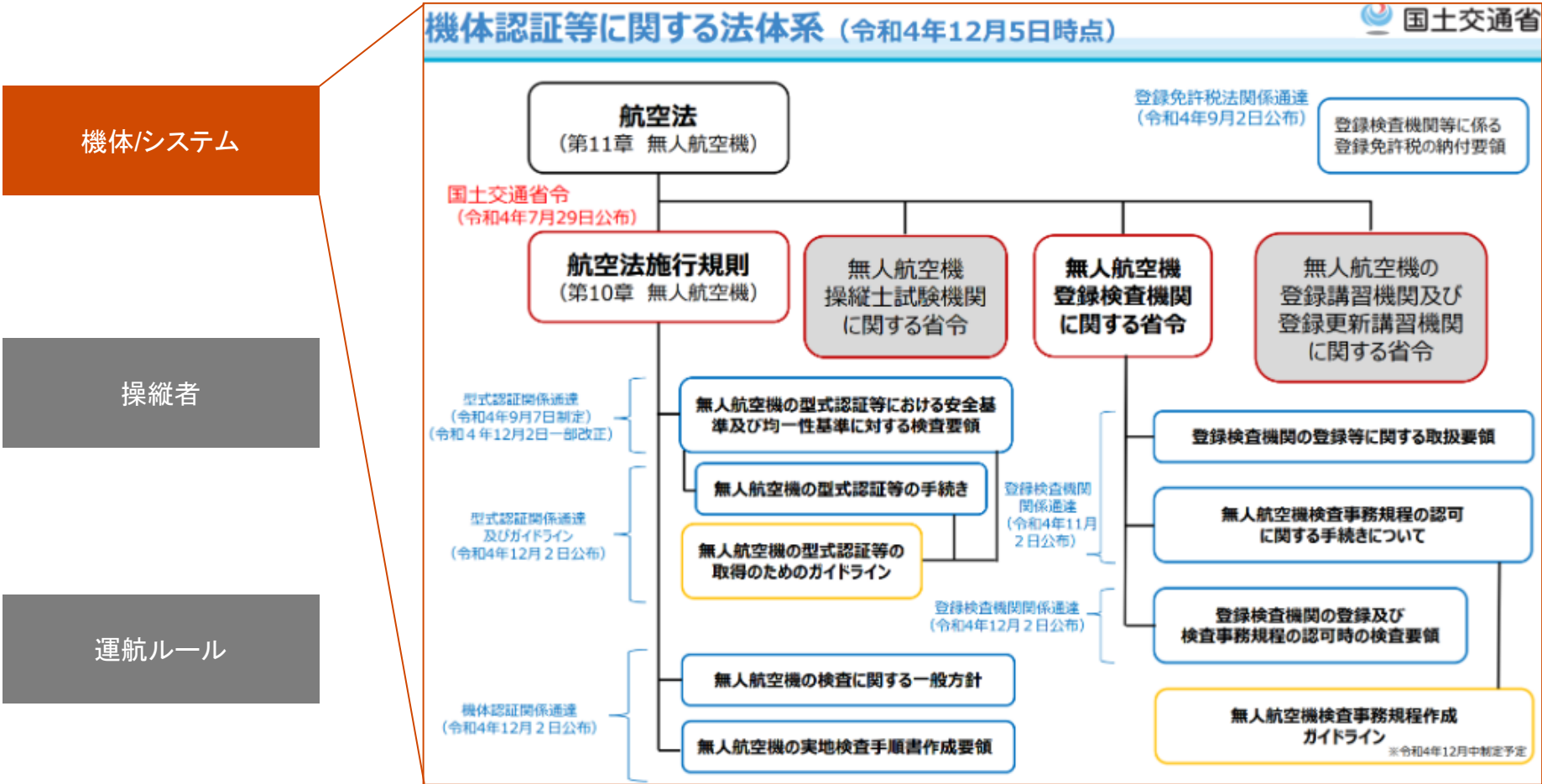
機体/システム編

国内制度の説明及び1対多運航の扱い:機体/システム編

現行制度体系

- UAS関連の法規は機体/システム、操縦者、運航ルールに3つに大別され、機体/システムに関するものは以下のような整理が航空局より公開されている。本節では以下の内容を取り扱う。

現行制度体系



出典: 国土交通省 機体認証等に関する法体系

国内制度の説明及び1対多運航の扱い:機体/システム編

現行制度における1対多運航の取り扱い有無

- 型式認証ガイドラインには1:20までを対象とする旨が明記されており、現行制度は1対多運航をスコープに含む。

現行制度における1対多運航に関する記述

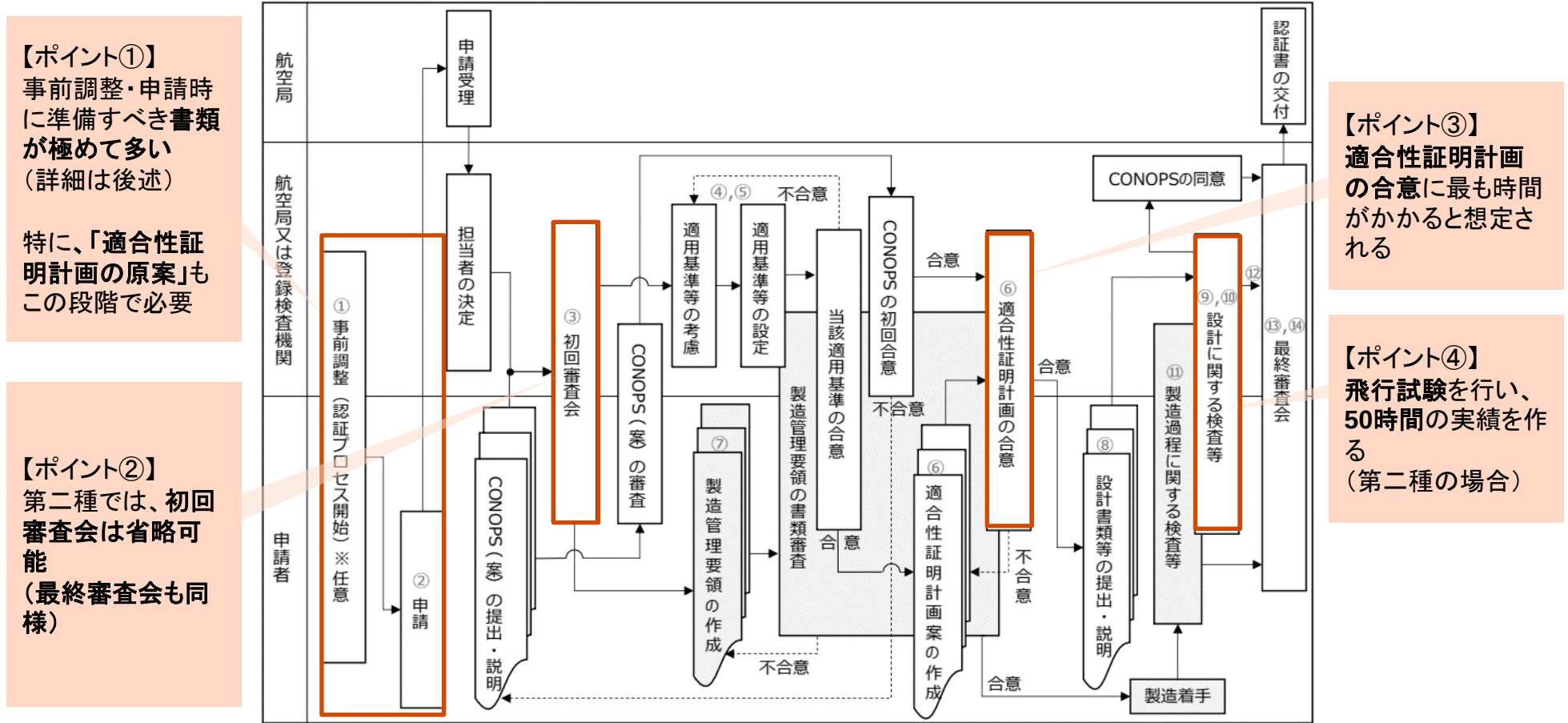
要旨	記載元	記載箇所
「操縦者:機体比率が1:20以下の機体」について、型式認証で規定する (補足)型式認証ガイドラインは、第二種型式認証を前提としたものである	【適用】 ここで解説する安全基準及び適合性証明方法の一例は、サーキュラーNo.8-001「無人航空機の型式認証等における安全基準及び均一性基準に対する検査要領」(令和4年9月7日国空機第456号)の第2章に規定しているものを対象としています。 D&R (Durability & Reliability) を土台とするこの安全基準は、具体的には以下の仕様及び CONOPS に該当する無人航空機に適用されます。以下に該当しない無人航空機に対しては、特別要件等の要否について、航空局又は登録検査機関 (以下「検査者」という。) と追加の調整が必要となります。 - 無人航空機が C2 リンクを有し、操縦者が緊急時の対応を取ることができるもの - 着氷気象状態での運用を行わないもの - 操縦者と無人航空機の数の比率が 1:20 以下のもの - 電動推進の無人航空機であること (内燃機関または燃料電池を除く)	ガイドラインP.86 「適用」
飛行試験において、1対多を含めた全13項目について、最も厳しい条件の組み合わせ及び形態を含まなければならない	・300 耐久性及び信頼性 無人航空機は、CONOPS に記載され、また型式認証データシート及び無人航空機飛行規程に無人航空機運用限界として含まれる、運用環境の制限下で運用された場合に耐久性と信頼性を持つように設計されなければならない。その耐久性及び信頼性はここに記載する要件に従い、飛行試験で実証しなければならない。試験は、計画外飛行、制御不能、想定飛行範囲からの逸脱又はリバーエリア外での非常着陸につながる不具合なく完了しなければならない。 (a) このセクションへの適合を証明するために試験を開始した後は、その機体の全ての飛行を飛行試験報告書に含むこと (b) 試験は運用のすべてのフェーズにおけるすべての飛行エンベロープの評価を含まなければならない。さらに、少なくとも以下を考慮すること。 (1) 飛行距離 (2) 飛行時間 (3) ルートの複雑性 (4) 重量 (5) 重心 (6) 密度高度 (7) 外気温度 (8) 対気速度又は対地速度 (9) 風速 (10) 天候 (11) 夜間運用 (夜間運用を行う場合) (12) エネルギー貯蔵システムの容量 (13) 操縦者に対する機体の数 (1 対 1, 1 対複数等) (c) 試験は上記(b)項のうち最も厳しい条件の組合せ及び形態を含まなければならない。 (d) 試験では CONOPS で指定される運用タイプに応じた別々の飛行プロファイル及びルートの分布を示さなければならない。 (e) 試験は、CONOPS で指定される想定環境下で行わなければならない。これには、電磁干渉 (EMI) と高強度放射電界 (HIRF) 環境を含む。 (f) 試験においては、特別な操縦者のスキルや注意力を要求してはならない。 (g) 試験に使用する無人航空機は、運用中に想定される地上での機体取扱時 (貨物の積み込みを含む。) 及び輸送時における取扱いによる負荷の最悪値を考慮したものでなければならない。 (h) 試験に使用する無人航空機は、セクション 105 で特定された最低限の仕様を満足するが、それを超えない関連システム (AE) を使用しなければならない。複数の関連システム (AE) が特定された場合、申請者は各形態を実証しなければならない。 (i) 試験に使用する無人航空機は、ICA 及び無人航空機飛行規程に基づいた運用及び維持がされなければならない。このセクションへの適合性を示すに 第 8 部 安全基準について (48/71) 当たり、ICA に設定された整備間隔よりも短い間隔で整備を行うことは許容されない。 (j) 機体の内部に搭載し、又は外部に固定すること等によって貨物を輸送する運用を行う場合、重量・重心の組合せが最も厳しい貨物の搭載状態における飛行エンベロープに対して以下の試験を行わなければならない。 (1) 機体が安全に制動・操縦できること。 (2) 機体の内部に搭載し、又は外部に固定すること等によって貨物を輸送できること。	ガイドラインP.131 「セクション300 耐久性及び信頼性」

国内制度の説明及び1対多運航の扱い:機体/システム編

型式認証の手続きフロー

- 1対多運航を扱う飛行試験を内容に含めた「適合性証明計画」について検査機関と合意形成した上で、第二種型式認証の場合50時間の実績を作る必要がある。

型式認証の手続きフロー



出典:国土交通省 無人航空機の型式認証等の取得のためのガイドライン

国内制度の説明及び1対多運航の扱い:機体/システム編

型式認証と機体認証の関係

- 型式認証と機体認証では実施する検査の重複する部分、しない部分について下図の内容を認識しておく必要がある。

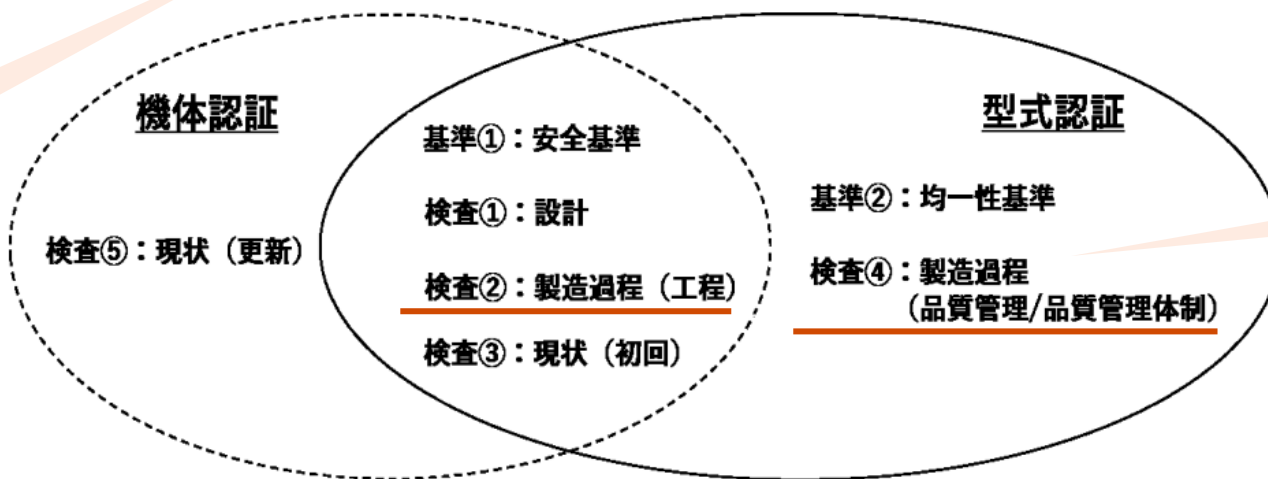
型式認証と機体認証の関係

型式認証を受けた型式の無人航空機については、機体認証における設計、製造過程及び現状についての検査のうち、設計及び製造過程の検査の全部又は一部が省略されます。

また、初めて第二種機体認証を受ける場合に限られますが、現状検査の全部又は一部も省略されます。

【ポイント①】

型式認証を有する機体が、出荷時の状態で機体認証を行う場合、現状の検査は省略



【ポイント②】

機体認証では製造過程の検査のうち、品質管理は問われないが、工程については問われる

国内制度の説明及び1対多運航の扱い:機体/システム編

機体認証の検査において理解しておくべき点

- 機体認証は型式認証同様に「設計」「製造過程」「現状」の3点について検査されるが、「設計」「製造過程」については型式認証のルールが適用される。

機体認証の検査において理解しておくべき点

4. 検査に関する手続き

機体認証の申請区分別の提出書類及び検査又は確認の概要及び方法
下表の区分に従い該当の分類項目を参照すること。

検査	認証の有無	検査の実施			対象となる機体	申請区分の項目
		設計	製造過程	現状		
新規	無し	○	○	○	型式認証を受けたことがない無人航空機	6-1(1)
	第1種型式認証	×	×	○	使用実績有(6-1(4)に該当するものを除く)	6-1(2)
	第2種型式認証	×	×	○ ^{注2}	航空の用に供していない機体 ^{注1}	6-1(3)
	第1種型式認証	×	×	○ ^{注3}	使用実績有(設計者等により検査合格書等が発行 ^{注4})	6-1(4)
	第2種型式認証	×	×	×	航空の用に供していない機体 ^{注1}	6-1(5)
	第2種型式認証	×	×	×	航空の用に供していない機体 ^{注1}	6-1(5)
更新	第1種機体認証	×	×	○	6-2(2)及び(3)に該当しない場合	6-2(1) ^{注5}
	第2種機体認証	×	×	○ ^{注3}	設計者等により検査合格書等が発行 ^{注4}	6-2(2) ^{注5}
	第2種機体認証	×	×	○ ^{注3}	設計者等により検査合格書等が発行 ^{注4}	6-2(2) ^{注5}
	第1種又は第2種機体認証で改造された場合 ^{注6}	○	○	○	更新申請において設計及び製造過程に変更がある場合	6-2(3)

【ポイント①】
検査は「設計」「製造過程」「現状」の3点について行う

【ポイント②】
型式認証なしで機体認証を行う場合、区分6-1(1)に該当し、上記3点全ての検査を行う必要がある

【ポイント③】
型式認証なしで機体認証を行う場合、「設計」「製造過程」の検査においては型式認証と同じ手続きが必要であり、手続きには事前調整も含む

【まとめ】
機体認証のみを行おうとする場合も、型式認証のルールを理解する必要がある

型式認証を受けていない無人航空機の機体認証の申請については、申請予定者が予め申請日、検査予定日及び検査内容等について国と事前調整を行った上で行うこととする。事前調整の対象となる事項や設計及び製造過程に係る具体的な検査の方法については、航空機安全課長通達サーキュラーNo. 8-002「無人航空機の型式認証等の手続き」を準用するものとする。

国内制度の説明及び1対多運航の扱い:機体/システム編

型式認証なしで機体認証を行う場合の手続き

- 前提として、前述の通り機体認証においても型式認証のフローを踏襲する必要がある。ここでは、型式認証無しで機体認証を行う場合のポイントについて説明する。

機体認証を想定した場合における「設計」「製造過程」の検査手続き

型式認証を受けていない無人航空機の機体認証の申請については、申請予定者が予め申請日、検査予定日及び検査内容等について国と事前調整を行った上で行うこととする。事前調整の対象となる事項や設計及び製造過程に係る具体的な検査の方法については、航空機安全課長通達サーキュラーNo. 8-002「無人航空機の型式認証等の手続き」を準用するものとする。

5-3 現状の検査

規則第 236 条の 23 の規定に基づき、申請のあった無人航空機のうち1機について現状の検査を行う。

現状の検査は、設計及び製造過程の成果物である無人航空機等について、設計により定義された仕様が実現されていることを確認することにより、設計及び製造過程の検査の内容を確保するものである。

なお、現状の検査は、個別の製造時確認試験、法第 132 条の 18 第 2 項による検査、仕様等の試験、適合検査、設計の検査における地上試験及び飛行試験及び製造過程検査における各確認により併せて行うことができる。

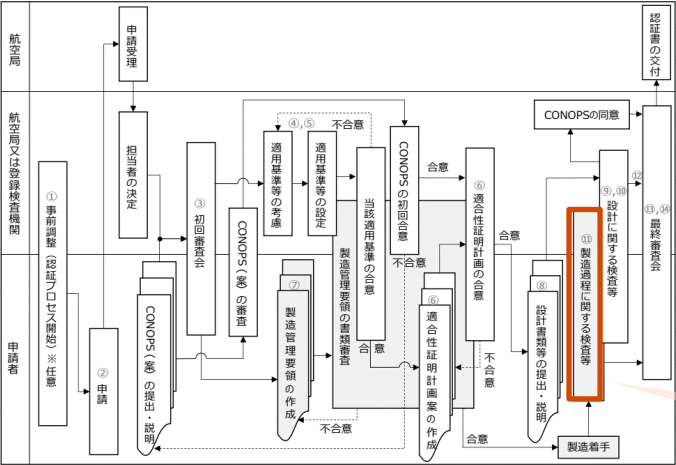
【ポイント①】

型式認証なしで機体認証を行う場合、以下の2点から型式認証フロー上スキップできる箇所はないと読み取れる

- 「事前調整」が必要
- 「設計」「製造過程」の検査は型式認証と同様の手続き

【ポイント②】

型式認証では、「現状」の検査については「設計」が「製造過程」の検査と併せて行われており、独立して記載されていないため、機体認証に規定される「現状」の検査は別途行う必要がある



【ポイント③】

機体認証のみ行う場合、型式認証フローのうち、「製造過程に関する検査等」のボリュームが減る

(具体的には、「品質管理体制を説明する書類」が不要になる)

出典: (上)国土交通省 無人航空機の検査に関する一般方針
(中)国土交通省 無人航空機の型式認証の手続き(サーキュラーNo.8-002)
(下)国土交通省 無人航空機の型式認証等の取得のためのガイドライン、

【参考】型式認証・機体認証の手続き・関係する書類(1/3)

- ・ 認証制度における手続きと、手続きに関係する書類の概要を以下に示す。全体として非常に多くの書類が必要となることをご認識いただきたい。

型式認証・機体認証の手続き・関係する書類

型式 認証	機体 認証	手続 きNo.	手続き名(ガイドライン準拠) ※青字は第二種、25kg未満等条件付き で省略可能	関係する書類名 ※青字は必要とされた場合のみ
●	●	1	事前調整	・ 申請者の概要 ・ 型式認証取得までの想定するスケジュール概要 ・ 設計概念書(CONOPS) ・ クリティカルな問題の洗い出し ・ 適用基準の設定計画 ・ 適用基準及び適合性証明計画の原案 ・ 重要な問題(重要課題) ・ 型式認証申請案 初期段階で適合性証明計画の原案が必要
●	●	2	申請	・ 調整の記録 ・ 設計計画書 ・ 設計書 ・ 図面目録 ・ 設計図面 ・ 部品表 ・ 製造計画書仕様書 ・ 無人航空機飛行規程 ・ 無人航空機整備手順書 ・ 無人航空機の重量及び重心位置の算出に必要な事項を記載した書類 ・ 安全性を確保するための管理の計画 ・ 検査者が必要と認めたその他の資料
●	●	3	初回審査会	(提出済みの書類を用いて行う)
●	●	4	適用基準等の考慮、設定及び合意	

※注 このページにおける機体認証は、型式認証を取得していない場合である「区分6-1(1)」の前提で記載

【参考】型式認証・機体認証の手続き・関係する書類(2/3)

- ・ 認証制度における手続きと、手続きに関係する書類の概要を以下に示す。全体として非常に多くの書類が必要となることをご認識いただきたい。

型式認証・機体認証の手続き・関係する書類

型式 認証	機体 認証	手続 きNo.	手続き名(ガイドライン準拠) ※青字は第二種、25kg未満等条件付き で省略可能	関係する書類名 ※青字は必要とされた場合のみ
●	●	5	特別要件等の調整	・ 適合性見解書 (G-1)
●	●	6	適合性証明計画	・ 適合性検査表 ・ 適合性証明計画 (CP: Certification Plan)
●	●	7	製造管理要領	・ 製造管理要領
●	●	8	設計データの提出、説明及び適合性判定書の発行	・ 適合性判定書 (SOCその①: Statement of Compliance) ・ 図面、解析書、検討書 ・ 試験方案
●	●	9	適合検査及び試験立会の実施	・ 適合検査/試験立会要求書 (RFC/W: Request for Conformity/Test Witnessing) ・ 適合報告書 (SOCその②: Statement of Conformity) ・ 適合検査記録書 (CIR: Conformity Inspection Record) ・ 適合検査票 (CIT: Conformity Inspection Tag) ・ 試験立会記録書 (TWR: Test Witnessing Record) ・ Deviationシート
●	●	10	試験報告書作成	・ 試験報告書
●	●	11	工程及び現物の検査	・ 作業指示書 ・ 検査記録 ・ 製造過程検査実地立会通知書 ・ 製造過程検査実地立会報告書 ・ 品質管理体制を説明する書類 ・ 品質管理体制確認通知書 ・ 処置内容報告書
●	●	12	総合判定書	・ 総合判定書

機体認証においては品質管理に関する枠内3点の書類は不要

※注 このページにおける機体認証は、型式認証を取得していない場合である「区分6-1(1)」の前提で記載

国内制度の説明及び1対多運航の扱い:機体/システム編

【参考】型式認証・機体認証の手続き・関係する書類(3/3)

- 認証制度における手続きと、手続きに関係する書類の概要を以下に示す。全体として非常に多くの書類が必要となることをご認識いただきたい。

型式認証・機体認証の手続き・関係する書類

型式 認証	機体 認証	手続 きNo.	手続き名(ガイドライン準拠) ※青字は第二種、25kg未満など条件付 きで省略可能	関係する書類名 ※青字は必要とされた場合のみ
●		13	型式認証データシート	・ 型式認証データシート
●		14	最終審査会	・ 型式認証書
	●	-	現状の検査	・ 飛行日誌(以下4点を内包) ➢ 飛行記録 ➢ 日常点検記録 ➢ 点検整備記録 ➢ 設計者等による整備記録 ・ 適合確認書(設計者による確認) ・ 現状報告書 ・ 検査申込書 ・ 実地検査手順書 ・ 機体認証書

機体認証では必要だが型式
認証では不要

※注 このページにおける機体認証は、型式認証を取得していない場合である「区分6-1(1)」の前提で記載

2.2

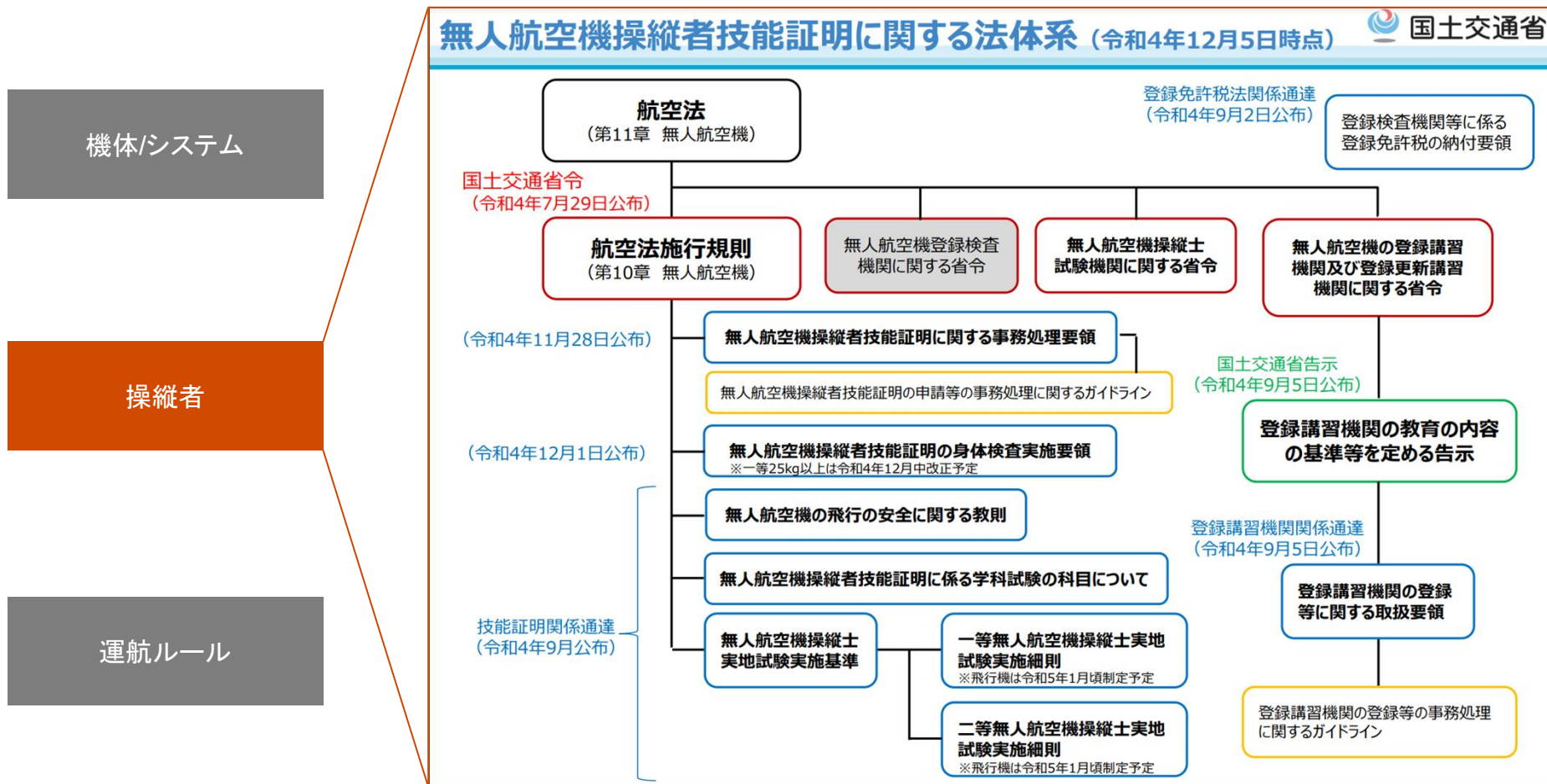
国内制度の説明及び
1対多運航の扱い

操縦者編

現行制度体系

- UAS関連の法規は機体/システム、操縦者、運航ルールの3つに大別され、操縦者に関するものは以下のような整理が航空局より公開されている。本節では以下の内容を取り扱う。

現行制度体系



出典:国土交通省 無人航空機操縦者技能証明に関する法体系

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 操縦者編

操縦者技能証明制度の限定事項について

- 今回想定するような複数ルート进行管理する1対多運航では目視外飛行が前提となることから、操縦者技能証明制度の限定事項に定められる「目視内飛行」を含め理解する必要がある。

操縦者技能証明制度の限定事項

【ポイント①】

限定事項には2つの要素がある

- 機体タイプ(マルチコプター等)
- 特定飛行(目視外飛行等)

以後の説明では、基本的に後者について扱う

【ポイント②】

限定事項については、それぞれに適した講習・試験によって解除が必要となる

1対多運航に関しては、特に「目視内飛行」が関係すると考えられる

無人航空機操縦者技能証明書

Unmanned Aircraft Remote Pilot Certificate

交付日 / 登録日

Date of Issue / Date of Registration

2025.01.01 / 2024.01.01

氏名

Name

無人 太郎

TAROU MUJIN

生年月日

Date of Birth

1901.12.31

31 Dec 1901

住所

Address

東京都千代田区霞が関1-1-1

条件等

Conditions

眼鏡等

区分

年月日

限定事項

Ratings and Limitations

区分

年月日

限定事項

Ratings and Limitations

一等

2024.12.01

ヘリ

25kg

昼間

目視内

二等

2024.12.01

ヘリ

25kg

昼間

目視内

二等

2024.12.01

マルチ

25kg

昼間

目視内

目視内

国土交通大臣

Minister of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

印

章

アタリ

第 211012345611 号

2027.11.31 まで有効

Date of Expiration

備考 Remarks

注釈 Notes

区分 Classification 一等 : 一等無人航空機操縦士 Unmanned Aircraft Remote Pilot CLASS I
二等 : 二等無人航空機操縦士 Unmanned Aircraft Remote Pilot CLASS II

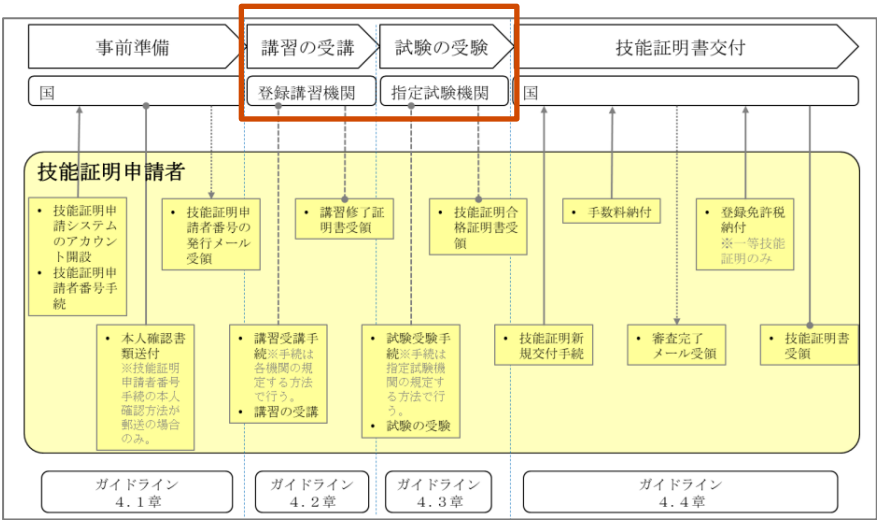
限定事項 Ratings and Limitations マルチ : 回転翼航空機(マルチローター) Rotorcraft(Multicopter) 飛行機 : 飛行機(固定翼) Aeroplane
ヘリ : 回転翼航空機(ヘリコプター) Rotorcraft(Helicopter)
25kg : 最大離陸重量 25kg 未満 Maximum takeoff weight less than 25kg 昼間 : 昼間飛行 Daytime Flight
目視内 : 目視内飛行 VLOS(Visual Line of Sight)Operations

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 操縦者編

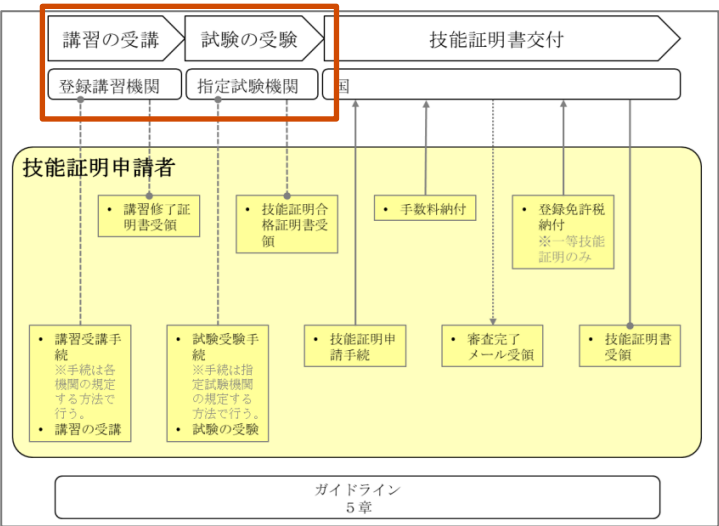
操縦者技能証明制度のフロー

- 新規、限定変更共に、登録講習機関での講習と、指定試験機関での受験の2つのフェーズが存在する。

新規のフロー



限定変更のフロー



【ポイント】
新規も限定変更も、「講習」「試験」を経る必要がある

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 操縦者編

操縦者技能証明制度の試験区分と概要

- 技能証明には基本と限定変更(昼間、目視内、25kg未満)の区分があり、1対多運航を想定した場合には基本と限定変更(目視内)について理解する必要があると思料。

試験区分と概要

区分		試験概要
基本		以下の試験構成で行う - 机上試験 - 口述試験(飛行前点検) - 実技試験 - 口述試験(飛行後の点検及び記録) - 口述試験(事故、重大インシデントの報告及びその対応)
限定変更	昼間 (夜間飛行を可能にする)	- 実技試験は150ルクス以下の照度で行う - 試験構成は基本と概ね同じ※
	目視内 (目視外飛行を可能にする)	- 実技試験はカメラ映像のみを見て行う - 試験構成は基本と概ね同じ※
	25kg未満 (25kg以上を可能にする)	- 実技試験は25kg以上の機体を使用する 「緊急着陸を伴う円周飛行」の円直径が10mになる(上記の他試験では5mのため2倍の設定) - 試験構成は基本と概ね同じ※

※内容の細かい差分は存在するが、ここでは扱わないので必要であれば各自ご確認いただきたい

出典: [国土交通省 二等無人航空機操縦士実地試験実施細則回転翼航空機\(マルチローター\)](#)

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 操縦者編

操縦者技能証明制度の試験に関する補足

- 実地試験においては、一等と二等の間や、基本と限定変更の間で試験構成が大きく変わることはなく、いずれも自動操縦は机上試験のみ行われる。

操縦者技能証明制度の実地試験

III. 基本に係る実地試験

1. 一般

1-1 基本に係る実地試験では、立入管理措置を講じた上で行う昼間かつ目視内での飛行を安全に実施するための知識及び能力を有するかどうかを確認する。

1-2 自動操縦の技能については、適切な飛行経路の設定及び危機回避機能（フェールセーフ機能）の設定を行うために十分な知識を有するかどうかを机上試験で問い、実機による試験は行わない。

1-3 基本に係る実技試験は、最大離陸重量25kg未満の回転翼航空機（マルチローター）で行うこととする。

1-4 実地試験の構成は、次のとおりとする。

- | | |
|-------|----------------------------|
| 1-4-1 | 机上試験 |
| 1-4-2 | 口述試験（飛行前点検） |
| 1-4-3 | 実技試験 |
| 1-4-4 | 口述試験（飛行後の点検及び記録） |
| 1-4-5 | 口述試験（事故、重大インシデントの報告及びその対応） |

【ポイント①】

一等と二等の違いは「立ち入り管理措置を講じる/講じない」の文言の差であり試験構成は同様

※詳細な内容は異なるが、ここでは説明を割愛する

【ポイント②】

自動操縦の技能は机上のみで確認し、機体を使用した試験は行わない

※ただし、試験の前段にあたる講習において、自動操縦は限定変更（目視内）の実地講習に含まれているため、自動操縦を経験しないわけではない

【ポイント③】

左図は「基本」のものであるが、「限定変更（目視内）」においても試験構成や自動操縦の試験の扱いは同様

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 操縦者編

操縦者技能証明制度の講習について

- 講習においては、自動操縦を取り扱う講習の区分及びその時間数が今後の議論における参考情報となると思料。

操縦者技能証明制度の講習（一部抜粋）

区分			学科講習時間	実地講習時間	実地講習の 自動操縦 取り扱い
一等 操縦士	初学者	基本	18	50	
		限定変更 (目視内)	-	7	有
	経験者※	基本	9	10	
		限定変更 (目視内)	-	5	有
二等 操縦士	初学者	基本	10	10	
		限定変更 (目視内)	-	2	有
	経験者※	基本	4	2	
		限定変更 (目視内)	-	1	有

【ポイント①】
自動操縦は限定変更（目視内）の講習の中で実機の飛行が行われることになっている

【ポイント②】
この時間数は、1対多運航の訓練経験の要求を考える上で一定程度参考になると想定される（後続ページで詳述）

※経験者とは、これまでに民間のドローンスクールでライセンスを取得されている者を指し、受講内容・試験内容・受験費用が軽減される
また、二等資格を持つ者が一等資格を受ける場合、経験者とみなされる（パブコメ回答より）

出典: [国土交通省 登録講習機関の教育の内容の基準等を定める告示\(全体版\)](#)

2.3

国内制度の説明及び
1対多運航の扱い

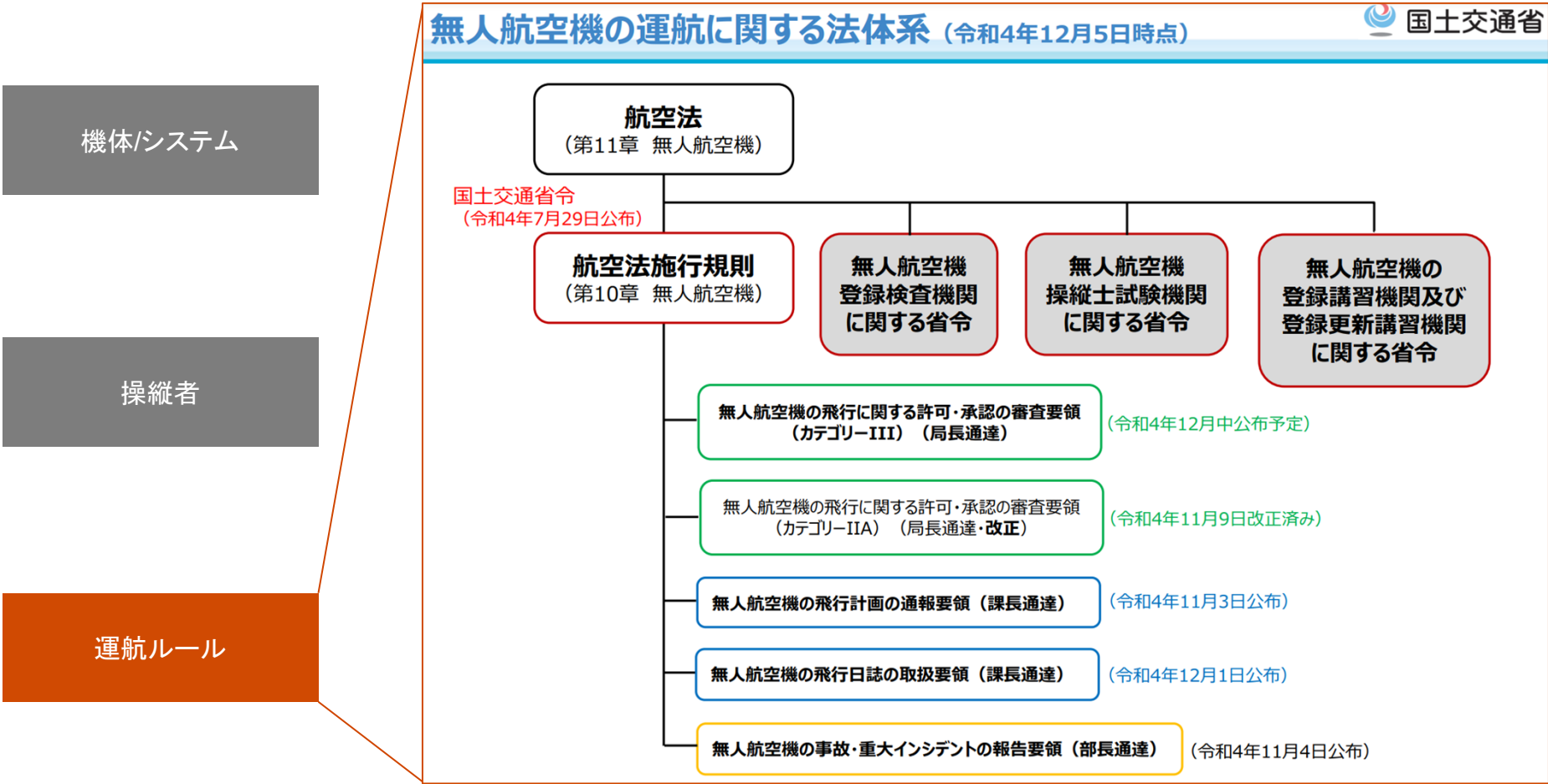
運航ルール編

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 運航ルール編

現行制度体系

- UAS関連の法規は機体/システム、操縦者、運航ルールの3つに大別され、運航ルールに関するものは以下のような整理が航空局より公開されている。本節では以下の内容を取り扱う。

現行制度体系



出典: 国土交通省 無人航空機の運航に関する法体系

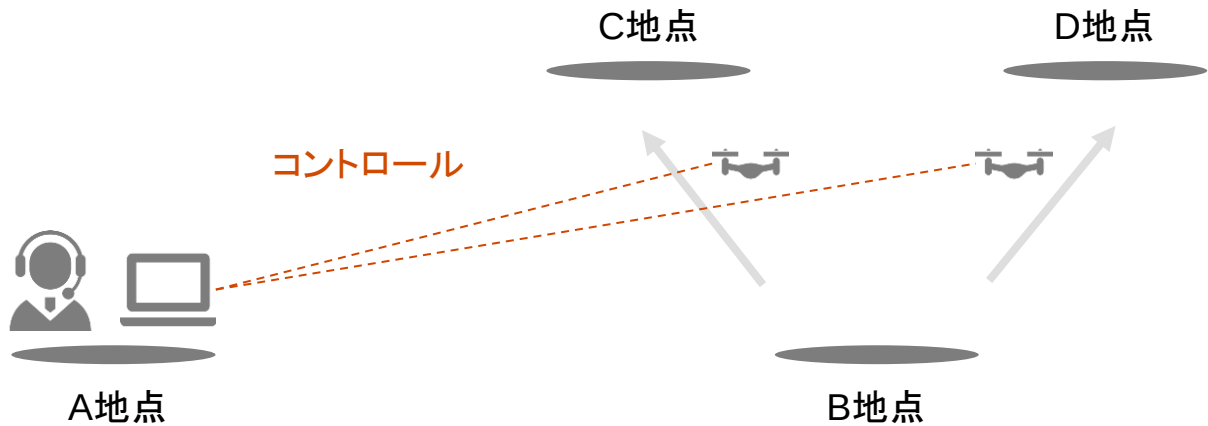
国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 運航ルール編

今回想定する「1対多運航」の飛行形態に含まれる要素

- 特に物流等を想定した場合、1対多運航には目視外飛行・遠隔操作・自動操縦という既存の要素を含んでおり、これらに対する現行制度での規定を順守することが求められる。

1対多運航の要素

【状況設定】
オペレーターが遠隔地から複数ルート of 1対多運航を管理している状況を想定
(なお、オペレーターがB地点にいたとしても、遠隔操作には該当するため条件上の差はないと考える)



上記状況に含まれる要素	現行制度での規定
目視外飛行	有
遠隔操作	有
自動操縦	有
1対多運航	無

上3つについては既存の規定があるため、次ページ以降でこれらを説明する

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 運航ルール編

【参考】カテゴリーⅡ 飛行審査要領の根拠法等

- 1対多運航の議論の前段として、現行の飛行申請における総合的な判断に何が用いられているかを理解する必要がある。

カテゴリーⅡ 飛行審査要領の根拠法等

【飛行申請書記載事項に関する航空法施行規則の言及】
)許可等の申請は、航空法施行規則第236条の74又は第236条の81に規定されている事項を記載した申請書により行わせるものとする。

参照先規則		要約
航空法 施行規則第 236条	74	法第132の85第2項又は第4項第2号の許可を受ける場合、以下の情報が必要(重要箇所抜粋) 機体認証書番号又は機能及び性能に関する事項 操縦者技能証明書番号又は飛行経歴並びに必要な知識及び能力に関する事項 安全を確保するために必要な体制に関する事項 リスクの分析及び評価の結果を踏まえて講ずる措置に関する事項
	81	法第132の86第3項又は第4項第2号の許可を受ける場合、上の74と同様の情報が必要

【ポイント】

1対多運航含め、明文化されていない点については、申請書において上記下線部の情報を総合的に判断されている

【飛行申請書様式1の航空法に関する言及】
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。

参照先法規		要約
航空法第132条	飛行の禁止空域	85第2項 特定の空域(人家密集地含む)や重量の大きい機体は、許可を得なければ飛行できない ※いわゆる「高リスクの飛行」を指し、カテⅢ、またはカテⅡの25kg以上に相当する
		85第4項第2号 国土交通大臣が安全性を認めた場合には、飛行の禁止空域について例外措置を認めることがある
	飛行の方法	86第3項 空中での衝突防止のため、状況に応じ降下させる。もしくはその他国土交通省令で定められる方法に従う
		86第5項第2号 国土交通大臣が安全性を認めた場合には、飛行方法について例外措置を認めることがある

出典: 国土交通省 無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領(カテゴリーⅡ 飛行)

カテゴリーⅡ 飛行審査要領における1対多運航の扱い – 制度上の記載

- 目視外飛行・遠隔操作・自動操縦に関する記載があるため、1対多運航の議論においては上記を全て有していることを前提とした上で、機体数が増加した際に同水準を維持するための懸念点について扱うべきであると思料。

目視外飛行・遠隔操作・自動操縦に関する記載のまとめ

飛行形態	カテゴリーⅡの飛行審査要領における要件の記載		
	機体/システム	操縦者	運航ルール
目視外飛行	- 自動操縦システム - 外部監視用のカメラ等 - フェールセーフ機能（帰還、ホバリング、緊急着陸） - 灯火または目立つ塗色 - 第三者への危害を加えない機能 or 立入管理区域への侵入検知 - 初期故障期間を超える飛行実績 - 地上での以下の情報把握 - 機体の位置・異常 - 飛行経路上の他機体状況（カメラ等 or UTM等を使用） - 機体テレメトリ、気象 - 経路逸脱	遠隔での異常把握、判断、操作に関する10時間以上の訓練	- 経路の安全性事前確認 - 第三者が存在する可能性の低い経路の設定 - 緊急時の実施手順の設定 - 緊急着陸場所の設定 - 緊急対応実施可能性について現場確認 - 立入管理区画の設定・周知（検知できるシステムがあれば不要）
遠隔操作	- 過度な集中力を要することなく安定的な飛行・離着陸が可能な機能 - 緊急時の動力停止介入機能	- モニター映像によって計画通りの飛行ができる能力 - GPSを使用せず安定的な飛行・離着陸ができる能力	
自動操縦	- 強制的な操作介入が可能な設計 or 飛行リスクに応じたDALレベルに相当する信頼性を持つ回避機能を製造者が証明 - 安定的な飛行・離着陸が可能な機能	- 強制的な操作介入で対処する能力 - 機体の点検を正しく行う能力	飛行監督責任者の配置

上表は後続6ページの原文の記載のまとめである。一部、項目間で重複する箇所も存在する

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 運航ルール編

【参考】カテゴリーⅡ 飛行審査要領における1対多運航の扱い – 目視外飛行

- 1対多運航に関して直接の言及はないが、関連する要素として目視外飛行・遠隔操作・自動操縦に関する記載がある。

目視外飛行に関する記載

5-4 目視外飛行時の追加基準

5-4 目視外飛行を行う場合は、次に掲げる基準に適合すること。ただし、無人航空機の機能及び性能、無人航空機を飛行させる者の飛行経歴等、安全を確保するために必要な体制等とあわせて総合的に判断し、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と認められる場合は、この限りでない。

(法第132条の86第2項第2号関係)

(1) 機体について、次に掲げる基準に適合すること。

a) 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こと。

b) 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こと（不具合発生時に不時着した場合を含む。）。

c) 不具合発生時に危機回避機能（フェールセーフ機能）が正常に作動すること。

当該機能の例は、以下のとおり。

- ・電波断絶の場合に、離陸地点まで自動的に戻る機能（自動帰還機能）又は電波が復帰するまで空中で位置を維持する機能
- ・GPS等の電波に異常が見られる場合に、その機能が復帰するまで空中で位置を保持する機能、安全な自動着陸を可能とする機能又はGPS等以外により位置情報を取得できる機能
- ・電池の電圧、容量又は温度等に異常が発生した場合に、発煙及び発火を防止する機能並びに離陸地点まで自動的に戻る機能若しくは安全な自動着陸を可能とする機能 等

d) 補助者を配置せずに飛行させる場合には、a)～c)の基準に加え、次に掲げる基準にも適合すること。ただし、4-3-2(3)b)に示す方法により、第三者の立ち入りを制限することが可能な場合は、この限りではない。

なお、機体認証又は型式認証を取得した無人航空機であって、使用条件等指定書又は無人航空機飛行規程の範囲内で飛行させる場合であっても、次項イ)以降に掲げる基準への適合性を示す書類を提出すること。

ア) 航空機からの視認をできるだけ容易にするため、灯火を装備すること又は飛行時に機体を認識しやすい塗色を行うこと。

イ) 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ものである

こと。ただし、5-4(3)c)キ)に示す方法により航空機の確認を行う場合は、この限りでない。

ウ) 第三者に危害を加えないことを製造者等が証明した機能を有すること。ただし、5-4(3)c)オ)に示す方法により立入管理区画を設定した場合で、次のいずれかに該当する場合は、この限りでない。

(i) 5-4(3)c)カ)に示す方法により第三者が立ち入らないための対策を行う場合。

(ii) 地上において、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の有無を常に検知できる場合。

エ) 地上において、無人航空機の針路、姿勢、高度、速度及び周辺の気象状況等を把握できること。

無人航空機周辺の気象状況等の把握の例は、以下のとおり。

- ・無人航空機の制御計算機等で気象諸元を計測又は算出している場合はその状況を操縦装置等に表示する。
- ・飛行経路周辺の地上に気象プローブ等を設置し、その状況を操縦装置等に表示する。 等

オ) 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こと。

カ) 想定される運用により、十分な飛行実績を有すること。なお、この実績は、機体の初期故障期間を超えたものであること。

出典: 国土交通省 無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領(カテゴリーⅡ 飛行)

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 運航ルール編

【参考】カテゴリーⅡ 飛行審査要領における1対多運航の扱い - 目視外飛行

- 1対多運航に関して直接の言及はないが、関連する要素として目視外飛行・遠隔操作・自動操縦に関する記載がある。

目視外飛行に関する記載

5-4 目視外飛行時の追加基準

(2) 無人航空機を飛行させる者について、次に掲げる基準に適合すること。

a) 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こ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こと。

b) 補助者を配置せずに飛行させる場合には、a) の能力に加えて、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こと。ただし、4-3-2(3)b) に示す方法により、第三者の立入りを制限することが可能な場合は、この限りではない。

当該訓練の例は、以下のとおり。

- 飛行中に、カメラ等からの情報により、飛行経路直下又はその周辺における第三者の有無等、異常状態を適切に評価できること。
- 把握した異常状態に対し、現在の飛行地点(飛行フェーズ、周辺の地形、構

造物の有無)や機体の状況(性能、不具合の有無)を踏まえて最も安全な運航方法を迅速に判断できること。

・判断した方法により遠隔から適切に操作できること。

c) 必要な能力を有していない場合には、無人航空機を飛行させる者又はその関係者の管理下において第三者が立ち入らないよう措置された場所において、目視外飛行の訓練を実施すること。

(3) 安全を確保するために必要な体制について、次に掲げる基準に適合すること。

a) 飛行させようとする経路及びその周辺の障害物等を事前に確認し、適切な飛行経路を特定すること。

b) 飛行経路全体を見渡せる位置に、無人航空機の飛行状況及び周囲の気象状況の変化等を常に監視できる補助者を配置し、補助者は、無人航空機を飛行させる者が安全に飛行させることができるよう必要な助言を行うこと。ただし、c) に掲げる基準に適合する場合は、この限りでない。

c) 補助者を配置せずに飛行させる場合には、次に掲げる基準に適合すること。ただし、4-3-2(3)b) に示す方法により、第三者の立入りを制限することが可能な場合は、この限りではない。

また、災害等により人が立ち入れないなど飛行経路の直下及びその周辺に第三者が立ち入る可能性が極めて低い場合であって、飛行させようとする経路及びその周辺を現場確認すること並びに第三者の立ち入りを管理することが難しい場合には、(エ)～(カ)についてはこの限りではない。

ア) 飛行経路には第三者が存在する可能性が低い場所[※]を設定すること。ただし、飛行経路を設定する上でやむを得ない場合には、幹線道路・鉄道や都市部以外の交通量が少ない道路・鉄道を横断する飛行(道路・鉄道の管理者が主体的又は協力して飛行させる場合は、この限りでない。)及び人又は家屋の密集している地域以外の家屋上空における離着陸時等の一時的な飛行に限り可能とする。

※第三者が存在する可能性が低い場所は、山、海水域、河川・湖沼、森林、農用地、ゴルフ場又はこれらに類するもの。

イ) 1号告示空域、その他空港等における進入表面等の上空の空域、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、緊急用務空域又は地表若しくは水面から150m以上の高さの空域における飛行を行う際には、一時的に150mを超える山間部の谷間における飛行など航空機との衝突のおそれができる限り低い空域や日時を選定し、飛行の特性(飛行高度、飛行頻度、飛行時間等)に応じた安全対策を行うこと。

出典: 国土交通省 無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領(カテゴリーⅡ 飛行)

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: 運航ルール編

【参考】カテゴリーⅡ 飛行審査要領における1対多運航の扱い - 目視外飛行

- 1対多運航に関して直接の言及はないが、関連する要素として目視外飛行・遠隔操作・自動操縦に関する記載がある。

目視外飛行に関する記載

5-4 目視外飛行時の追加基準

ウ) 全ての飛行経路において飛行中に不測の事態（機体の異常、飛行経路周辺への第三者の立ち入り、航空機の接近、運用限界を超える気象等）が発生した場合に、付近の適切な場所に安全に着陸させる等の緊急時の実施手順を定めるとともに、第三者及び物件に危害を与えずに着陸ができる場所を予め選定すること。

エ) 飛行前に、飛行させようとする経路及びその周辺について、不測の事態が発生した際に適切に安全上の措置を講じることができる状態であることを現場確認すること。

オ) 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。以下同じ。）とし、ア) に示す飛行経路の設定基準を準用して設定すること。ただし、5-4（1）d）ウ) に示す第三者に危害を加えないことを製造者等が証明した機能を有する場合は、この限りでない。

カ) オ) に示す立入管理区画を設定した場合は、当該立入管理区画に立看板等を設置するとともに、インターネットやポスター等により、問い合わせ先を明示した上で上空を無人航空機が飛行することを第三者に対して周知するなど、当該立入管理区画の性質に応じて、飛行中に第三者が立ち入らないための対策を行うこと。また、当該立入管理区画に道路、鉄道、家屋等、第三者が存在する可能性を排除できない場所が含まれる場合には、追加の第三者の立入管理方法を講じること。ただし、5-4（1）d）ウ)（ii）に示す方法により第三者の立ち入りの有無を常に監視できる場合は、この限りでない。

キ) 航空機の確認について、次に掲げる基準に適合すること。ただし、5-4（1）d）イ) に示す方法により航空機の状況を随時確認できる場合は、この限りでない。

- ・飛行前に、飛行経路及びその周辺に關係する航空機の運航者（救急医療用ヘリコプターの運航者、警察庁、都道府県警察、地方公共団体の消防機関等）に対し飛行予定を周知するとともに、航空機の飛行の安全に影響を及ぼす可能性がある場合は、無人航空機を飛行させる者への連絡を依頼すること。
- ・航空機の飛行の安全に影響を及ぼす可能性がある場合には、飛行の中止又は飛行計画（飛行日時、飛行経路、飛行高度等）の変更等の安全措置を講じること。

- ・飛行経路を図示した地図、飛行日時、飛行高度、連絡先、その他飛行に関する情報をインターネット等により公表すること。

(4) その他

5-4（1）d）イ) に示す方法により航空機の状況を常に確認できない場合は、航空情報の発行手続きが必要であるため、以下の対応を行う体制を構築すること。

- ・飛行を行う日の1開序日前までに、その飛行内容について、飛行する場所を管轄する地方航空局長（以下「管轄地方航空局長」という。）へ、以下の項目を通知すること。なお、予め管轄地方航空局長から通知先を指定された場合には、指定された機関へ通知を行うこと。
 - a) 飛行日時：飛行の開始日時及び終了日時
 - b) 飛行経路：緯度経度（世界測地系）及び所在地
 - c) 飛行高度：下限及び上限の海拔高度
 - d) 機体数：同時に飛行させる無人航空機の最大機数
 - e) 機体諸元：無人航空機の種類、重量 等
 - f) 問い合わせ先：無人航空機を飛行させる者の連絡先
- ・日時及び空域を確定させて申請し許可を取得した場合には、申請内容に応じて航空情報を発行することとするため、飛行を行わなくなった場合には、速やかに管轄地方航空局長に対し、その旨通知すること。

出典: 国土交通省 無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領(カテゴリーⅡ 飛行)

【参考】カテゴリーⅡ 飛行審査要領における1対多運航の扱い - 自動操縦

- 1対多運航に関して直接の言及はないが、関連する要素として目視外飛行・遠隔操作・自動操縦に関する記載がある。

自動操縦に関する記載

2-2 申請書記載事項

・自動操縦（プログラムにより自動的に操縦を行うことをいう。以下同じ。）のみにより飛行させることができる無人航空機であって、当該無人航空機を遠隔操作により飛行させる者を要しない場合には、飛行を監督する責任者の氏名を記載すること。

様式2 機能・性能に関する基準適合確認書

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

様式3 飛行経歴・知識・能力確認書

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。	☐ 適 / ☐ 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。	☐ 適 / ☐ 否

4-1 機能、性能

(5) 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には、上記（1）～（3）の基準に加え、次に掲げる基準にも適合すること。

- ・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。
- ・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。
- ・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。

4-2 飛行経歴、知識、能力

無人航空機を飛行させる者の飛行経歴、知識及び能力について、次に掲げる基準に適合すること。

(3) 飛行させる無人航空機について、次に掲げる能力を有すること。

a) 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

b) 遠隔操作により飛行させることができる無人航空機の場合には、a) の能力に加えて、GPS（Global Positioning System）等による位置の安定機能を使用することなく、次に掲げる能力を有すること。

ア) 安定した離陸及び着陸ができること。

イ) 安定して次に掲げる飛行ができること。

- ・上昇
- ・一定位置、高度を維持したホバリング（回転翼航空機に限る。）
- ・ホバリング状態から機首の方向を 90° 回転（回転翼航空機に限る。）
- ・前後移動
- ・水平方向の飛行（左右移動又は左右旋回）
- ・下降

c) 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には、a) の能力に加えて、次に掲げる能力を有すること。

ア) 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。

イ) 自動操縦システムによる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。なお、操作介入が遠隔操作による場合には、b) の能力を有すること。

【参考】カテゴリーⅡ 飛行審査要領における1対多運航の扱い – 遠隔操作

- 1対多運航に関して直接の言及はないが、関連する要素として目視外飛行・遠隔操作・自動操縦に関する記載がある。

遠隔操作に関する記載

4-1 機能、性能

- (4) 遠隔操作により飛行させることができる無人航空機の場合には、上記(1)～(3)の基準に加え、次に掲げる基準にも適合すること。
- 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。
 - 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(回転翼航空機に限る。)、下降等)ができること。
 - 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。
 - 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。
 - 操縦装置により適切に無人航空機を制御できること。

4-2 飛行経歴、知識、能力

- b) 遠隔操作により飛行させることができる無人航空機の場合には、a) の能力に加えて、G P S (Global Positioning System) 等による位置の安定機能を使用することなく、次に掲げる能力を有すること。
- ア) 安定した離陸及び着陸ができること。
- イ) 安定して次に掲げる飛行ができること。
- 上昇
 - 一定位置、高度を維持したホバリング(回転翼航空機に限る。)
 - ホバリング状態から機首の方向を90°回転(回転翼航空機に限る。)
 - 前後移動
 - 水平方向の飛行(左右移動又は左右旋回)
 - 下降

【参考】カテゴリーⅡ 飛行審査要領における1対多運航の扱い - 遠隔操作

- 1対多運航に関して直接の言及はないが、関連する要素として目視外飛行・遠隔操作・自動操縦に関する記載がある。

遠隔操作に関する記載

5-4 目視外飛行時の追加基準

(2) 無人航空機を飛行させる者について、次に掲げる基準に適合すること。	
a)	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こ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こと。
b)	補助者を配置せずに飛行させる場合には、a) の能力に加えて、 <u>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こと。</u> ただし、4-3-2(3)b)に示す方法により、第三者の立ち入りを制限することが可能な場合は、この限りではない。 当該訓練の例は、以下のとおり。 - 飛行中に、カメラ等からの情報により、飛行経路直下又はその周辺における第三者の有無等、異常状態を適切に評価できること。 - 把握した異常状態に対し、現在の飛行地点(飛行フェーズ、周辺の地形、構造物の有無)や機体の状況(性能、不具合の有無)を踏まえて最も安全な運航方法を迅速に判断できること。
c)	必要な能力を有していない場合には、 <u>無人航空機を飛行させる者又はその関係者の管理下において第三者が立ち入らないよう措置された場所において、目視外飛行の訓練を実施すること。</u>

様式2 機能・性能に関する基準適合確認書

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

様式3 飛行経歴・知識・能力確認書

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。	□適 / □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	□適 / □否

2.4

国内制度の説明及び
1対多運航の扱い

カテゴリーⅡ・Ⅲ審査要領
の差分

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: カテゴリーⅡ・Ⅲ 審査要領の差分

【参考】カテゴリーⅡとⅢの審査要領差分まとめ(1/2)

- ・ 第一種機体認証・一等操縦士技能証明・リスク評価が必要であるという既知の事項に加え、経路について特定の必要があることに注意。

カテゴリーⅡ・Ⅲの審査要領差分一覧表

項目	カテゴリーⅡ	カテゴリーⅢ
申請の方法	・ 10開庁日前までに申請 ・ 最寄りの空港事務所長又は空港出張所長に申請	・ 20開庁日前までに申請 ・ 無人航空機安全課に申請
飛行の日時	・ 飛行の期間は原則3か月以内 ・ 内容に変更がない場合、1年間の包括申請が可能	・ 飛行の期間は原則1か月以内 ・ 内容に変更がない場合、1年間の包括申請が可能
飛行の経路	・ 経路が特定されない場合は、想定される範囲を記載	・ 経路の記載
機体	・ 機体認証番号の記載又は機体の機能及び性能の詳述	・ 第一種機体認証番号の記載
操縦者	・ 技能証明書番号＋限定事項の記載又は操縦者の技能の詳述 ・ 自動操縦時は、監督責任者の配置が必要	・ 一等操縦士技能証明書番号＋限定事項の記載 ・ 自動操縦時は、一等操縦士技能証明を有する監督責任者の配置が必要
体制	・ 飛行マニュアルの添付	・ 飛行マニュアル＋リスク評価(基本はSORAベースのRTFのものを想定するがこれに限らない)の添付
許可等に係る基本的な基準	・ 基本的な基準への適合を要求するが、総合的な判断により例外を認める場合が存在	・ 基本的な基準への適合を要求

出典: 国土交通省 無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領(カテゴリーⅡ飛行)、同カテゴリーⅢ飛行

国内制度の説明及び1対多運航の扱い: カテゴリーⅡ・Ⅲ 審査要領の差分

【参考】カテゴリーⅡとⅢの審査要領差分まとめ(2/2)

- 飛行マニュアルに記載する事項について、カテゴリーⅢではいくつか追加の例示がなされている。また、5章の内容の一部が機体認証内でカバーされるため、それに合わせたタイトル変更が行われていると推察される。

カテゴリーⅡ・Ⅲの審査要領差分一覧表

項目		カテゴリーⅡ	カテゴリーⅢ
飛行 マニュアル	点検・整備	・（右記に相当する記述なし）	・ 整備の実施・責任体制の明確化について、記載事項の例として記載
	操縦者訓練		・ 操縦者の資格（操縦士技能証明の活用を含む）や資格管理について、記載事項の例として記載
	体制		・ 訓練の実施・管理体制について、記載事項の例として記載
その他		・ 5章タイトル「飛行形態に応じた追加基準」	・ 5章タイトル「関係官署等に係る要件」 ・ 目視外飛行以外、飛行形態の個別要件の記載はない（機体認証でカバーされるためと推察される） ・ 目視外飛行については記述があるが、内容はカテゴリーⅡ 同等である

出典: 国土交通省 無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領(カテゴリーⅡ 飛行)、同カテゴリーⅢ 飛行

2.5

国内制度の説明及び
1対多運航の扱い

PwC仮説(カテゴリーII)

カテゴリー II 飛行審査要領の解釈 操縦者(1/2)

- 操縦者のMoC検討に当たっては、現行の操縦者講習の規定やカテゴリー II の審査要領を加味し、1対多運航における飛行実績要求を参照することが考えられる。

MoC仮説 操縦者の訓練

操縦者	区分		実地講習時間	【情報①: 操縦者技能証明】 自動操縦を行うための操縦者要件①として、7または2時間(うち一部の時間で自動操縦を行う)の実地講習の修了がある
	一等操縦士	限定変更(目視内)	7	
	二等操縦士	限定変更(目視内)	2	
運航ルール	1-2 自動操縦の技能については、適切な飛行経路の設定及び危機回避機能(フェールセーフ機能)の設定を行うために十分な知識を有するかどうかを机上試験で問い、実機による試験は行わない。			【情報②: 操縦者技能証明】 自動操縦を行うための操縦者要件②として、机上試験での知識の確認がある
	4-2 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 無人航空機を飛行させる者の飛行経歴、知識及び能力について、次に掲げる基準に適合すること。 (1) 飛行を予定している無人航空機の種類(飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船のいずれか) 別に、10 時間以上の飛行経歴を有すること。ただし、4-1-1(5)のただし書きが適用される機体を飛行させる場合は、10 時間の飛行経歴に代えて、予定する飛行の方法並びに機体の機能及び性能を勘案し安全飛行のために十分と認められる飛行経歴(製造者が設定した操作訓練時間など)とすることができる。			
				【情報③: カテゴリーⅡ 飛行審査要領】 カテゴリーⅡの飛行審査要領にて、10時間以上の飛行訓練を要するとある

【このページのまとめ】

- 情報①②より: 自動操縦を含む目視外飛行について、一等で7時間・二等で2時間の訓練に加え、該当する飛行の知識が必要
- 情報③より: 飛行を予定している機体で10時間の訓練が必要

カテゴリー II 飛行審査要領の解釈 操縦者(2/2)

- 操縦者のMoC検討に当たっては、米Part 108案を参考に1対1と1対多の差分にあたる「機体操縦権限のアサインと移転」等計3点に関する知識要求も参照することが考えられる。

MoC仮説 操縦者の知識

Part 108案における 1対多運航オペレータのカリキュラム	国内状況を鑑みた 対応案
機体操縦権限のアサインと移転	参考とすべき
1対多運航の異常監視	
1対多運航の障害対応とリカバリー	



具体的な知識要求としては、今後議論対象と考えるが、弊社仮説として下記のようなものを想定

【機体操縦権限のアサインと移転】

- 機操縦権限の受渡可能条件及び受渡方法の理解

【1対多運航の異常監視】

- 映像、計器類、又は自動操縦システムのアラートによる緊急事態の迅速な認知能力

【1対多運航の障害対応とリカバリー】

- 同時多発の緊急事態における対応優先度判断能力
- 緊急事態の認知・判断・対応にかかる時間総計と許容時間の理解

※【参考】1対多運航操縦者要件は下記目視外飛行要件が前提となっている

Part 108案における 目視外飛行オペレータのカリキュラム	国内状況を鑑みた 対応案
航路の優先度ルール (Right-of-Way)	目視外飛行については現行制度にて 対応可能と史料
BVLOS戦略的・技術的リスク	
安全な最低離隔距離	
無人航空機の交通規則	
C2システムの特徴・機能	
航空機用周波数	
ジオフェンス/FPV等のナビゲーション	
衝突判定・回避	
安全リスク管理(SRM)	

カテゴリー II 飛行審査要領の解釈 運航ルール

- 運航ルールのMoC検討に当たっては、1対1と1対多の差分と考えられる「複数飛行監視」「緊急対応」について、申請者の飛行マニュアルへの説明記載等の形で宣言する等の検討の余地がある。

MoC仮説 飛行マニュアルへの1対多運航記載イメージ

	記載イメージ	記載先(航空局標準マニュアル準拠)
複数飛行監視	- 地上において、無人航空機の位置及び異常の有無を同時に飛行させる機体全てについて把握できる状態を構築する - 監視対象の異常として、少なくとも「型式認証ガイドライン」及び「無人航空機の事故及び重大インシデントの報告要領」に記載される事象を含める - 監視対象の異常全てを検知でき、対応後の安全な状態を確認できる方法であれば、監視方法は問わない(カメラ映像以外を許容する)	「3-1 無人航空機を飛行させる際の基本的な体制」に追記
緊急対応※	上記異常が想定する最大機体数で同時多発的に発生した場合、全ての対応に要する時間の合計が、機体の設計上許容される範囲に収まることを確認する	

※前回まで「緊急回避」と称していたが、衝突回避の機体制御のみを指す表現と受けとられる懸念があるため、「緊急対応」と文言を改めている

出典:国土交通省 無人航空機飛行マニュアル 02

カテゴリー II 飛行審査要領の解釈 総合

- 機体/システム、操縦者、運航ルール of 総合的な状況が、飛行審査要領に求められる「最低限担保しなければならない安全基準」を満たす組み合わせとして、大きく下記の2つが考えられると思料する。

カテゴリー II 飛行における1対多運航実施時の要件の解釈

※ 橙色字はパターン①②の差分

制度分類	組み合わせパターン①	組み合わせパターン②
機体/システム	- 自動操縦機能 - 複数飛行監視機能 - 緊急時介入機能(緊急対応を人力で担保)	- 自動操縦機能 - 複数飛行監視機能 - 自動緊急対応機能 (対応すべき緊急事態の定義は、「型式認証ガイドライン」や「無人航空機の事故及び重大インシデントの報告要領」を参考に行う)
操縦者	1対多運航訓練 - 複数飛行監視の知識 - 同時多発的緊急対応の知識	1対多運航訓練 - 複数飛行監視の知識 - 同時多発的緊急対応の知識 (自動緊急対応機能で対応できない事象が存在する場合、それらを対象とする。対象が存在しない場合、本項目は不要)
運航ルール	「複数飛行監視」「緊急対応」の実施方法を飛行マニュアルに記載	「複数飛行監視」「緊急対応」の実施方法を飛行マニュアルに記載 (自動緊急対応機能で対応できない事象が存在する場合、それらを対象とする。対象が存在しない場合、本項目は不要)
総合的な考え方	緊急時対応を人力で担保しようとする場合、上記全てを揃えることを要求する	機体の高度な自律性によって安全性確保の説明ができる場合、操縦者と運航ルールでの対応を要求しないが、対応不可な緊急事態がある場合はパターン①と同じ対応を要求する

3

海外制度における
1対多運航の扱い

3.1

海外制度における
1対多運航の扱い

米国法規制 Part108案

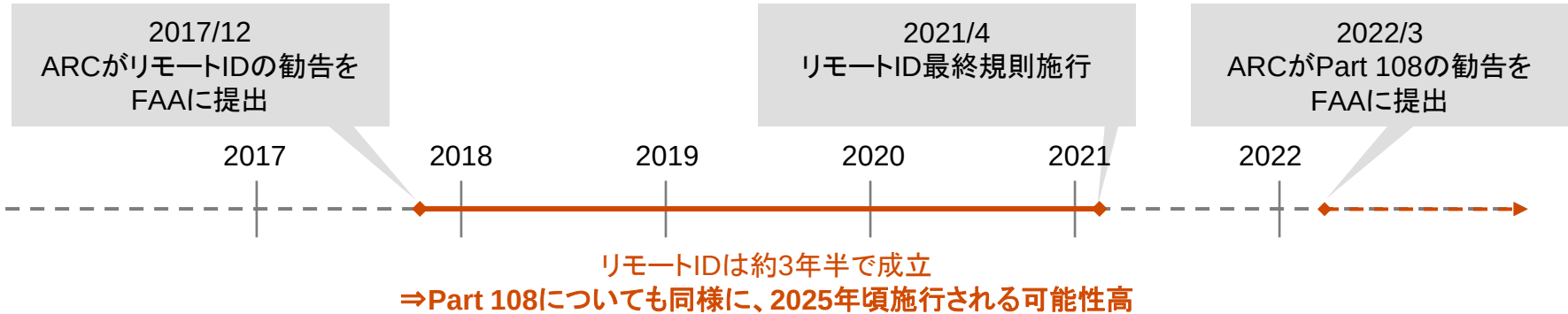
Part 108説明の前提情報 – 作成主体であるARCの説明

- ARC(航空規則策定委員会)は、FAAの関与の下行われる、日本でいう官民協議会にあたる活動である。
ここでの議論の内容が、将来的な法制度のベースになることが過去のリモートIDの例から明らかになっている。

ARCとは

概要	正式名称：Aviation Rulemaking Committee（航空規則策定委員会） 目的ごとに結成される。FAA含めたステークホルダー約90名が参加し、FAAに対し産業推進に向けたルール整備の勧告を行う。 BVLOSのARCにて1対多運航を含むPart 108が記載されており、次ページで紹介する。
今回のARCの目的	BVLOSに係るルールの提言（BVLOSの一つの形態として1対多運航を内包）
ARC参加団体	FAA、研究機関、標準化団体（ASTM等）、自治体、通信事業者、従来の航空事業者、UASメーカー、UASオペレーター、UAS業界団体
過去のARC活動例	リモートIDについて、詳細な技術評価や法執行機関に対するニーズのリストを含むデータをFAAに提供し、早期のルール策定に貢献

リモートIDの意見提出から成立までのタイムライン



Part 108説明の前提情報 – AFR Levelの詳細な定義

- AFR (Automated Flight Rule: 自動飛行規則) は、運用の自動化度合いを4段階のレベルに分け、それぞれに対して適切な制度設計を行うための区分であり、関連する要素として1対多運航が含まれている。

AFRリスクマトリクス(和訳)

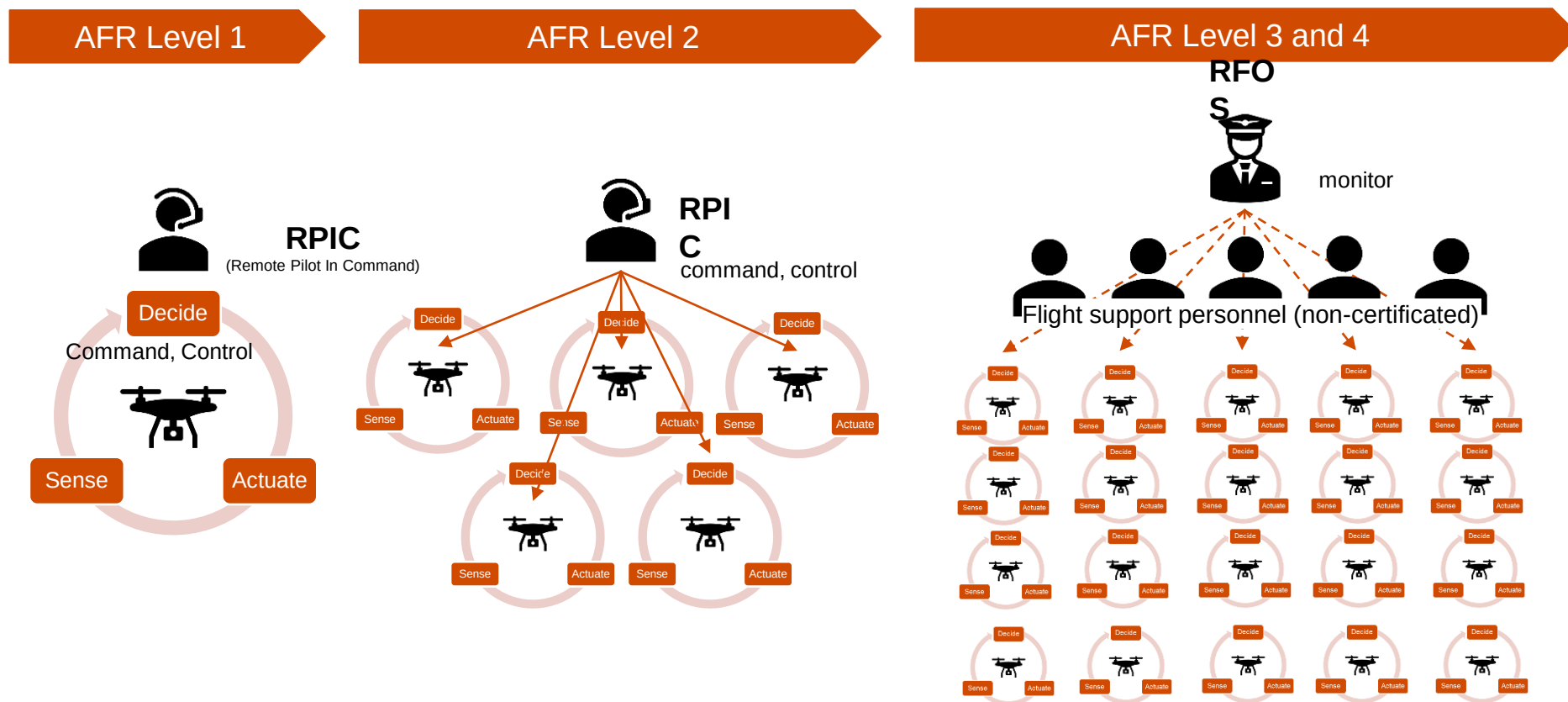
自動化レベル	フライトコントロール	人の役割・資格	1対多運航	機器構成
AFR 4 Human out-of-loop	飛行中の介入が不可能	(未定義)	(未定義)	TBD
AFR 3 Human over-the-loop 飛行中の人の介入が不要	- システムが下記を行う。その際、パイロットによる戦術的なやり取りはない - ルート選択 - フライト開始/終了 - 移動命令 - 不測の事態への対応 - ただし、異常時対応のため監視者 (RFOSまたはリモートパイロット) を置く場合もある	事業者が下記のいずれかを有する - リモート航空会社証明 (Remote Air Career Certificate) - リモート運航証明 (Remote Operating Certificate) - 農業用運航証明 (Agricultural Operating Certificate) 下記のいずれかを配置する。配置された者は、システム固有の訓練を受ける必要がある - RFOS ⇒RFOSがBVLOSのリモートパイロット証明を有する場合、RPICまたはNon-certificatedの人員を監督することが可能 - RPIC ⇒BVLOSを含むリモートパイロット証明保有者	RFOS : 許可を受けた者のみ。事前に設定された制限なし。実証された能力によって決定される RPICのみ : 許可を受けた者のみ。制限あり	TBD
AFR 2 Human on-the-loop 異常時中断のため人が介在	- リモートパイロットはソフトウェアを通じて制御を行う。直接操作はしない - リモートパイロットは機体を監視し、必要な場合介入を行う	事業者認証についてはAFR 3と同様 ※ただし、免除申請を受けている場合を除く AFR 3と基本的に同様だが、RFOSがNon-certificatedの人員を監督することはできない	AFR 3と同様	TBD
AFR 1 Human-in-the-loop 人がドローンを手動制御	- パイロットがリアルタイムに手動入力することで飛行を制御する - ホバリング、ホーム帰還など、一部自動化機能を有する	個人が下記のいずれかを有する - sUASリモートパイロット証明 (EVLOS/Shielded operationsの追加知識含む) - BVLOS区分を含むリモートパイロット証明	許可されていない	TBD

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制 Part108案

Part 108説明の前提情報 – “AFR”と1対多運航の関係

- AFR Level 2以上に自動化されたUASを使用している場合、1対多運航が可能となる。

AFR Level ごとに1対多運航イメージ



1対多運航は認めない。

最大1:5までの比率で1対多運航を認める。BVLOSの場合、RPICがARCの提案するBVLOS RatingのRemote Pilot Certificateを取得する必要がある。

最大1:20までの比率で1対多運航を認める。BVLOSの場合、RFOがARCの提案するBVLOS RatingのRemote Pilot Certificateが必要。
※Flight support personnelの詳細な要件は記載されていないが、十分に運用能力があるものの資格を保有していない状態と想定される。
(具体的なポジション例: 飛行監視員、地上補助員)

Part 108説明の前提情報 – 新規格”Light UAS”と1対多運航の関係について

- 既存のSmall UAS(小型無人機)よりも一段大きい、軽量スポーツ機相当のLight UAS区分新設が提言されている。
sUASとLUASでは1対多運航の考え方も異なり、今回の説明では実証に関係するsUAS前提としていることに留意頂きたい。

Light UASとは

	← 今回のBVLOS規則の範囲 →	
	← 現行規則の範囲 →	
	Small UAS	Light UAS (軽量スポーツ機相当)
運動エネルギー (ft-lbs)	25,000 ft-lbs 以下	800,000 ft-lbs 以下
重量 (上段 : lbs 下段 : kg換算)	55 lbs 25 kg	1,320 lbs 600 kg
速度 (上段 : knots 下段 : km/h換算)	100 knots 190 km/h	120 knots 220km/h



【参考】現行規則で定義される軽量スポーツ機の例

Zenith社 STOL CH 750
最大離陸重量 600kg

※リスクに直結する「運動エネルギー」が最も重視される指標

Part 108の概要説明

• Part 108素案はSubpart A～Gに分かれており、今回関係するB～Fについて後続の5ページで個別に詳細を説明する。

Part 108の概要

		Part 108 該当箇所	概要
全般		• Subpart B - 運航ルール	• AFR 2（人:機体=1:5）以上の運航を行うために必要な全般的なルール
機体/システム	機体認証	• Subpart D - BVLOSのための乗組員なし航空機とシステムの手順	• リスクレベルごとの機体及びシステムの適合要件
オペレーション	事業者認証	• Subpart E - 遠隔航空運送事業者及び遠隔商業運航事業者認証	• AFR 2以上の運航を行うために必要な事業者認証の取得要件やプロセスの規定
	操縦者認証	• Subpart F - 事業者のオペレーション要件	• AFR 2以上の運航を行うために必要な事業者に対するオペレーション要件
		• Subpart C - リモートパイロット認証	• AFR 2以上に必要なBVLOSを含むリモートパイロット認証の要件

※Subpart Aは「General」となっており用語の定義などの内容となる想定。Subpart Gは農業用運航のため割愛。

「Subpart B – 運航ルール」の詳細

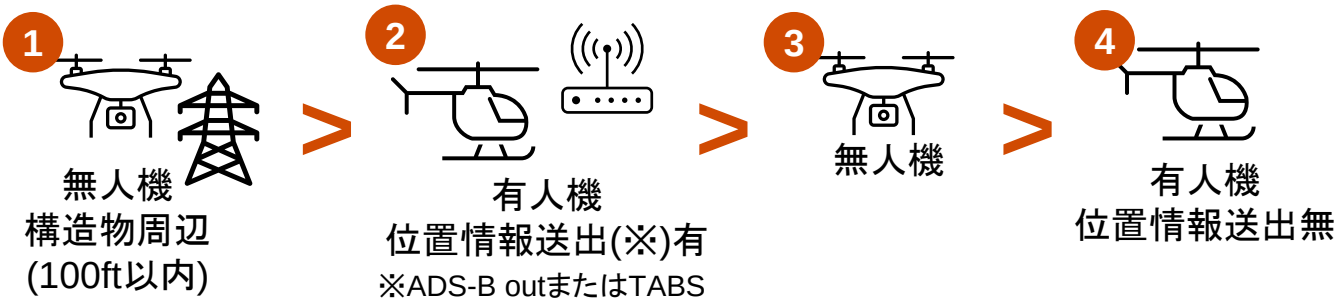
- Subpart B案には、対象とする自動化レベルと複数台運航台数、航空機同士の飛行優先度、第三者上空飛行を認める機体/システムの要件が提案されている。

本章が対象とするBVLOSでの複数台運航可能台数				第三者上空飛行の要件		
AFRレベル	運動エネルギー			一時的	機体	システム
	25,000 ft lbs以下		25,000 ft lbsより大		最低限のBVLOS飛行能力を有すること	ソフトウェアが意図通り動作すること
	1	本章対象外	本章対象外	継続的	Subpart Dで定義するBVLOS運航要件を満たすこと	UAS及び関連要素が意図通り動作すること
	2	1対5より多いとき	本章対象外			
	3	1対20より多いとき	1対5より多いとき			
	4	文書対象外	文書対象外			

※これを超える場合Subpart Eに示す通り事業者認証が必要

対地高度500ft以下での飛行における優先度

下図に飛行優先度の順位を示す。優先度が低い飛行体は十分な距離を保つことなく、上下もしくは前方を飛行することを禁じている。

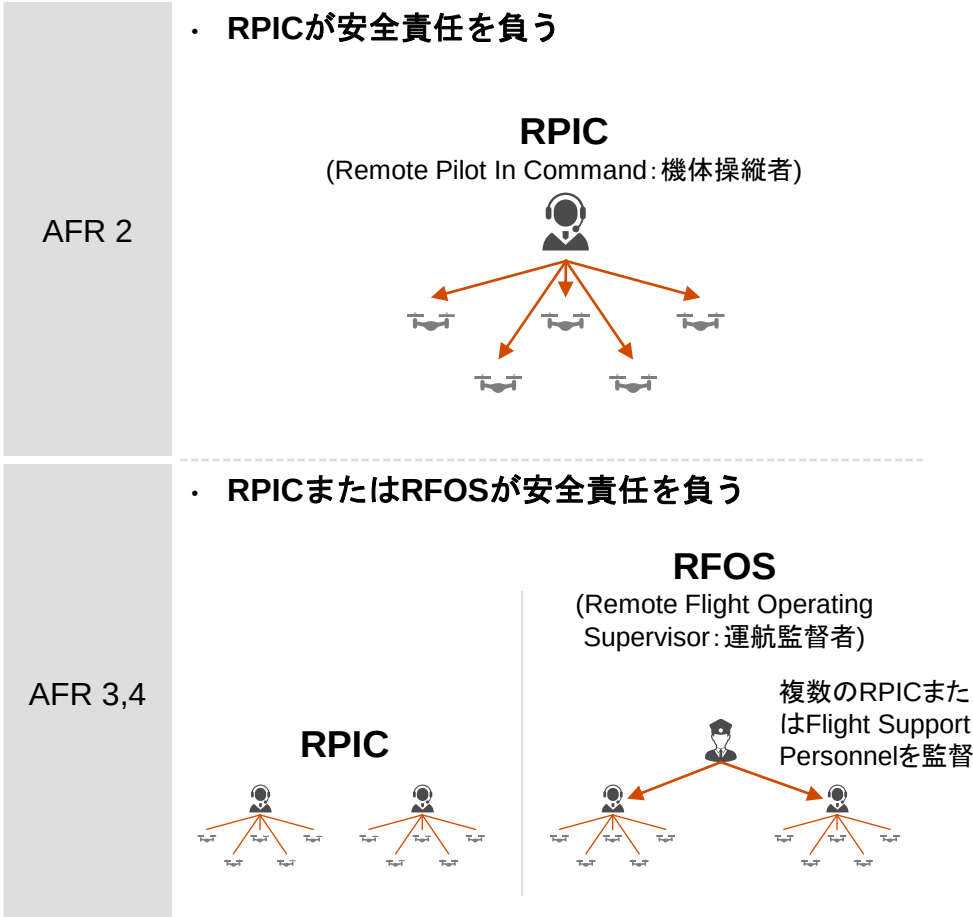


「Subpart C – リモートパイロット認証」の詳細

- Subpart Cでは、リモートパイロット認証を取得する必要のある対象、認証取得に必要なカリキュラムについて提案されている。

BVLOSリモートパイロット認証の考え方

下図におけるRPIC・RFOSはBVLOS区分の認証を含む操縦者資格を有する必要がある



リモートパイロット認証要件の追加カリキュラム

既存の sUAS カリキュラム	- 権限、操縦に適用される規則 - 空域区分、飛行制限、運用要件 - パイロットのリソース管理 - メンテナンス・点検手順 - 気象 - 積載 - 緊急時対応	- 無線通信手順 - 機体性能の把握 - 意思決定、判断 - 離着陸場の運用 - 夜間運用 ※限定的BVLOS運用のため、sUASカリキュラムに下記を追加 - EVLOS - Shielded operations (建物30m圏内)
追加設定		
BVLOS 追加カリキュラム	- 航路の優先度ルール (Right-of-Way) - BVLOS戦略的・技術的リスク軽減アプローチ - 安全な最低離隔距離 - 無人航空機の交通規則 - C2システムの特徴・機能 - 航空機用周波数 - ジオフェンス/FPV等のナビゲーション - 衝突判定・回避 - 安全リスク管理 (SRM)	
1対多運航追加カリキュラム	- 機体操縦権限のアサインと移転 1対多運航の異常監視 1対多運航の障害対応とリカバリー	

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制 Part108案

「Subpart D – BVLOSのための乗組員なし航空機とシステムの手順」の詳細

- Subpart Dでは、リスクレベルごとに衝突回避機能の具備などの要件を定めている。また、前述の機能を求める一方で、低リスク環境での運用においては型式証明を要求すべきでないとも提言している。

リスクレベルの定義

		空中リスクが飛行前に軽減されているか (例：建物近辺30mを飛行する場合)	
		Yes	No
地上リスクが飛行前に軽減されているか (例：無人地帯)	Yes	1	2B
	No	2A	3（最も高リスク）

リスクレベルごとの機体/システムの要件設定の考え方

リスクレベル	要件設定の考え方
3	2A, 2Bの要件を満たす必要がある
2A	Part 108で新たに規定。機体/システムについて、FAAがリスクレベルに応じて認定する準拠手段に対する準拠宣言を行わなければならない FAAの認定する準拠手段は、業界のコンセンサス基準※にサポートされる場合がある
2B	sUAS: 業界コンセンサス基準※に基づき、リスクに見合った衝突回避能力を有している必要がある LUAS: Part 21内に新たに規定。機体は耐空証明が必要（特別耐空証明または型式証明）
1	Part 108で新たに規定。UASはBVLOSの最低限の能力を有している必要がある (位置把握、操作の制限事項遵守、ナビゲート、AFRレベルに適したコマンドコントロール、不測の事態管理)

※コンセンサス基準の内容については未確定

「Subpart E – 遠隔航空運送事業者及び遠隔商業運航事業者認証」の詳細

- Subpart Eでは、パイロットと機体の比率が運用の複雑性に最も影響のある要素であるとし、AFR 2, 3の機体数閾値を決めるとともに閾値を超える複数機運航には新設する事業者認証を要求することを提案している。

事業者認証の必要性に関する検討

- 既存のPart 121（定期旅客）、135（チャーター機等）より、複雑な運用には事業者認証が必要であることが明らか
- BVLOS運用の複雑性に最も影響のある要素は、パイロットと航空機の比率である

		運動エネルギー	
		25,000 ft lbs以下	25,000 ft lbsより大
AFRレベル	1	不可	不可
	2	1対5より多いとき要認証	1対1より多いとき要認証
	3	1対20より多いとき要認証	
	4	文書対象外	文書対象外

パイロットと機体の比率に関する検討

- ※以下は25,000フィートポンド未満のUAについての閾値設定。
- 1:5という閾値の根拠**
 - a. 2019年6月13日付のFAA 安全リスク管理文書 (SRMD)
 - b. 2017年3月、ARCメンバーと非メンバーの両方のUAS運用に対する複数の免除承認実績
 - 1:20という閾値の根拠**
ARCメンバー向けの複数のG-1発行書類に関するFAAの承認実績

事業者認証要件の考え方

既存ルールであるPart 119の枠組みに合わせて認証要件を設定。
特筆すべき要求事項として、責任者の配置とSMS作成がある。

責任者の配置

事業者は責任者（RPICまたはRFOS）を配置しなければならない。

SMS作成

本編に基づく運航を行うための遠隔航空運送事業者証明書または遠隔運航証明書を申請する者は、申請手続きの一環として、管理者が認めるSMSを有していることを証明しなければならない。

※SMSの説明は後述

「Subpart F –事業者のオペレーション要件」の詳細

- Subpart Fでは、事業者のオペレーション要件として、既存のPart 121(定期旅客),135(チャーター機など)に合わせた分類及び項目立てを行うことや、ALR※に基づくルール作りが提案されている。

運航内容による事業者認証の分類

既存ルールであるPart 121, 135の枠組みに沿って新認証を設定。
商業的な1対多運航を行うためにはいずれかの取得が必須となる。

現行制度		新設する制度	運航内容の差異
航空運送事業者 (Part 121)	▶	遠隔航空 運送事業者 (Part 108)	Common運送 (公の告知を伴う) より高度
商業運航事業者 (Part 135)	▶	遠隔商業 運航事業者 (Part 108)	Noncommon運送 (公の告知なし)

オペレーション要件の項目
(Part 121, 135からの引用)

- 記録管理、検査、報告
- 各種マニュアル確認
(フライト、オペレーション、メンテナンス)
- 乗務員の資格と任務の制限
- 乗務員のトレーニング
- 機体の要件
- 機体の性能と運用制限
- メンテナンス、改造
- (Optional)危険物取扱研修

オペレーション要件の考え方

従来の「目的ごとのルールメイク」		ALR (Acceptable Level of Risk) に基づくルールメイク
運用形態ごとに細かいルール設計が必要		一度ALRを決定すれば、全てのUAS運用に適用できる
リスク程度に関わらず全て厳密に審査をするため、 航空局のリソースをひっ迫する	▶	低リスクの運用を効率的に承認できることにより、 高リスクの運用に航空局のリソースを割ける 結果として全体の安全に寄与する
新技術が生まれる度長時間をかけて審査が必要となり、 技術進歩の速度に追いつかない		今後生まれる新技術が市場に参入しやすくなる

※ALR：社会的に許容可能なリスクに関する定量的目標。事業者は多様な方法でALR準拠を示すことができる運用となる想定。
具体的な値は未確定だが、既存の航空死亡率の許容値等との比較により具体化する方針。

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制 Part108案

「規制の課題(Working Group 1.3)」の詳細 – TG1～TG5

- Working Group 1.3は、6つのタスクグループ(TG)により課題の検討を実施している。TG1～5ではテーマ別に検討フェーズ2に向けた課題の特定を行い、TG6ではフェーズ2での提言検討で考慮すべき事項について包括的な検討が実施された。

各TGで提案された課題と要検討事項

TG	テーマ	提示する課題
1	Air/Ground Risk 上空/地上リスク	- 定量的・客観的なリスク定義の不在 - ASTM Standard F3442 Detect and Avoid PerformanceやSORAのようなリスク分類方法が未定義 - 衝突回避における責任分担が不明確 「見て避ける」ための性能要件が未定義
2	Aircraft and Systems 機体システム	- リスクに比例する認証の仕組み、仕様・要件の不在。耐空性を特定しないP107と21.17b下での現行の型式認証との間には「ミッシングミドル」が存在 - 機体システムのアップデート時の効率的な認証の仕組みが不在 - 保守、修理、改造の考え方が従来の航空機的であり不適切
3	Third-Party Service Providers 第三者サービスプロバイダ	- 第三者サービスを取り込むために申請者が耐空証明（SAC、44809、型式）を探す方法が不在 - 運用承認のために第三者サービスを事前承認する方法が不在 - UTMやSDSPは安全管理上重要であるが、第三者サービスを独立して認証する方法がない場合、USS、UASO、認証主体それぞれの負荷が大。JARUS SORAパッケージを参照
4	Regulatory Construct 規制上の制約	- 現行のFAA規制を含め、操縦士が航空機に搭乗していることを前提にしており、機体操縦の責任を操縦士が負うことを前提としているが、UASでは多くの場合で不適合。例えば飛行優先度 - 自動化されたシステムを前提に、機能面および運用面の現行法規制とのギャップ解消が必要
5	Pilot/Operator Qualifications 操縦者認証	14 CFR §91.3 (a)* に示されている操縦者の考え方が非搭乗での航空機操作や自動・自律航行とアンマッチ。多くの責任がUAS運航者（特にPIC）に割り当てられているのは不適切 - 現在想定されていないUAS全体を統括しコントロールする役割が必要となるが未定義
6	Regulatory Considerations 規制上の考慮事項	(次ページ参照)

* 14 CFR § 91.3: Responsibility and authority of the pilot in command.

(a) The pilot in command of an aircraft is directly responsible for, and is the final authority as to, the operation of that aircraft.

「規制の課題(Working Group 1.3)」の詳細 – TG6

- Working Group 1.3のTG6ではフェーズ2での提言検討で考慮すべき事項について包括的な検討が実施され、7つの課題が報告された。

TG6で報告された課題

課題	概要
規範的または柔軟な規制アプローチ、責任分担	- アプローチ：より多くのユースケースをカバーし反復性と予測可能性を担保するために規制をどの程度規範的なものとするか見当が必要 - 責任分担：メーカー、サービスプロバイダ、運航者などの責任分界点の定義が必要。また、空域を共有する従来の航空会社とUASの両者の安全性の担保と責任分界点の設計が必要
将来性	規制としてどの程度の将来性を担保しようとするか、あるいは積み上げ的なアプローチをとるのか要検討。市場発展を阻害しない規定策定のためにセーフハーバーなども検討
新規もしくは発展途上の法令	既存規制の更新や対案となる条項追加、完全新規の規定策定など、現在もしくは近い将来にBVLOS運航を実現するために必要となる法的変更の特定が必要
基準設定の主体	長期にわたり柔軟なBVLOS運用フレームワークを策定するために、様々な標準化団体の作業や組成を確認し、各団体と相互に必要な参照や利用および提案を可能としていくことが必要
政府機関間の調整	安全保障、環境、経済、プライバシー、電波など複数省庁の担当者との事前の調整が必要であり、それに先立った情報提供（教育）が必要。また、FAAが主管する責任範囲の規定が必要
UTMとリモートID	- 今後、安全な空域管理の上で重要となるUTMの今後の展開について見当が必要。UTMの提供主体と管理主体、最低限の機能などの整理が必要 - 規範が最終化されたリモートID規制に対して必要となる変更要求を整理することが必要
国際協調	- 規制を策定中もしくは策定済の他国の状況を考慮することで、規制策定を効率的に進めるとともに、運航者の負担を軽減する効果的な規制を策定することが必要 - リモートIDのような形でFAAがどのような形で世界標準となる規制を提示するか検討が必要

3.2

海外制度における
1対多運航の扱い

米国法規制

Airworthiness と

Exemption 18162, 18163

Airworthiness Criteria と Exemption18162、Exemption18163の比較

- 航空事業に関する取り決めに記したPart135の規定に対し、海外事業者がUASを利用した宅配事業を行うため免除請願書をFAAに提出。2019年3月、FAAはExemption No.18162とExemption No.18163を発行。

概要

Airworthiness Criteria 耐空性基準	- 航空事業を行う際、Part 135の要件の一部として要求される機体の安全性の証明。 - 事業者等が申請したUASの型式概要や申請に対するFAAの考え方を述べたうえで、満たされなければならない規定的な要件を定めるのではなく、達成されなければならない安全な結果を定めることにより、危険性を軽減することに重点を置いている。
Exemption No.18162	- Exemption No.18162は、UASの耐空性証明に対する要件。 - 事業者が免除を請願した各規則に対するFAAの考え方を述べたのち、47項目の条件と制限(Conditions & Limitations)を付記している。
Exemption No.18163	- Exemption No.18163は、UASの運用に対する要件。 - 小型UASと有人機事業双方のFAAの経験を結集した意思決定であることその他、このExemption の意義、事業者が免除を請願した各規則に対するFAAの考え方、一般からのコメントへの回答を述べたのち、95項目の条件や限定を5つ(全般、オペレーション、クルー、マニュアル、メンテナンス)に分類して記載されている。

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制Airworthiness と Exemption18162, 18163

1対多運航を行う際の機体・操縦者・運航体制等の要件

- 下記に示す Airworthiness等においては、パイロット1人に対して20機の運航が可能としているものの、多運行に特有な要件が記載されているのではなく、他の機体と同様に安全性を担保するための複数の基準が求められている。

AirworthinessとExemption No.18162 / Exemption No.18163の記載内容の比較

	Airworthiness	Exemption No.18162 / Exemption No.18163
機体	• UAソフトウェア基準 • 飛行に不可欠な部品の基準 • フライト情報の監視とAEへの送信 • 耐久性と信頼性を有する設計(飛行試験報告書) • 発生しうる故障への対処と試験による実証(C2リンク回復、電気系統回復、飛行中止、飛行航路の維持、離陸中止、ゴーアラウンドなど)	• UASの各主要部品をリストにした構成管理文書の保持 • 操作不能な計器・機器を装着した運航の禁止 • パイロットインターフェースの基準(情報のリアルタイム表示と安全飛行が阻害される場合の警告表示)
考慮すべきリスク	• UAの制御不能(C2リンク消失など)に伴うリスク • サイバーセキュリティ対策 • 雷対策、雨・雪・氷結などの悪天候	• 推進システムの故障に対する検出
操縦者を含む運航体制	• N/A	• パイロット(PIC)、ビジュアルオブザーバー(VO)、ネストマネージャー(基地管理者)等の資格・訓練規定、遵守事項
オペレーション	• N/A	• 動作確認飛行時の安全性に対する要件 • 事故発生時の初回報告書・最終報告書の提出 • フライトオペレーションに関する詳細な規定、チェックリスト
マニュアル	• UASの運用概念(CONOPS)の提出 • フライトマニュアルの提出: 運航制限、操作手順、性能、搭載情報、その他安全運航のために必要な情報	• マニュアルの入手可能性、内容、記録性 • 所定の要件のデータ保持義務 • 紛争解決システムの維持とマニュアルへの記載
メンテナンス	• N/A	• 修理・改造に伴うメンテナンス記録と運航チェックフライト • 部品廃棄、追跡にに関わる事項

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AirworthinessとExemption18162, 18163

Special Class Airworthiness Criteria を取得した機体のスペック比較(1/4)

- FAAは航空機の信頼性、制御可能性、安全性、耐空性を確保し、潜在的なリスクに対処するための耐空性基準を開発。荷物の配送などに用いる12機種の個別のUAS機体型式に対して審査を行い、Special Class Airworthiness Criteria案を通知。

FAAがSpecial Class Airworthiness Criteriaを通知した12機種の比較(2023年6月時点)

製造企業	機体	• 機体サイズ(cm) • 最大離陸重量(kg) • 最大巡航速度(kph) • パイロット比率	衝突回避装置 Detect and Avoid	冗長性
Wing Aviation LLC  米国	 Hummingbird (Notice段階)	- W100×L130 6.7kg (PL1.2kg) 104.4kph 1:20	- Wingの無人交通管理(UTM)ツールと飛行計画ソフトウェアが、空域制限、障害物、天候を考慮して、ルートを自動で作成 - 地上の ADS-B 受信機を使用して、ADS-B 送信機を搭載した他の有人航空機の検出と回避を支援	- クルーズモーター×2機 - ホバーモーター×12機 - バッテリー複数装備 - ナビゲーションシステム - あらゆるシナリオで安全性を確保するため二重のシステム装備
Insitu  米国	 ScanEagle3 (Proposed Rule段階)	- W400×L230-250 38.5kg (PL8.6kg) 148.1kph 1:1	N/A	N/A
Flytrex  イスラエル	 FTX-M600P	- W134×L134×H78 15.4kg (PL3kg) 65kph 1:1	天候、地形、および空中の他のドローンに関する情報をクラウドからドローンにリアルタイムで送信	- モーター×6機 - バッテリー故障、通信障害耐性設計 - 独立パラシュート搭載

【参考】[Certification for Advanced Operations Unmanned Aircraft Systems \(UAS\) Federal Aviation Administration](#)

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制Airworthiness と Exemption18162, 18163
Special Class Airworthiness Criteria を取得した機体のスペック比較(2/4)

FAAがSpecial Class Airworthiness Criteriaを通知した12機種の比較(2023年6月時点)

製造企業	機体	• 機体サイズ(cm) • 最大離陸重量(kg) • 最大巡航速度(kph) • パイロット比率	衝突回避装置 Detect and Avoid	冗長性
Percepto Robotics  イスラエル	 Percepto System 2.4	• W124× L 124×H78 • 11.3kg • 44.4kpm • 1:20	• N/A	• N/A
Airobotics  イスラエル	 OPTIMUS1-EX	• W178× L178× H33 • 10.4kg • 50kph • 1:20	• N/A	• N/A
3DRobotics Government Services  アメリカ(※)	 3DR-GS H520-G	• W52xL45.7xH31 • 2.6kg • 61.1km/h • 1:20	• N/A	• モーター×6機 • モーター停止時、5モーターモードで飛行可能 • ローバッテリー時RTLへ。コントロール制限、赤色LED点滅 • フライアウェイ時の緊急停止機能

※ 3D Robotics (3DR) とYuneecの米国拠点の合併会社

【参考】[Certification for Advanced Operations Unmanned Aircraft Systems \(UAS\) Federal Aviation Administration](#)

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制Airworthiness と Exemption18162, 18163 Special Class Airworthiness Criteria を取得した機体のスペック比較(3/4)

FAAがSpecial Class Airworthiness Criteriaを通知した12機種と比較(2023年6月時点)

製造企業	機体	- 機体サイズ(cm) - 最大離陸重量(kg) - 最大巡航速度(kph) - パイロット比率	衝突回避装置 Detect and Avoid	冗長性
Wingcopter GmbH  ドイツ	 Wingcopter 198	- W198 × L152 × H65 25kg(PL5kg) 144kph 1:20	- Awareness systems: ナビゲーションライトセット、水平方向認識システム、垂直認識システム、LiDAR地上高度計、標高と空域のデータベース - Awareness radios: ADS-B In、FLARM、リモートID(Part 89準拠)	- マルチコプター飛行時の冗長性を考慮した8xローター - 固定翼飛行時の冗長性確保のため、4xのチルト可能なローターを搭載 - フライトコントローラー×2、IMU×6、気圧計×2、デュアルアンテナ×2、GNSSシステム、防雨型対気速度センサー×2
TELEGRID Technologies  米国	 TELEGRID DE2020	- W99 × L99 × H27 10.8kg 40.7kph 1:20	N/A	N/A
Skydrop(旧 Flirtey)  米国	 Flirtey F4.5(Eagle)	- W198 × L198 × H53 17.2kg 44.4kph 1:20	N/A	N/A

【参考】[Certification for Advanced Operations Unmanned Aircraft Systems \(UAS\) Federal Aviation Administration](#)

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制Airworthiness と Exemption 18162, 18163 Special Class Airworthiness Criteria を取得した機体のスペック比較(4/4)

FAAがSpecial Class Airworthiness Criteriaを通知した12機種の比較(2023年6月時点)

製造企業	機体	- 機体サイズ(cm) - 最大離陸重量(kg) - 最大巡航速度(kph) - パイロット比率	衝突回避装置 Detect and Avoid	冗長性
Zipline International  米国	 Zip UAS Sparrow	- W335 × L182 × H61 22.6kg (PL1.8kg) 103.7kph 1:20	音響ベースの検知・回避(DAA)プラットフォームを搭載。UAVの前方、後方、周囲の2,000メートルの範囲内で、ドローンや航空機に接近した際の特徴的な音を聞き分け、識別	N/A
Matternet  米国	 Matternet M2	- W127 × L127 × H25 13.1kg (PL2kg) 72.2kph 1:20	- Matternet 独自のクラウドシステムは、Matternet M2を低い高度(地上 50 ~ 100m)で承認された空域の安全なルートに沿って導き、高層ビル、インフラ、人口密集地域を回避 - Sensors available : Altimeter, accelerometer, gyrometer	- パラシュート装備 - 暗号化された通信
Amazon Logistics  米国	 MK27-2	- W198 × L165 × H116 40.3kg (PL2.2kg) - kph 1:20	- 完全自律型のドローン - 飛行機の管制塔の役割を果たす「グラウンドシステム」がルートや配送先で安全を確保できる場所を決定 - ドローン自体にもセンサーなどで予期せぬ飛行物や配送先での障害物を認識して自動で回避するシステムを搭載 - コンピュータビジョンソフトウェアは、空中の物体を検知可能	- ビジュアルカメラ、サーマルカメラ、ソナーカメラを搭載 - ドローンが荷物の落下地点に人を検知すると、自動的に降下を停止 - ビジュアルカメラとサーマルカメラはコンピュータビジョンアルゴリズムと連動し、ドローンの進路上にある物体や人を識別

【参考】[Certification for Advanced Operations Unmanned Aircraft Systems \(UAS\) Federal Aviation Administration](#)

3.3

海外制度における
1対多運航の扱い

米国法規制
AAAC勧告と
Exemption取得事例

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

米AAAC(Advanced Aviation Advisory Committee)の4月時点状況説明

- 2023年4月、AAACにて目視外飛行を扱うTG14によってFAAへの6つの勧告がなされた。この勧告は、BVLOS ARCの推奨事項を基にTGメンバーが優先順位をつけて行われたものであり、1対多運航に関する直接の言及はなかった。

4月 AAACからFAAへの勧告

概要		2023年4月26日のAAAC全体会議にて、議長 (Amazon Prime AirのDavid Carbon氏) から最終的な勧告を提出した
議論対象の運航の概念		- 長距離線形インフラ点検 - 産業用航空データ収集 - 小荷物配送 - 精密農業運用、農作物散布 ※上記以外はスコープ外 (旅客や航空交通サービスの統合は含まない)
勧告の内容	勧告1	107.31(Visual Line of Sight)および107.33(Visual Observer)のWaiver申請から派生した、以下の要素を含むチェックリスト/標準を導入する (財物の報酬または報酬目的のBVLOS搬送には対象外) - ジオフェンス (ジオフェンス対応ドローンを使用する場合) と事前に決められたRTHルート - パイロットインコマンド (PIC) / オフィサーインコマンド (OIC) が障害物や運航範囲を識別すること - 責任ある者が航空機のメーカー/モデル/メンテナンスログとPIC/OICのライセンス/資格情報を維持し、申請時に必要な場合に提供すること - 飛行前にDAA能力の確認 - BVLOS許可をサポートするためのエアスペースと周囲の運航を監視するために使用されるVOの受け入れられた訓練、資格、および運航ガイドラインの計画を作成する - 重複する特例の審査と発行手続きを回避するための予備特例の言語を作成する
	勧告2	Part 91.113(Right way of rules: Except water operations)のWaiver手続きを効率化する
	勧告3	14 CFR 11(General Rulemaking Procedures)の要件を満たす安全確保方法を明確にする
	勧告4	DAAシステムを全体の安全性ケースの一部として評価する
	勧告5	NEPA環境審査のスムーズ化対策の特定とCE(カテゴリー除外)プロセスを促進する
	勧告6	受け入れ可能/目標リスクの分類と適用の明確化を行う
補足		このTG14の勧告は助言的性質のものであり、最終決定はFAAの責任の下行われる

※上記「勧告3」「勧告6」において、国内カテゴリーⅢ申請においても参考となっているSORAIに関する言及がある。次ページで参考情報を掲載

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

参考: 勧告3、勧告6の詳細とSORAの取り扱い

- 勧告3、勧告6に関連して、TG14のサブグループ3 – 地上リスクにて、「受け入れ可能なリスクレベルの分類」についての検討が行われており、SORAを採用するよう勧告された。

勧告3、勧告6の詳細とSORAの取り扱い

前提条件	• Part 108/Part 91が議論対象であり、Part 107 OOP(Operations Over People)の議論ではない • Part 135の運航承認及びSection44807の下でのPart 91の免除/許可議論である
課題感	• データの不在 • 一貫したフレームワーク/計算手法の不在 • テンプレート/標準の不在 • 既存の申請処理、他のルール策定などとのリソース競合
安全目標 (TLOS: Target Level Of Safety)	• 一般航空機や地上車両と比較し、1,000,000フライト時間当たり1人の地上第三者死亡を安全性目標レベルと設定 • Part 135のような大規模な運航を行う事業者は、UASの安全イベント(例: 制御喪失)をSMS(安全管理システム)で追跡し、TLOSを満たすことを確認するべきである
提案されたUAS安全性フレームワーク	R(LOC) = Target Level of Safety Pop_Density x Pop_Exposed x Critical_Area x P(Fatality) • 下記の式による制御喪失率(R(LOC) : Loss Of Control Rate)の計算が可能 • R(LOC)は機体のタイプや環境によって異なるため、あらゆる場合に対応する一意のリスクベース規制要件を作るべきである • 上記のアプローチは、JARUS SORAでも高いレベルで成功しているため、タスクグループはFAAが107のWaiverや新たなルールについてSORAのようなアプローチをとることを推奨している • 更に、共通の運航に対して事前定義リスク評価(PDRA)を採用することを推奨している
SORAの取り扱い	• 産業界はJARUS SORAを現行及び将来の規制(Part 108/Part 91など)における低～中リスクの運航の申請に採用することをFAAに提案している • SORAはFAAが現在承認している範囲を超えるスケーラブルな運用を実現しており、FAAが他国で実証されている成果を活用することで米国企業の競争力向上や承認文書の世界中で使用することによる効率化につながる

出典: [FAA AAAC\(Advanced Aviation Advisory Committee\)](#)

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

8月時点のFAA回答概要

- 2023年8月、FAAはTG14の勧告に対し、プロセスの具体化・簡略化を行う意向は見せなかったが、現在進行中の4件のBVLOS Exemptionが後続事業者の参考になると発言した。

8月 FAAの回答概要

結論	- 提案された「プロセスの具体化・簡略化」は大部分が却下された(次ページでFAAの回答を詳述) 2023/5/25、FAAはBVLOSの4つの免除申請(Exemption)と、パブコメのためのBVLOSポリシー1つの計5つのFederal Register Noticesを公開した - これら4つの免除申請(Exemption)と、それに対して課される条件と制限(C&Ls)は、将来の申請者の参考になるとFAAが発言した
規則制定予定	BVLOSについて、2120-AL82として知られる規則制定プロジェクトを進行中であるが、早くて2024年公開、2025年に施行される見込みである
備考	FAAは、AAACの提案を受け、規則が正式に実施されるまでの間の具体的な対応策として、特定のWaiverのためのガイダンス、およびBVLOS運用のためのプログラム環境評価（PEA：Programmatic Environmental Assessment）を準備している

出典: [FAA AAAC\(Advanced Aviation Advisory Committee\)](#)

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

8月時点のFAA回答詳細 (1/2)

・ FAAは、勧告1および勧告3において、現在進行中の4件のBVLOS Exemptionが後続事業者の参考になると発言した。

8月 FAAの回答詳細

	勧告の内容	FAAの回答
勧告1	107.31(Visual Line of Sight)および107.33(Visual Observer)のWaiver申請から派生した、以下の要素を含む※チェックリスト/標準を導入する (財物の報酬または報酬目的のBVLOS搬送には対象外) ※この要素の具体的内容については3ページ前に記載	・ チェックリストの提供は、FAA Order 8040.6に基づくプロセスを過度に簡略化してしまう ・ 包括的なガイダンスは既に公開している ・ 追加情報として、今後数か月で発行される予定の4つの免除を参考にしていきたい
勧告2	Part 91.113(Right way of rules: Exept water operations)のWaiver手続きを効率化する	・ プロセスの簡略化、迅速化は有人機運用に追加リスクをもたらす可能性がある ・ FAAは承認されたWaiver申請を使用してWSEGsを開発している ・ FAAはDAAやUTMの最新の考えに基づき、BVLOSガイダンスの一部のWSEGsを修正できると考えている
勧告3	14 CFR 11(General Rulemaking Procedures)の要件を満たす安全確保方法を明確にする	・ 一般的な要件を満たす方法の提示は困難である ・ 4つの進行中の免除申請を参考にしていきたい
勧告4	DAAシステムを全体の安全性ケースの一部として評価する	・ FAAはDAA関連の共通の条件と制約(C & Ls)を公開する努力を行う ・ "システムが十分に適していることを確認するために何をすべきか"に焦点を当て、"それをどのように行うか"に焦点を当てないように設計 ・ 現在のBVLOS Waiverの体制強化が、近い将来にBVLOS Waiverの要約を提供することに繋がる ・ FAAは提案された全ての緩和策を個別に考慮している ・ 安全性の目標レベルを定めることについて、運用パラメータによって必要な安全性レベルが変わるため、難しい

出典: [FAA AAAC\(Advanced Aviation Advisory Committee\)](#)

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

8月時点のFAA回答詳細 (2/2)

- FAAは、勧告6において、現在進行中の4件のBVLOS Exemptionに参考となる情報が含まれると言及した。

8月 FAAの回答詳細

	勧告の内容	FAAの回答
勧告5	NEPA環境審査のスムーズ化対策の特定とCE(カテゴリー除外)プロセスを促進する	- 関連文書としてFAA Order 1050.1F、Environmental Impacts: Policies and Proceduresがあるが、これはガイダンスではない。ガイダンスは現在準備中 - FAAは、特定の州でのPart 135運用に関するPEAを準備中である。これが完成すると、さまざまな審査が効率化される
勧告6	受け入れ可能/目標リスクの分類と適用の明確化を行う	- FAAは目標安全レベル(TLS)を採用することを検討したが、安全性パフォーマンスメトリクスに関する既存の言語(Language)と矛盾していると判断した。これは性能メトリクスの収集と分析の適切な方法を特定するためのものである - FAAは2023年初頭にShieldedシナリオを開発し、国内外に共有した。またATOが発行した空域の免除に関するガイダンスを開発した。このガイダンスを広く共有するための検討を実施中である - FAAは2120-AL82: Normalizing Unmanned Aircraft Systems Beyond Visual Line of Sight Operations notice of proposed rulemakingに取り組んでいる 現在進めている4つのExemptionについて、安全性パフォーマンスメトリクスの報告が必要なモニタリング計画要件が含まれている 【メトリクスに関する参考情報: FAA Operational Metrics】 100百万人搭乗あたりの死亡率 100,000飛行時間あたりの致命的な一般航空(GA)事故率 - 他5つのSafety Metricsの例あり

出典: [FAA AAAC\(Advanced Aviation Advisory Committee\)](#)

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

4件のBVLOS免除申請

- 2023年9月時点でFAAはBVLOSの4つの免除申請への承認を行っており、飛行目的から見てZiplineとUPS Flight Forwardが①(4)事業者様に関係すると思われる。

4件のBVLOS免除申請			
	承認ステータス	飛行目的	申請の要旨
Phoenix Air Unmanned	承認済み (8月付け)	線状のインフラ運用、空中作業、空中写真、測量、および電力線およびパイプラインの巡回および検査など	人口密度、道路の混雑、空港への近接、および/または空域の理由により、BVLOSの基準を満たさない運用も、特定の制限付きでPICのVLOS内で飛行することができるようにすることを要請
uAvionix	承認済み (9/6付け)	eVTOL無人航空機システム (UAS) の研究および開発	14 CFR 61.3(a)(1)のパイロット要件の代わりに、パイロットインコマンド (PIC) がRemote Pilot Certificateを保持し、UASおよび運用環境に特化したオペレーター開発のトレーニングを完了することで許可することを要請
Zipline	承認済み (9/18付け)	医薬品配送	Visual Observerの代替となるDAAシステムの使用を許可することを要請
UPS Flight Forward	承認済み (9/6付け)	医薬品配送	地上監視システム使用の下、遠隔操作センター (ROC) を組み込み、遠隔パイロットインコマンド (RPIC) がROCから離れた場所で飛行を行うことを許可することを要請

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

Zipline, UPSFFのBVLOS承認における要点 (1/3)

- 2023年9月に承認されたBVLOS Exemptionにて、Zipline・UPSFF共に同一内容の95個の条件と制限が課されており、そのうちReAMo①(4)事業者様の申請にまだ含まれていないと想定されるものについて以下に挙げる。

BVLOS承認における条件と制限(C&Ls: Conditions and Limitations)の要点抜粋

カテゴリ	サブカテゴリ	内容（和訳かつ意訳）	Zipline/UPSFF※
機体・システム	DAA	- 運用者は、PIC(Pilot in Command)がUAを他の有人機・無人機から遠ざける衝突管理能力を維持する。この能力は、FAAによって承認されたDAAシステムを用いることが可能である - DAAシステムを使用できない場所については、VOの配置が必要である - 衝突管理について、3PSP(Third-Party-Service-Provider)のサービスを含め、戦略的な回避とモニタリングを技術的に行う手段が含まれる - この要件には、報告のためのデータ保持が含まれる	Z(No.41) U(No.41)
		- 衝突管理をサポートするシステムについてFAAの承認を受ける際は、衝突回避システム・地上ベースの監視システム・DAAシステムに関する業界標準に適合することをパフォーマンステストのエビデンスによって示す。この時、運用適合性評価が必要になる場合がある - システム評価後、システムの運用エリアを定義するため、運用仕様(OpSpecs)を修正する前に、Part 135に基づく運用検証が必要になる場合がある	Z(No.48) U(No.48)
	AE	AEが意図した機能を有することを確認するための方針と手順を文書化する	Z(No.43) U(No.43)
		運用者のマニュアルにAEを保守する人員の訓練・資格要件を明記する	Z(No.44) U(No.44)
	ドキュメント整備	AEの変更管理をFAAの承認を受けたプロセスで行う。全ての主要な変更はFAAの承認が必要	Z(No.45) U(No.45)
		- 運用者は、UAを通常・異常・緊急時の運用に必要な要素をリスト化した設定制御文書(Configuration Control Document)を作成・維持し、FAAの要求に応じて提出する - 上記文書には、地上ステーションのハード/ソフトウェア/周辺機器・オフボードソフトウェア・打ち上げおよび回収システム・打ち上げ台・基地局・ターゲット・GPSソースプロバイダ・データリンク（データリンクプロバイダを含む）・携帯通信デバイス/システムなどを含む	Z(No.42) U(No.42)
インターフェース	PIC、チェックパイロット、または飛行教官のどれかが3級航空医学証明書または色覚制御に関連する制限を持っている場合、画面上の情報伝達に色だけを用いることはできない	Z(No.86) U(No.86)	
操縦者	操縦者訓練・テスト	- PICはFAAが承認した訓練プログラムを受ける - この訓練には衝突回避シナリオと、最大のUA対PIC比と運用ベース対PIC比を含む必要がある	Z(No.87) U(No.87)
		パイロットテスト(机上・実技試験)とラインチェック(実運用試験)には衝突回避シナリオと、最大のUA対PIC比と運用ベース対PIC比を含む必要がある	Z(No.88) U(No.88)

※最右列のカッコ内No.は各社ExemptionにおけるC&Lsの採番を表す
出典: Exemption No. 19111B(Zipline), No. 18339D(UPSFF)

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

Zipline, UPSFFのBVLOS承認における要点 (2/3)

- 2023年9月に承認されたBVLOS Exemptionにて、Zipline・UPSFF共に同一内容の95個の条件と制限が課されており、そのうちReAMo①(4)事業者様の申請にまだ含まれていないと想定されるものについて以下に挙げる。

BVLOS承認における条件と制限(C&Ls: Conditions and Limitations)の要点抜粋

カテゴリ	サブカテゴリ	内容（和訳かつ意訳）	Zipline/UPSFF
操縦者	操縦者・VO他に必要な資格	- PIC・チェックパイロット・飛行教官・VOはPart 107の遠隔操縦士証が必要 - PICとVOはFAAの発行するパイロット許可が必要	Z(No.84) U(No.84)
体制	1対多運航	運用者がUA対PIC比率を1：1から増加させる場合、FAAによる検証テストを実施する	Z(No.56) U(NO.56)
	データ保持・提出	運用者は、PIC・その他の人員・飛行所要時間・人員の業務前の休息時間・1日あたり合計勤務時間・複数機で運航した合計勤務時間・最大機体数で運航した合計勤務時間のデータを保持し、FAAの要求に応じて提出する	Z(No.17) U(No.17)
		- 運用者は、毎月運用レポートを地方航空局またはFAAの指示した所へ提出する - 上記レポートには、Part 135飛行の数・介入/事故/インシデントの発生したPart 135飛行の数・日別のLand Nowコマンドの数・Land Now時のバッテリー残量・C2リンクロスト時の時間数及び結果(例：リンクの復旧、Land Nowの実行、RtH)を含める	Z(No.26) U(No.26)
	VO(Visual Observer)	- VOが配置される場合、VOは責任を持っているエリアを継続的にスキャンし、常にPICと通信を保ち、PICに報告することが求められる - 精査の対象としては、航空衝突・障害物・群衆・悪天候・VOが担当する空域を確認できない気象条件が存在	Z(No.69) U(No.69)
		VOは裸眼によるハザード視認能力を有する必要がある	Z(No.94) U(No.94)
		- VOはFAAが承認した訓練プログラムを受け、承認されたチェックパイロット又は指定されたFAA運用航空安全検査官によって評価され、運用者はそれを記録する必要がある - GSCと同様の要求に加え、スキャン技術の使用とPart 135との運用の違いに関する知識(後者はPart 135以外のVOの役割に適格な場合のみ)が必要	Z(No.92) U(No.92)
	GSC(Ground Support Crew)	- GSCが配置される場合、GSCは衝突回避計画によって指定された間隔で、責任を持っているエリアを視認し、PICに報告することが求められる - 視認の対象としては、障害物・ハザード・群衆・悪天候が存在	Z(No.70) U(No.70)
		- GSCはFAAが承認した訓練プログラムを受け、承認されたチェックパイロット又は指定されたFAA運用航空安全検査官によって評価され、運用者はそれを記録する必要がある - 上記評価には、職務と責任・通常および異常手順・事前飛行点検(GSCが行う場合)・他スタッフとの調整手順・報告を行うための能力が含まれる	Z(No.93) U(No.93)

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

Zipline, UPSFFのBVLOS承認における要点 (3/3)

- 2023年9月に承認されたBVLOS Exemptionにて、Zipline・UPSFF共に同一内容の95個の条件と制限が課されており、そのうちReAMo①(4)事業者様の申請にまだ含まれていないと想定されるものについて以下に挙げる。

BVLOS承認における条件と制限(C&Ls: Conditions and Limitations)の要点抜粋

カテゴリ	サブカテゴリ	内容（和訳かつ意訳）	Zipline/UPSFF
体制	必要な役割	- DAAシステムを使用する場合、GSCを使用する必要がある - DAAシステムを使用しない場合、VOを使用するか運用を中止する必要がある	Z(No.75) U(No.75)
	事前評価	- 運用者は、運用開始前に通信サービス評価を完了し、FAAが承認する必要がある - 上記評価には、C2カバレッジと可用性・モニタリングプラン・C2リンクロスト時のプロシージャが含まれる	Z(No.31) U(No.31)
		- 運用者は、運用開始前に地上リスク評価を完了し、FAAが承認する必要がある - 上記評価には、飛行場所(本表最下段No.27にて詳述)・特定空域・配送エリア・緊急着陸地点・離着陸場の立入制限(管理と異なり接近を防ぐ必要あり)・歩行者及び車両・障害物・気象ハザード・危険物の意図しない落下による影響が含まれる	Z(No.32) U(No.32)
		- 運用者は、運用開始前に衝突回避計画を作成し、FAAが承認する必要がある - 運用者は、運用開始前に運用の検証が必要であるかについてFAAの判断を受ける必要がある - 上記計画には、DAAの使用有無・VOの人数・他のUAとの衝突管理方法を指定する必要がある 3PSPが使用される場合、上記計画には、3PSP情報・ガイダンスに対応するための時間・UASシステムの遅延・C2リンクの遅延の影響を含めて運用要件を満たす必要がある	Z(No.33) U(No.33)
	人員の稼働管理	必要な人員(原文にて役割の指定なし)の稼働時間は14時間/日、50時間/週までに制限される	Z(No.81) U(No.81)
		必要な人員は、勤務前24時間以内に最低10時間の連続した休息が必要	Z(No.82) U(No.82)
		必要な人員は、最低1日/週の休息が必要	Z(No.83) U(No.83)
	有人機回避	- PICは、UAがいかなる有人機からも常に離れ、進路を譲る必要がある - PICは、UAが他のUAに近づかないようにする必要がある	Z(No.61) U(No.61)
	顧客への通知	運用者は、配送サービスの顧客に対して、UAから十分な距離を離れるよう通知する必要がある	Z(No.11) U(No.11)
	飛行場所	- FAAによる承認がない限り、発電所・群衆・学校・移動車両・道路・その他高リスクエリアの上空は飛行しない(移動車両と道路については、通過するだけであれば除外される) - UAは既知の航空活動が盛んなエリアから遠ざかる必要がある - UAは、施設に対するアウトリーチや、運航前、運航中、運航後の連絡を含む適切な緩和策なしに、公共の滑走路やその他の着陸場から3マイル以内で運航してはならない	Z(No.27) U(No.27)

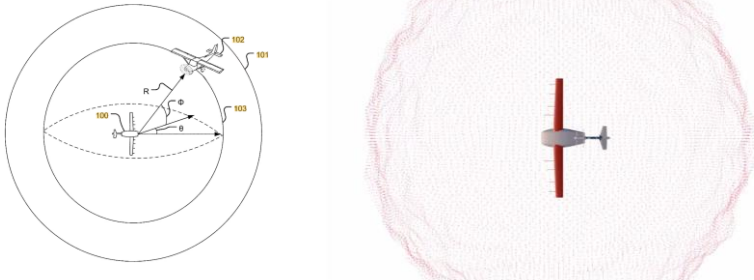
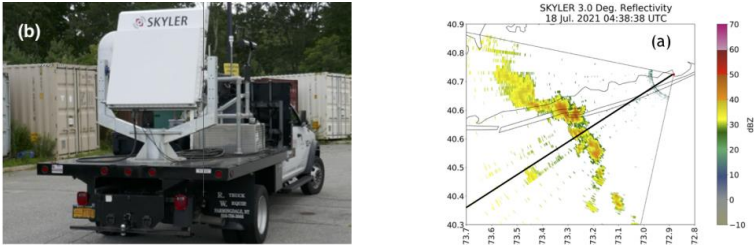
海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

Zipline, UPSFFのBVLOS Exemptionにおける重要情報 – DAA

- 他の有人機、無人機を検知し回避することが運用全体に課せられており、それを自動的に行う仕組みとしてDAAシステムを利用することが今回の申請で認められている。

DAAに関する詳細説明

DAAに関する要求	(C&Ls No.41より)運用者は、PIC(Pilot in Command)がUAを他の有人機・無人機から遠ざける衝突管理能力を維持する。この能力は、FAAによって承認されたDAAシステムを用いることが可能である
DAAに関する議論	- 有人機業界(ALPA等)から、申請者のDAAシステムの安全性が十分に評価されていない旨の指摘があった - 他方、一般航空機製造業者協会 (GAMA) は、今回のDAA技術がRTCA DO-365および関連するFAA Technical Standard Order -C211で定義されるDAAではないとしつつも、FAAおよび業界のDAA技術の経験を進化させる取り組みを歓迎した - FAAは、DAAのデータを提出することを条件に、今回のExemptionで利用を認めた - FAAは、DAAシステムを利用する際はPICの状況認識が維持されるディスプレイを使用するよう指摘した

	ZiplineのDAA	UPSFFのDAA
イメージ図		
利用技術	一連の小型マイクロフォンとオンボードプロセッサによる反響検知システム	- レーダーシステムによる地上設置型検知システム - Matternet社とRaytheon社の共同で実装
性能	360度に対し、最大2kmの範囲を検知 - 障害物を回り込むことができる	方位角±45度、仰角±15度、最大40kmの範囲を検知
テスト	寒冷、熱帯、雨天等の様々な地域・環境でテストを行い、音響の違いを踏まえて開発に反映	RTCA DO-381要件のテストによる位置精度の検証を行い、これらをRPICやUASと統合するなどして改良した上で申請を実施

※Zipline画像出典: [Zipline Webサイト](#)

※UPSFF画像出典: P. Kollias, E. P. Luke, K. Tuftedal, M. Dubois and E. J. Knapp, "Agile Weather Observations using a Dual-Polarization X-band Phased Array Radar," 2022 IEEE Radar Conference (RadarConf22), New York City, NY, USA, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/RadarConf2248738.2022.9764308.

海外制度における1対多運航の扱い: 米国法規制AAAC勧告とExemption取得事例

Zipline, UPSFFのBVLOS Exemptionにおける重要情報 – VO, GSC

- VOを配置する代わりに、DAAシステム＋GSCの配置というやり方が認められており、GSCはVOに比べて役割・責任が少ない。

運航に関わるメンバーの概要説明

役割名	役割の内容
PIC (Pilot in Command)	- 機体の操縦権限を持つ - FOがいない場合に運航の責任を負う
FO (Flight Officer)	飛行計画作成、ナビゲーション、PICへの助言を行い、運航の責任を負う
VO (Visual Observer)	- PIC及び他のメンバーと通信し、異常を報告する - スキャン技術を用いて航空機の衝突等の異常を把握する
GSC (Ground Support Crew)	(PICを含まない)他のメンバーと通信し、異常を報告する - 離着陸地点、荷物積み下ろし地点を責任エリアとする - DAAシステムの利用と併せてGSCを配置することで、VOの配置に代えることができる

VO, GSCの責任差分

役割名	責任(太橙字は差分箇所)
VO (Visual Observer)	(C&Ls No.69より) 運用時にVOが使用される場合、VOは責任エリアを継続的にスキャンし、常にPICと通信を保ち、以下を観察した場合にはすぐに影響を受けるPICに通知しなければなりません a. 衝突する航空交通 b. 障害物マップまたは障害物データベースにプロットされていない新しい障害物 c. シフト中(原文：during the course of a shift)に開始される障害物の隆起 d. 運行中に特定される(原文：identified during the flight operation)他の障害物またはハザード e. 屋外の人々の集会 f. 運行中のUAの安全に干渉する可能性のある気象条件、または必要な気象最小値を超える気象条件 g. VOが割り当てられた空域を表示できない気象条件
GSC (Ground Support Crew)	(C&Ls No.70より)運用時にGSCが使用される場合、GSCは衝突回避計画によって決定される指定された間隔で、責任エリアを視覚的に調査し、影響を受けるPICに通知しなければなりません a. 障害物マップまたは障害物データベースにプロットされていない新しい障害物 b. 運行中(原文：during operations)に開始される障害物の建設 c. 運行にリスクをもたらす可能性のある(原文：may pose a risk)他の障害物またはハザード d. 屋外の人々の集会 e. 運行中のUAの安全に干渉する可能性のある気象条件、または必要な気象最小値を超える気象条件

3.4

海外制度における
1対多運航の扱い

欧州EASA法体系概要

海外制度における1対多運航の扱い: 欧州EASA法体系概要

欧州EASAでのドローン法規制の体系

- Delegated Regulation 2019/945 と Implementing Regulation 2019/947は、ドローンの製造および運航に関する主要なEUの規則が記載される。ED Decisionは、これらの規則の適用や解釈に関する公式のガイダンスや詳細を提供するもので、Easy Access Rulesにおいてこれらの規則と関連するガイダンスを一元化し、ユーザーフレンドリーな形で提供している。

欧州EASAでのドローン法規制の概要

EU Regulation 2018/1139

欧州連合の航空に関する共通ルールを定める中核的な法規文で、全体的な法的枠組みを規定。
欧州の航空の安全基準や要件を統一し、EASA (European Union Aviation Safety Agency) の役割と責任を定義。

Delegated Regulation 2019/945

ドローンの製造と技術的要件に関するEUの規則。ドローンの設計、生産、および一部の運用要件に関する具体的な製品基準や、CEマーキングに関する要件を定める。

Implementing Regulation 2019/947

ドローンの運航に関するEUの規則。Open、Specific、Certifiedの3つのカテゴリーに基づいてドローンの運航に関する手続きや要件を定める。

ED Decision

上記の規則の実施に関する詳細なガイダンスや技術的要件を都度提供するもの。具体的にはAMCやGM等が含まれ、UASの運用に関する欧州の法規制の下での実際の要件を詳細に説明する。

- **AMC (Acceptable Means of Compliance)** : 特定の規則の要件を満たすための一つの方法を示すもの。言い換えれば、AMCに従うことで、該当の規則や要件を満たしているとみなされる。AMC以外の方法で要件を満たすことも可能であり、その場合、それが等価の安全性を持つことを示す必要がある。
- **GM (Guidance Material)** : 規則の適用や解釈に関する追加的な情報や説明を提供するもの。

Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems

EASAによって提供される、上記の規則や関連するガイダンスを組み合わせたユーザーフレンドリーなドキュメント。法的要件やAMCやGMなどのガイダンスを総合的に取りまとめ、関係者にその解釈や理解を支援する参考文書としての役割を果たす。ED Decisionで新しいAMCやGMが発表されると更新され、組み込まれる。

出典: [Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems \(Regulations \(EU\) 2019/947 and 2019/945\)](#)



海外制度における1対多運航の扱い: 欧州EASA法体系概要

EASAのドローン運航の3つのカテゴリー Open、Specific、Certified

- EASAのドローン運航のための規制は、リスクの性質に基づいて3つのカテゴリーに分類されている。これらは、ドローンの運航リスクを管理するための柔軟性と明確さを提供することを目的とし、適切なカテゴリーとその要件に従って運航することが、安全なドローンの運航を実現するための鍵となる。多くのオペレーションはSpecificカテゴリーに入る可能性がある。

Open、Specific、Certifiedの3つのカテゴリーの要件・特性

カテゴリー	Open	Specific	Certified
機体イメージ			
リスク	低リスクな基本操作	Openよりもリスクのある操作	高リスクの操作や複雑な運用を伴う
リスクアセスメント	なし	STS, PDRA, SORA	詳細なリスクアセスメントを要求
所管官庁の承認	通常は必要なし	必要	必要
その他の 操作制約	- 適切な訓練を受けたパイロットによる運航 - 最大起飛重量は25kgまで - 人の集まる場所の上空飛行禁止 - パイロットの目視範囲内での飛行 (BVLOSは不可) - 最大飛行高度は地上から120m (400ft) - 空港や航空施設からの所定の距離を保持する必要	- リスク評価に基づき事前の許可が必要 - BVLOS(目視外)飛行 - 高度な自動化を含む飛行 - 人口密集地での飛行 - Openカテゴリの制約を超える活動が含まれる	- 航空機、運航者、操縦者は認証を受ける必要がある - このカテゴリーは、有人航空と同じ方法で規制されることが多い。例えば、航空交通管制との調整や空港での飛行が考えられる - 独自の操作的制約は、具体的な運航や機体の種類、使用される技術、予定される活動に応じて定義される

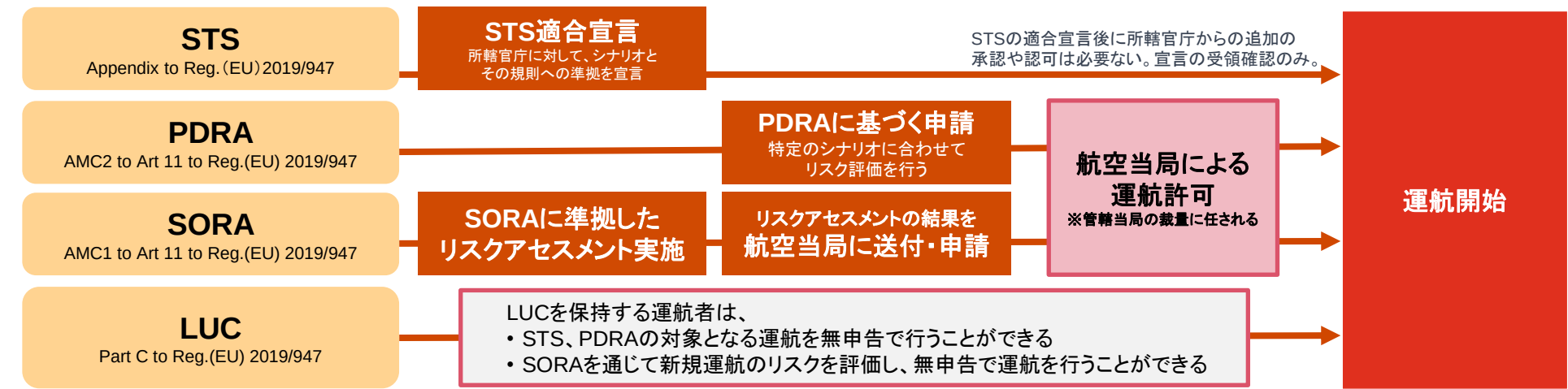
出典: [EASA Civil drones \(unmanned aircraft\)](#)

海外制度における1対多運航の扱い: 欧州EASA法体系概要

SpecificカテゴリーでのUAS操縦者の4つの申請オプション

- SpecificカテゴリーでのUAS操縦者のための申請オプションは、運航のリスクレベルや活動の特性に応じて変わる。以下は、SpecificカテゴリーでのUAS操縦者が選べる主な申請オプションの概要と運航開始までの申請プロセスの概要を記載。

Specificカテゴリーでの4つのオプションの運航開始までの申請プロセスと概要説明



STS Standard Scenarios	EASAが予め定義した運航・技術的要件を含むシナリオ。STSに従って運航する場合、定義済みのパラメータの範囲内で運航を行うため、シナリオに合致する場合、運航者は特定の条件を満たすことで許可を受けることができる。
PDRA Pre-Defined Risk Assessment	PDRAは、EASAが事前に定義したリスク評価に基づくもので、特定の運航に対するリスク緩和策が含まれている。この手法は、STSにリストされていないが、似たようなリスクプロファイルを持つ運航のためのもの。
SORA Specific Operations Risk Assessment	STSやPDRAに該当しないカスタムの運航シナリオに対するリスク評価手法。運航者はSORAに基づき、包括的な独自のリスク評価を実施し、適切なリスク緩和策を策定する必要がある。
LUC Light UAS Operator Certificate	LUCは、航空当局が特定の運航に関する独自のリスク緩和策を持つ運航者に権限を与え、より柔軟に運航を行うための証明書。LUCを持つ運航者は、特定の条件のもとで自己認証を行い、一定の範囲内で無申告でUASを運航できる。この取得には、運航者が独自の安全管理システムやリスク評価手法を持ち、それを当局が承認する必要がある。

出典: [The Luxembourg Government Directorate of Civil Aviation, Specific Category](#)

海外制度における1対多運航の扱い: 欧州EASA法体系概要

欧州で1対多運航を行う場合の要件

- 1対多運航を許容しているSTS(標準シナリオ)や、PDRA(いずれもSORAに基づき作成)は2023年9月現在には存在しておらず、SORAに準拠したリスクアセスメントを行ったうえで、運航当該国の航空当局に申請し、承認を得る必要がある。

Specificカテゴリーの各シナリオ詳細

カテゴリ	サブカテゴリ		クラス	特性	型式 認証	機体 認証	登録	登録 証明	ユース ケース	技能証明	年齢 制限	飛行 許可	飛行条件	第三者 上空	目視外	1対多																	
Specific	STS	1	5	25kg未満 3m未満 50m/s以下 全電動	製造者による適合宣言 と CEマーキング貼付					A2の訓練・試験に 試験と実技を追加		適合宣言 (LUC取得 者は承認 不要)	高度120m以下の人 口密集地		×																		
		2	6							A2の訓練・試験に 試験と実技を追加 STS-2はBVLOSの 実技も追加			高度120m以下の低 人口密度環境 飛行視界5km以上		○																		
	PDRA	S01	5相当	25kg未満 3m未満 全電動	運航者による適合性の 宣言		不要	登録 必要	追加要件なし (STS、PDRA、 SORAで準拠)	STS - 1 と同一	16歳以上 ※各国が引 き下げ可	当局への 申請(LUC 取得者は 承認不要)	高度150m以下の人 口密集地	×	×	×																	
		S02	6相当	25kg未満 3m未満 50m/s以下 全電動						STS - 2 と同一																							
		G01	対象外	3m以下 34kJ以下						A1～A3、STS-1、2 の要件をもとに、運 航者が学科試験の 内容を管轄当局に 提案			高度120m以下の低 人口密度環境 飛行視界5km以上	○	○																		
		G02											占有空域																				
		G03											占有空域 高度30m以下の低 人口密度環境 障害物上空																				
	SORA	SAILⅠ,Ⅱ	対象外	全てのクラス、 サイズ、 飛行形態	SORAの運航安全目標 に準拠		同上	同上	同上	同上	同上	同上	リスク評価の要件 に準拠	リスク評価の要件に準拠																			
		SAILⅢ SAILⅣ			申請可	型式証明を 適用する場 合は必要																											
		SAILⅤ,Ⅵ			必要	機体認証 を受けた 機体は登 録が必要																											

出典:【ReAMo】ドローンの法規制動向(2023年3月3日 PwCコンサルティング合同会社)より抜粋

3.5

海外制度における
1対多運航の扱い

欧州法規制
M2-MediumのMoC

海外制度における1対多運航の扱い: 欧州法規制M2-MediumのMoC

欧州で採用されているJARUS SORA 2.0によるリスクアセスメント

- 欧州及び豪州ではJARUS SORA 2.0による評価を使用しており、SAIL IIの基準に則った1対多運航承認事例が確認された。今回公表されたMoCは、これらのうち、Mitigation Sequence 2をMediumにすることを前提としたもの。

地上リスクとリスク低減方策

Intrinsic UAS Ground Risk Class				
Max UAS characteristics dimension	1 m / approx. 3ft	3 m / approx. 10ft	8 m / approx. 25ft	>8 m / approx. 25ft
Typical kinetic energy expected	< 700 J (approx. 529 Ft Lb)	< 34 KJ (approx. 25000 Ft Lb)	< 1084 KJ (approx. 800000 Ft Lb)	> 1084 KJ (approx. 800000 Ft Lb)
Operational scenarios				
VLOS/BVLOS over controlled ground area	1	2	3	4
VLOS in sparsely populated environment	2	3	4	5
BVLOS in sparsely populated environment	3	4	5	6
VLOS in populated environment	4	5	6	8
BVLOS in populated environment	5	6	8	10
VLOS over gathering of people	7			
BVLOS over gathering of people	8			

Mitigation Sequence	Mitigations for ground risk	Robustness		
		Low/None	Medium	High
1	M1 - Strategic mitigations for ground risk ^e	0: None -1: Low	-2	-4
2	M2 - Effects of ground impact are reduced ^f	0	-1	-2
3	M3 - An Emergency Response Plan (ERP) is in place, operator validated and effective	1	0	-1

SAIL決定方法

SAIL Determination				
Final GRC	Residual ARC			
	a	b	c	d
≤2	I	II	IV	VI
3	II	II	IV	VI
4	III	III	IV	VI
5	IV	IV	IV	VI
6	V	V	V	VI
7	VI	VI	VI	VI
>7	Category C operation			

- リスク低減方策を取らない場合
- SAIL IIIにするための方策をとる場合

今回のMoCの対象

海外制度における1対多運航の扱い: 欧州法規制M2-MediumのMoC

M2-Mediumを取得する方法の概要

- M2のMediumを取得するためのMoCが公表された。被害範囲の縮小(Type 1)もしくは致死率(Type 2)の低減、あるいはその両方(Type 3)を行うことで90%のリスク低減を実現することが求められている。

3種類のリスク低減方策

Type 1
被害範囲の縮小

機体サイズごとの正常系におけるCritical Areaを90%低減することが要求されている

※Critical Areaとは: 航空機が制御不能に陥った場合に、地上に立っている人に対する死亡事故が発生しうる領域

機体サイズごとの正常系におけるCritical Area

Max characteristic dimension (m)		≤1	≤3	≤8	≤20	≤40
Nominal critical areas (m ²)	0.8	8	80	800	8000	80000

リスク低減

※表はSORA step#2(GRCの決定)を補完するものとして提示

提示する影響エリア(CAc: claimed critical area)を90%縮小することが要求される

Type 2
致死率の低減

致死率(Lethality)を10%以下に抑えることが要求されている

※致死率(Lethality): 人に衝突した場合に無人航空機が致命傷を与える確率

致死率 ≤ 0.1であると評価することが要求される

※致死性の評価は例えば人型ダミー人形による衝突実証試験などにより行われる
参考: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10439-017-1921-6>

Type 3 (Type 1 & 2)
組み合わせ

Type 1とType 2による効果を積算して90%以上のリスク低減が要求されている

致死率 * CAc/CAn ≤ 0.1
(Type2評価) (Type1評価)

※CAn: nominal critical area

海外制度における1対多運航の扱い: 欧州法規制M2-MediumのMoC

具体的なリスク低減策の例

- 具体的なリスク低減策として、パラシュートを用いる3通りの方法と、衝突エネルギーを低減する方法の合計4通りが示された。

リスク低減策の例

	①ASTM適合パラシュート搭載 (小型機体)	②その他パラシュート搭載 (小型機体)	③パラシュート搭載 (大型機体)	④衝突エネルギー軽減
対象機体	1m or 3mカテゴリのサイズ - MTOM 25kg以下	1m or 3mカテゴリのサイズ - MTOM 25kg以下	8m以上	指定なし
その他条件	- ASTM F3322-18 - パラシュートによる減衰と風速制限により速度ベクトルが10m/s以下となる	パラシュートによる減衰と風速制限により速度ベクトルが10m/s以下となる	パラシュートによる減衰後の速度が8m/s以下となる	指定なし
該当Type	11kg以下 : Type 2 11kg～25kg : Type 3	11kg以下 : Type 2 11kg～25kg : Type 3	Type 1	Type 2
要求事項	(例に示される) リスク低減策及び関連する機体・システム情報の説明 - 搭載・メンテナンス手順 - 遠隔操縦士の訓練内容説明	(例に示される) リスク低減策及び関連する機体・システム情報の説明 - 搭載・メンテナンス手順 - 遠隔操縦士の訓練内容説明	本事業スコープ外のため省略	以下いずれかを満たす 2019/945のC0、C1クラスに該当 - 速度測定による衝突運動エネルギー算出 ($\frac{1}{2}m_{MTOM}v_{max}^2$) を175J以下とする
詳細	パラシュートによる減衰率以外はほぼ例に従って機械的記載が可能	- 地上リスク低減についてのエビデンスとして、減衰率とパラシュート展開可能な最低高度での飛行試験が必要 - 制御喪失時における十分な信頼性を確認するため最低30回の試験が必要 (F3309/F3309M-18を参照) - リスク低減策による人への追加的なリスクへの検証はSAIL評価に応じて実施 (SAIL IIでは30回の試験の中で予想外の事象が発生しないかを確認)	本事業スコープ外のため省略	- 衝突運動エネルギー算出を、実証試験により計測する方法と机上試算する方法が提示されている - 実証試験は試験方法の提示がある。また、映像提出、もしくは視察を含む実証が要求される - 机上試算は落下終端速度算出の計算式が提供されている。かなり簡素な式が示されているため、機体形状の工夫というより軽量機体向けと思われる。 $V_{terminal} = \sqrt{\frac{2 * MTOM(kg) * 9.81(\frac{m}{s^2})}{0.8 * 1.255 * minimum\ cross\ sectional\ area\ (m^2)}}$

3.6

海外制度における
1対多運航の扱い

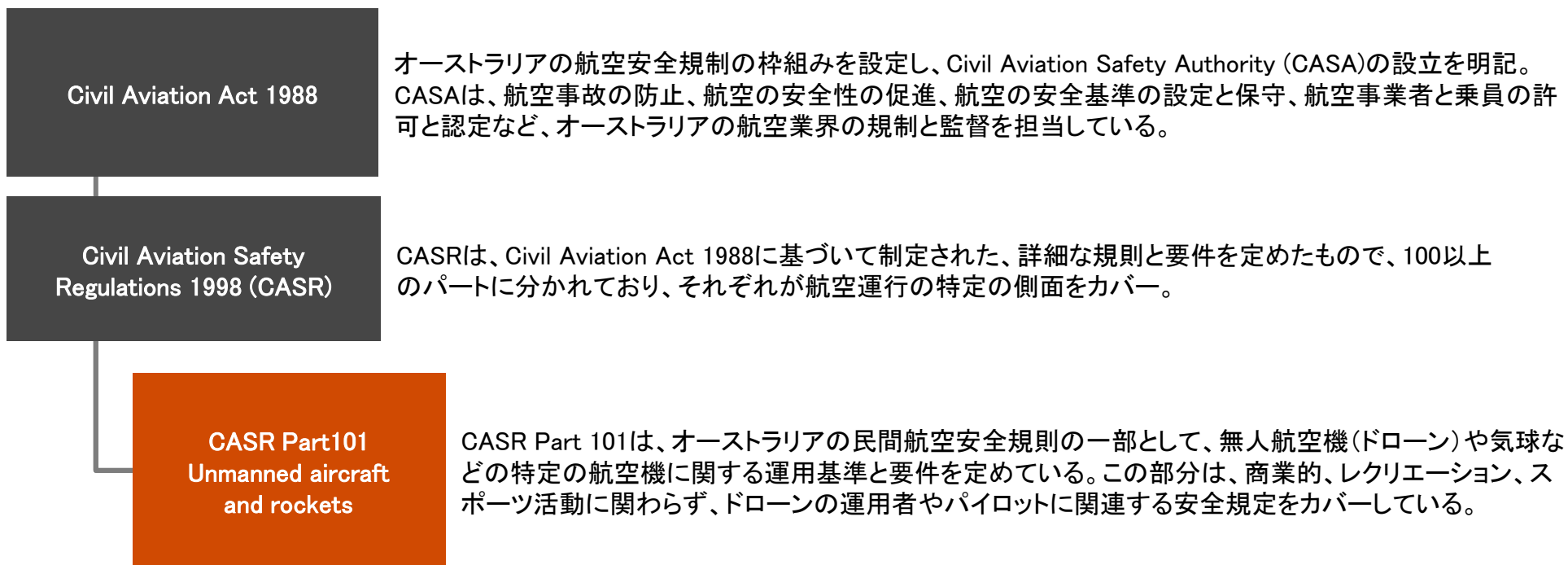
豪州CASA法体系概要

海外制度における1対多運航の扱い:豪州CASA法体系概要

豪州CASAでのドローン法規制の体系

- オーストラリアの航空法規は、その最上位にある「Civil Aviation Act 1988」と、それに基づいて100以上のPartに分かれ、詳細な規則を定める「Civil Aviation Safety Regulations 1998 (CASR)」の2つの主要な部分から成り立つ。そのうちUAVに関係する主な法規制は、「CASR Part101」である。

豪州CASAでのドローン法規制の概要



出典: [Apply for beyond visual line-of-sight approvals](#)

海外制度における1対多運航の扱い:豪州CASA法体系概要

豪州CASAでのドローン運航の申請パターンとプロセス

- CASAは、豪州版標準シナリオ(AU-STS)を作成し、2023年9月現在、5つのシナリオを公開している。EASAのSTSは、リスクの低い特定のシナリオを示し、その適合を宣言すれば、当局の承認を必要としない。一方、豪州のAU-STSは特定の運用ガイダンスと、それに従った運航を行う場合の手続きや要件が定められ、当局への申請と査定が必要で、性質が異なる。

豪州CASAでの標準シナリオ(AU-STS)

Standard Scenario Application and Documents - Guidance Material の誕生

これまでCASAは、SORAのプロセスに従ってケースバイケースでBVLOS申請を審査してきた。申請されるBVLOSの数が増加する中、CASAは以下のような標準シナリオを作成することにした。(Introductionより抜粋)

※AU-STS 3、AU-STS 5 は2023年9月現在非公開

AU-STS 1 制御地域内の高層物体周辺でのBVLOS飛行

AU-STS 2 人口がまばらな地上環境における高層物体近傍でのBVLOS飛行

AU-STS 4 登録または認証された非制御飛行場(ヘリポートなど航空交通管制が常時行われていない飛行場)から3海里(約5.6km)以内の遠隔地域でのBVLOS飛行

AU-STS 6 オーストラリアの遠隔地空域 ※1(地上から400フィート以下)でのBVLOS飛行

AU-STS 7 オーストラリアの遠隔地空域(地上400フィートから海拔5000フィートまで)でのBVLOS飛行



AU-STS 申請プロセス

AU-STS

申請書をCASAに提出

CASAによる 運航査定・承認

運航開始

※初めてのBVLOS申請である場合、申請前の打ち合わせをアレンジし、一般的な申請プロセスについて話し合うことも推奨

※1 オーストラリアの遠隔地空域 (Remote Australian Airspace) とは

CASAにより、人口密度が非常に低く、航空活動がごくわずかな地域に位置すると定義された空域は、CASAと合意した緩和策を利用したRPAのBVLOS運用の検討に適していると考えられる。

この標準シナリオでは、人口の少ない地域を次のように定義する: 平均人口密度が10人/km2未満である 100世帯以上の町や集落はない

出典: [Apply for beyond visual line-of-sight approvals](#)

海外制度における1対多運航の扱い:豪州CASA法体系概要

豪州CASAの規定する操縦者・事業者申請

- 豪州CASAは、商業的な目的を含む、個人の操縦士資格であるOperator Accreditation(操縦者認定)と、より高度な運用が可能になるRePL (Remote Pilot License)、商業的なドローン運用を行う企業や組織が取得する証明書としてReOC (Remote Operator's Certificate)がある。取得目的や取得対象者が異なり、各運航に必要な資格を満たす必要がある。

豪州CASA操縦者・事業者資格種別

資格種別	Operator accreditation(操縦者認定)	RePL (Remote Pilot License)	ReOC (Remote Operator's Certificate)
概要	個人が商業的な目的でドローンを飛ばす際に必要なライセンス	個人が商業的な目的でドローンを飛ばす際に必要なライセンス	商業的なドローン運用を行う組織が取得する必要がある証明書
取得対象	個人	個人	組織や企業
取得目的	個人が商業目的でドローンを飛行させる場合 例)ドローンから撮影した写真やビデオの販売、産業用機器、建設現場、インフラの点検、監視、モニタリング、セキュリティサービス、研究開発	- 遠隔操縦航空機操縦者証明書(ReOC)を保有する個人または企業の遠隔操縦者になりたい場合 - 自分の土地の上空で、重量25kg以上150kg未満のドローンまたは遠隔操縦航空機(RPA)を飛行させる場合 - 操縦者認定:operator accreditationの範囲内で運航できない機種等の運航をする場合	遠隔操縦機操縦者証明書(ReOC)を取得することにより、申請者の組織・企業は、ドローン操縦者の雇用または報酬を目的としたドローンサービスプロバイダーとして活動することが可能になる ※ReOCではRPAを操縦することはできない。RPAを操縦するには、免許を持ったリモートパイロットを雇うか、自分でリモートパイロットライセンス(RePL)を取得する
機体・運航制限	2kg未満の商業運用ドローン運航 - レクリエーション目的のドローン運航 - 所有敷地内のみでの25kg未満のドローン運航	- 飛行させるドローンの種類とモデルのリモートパイロットライセンスを取得し、その範囲内で運航させること - 標準的な飛行条件の範囲内でのみドローンを運航させること	- Part101(無人航空機およびロケット)基準マニュアル2019に従って運用手順書およびマニュアルを作成すること - 事業の運用手順について、リモートパイロットを必ず訓練すること - 法律および証明書の条件に従って全ての運航を実施すること - 必要な運航記録を保管すること - 飛行前にRPAを登録すること
期限	3年	有効期限なし	- 最初のReOCは12ヶ月間有効 - 更新は最長3年間有効

出典: Civil Aviation Safety Authority (CASA) , [Operator accreditation](#), [Remote pilot license](#), [Remotely piloted aircraft operator's certificate](#)

海外制度における1対多運航の扱い:豪州CASA法体系概要

豪州CASAの規定する操縦者・事業者申請

- Operator accreditation (操縦者認定)も商業的な目的を含む、個人の操縦士としての資格だが、RePLが対象とするドローンよりも軽量の機体を対象としており、RePLよりも取得要件が簡略化されている。上位・下位互換の関係が明言されているわけではないが、RePL資格の方が運用可能な対象機種数が多く、より高度な運用が可能となる。

豪州CASA操縦者・事業者資格種別

資格種別	Operator accreditation (操縦者認定)	RePL (Remote Pilot Licence)	ReOC (Remote Operator's Certificate)
認定取得手順	オンラインで無料で取得可能	公認の訓練組織での訓練と試験の完了が必要	オンラインでReOCを申請する
研修	認定を取得する過程で、CASAが提供する安全教育を受ける	- 必要な理論コンポーネントに合格する - 操縦するRPAの種類とカテゴリーに応じた実技パートに合格する - 管制空域での飛行を希望する場合は、航空無線操縦士免許 (AROC) が必要あり。 ※AROCを取得することで、VHF帯の航空無線周波数で、そのエリアにいる他のパイロット、エンジニア、航空管制官、緊急作業員との交信が可能になる。	チーフ・リモート・パイロット (CRP) 審査に合格する
取得除外	RePL / ReOCを取得済みの場合、必要ない	※理論のみ除外あり: 航空経験の認定以下のいずれかに該当する場合、航空経験の認定を受けることができます: ✓ Part61 飛行乗務員免許 (PPL、CPL、ATPL、RPLなど) の理論試験に合格済。 ✓ 同等の軍事資格、航空管制ライセンス。 経験が認められれば、RePL訓練コースの共通理論を受ける必要はない。ただし、RPA固有の理論を受験し、RPA固有の理論試験に合格する必要がある場合もある。	なし

出典: Civil Aviation Safety Authority (CASA) , [Operator accreditation](#), [Remote pilot license](#), [Remotely piloted aircraft operator's certificate](#)

海外制度における1対多運航の扱い:豪州CASA法体系概要

豪州で1対多運航を行う場合の要件

- 豪州のBVLOS運航を前提とした標準シナリオ(AU-STS、SORAに基づき作成)では、1対多運航は想定されておらず、実施する場合はSORAに準拠したリスクアセスメントを実施の上、豪州航空当局への申請が必要となる。

AU-STSの各シナリオ詳細

BVLOS のシナリオ		Title	訳語タイトル	クラス	特性	型式 認証	機体 認証	登録	ユースケ ース	飛行条件	第三者 上空	目視外	1対多	自律 飛行	操縦 受渡し	
Standard Scenario	AU-STS 1	BVLOS Operations near a Vertical Object(s) with a Controlled Ground Environment	制御地域内の高層物体 周辺でのBVLOS飛行	対象外	・8m以下 ・1084kJ以下	Part 101 規定なし	myCASA アカウント を作成し、 機体情報 を登録	(記載なし)	送電線、通信 塔、風力ター ビン、橋梁な どのインフラ の検査や監視	・物体から高度100ft以内 ・水平方向に物体から120 m以内 ・気象条件を満たすこと	×	※人口密 度の低い 地域での 運航	○	×	×	○
	AU-STS 2	BVLOS operations near a vertical object(s) with a sparsely populated ground environment	人口がまばらな地上環 境における高層物体近 傍でのBVLOS飛行													
	AU-STS 4	BVLOS operations in a remote area within 3 NM of a registered or certified non-controlled aerodrome	登録または認証された 非制御飛行場(ヘリポー トなど航空交通管制が 常時行われていない飛 行場)から3海里(約 5.6km)以内の遠隔地域 でのBVLOS飛行		・3m以下 ・34kJ以下					・物体から高度100ft以内、 または対地高度400ft以 内 ・気象条件を満たすこと						
	AU-STS 6	BVLOS operations in remote Australian airspace (below 400 ft AGL)	オーストラリアの遠隔地 空域(地上から400フィ ート以下)でのBVLOS飛 行		大規模な農村 調査、農業、 オーストラリア の遠隔空域で の環境モニタ リングなど				・対地高度400ft以内 ・気象条件を満たすこと							
	AU-STS 7	BVLOS operations in remote Australian airspace (400 ft AGL to 5000 ft AMSL)	オーストラリアの遠隔地 空域(地上400フィートか ら海拔5000フィートまで) でのBVLOS飛行						・海拔5000ft以内 ・気象条件を満たすこと							
Standard Scenario 以外	—	Specific Operations Risk Assessment (SORA)	—	対象外	全てのクラス サイズ、 飛行形態	同上※	同上	追加要件なし	リスク評価の要件に準拠							

AU-STS 共通事項	操縦者技能証明	・CASA RePL(Remote Pilot Licence)取得済 ※飛行許可要件 ・遠隔操縦士はIREX試験またはCASAが承認した試験に合格していなければならない(CASR 101.300(4)(a)) ※Part 61の下での計器格付けの付与のための航空知識試験、規則202.274において計器格付けの付与の同等の要件とみなされる航空免許理論試験
	操縦者年齢制限	・18歳

※150kg以上の機体またはPopulated Areaを飛行する場合は、機体のSurveyを要する(これは型式認証とは異なる)

出典: Civil Aviation Safety Authority (CASA) , [AU-STS1](#), [AU-STS2](#), [AU-STS4](#), [AU-STS6](#), [AU-STS7](#)

3.7

海外制度における
1対多運航の扱い

カナダ法規制

海外制度における1対多運航の扱い:カナダ法規制

カナダの法規制(1/2)

- カナダの法令では、1対多数期の運航はSpecial Flight Operations Certificate(以下SFOC) 未取得の場合1:5機までに規制されている。同様にBVLOS飛行もSFOCが必要となる。一方で、非SFOCでの飛行は比較的簡易に実施が可能となっている。

飛行台数と目視による対応法令			Basic Operations	
	1～5機	6機～	条件	要求事項
VLOS	Basic Operations Advanced Operations (本ページ)	SFOC (次ページ)	- 非管制空域内を飛行する - 第三者から30m(100feet)以上の水平距離を設けて飛行する - 第3社の上空を飛行しない - 空港および軍飛行場から3海里以上離れて飛行する - ヘリポートから1海里以上離れて飛行する	
BVLOS	SFOC (次ページ)	SFOC (次ページ)	条件	要求事項
Advanced Operations				
			条件	要求事項
			SFOCに該当せず、Basic Operationsにならないもの	- 初回の飛行以前にカナダ運輸局へドローンを登録 - ドローンに登録番号を記載 - ドローンに適切な安全表記を記載 - Advanced Operationsの操縦者認証を取得し、認証を携帯（\$10/回の簡易的なWEBでの試験で取得可能） - 運航に関して（民間の）ドローンスクールによる第三者レビューを完了 - 制限空域内を飛行する場合は空域管理システムでの飛行可否を確認

海外制度における1対多運航の扱い:カナダ法規制

カナダの法規制(2/2)

- カナダにおいて1:5を超える同時飛行を行う場合、SFOCの取得が必要となる。SFOCでは、操縦者認証の取得を行い、飛行申請を行う必要がある。飛行申請の審査には30日程度(複雑な飛行の場合は60日程度)を要する。

Special Flight Operations Certificate

条件	- 離陸重量が25kg(55 lbs)を超える - BVLOSに該当する - 遠隔操縦認証を別の州で取得し、別の州で運航する - 高高度での飛行を行う - 対地高度122 m(400 feet)を超える - 建造物の上空30 m(100 feet)を超え、水平距離61 m(200 feet)以内を飛行する 1つのコントロールステーションで5機を超える機体を操縦する ※SFOCの規定ではコントロールステーションに言及されているが、別箇所で操縦士に対して5機との記述もある - 特別な航空イベントや宣伝イベントでの飛行を行う - 危険物の積載を行う - 飛行場から3海里以内での遠隔飛行を行う - その他大臣がSFOCが必要であると定めた飛行を行う
要求事項	- Advanced Operationsの操縦者認証を取得※内容によっては有人航空機の操縦者認証が必要 - 以下の内容を含む飛行申請 - 申請者氏名、責任者・操縦者氏名、SFOCの該当要件、目的、日時、 - 機体システム情報：製造者およびモデル、三面図、完全な説明、性能、運航制限、装備 ※Airworthiness/Type Certificationに相当する記載はなし - 飛行エリア内での安全計画：ハザード特定・リスク低減・人や物への安全保障の手順 - 緊急時の対応計画 - ConOps：飛行計画の詳細、飛行現地の調査結果（境界や高度情報等）、（必要な場合）リスクアセスメント ※リスクアセスメントについては以下のいずれかが必要 - AC 903-001 RPAS ORAIに示すリスクアセスメント（複雑な運航向け） - CAR 903.32の安全管理項目に関する調査結果 - 操縦者および補助者の氏名、資格情報 - 機体システムのメンテナンスマニュアル及び結果 - 要求される天候条件 - 機体システムの衝突回避能力及びその手順書 - 通常時・緊急時の運航手順書 （必要な場合）空域管理システムとの整合に関する手順書 - その他大臣により指定された項目

4

海外における
1対多運航事例

海外における1対多運航事例

海外における1対多運航事例

- 海外ではいくつかの事業者が既に商業ベースでの1対多運航を実施しているとヒアリング等により判明している。また、20機を超える大規模な商業飛行も事例が生まれてきている。

海外事業者の1対多運航事例

	1対多運航実施国	機体数	飛行目的	許認可分類	許認可の詳細・条件
A社	米国	-50	商業	例外	機体の安全性、運用に関する2件のExemption
		50-	試験	例外	Part 107 Waiver
	欧州	-20	商業	SAIL II	人口密度10,000人程度
	豪州	-20	商業	SAIL II	
B社	米国	-5	商業	不明	
		-20	試験	不明	
	アフリカ	20-	商業	個別	
C社	豪州	-7	商業	SAIL II	
		30-	試験	SAIL II	
	アフリカ(3カ国)	-5	商業	不明	
	ニュージーランド	30-	試験	SAIL II	
D社	欧州	-8	商業	SAIL II	SAIL IV運航の準備中

その他、継続調査中

5

海外における1対多運航に
関する最新議論

5.1

海外における1対多運航に
関する最新議論

JARUS MSOについて
(Management of Multiple
Simultaneous UA Flight Operation)

JARUSのCS-UASとGM-UASについて

- 後続の説明の前提として、CS-UASは各国への推奨要件を定義したものであり、GM-UASはCS-UASに準拠するための耐空設計基準(ADS)を作成するためのガイダンスであることをご認識いただきたい。

CS-UASとGM-UASの説明

CS-UAS

- 無人航空システムの認証仕様に関する国内法制定のための各国への推奨事項を提供することを最終的な目的としている
- 以前のUAS認可で使用された最善の実践と手順、およびJARUS-WG-3（耐空性）専門家メンバーからの意見を集約したもの
- 注：パイロットが搭乗しないものという点は日本と同様だが、機体重量の観点では日本の無人航空機の想定する枠を超え、空飛ぶクルマに入るスコープとなっている（3,175kg以下対象）

GM-UAS

- CS-UASに準拠するための1つまたは複数の耐空設計基準(ADS)を作成するためのガイダンスとして使用するものである
 - 日本の型式認証ガイドラインに近い存在
- 耐空設計基準(ADS)には、詳細な要件の必須セットが含まれており、詳細な要件に準拠する方法を説明するための準拠手段(AMC)が含まれる場合がある
- 準拠の手段が詳細な要件の一部ではない場合、準拠の手段は申請者が作成する必要がある
- 各申請者は次のいずれかを行うことができる
 - CS-UASに準拠する新しいADSを開発する
 - すでにCS-UASに準拠している承認済みのADSを使用する

MSOの概要

- MSOは、CS-UASという各国の法整備の材料とすることを推奨するJARUS参画メンバーの意見を集約した文書の内、Annex Bとして規定されている内容であり、1対多運航の要件について触れている。

MSOの概要

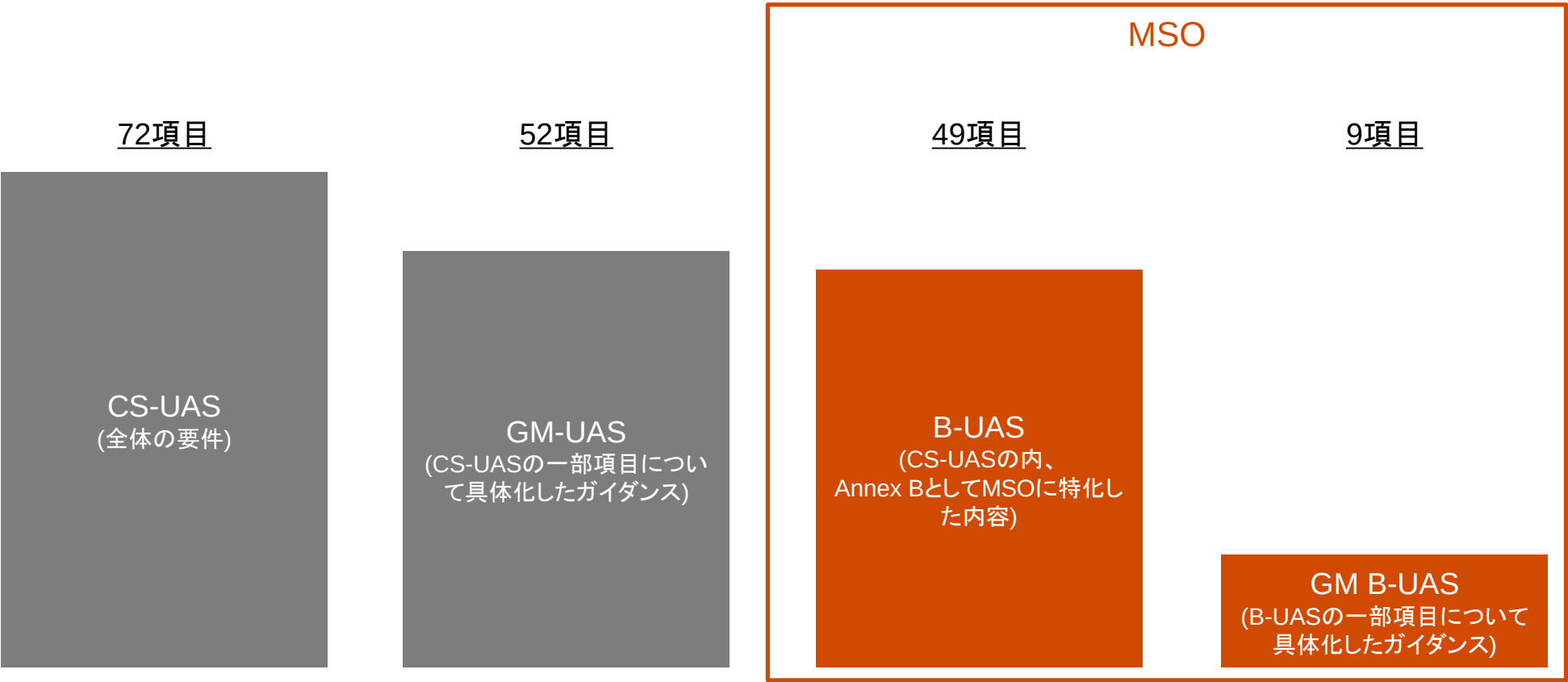
項目	内容
MSO作成の経緯	- 産業界の要望に応えるため、WG-AW内のWG-AW内のTask Force 3が設置され、MSOに必要な要件の開発が行われた - 対象についての理解を深めた後、CS-UASがすでにMSOの目的となる要件を含んでいるかどうか、およびGMおよび/またはAMCが必要かどうかという疑問が提起されたため、まずギャップ分析を行い、すでに利用可能なものとそうでないもの、GM / AMCが必要な箇所を確認することにした
MSOの文書の位置づけ	このMSO文書は上記経緯を踏まえ行ったギャップ分析の結果であり、MSOに対する追加要件およびGM（Guidance Material） / AMC（Acceptable Means of Compliance）を含んでいる

海外における1対多運航に関する最新議論:JARUS MSOについて

MSOのスコープ

- MSOでは、CS-UASの要件の全X項目の内、CS-UAS Annex B(後続ページにてB-UASと表記)としてX項目、GM-UAS(後続ページにてGM B-UASと表記)としてX項目を扱っている。後続ページで詳述する。

MSOのスコープ



※概ね右に行くに従い項目が絞り込まれているが、B-UAS.2610についてはMSOの新規項目である

海外における1対多運航に関する最新議論:JARUS MSOについて

MSOの内容 – CS-UAS Annex B (B-UAS)

- 特筆すべきものとして、B-UAS.2610の自動化及びB-UAS.2615のヒューマンマシンインターフェースに関する記述がある。

B-UASに規定される要件一覧

項目	内容
B-UAS.2000 適用性	(e) 付属書 B のこれらの追加要件は、MSO の個々の UAS の技術要件のみを対象としています。
B-UAS.2005 承認済みの動作制限	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2007 輸送、再構成および保管	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2010 耐空設計基準 (ADS)	(c) MSO に関与する UAS については、付属書 B が追加で適用されます。
B-UAS.2100 質量と重心	(d) MSO が個々の UA の負荷に影響を及ぼし、1 つまたは複数の UA が認定制限を超えて動作する可能性がある場合、この影響は、個々の UA の故障を含む通常動作、異常動作、および緊急動作に対して考慮されなければなりません。
B-UAS.2102 承認済みフライト エンベロープ	(e) 個々の UA または MSO 全体の正常、異常、または緊急動作が、MSO に参加している個々の UA の承認された飛行エンベロープとの衝突を引き起こさないことが保証されなければなりません。
B-UAS.2105 性能データ	(c) MSO がこの飛行運用に参加する 1 つ以上の個々の UA のパフォーマンスに影響を与える場合、このパフォーマンスの変化を評価し、考慮する必要があります。 (d) 構造エンベロープに影響がある場合、CS-UAS のサブパート C に基づいて評価および考慮する必要があります。
B-UAS.2110 最低速度	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2115 離陸と最低性能	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2120 クライム要件	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2125 降下率性能	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2130 着陸	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2135 制御性と安定性	未定義 (現状項目のみ存在)

海外における1対多運航に関する最新議論:JARUS MSOについて

MSOの内容 – CS-UAS Annex B (B-UAS)

- 特筆すべきものとして、B-UAS.2610の自動化及びB-UAS.2615のヒューマンマシンインターフェースに関する記述がある。

B-UASに規定される要件一覧

項目	内容
B-UAS.2160 振動と衝撃	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2165 着氷状態での飛行に関する性能および飛行特性要件	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2300 UA 飛行制御システム (パイロット機能を実行する機械システム)	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2305 離陸および着陸装置システム	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2310 水上離着陸時の UA の浮力	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2320 地上要員保護	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2325 防火	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2330 指定防火区域での防火	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2335 雷保護	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2340 設計・施工情報	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2350 封じ込め	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2360 必須ではないシステム、機器、および設置	• 未定義(現状項目のみ存在)
B-UAS.2370 外部貨物積載量	• 未定義(現状項目のみ存在)

海外における1対多運航に関する最新議論:JARUS MSOについて

MSOの内容 – CS-UAS Annex B (B-UAS)

- 特筆すべきものとして、B-UAS.2610の自動化及びB-UAS.2615のヒューマンマシンインターフェースに関する記述がある。

B-UASに規定される要件一覧

項目	内容
B-UAS.2500 UAS レベルのシステム要件	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS 2505.機器の設置に関する一般要件	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2510 機器、システムおよび設備	- CS-UAS.2510 a) は、MSO 操作に関して次のように解釈されなければなりません。 - CS-UAS.2500 で特定される機器およびシステムは、別個に考慮し、他のシステムおよび MSO と関連させて考慮し、次のように設計および設置する必要があります。 [...]
B-UAS.2515 電気および電子システムの落雷保護	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2520 高強度放射フィールド (HIRF) 保護	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2522 サイバーセキュリティ	- CS-UAS.2522 a) は、MSO 操作に関して次のように解釈されなければなりません。 - UAS の機器、システム、ネットワークは、MSO を含む他のシステムと個別に考慮し、保護する必要があります [...]
B-UAS.2525 UAS の電源、発電、貯蔵、配電	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2529 UA 飛行制御システム	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2530 UA 外部ライト	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2540 着氷状態での飛行	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2545 加圧システム要素	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2550 高エネルギー回転部品を含む機器	- CS-UAS.2550 b) は、MSO 操作に関して次のように解釈されなければなりません。 - 他のシステムに損傷を与えることはできません。MSO または構造物に関与する他の UA - CS-UAS.2550(b) は、MSO について次のように解釈する必要があります: 高エネルギー回転部品を含む機器は、MSO に関与する他の UA を含む他のシステム、または CS-UAS.2550(b) でカバーされていない構造物も保護するように設計または設置されなければなりません。)

海外における1対多運航に関する最新議論:JARUS MSOについて

MSOの内容 – CS-UAS Annex B (B-UAS)

- 特筆すべきものとして、B-UAS.2610の自動化及びB-UAS.2615のヒューマンマシンインターフェースに関する記述がある。

B-UASに規定される要件一覧

項目	内容
B-UAS.2555 レコーダーの設置	未定義 (現状項目のみ存在)
B-UAS.2570 緊急復旧機能と手順 (ERCP)	- CS-UAS.2570 は、MSO 操作に対して次のように解釈される必要があります。 - MSO は、CS-UAS および運用ルールに従って緊急手順を実行し、[...]
B-UAS.2575 コマンド、制御、および通信の不測の事態	- CS-UAS.2575 a) は、MSO 操作に関して次のように解釈されなければなりません。 - UAS の安全な動作には、次のようなものがあります。MSO にはコマンド、制御、通信機能が必要です [...]
B-UAS.2600 リモート パイロット ステーション (パフォーマンス)	(a) リモート パイロット ステーションは、目的の運用のためにリモート クルーによる MSO に関与する UA の制御および/または監視をサポートするのに十分でなければなりません。 (b) リモート パイロット ステーションとその設置機器は、意図した運用で予想される航空機の安全な運用に必要な RPS 環境条件に対して適合する必要があります。
B-UAS.2605 リモート パイロット ステーション (ヒューマン ファクター)	(a) 遠隔操縦ステーションの配置とその設備は、遠隔乗組員が過度の集中力、技能、注意力、または疲労を感じることなく職務を遂行できるものでなければならない。 (b) MSO に関与する UA の安全な操作に必要なすべての制御および表示は、資格のある遠隔乗組員がシステムおよび機器の意図された機能に関連する定義されたタスクを監視および実行できるように設計されなければなりません。システムと機器の設計では、さらなる危険をもたらす可能性がある遠隔作業員のエラーを最小限に抑える必要があります。 (c) 乗組員の身体的安全要件が確保されなければならない
B-UAS.2610 自動化機能と人間の介入	a) 自動化機能に適用される安全要件は、自動化のレベルおよび人間の制御権限によって異なります。その特定の機能を保護し、CS-UAS.2500 - CS-UAS.2510 に従う必要があります。 b) MSO が自動化レベルの異なる異なるタイプの UA で構成されている場合、a) によるこの評価は、すべてのタイプの UA、この機能のすべての自動化レベル、およびこの機能を制御する乗組員の権限に対して実行されなければなりません。

MSOの内容 – CS-UAS Annex B (B-UAS)

- 特筆すべきものとして、B-UAS.2610の自動化及びB-UAS.2615のヒューマンマシンインターフェースに関する記述がある。

B-UASに規定される要件一覧

項目	内容
B-UAS.2612 UA にインストールされていない UAS セグメントへのインターフェイス	(a) 運用環境、例えば空域や MSO の種類に応じて、MSO に関与する個別または集団の UA は以下を送信しなければなりません。 ➤ (1) UAのステータス ➤ (2)操縦性に関する性能 ➤ (3) MSO が ATC 制御環境または協調制御環境で行われる場合に、運用環境のすべての参加者が独立した安全な状態で運用できるようにするための軌跡情報 (b) MSO が ATCE または CCE で行われる場合は独立して、(a) の送信は、周囲のトラフィックが適切な時間内に適切な動作を実行できる十分なパフォーマンス (範囲、データ速度、周波数など) を備えていなければなりません。安全な状態を保ちます。 (c) 運用環境、例えば空域および/または MSO の種類に応じて、MSO に関与する個別または集団の UA は、(a) および (b) に従ってメッセージを受信し、合理的な方法で適切な行動を取れるように装備されていなければなりません。安全な状態に留まる時間
B-UAS.2615 安全な操作に必要なコントロールとディスプレイ	(a) 設置されたシステムは、安全な運航のためのパラメータを監視し、必要に応じて制御する遠隔地の乗組員に、飛行の各段階で必要な情報を提供しなければなりません。この情報は次の条件を満たしている必要があります。 ➤ (1) 乗組員が必要に応じてパラメータと傾向を監視し、該当する場合には MSO に関与する UA を制御できる方法でパラメータを提示する。 ➤ (2) 意図されたすべての操作で制限を超えることができない場合を除き、制限を含める (b) MSO に関与する UA を安全に操作するために必要なパラメータ、または運用規則で要求されるパラメータの表示を統合する表示システムは、次のことを行わなければなりません。 ➤ (1) 遠隔乗組員が通常の動作モードで MSO に関与する UA を安全に操作するために必須ではない他のパラメータによって阻害されないこと。と ➤ (2) 他のシステムと組み合わせて、単一の障害または考えられる障害の組み合わせの後に、安全な操作または緊急復旧に不可欠な情報を遠隔地の乗組員がタイムリーに利用できるように設計および設置すること。

海外における1対多運航に関する最新議論:JARUS MSOについて

MSOの内容 – CS-UAS Annex B (B-UAS)

- 特筆すべきものとして、B-UAS.2610の自動化及びB-UAS.2615のヒューマンマシンインターフェースに関する記述がある。

B-UASに規定される要件一覧

項目	内容
B-UAS.2620 UAS フライトマニュアル	申請者は、MSO に参加する予定の各 UA に提供される MSO 飛行マニュアルを提供しなければなりません。これには、MSO での安全な運航に必要な情報が含まれています。ただし、これらの指示は CS-UAS.2620 の要件でまだカバーされていません。
B-UAS.2625 耐空性継続のための指示 (ICA)	申請者は、MSO に参加する予定の UA 専用の耐空性継続のための指示書を作成しなければなりません。ただし、この指示書は CS-UAS.2625 の要件でまだカバーされていません。
B-UAS.2710 起動および回復用システムが UA に永続的にインストールされていない	MSO で回復が予測される場合、回復のためにこの操作の詳細を考慮する必要があります。

MSOの内容 – GM B-UAS

- 特筆すべきものとして、GM B-UAS.2610の自動化及びGM B-UAS.2615のヒューマンマシンインターフェースに関する記述がある。

GM B-UASのガイダンス内容一覧

項目	内容
GM B-UAS.2000 適用性	• MSOに関連して、CS-UAS.2000 (a) は、個々の UA がこの MTOM 範囲内に留まると解釈されます。 • (e) 個々の UAS および MSO 内の UA の構成に応じて、この付録 B の要件は、必要に応じて CS-UAS.2600 ~ 2615 の要件を置き換えたり、補完したりする場合があります。 • この付録 B の前提は、MSO に参加する UA は乗組員によって個別に制御されない、つまり、参加する UA は戦略目標を設定することによって乗組員によって管理される可能性があるということです。 • 1 つ以上の UA の制御が乗組員によって手動で指示されている場合、手動制御が存続し、それらの UA が MSO の外にある限り、この附属書 B は手動制御中の UA には適用されなくなります。
GM B-UAS.2005 承認済みの動作制限	• MSOに関連して、CS-UAS.2005 (a) は、個々の UA が承認された動作制限内にあると解釈されます。 • MSO の運用により、単一の UA 運用と比較して地上または空中の第三者に対するリスクが変化する場合、それぞれの制限が個々の UA および MSO 運用全体に適用されます。 • 個々の UA が MSO に対して承認されている場合、承認された MSO のタイプと制限を型式証明書に記載する必要があります。
GM B-UAS.2100 質量と重心	• (e) これは、複数の UA が 1 つの荷物を運ぶ接続されたリフト操作に適用される場合があります。
GM B-UAS.2100 質量と重心	• (c) MSO の運用中、特に個々の UA 同士を相対的に運用している UA が他の UA からの重量変化、ダウンウォッシュ、後流乱気流などの影響を受ける可能性がある飛行運用中。
GM B-UAS 2370 外部貨物積載量	• (e) 飛行規程の制限および手順は、MSO および外部荷重の輸送に影響を与える故障を考慮しなければなりません。
GM B-UAS 2500.UAS レベルのシステム要件	• MSO の動作が CS-UAS.2500 で考慮されるシステムおよび機器に影響を与える場合、この要件は影響を受けるすべてのシステムおよび機器に適用されます。
GM B-UAS.2575 コマンド、制御、および通信の不測の事態	• MSO が安全な飛行操作のために UA 間通信を利用する場合、CS-UAS.2575 resp. B-UAS.2575 はこの通信にも適用可能であり、通信の損失または劣化が発生した場合の不測の事態が必要です。

MSOの内容 – GM B-UAS

- 特筆すべきものとして、B-UAS.2610のヒューマンマシンインターフェースに関する記述がある。

GM B-UASのガイダンス内容一覧

項目	内容
GM B-UAS.2610 自動化機能と人間の介入	- MSO は、MSO に関与するすべての UA の安全な飛行の継続を保証するために、UA の高度な自動化と地上の必要なインフラストラクチャを必要とする場合があります。 - 機能に起因する耐空証明の厳格さは、自動化機能の重要性と、通常、異常、緊急の状況で飛行を制御する乗組員の権限によって異なります。 - 一般に、自動化のレベルが高くなるほど、自動化機能にはより厳格な耐空要件が設定され、乗組員インターフェースの要件は低くなります。 - リモートパイロットのクルーインターフェイスには、技術的な要件は設定されていません。これは、UAS コンポーネントではない、ミッションコントロールセンターのレベルでの Fleet Manager のインターフェイスを除外するものではありません。 - 乗組員が異常事態や緊急事態による不測の事態に備えて「待機中」または「待機中」の場合には、MSO のオペレーターが能力要件を策定する必要があります。 - 自動化のレベル、飛行を制御する乗組員の権限、および対応する安全上の考慮事項については、JARUS Document Automation and Autonomy for UAS に記載されています。 - 管理同時 UA フライト オペレーション (MSO) では、オペレーション全体の十分な管理を確保するために自動化が必要です。 - 次のことが想定されます。 ➤ UA 内のさまざまな機能は、さまざまなレベルの自動化、および/またはMSO に参加する UA は、さまざまなレベルの自動化機能を持つことができます。 ➤ さまざまなレベルの自動化された相互依存機能と、さまざまなレベルの人間の制御権限または可能な人間の介入の可能性との組み合わせ。 ➤ 以下の表は、さまざまな自動化レベルでの飛行管制機関を示しています。自律性のさまざまなレベルの定義については、UAS 運用の自律性の評価に関する JARUS 方法論を参照してください。(本資料P.56参照) - 前述のように、複数の異なる並行運用 (有人/無人、MSO/非 MSO など) を伴う運用環境では、上位システムが運用環境の制御と監視をサポートし、継続的な安全な飛行と安全性を確保することが想定されています。参加者全員の着陸。この上位システムには、自動化された機能と、さまざまな可能性またはレベルの人間の介入も含まれる場合があります。 - 安全な操作は、意図したとおりに連携して動作するシステム全体を構成する相互に依存する機能に大きく依存します。 - さまざまなレベルの自動化相互依存機能と、さまざまなレベルの機能またはシステム レベルでの人間による制御権限との組み合わせにより、機能および/またはシステムの依存関係が生じます。 - 認証の厳しさは、機能、システム、またはサブシステムの重要度に依存するため、これらの依存関係を評価する必要があります。UAS 運用の自律性を評価するための JARUS 方法論は、この評価に利用できる機能依存性マトリックスへのパスを説明しています。

MSOの内容 – GM B-UAS

- 特筆すべきものとして、B-UAS.2610のヒューマンマシンインターフェースに関する記述がある。

GM B-UASのガイダンス内容一覧

項目	内容
GM B-UAS.2612 UA にインストールされていない UAS セグメントへのインターフェイス	• (a) B-UAS.2612(a) で必要な情報は、次のいずれかで送信する必要があります。 ➢ (1) MSO に関与する 1 つの UA ➢ (2) 個別のメッセージとして MSO に関与するすべての個別の UA ➢ (3) 以下によって送信されるすべての関連 UA を表す集合メッセージ: ■ (i) MSO に関与する単一の UA ■ (ii) 集合メッセージとして MSO に関与するすべての個々の UA ➢ (4) 上記(1)～(3)を組み合わせたもの。 • 個々の UA が相互に関連して動作している MSO では、MSO に関与する 1 つの UA のみが、関与するすべての UA の操縦性と軌道情報に関連するパフォーマンスを送信するだけで十分な場合があります。他のタイプの操作では、参加しているすべての UA がこの情報を個別に送信する必要がある場合があります。 • (b) 伝送性能は、MSO に関与する UA の機動性と運用環境のニーズに関連する性能を考慮する必要があります。運用環境は速度に大きな違いがある可能性のある他の参加者と共有されると想定されるため、安全な運用を可能にする安全距離 (例: Remain Well Clear RWC) は、距離ベースではなく時間ベースにする必要があります。 • (c) 「安全な状態を維持するための適切な行動」は、次のいずれかで開始されると理解されるべきです。 ➢ (1) ATC 制御または協調制御の場合、独立した外部の上位システムによって ➢ (2) 上位システムが存在する UA セグメント自体によって: ■ (i) 利用できない、または ■ (ii) 上位システムに障害が発生しているか、意図したとおりに動作していません。 ➢ (3) (1)と(2)の組み合わせ

JARUS Methodology for Evaluation of Automation for UAS Operations

- JARUSでは、Criteriaの項目5つ設けており、人が行うか機械が行うかの内容に応じて自動化の段階を5つに分けている。自動化レベルが高いほど運航者に求める他の要件を緩和しようとする考えがある。

JARUSの自動化レベル定義

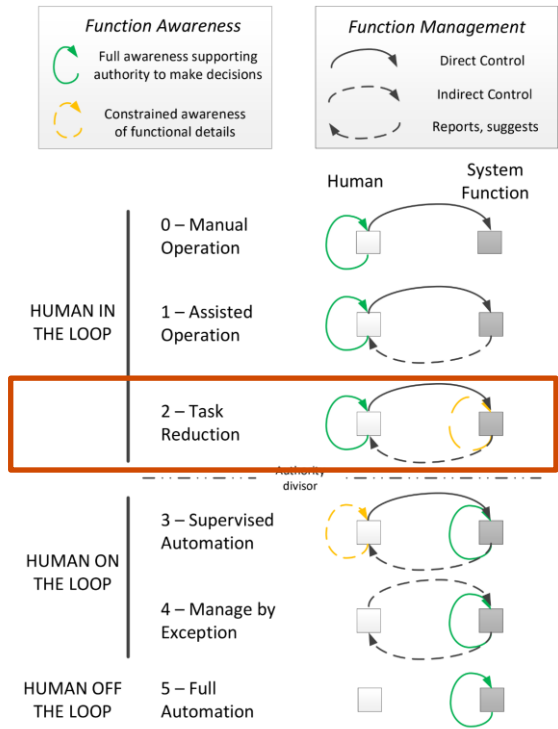


Table 1 Automation Level of an Individual Function Supporting UAS Flight Operations

Criteria \ Level	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
	Manual Operation	Assisted Operation	Task Reduction	Supervised Automation	Manage by Exception	Full Automation
Human-Machine Teaming	Human led	Human-In-the-loop	Human-In/On-the-loop	Human-In/On-the-loop	Human-On-the-loop	Human-Off-the-loop
Fallback (Integrity Thresholds Exceeded)	Human	Human	Human	Human	Fall back Ready Human (Operator/ATS)	Machine (Limited or Segregated Operations)
System Function Examples \ Level	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Sustained Aircraft Maneuver Control	Human	Human AND Machine	Machine (Managed by Human)	Machine (Supervised by Human)	Machine	Machine
Object and Event Detection and Response (OEDR)	Human	Human	Machine (Managed by Human)	Machine (Supervised by Human)	Machine	Machine
Communication with External Systems (Ground and Airspace systems)	Human	Human	Human OR Machine (Managed by Human)	Machine (Supervised by Human)	Machine	Machine

Note: Most modern aircraft are highly integrated platforms with many modes of operation and a wide range of capabilities depending on which systems are available to provide information; as a result, aircraft may employ different levels of automation for the same task in other contexts.

- 本年度実証におけるステップ1-2のターゲットは、上記でいうところのLevel 2 (Task Reduction)に相当すると考えられ、必要な「タスクの削減技術」の例としては、システムの障害アラート、航空交通管制の可視化システム、障害物検知が示されている
- EASA関係者の話によると、既にLevel 4に相当する申請事例はあり、Level 5も実験レベルでは存在するとのことである
- Level 2では、操縦者がいつでも自動化されたシステムに介入することでオーバーライドできるものとしている
- Level 2では、機械は機能の達成のためのステップを実行し、人間はより高いレベルでの指示または検証を行うものとしている

5.2

海外における1対多運航に
関する最新議論

NASA m:N WG情報

海外における1対多運航に関する最新議論: NASA m:N WG情報

NASA Multi-Vehicle (m:N) Working Group

- Multi-Vehicle (m:N) Working Groupは、「m:N運行」を想定して技術的、規制的、安全保証、コミュニティ受け入れなどの運用の障害を特定し、削減することを目的にNASAを主体として組成されたワーキンググループ。2021年3月から四半期ごとに開催され、最終的にm:N運行に必要な措置・規則を決定する予定。

Multi-Vehicle (m:N) Working Groupと他の協議体との比較

	NASA Multi-Vehicle (m:N) Working Group	UAS BVLOS ARC	JARUS
目的	m:N運用(複数のオペレーター(m)が複数の車両(N)を制御する比率を想定した運用形態)の障害を特定し、削減すること	UASの目視外飛行(BVLOS)に係るルールについて、UAS技術の活用と業界の発展のため、BVLOSの安全かつ実用的なアプローチが不可欠であるとして、FAAに推奨事項を提言すること	UASの安全な運用に関連するすべての側面について、技術、安全、運用に関する単一の要求事項を推奨すること
背景	NASAの研究者が産業界のパートナーと協力し、Multi-Vehicle Control (m:N) Working Groupを結成	航空規制定定委員会(ARC)が「安全性検証」と「社会的利益検証」の2つの観点でWGを組成	日米欧等の航空局が参加する「無人航空機システムの規則に関する航空当局間会議」(JARUS)
主要なアウトプット	規制当局と協力して既存の規制を確認し、m:N運用に対応するための必要な措置・規則を定めるために協力する	安全性検証G: 社会が受けるリスクとリターン比率を評価、許容リスクレベルを設定し、6項目に見解を集約 社会的利益検証G: 社会が需要する利益を6つに分類し、産業優位性を強調	各当局が独自の要求事項を作成することを容易にし、重複した取り組みを避けるために、ガイダンス資料を作成
開催状況	四半期ごとに開催(継続中) 第1回開催: 2021年3月25日～26日	2022年3月10日最終レポートを提出済	年次総会、各種WG、ステークホルダー協議機関(SCB)などを開催
参加団体	NASA、FAA、U.S.Army 他関連企業(NISSAN / Wisk / BOEING / Reliable Robotics 等)	FAA、研究機関、標準化団体(ASTM等)、自治体、通信事業者、航空事業者、UASメーカー、UASオペレーター、UAS業界団体	各国航空当局(63か国)、欧州航空安全局(EASA)、EUROCONTROL
参考URL	https://nari.arc.nasa.gov/ttt-ram/multi-vehicle	https://www.faa.gov/regulations_policies/rulemaking/committees/documents/index.cfm/committee/definitions	http://jarus-rpas.org/

【参考】[Multi-Vehicle Control \(m:N\) Hybrid Meeting at Ames Digital Flight Rules](#)

海外における1対多運航に関する最新議論: NASA m:N WG情報

NASA Multi-Vehicle (m:N) Working Group

2022年の開催セッション

DAY 1: November 29, 2022		DAY 2: November 30, 2022	
トピック	概要	トピック	概要
FAA	FAAがUASの運用とその障害(RPIC制御機能、DAA、緊急事態、ATCクリアランス等)に触れ、規制とパイロットの役割を検討。	Digital Flight Rules	VFR、IFRといった従来の飛行方式に代わる新たな飛行方式としてDigital Flight Rules (DFR)を提案し、Digital Flightがもたらす柔軟性、拡張性、予測性、アクセシビリティの利点をあげ、AFRとの相違点や実現のための要素を説明。
Army	米国陸軍戦闘能力開発コマンドの航空・ミサイルセンターが、有人・無人システムの高度なチーム化を可能にし、多領域の戦闘空間での優位性を回復することを目指す「Advanced Teaming Program」を説明。	Breakout Background 各WGの結果を以下記載	複数運航制御に関するワーキンググループの会議で、Large UAS、Small UAS、UAM、HAPSという4つのブレイクアウトルームに分けられ、それぞれ初期、中期、成熟期の段階に対応するビジョンの開発と次のサブグループ会議の計画に焦点をあてて議論されたもの。
Remote Tele-Operation for Autonomous Vehicles	自動運転車のリモート操作について、特に不確定性や問題が生じた場合の対処法について、日産とNASAの共同研究を説明。	Large UAS Breakout Report	大型UASの運用についての近期中期のユースケースを説明。近期のユースケースでは、点对点の貨物輸送が計器飛行規則 (IFR) 下で行われ、リモートパイロットが複数のUASを操作する訓練を受ける。中期のユースケースでは、運用の効率を向上させるために新たな認証されたハードウェアの導入と、地上間音声通信の可能性が探求されていることが述べられている。
ATC Data Links Comms	UASの航空交通管制システム (NAS) におけるリモート音声通信の必要性と、その遅延要件を満たすための衛星リレーシステムの使用について。	Small UAS Breakout Report	小型UASの運用について、規制、人間の役割、自動化の度合いなどについての洞察を提供。現行の規制メカニズムと環境が新技術の進歩に追いついていない、m:Nの比率よりもシステムの能力と信頼性が重要である、などの意見や、パッケージ配送のユースケースについては、近きが今日から3年後、中期が3年後から8年後、遠期が8年後以上という提案がされた。
Panel: Safety Case	一人のオペレーターが多数のUASを制御するための要素についてのパネルディスカッション。①複数のUASに対する自動行動、②自動障害物検出、③チームングメカニズム、④複数のUAS行動を開発するためのパイプライン、以上4つが主な要素として議論された。	UAM Breakout Report	UAMの運用に向けた課題解決と研究開発の方向性についての議論。UAMとAAMの違い、UAM航空機の種類、UAMミッションの種類、UAMの運用環境の種類についてのレベルセッティングや、パイロットと他のクルーの役割の定義や理解の必要性、DAA (Detect and Avoid) の精度、信頼性、SWAP (Size, Weight and Power) の低さ、PIC (Pilot in Command) とSIC (Second in Command) の要件、オペレーター/クルーが処理できるワークロードの種類、などについての研究と開発の必要性を言及。
Lesson Learned sUAS Operations	一人のオペレーターが複数のUASを制御する際の商用ディスプレイの多様性や、UAS事故における安全性のテーマ、その制御における観察や教訓について。	HAPS Breakout Report	高高度擬似衛星 (HAPS) の運用に関する一連の前提が設定され、それに基づいて遠い未来と近い未来のHAPSの運用についての議論。音声通信問題の解決、DAA (Detect and Avoid) ソリューションの受け入れ、協調的な交通管理 (ETM) の受け入れ、航空機の自動化の維持、HAPSの国際的な運用、航空機の航空適性の認証などの取り組みが含まれ、それを踏まえた今後の運用方針が議論された。
Nuro	ラストワンマイルの商品配達に特化したロボティクス企業Nuroが、技術的なハードウェアとソフトウェアの問題、テレオペレーション、検証などの課題に直面しながら、ロボットが助けを必要とする稀な状況で人間の支援を利用していることを説明。		
Panel: Ongoing NASA Research	NASAの研究に焦点を当てたパネルディスカッションで、HAT (Human-Autonomy Teaming) や複数のオペレーターが複数の車両を管理するm:Nパラダイムに関する研究が行われており、運用の安全性と効率性を向上させるための手法やシミュレーションを紹介。		
Wisk ConOps	Wisk Aero LLCの無人都市空中移動の概念と同社の業界をリードするパートナーシップ、先進技術についての概要を説明。		
Roadmap Discussion	m:NでのUAS運用の安全な拡大に向けたロードマップを作成することを目的とし、既存のM:N運用の技術と規制の文脈を特定し、R&Dと協力によってギャップを埋めるためのロードマップ例を紹介。		

【参考】 [Multi-Vehicle Control \(m:N\) Hybrid Meeting at Ames Digital Flight Rules](#)

海外における1対多運航に関する最新議論: NASA m:N WG情報

NASA Multi-Vehicle (m:N) Working Group

2021年の開催セッション

Multi-Vehicle (m:N) Working Group Kickoff DAY1 : March 25, 2021		Multi-Vehicle (m:N) Working Group Kickoff DAY2: March 26, 2021	
トピック	概要	トピック	概要
Project Welcome	m:Nという概念について議論した内容のまとめ。m:Nとは、少数の人間が多数の高度に自動化された航空機を管理するという概念で、これによりスケールビリティが実現し、先進的な航空移動ビジョンを支える。	HAT m:N Cognitive Task Analysis	オペレーターが最大100台の独立した小型無人航空機(sUAS)を監督するのを支援するNASA-Job m:N戦術オペレーターインターフェースの効果を理解することを目指した研究について説明。
Workshop Goals	m:N運用に関するWGの目標と活動について。WGは、異なる領域からの関心者を集め、m:N運用に関する共通の目標と障壁を特定し、領域間での交流促進を含め、情報やアイデアを共有することを目指すことを目指すと説明。	m:N ConOps/R&R Remote Simulation	sUASを使った食品や小包の配送シナリオにおけるオペレーターの役割を探索する実験について説明。その目的は、複数の無人航空機の飛行安全を維持し、突発的な問題に対応する能力を評価、人間が高い作業負荷と変動する自動化支援の状況下でどの程度意味のある制御を保つことができるかを調査すること。
Terminology	WGで利用する専門用語の説明。 m:N、AAM、UAM、eVTOL、UAS、HAPS、C2/C3/C4、HAT、HITL等	SIFT Playbook and m:N Control Overview	Playbook®というソフトウェアアプローチを用いた、無人システムの監督制御について。一人のオペレーターが複数のプラットフォーム、ISR、模擬エンゲージメント、プラットフォームの故障/損失に対する耐性など、m:N(一対多)の比較についても触れ、高度な自動化と集約の重視、低レベルのインタラクションを抑制する設計、通信に対する堅牢(または適応的)な振る舞い、自動化バックプレーンのサポート(権限)、目標とタスクの強調、現実世界の複雑さなど、プロジェクトから得られた教訓について説明されている。
Broad m:N ConOps	m:NWGの運用概念(CONOPS)について。配送、都市空間の移動(UAM)、インフラストラクチャ、擬似衛星、Pxキャリングなどが含まれており、sUAS、UAM、高高度長時間耐久、自動車、自動貨物などをカバー。	The Unseen m:N Challenge	自動化を通じて複数の車両操作(m:N)をスケールアップする設計課題について説明し、相互依存性を特定し、それらをサポートする設計の重要性を強調。また、m:Nの設計課題が関連する他のドメイン(HALE UAS、航空会社、衛星コンステレーション、NASAの国際宇宙ステーション、軍事航空作戦)についても触れている。
m:N Operations as Human-Machine Teaming	人間と機械のチームingとm:N運用について説明。人間と機械の効果的な調整の重要性が強調され、それぞれが自分の強みに焦点を当ててべきだと提案されている。また、遠隔操縦航空システムのチームトレーニングにおける合成チームメイトの開発についても触れられている。	Zipline Overview	Zipline社の取り組みと、今後の計画について。Ziplineのドローンは完全に自律的であり、飛行中は自己責任で運用されている。航空交通管制(ATC)は、Ziplineのドローンと有人機の間での回避を担当し、ドローンの安全な飛行と他の航空交通との調和が確保されている。Ziplineは現在、1つの有人機に対して20台のドローンを運用しているが、将来的には1つの有人機に対して無限の数のドローンを自己管理できる状態に移行する計画を立てている。
Deploying Real-World Collectives & m:N Pilot Proficiency Requirements	人間と機械のチームの経験とパフォーマンスの関連性、ACT-R認知モデリングの拡張とチーム調整の理解の深化、リアルタイムで不可視なシステムレベルの動的測定の重要性についての説明。	Measuring Team Coordination in Complex Sociotechnical Systems	複雑な社会技術システムにおけるチームの調整を測定するための動的システムアプローチについて説明。具体的な例として、ローイングや多機体制御が挙げられている。チームレベルでのチーム認知の測定の重要性を強調し、状況を迅速に評価し、状況認識を示し、新たな状況に適応し、適応メカニズムのレパートリーを持つといった、認知的にスキルのあるチームの一般的な特性を強調している。また、適応的で新たなチームの再編成を捉えるモデリングアプローチについて触れている。
BNSF Railway RPA/UAS Program Overview	BNSF鉄道(Burlington Northern Santa Fe Railway)の無人航空機(RPA/UAS)プログラムの運用概念について。一人のオペレーターが複数の無人航空機を制御することで、資産検査の効率を向上させられると説明。	m:N WG Breakout Groups	今後のブレイクアウトグループ会議について。
TTCP Autonomy Strategic Challenge	自律システムの軍事的有用性を向上させることを目指す「Autonomy Strategic Challenge」についての説明。その目標は、力の倍化、相互運用性、自律技術の統合、意思決定の機動性の向上を含む。全体的な目標は、意思決定を改善し、軍事作戦での無人車両の能力を強化する。		
Towards Routine Global, Commercial RPAS Operations	無人航空機システム(UAS)と遠隔操縦航空機システム(RPAS)を航空システムに統合するための全体的な取り組みについての説明。		
Operational Considerations: High Altitude Platform Systems	AeroVironment社による高高度プラットフォームシステム(HAPS)、特にHAPSMobile SunGliderに関する運用上の考慮事項について。システムのスケールアップとクルーの効果性の維持の課題、他のm:Nニュースケースとの比較も行う。リスクと結果を考慮に入れてクルーサイズを決定し、予期しないイベントに対するオペレーターの柔軟性の必要性を議論。		

Digital Flight Rules (DFR) デジタル飛行方式とは何か

- NASAの研究者が提唱する Digital Flight Rules (DFR) は、無人航空機の自律的な飛行を促進するために提案された新しい飛行方式で、VFRやIFRといった既存飛行方式よりも空域の利用効率や安全性が高まることが期待されている。

DFR (Digital Flight Rules デジタル飛行方式) とその他の飛行方式との比較

DFR	Digital Flight Rules デジタル飛行方式	• デジタル情報に基づいて飛行する方式で、自律的な巡航のための意思決定を可能にする • 自律間隔維持機能 (Self-Separation) や自動化された衝突回避技術等の安全確保手法が含まれる • 既に実証され、実世界での実証試験を進行中
VFR	Visual Flight Rules 有視界飛行方式	• 離陸後に目視にて位置を判断する飛行方式で、既存のもの • 日本国航空法においては「有視界飛行方式 (VFR) とは、計器飛行方式 (IFR) 以外の飛行の方式」と定義されている (航空法施行規則 第六条の二)
IFR	Instrument Flight Rules 計器飛行方式	• 目視及び航空計器の両方を駆使し、常に航空管制官の指示に従って行う飛行・並びに管制圏及び管制区の外においては運航情報官が提供する情報を常時聴取して行う飛行方式で、既存のもの • 日本国航空法においては「計器飛行方式 (IFR)」と「計器飛行」は別物で、計器飛行とは「航空機の姿勢、高度、位置および針路の測定を計器のみに依存して行う飛行」のことをいう
AFR	Automated Flight Rules 自動飛行方式	• 航空管制 (ATC) から独立し、他の航空機や気象等の状況から自動的に航路を判断する飛行方式 • IFRやVFRの航空機と同じ空域を共用するため、既存のATCと完全に切断されているわけではなく、あくまでもATCがなくても自動的に飛行することが可能であるというコンセプト

※既存の飛行方式はVFRとIFRを組み合わせて行われている。1960年代頃まではVFRが主流だが、技術の発達とともにIFR中心の運航へ変化。

【参考】 [Multi-Vehicle Control \(m:N\) Hybrid Meeting at Ames Digital Flight Rules](#)

Digital Flight Rules (DFR) デジタル飛行方式とは何か

- DFR と AFR は、航空機が安全かつ独立して空間を移動するための飛行方式のコンセプトだが、各々の特性と目指す方向性に違いがある。空域共有を伴うステップ3の段階ではDFRのような考え方が必要になる。

DFR (Digital Flight Rules デジタル飛行方式) と AFR (Automated Flight Rules 自動飛行方式) の比較

	DFR	AFR
目的	- 現代のデジタル・通信技術を最大限に活用することで、航空機の運用者が全ての視認条件と空域地域での距離の維持と全軌道管理権限を引き受ける - 既存のIFRとVFRに比べて大規模な空域アクセスと運用柔軟性を実現する	- 航空機が周囲の交通状況や天候から自律的に航路を判断する能力を強調 - 航空機が自由な飛行軌道を選択し、地上の管制からの制限を最小限に抑える
スコープ 運用範囲	航空交通管制(ATC)が存在しない空域における全ての飛行に対応するため、空域管理、航空管制、Urban Air Mobility (UAM)統合などにも焦点を当てる	VLOS外での飛行に対応するため、BVLOSでの飛行に焦点を当てる
安全性の確保	自律システムによる飛行に加えて、ATCとの協調や他の航空機との相互作用も重視	自律システムによる飛行における安全性の保証に重点を置く
システム分離	自律システムによる飛行での分離に加え、航空システム全体での分離にも重点を置く	自律システムによる飛行での分離に焦点を当てる
コンセプト段階	既の実証、実世界での実証試験が進行中	概念実証段階（飛行試験はまだ行われていない）
主な協力者	Boeing、Reliable Robotics、RTCA、Langley Research Center、Cotton Aviation Enterprises、Advanced Aerospace Solutions LLC 他製造業者など多数	Airobotics、Amazon、AAAE、Insitu、Matternet、NATCA、Percepto、T-Mobile、AT&T、Wing、Zipline、Airbus、Fedex、AIA 他多数

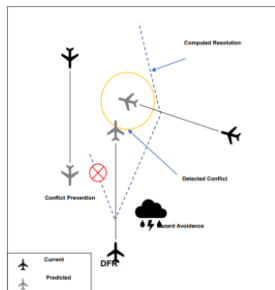
【参考】[Multi-Vehicle Control \(m:N\) Hybrid Meeting at Ames Digital Flight Rules](#)

海外における1対多運航に関する最新議論: NASA m:N WG情報

Digital Flight Rules (DFR) デジタル飛行方式とは何か

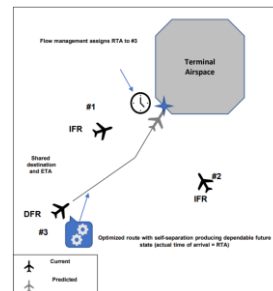
- DFRを実現するための主要なケイパビリティとして、NASAは6つの観点をあげている。

DFR を実現するための6つの観点



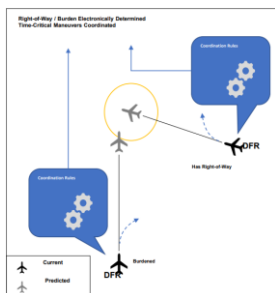
運航機体の自律的な間隔維持

- 機体間の間隔だけでなく、天候、地形、障害物、保護空域など、あらゆる危険や制限を考慮して自律的に距離を取る



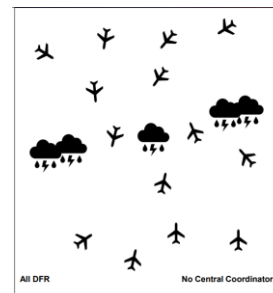
限られたリソースの共同利用

- ターミナル空域などの限られたリソースの有効活用やタイムマネジメントを行い、コンフリクトマネジメントに直接関与する



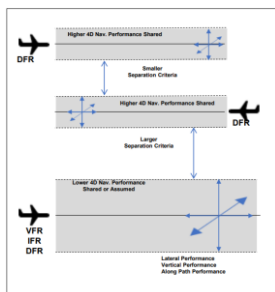
協調的なコンフリクトマネジメント

- 機体間の間隔調整の負担を分散する
- 最小限の影響で空域を共有する
- 潜在的な衝突の早期検出を可能にし、不要な機動を減らす
- 目的や意図を変更する際に衝突を引き起こさないようにする



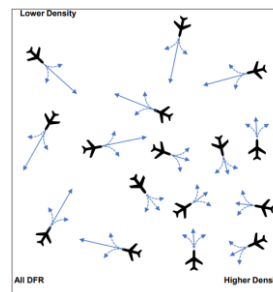
自己組織化と処理順序の確定

- 機体同士の情報共有によって、ATCのような中央管制がなくとも、自律的に着陸の順序や間隔を調整するように、分散した相互作用から秩序を生み出す



機体間の距離間隔の適応

- 飛行方式や共有情報、交通密度等を参照し、特定の状況に合わせて距離間隔、高度、ルートの基準を自動的に調整できる



密度と運航の複雑さへの自主規制

- 交通量が安全な規模に保たれるよう適切な規制措置を適用する
- 単に域内の最大運航可能数を示すのではなく、人の作業量に依存せず、自律的な間隔調整が可能であることを保証する

【参考】[Multi-Vehicle Control \(m:N\) Hybrid Meeting at Ames Digital Flight Rules](#)

Space Act Agreement (SAA:宇宙法協定)をNASAとZipline社間で締結

- NASAはZipline社とSAAを締結。「協定により、NASAは米国空域でm:N運行を広く実施するためのソリューションを見つけ、Zipline社はNASAのツールや研究を活用し、米国での運用拡大のために何が必要かを判断することができる」と発表。

Space Act Agreement (SAA:宇宙法協定)とは

概要

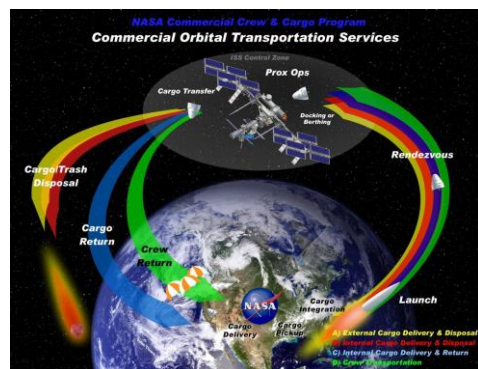
- NASAと外部の組織や企業との間で結ばれる特別な契約形式
- NASA長官に事業遂行に必要な契約を自らが妥当と考える条件で締結できる権限が付与されている

目的

- NASAの技術、リソース、専門知識を共有することで、民間部門の宇宙探査や航空技術開発等を支援し、国民の生活を改善し、宇宙・航空技術開発の民間部門を強化する

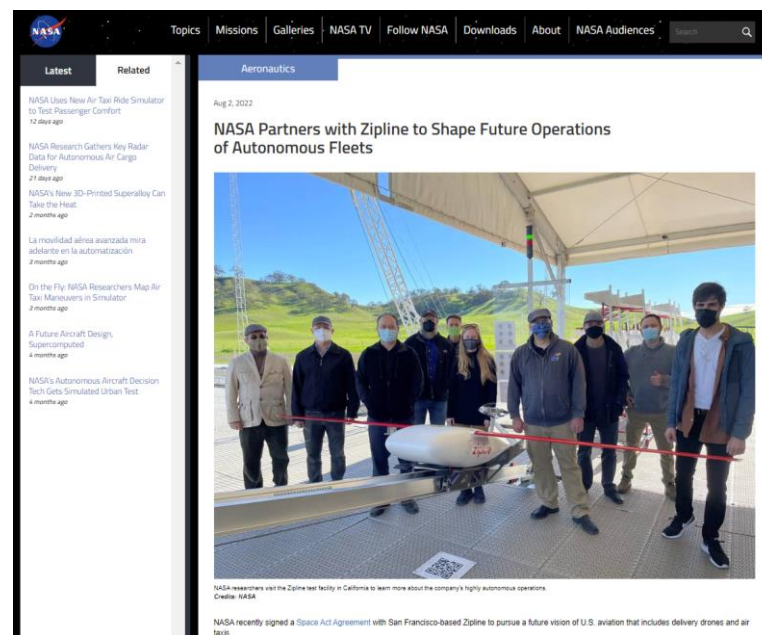
協定内容

- ケースバイケースで、新しい技術の共同開発、NASA施設の使用許可、共同研究プロジェクト、人材の交流などを含む



例: SpaceXはこの協定を利用してNASAと商業補給サービス契約(CRS)を結び、国際宇宙ステーションへの補給飛行を行っている

NASAがZipline社とSAAを締結



<https://www.nasa.gov/aeroresearch/nasa-partners-with-zipline-to-shape-future-operations-of-autonomous-fleets>

NASAはサンフランシスコを拠点とするZipline社と「宅配ドローンやエアタクシーを含む米国航空の将来像を追求する」ためのSAA(宇宙法協定)を締結した。NASAはこの協定により、米国空域でm:N運行を広く実施するための研究・開発を進めている。

Ongoing NASA Research : HAT m:N Activity の全体像と研究一覧

- HAT(Human-Autonomy Teaming)は、人間と自律システムの効果的な協力関係の構築を目指した研究で、ここでは特に、複数の人間オペレータ(m)と複数の自律体(N)が共同で作業を行う状況に焦点を当てて、生産性・効率性の向上を狙う。

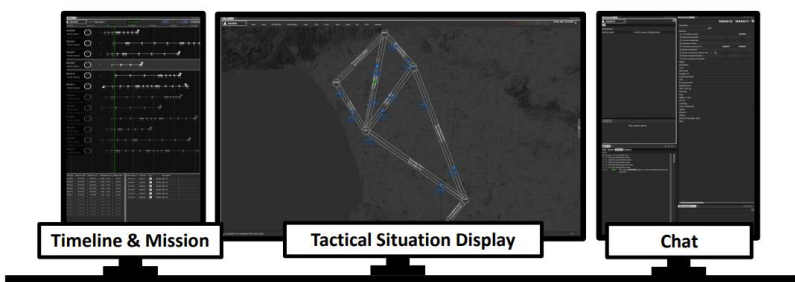
HAT m:N Activity 調査の全体像、GCS、実施した調査一覧

目的

- 人間と自律システムの効果的な協力関係を形成するための研究
- 最終的なゴールは、新規に提案された航空交通管制システム(NAS)の運用の安全性と効率性をテストし、向上させること

概要

- 複数の人間オペレータ(m)と複数の自律体(N)が共同で作業を行う状況を対象とする
- m:Nのパラダイムに基づき、1つのタスクに対して複数のオペレータと自律体が関与する状況を研究
- 研究手法として、NASAによるHITL(Human-In-The-Loop)シミュレーション研究が行われている
- HITL(Human-In-The-Loop)は、人間がシステムの運用に直接参加し、システムの行動を監視、評価、指導すること



GCS(Ground Control Station)ソフトウェア

- Air Force Research Laboratoryが作成したソフトウェアに基づく
- 単一および複数の機体制御・管理機能
- 内包する要素: 動くマップディスプレイ、機体タイムライン、チャットシステム、アビオニクスディスプレイ、デジタルチェックリスト

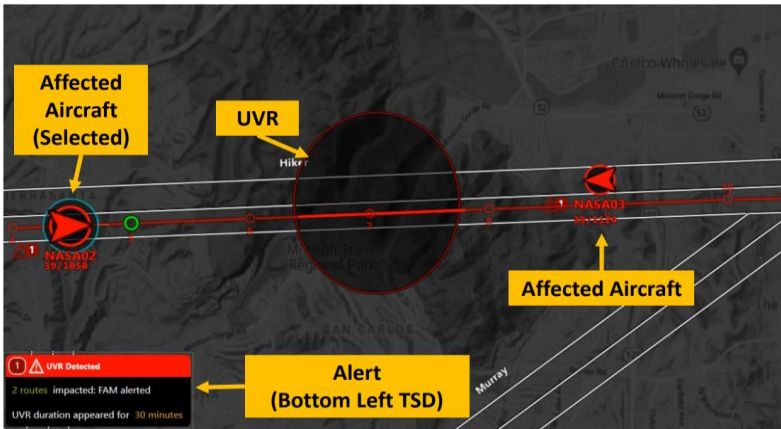
調査日	調査タイトル	Context	スコープ・概要
2020年7月	m:N 運用概念の認知的ウォークスルー m:N ConOps Cognitive Walkthrough	sUAS Food Delivery	m:Nの運用概念に関する初期研究
2020年10月	m:N 人間工学に基づくタスク分析 m:N HF Task Analysis	GCS Design	Ground Control Station (GCS) の設計、ディスプレイ、機能についての小規模なタスク分析のレビュー
2021年1月	m:N 運用概念/役割と責任 (R&R) HITL m:N ConOps/R&R HITL	sUAS Food Delivery	COVID-19の制限により遠隔で実施された、認知的ウォークスルーに基づくHITL
2021年11月 ~2022年1月	m:N ハンドオフ(情報やタスクの引き継ぎ) HITL m:N Handoff HITL	UAM, Airtaxi	m:N緊急事態における都市航空移動(UAM)車両のGCSパイロット間での引き継ぎに関するHITL研究
2022年9月	m:N UAMコミュニケーションHITL m:N UAM Comms HITL	UAM, Airtaxi	m:Nのための通信システムと手順を調査する研究

m:N ConOps/R&R HITL (m:N 運用概念/役割と責任 (R&R) HITL)

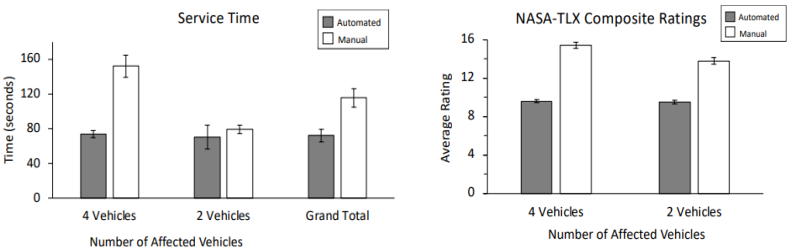
- パイロットが複数の機体を同時に制御する際、自動化支援のレベルが作業効率や負担へどのように影響するかを調査。自動化支援システムを使用した場合、パイロットの主観的な作業負担の大幅な減少、作業効率の向上が示された。今後、1対多運航の機体数を大幅に増加させるためには、自動化により機体数が増えた際に増加する作業負担を小さくする必要がある。

m:N ConOps/R&R HITL

目的	パイロットが12機の機体を同時に制御する際に、自動化支援のレベルがパイロットの作業効率や負担にどのように影響するかを調査すること
実験概要	UASパイロットが、突発的に制限が設けられた特定の空域 (UAS Volume Reservation (UVR)) が設定された場合、その制限空域を避けるよう一部の機体を再ルートし、迂回を指示する
実験設計	- 自動化支援: 同一条件で2段階 ①手動でのルート変更 / ②GCSによる自動ルート変更 - 影響を受ける機体の数: 同一条件で2段階 ①2機体の迂回が必要な場合 / ②4機体の迂回が必要な場合
備考	試行中の操作変更: UVRの影響を受ける全機体のうち25%は、近隣地形との衝突を避けるために高度の調整が必要だった
実験結果	- パイロットはすべての状況で、正常に機体の迂回を成功させ、UVR違反は全時間の1%未満 2機の場合は手動と自動であまり差はないが、4機の場合はサービスタイムに2倍の差がある。自動の2機と4機でサービスタイムはほぼ変わらない - 自動化支援システムを使用した場合、パイロットの主観的な作業負担を大幅に減少させ、作業効率が向上することが示された



飛行制限空域 (UVR) とその影響を受けるUAS機体



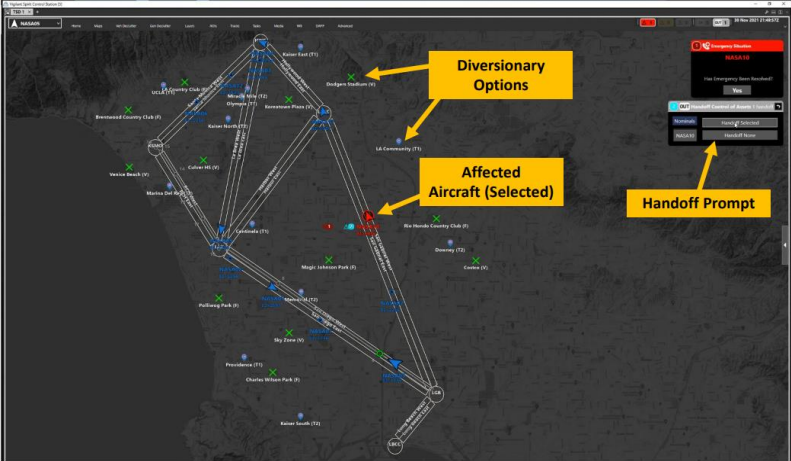
【参考】 [Ongoing NASA Research Panel Discussion](#)

m:N Handoff HITL (m:N 情報・タスクの引き継ぎ HITL)

- オペレーターの管理下にある機体の一部に緊急事態が発生した場合、ハンドオフは発生するののかという問いを調査し、多くの場合で、機体をハンドオフしないか、通常の機体のみをハンドオフする選択することが示された。今後、1対多運航を行うにあたり、考える緊急事態とその発生時のハンドオフの優先順位や手順について検討する必要がある。

m:N Handoff HITL

目的	- m:N Urban Air Mobilityを念頭に、リモートオペレーター(パイロット)のハンドオフ機能の使用に関するデータを収集すること - 具体的には、予期せぬハンドオフ、つまり自身の管理下にある複数の機体内で緊急事態が発生した場合のハンドオフがどのように行われるかが焦点となる
実験概要	UASパイロットは、緊急事態において航空機を適切な着陸地点(病院、ヘリポート、開けた場所)へ迂回を指示する
実験設計	- 作業負荷：同一条件で2段階 - 低：1機の機体で緊急事態が発生した場合 - 高：2機の機体で同時に緊急事態が発生した場合 - ハンドオフアシスト：同一条件で2段階 - マニュアル： オペレーターは手動でアセットを選択してハンドオフする - アシスト： 緊急事態発生時にシステムがハンドオフを促す オペレーターは全ての機体を一度にハンドオフすることも、一部の機体をハンドオフすることも可能 - ハンドオフの具体的な操作内容は記載されていない。文書から想定されるところとして、管理下の一部または複数機体を「他のオペレーター」または「アシスト付きの自動化状態」にさせることと取れる。
実験結果	- 多くの場合で、被験者は、機体をハンドオフしないか、通常の機体のみをハンドオフする選択をした - アシスト付きの自動化状態では、緊急事態を解決するまでの時間は長くなった



緊急事態におけるハンドオフプロンプト

Type of Vehicles Handed off	% of Time
No Vehicles	39%
Normal Vehicles only	39%
Contingency vehicles only	16%
Mixed (normal + contingency)	6%

※ハンドオフとは
航空業界における「ハンドオフ」は、一つの制御部門から別の制御部門へ飛行機の管理を移行するプロセスを指す。

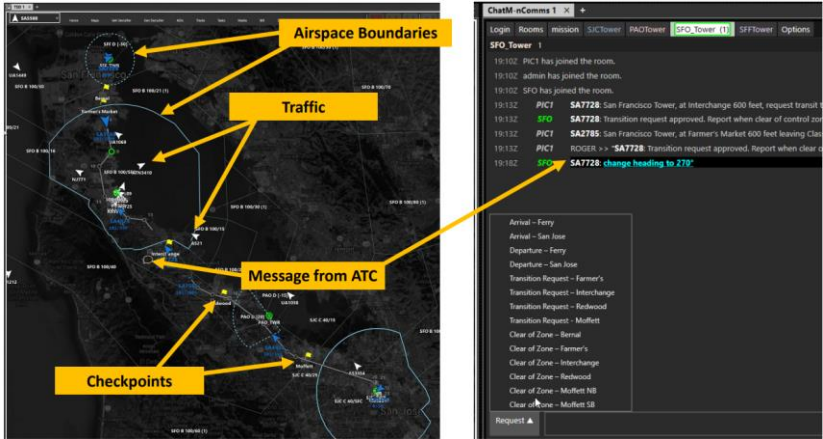
【参考】 [Ongoing NASA Research Panel Discussion](#)

m:N UAM Comms HITL (m:N UAMコミュニケーションHITL)

- 航空交通管制(ATC)とのパイロットの調整における通信システムと機体数の負荷の影響を調査し、機体数の負荷がパイロットの主観的な作業負荷に影響を及ぼし、通信システムの作業負荷への影響は観察されなかったことが示された。今後、1対多運航における通信方式についても、国内でUASを製造、運航する場合の満たすべき基準や規格を設ける必要がある。

m:N UAM Comms HITL

目的	• 通信システムと機体数の負荷がパイロットと航空交通管制(ATC)の連携に与える影響を決定すること
実験概要	• 仮想的なエアタクシーサービスで、パイロットは同時に飛行する複数の機体の活動を調整する • パイロットは出発、到着、移動のクリアランスを要求し、ATCの指示に従うことが求められる
実験設計	• 通信モダリティ：同一条件で3段階 ① 音声：模擬ラジオ周波数を使用してATCと通信 ② データリンク+：デジタルチャットインターフェースを使用してATCと通信 ③ ハイブリッド：音声とデータリンクの両方を使用してATCと通信 ✓ メッセージはカテゴリーごとに“自動ロード可能な”クリアランスはデータリンクを介して、トランジションクリアランスは音声を介して通信モダリティにマッピングされる • 機体の負荷：同一条件で2段階 ① 低：4機体 ② 高：12機体
実験結果	• 機体数の負荷が主観的な作業負荷評価に大きな影響を及ぼす • 通信システムの種類が主観的な作業負荷評価に影響を及ぼすことは観察されなかった • 通信システムの優位性(実験終了後のアンケートに基づく) 1位: 音声 2位: ハイブリッド 3位: データリンク+



UAM Comms データリンク通信の画面

	First	Second	Third	Total
Voice	8	1	3	12
Datalink+	1	5	6	12
Hybrid	3	6	3	12
Total	12	12	12	

通信システムの優位性

※実験後の主観的評価平均(Mean Subjective Rating)での優位性の評価。順位付けはされるものの大きな差異はない
◆機体負荷別に6項目(Frustration, Effort, Performance, Time Pressure, Physical, Mental)、計12分野を1〜7点評価

【参考】 [Ongoing NASA Research Panel Discussion](#)

Cognitive Task Analysis Study (認知的タスク分析研究)

- オペレータが100台のドローンを監視できるかを確認するため、航空分野の専門家インタビューや、インターフェース要素の分析等を通じて、有効性と改善点を探る調査。m:N運航を実現するためには、ユーザーが情報を適切に把握し、効率的に操作できることをサポートするインターフェース要素や機能が必要になる。

Cognitive Task Analysis Studyの調査の全体像

目的	- NASAのm:Nオペレータインターフェースが、最大100台の独立した小型無人航空システム(sUAS)を監視するために必要な要素を理解する - 人間のオペレーターにとって、複雑さを増す複数の航空機の指揮とミッションにの文脈に関連した認知要件を明らかにする
調査概要	航空業界の専門家とのインタビュー、シミュレーションテスト、ユーザーインターフェースの評価などを含むシナリオに対する反応や振る舞いを認知タスク分析(CTA)を用いて分析・調査
調査設計	- 航空SME (Subject Matter Expert) とのインタビュー: 航空業界の専門家とのインタビューを通じて、複雑なミッション設定や専門性について掘り下げた - シミュレーションテスト: 複数のシナリオを設定してオペレーターインターフェースがどの程度助けになるかを評価した - ユーザーインターフェースの評価: インターフェース要素がどの程度サポートしているか / サポートしていないかを特定した
調査結果	- オペレータは100台のドローンを監視することが可能であった - しかし、アラートの理解や対応策の選択には困難さがあった - インターフェースの色彩や表示方法に関する改善要望があった - 気象情報の取得要望や、現行の警告システムの不十分さについての懸念が明らかになった - 未来のデザインのイテレーションとユーザーフィードバックの収集が必要とされた

m:N運航を実現するために必要なインターフェース要素

スクリーン内スクリーン	フルマップを表示しながら、特定のsUASのより詳細な表示をするための画面内に画面の機能
マイクロ/マクロビュー	現在の表示範囲外にあるsUASを含むすべてのアセットを表示するための機能
安全な着陸場所とリアルタイムのエリア映像	安全な着陸場所とその周辺のリアルタイム映像を表示する機能
過剰なペイロード重量	ドローンの積載物が許容量を超えている場合に警告する機能
遅延時間の表示	ミッションの遅延時間を表示する機能
車両の接続状態の表示	各sUASの接続状態を表示する機能
ミッションタイムライン上の飛行フェーズ	ミッションの進行に応じて表示される飛行フェーズの表示機能
チャットやアセットテレメトリのリサイズ	必要に応じてチャットやアセットテレメトリの表示サイズを調整する機能
自動解決アクション	特定の問題に対して自動的に解決アクションを実行する機能
マップ上のsUASの選択と追加情報表示	マップ上で特定のsUASを選択し、その追加情報(テレメトリなど)を表示する機能
最近の異常なsUASの一覧表示	最近の異常な状態のsUASを一目で表示する機能
TSDの新しいチャット通知	TSD(中央表示画面)上で新しいチャットメッセージの通知を表示する機能
バッテリー情報	各sUASのバッテリー情報を表示する機能
予定された高度と実際の高度のスパークライン	予定された高度と実際の高度の推移を示すスパークラインの表示機能

【参考】[CTA presentation for M-N Working Group March 2021](#)

Roadmap Discussion：m:N運航の安全な拡大のためのロードマップ

- 既存のm:N運用の技術と規制の文脈を特定し、より大規模で統合された運用への拡大に向け、非隔離空域でのギャップと障壁を特定した上で、R&D(研究開発)と協力によりこれらのギャップを解消するためのロードマップを示すべき。新しい能力をサポートするためのテクノロジーとデータの成熟度、整合性、信頼性、利用可能性などを評価しなければならない。

m:Nケイパビリティ成熟度モデルの例

	Capability	Functions / Services	Technology	Data
説明	新しい能力、専門的レベル、成熟度レベル	能力を実現するためのシステムのタスク、役割、意図	機能/サービスを実現するための機器と要素	能力をサポートするためにテクノロジーに必要な情報源
凡例	空域管理	衝突検出・回避	Sense & Avoid/DAA、監視、データ共有、軌道管理	GPS位置、タイミング、意図の共有(軌道、計画、衝突回避)
	航空機の飛行経路管理	4D自動飛行経路制御 (4D Automated Flight Path Control)	デジタルフライト制御、コンティンジェンシー管理手順	航空機の状態、予定軌道と進捗状況、ATCデータ共有
	運用統合	フライト計画 / 承認	自動化されたフライト計画提出、任務の衝突回避 (Deconfliction)	他のフライトとの相対的な予定、タイミング
詳細分析による能力評価のための問い	現在能力・ケイパビリティが成熟した状態にあるか？	特定の能力を実現するための想定された機能は(ユースケースに基づいて)同一であるか、または仮定や境界条件に変更があるか？	- 特定のユースケースにおいて、人間と自動化の役割を含むテクノロジーは成熟しているか？ - 新しいユースケースにスケーラブル(拡張可能)であるか？	- ユースケースに必要なレベルの完全性、正確さ、可用性、セキュリティなどを備えたデータは、技術を養うために存在しているか？ - それは他のユースケースにスケーラブル(拡張可能)であるか？

※ 詳細分析による能力評価のための問いかけを解決していかなければならない

【参考】[Roadmap Discussion：Notional M:N Capability Maturity Model / Capability Maturity Model \(Simple Example\)](#)

Small UAS Breakout Report（小型UAS分科会レポート）

- 主に無人航空システム(UAS)に関わる業界関係者と規制当局が、現行の規制体制が新しい技術の進展に対応しておらず、より迅速で柔軟な規制フレームワークの必要性を訴え、m:N運航を可能にする人間の役割、高度な自律性、システム的能力と信頼性などの重要な要件について言及している。これらの要件は我が国の規制フレームワークにおいても求められる。

m:N運航の要件として定義されるべき事項

要件	対象	レポートに記載されている内容
人間の役割	操縦者	- 人間による重要な意思決定の必要性、変化に対応するための柔軟性 - 操縦者がどのように行動するか、どの程度の能力と知識を持つべきか - 不足部分を補い、目標の変化に応じて反応すること
m:Nの定義と比率	運航・監督組織	「m:N比」の定義が必要であり、それが誰から構成されるか 「m」が全員であるべきか、一部だけであるべきか
運航・運用体制		- 組織全体の体制、適切な人材配置、教育・訓練体制、システムの管理・運用体制等 - 規制機構や環境構築のための組織体制が整っておらず、新しい技術のペースに追いつけない - 小規模なシステムの更新を行うための手段とそれを実現する体制
高度な自律性	機体システム	機体が自己修復可能であり、人間の介入と事故の発生が少ない高度な自律性
システム的能力と信頼性		システムは常態的および可能な事故状況を管理し、他の空域へシームレスに統合し、動的な要求と制約に応答する能力を持たなければならない

【参考】[NASA Multi-Vehicle \(m:N\) Working Group Small UAS Key Takeaways](#)

6

海外諸国と国内制度比較

海外諸国と国内制度比較

日本と海外諸国の比較

- 米国ではWaiverやExemptionに基づき1対多運航の許可承認が行われている。一方、欧州や豪州ではSORAのフレームワークを用いて1対多運航の許可承認が行われている。

各国の運航審査要領(欧州はSpecificカテゴリ)

	日本		米国		欧州		豪州	
機体・システム	カテゴリーⅡ・Ⅲ審査要領	機体・型式認証	Airworthiness	【検討段階】 Part 108 (内容の一部に1対多運航を含む予定)	SORA	SAIL別の制度 I, II: 適合宣言 III, IV: Design Verification Report V, VI: 機体認証	SORA	
操縦者		耐空審査要領Ⅱ部	Waiver / Exemption			(SAIL別) 操縦者技能証明制度		CASA RePL Remote Pilot License
体制		飛行マニュアル等				飛行許可承認申請 Light UAS Operator Certificate		CASA ReOC Remote Operator's Certificate

※SORAを公表しているJARUSの文書としてMethodology for Evaluation of Automation for UAS operationやCS-UAS Annex B – Management of Multiple Simultaneous UA Flight Operationについても関連

日本のドローン運航審査要領と欧州・豪州で使用されるSORAの違い

	日本	SORA
基盤となる考え方	- 特定のシナリオや状況に基づくカテゴリー分けが基本 - そのカテゴリーに基づき、機体・操縦者・体制、それぞれ必要な要件や手続きを定義	- リスクベースのアプローチ - 特定の運航を行う際のリスクを具体的に評価・分類し、それに応じて必要な緩和策を導入することが前提
構造と内容	特定の条件や状況に基づいてカテゴリー分けを行い、それぞれのカテゴリーに応じたルールや要件を設定	2段階のリスク評価を通じて、運航のリスクプロファイルを確定、その後、適切な運航安全指標(OSO)を特定しリスクを緩和
適用範囲	国内で全てのドローン運航が対象	欧州では、Specific Category内の運航に適用される方法論で、標準シナリオ(STSやPDRA)外の運航に対してリスクアセスメントを実施。豪州はSTS外の商用運航が対象

日本と欧州・豪州のドローンの審査の制度設計の違い

- ## 日本のドローン運航の審査要領と、欧州・豪州で使用するSORAの制度設計の違い

133

1対多運航に関する情報の全体像

【参考】欧州、米国間の差異

- 現行法規、検討において、米国では1対多について具体的な言及がされている状況

欧州、米国における1対多運航の情報調査結果

	欧州(EASA)	米国(FAA)
1対多運航に言及した情報	なし ※ 関係者から、機体認証やオペレーターにSMS作成を義務付ける方針になる可能性が高い旨ヒアリング	UAS BVLOS ARCが2022年3月に提出したレポートにて具体的な検討あり(Part 108案) 
1対多運航の検討・実施状況	Openカテゴリについては“Regulation(EU) 2019/947 UAS OPEN.060 Responsibility of remote pilot(2)(d)”におけるでAMC明示的に禁止されている。 Specific/Certifiedカテゴリについては1対多運航に直接言及した文言はない。有識者ヒアリングの結果から、欧州ではまだ1対多運航に関するドキュメントは公開されていないことが分かっている。	Part107 (Small UAS Rule)を適用しない場合、Part 21.17(b) Special Airworthiness Certificate (特別耐空証明)においてD&Rベースでの評価プロセスが運用中。 また、UAS BVLOS ARCが22年3月に1対多運航を含めた新たな法整備を提言(次ページ以降を参照)。 その一方、Part 107 (§ 107.35)では、1対多運航が明示的に禁止されており、Waiver申請により許可承認を取得する必要がある。 72件のフライトがWaiver取得済(22年5月末時点)。

6.1

海外諸国と国内制度比較

欧州SORA SAIL II OSOと
日本のカテゴリーII 審査
要領の要件の比較

1対多運航申請・審査のケース概要

- 1対多運航の高度化ステップを分解の上、今回ステップ1-2（カテゴリー II）を想定した場合、欧州で要求される安全対策の水準について検証する。

本年度実証において対応するステップの弊社想定

		ステップ 0 現在	ステップ 1-1 (初期的)小規模な1対多運航	ステップ 1-2 小規模な1対多運航	ステップ 2 1対多運航の実現	ステップ 3 1対多運航範囲の拡大
イメージ図						
機体数		~1:3(仮)	~1:5	~1:5	~1:20	1:20~
カテゴリー		II	II	II III	II III	II III
空域共有		なし	なし	なし	なし	あり
周辺及び 自機の監視	内的	遠隔操縦士による システム表示確認	遠隔操縦士による システム表示確認	システムによる 自律検知	システムによる 自律検知	システムによる 自律検知
	外的	補助者(VO)による 目視確認	補助者(VO)による 目視確認	遠隔操縦士による システム表示確認	システムによる 自律検知	システムによる 自律検知
緊急時操作		補助者(VO)による 手動操縦	遠隔操縦士による 遠隔操縦	遠隔操縦士による 遠隔操縦	システムによる 自律判断・制御	システムによる 自律判断・制御

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

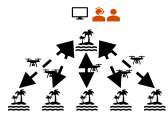
1対多運航申請・審査のケース実施イメージ

- 今回想定するステップ1-2(カテ II)の運航について、具体的なイメージを以下のように設定する。

実装ステップ

ステップ 1-2
小規模な1対多運航

イメージ図



機体数

~1:5

カテゴリー

II

空域共有

なし

周辺及び自機の監視

内的

システムによる自律検知

外的

遠隔操縦士によるシステム表示確認

緊急時操作

遠隔操縦士による遠隔操縦

離着陸地点の立ち入り管理措置や機器の 設置・改修を行う補助者は配置される想定

実施イメージ

概要

第三者が存在する可能性の低い場所(離島間など)のスポット物資輸送を行う1:5以下の運航
(イメージ: 昨年度JAL様実証の奄美大島のような場所)

体制

人員

遠隔主操縦士1名および遠隔副操縦士1名を配置

副操縦士のGCS

遠隔主操縦士と同様の情報を閲覧でき、必要に応じて監視・操縦権限の移管を受けられる環境を用意

副操縦士の役割

主操縦士のみでは対応できない事象が発生した際に、監視・操縦権限の移管を受ける
(例: リターントゥホームの発生により離着陸タイミングが重複した場合に、主操縦士から副操縦士に一部機体の監視・操縦権限を移管する)

周辺及び自機の監視

内的

通信強度、バッテリー残量、飛行位置・速度などのテレメトリ情報を元に、異常値や不通を自律検知し遠隔操縦士にアラート表示

外的

- 機体の風速・風向センサーからの情報や、外部の気象情報を元に、異常値や不通について遠隔操縦士にアラート表示
- 飛行計画に定められた離着陸の時刻が近付いた際、または着陸地点までの距離が一定以下になった際、遠隔操縦士に要映像確認の通知をし、機体又は飛行経路下に設置されたカメラ映像を確認することで離着陸完了までの状況を確認。異常がなければ追加操作なく自動離着陸を実施(他機体の監視については、事前の飛行計画通報により戦略的対策が取れているものと想定 参考:P.33のリスク評価ガイドラインの説明)

緊急時操作

遠隔操縦士の判断によるリターントゥホーム(自動操縦)の指示
(上記は飛行経路が主に海上であることを想定し、緊急着陸地点を設けられない状態と仮定しているため、緊急着陸地点が設けられる場合にはそこへの着陸指示も可)

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリ II 審査要領の要件の比較

今回想定する運航に対しリスク評価を行った場合の判定例

- 今回想定する運航をRTFリスク評価ガイドラインに基づいて評価すると、SAIL判定はIIとなる。

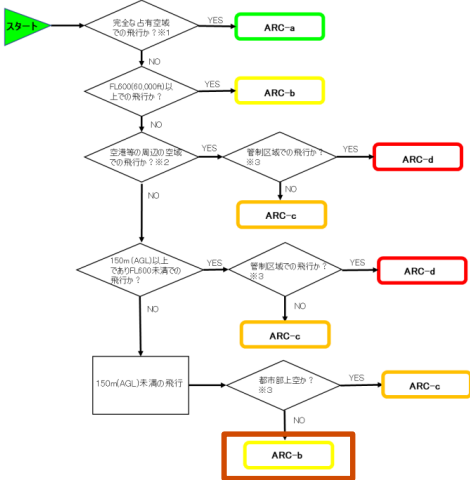
RTFリスク評価ガイドラインに基づくSAIL判定の例

地上リスククラス判定+補正

地上リスククラス				
無人航空機の最大寸法	1m/約 3ft	3m/約 10ft	8m/約 25ft	>8m/約 25ft
代表的な運動エネルギーの見積り	<700J 約 529 FtLb	<34kJ 約 25000FtLb	<1084kJ 約 800000FtLb	>1084kJ 約 800000FtLb
運航形態				
立入管理地域での目視内/目視外 [※] 飛行	1	2	3	4
低人口密度環境での目視内飛行	2	3	4	5
低人口密度環境での目視外飛行 ^{※1}	3	4	5	6
人口密集環境での目視内飛行	4	5	6	8
人口密集環境での目視外飛行 ^{※1}	5	6	8	10
集会上空における目視内飛行	7			
集会上空における目視外飛行 ^{※1}	8			

軽減策の評価値	地上リスクの軽減策	ロボシティ		
		低/なし	中	高
1	M1-制御不能な状態となった際の無人航空機との衝突リスクに曝される人の数を減らす対策	0.なし [※] -1.低	-2	-4
2	M2-無人航空機との衝突時のエネルギーを減らす手段	0	-1	-2
3	M3-制御不能な状態になった際に被害の拡大を抑制するための緊急対応計画の設定	1	0	-1

空中リスククラス判定



SAIL判定

調整後の地上 リスククラス	残留する空中リスククラス			
	ARC-a	ARC-b	ARC-c	ARC-d
≤ 2	I	II	IV	VI
3	II	II	IV	VI
4	III	III	IV	VI
5	IV	IV	IV	VI
6	V	V	V	VI
7	VI	VI	VI	VI
> 7	本リスク評価対象外			

- 機体寸法は3m以下のものと仮定
- 先日のJAL様の奄美大島実証のような、船で人の往来が低確率で起こる環境を「低人口密度での目視外飛行」と仮定
- 上記により、地上リスククラスは4
- 地上リスクの軽減策による補正として、M1で緩衝地域を用意し、M3で航空局様の認める緊急対応計画を設定すると仮定
- 補正により、地上リスククラスは3

➢ 完全な占有空域での飛行か	NO
➢ FL600 (60,000ft) 以上での飛行か	NO
➢ 空港等の周辺の空域での飛行か	NO
➢ 150m (AGL) 以上でありFL600未満での飛行か	NO
➢ 都市部上空か?	NO

- 空中リスククラスはARC-b

- 左記2つの判定により、SAILはII
- ここまでのリスク評価において1対多運航に係る内容は含まれていないため、米国現行ルールに基づく検討で扱ったハザードについては別途考慮する必要があるものとする
- 参考: Wing社の1対多運航事例においては、SAIL IIであった

出典: 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

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

SORAによる分析 – OSO (Operational Safety Objectives: 運航安全指標) 確定

- SAIL II におけるOSO (#01～#24) は、要求するロバスト性が「任意」「低」のもので大部分構成されており、それらについては監査やエビデンスを必要としない。

本年度実証におけるリスク評価のターゲット弊社想定

SAILごとの要求のレベル感の差

OSO 番号	運航に関わる安全目標	SAIL					
		I	II	III	IV	V	VI
技術的な問題		ロバスト性					
OSO#01	運航者が十分な能力を持っていることかつ／または証明されていること	任意	低	中	高	高	高
OSO#02	無人航空機システムは十分な能力を持っている かつ／または 実績のある法人によって製造されていること	任意	任意	低	中	高	高
OSO#03	無人航空機システムは十分な能力を持っている かつ／または 実績のある法人によって維持されること	低	低	中	中	高	高
OSO#04	無人航空機システムは、航空局が認めた設計基準に合わせて開発されていること	任意	任意	任意	低	中	高
OSO#05	無人航空機システムはシステムの安全性と信頼性を考慮して設計されていること	任意	任意	低	中	高	高
OSO#06	C3リンクの特性（例えば、性能、スペクトルの仕様）が運航に適していること	任意	低	低	中	高	高
OSO#07	CONOPS との一貫性を確保するための無人航空機システムの 検査（製品検査）がされていること	低	低	中	中	高	高
OSO#08	運航手順が定義され、検証され、遵守されていること（無人航空機システムの技術的な問題に対処するため）	低	中	高	高	高	高
OSO#09	リモートクルーは訓練を受けた現役で、異常および緊急事態（つまり、無人航空機	低	低	中	中	高	高

⋮

要求水準の一例

無人航空機システムの技術的な事項		保証の水準		
		低	中	高
OSO #01	基準	安全性の水準で示される要素が、CONOPS に記載され、実行されていること。	最初の運航の前に、十分な能力を持った第三者が組織の監査を行っていること。	運航者は、組織運営証明書を持しているか、承認された飛行試験組織を持っていること。さらに、十分な能力を持った第三者が運航者の能力を繰り返し検証していること。
	備考	なし	なし	なし

※各OSOには安全性の水準と保証の水準の2つがあり、上記例は後者のものであることに注意

(左)SAIL IIとIIIを境界に、ロバスト性<中>が要求される項目が急激に増加する。SAIL IIにおいてはOSO#8, 11, 14, 21がロバスト性<中>である

※ロバスト性とは
各OSOには「ロバスト性」のレベルが定義されており、通常「低」、「中」、「高」といった形で示される。ロバスト性のレベルが上がるにつれて、その緩和策の確実性、信頼性、冗長性が増し、それに伴って実装や監視の複雑性も増していく。

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

日本のカテゴリー II 審査要領の特有の具体的な要件

- 以下は、SORA SAIL II と日本のカテゴリー II 審査要領を比べた結果、日本の審査要領のみに記載されているものの一例である。赤字で示すものは、EASAのドローン規制ガイドEasy Access Rules (EAR)にも記載のない日本特有の要件である。

日本のカテゴリー II 審査要領の特有の具体的な要件

機体	✓ 鋭利な突起物がないこと ✓ 位置および向きが正確に視認できる灯火又は表示(※1) ✓ 飛行させる者がバッテリー状態を確認可能であること(※2) ✓ 機体のカメラ等により外の様子を監視できること ✓ 地上における機体位置、異常の把握 ✓ 遠隔操縦の場合、キルスイッチ等でモーターが停止できること(※3) ✓ 不具合時の危機回避機能の作動 ➢ 電波断絶時、離陸地点まで戻る機能又は電波回復まで空中待機、安全な自動着陸を可能とする機能(※4) ➢ 電池の電圧、容量又は温度等に異常が発生した場合に、発煙・発火を防止する機能並びに自動帰還もしくは安全な自動着陸機能	赤字: 日本特有の審査要領 青字: SORAの要件ではないが、EARに記載のあるもの又は、同等の記載があるもの。
操縦者	✓ 無人航空機の種類別に10時間以上の経歴(カテゴリー III では一等無人航空操縦士資格操縦者であることが必要とされる) ✓ GPSを使用しないで安定した離着陸・飛行が可能である(※5) ✓ 自動飛行の経路を設定可能、不具合発生時に操作介入できる ✓ モニターを見て遠隔操縦で安全に離着陸・飛行ができる	
体制	✓ 飛行前に、飛行経路及びその周辺に関係する航空機の運航者に飛行予定を周知するとともに、航空機の飛行の安全に影響を及ぼす可能性がある場合は、無人航空機を飛行させる者への連絡を依頼すること ✓ 航空機の飛行の安全に影響を及ぼす可能性がある場合には、飛行の中止又は飛行計画(飛行日時、飛行経路、飛行高度等)の変更等の安全措置を講じること ✓ 飛行経路を図示した地図、飛行日時、飛行高度、連絡先、その他飛行に関する情報をインターネット等により公表すること ✓ その他、遵守する体制についての詳細な事項(飛行禁止・飛行中断・緊急の離着陸手段の手順等に関する詳細な事項)	

※1. 衝突防止照明の設置: The UAS operator intends to fly in a volume of airspace in which the competent authority requires all UAS to be equipped with an electronic cooperative system and **anti-collision lighting**.

※2. バッテリー状態及び残容量に関する情報 technical information about the UAS; How information on the battery status and **the remaining battery capacity** is provided to the remote pilot or the watchdog system.

※3. ただし、飛行中のリセット機能がある場合はその説明をすること(必須機能ではない) (17) If the motor has in-flight reset capabilities, a description of the manual and/or automatic features of this capability.

※4. 第三者へのリスクを防止するための緊急復旧能力: (1) 飛行を直ちに終了させることを目的とした飛行終了システム(FTS)、手順又は機能。(2)UAS乗組員のコマンドまたは搭載システムによって実施される自動回復システム(ARS)。これには、予めプログラムされ、定義された、人のいない強制着陸エリアに到達するための自動的な行動コースが含まれる場合がある。(A.2.9. Safety features (b)より)

※5. GNSSが使えない環境でも精度を維持するために、UAはリアルタイム・キネマティック(RTK) 対応の慣性航法システム(INS)を使うことがある。To maintain accuracy in GNSS-denied environments, UA may use real-time kinematic (RTK) capable inertial navigation systems (INSs)that provide information from accelerometers and gyroscopes to accurately estimate position, velocity, heading, and attitude.

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

日本のカテゴリー II 審査要領の独自の要件

- 以下は、SORA SAIL II と日本のカテゴリー II 審査要領を比べた結果、欧州の要件・規則に記載のない、日本の審査要領に記載されている独自の考え方・要件である。

日本のカテゴリー II 審査要領の独自の要件

機体	なし
操縦者	✓ 飛行の際、許可書を原則携行
体制	空域調整 ✓ 飛行前に、飛行経路及びその周辺に関係する航空機の運航者に飛行予定を周知するとともに、航空機の飛行の安全に影響を及ぼす可能性がある場合は、無人航空機を飛行させる者への連絡を依頼すること。 ✓ 航空機の飛行の安全に影響を及ぼす可能性がある場合には、飛行の中止又は飛行計画（飛行日時、飛行経路、飛行高度等）の変更等の安全措置を講じること。 ✓ 飛行経路を図示した地図、飛行日時、飛行高度、連絡先、その他飛行に関する情報をインターネット等により公表すること。 ✓ 以下のいずれかの実施 ➢ 第三者に危害を加えないことを製造者が証明する機能 ➢ 立入管理区画を設定した上で以下のいずれかの実施 ・ 立看板＋インターネットやポスターでの周知 ・ 地上において経路下の第三者立ち入りを検知可能であること 補助者 ✓ 飛行状況、気象状況を常に監視する補助者を配置 補助者を配置しない場合 ✓ 飛行経路は第三者が存在する可能性の低い場所を設定（山、海水域、河川・湖沼、森林、農用地、ゴルフ場等） ✓ 特定空域飛行時は航空機との衝突のおそれが高い空域や日時を選定、飛行の特性（高度、頻度、時間帯）に応じた安全対策を実施 ✓ 機体の落下距離範囲内を立入管理区画とし、第三者の存在する可能性の低い場所と同じ水準に設定 ✓ 第三者に危害を加えないことを製造者が証明する機能 ✓ 他の航空機、無人航空機を機体や地上カメラで随時把握 等 立入管理区画(※) ✓ 立入管理区画の範囲を明示する方法の例のような対策の実施 ➢ 塀やフェンス等の設置 ➢ 飛行範囲、周辺環境に応じ、関係者以外の立入りを制限する旨の看板、コーン等の設置 ➢ 緊急時の連絡体制

※ 欧州EASAでは運航リスクの性質に基づいて3つのカテゴリー（Open, Specific, Certified）に分類され、第三者上空飛行を可とするSpecificカテゴリーでは、地上リスクと空中リスクに基づいて個別の運航要件が確定する。飛行空域下の地上の人の往来を制限するもの（立入管理区画を設けること等）の対応は、事前に第三者上空を飛行することを加味したリスク判定であれば、立入管理区画を考慮しなくてよい。

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリ II 審査要領の要件の比較

SORA SAIL II OSOとカテゴリ II 審査要領の比較 – 技術的な問題

- 欧州に比べて日本は、より具体的な操縦者要件を課している。

SAIL II の運航に推奨される運航安全目標(OSO)と日本の審査要領

OSOとSAIL II のロバスト性に応じた安全性の水準と保証の水準				日本のカテゴリ II 審査要領で求められる要件
無人航空機に関する技術的な問題	#01	オペレーターが適切な能力を有している、または能力が証明されている		操縦者 ✓ 無人航空機の種類別に10時間以上の経歴（カテⅢでは一等無人航空操縦士資格操縦者であることが必要とされる） ✓ 航空法関係法令・安全飛行に関する知識がある ✓ 飛行前確認（周囲安全確認・バッテリー・通信系統）ができる ✓ GPSを使用しないで安定した離着陸・飛行が可能である（遠隔操作時） ✓ 自動飛行の経路を設定可能、不具合発生時に操作介入できる ✓ モニターを見て遠隔操縦で安全に離着陸・飛行ができる 等
		低	安全性	
			保証	
	#02	能力のある、または承認された事業者により無人航空機が製造されている。		該当なし ※ 製造者名を申請書に記載するが、承認はない
		任意	安全性	
			保証	
	#03	能力のある、または承認された事業者により無人航空機が整備されている。		体制（飛行マニュアル） ✓ 特定飛行の際は定期的な点検・整備記録を実施 ✓ 定期的又は日常的な点検・整備の項目、時期を文書化 ✓ 点検・整備記録の作成手順・様式を文書化
		低	安全性	
			保証	
		低	保証	

出典: 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

赤字: 片一方と比較して、具体的な要件が課されている
青字: SORAの審査要件にはないが、EARに同等の記載がある

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリ II 審査要領の要件の比較

SORA SAIL II OSOとカテゴリ II 審査要領(目視外)の比較 - 技術的な問題

- 欧州に比べて日本では、より詳細な機体要件が課される。また、C3リンク性能について、日本の審査要領に該当する者はなかった。

SAIL II の運航に推奨される運航安全目標(OSO)と日本の審査要領

OSOとSAIL II のロバスト性に応じた安全性の水準と保証の水準				日本のカテゴリ II 審査要領(目視外)で求められる要件	
無人航空機に関する技術的な問題	#04	当局が認定した設計企画に従って無人航空機が開発されている		機体 ✓ 鋭利な突起物がないこと ✓ 位置および向きが正確に視認できる灯火又は表示 ✓ 機体のカメラ等により外の様子を監視できること ✓ 地上における機体位置、異常の把握 ✓ 不具合時の危機回避機能の作動 ➢ 電波断絶時、離陸地点まで戻る機能又は電波回復まで空中待機、安全な自動着陸を可能とする機能 ➢ 電池の電圧、容量又は温度等に異常が発生した場合に、発煙・発火を防止する機能並びに自動帰還もしくは安全な自動着陸機能	
		任意	安全性		—
			保証		—
	#05	システムの安全と信頼性を考慮して無人航空機が設計されている		該当なし ※無人航空機の設計に逸脱リスクを負わせるのではなく、運用時の安全確保に制限をかける。エリア分け、第三者上空飛行の制限、補助者設置など	
		任意	安全性		—
			保証		—
	#06	運航に適したC3リンク性能を有している		該当なし	
		低	安全性		✓ 運航者は、C3 リンクの性能、RFスペクトルの使用法＊1、および環境条件が、意図した運航を安全に行うのに十分であると判断すること。 ✓ 操縦者には、C3の性能を継続的に監視する手段があり、性能が引き続き運用要件を満たしていることを確認すること＊2。 ＊1 低レベルの安全性の水準では、免許の必要がない周波数帯域は、特定の条件下で許容される場合がある。例えば、 ・ 運航者は、無人航空機システムの 機器がこれらの要件に準拠していることを示すことにより、他のRF スペクトル使用要件への準拠を実証すること(技術マークの確認など)、及び ・ 干渉から保護するためのメカニズムの使用 (例:FHSS、手順による周波数衝突解消)。 ＊2 操縦者は、飛行の安全に影響を与える可能性のある関連するC3 情報に継続的かつタイムリーにアクセスすること。この OSO に対して低レベルの安全性の水準のみを要求する運航の場合、これは、C2 リンク信号強度を監視し、信号が低すぎる場合に 操縦装置等にアラートを表示することによって達成できる。
			保証		✓ 9項 で定義されている「保証の水準」を考慮すること (低レベルの保証)

出典: [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](#)

赤字: 片一方と比較して、具体的な要件が課されている
青字: SORAの審査要件にはないが、EARに同等の記載がある

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

SORA SAIL II OSOとカテゴリー II 審査要領の比較 – 技術的な問題

- 製品検査・整備について、概ね日欧共通したアウトプットになると推察される。文書化と実施は共通するものの、日本の審査要領に整備・検査の訓練に関する記載はない。

SAIL II の運航に推奨される運航安全目標(OSO)と日本の審査要領

OSOとSAIL II のロバスト性に応じた安全性の水準と保証の水準				日本のカテゴリー II 審査要領で求められる要件
無人航空機に関する技術的な問題	#07	運航コンセプトとの整合性を保証するための無人航空機検査(製品検査)が行われている		体制(飛行マニュアル) ※OSO#03と重複 ✓ 特定飛行の際は定期的な点検・整備記録を実施 ✓ 定期的又は日常的な点検・整備の項目、時期を文書化 ✓ 点検・整備記録の作成手順・様式を文書化
		低	安全性	
			保証	

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

SORA SAIL II OSOとカテゴリー II 審査要領の比較 – 運用手順

- 運用手順について、欧州では運航者が定義して申請したものに準拠することが重視されている一方で、日本の審査要領では、一定の範囲内で運航者が定義すべき事項はあるものの、より具体的に要件が定められてる。
- SAIL II の運航に推奨される運航安全目標(OSO)と日本の審査要領

OSOとSAIL II のロバスト性に応じた安全性の水準と保証の水準				日本のカテゴリー II 審査要領で求められる要件	
運用手順に関するOSO	#08	運航手順が定義され、検証され、遵守されていること(無人航空機システムの技術的な問題に対処するため)(技術的な問題)			体制(飛行マニュアル、安全確保体制) 基準#1 ✓ 飛行前の安全確認の方法 (記載内容の例) ➢ 気象状況の確認項目及び手順 ➢ 機体の状態の確認項目及び手順 等 ✓ 無人航空機を飛行させる際の安全管理体制 (記載内容の例) ➢ 安全飛行管理者の選定 ➢ 飛行形態に応じた補助者の役割分担及び配置数 ➢ 補助者の選定方法 ➢ 第三者の立入りを制限する区画(立入管理区画)の設定方法 ・ 塀やフェンス等の設置 ・ 飛行範囲、周辺環境に応じ、関係者以外の立入りを制限する旨の看板、コーン等の設置 ✓ 緊急時の連絡体制 等 ✓ 「無人航空機の事故及び重大インシデントの報告要領」に定める事態の対応及び連絡体制 (記載内容の例) ➢ 非常時の連絡体制 ➢ 最寄りの警察及び消防機関の連絡先 ➢ 報告を行う国土交通省航空局安全部無人航空機安全課、地方航空局保安部運航課又は空港事務所の連絡先 等 ✓ 不測の事態への対応 ➢ 不測の事態発生時の飛行中断 ➢ 不測の事態(機体の異常、第三者立ち入り、航空機接近、異常気象等)への緊急実施手順を定め、緊急着陸場所を予め選定する ➢ 事前に不測の事態発生時に対応可能なことを現場確認 機体 基準#2 ✓ (遠隔操縦の場合)キルスイッチ等でモーターが停止できること ✓ (自動操縦の場合)強制操作介入が可能/操作介入を必要とせず対応可能 ✓ 地上における機体位置、異常の把握
	#11				
	#14	人航空機システムの運航をサポートする外部システムの劣化への対処手順が整備されていること(外部システムの機能低下)			
	#21	運航手順が定義され、検証され、遵守されていること(ヒューマンエラー)			
		運航手順が定義され、検証され、遵守されていること(不利な運航条件)			
		中	安全性	基準#1 手順の明確化 ✓ 提案された運航に適した運用手順が定義されており、最低限以下の要素をカバーしていること。 飛行計画 / 飛行前及び飛行後の点検 / 飛行計画、飛行前後の点検、飛行前及び飛行中の環境状態を評価するための手順(リアルタイム評価) / 予期せぬ悪条件に対処するための手順(例:着氷状況を想定していない運航中に着氷に遭遇した場合) / 通常の手順 / コンテンジェンシー手順(異常事態に対処するための手順) / 緊急時対応手順(緊急事態に対応するための手順)、および発生時の報告手順 / ✓ 通常時、緊急時、非常時の手順は運用マニュアルに記載されていること。 ✓ 無人航空機システムの運用を支援する外部システムの制限事項は、運用マニュアルに記載されていること。	
				基準#2 手順の複雑さ ✓ 無人航空機が通常時自動操縦されている場合、異常／緊急手順は遠隔操作(手動)※が必要である。 ✓ ※すべての無人航空機システムに直接操縦できるモードがあるわけではないため、まだ議論中である。	
				基準#3 潜在的なヒューマンエラーへの配慮 ✓ 業務手順はヒューマンエラーに配慮していること。	
			保証	✓ 運用手順が、航空局が適切と考える規格および／または航空局が受け入れられる準拠手段に照らして妥当性が確認されていること。 ✓ 緊急時・非常時対応手順が以下のような手段を通して適切であることが証明されている。 専用飛行試験、または、シミュレーションが意図された目的に対して有効であり、かつ肯定的な結果をもたらすことが証明されているシミュレーション	

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

SORA SAIL II OSOとカテゴリー II 審査要領の比較 – リモートクルーの訓練

- 欧州では知識の保障とオペレーションの適切性が重視される。日本の審査要領では、操縦者要件を確保するための訓練方法を定義すること、操縦者の能力に関する詳細な要件が定められている。

SAIL II の運航に推奨される運航安全目標(OSO)と日本の審査要領

OSOとSAIL II のロバスト性に応じた安全性の水準と保証の水準			日本のカテゴリー II 審査要領で求められる要件
リモートクルーの訓練に関するOSO	#09	リモートクルー(※)は訓練を受けた現役で、異常および緊急事態(つまり、無人航空機システムの技術的な問題)を制御できる	体制(飛行マニュアル、飛行させる者の訓練) ✓ 知識及び能力を習得するための訓練方法 (記載内容の例) ➢ 4-2に掲げる基本的な飛行経歴、知識及び能力並びに5に掲げる飛行形態に応じた能力を習得するための訓練方法 ➢ 業務のために、無人航空機を飛行させるために適切な能力を有しているかどうかを確認するための方法 等 ✓ 能力を維持させるための訓練方法 (記載内容の例) ➢ 日常的な訓練の内容 等 操縦者 OSO#01と重複 ✓ 航空法関係法令・安全飛行に関する知識がある ➢ 航空関連法令、特定空域、特定飛行、気象、フェールセーフ、日常点検、自動操縦システム、安全確保に必要な体制、飛行形態に応じた追加基準等に関する知識 ✓ 10時間以上の遠隔での異常把握、判断、操作に関する座学・実技訓練 ➢ 飛行中、カメラ等からの情報で経路下の第三者有無や異常を評価 ➢ 異常状態に対する判断、操作 ✓ GPSを使用しないで安定した離着陸・飛行が可能である(遠隔操作時) ✓ 自動飛行の経路を設定可能、不具合発生時に操作介入できる ✓ モニターを見て遠隔操縦で安全に離着陸・飛行ができる
	#15		
	#22	リモートクルーは訓練を受けた現役で、異常および緊急事態を制御できる(ヒューマンエラー)	
		リモートクルーは、重大な環境条件を特定し、それを回避するように訓練されていること(不利な運航条件)	
	中	安全性	
		✓ 資格に基づいた理論的および実践的なトレーニングにより、次の知識が保証される。 a) 無人航空機システムの規制 b) 無人航空機システムの飛行オペレーション原理 c) 飛行機を飛行させる間のスキルと飛行安全 d) 人間のパフォーマンスの限界(※) e) 気象学 f) 航法/地図判読能力(※) g) 無人航空機の知識 h) 操作手順 ✓ およびオペレーションのための適切性 * 1, * 2 * 1JARUS WG1(2019)によって、上記のさまざまな科目についてカバーされる範囲の詳細が提供される。 * 2この基準のロバスト性における「低」・「中」・「高」の間の差異は、「保証の水準」によって決定づけられる(表18を参照のこと。) 保証	
		保証	✓ 訓練されていることを自己宣言する(エビデンスを提供可能であること)

※リモートクルー (Easy Access Rules for UASより)
 全てのリモートクルー(つまり、操作に関与するすべての人)は、能力に基づいた、職務に特化した理論的および実践的なトレーニングを受ける必要がある
 (例: 飛行前検査、地上機器の取り扱い、気象条件の評価等)
 ※人間のパフォーマンスの限界 (Easy Access Rules for UASより)
 (1) 精神作用物質やアルコールの影響、または遠隔操縦者が負傷や疲労、投薬、病気、その他の原因により業務を遂行できない場合。傷害、疲労、投薬、病気、その他の原因により、業務を遂行できない場合
 (2) 人間の知覚; (i) VLOS に影響を与える要因; (ii) 障害物との距離及びUAと障害物との距離; (iii) UAの速度の評価; (iv) UAの高さの評価; (v) 状況認識(vi) 夜間運航
 ※航法/地図判読能力: 日本の無人航空機操縦士資格の学科試験では、ドローンの基本的な操作技術や気象・航法・航空法規等の知識を問うが、地図判読能力を問う問題は2023年現在見られない

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

SORA SAIL II OSOとカテゴリー II 審査要領の比較 – 安全設計

- 安全設計について、SORAでは第三者上空飛行を許容しつつ死亡事故が発生しないことを合理的に予想することが求められるが、日本の審査基準では、第三者上空飛行の原則禁止の前提があり、求められる要件のレベルが異なる。

SAIL II の運航に推奨される運航安全目標(OSO)と日本の審査要領

安全設計に関係するOSO

OSOとSAIL II のロバスト性に応じた安全性の水準と保証の水準			日本のカテゴリー II 審査要領で求められる要件
#10	技術的な問題から安全な復旧ができる		該当なし
#12	無人航空機システムは、無人航空機システム の運用をサポートする外部システムの劣化を管理するように設計されている		
低	安全性	✓ 人口の多い地域や人が集まっている場所で運用する場合、無人航空機システムや運用をサポートする外部システムの起こり得る * 1故障 * 2 による死亡事故は発生しないと合理的に予想できること。 * 1この評価の目的上、「起こり得る」という用語は、「無人航空機システム の全システム/運用期間中に 1 回以上発生すると予想される」という定性的な方法で解釈する必要がある。 * 2一部の構造的または機械的な故障は除外される場合がある。これらの機械部品が航空の最良の方法に合わせて設計されていることを示すことができれば、基準から除外される。	
	保証	✓ 設計とインストールの評価が可能である。特に、この評価では次のことを示すこと。 ➢ 設計及びインストールの特徴(独立性、分離及び冗長性)が、“低”の「安全性の水準」を満たしていること。 ➢ CONOPS に関連する特定のリスク(雹、氷、雪、電磁干渉)によって、独立性を侵害しないこと。	

出典: [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](#)

赤字: 片一方と比較して、具体的な要件が課されている
青字: SORAの審査要件にはないが、EARに同等の記載がある

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

SORA SAIL II OSOとカテゴリー II 審査要領の比較 – 外部サービス

- 通信サービスプロバイダやUTMサービスプロバイダなど、外部サービスの要件が欧州では求められているが、日本の審査要領では関連する記載は特にない。

SAIL II の運航に推奨される運航安全目標(OSO)と日本の審査要領

OSOとSAIL II のロバスト性に応じた安全性の水準と保証の水準				日本のカテゴリー II 審査要領で求められる要件
無人航空機システムを支える外部システムの劣化	#13	外部サービスによってサポートされる無人航空機システム が運航に適合していること		該当なし
	低	安全性	✓ 運航者は、安全なフライトに必要な外部から提供されるサービスのパフォーマンスレベルが、意図した運航に適切であることを証明すること。	
			✓ 外部から提供されるサービスが運航者とサービス提供者との間の通信を必要とする場合、運航者は、サービス提供をサポートするための有効な通信が確保されていることを確認すること。	
		保証	✓ 運航者、当該飛行の安全のために必要な外部から提供されたサービスについて、要求されたパフォーマンスレベルに達していることを宣言すること (エビデンスが必ずしも必要でない) 。	

出典: [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](#)

赤字: 片一方と比較して、具体的な要件が課されている
青字: SORAの審査要件にはないが、EARに同等の記載がある

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

SORA SAIL II OSOとカテゴリー II 審査要領の比較 – ヒューマンエラー

- リモートクルー(ミッションに関与するすべての人)同士の連携について、欧州では手順・訓練・通信手段の要件を求めるが、日本の審査要領では目視外飛行を実施する際の「補助者配置」要件のみ関連で該当。補助者に関する詳細な要件はなし。

SAIL II の運航に推奨される運航安全目標(OSO)と日本の審査要領

ヒューマンエラー

OSOとSAIL II のロバスト性に応じた安全性の水準と保証の水準				日本のカテゴリー II 審査要領で求められる要件
#16	リモートクルー同士が連携していること ※このOSOは運航に直接関与する人員にのみ適用される			体制 ✓ 飛行マニュアルに補助者の選定方法を記載する ※「補助者」はリモートクルーに含まれるが、リモートクルーが全て「補助者」というわけではない
	低	安全性	基準 #1 手順 ✓ クルーと強固で効果的なコミュニケーションチャンネルとの間における調整を確実にするための手順が利用可能であり、最小限以下をカバーしている ➢ クルーへのタスクの割り当て ➢ 段階的なコミュニケーションの確立 基準 #2 訓練 ✓ リモートクルーの訓練はマルチクルーコーディネーションをカバーしている 基準 #3 通信デバイス 基準なし	
		保証	基準 #1 手順 ✓ 手順は、航空局によって適切であると判断された標準または準拠手段に対して妥当性評価を必要としない。 ✓ 手順及びチェックリストの適切性を宣言すること。 基準 #2 訓練 ✓ 訓練されていることを自己宣言すること。(エビデンスを提供できること。) 基準 #3 通信デバイス ✓ 9 項で定義された条件を考慮すること。	
	#17	リモートクルーは運航に適していること		
低	安全性	✓ 運航者は、リモートクルーが運用を実施する前に、運用に適していることを宣言するための方法を定義するポリシーを持っていること。 (リモートクルーの勤務時間、定期的な休憩、移行・引継ぎ手順など)		操縦者 ✓ 無人航空機の種類(回転翼など)別に10時間以上の経歴 ✓ 申請を行う飛行形態に応じて必要な飛行経歴並びに知識及び能力を有していること
	保証	✓ リモートクルーが(運用前に)運用に適していると宣言する方法を適宜するポリシーが文書化されている。 ✓ (運用前に)運用に適したリモートクルーである宣言は、運航者が定義したポリシーに基づいていること		

出典: 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

赤字: 片一方と比較して、具体的な要件が課されている
青字: SORAの審査要件にはないが、EARに同等の記載がある

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリ II 審査要領の要件の比較

SORA SAIL II OSOとカテゴリ II 審査要領の比較 – ヒューマンエラー

- ヒューマンエラーを防止する自動保護機能や、ヒューマンエラーから回復する要件について、SORA SAIL II では任意項目。日本の審査要領はヒューマンエラーが発生する前提での要件はない。

SAIL II の運航に推奨される運航安全目標(OSO)と日本の審査要領

ヒューマンエラー

OSOとSAIL II のロバスト性に応じた安全性の水準と保証の水準				日本のカテゴリ II 審査要領で求められる要件	
#18	ヒューマン・エラーに対して飛行エンベロープの自動保護機能があること			該当なし	
	任意	安全性	-		
		保証	-		
	#19	ヒューマン・エラーからの安全な回復ができること			該当なし
		任意	安全性	-	
			保証	-	
#20	ヒューマンファクターが評価されており、ミッションに対して適切なヒューマンマシンインターフェイス(HMI)が確立されていること			※HMIに関する直接的な記載なし。ただしGCS表示の記載はあり 機体 ✓ 地上において機体の制御や気象に関する情報を把握 ➢ 機体制御PCで管理下情報をGCS表示 ➢ 経路に気象プローブを設置、GCSIに情報表示 ✓ 地上において計画と実際の位置の差を把握	
	低	安全性	無人航空機システムの情報と制御のインターフェイスは、明確かつ簡素に提示されており、混乱を招いたり、不当な疲労を招いたり、運用の安全性に悪影響を与えるようなりモートクルーエラーの原因にはならない。		
		保証	運航者は無人航空機システムのヒューマンファクター評価を実施し、HMI がミッションに適しているかどうか判断する。HMI 評価は、検査又は解析に基づくこと。		

出典: [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](#)

赤字: 片一方と比較して、具体的な要件が課されている
 青字: SORAの審査要件にはないが、EARに同等の記載がある

海外諸国と国内制度比較: 欧州SORA SAIL II OSOと日本のカテゴリー II 審査要領の要件の比較

SORA SAIL II OSOとカテゴリー II 審査要領の比較 – 悪条件下での運航

- 安全な運用のための遵守事項について、日本の審査要領では原則禁止事項、飛行中断要件などが詳細に求められており、現時点では悪条件下で運用する前提にない。

SAIL II の運航に推奨される運航安全目標(OSO)と日本の審査要領

OSOとSAIL II のロバスト性に応じた安全性の水準と保証の水準				日本のカテゴリー II 審査要領で求められる要件	
悪条件下での運航	#23	安全な運用のための環境条件が定義され、測定可能であり、遵守されていること			体制(遵守する体制) ✓ 第三者上空飛行の原則禁止(※1※2) ✓ 不測の事態発生時の飛行中断(※2) ✓ 多数の者の集合する場所の上空における飛行中断(※2) ✓ アルコール、薬物利用時の飛行禁止(※2) ✓ 飛行の危険を生じる恐れがある区域上空の飛行禁止(※2) ✓ 飛行中の航空機と衝突のおそれのある場合、着陸等の手順の実施(※2) ✓ 飛行中の他の無人航空機との離隔距離確保、また衝突のおそれのある場合、着陸等の手順の実施(※2) ✓ 不必要な低空飛行、高調音、急降下などの禁止(※2) ✓ 物件の吊り下げ、曳航の原則禁止(※1※2) ✓ 視界不良な気象下での飛行の原則禁止(※2) ※1: Openカテゴリーでは原則禁止、Specificカテゴリーではリスクアセスメントの結果に基づいて可になる場合もある ※2: SORAに記載されていないが、Easy Access Rulesに同等の記載があるもの
		低	安全性	基準 #1 定義 ✓ 安全運航のための環境条件が、飛行規程または同等の文書に定義及び反映されていること。 基準 #2 手順 ✓ ミッション前及びミッション中の環境条件を評価する手順(リアルタイム評価)が利用可能であり、これにはシンプルな記録システム(METAR、TAF)による評価が含まれること。 基準 #3 訓練 ✓ 訓練は気象条件の評価を網羅していること。	
			保証	基準 #1 定義 ✓ 9 項で定義された条件を検討。 基準 #2 手順 ✓ 手順とチェックリストは、航空局によって適切であると判断された標準または準拠手段に対して妥当性評価を必要としない。 ✓ 手順及びチェックリストの適切性を宣言すること。 基準 #3 訓練 ✓ 訓練されていることを自己宣言すること。(エビデンスを提供できる。)	
		#24	無人航空機システムは悪条件下に対応できるように設計されていること		
任意	安全性		—		
	保証	—			

出典: 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

赤字: 片一方と比較して、具体的な要件が課されている
青字: SORAの審査要件にはないが、EARに同等の記載がある

7

付録

7.1

付録

SMSに関する情報共有

付録:SMSに関する情報共有

SMSとは

- SMSは、有人航空機では従来より提出が義務付けされていたもので、事業者が十分な安全対策を行っていることを証明するための文書である。今回議論するのは、これのUAS版についてである。

SMSとは

概要	正式名称: Safety Management System(安全管理システム) 事業者の安全管理体制について所定の項目に沿って説明したドキュメントであり、事業者から航空局への提出が義務付けられる
1対多運航の適合性証明 開発においてSMSを 考慮する理由	下記2点から、航空局の求める安全基準として将来的に SMSの提出が義務化される可能性ありと考えられるため ・ 航空局の機体認証の議論では米国D&Rの基準を採用しようとしているように、機体以外のルールについても追従する可能性が高い ・ BVLOS ARC によって提出されたPart 108案の中で、事業者認証の要件にSMSの提出が含まれている
SMSの作成主体	運航事業者
SMSの内容	長期的目線で事故を最小に抑えるために必要な決め事扱う 具体的な項目は次頁に記載
既存の有人機用SMS との差異に関する 留意事項	・ UASは有人機と比べてリスクの程度が低いことから、UAS用のSMSはより簡易的なものになるであろうことがICAOより提言されている ・ 現時点で明確なUAS用SMSの枠組みは存在しないが、ICAOが議論中であるため、近い将来発表されることが見込まれる

付録: SMSに関する情報共有

SMSの構成要素

- SMSは4つのパートとそれぞれのサブパートで構成される。

SMSの構成要素

1. 安全方針と目的	2. 安全リスク管理	3. 安全保障	4. 安全促進
マネジメントコミットメント	ハザードの特定	安全性の監視と測定	トレーニングと教育
安全の説明責任並びに責任の所在	安全リスク評価と低減	変更管理	安全に関するコミュニケーション
安全管理者の設定		SMSの継続的な改善	
緊急時対応計画の策定			

付録: SMSに関する情報共有

SMSに関連する用語の定義の認識合わせ

- 「ハザード」「リスク」など混同しやすい用語については、今後の議論を円滑に進める上で共通の定義を用いるべきであり、航空局やFAAの定義を参考にこの場で改めて認識合わせを行う。

SMSに関連する用語の定義



用語	定義	定義参照元
ハザード	危険要因。航空事故その他の航空の安全運航に影響を及ぼす事態を引き起こす可能性のある要因	航空局:安全管理システムの構築に係る一般指針
リスク	危険度。ハザードが引き起こす事態について予測される発生確率及び重大度の組合せ	同上
アウトカム	ハザードがもたらす結果。実際に発生した影響、または定義されたシステム状態にハザードが存在する場合に予測された影響	FAA:Order 8040.6 UAS Safety Risk Management Policy
インシデント	事故以外で、業務の安全性に影響を与える、または与える可能性のある事象	同上
アクシデント	死亡、傷害、または装置もしくは財産の損害につながる、計画外の事象または一連の事象	同上

7.2

付録

ハザード特定の参考文献

ハザード特定の参考文献の一覧

- ハザード特定の参考文献ではいずれもハザード特定手法や達成水準を具体的に指定するような記述はなく、概念的な説明に留まる。その中でも引用の機会が多く、重要度高と考えられるICAO Doc 9859とJARUS SORAを深掘すべきと思料。

ハザード特定参考文献の一覧

	文献名	概要	ハザード特定に関する記述
ICAO	Doc 9859 SMM	SMSの概念や作成プロセスについて記載している大本の文献。Annex 19の具体化されたもの	ハザード特定の方針・考慮すべき項目について記述あり
	Annex 19 Safety Management	国家間レイヤーでのSSP(国家安全計画)と、それをサポートする各国のSMS(安全管理システム)の枠組みに関する規定	ハザード特定の概念についてDoc 9859 SMMより抽象度の高い記述あり
JARUS	SORA	UAS対象。EASAの定義であるSpecificカテゴリ(中リスクレベル)の飛行に必要な許可承認のためのガイダンス	SORAの最後のプロセスであるSAILによる評価の項目で、OSO(運用安全目標)としてハザードに相当する内容の記述あり
	SORA Annex E (Cyber)	UAS対象。SORAの一部であり、サイバーセキュリティの観点をサポートする	ハザードという表現ではないが、サイバーセキュリティ観点でのリスクについて言及あり
米国	Order 8040.6	UAS対象。SMSの構成要素である安全リスク管理について当局の承認プロセスなどを記載した承認担当者向けの方針説明文書	ハザードリストあり。注記として、これらは基礎的なものであり状況に応じて他のハザードも考慮の必要ありとの記載
欧州	Easy Access Rules for UAS	UAS対象。欧州のUAS関連の規則が複雑化しているため、理解を助けるためEASAによって集約された文献	リスクアセスメントについてはSORA準拠とある
	EASA SMS	EASAの規則において、SMSを組み込んだ設計を行っていることについて言及した公式ページ	ハザードに直接の言及はないが、EASAはICAO Annex 19を十分に考慮するとある
	EUROCAE ED-279	UAS対象。機能に関するハザードアセスメントについてまとめた文献	全編通して、UASの機能的ハザードに言及

ハザード特定の参考文献の個別紹介 – ICAO Doc 9859 SMM

- かねてより航空局が安全関連のルール作りに用いているICAO Annex 19は考え方のベースにすべきであり、その方法論がICAO Doc 9859 SMMに記載されている。

ICAO Doc 9859 SMMの概要

本文献の重要性	・ 日本はICAOの理事国であり規定に従う必要がある ・ 航空局でもICAO Annex 19に従い、平成25年よりSMSを含む航空安全プログラムを策定・推進している ・ ICAOの定める勧告方式(SARPs)を構成するAnnex 1～19の内、本事業で関係するAnnex 19(安全管理)を具体化したものが本文献である
主な内容	・ Annex 19で定めるSMSの作成マニュアルをSMSの4大構成要素ごとに説明
特筆すべき内容	・ 安全リスクマトリクス等、我々が準拠すべき安全対策レベルの体系的整理 ・ ただし、航空原則としての大まかな記載しかされていないため、別途UAS目線での詳細検討は必要

Table 3. Example safety risk matrix

Safety Risk		Severity				
Probability		Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Negligible E
Frequent	5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote	3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable	2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremely improbable	1	1A	1B	1C	1D	1E



ハザード特定の参考文献の個別紹介 – JARUS SORA

- 国内ガイドラインの基にもなっており、UAS用のリスク証明手法として具体的な検討が行われているSORAについては内容を理解の上、事業者に重複する負担をかけないように取り扱うことを想定。

JARUS SORAの概要

本文献の重要性	- 国交省が行う官民協議会（無人航空機が目視外及び第三者上空等の飛行に関する検討会）の運航管理WGにて、リスク評価ガイドラインの作成を行っている - 上記ガイドラインの内容は、本文献の内容と一致している
主な内容	中リスク（Specificカテゴリ）の運航におけるリスク評価及び対策の手順 ※補足：EASA関係者より、1対多運航は高リスク（Certifiedカテゴリ）の可能性が高い旨を伺っている
特筆すべき内容	- UAS専用のリスクアセスメントとして、具体的な用語の定義やシナリオの記載がある - ただし、SORAでカバーできていないリスクもあることや、1対多運航に言及していないことに注意し、別途情報を補完する必要がある

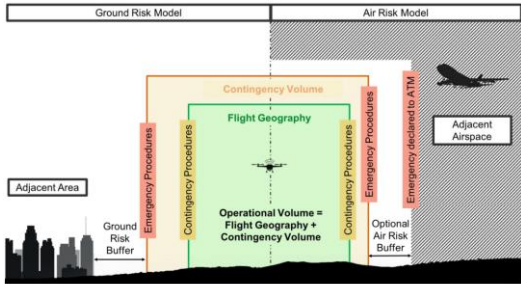


Figure 2 – Graphical Representation of SORA Semantic Model



Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems

JARUS guidelines on
Specific Operations Risk
Assessment
(SORA)

DOCUMENT IDENTIFIER : JAR-DEL-WG6-D.04

Edition Number	2.0
Edition Date	30.01.2019
Status	Final / Public Release
Intended for	Publication
Category	Guidelines
WG	6

© NO COPYING WITHOUT JARUS PERMISSION

All rights reserved. Unless otherwise specific, the information in this document may be used but no copy-paste is allowed without JARUS's permission.

7.3

付録

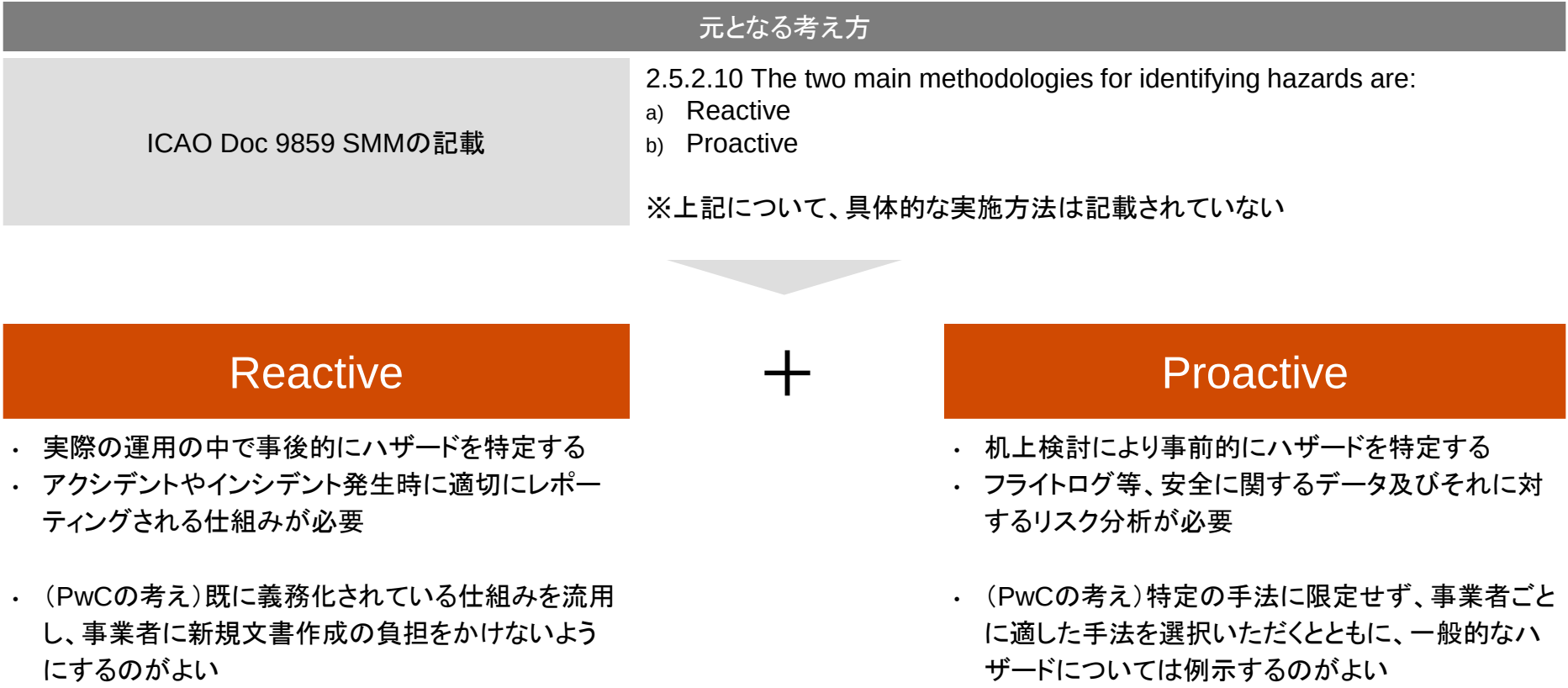
ハザード特定手法案共有

付録:ハザード特定手法案共有

今回のハザード特定手法案の考え方

- ICAO Doc 9859 SMMを参考に、ハザード発生後、次回に備える「Reactive」と、事前に行っておく「Proactive」に分けて考える。

ハザード特定手法案



⇒ここで作成したものを航空局に共有し、今後の法制度設計における指針として検討いただけないか打診する想定

付録:ハザード特定手法案共有

ハザード特定手法案 – Reactive

- Reactiveのハザード特定手法に関するガイドラインの記載は、平常時のレポーティング体制構築及び12月に義務化される事故等発生時の報告書からのハザード特定を推奨する想定。

ハザード特定手法案 – Reactive

平常時

平常時運航において、条件の複
合等によっては事故等につな
がる可能性のある事象を発見する

発見者からSMS作成担当者にレ
ポーティングし、Proactiveで特定
したハザードの一覧に追記する

事故等発生時

事故等発生時、右図の航空局
指定フォーマットにて事故報告を
行う(2022年12月より義務化)

報告内容のうち、原因に相当する
内容をProactiveで特定したハザ
ードの一覧に追記する

ガイドラインでは、上記の両方を運用に組み込むこと
をベースに、運航内容の高度さに応じて企業独自の
フィードバックの仕組みを講じることを推奨する想定

無人航空機に係る事故／重大インシデントの報告書

ACCIDENT / SERIOUS INCIDENT REPORT OF UAS

Date: 年 月 日

国土交通大臣 殿
Minister of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

氏名
Name
住所
Address

【事件】航空法第122条の1第2項及び同法施行規則第238条の10の規定に基づき、次のとおり報告します。
In accordance with the provisions of paragraph 12 of Article 122-10 of the Civil Aviation Law and Article 238-10 of the Civil Aviation Regulation, I submit an ACCIDENT REPORT OF UAS as follows.

【重大インシデント】航空法第122条の1及び同法施行規則第238条の10の規定に基づき、次のとおり報告します。
In accordance with the provisions of Article 122-10 of the Civil Aviation Law and Article 238-10 of the Civil Aviation Regulation, I submit a SERIOUS INCIDENT REPORT OF UAS as follows:

1. 無人航空機を飛行させた者 (通報者)
Remote Pilot
氏名
Name
住所
Address
2. 発生日時
Date and Time of the occurrence
年 月 日 時 分 JST (日本標準時)
3. 発生場所
Location of the occurrence
(地図も添付のこと。Attach map.)
4. 飛行の許可/承認 (※1)
Permit / Approval of the Flight
許可/承認年月日 年 月 日 許可/承認番号
Permit / Approval No.
5. 無人航空機の情報
Identification of the UAS
登録記号等
Registration ID etc.
型式
Type
製造番号
Manufacturer
製造番号
Serial No.
機体の使用番号
Operator of UAS
その他
Other
6. 出発地及び到着予定地
Departure Point and
Planned Destination Point
出発地
Departure Point
到着予定地
Planned Destination Point
7. 当該飛行の目的及び概要
Purpose and Overview of
the Flight
8. 事故/重大インシデント報告の概要
Summary of the ACCIDENT
/ SERIOUS INCIDENT
9. 人の死傷(軽傷を含む)
Details of the death or injury
物件の損壊状況 (※2)
The damage to any property
10. 機体の損壊状況
Details of the damage to UAS
11. その他参考事項 (※3)
Other references
(死傷者がある場合にその者の氏名)
Name of killed or injured person, if applicable
(※1) 該当する場合は記載する。 Fill in if applicable.
(※2) 詳細に詳細を記載する。 Fill in the details in Attachment.
(※3) 詳細に詳細を記載する。 Fill in the details in Attachment.

○提出先
本報及び必要に応じて別紙を、飛行の許可/承認を受けた官署等、担当の航空局関係官署等に提出する。 Submit
this Report and Attachment (as necessary) to the relevant government office in charge.

出典:無人航空機の事故及び
重大インシデントの報告要領
(2022年11月4日制定)

付録:ハザード特定手法案共有

ハザード特定手法案 – Proactive

- Proactiveのハザード特定手法に関するガイドラインの記載としては、特定の手法を指定するのではなく、「何らかの手法で網羅的に検討を行うこと」を推奨する想定。また、本事業内で国内外有識者ヒアリングを通して有力な手法を検討していく。

本事業ガイドラインで例示する想定の手法例

手法名	概要	参考リンク
HHM (Hierarchical Holographic Modeling)	複数の階層的構造が存在するシステムを対象とし、多面的に記述・オーバーラップすることで全体のリスクシナリオを特定する手法	Risk Modeling, Assessment, and Management, 3rd Edition
HAZOP (Hazard and Operability Study)	十分な設計情報があり、大幅な変更がないと思われる複雑なプロセスを対象とし、標準化されたガイドワード・プロセスパラメータのリストを用いてハザードを特定する手法	HAZOP Study
HAZID (Hazards Identification)	プロセス設計を初期段階でレビューし、経験豊富な議長を立て、複数チームを招いたワークショップを行う手法	Introduction to HAZID (Hazard Identification)
What-If/Checklist	プロセスステップをレビューし、構造化されたブレインストーミングを行う手法	“WHAT-IF” HAZARD ANALYSIS
FTA (Fault Tree Analysis)	ハードウェアおよびソフトウェア制御の欠陥を対象とし、問題発生の可能性や頻度を構成要素のパラメータにより評価する手法	INCLUDING SYSTEMATIC FAULTS INTO FAULT TREE ANALYSIS
FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)	有害事象が発生する前に、システムまたはプロセスにおける潜在的な問題・予期せぬ結果の影響を特定する構造的な手法 日本海事協会の 海事リスク評価ガイドライン でも使用されている	Guidance for Performing Failure Mode and Effects Analysis with Performance Improvement Projects
LOPA (Layers of Protection Analysis)	明確に定義された基準を用いて分析する、ハザード特定後のリスク評価を含む手法。ハザードシナリオを「開始事象」「セーフガード」「結果」「イネーブラ」等の要素で構成している	Layers of Protection Analysis
その他の手法	上記手法に限定せず、網羅的に検討を行っていることが示せるものであれば利用可能とする	

⇒上記複数の手法に共通する観点として、「プロセス」や「構成要素」による分解が挙げられる

ハザード特定手法案 – Proactive – ハザードリストサンプル

- 前ページで述べた事業者が独自に行うハザード特定を補強するものとして、一般的なハザード例を本事業内で作成することを想定。作成の際は、Order 8040.6やEUROCAE ED-279等のUASを対象とした参考文献も使用する。

ハザードリストサンプル案(一部抜粋)

分類		ハザード	ハザードの参考元
内部	技術的要因	- 揚力の生成、速度制御、方向制御機能の不備 - 障害物、交通環境、天候等の情報取得不備 - 離着陸場の不備 - サイバーセキュリティの不備 (DoS/DDoS、スプーフィング、ハイジャック、マルウェア等)	- EUROCAE ED-279 - Order 8040.6 - SORA
	組織的要因	- コミュニケーション手段や用語の周知に関する不備 - 人員の訓練の不備 - 手順作成および実運用環境下での検証に関する不備	ICAO Doc 9859 SMM
	人的要因	- 操縦者のヒューマンエラー - 整備、点検者のヒューマンエラー - 飛行前計画作成時のヒューマンエラー - 労働者の疲労	- ICAO Doc 9859 SMM - Order 8040.6
外部	周辺環境要因	- 悪天候 - 視認性の低下	Order 8040.6
	他機との干渉要因	- 信号受信器の異常 - 交通上のコンフリクト - 有人機からUAの視認不可	Order 8040.6

※上記分類はICAO Doc 9859 SMMをはじめとする参考文献の記載を基に再構成。
※ここに記載しきれないものも含め、72個のハザードの具体的内容が確認できている。

7.4

付録

ハザードリスト ドラフト

付録：ハザードリスト ドラフト

ハザードリストドラフト

- 今回行った後述の弊社検討にて、下記の1対多運航特有のハザードを特定した。これらのハザードについて、1対多運航の適合性証明ガイドラインで考慮すべき事項として反映している。

ハザードリスト

分類		ハザード	1対多運航特有のハザード
内部要因	技術的要因	- 揚力の生成、速度制御、方向制御機能の不備 - 障害物、交通環境、天候等の情報取得不備 - 離着陸場の不備 - サイバーセキュリティの不備（DoS/DDoS、スプーフィング、ハイジャック、マルウェア等） - ヒューマンマシンインターフェースの不備	- ヒューマンマシンインターフェースの情報過多（ヒューマンマシンインターフェースの不備の一例） - 通信量の増加 - 複数機間の混線
	組織的要因	- コミュニケーション手段や用語の周知に関する不備 - 人員の訓練の不備 - 手順作成および実運用環境下での検証に関する不備	- 一機の緊急対応時における他機体の注意力低下・対応不可 - 同時多発的緊急時の対応経験の不足 - 運航の遅延や中止の連鎖的発生
	人的要因	- 操縦者のヒューマンエラー - 整備、点検者のヒューマンエラー - 飛行前計画作成時のヒューマンエラー - 労働者の疲労	- 機体の取り違い（操縦者のヒューマンエラーの一例） - 情報量やタスクの多さによるキャパシティ超過（操縦者のヒューマンエラーの一例）
外部要因	周辺環境要因	- 悪天候 - 視認性の低下 - 悪意の第三者による攻撃	悪意の第三者による複数機同時攻撃
	他機との干渉要因	- 信号受信器の異常 - 交通上のコンフリクト - 有人機からUAの視認不可	

右列の1対多運航特有のハザードについて、ガイドラインのハザード一覧に記載している

ハザード特定手法 – 第4回勉強会資料再掲

- 汎用的なハザードリストを作成するためWhat-If法を使用する旨を第4回勉強会でお話したが、その後JAL様へのヒアリングも踏まえ、より網羅的な検討を実施したことが論理的に説明できるHHM法を検討した。

本事業ガイドラインで例示する想定の手法例

変更	手法名	概要	参考リンク
	HHM (Hierarchical Holographic Modeling)	複数の階層的構造が存在するシステムを対象とし、多面的に記述・オーバーラップすることで全体のリスクシナリオを特定する手法	Risk Modeling, Assessment, and Management, 3rd Edition
	HAZOP (Hazard and Operability Study)	十分な設計情報があり、大幅な変更がないと思われる複雑なプロセスを対象とし、標準化されたガイドワード・プロセスパラメータのリストを用いてハザードを特定する手法	HAZOP Study
	HAZID (Hazards Identification)	プロセス設計を初期段階でレビューし、経験豊富な議長を立て、複数チームを招いたワークショップを行う手法	Introduction to HAZID (Hazard Identification)
	What-If/Checklist	プロセスステップをレビューし、構造化されたブレインストーミングを行う手法	“WHAT-IF” HAZARD ANALYSIS
	FTA (Fault Tree Analysis)	ハードウェアおよびソフトウェア制御の欠陥を対象とし、問題発生の可能性や頻度を構成要素のパラメータにより評価する手法	INCLUDING SYSTEMATIC FAULTS INTO FAULT TREE ANALYSIS
	FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)	有害事象が発生する前に、システムまたはプロセスにおける潜在的な問題・予期せぬ結果の影響を特定する構造的な手法 日本海事協会の 海事リスク評価ガイドライン でも使用されている	Guidance for Performing Failure Mode and Effects Analysis with Performance Improvement Projects
	LOPA (Layers of Protection Analysis)	明確に定義された基準を用いて分析する、ハザード特定後のリスク評価を含む手法。ハザードシナリオを「開始事象」「セーフガード」「結果」「イネーブラ」等の要素で構成している	Layers of Protection Analysis
	その他の手法	上記手法に限定せず、網羅的に検討を行っていることが示せるものであれば利用可能とする	

⇒ 上記複数の手法に共通する観点として、「プロセス」や「構成要素」による分解が挙げられる
網羅的に検討を行ったことが説明でき、後から確認できる方法として、JAL様にヒアリングを行いHHM法に基づく分析を検討

付録：ハザードリスト ドラフト

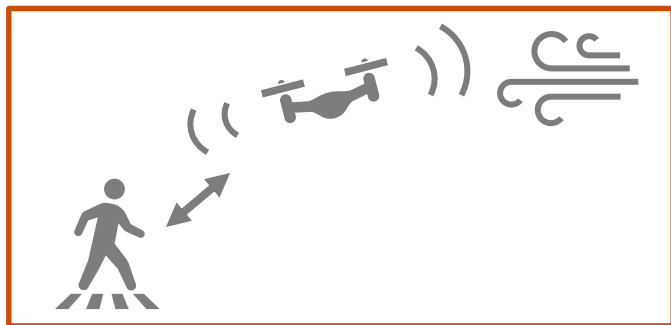
「リスクシナリオ」と「ハザード」の関係

- 今回実施したHHM法はリスクシナリオを特定するものと原文に記述されている。ハザードの特定においては、様々な角度からのアイディエーションが必要であり、今回はリスクシナリオを洗い出したうえでその中に存在するハザードを整理した。

「リスクシナリオ」と「ハザード」の関係

リスクシナリオ

1つ以上のハザードの存在に基づき、
アクシデントやインシデントにつな
がる可能性のある状況



ハザード

予期せぬ強風などのアクシデントやイン
シデントにつながる可能性のある要因

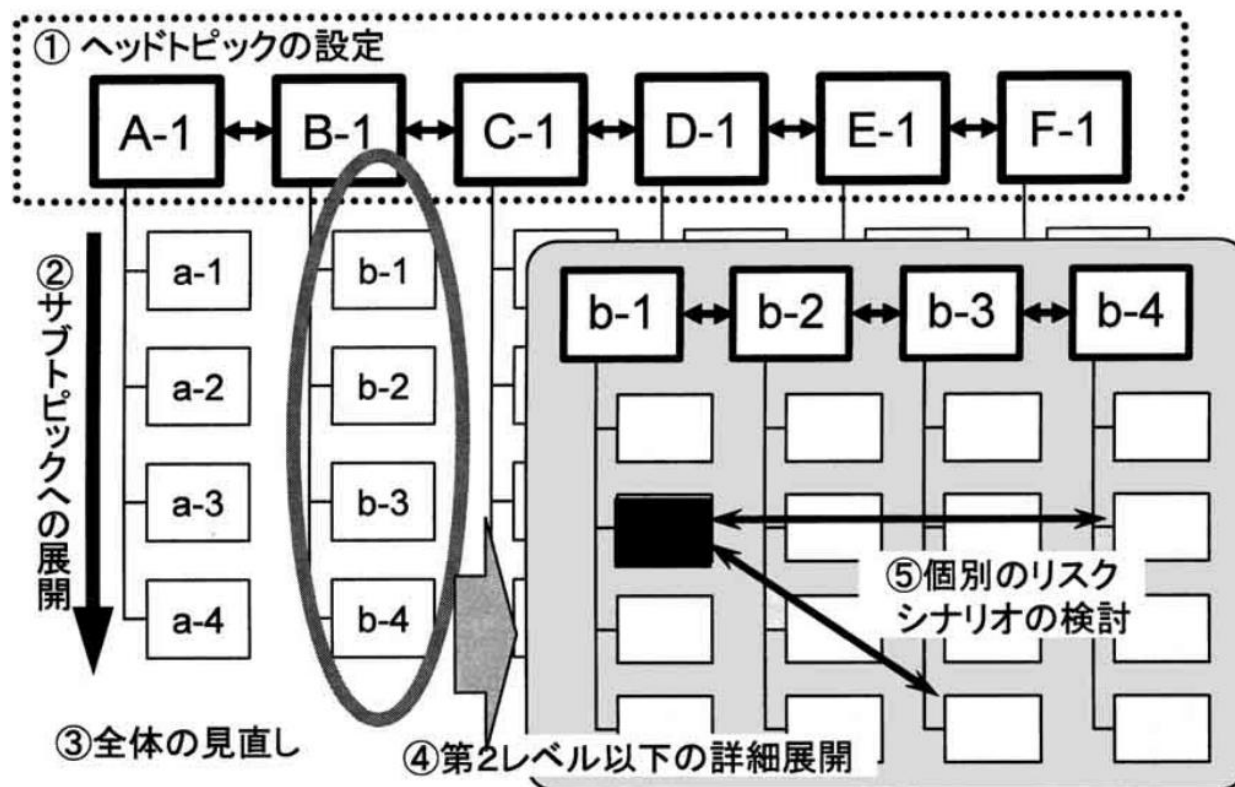


今回のHHM法による検討では、リスクシナリオ特定を行い、その中に存在するハザードについて整理を行った

HHM法の基本的な考え方

- 同じ事象を多面的に見るヘッドピックの設定と、ヘッドピックの内訳分類によるサブピックの設定を行い、要素間の組み合わせを確認することで漏れのない検討を実施する。

HHMによるリスク特定のイメージ



上図では第2レベルの詳細展開が描かれているが、今回の弊社検討ではある程度の汎用的なケースを想定していることから、まず第1レベルのサブピックにてリスクシナリオを検討し、それらをハザードに落とし込み整理することとした

- HMM法に基づき、トピックおよびサブトピックを整理し、異なるサブトピックの組み合わせを1つずつ想定し、新規のリスクシナリオがないか確認を行った。

第1レベルのサブトピック(+1対多運航)

[illegible]

171

付録：ハザードリスト ドラフト

弊社実施結果(1/2)

- ・ 網羅的な組み合わせをひとつずつ検証した結果として、以下の1対多運航に関する新規リスクシナリオを特定した。

弊社HHM実施により特定されたリスクシナリオ

リスクシナリオ	ハザードリストへの追加対応、又は追加しない理由
・ カメラ映像に差がなく、機体を取り違える	・ 「機体の取り違い」として追加
・ ある機体の遅延が他機体の準備遅延につながる	・ 「運航の遅延や中止の連鎖的発生」として追加
・ 離陸時に注目している機体以外への注意がおろそかになる	・ 「一機の緊急対応時における他機体の注意力低下・対応不可」として追加
・ 確認する情報量が多く、操縦者のキャパシティを超過する	・ 「情報量やタスクの多さによるキャパシティ超過」として追加
・ 複数機を同時管理していることが原因で地上障害物の発見に時間がかかる	・ 「情報量やタスクの多さによるキャパシティ超過」として追加
・ 複数機を同時管理していることが原因で空中障害物の発見に時間がかかる	・ 「情報量やタスクの多さによるキャパシティ超過」として追加
・ 同時多発的な機体の緊急事象発生時の検知・対応が遅れる	・ 「情報量やタスクの多さによるキャパシティ超過」として追加
・ 通信許容量の超過、複数機間の混線	・ 「通信許容量の超過」及び「複数機間の混線」として追加
・ ヒューマンマシンインターフェースの情報過多	・ 「ヒューマンマシンインターフェースの情報過多」として追加
・ マニュアルで想定していない同時多発的ハザードの特殊な組み合わせにより、対応猶予時間が短縮される	・ 「一機の緊急対応時における他機体の注意力低下・対応不可」として追加
・ 複数機それぞれの情報を伝達することでオペレーターの作業量がキャパシティを超過する	・ 「情報量やタスクの多さによるキャパシティ超過」として追加
・ 疲労により複数機の監視が十分に行えなくなる	・ 追加しない。理由：既存の疲労に関する項目のうちに含まれるため

付録：ハザードリスト ドラフト

弊社実施結果(2/2)

- ・ 網羅的な組み合わせをひとつずつ検証した結果として、以下の1対多運航に関する新規リスクシナリオを特定した。

弊社HHM実施により特定されたリスクシナリオ

リスクシナリオ	ハザードリストへの追加対応と理由
・ 同時多発的な緊急対応の知識はあるが実務能力がなく、とっさに動けない	・ 「同時多発的緊急時の対応経験の不足」として追加
・ オペレーションシステムの不具合により同時に複数機への対処を求められ、対応人員が不足する	・ 「一機の緊急対応時における他機体の注意力低下・対応不可」として追加
・ 管制システムや監視システム等の不具合により一部の機体の情報が取得できなくなり、その対応を行っている間他機体の対応が手薄になる	・ 「一機の緊急対応時における他機体の注意力低下・対応不可」として追加
・ 1機に対するハッキングを入り口に、他の機体にサイバー攻撃が波及する	・ 追加しない。理由：既存のサイバーセキュリティに関する項目のうちに含まれるため
・ 悪意の第三者が複数機同時に接近した際に対処が間に合わない	・ 「悪意の第三者による複数機同時攻撃」として追加
・ 荷物関連のオペレーションの複雑さが1対多運航に加わることで操縦者のキャパシティを超過する	・ 「情報量やタスクの多さによるキャパシティ超過」として追加
・ 狭いエリアでの複数機飛行により、衝突可能性が上がる	・ 追加しない。理由：今回主に検討している複数ルートでの1対多運航に該当しないため
・ 同時多発的にハザードが発生した場合に組織の対応キャパシティを超過する	・ 「一機の緊急対応時における他機体の注意力低下・対応不可」として追加
・ 機体を取り違い誤った指示を出す	・ 「機体の取り違い」として追加
・ 機体の取り違い計画外飛行が発生する	・ 「機体の取り違い」として追加
・ オペレーターが1対多運航の能力を有していない	・ 追加しない。理由：既存の訓練に関する項目のうちに含まれるため

【参考】用語の定義の認識合わせ

- 「ハザード」「リスク」など混同しやすい用語については、今後の議論を円滑に進める上で共通の定義を用いるべきであり、航空局やFAAの定義を参考にこの場で改めて認識合わせを行う。

用語の定義



用語	定義	定義参照元
ハザード	危険要因。航空事故その他の航空の安全運航に影響を及ぼす事態を引き起こす可能性のある要因	航空局:安全管理システムの構築に係る一般指針
リスク	危険度。ハザードが引き起こす事態について予測される発生確率及び重大度の組合せ	同上
アウトカム	ハザードがもたらす結果。実際に発生した影響、または定義されたシステム状態にハザードが存在する場合に予測された影響	FAA:Order 8040.6 UAS Safety Risk Management Policy
インシデント	事故以外で、業務の安全性に影響を与える、または与える可能性のある事象	同上
アクシデント	死亡、傷害、または装置もしくは財産の損害につながる、計画外の事象または一連の事象	同上