

ReAMoプロジェクト シンポジウム

実施者名：PwCコンサルティング合同会社

研究開発項目①(3)

ドローンの1対多運航を実現する適合性証明手法の開発

2024年5月10日

1. 事業概要（背景・目的、目標、実施内容）
2. これまでの取組
3. 今後の取組

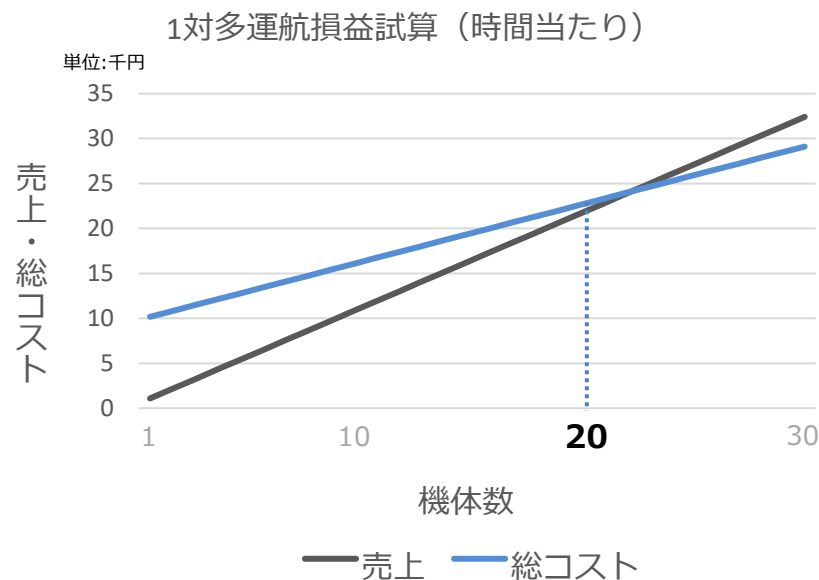
1. 事業概要：背景・目的 1/2

本事業の背景

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。

物流の2024年問題や労働人口減少等の社会問題の解決に向け、ドローンの利活用が期待される中、**運航にかかる人件費がボトルネック**になっており、1対多運航によるコスト圧縮により解決が期待される。

物流観点では、操縦者対機体の比率 = 1:20 前後が損益分岐点と試算※1。



本事業の目的

国内事業者の1対多運航を伴うドローンサービス社会実装の促進に資する情報の提供

1. 事業概要： 背景・目的 2/2

米国テキサス州北部のダラス・フォートワース複合都市圏（人口約770万人）では、ウォルマートが人口の7割をカバーするドローン配送を実現しようとしている。



1. 事業概要：目標

本事業の目標（2024年度末まで）

国内におけるドローンの1対多運航事例集
（主にカテゴリーⅡ※¹を想定した低リスクな運航）
の取りまとめ

海外法規制調査結果を踏まえた国内における
1対多運航において求められると推察される要件
（主にカテゴリーⅢ※¹を想定した中リスクな運航）
の取りまとめ

		操縦者と機体の比率	
		~1:5 （低リスク）	1:5~1:20 （高リスク）
飛行 カテ ゴリ	Ⅱ	国内事例集	
	Ⅲ		海外調査 レポート

本事業のインパクト

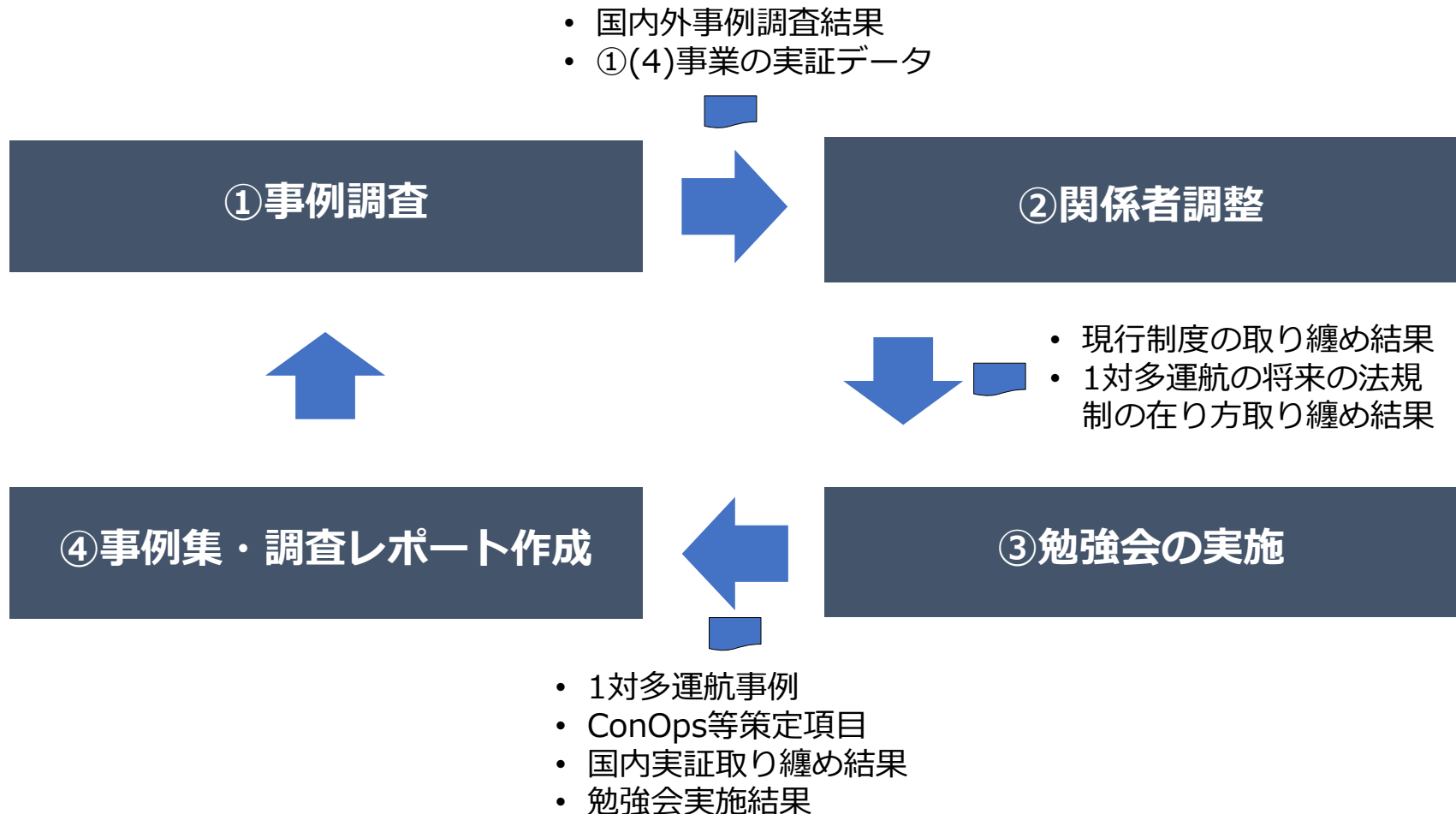
本事業で作成する「事例集・調査レポート」は、無人航空機の1対多運航の機体・システム、運航者、操縦者に求められると想定される対応を取りまとめるため、1対多運航の機体開発や運航に取り組む組織の要件検討や航空局への申請に際して参考となる。

また、海外の有識者にも意見ヒアリングしながら作成する予定であり、欧米の法規制とも整合した事例集・調査レポートとすることで、欧米の制度を視野に入れた事業者の取り組みの参考となる。

※¹ カテゴリーⅡ：無人航空機の飛行経路下において第三者の立入を制限した上で行う飛行（第三者の上空を飛行しない）
カテゴリーⅢ：は第三者の立入を制限せず行う飛行（第三者の上空で目視外飛行等の特定飛行を行う）

1. 事業概要：実施内容

①事例調査、②関係者調整、③勉強会、④事例集・調査レポート作成を実施



2. これまでの取組：①事例調査

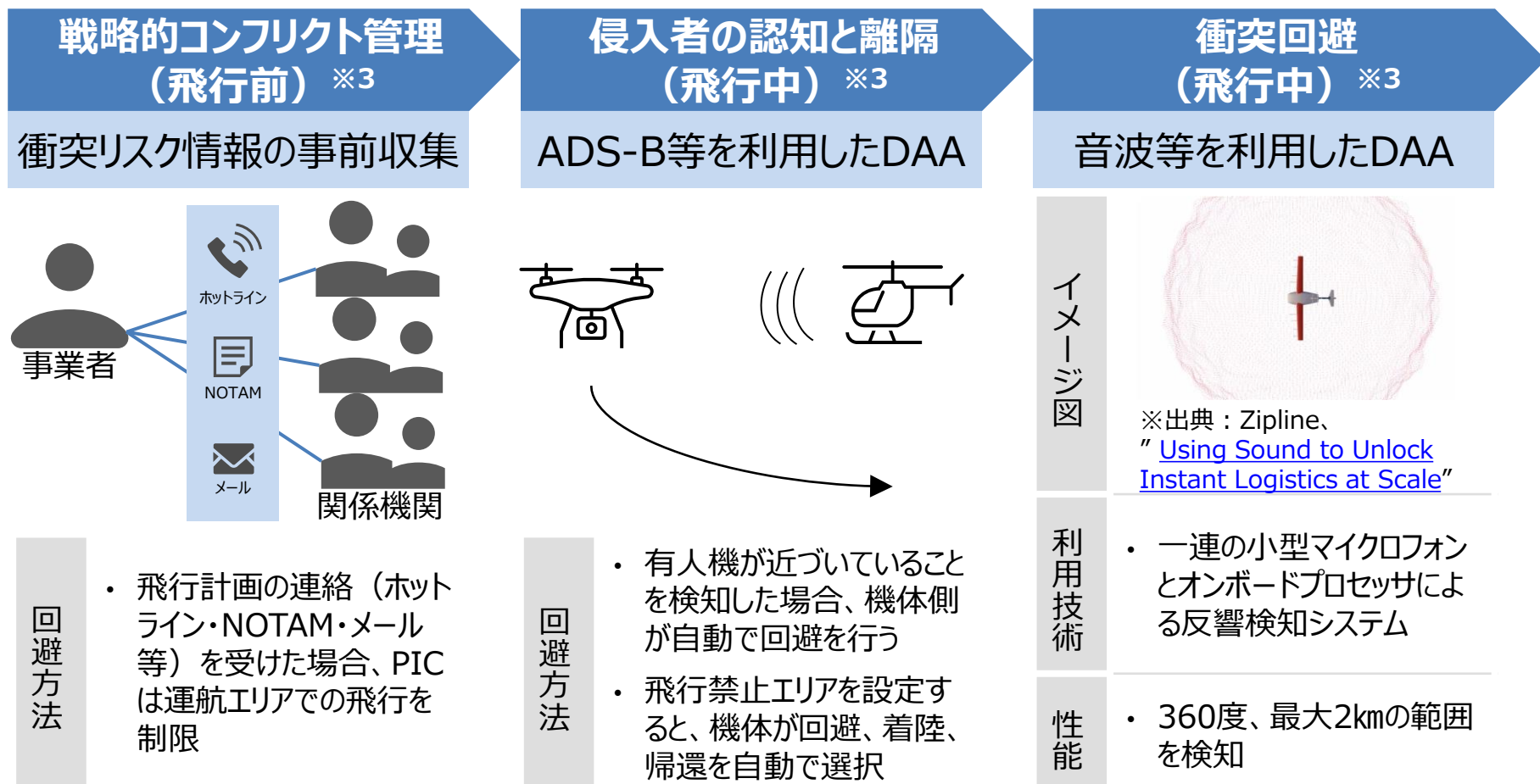
海外では、少なくとも9社が1対多運航を行っており、国内では6社が1対多運航の実績を有している。

項目	カテゴリ	実施対象事業者 (商業飛行)
海外事業者	物流	Zipline
	物流	Wing
	物流	UPS Flight Forward
	物流	Swoop Aero
	物流	Manna
	物流	DroneUp
	物流	Wingcopter
	物流	ST Engineering
	物流・点検	HHLA

項目	カテゴリ	実施対象事業者
国内事業者	物流	楽天グループ
	警備	KDDI
	物流	JAL
	物流	イームズロボティクス
	物流	そらいいな
	点検	NTTデータ

2. これまでの取組：①事例調査

海外では、関係機関とのホットライン、ADS-B ※¹、機上の音波センサー、といったDAA技術※²を用いることで補助者なしの目視外有人地帯上空飛行・1対多運航を実現している。



※¹ ADS-B：航空機が絶えず自分の位置や高度の情報を発信するシステム。航空機の航空機器や地上インフラで連携し、正確な監視を可能とする。

※² DAA：Detect and Avoid（衝突回避機能）

※³ 出典：ICAO、" Global Air Traffic Management Operational Concept"、2-11

2. これまでの取組： ②関係者調整 1/2

航空局様と型式証明の要件の緩和や、操縦者の訓練・テスト、衝突回避の手段といった1対多運航を実現する上で重要な論点について協議している。

日米のギャップ

①19110 C&Ls 2※1：型式証明に関する緩和

米国では型式証明手続きが完了していない状態で、特定エリア内のPart 135※2飛行許可を与えている

②19111B C&Ls 75：DAA使用時のVOの役割軽減

米国ではDAA利用時にVOの空中リスク監視義務・常時通信義務を免除している

③19111B C&Ls 87, 88：操縦者の訓練・テスト

米国では各事業者固有の訓練・テストプログラムに対しFAAが審査・承認を行っている

論点

■ 以下の3観点で要件検討が必要ではないか

- 要件の緩和
 - 申請者が自己判断した安全基準に基づき蓄積されたデータを型式認証申請に使用可能にする
- 要件の具体化
 - 海外で蓄積されたデータ使用を許容すると明記する
- 要件のパターン化
 - 型式認証変更時の対象範囲のパターン化といった、米国で運用されている仕組みを設ける

■ DAA機能を有する機体・システムを利用した運航では、空中リスクのケアが十分になされているものとみなすことが必要ではないか

■ 申請者が独自に用意する訓練・テストプログラムに対して航空局様がその内容を承認する仕組みを設けることが必要ではないか

※1 現在FAAは5社に対し、Part135 exemption を付与し、ドローン配送をはじめ（※2参照）とする商業運航を認可している。
表記はそのExemption 番号である。

※2 Part 135は、無人航空機が視界外（BVLOS）で他者の財産を報酬と引き換えに運搬するための唯一の制度である。
Part135がないとドローン配送のような事業を行うことは現状難しい。

2. これまでの取組： ②関係者調整 2/2

航空局様と型式証明緩和や、操縦者の訓練・テスト、衝突回避の手段といった1対多運航を実現する上で重要な論点について協議している。

日米のギャップ

④19111B C&Ls 56：1対多運航の検証テスト

米国では1対多運航の比率引き上げの際、FAAが必要とした場合には検証テストを行っている

⑤19111B C&Ls 41：衝突回避(ADS-B搭載)

米国では衝突回避の要求に対し、各事業者がADS-Bを用いた対策を講じている

⑥Part 135：オペレータ認証

米国ではオペレータが認証付与の対象となっている

論点

- 1対多運航の検証テストを行うようにすることが必要ではないか
 - 過去に同様のパイロット:機体比率での飛行実績がない場合に実施
- ADS-Bの普及が米国のように進んでいない状況を鑑み、以下の戦術的・戦略的対策が必要ではないか
 - 戦術的対策：米国で承認されているDAA機能と同等水準の機能の具備することで有効な空中での衝突回避手段を講じているとみなす
 - 戦略的対策：FOSTER-Copilotによりドクターヘリを確認し、その他関係者とのホットラインを設けることを有効な空中での衝突回避手段と認める
- 航空局Webサイトに指定事業者として掲載し、類似する申請を他エリアで行う際に審査の簡略化を行うことが必要ではないか
 - カテⅢの承認取得実績があることが前提
 - 業界団体等の検査によって組織的な安全対策を行っている（ICAO SMSを想定）事業者を選定

2. これまでの取組：③勉強会の実施

経済産業省様、NEDO様、研究開発項目①(4)の実施者様等と、1対多運航の実現に向けて海外の事例や国内実証での課題・解決方法を共有している。

参加者

- 経済産業省様
- NEDO様
- 楽天グループ様
- KDDI様
- 日本航空様
- イームズロボティクス様
- 東京大学様

以下のメンバーは一部参加

- IPA デジタルアーキテクチャ・デザインセンター (DADC) 様
- 三菱総合研究所様

2023年度勉強会の概要

第6回	- 前年度の内容振り返り - 航空局様との議論、海外事業者ヒアリングの想定内容共有 1対多運航特有のハザードとその対策
第7回	- 航空局様との議論結果共有 - 本年度実証に向けた航空局様への説明事項案共有 - NASA m:N WG, SORA M2 MoC等の情報共有
第8回	- 航空局様ヒアリング内容共有 ①(4)事業者実証計画共有 - 米国BVLOS承認の要点共有 - 日欧豪の現行制度比較の共有
第9回	- 事例集ドラフト版の説明 ①(4)事業者様の飛行申請状況等共有 - 海外事業者現地調査結果の共有
第10回	- 事例集・調査レポートの進捗共有 - 米国の飛行申請承認に関連した航空局様と議論予定の内容共有 ①(4)事業者様の実証報告

2. これまでの取組：③勉強会の実施

米国で具体化された自動・自律化した目視外飛行の要件（BVLOS Exemption）について説明会を行い、調査結果を広く共有する活動も実施している。

説明会資料の抜粋

10. C&Lsの重要項目に関する詳細説明

Exemption No.19111B, 18339D – C&Ls No.41, 48: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について

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、FAAI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

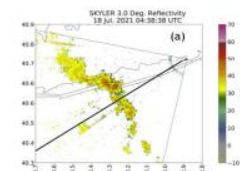
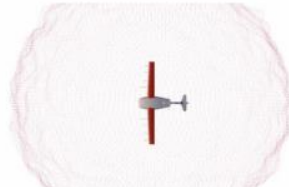
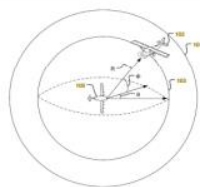
DAAに関する議論

- 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
- FAAI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**
- FAAI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



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.

説明会の動画、
資料は[こちら](#)



2. これまでの取組：④事例集・調査レポート作成

国内事例集ではReAMo①(4)の事例を中心に1対多運航を実施する際の示唆を導出。

国内事例集の目次

1. 一般項目
2. 1対多運航事例紹介
 - 2.1. 楽天グループ事例
 - 2.1.1 事例概要
 - 2.1.2. 必要書類とその記載内容
 - 2.1.3 申請添付書類とその記載内容
 - 2.1.4. 航空局との調整事項
 - 2.1.5. 航空局申請外の情報
 - 2.2. KDDI事例
 - 2.3. 日本航空事例
 - 2.4. イームズロボティクス事例
 - 2.5. そらいいな事例
 - 2.6. NTTデータ事例
3. 事例から見る考察
 - 3.1. 機体・システム
 - 3.2. 操縦者
 - 3.3. 体制

事例集作成目的と要旨

目的

- 国内ですでに1対多運航の実証を行っている事業者の申請資料、添付・補足資料、航空局との調整内容、参考情報等を取りまとめることで**後続事業者の申請円滑化を目的としたもの**

要旨

- 掲載した事例では、カテゴリーⅡの飛行申請において1対多運航を理由とする**追加の安全対策は要求されていない**。
- 一方、より自動化された機体による目視外且つ1対多運航でどのような要件が課されるかは、今後の重要な検討事項となる。

2. これまでの取組：④事例集・調査レポート作成

海外調査レポートでは、海外法制度、海外事例を取り上げ、1対多運航特有の要件と認められる米国のExemptionと日本の法制度の比較を行い追加要件を考察。

海外調査レポートの目次

1. 一般項目
2. 日本における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
 - 3.1. 米国
 - 3.2. 欧州
 - 3.3. カナダ
 - 3.4. 豪州
4. 海外における1対多運航事例
 - 4.1. 米国代表事例にみるC&Ls重要項目
 - 4.2. 海外事例概要
 - 4.3. 海外事例の機体・システム
 - 4.4. 海外事例の操縦者
 - 4.5. 海外事例の体制
5. 1対多運航の議論
 - 5.1. 米国における1対多運航の議論
 - 5.2. 欧州における1対多運航の議論
 - 5.3. 国際団体における1対多運航の議論
6. 海外と日本の制度比較（一部次年度対応）
7. 国内事業者の意見（次年度対応）

海外調査レポート作成目的と要旨

目的

- ・ 国内事業者が日本の制度に則り**カテゴリーⅢや多数機（20機程度）の1対多運航**といった高度な運航を実施しようとする際に**遵守すべき要件を特定する**。
- ・ 海外制度、先進事例・議論を共有することにより、**国内プレイヤーによる申請円滑化を目指す**。

要旨

- ・ 各国の制度を見ると、**米国で2023年に承認されたBVLOSを含むExemptionが1対多運航に関する最も具体的な要件である**。
- ・ よって本書では、特に米国と日本の制度を詳細に比較している。比較の結果、機体・システム、操縦者、体制それぞれについて**米国では追加的な要件を課していることが分かった**。

3. 今後の取組

今後新たに公開される米国Part 108案や国内外事例から国内の法規制や運航者としての課題・解決策を具体化していく。

インプット

ReAMo内
国内事業者

ReAMo外
国内事業者

海外事業者

国際団体・
規制当局

• 1対多運航事例情報

• 1対多運航制度情報
(特に**米Part 108**,
JARUS SORA 3.0は
既存の国内制度にも
関係しており、影響大)

アウトプット

事例集

- 国内の1対多事例概要
- 事例における提出書類
- 事例からみる考察 等

調査
レポート

- 海外の1対多事例概要
- 海外の1対多関連法規
- 海外の1対多議論 等
- 国内と海外の事例からみる
法規制の差分
- 国内と海外の事例からみる
事業者に必要なケイパビリティ
の差分