

ReAMo 研究開発項目①性能評価手法の開発

(3) ドローンの1対多運航を実現する適合性評価手法の開発

多数機同時運航 海外調査レポート

PwC コンサルティング合同会社

2025 年 3 月 31 日

目次

1. 一般項目	4
1.1. 目的	4
1.2. 想定読者	4
1.3. アプローチと本書の構成.....	4
1.4. 用語の定義	5
2. エグゼクティブサマリー	7
3. 多数機同時運航を取り巻く諸外国制度.....	8
3.1. 米国における多数機同時運航の扱い	10
3.1.1. 米国における機体・システム要件	11
3.1.2. 米国における操縦者要件	13
3.1.3. 米国における体制要件.....	15
3.1.4. 米国における運航事業者要件.....	17
3.2. 欧州における多数機同時運航の扱い	21
3.2.1. 欧州における機体・システム要件	42
3.2.2. 欧州における操縦者要件	44
3.2.3. 欧州における体制要件.....	47
3.2.4. 欧州における運航事業者要件.....	47
3.3. カナダにおける多数機同時運航の扱い.....	48
3.3.1. カナダにおける機体・システム要件.....	49
3.3.2. カナダにおける操縦者要件	51
3.3.3. カナダにおける体制要件	51
3.3.4. カナダにおける運航事業者要件	54
3.4. 豪州における多数機同時運航の扱い	55
3.4.1. 豪州における機体・システム要件	57
3.4.2. 豪州における操縦者要件	57
3.4.3. 豪州における体制要件.....	59
3.4.4. 豪州における運航事業者要件.....	61
4. 諸外国における有人地帯上空での多数機同時運航事例	62
4.1. Wing 事例（調査時期：2023 年 12 月）	63
4.1.1. Wing の機体・システム	64
4.1.2. Wing の操縦者	66
4.1.3. Wing の体制.....	68
4.2. Zipline 事例（調査時期：2023 年 12 月）	71
4.2.1. Zipline の機体・システム.....	71

4.2.2.	Zipline の操縦者	74
4.2.3.	Zipline の体制	75
4.3.	Swoop Aero 事例（調査時期：2023 年 12 月）	77
4.3.1.	Swoop Aero の機体・システム	77
4.3.2.	Swoop Aero の操縦者	78
4.3.3.	Swoop Aero の体制	78
4.4.	Manna Drone Delivery 事例（調査時期：2024 年 11 月）	79
4.4.1.	Manna Drone Delivery の機体・システム	79
4.4.2.	Manna Drone Delivery の操縦者	80
4.4.3.	Manna Drone Delivery の体制	80
4.5.	Amazon Prime Air 事例（調査時期：2025 年 2 月）	81
4.5.1.	Amazon Prime Air の機体・システム	81
4.5.2.	Amazon Prime Air の操縦者	81
4.5.3.	Amazon Prime Air の体制	81
5.	諸外国における多数機同時運航の議論	82
5.1.	米国における多数機同時運航の議論	83
5.1.1.	FAA における多数機同時運航の議論	83
5.1.1.1.	BVLOS ARC による BVLOS 規則（Part108 案）への提言	83
5.1.1.2.	AAAC による「BVLOS ARC で提言された事項で優先すべき事項」に関する勧告 90	
5.1.1.3.	ASSURE における多数機同時運航に関連する研究	93
5.1.1.4.	FAA 再授權法	101
5.1.2.	NASA m:N Working Group における多数機同時運航の議論	103
5.1.2.1.	2021 年 3 月及び 2022 年 11 月実施	103
5.1.2.2.	2023 年 11 月実施	106
5.1.2.3.	2024 年 3 月実施	108
5.1.2.4.	2024 年 10 月実施	110
5.1.2.5.	Anzen Unmanned による多数機同時運航の研究	114
5.1.3.	米国での視察結果と米国事業者との議論内容	126
5.1.3.1.	Wing の視察結果	126
5.1.3.2.	Manna の視察結果	130
5.1.3.3.	DroneUp の視察結果	132
5.1.3.4.	Zipline の視察結果	133
5.2.	欧州における多数機同時運航の議論	135
5.2.1.	EASA における多数機同時運航の議論	135
5.2.2.	英国 CAA における多数機同時運航の議論	135

5.3.	国際団体における多数機同時運航の議論	137
5.3.1.	ICAO における多数機同時運航の議論	137
5.3.2.	JARUS における多数機同時運航の議論	137
5.3.2.1.	Management of Multiple Simultaneous UA Flight Operation	137
5.3.2.2.	SORA v.2.5 の公開	140
5.3.2.3.	JARUS Plenary での多数機運航に関連する議論（2024 年 11 月実施） 146	
6.	多数機同時運航を取り巻く各国動向から日本が歩むべき未来の考察	147
付録 1 :	Amazon Prime Air に発行された 18601D Exemption	151
付録 2 :	Zipline に発行された 19111D の更新点	187

1. 一般項目

1.1. 目的

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

我が国においては、多数機同時運航に特有な要件は存在しておらず、カテゴリⅢ飛行での多数機同時運航事例は確認されていない。一方で、機体の自動・自律化の向上と合わせて、そのような高度な運航が実施されることが予見される。そのような前例のない運航を行う場合に、本調査レポートにおいて安全な運航に寄与する情報の掲載を目指し、作成された。

1.2. 想定読者

本調査レポートの想定読者は、日本国内でドローンによる多数機同時運航を検討する事業者のうち、特にカテゴリⅢ飛行での多数機同時運航を行おうとする事業者である。それ以外の読者においても、情報については参考になると考えられるが、主に第三者上空での多数機同時運航を前提として取りまとめているために、掲載の安全性要求水準と自身のユースケースに合わせた安全性証明の水準が異なる場合があることに留意されたい。

1.3. アプローチと本書の構成

主要な多数機同時運航事例が確認されている米国、欧州（当局によって状況は異なる）カナダ、豪州を対象に海外制度における多数機同時運航の扱い（[3 章 多数機同時運航を取り巻く諸外国制度](#)）を調査した。加えて、諸外国で観察される事例について、公開情報、現地視察情報、ヒアリング情報をもとに取りまとめている（[4 章 諸外国における有人地帯上空での多数機同時運航事例](#)）。また国際的な議論についても、公開情報や国際的な会議への参加を通して得られた情報を取りまとめている（[5 章 諸外国における多数機同時運航の議論](#)）。

最後にそれらのインプットをふまえて、多数機同時運航において日本が歩むべき未来の一考をアウトプットとしてまとめている（[6 章 多数機同時運航を取り巻く各国動向から日本が歩むべき未来の一考](#)）。

1.4. 用語の定義

用語と定義について、文章内で可能な限り解説は行っているが、特に英語の頭文字語となっている用語を中心に本調査レポート内での定義を記載する。

表 1-4-1. 用語の定義

	内容
AAE	CAA（イギリス民間航空局）における、他の航空機が使用しない/またはごくまれにしか使用しない空域でドローンを飛行させることを可能にする環境のこと。Atypical Air Environment の略
AFR	航空機がトラフィックや気象状況から任意の航路を航行する新しい運航規則のこと。Automated Flight Rules の略
ARC	SORA における空中リスククラスのこと。空中の第三者への重大な怪我等を対象とする。Air Risk Class の略
ARC (FAA)	FAA の航空規則制定委員会。政策や規制の変更の可能性がある課題について、業界等から助言や提言を得るために利用される。Advisory and Rulemaking Committees の略
BVLOS ¹	肉眼で確認できない状況で飛行させる目視外飛行のこと。Beyond Visual Line-of-Sight の略
ConOps	無人航空機の想定される運用のこと。意図する運用のタイプや無人航空機の仕様等を示す。Concept of Operations の略
CRP	CASA（豪州の民間航空安全局）における組織内の無人航空機の運航の安全性と法令順守を確保する責任者。Chief Remote Pilot の略
EAR	EASA が提供する EU 規則と遵守のための受け入れ可能な手段（AMC）およびガイダンス資料（GM）の統合版のこと。無人航空機の運航に関する規則と手続きが含まれる。Easy Access Rules の略
Exemption Conditions & Limitations	Exemption に対して課される条件と制限のこと
GRC	SORA における地上リスククラスのこと。地上にいる第三者への重大な怪我等を対象とする。Ground Risk Class の略
GCS	オペレーターが無人航空機をオブザーブ、コントロール、モニターすることを可能にする地上システム。Ground Control Station の略
NOTAM	航空保安施設、業務、方式及び航空に危険を及ぼすもの等の設定、状態又は変更に関する情報。Notice to Airmen の略
OSO	運航に推奨される安全目標のこと。SAIL によってロバスト性が異なり、ロバスト性を達成す

¹ ACSL、”ドローンの飛行が許可不要になる条件は？ 条件と注意点を解説”

	るために「安全性の水準」と「保証の水準」を示す必要がある。Operational Safety Objectives の略
Part135 exemption	Part135 は FAA の航空運送事業者およびオペレーターの認証のことで、exemption はケースバイケースの判断を要求する際に申請すること
PIC	航空機の運航について直接の責任を負い、最終的な権限を有する者。Pilot in Command の略
ReOC	CASA におけるオペレーター認証のことで、ReOC を取得することで豪州で無人航空機による事業を行うことが可能。Remotely Piloted Aircraft Operator's Certificate の略
RePL	CASA が発行する無人航空機のライセンス。Remote Pilot License の略。
RPA	CASA における免許を持つ遠隔操縦者によって操縦される航空機のこと。Remotely Piloted Aircraft の略
RPAS	ICAO における無人航空機含むシステムのこと。RPA と遠隔操縦ステーション (remote pilot station(s))、必要な C2 リンク、および飛行操作中に必要となる可能性のあるその他のシステム要素で構成される。Remotely Piloted Aircraft System の略
SDSP	天候データや監視・制限情報を提供する補足的データサービス・プロバイダ。Supplemental Data Service Providers の略
SORA	JARUS が開発した、無人航空機システム (UAS) の運航に係わるリスクを評価するための方法論を示したもの。Specific Operation Risk Assessment の略
TMZ	CAA (イギリス民間航空局)における、主に空港周辺等で、航空機の視認性を向上するために航空機に適切な装備を義務付ける空域。Transponder Mandatory Zone の略
UAS	FAA において使用される無人航空機およびその航空機の安全かつ効率的な運用に必要な機器のこと。Unmanned Aircraft System の略
USS	操縦者の UTM 性能要件遵守を支援する無人機サービス提供者。UAS Service Supplier の略
VLOS ²	目視できる範囲内で飛行させる目視内飛行のこと。Visual Line-of-Sight の略
VO	他の航空機、上空または地上の物体を確認し、remote pilot in command や操縦者をアシストする者。Visual Observer の略
1:X	操縦者:機体比率のこと
ドローン	無人航空機のこと、航空法第 11 章では構造上人が乗ることができないもののうち、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるものと定義されている
多数機運航/多数機同時運航	操縦者が多数の無人航空機を同時運航すること (操縦者 1 人が多数機、操縦者複数が多数機を制御することを含む)。多数機運航と多数機同時運航は互換的に使用している。

² 同上

2. エグゼクティブサマリー

本調査レポートは、第三者上空を飛行する多数機同時運航を取り巻く各国の制度、事例、国際議論を取りまとめた。

各国の制度を見ると、米国においては、Part135 への Exemption 申請を行い、Part135 認証事業者としてパッケージ配送といった航空運送事業を行っている。Part135 認証を取得していないと、事業化ができず、無償での配送となる。Part135 では、使用する機体に対し、耐空性証明が求められるが、機体の更新の観点で時間を要する型式証明の制度はほとんど運用されていないのが実態である。現在は、49 U.S.C § 44807 にて特例的に事業者のデータ提出に基づく機体の安全性証明及びその承認がなされている。操縦者については FAA が事業者の訓練内容について承認している。運航体制要件としては Part135 に求められるような有人機相当の厳しい水準をクリアした事業者に対し、運航事業者の認定を行っている。

欧州およびカナダ、オーストラリアでは多数機同時運航の際に Specific Operations Risk Assessment(SORA)を活用したリスク評価を行う。機体・システムへの要件として、OSO に対する適合が求められるが SAIL II 相当の運航であれば型式証明が求められることはない。操縦者については、訓練内容の自己申告が必要となっている。運航体制要件としては、Light UAS operator Certificate (LUC)が効率的に安全を担保するという観点で運用されている。

わが国においては、第三者上空を飛行させる場合、機体要件として第一種型式認証が必要になるが、型式認証は米国の型式証明プロセスを参照する形で作成され運用されている。一方で、米国では Part135 下で運航する事業者は、機体の更新（例：ソフトウェアアップデート）に対する柔軟な対応の観点で 49 U.S.C § 44807 で運用しているのが実態であり、型式証明制度はほとんど運用されていない。また SORA でも SAIL II 相当であれば OSO の適合で型式証明の取得までは求められないことから、リスクを分類した上で要件を課すこと（例えば SAIL II の低リスクの運航であれば型式認証内で別の枠を用意する、等）が必要ではないかと勘案する。操縦者訓練は、多数機同時運航を行う上で複数機を正しく認識し、意思決定し、対応を行う上でも重要な要素であるが、FAA のように訓練を当局承認すべきかどうかは検討すべきである。運航体制要件に関しては、多数機同時運航の場合、リスクが増加するために組織に対して求められる対策も必然的に増えることが想定される。日本では個別の審査がなされている状況だが、今後申請数の増加が見込まれるとすれば、厳しい水準をクリアした運航事業者については認証を行うような仕組みがあってもよいかもしれない。

多数機同時運航は、機体・システム、操縦者、運航体制がますます複合的に絡むようになることが想定される。例えば、人間と機体の自動・自律化の責任と権限の分担をどうしていくか、の議論のように、それぞれの要素として独立して存在していた運航の要素がますます一体となり、その線引きが難しくなることが想定される。今後、わが国でドローンによる配送等を実装した社会を目指す上で、全体として何が必要かを検討し、それらをまとめて推進していくことが不可欠である。

3. 多数機同時運航を取り巻く諸外国制度

この章では多数機同時運航の諸外国制度（米国、欧州、カナダ、豪州）について取り上げる。

米国では 14 CFR § 107.35 の中で、複数機による運航について制限される旨の記載があり、この制限を解除するために、FAA に Waiver 申請を行う必要がある。あるいは物流事業として、Part135 に対する Exemption 申請³を行い、承認を得る必要がある。

欧州では、European Union Aviation Safety Agency (EASA) が主に全体の制度設計を行い、各国の当局がそれに準じる形で、法制度の枠組みが作られている。ドローンの運航を 3 つのカテゴリーに分類し、そのカテゴリーに基づいて申請手続きや要件が課されている。多数機同時運航の観点で制度を見ると、運用カテゴリーの 3 つの分類のうち Specific カテゴリーに分類される。Specific カテゴリーの運航の中で、決められた運航の型に該当しない場合、Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems (JARUS) が作成した Specific Operation Risk Assessment (SORA) を実施することになるが、多数機同時運航の場合も SORA を利用したリスク評価が必要となる。一方で、SORA は多数機同時運航を考慮したリスク評価にはなっておらず、現行の SORA によって多数機運航を承認している国（例えばアイルランド⁴）とそうでない国（例えばドイツ⁵）がある。

カナダでは、Canadian Aviation Regulations (CAR) の Part IX Remotely Piloted Aircraft Systems の Division III (General Operating and Flight Rules) 内 Visual Line of Sight (901.11(2)) 及び、Multiple Remotely Piloted Aircraft(901.40(2))にて多数機同時運航について関連する項目がある。カナダでは目視内飛行でパイロット:機体比率が 1:5 までの飛行であれば、Special Flight Operations Certificate (SFOC) を取得することなく、運航を実施することができる。一方で、目視外飛行の場合は機体数に依らず SFOC が必須となる。多数機の同時運用については、UAS が 1 つのコントロールステーションから多数機の制御を実施することができるデザインでない限り、また製造業者のインストラクションに準拠して運航しない場合は、多数機同時運航は認められていない。

豪州では、Remote Operator's Certificate (ReOC) という商業的な UAS 運用を行う組織が取得する運航事業者認定の制度があり、この ReOC を取得している組織のみ、Civil Aviation Safety Authority (CASA) に対して、BVLOS 承認を申請することができる。この申請の中で、事業者が CASA に対して特定の安全要件を満たすことができるかどうかを示す必要がある。

³ § 107.205 記載の Waiver 申請適用外の運航を行う場合、Exemption 申請が必要になる。§ 107.205 (c) には "Section 107.31—Visual line of sight aircraft operation. However, **no waiver of this provision will be issued to allow the carriage of property of another by aircraft for compensation or hire.**" の記載があり、ドローンによる物流事業としての配送は Waiver の対象外となっている。

⁴ 事業者ヒアリングに基づく

⁵ 事業者ヒアリングに基づく

リスク評価については多数機同時運航の場合、欧州同様に SORA を使用することになるが、SORA は多数機同時運航を考慮していない。一方で、一部の事業者においては現行の SORA を活用し当局に対し、多数機による運航の承認を得たと伺っている⁶。

以降では、諸外国の多数機同時運航を取り巻く制度について、機体・システム、操縦者、運航体制、運航事業者の 4 つの観点でカテゴライズし解説する。

表 3-1. 諸外国の多数機同時運航を取り巻く制度概況

	多数機運航への対応	備考
 米国	○	■ § 107.35 の Waiver を取得するか、Part135 Exemption を取得するかのいずれかで多数機運航が可能
 欧州	△	■ SORA によってリスク評価を行うことが求められるが、SORA は多数機運航を考慮したものになっていない。一方で一部事業者においては SORA を活用し当局から承認を得ており、状況は国ごとに異なる ⁷
 カナダ	○	■ 目視外で多数機同時運航を実施する場合は SFOC が必須となる。併せて、コントロールステーションが多数機同時運航を実施することができるデザインであること、製造業者のインストラクションに準拠して運航することを説明する必要有
 豪州	○	■ ReOC が必須であり、SORA を利用したリスク評価が求められる。多数機同時運航の実施には個別審査を実施

※基準：多数機運航が実施されている場合○。△は一部の国で実施されている状況。

⁶ 事業者ヒアリングに基づく

⁷ 事業者ヒアリングに基づく

3.1. 米国における多数機同時運航の扱い

この節では米国の多数機同時運航の扱いについて解説する。まず米国制度の概要を体系立てて説明したのち、先述した4観点に分けてそれぞれの要件を解説していく。

米国の制度は大きく連邦規則集第14編(以降「14 CFR」)の該当 Part と航空適合証明に関する制度がある。前者の14 CFR の該当 Part は主に2つあり、Part 107 (小型無人機航空機システムに関するもの)、Part 135 (航空運送事業者およびオペレーターの認証に関するもの)がある。航空運送事業を行う場合、Part 135 の要件を満たす必要があるが、その前提として Part 21 (機体に対する認証手続きに関するもの) や Part 61 (資格認定に関するもの)、Part 91 (一般的な運用) の要件を満たすことが求められる。後者の航空適合証明に関する制度は主に機体・システムに関するもので、14 CFR § 21.17 (b)に基づいて定められる特定クラスの航空機に対する型式証明 (Special Class Type Certificate) もしくは、合衆国法典第49編第44807条(以降「49 U.S.C § 44807」)で規定される特定の無人航空機のための特別認可 (Special authority for certain unmanned aircraft systems) の大きく2つに分けることができる。

後段で深掘して説明するが、ここまですを纏めると、多数機運航の航空運送事業に従事する場合、Part 107 に基づく操縦者認証、Part 135 (前提として Part 61、91 の要件充足を含む) の認証、および Part 135 に使用する機体・システムに対して求められる耐空証明の前提として、型式証明もしくは49 U.S.C § 44807 のどちらかが必要になる。

14 CFR § 107.35 には複数機による運航について制限される旨の記載があり、別途この制限事項を解除するために FAA に Waiver 申請を行うことで多数機運航を行うことができる。一方で、§ 107.205 ではドローンによる物流事業としての配送は Waiver の対象外の記載があり、有償のドローン配送は、Exemption 申請のみで対応されている⁸。

⁸ 一部事業者においては Part 107 下や Waiver 申請により配送は行っているが、デリバリーフィーを取っていない状態である。

14 CFRにおけるPart	内容	備考
Part 61	資格認定: パイロット、飛行教官、および地上教官	-
Part 91	一般的な運用	-
Part 107	小型無人航空機システム	ドローンのルールとして一般的に適用される
Part 135	航空運送事業者およびオペレーターの認証	ドローンを用いて商業運航(運送)する際に必要 Part 61, 91に加え、下記のような耐空性証明またはそれに準ずるものを要求
耐空性証明に関する制度		
	内容	備考
Special Class Type Certificate under 14 CFR Part 21.17(b)	Part 21.17(b)に定められる特定クラスの航空機に対する耐空性を満たすことの証明	Type Certificate 内の Special Class Airworthiness Criteria (は型式認証安全基準に相当 <u>Matternet</u> がこれを取得
49 U.S.C §44807: Special authority for certain unmanned aircraft systems	特定の無人航空機システムが安全に運用できるかをリスクベースアプローチで個別判断し運用許可を与える認証 ※上段の Type Certificate を取得するのに数年の時間を要するため、それまでのつなぎとしてこの制度を利用して運航許可を得る	Exemption申請の中で本制度が適用されている

図 3-1-1. 米国制度における多数機同時運航の取り扱い

3.1.1. 米国における機体・システム要件

この項では機体・システム要件について説明する。先述の通り、多数機運航をする上で、FAA から機体・システムについて承認を得る方法は2通りある。14 CFR § 21.17 (b)に基づいて定められる特定クラスの航空機に対する航空基準を満たすことの型式証明もしくは 49 U.S.C § 44807 で規定される特定の無人航空機のための特別認可である。これら2つについて詳細を説明する。下記に簡単に定義と概要を示す。

表 3-1-1-1. 型式証明制度 (Special Class Airworthiness Certificate) と
49 U.S.C § 44807 (Special authority for certain unmanned aircraft systems) の違い

	概要	備考
Special Class Type Certificate under 14 CFR § 21.17 (b)	Part 21.17(b)に定められる特定クラスの航空機に対する耐空性を満たすことの証明であり、Special Class Airworthiness Criteria を満たす必要がある。	日本の型式認証同様、プロセスが多岐に渡り、取得までに数年かかることがある。型式証明取得には適応する耐空性要件を満たす必要があり、この要件が日本の型式認証安全基準と同等の内容である。
49 U.S.C § 44807 Special authority for certain unmanned aircraft systems	上記型式証明を取得せずに機体の安全性を証明するための特例的な措置。	上記型式証明取得に時間を要する為、特例的に機体の使用を認可するものとして利用される。

Airworthiness Criteria（耐空性基準）とは、型式証明のプロセスの中で満たすことが求められる FAA が開発した航空機の信頼性、制御可能性、安全性を確保し、潜在的なリスクに対処するための耐空性基準である⁹。現在、ドローンによる荷物配送に用いる個別の 12 機種 of UAS 機体型式に対し、審査を行い、Special Class Airworthiness Criteria を通知している¹⁰。型式証明を含めた航空機の証明手続きについては 14 CFR Part 21 で定められているが、具体的なプロセスや内容については Order 8110.4C の中で言及されている（ドローンに限った内容とはなっておらず、14 CFR § 21.21 に含まれる航空機の型式証明について取り扱っており、ドローンは Special Class として内包される）。

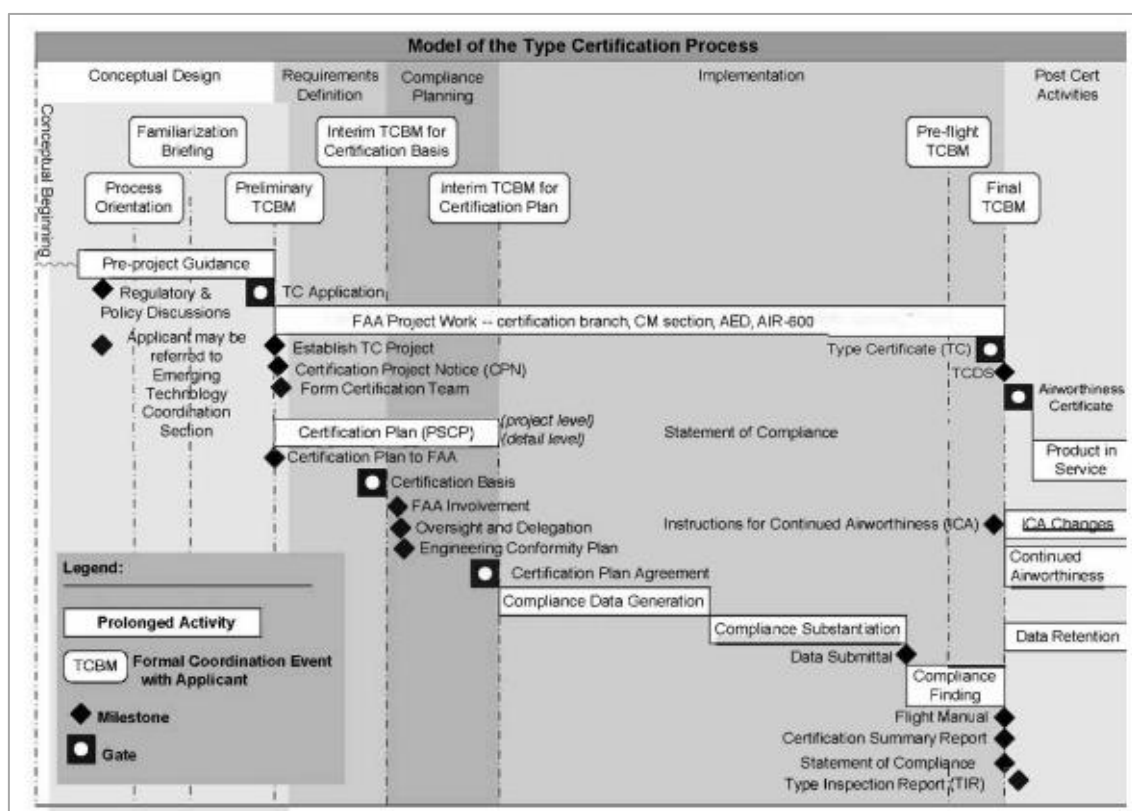


図 3-1-1-1. 典型的な型式証明プロセス¹¹

型式証明の詳細な説明については割愛するが、大きく①コンセプト設計、②要件定義、③適合性計画、④実行、⑤型式証明後のプロセスに分かれている。型式証明の詳細なプロセスについては、Order 8110.4C を参照されたい¹²。型式証明取得には数年の期間を有することがあり、特例的に 49 U.S.C § 44807 によってオーソライズし、機体の使用を認める運

⁹ FAA, "Certification for Advanced Operations Unmanned Aircraft Systems (UAS)"

¹⁰ 同上

¹¹ FAA, "TYPE CERTIFICATION"

¹² 同上

用を取っている。49 U.S.C § 44807 は、型式証明の申請と同時に行われることが多く¹³、先に 49 U.S.C § 44807 を取得し、飛行許可を得るというパターンが見られる。この制度は、特定のドローンが NAS (National Air Space：国内空域)で安全に航行できるかどうかを個別ケースでリスクベースアプローチを採用し決定しており¹⁴、FAA はこの個別の認証活動は商用目的の民間運航需要に応えるために、高優先度プロジェクトと位置づけている。49 U.S.C § 44807 を取得するためには、最低でも下記の 8 点を揃え、オンライン上で提出する必要がある。

- ① 運航概要(Concept of Operation)
- ② 運航マニュアル
- ③ 緊急時手続書
- ④ チェックリスト
- ⑤ メンテナンスマニュアル
- ⑥ 訓練プログラム
- ⑦ 飛行記録安全
- ⑧ リスク分析 (BVLOS 時は必須)

型式証明を取得せずに商業運航する際、14 CFR § 91.7 (Civil aircraft airworthiness)および § 135.25 (Aircraft requirement) の Exemption (免除申請)が必要となる。ここで Exemption 申請について簡単に説明すると、§ 107.205 に記載の規則逸脱が定義されていない場合に個別の事例に合わせて制限を解除するものである。機体・システムの型式証明の耐空性証明なしに(つまり 49 U.S.C § 44807 で) 商業運航を行いたい場合、§ 91.7 (Civil aircraft airworthiness)や § 135.25 (Aircraft requirement) で要求される Airworthiness Certificate からの逸脱は Waiver の範囲外であるため、Exemption 申請が必要となる。

3.1.2. 米国における操縦者要件

この項では米国の操縦者要件について取り扱う。多数機運航の観点では、米国の操縦者に関連する法制度の該当項目は、§ 61.3 (b)から(i)、Part107、Part135 Exemption 記載の Conditions & Limitations(以降「C&Ls」)である。Part 61 ではパイロット、フライトインストラクター、地上インストラクターの証明について記載がある。その中でも § 61.3 に証明等への要件が記載されているが、Exemption 申請で § 61.3 (a) (米国の民間航空機の操縦に必要なパイロット証明) については適用されていない。

操縦者の要件を大きく分けると、Part 107 で規定されている Remote Pilot Certificate に関するものと操縦に関わる人員に関するものに二分される。Remote Pilot Certificate は 14 CFR Part 107 下でドローンを運航する際に必要な FAA から発行される資格である。この資

¹³ 事業者ヒアリングに基づく

¹⁴ FAA、" [Section 44807: Special Authority for Certain Unmanned Aircraft Systems](#)"

格を持つことによって、規則、体制要件、手続きといった安全に関する知識が十分に備わっていることが担保される。この Remote Pilot Certificate についての詳細な説明は割愛するが、以下に重要な項目のみ示す。より詳細な Remote Pilot Certificate の説明については 14 CFR Part107 Subpart C Remote Pilot Certification を参照されたい。

表 3-1-2-1. 米国の操縦者要件

	主な要件
§ 107.61 Eligibility	- 年齢が 16 歳以上であること (d)(1) § 107.73 に規定された知識分野をカバーする航空学科試験に合格すること
§ 107.73 Knowledge and training	- 最初の航空学科試験と再研修でカバーされる内容は下記 (a) sUAS 用の権限、制限及び飛行操作に関して適用される規則 (b) sUA の飛行に影響を与える空域の分類、飛行要件及び飛行制限 (c) 航空気象情報及び気象が sUA の性能に及ぼす影響 (d) sUA の積載 (e) 緊急時の手順 (f) 運航要員のリソース管理 (g) 無線通信の手順 (h) sUA の性能の決定 (i) 薬物及びアルコールによる生理的影響 (j) 航空の意思決定と判断 (k) 空港での業務 (l) 整備及び飛行前点検の手順 (m) 夜間飛行
§ 107.74 Small unmanned aircraft system training	Part 61 Certification: Pilots, Flight Instructors, and Ground Instructors に基づき発行された操縦者証明(学生の操縦者証明を除く)を保有し、Part 61.56 Flight review に規定された飛行審査の要件を満たす操縦者に対する研修は、上記分野の(i)(j)(k)を除く分野をカバーする

操縦に関わる人員について、Part 107 下では、§ 107.19 (Remote pilot in command)と § 107.33 (Visual observer)の記載がある。§ 107.19 の中での遠隔操縦者の責任範囲は、Part107 に記載の規制に従うことを前提に、ドローンの運航全体にあり、(運航に対し、最終権限を持ち)、他人、他航空機、他資産物に対し、ドローンのコントロールを失った場合

に必要以上のリスクを発生させないことが述べられている。Visual observer とは目視確認者を指しており、現行の Part107 下では目視内の飛行が前提となっている¹⁵。§ 107.33 (Visual observer)の中では、Visual observer を配備する場合、遠隔操縦者と常に効果的なコミュニケーションが取れる状態を維持すること、§ 107.31 (VLOS) に記載されているような要件が確認できること¹⁶、そして潜在的な衝突を回避するために飛行空域の確認を行うこと、直接目視確認によってドローンの場所への注意を維持することとしている。多数機運航をするにあたり、Visual observer の配備が論点となるが、この点について多数機同時運航に関連した Exemption に記載の C&Ls の中の操縦者項目を確認する。

Wing、UPS Flight Forward、Zipline をはじめ計 6 社（2025 年 2 月末現在）に対し、FAA から Part 135 Exemption が発行されている。これらのそれぞれの Exemption の中には多数機運航を含む航空運送事業にあたっての C &Ls が規定されており、操縦に関わる人員についての C&Ls を解説する。後述する体制にも関連するが、C&Ls 内で言及されている操縦に関わる人員は主に PIC（操縦者）、VO（目視確認者）、GSC（Ground Support Crewmember）である。その中でも PIC と VO に関しては Part107 に基づいた Remote Pilot Certificate に加えて、FAA によって発行された操縦者認定（FAA-issued pilot authorization）を保持する必要がある¹⁷。さらに PIC、VO、GSC はそれぞれ FAA が認定する訓練プログラムを受講する必要がある。PIC はその FAA 認定訓練プログラムの中で、代表的な空港と航路、代表的な衝突回避シナリオ、及び個々の操縦者に求められる最大の UA 対 PIC 比率と運航ベース対 PIC 比率を含めた訓練を受ける。VO と GSC の違いは、VO は主に空域の確認を行い、GSC は地上の確認を行っていることである。FAA 認定の訓練内容や、操縦者試験、ラインチェックなどは一部 Part135 で規定されている内容が引用されている。

なお、別紙として、Amazon に出された 18601D Exemption C&Ls を掲載している。より詳細な内容を確認する場合、[付録 1](#)を参照とする。

3.1.3. 米国における体制要件

体制要件はドキュメントと人員体制の 2 つに分類される。体制要件で該当する法制度は Part 91、Part 107、Part 135、Exemption C&Ls である。Part 91 は運航と飛行のルールについて定めている。

¹⁵ [14 CFR Part 107 Subpart B 107.31](#)

¹⁶ 同上

¹⁷ FAA、各社 Exemption

表 3-1-3-1. Zipline が Exemption 申請に提出した書類

	書類の概要
ConOps	• 操作環境の詳細な情報 • 申請者がどのように運用を行うかについての情報
一般運航マニュアル	• Part 135 の運航に関与する人員の職務及び責任 • 通常の手順及び異常時の手順 • 操縦者の勤務及び休息時間 等
一般メンテナンスマニュアル	• メンテナンスプログラムの運用ポリシー、手順 • 組織、トレーニング、記録保持、品質等の Continuous Airworthiness Maintenance Program (CAMP) を定義する要素等
危険物取扱マニュアル	• 危険物取扱におけるトレーニング内容とその管理方法
運航訓練マニュアル	• FAA に承認されたトレーニングプログラムの概説 • 飛行運用者、コントローラ、ビジュアルオブザーバー、飛行運用インストラクター、および飛行運用評価者 に適切にトレーニングされるための方針および手順等
運航チェックリスト	• 運用者の OpSpec※A-003(エアフレーム(骨格構造)、パワープラント(モーター等の動力源)の項)に記載された各機体用のチェック事項
情報システムマニュアル	• 情報システムの運用
飛行インシデント対応マニュアル	• 飛行インシデントまたは事故発生時の包括的な対応計画の詳細
システム分析及び安全性評価	• 安全アプローチと UAS に関連するリスク受け入れ可能であると判断するために使用されたエビデンスの詳細
無人航空機メンテナンスマニュアル	• ドローン固有のメンテナンス情報、システムの説明、等
無人航空機飛行マニュアル	• クルーのリソース管理、等

なお、人員配備体制について FAA から画一的な指定が存在しないため、[4 章で解説する各社事例](#)を参照されたい。

3.1.4. 米国における運航事業者要件

2017 年から 2020 年まで FAA で取り組んだ UAS Integration Pilot Program (IPP) は、商用と公用のドローン運航の安全な空域への統合の為にテストや評価に焦点を当てていた。この検討が、UAS BEYOND プログラムにつながっていき、BEYOND プログラムでは、ドローンの空域への統合へ残された課題（BVLOS や UAS 運航の社会効用、経済効用、コミュニティの協力）を主に取り扱っていた¹⁸。これらのプログラムの参加者たちが、Part135 の航空運航資格に基づいて、ドローンによる荷物配送事業で各事業者のコンセプトを証明する最初の事業者となっていた¹⁹。商用航空運航事業者として、事業者の運航概念が安全であることを証明するためには、FAA の既存の Part135 認証プロセスを利用せねばならない。FAA は Part135 の内、UAS に対応しないと考えられるものについて（例えば、航空機にフライトマニュアルを常設すること等）免除を与えることによって、既存の Part135 の運用の中で UAS の Part135 資格を発行できる、としている。下表（3-4-1-1.）に 5 つある主なフェーズを列挙し、4 つの資格タイプについて説明する。

¹⁸ FAA、” [Package Delivery by Drone \(Part 135\)](#) ”

¹⁹ 同上

表 3-1-4-1. 米国の Part135 事業者申請の流れ

	概要	流れと必要書類
プレ申請 フェーズ①	■ 申請予定者が航空運航事業者資格について問い合わせをした際に始まるフェーズ。個人でも組織でも開始でき、書面でも FAA の地区人員との非公式な会議でも開始することができる	1. FAA Safety Assurance System(SAS)外部ポータルにて、FAA8400-6 Pre-application Statement of Intent (PASI) を提出 2. PASI を FAA が確認の後、Certification Service Oversight Process (CSOP)を開始²⁰ 申請者と申請者の所属するマネジメント人員が資格認定チームとプレ申請についての打ち合わせを行う
本申請 フェーズ②	■ 本申請は FAA の資格認定チームによって必要書類がすべて受け取られ、本申請が確認された後開始される ■ 本申請段階は本申請会議にて完了される。この会議内で FAA と申請者は質問を行い、資格プロセスの中での問題解決を試みることができる	1. 本申請書 2. スケジュール 3. コンプライアンスステートメント 4. 社内マニュアル(GOM および GMM) (業務範囲で必要な場合) 5. トレーニング カリキュラム (業務範囲で必要な場合) 6. 管理職資格添付書類 (履歴書) 7. 購入、契約、および/またはリースの添付書類 8. SAS 要素設計評価ツール (ED-DCT) 9. 提案された運航仕様 (Operation Specification) 10. 客室乗務員の資料 (必要な場合)
デザイン審査 フェーズ③	■ デザインアセスメントは安全運航の為に、該当の規制への遵守を確実にするためにマニュアルや他書類のレビューを詳細に行う	FAA サイトに記載なし (申請が進む中で随時対応)
パフォーマンス フェーズ④	■ パフォーマンス審査で、資格認定チームが申請者の提案された訓練や指導人員の手続きやプログラムが効果的であるかどうかを判断する	FAA サイトに記載なし (申請が進む中で随時対応)

²⁰ Certification Service Oversight Process (CSOP)については以下参照

https://www.faa.gov/licenses_certificates/airline_certification/135_certification/cert_process

管理機能 フェーズ⑤	■ 最終フェーズでは FAA は資格を発行し、運航仕様(OpSeps)を申請者に発行する	FAA サイトに記載なし (申請が進む中で随時対応)
---------------	--	-------------------------------

Part135 の航空運航事業者資格には 4 つのタイプが存在する。1 つ目に、Part135 Single Pilot Operator 資格はすべての Part135 運航において、一人のパイロットに限定された資格タイプである。2 つ目に Part135 Single Pilot in Command 資格は限定的な Part135 資格である。体制に制限があるほか、航空機の大きさや、運用の範囲にも制限を課される。3 つ目は Part135 Basic Operator 資格である。この資格は運用の規模と範囲に制限があり最大 5 人のパイロットで 5 機の航空機を利用することができる。最後に Standard Operator 資格がある。この資格には運用の規模、範囲に制限が課されないが、事業者の運用には FAA から認定が与えられなければならない。

実際の事例に照らし合わせると、FAA は Wing に対し、2019 年 4 月に Single Pilot 資格を認定した²¹。その後、2019 年 10 月に Standard Operator 資格を認定した。UPS Flight Forward は Part135 Standard Operator 資格を初めて取得した企業であり、2019 年 9 月 27 日に Part135 下の医薬品配送を実施した²²。Amazon は 2020 年 8 月に Part135 Standard Operation 資格の基、商業配送を開始した²³。Zipline は 2022 年 6 月 17 日に 4 番目の Part135 資格を取得した。固定翼機では初めての取得となった²⁴。2023 年 1 月 Flytrex のパートナーである Causey Aviation Unmanned は Standard Operator 資格を取得し、長距離オンデマンド配送を米国で実施している²⁵。

Part135 の中で運航者が遵守すべき Exemption 内の C&Ls 詳細については、[付録 1](#)を参照とする (Amazon に出された 18601D Exemption C&Ls を一覧で掲載)。最新の 18601D Exemption において重要なポイントを抜粋し、以下図 (3-1-4-1) に示す。新規追加となった C&Ls No.26 では 500 フィート以下の空域分析が求められている。加えて、回避操作の月間実施率や、帰還率、緊急着陸率、その他の検出および回避行動の実施率が求められている。

²¹ FAA、"[Package Delivery by Drone \(Part 135\)](#)"

²² 同上

²³ 同上

²⁴ 同上

²⁵ 同上

従来からのポイント		新規追加のC&Ls	
	内容		内容
C&Ls No.15	UA機との垂直距離が100フィート未満、水平距離が500フィート未満の 有人航空機との遭遇が関与したフライト については...ADS-B outの協力状況...を含む 報告書		
C&Ls No.21	... 運航報告書 を提出しなければならない。...UAが 有人航空機の水平距離6000フィート未満、垂直距離500フィート未満で運用されたことが確認された遭遇件数 。各報告書には、 2機の航空機間の直線距離、水平距離、垂直距離における最接近点、およびADS-Bの協力状況(判明している場合)を含めること 。	C&Ls No.26	現在のすべての運航エリア、および新しいエリアでの運航、または既存エリアの変更を行う前に、運航者はFAAが承認可能な方法で、運航エリア(AOO)計画を提出しなければならない。AOO計画には、少なくとも以下の内容を含める必要がある。 申請エリアの地理座標およびエリアを示す地図。および 検出および回避(DAA)を使用する運航の場合: i. 500フィート以下の空域分析(協調非協調トラフィックを含む)および地域社会へのアウトリーチ計画で構成される拡大のための安全ケースをオペレーターが提供すること。および ii. オペレーターが予想される回避操作の月間実施率、帰還率、緊急着陸率、および適用可能とみなされるその他の検出および回避行動の実施率を提供すること。
C&Ls No.24	...運航の安全を確保するため、運航者は、 計画された離陸、着陸、およびロッキングエリア 。運航に参加する 人員のみがアクセスできる場所に限定 しなければならない... 運航に参加しない人員が運航から離れていなければならない距離は、運航者の承認済みマニュアルに明記		
C&Ls No.28	...すべての現行のオペレーションエリア、および新しいエリアでのオペレーション実施に先立ち、オペレーターは地上リスク評価を完了し... 運航予定時間中に、 人や移動車両の存在が最も少ない飛行経路を考慮した歩行者および移動車両の分析...	C&Ls No.100	各VOおよびGSCCの記録は、氏名とVOまたはGSCCトレーニングを完了した日付を記載し、申請者が保直し、変更に応じて管理者に提出しなければならない。
C&Ls No.29	... 衝突回避計画 を作成...		
C&Ls No.31	航空機の高度は、 地上高(AGL)400フィートを超えてはならない。ただし、オペレーターが承認された衝突回避計画に従って行動している場合は、以下の通り... 急激に変化する地形を飛行している場合... 衝突を回避するために一時的に操縦している場合で、必要な範囲にとどまり、対地高度500フィートを超えない場合		
C&Ls No.56	衝突管理を支援するシステムのFAA承認を得る...		
C&Ls No.63	FAAが純粋に試験が必要と判断した場合、オペレーターは UA対PICの比率を上げるためにFAAが実施する技術試験に合格...		
C&Ls No.68	UAが 常に有人航空機から離れ、それらに道を譲る ようにしなければならない...		
C&Ls No.94,98 99	FAA承認の訓練プログラム		

図 3-1-4-1.C&Ls の重要ポイント

3.2. 欧州における多数機同時運航の扱い

この節では欧州の多数機同時運航の扱いについて解説する。まず欧州制度の概要を体系立てて説明し、先述した4観点に分けてそれぞれの要件を解説していく。

まず欧州内で画一された航空安全レベルを確立し、それを保持することを目的とした EU Regulation 2018/1139 がある。この法規の中で、欧州の航空の安全基準やそれぞれの要件を統一し、European Union Aviation Safety Agency（以降「EASA」）の役割と責任範囲を定義している。EU Regulation 2018/1139 の中で、ドローンを規制する法制度は大きく2つ存在している。Delegated Regulation 2019/945 と、Implementing Regulation 2019/947 である。まず、前者 Delegated Regulation 2019/945 は、ドローンの製造と技術的要件に関する EU の規則であり、UAS の設計、生産、及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ている。後者 Implementing Regulation 2019/947 はドローンの運航に関する EU の規則であり、後述するが Open、Specific、Certified の3つのカテゴリに基づいて運航に関する手続きや要件を定めている。

2つのドローンに関連する制度の実施の際に、より詳細なガイダンスや、技術的要件を提供しているものが ED Decision である。主にドローンの運用者が新しい法的フレームワークでの運用を理解するために、適切なガイダンスを提供している²⁶。詳細な説明はここでは割愛する。

ドローンの法制度を理解する際に、簡便であるのが EASA から発行されている Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems（以降「EAR」）である²⁷。これは、上記規則に関連するガイダンス等を組み合わせ、ドローンを運用する者に向けて作成されている。本説明においてはこの文書を主に扱う。

欧州の多数機同時運航の扱いを法制度観点で説明する際、米国制度との差分という観点においてとりわけ重要であると考えられる内容が Specific Operation Risk Assessment（特定運航アセスメント評価、以降「SORA」）である。SORA を解説するにあたって、それぞれの飛行カテゴリの理解が必要となるため、説明する。ただし、SORA による運航リスクの評価は現在の形式では多数機運航の観点が考慮されていない。一部事業者においては現行の SORA で安全性の証明を行い、多数機運航の承認が出ていると伺っている²⁸が、どのように SORA を活用し多数機運航のリスク評価を行ったかについては秘匿情報のために不明である。

Implementing Regulation 2019/947 の中でドローン運航カテゴリは3つに大別される。それぞれ Open、Specific、Certified である。Implementing Regulation 2019/947 の Article

²⁶ EASA、"[Agency decisions](#)"

²⁷ EASA、"[Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems \(Regulations \(EU\) 2019/947 and 2019/945\)](#)"

²⁸ 事業者ヒアリングに基づく

4、5、6 でそれぞれのカテゴリー区分についての詳細な解説があるが、簡単に説明すると、Open カテゴリーは目視内飛行を前提としたドローン運航、Specific カテゴリーは目視外飛行や第三者上空など、よりリスクの高いドローン運航、Certified カテゴリーは人の輸送や高リスクのドローン運航である²⁹。多くの場合、多数機運航は Specific カテゴリーに内包される（図 3-2-1.）。

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(次ページ詳述)	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カテゴリーの制約を超える活動が含まれる - LUC(Light UAS Operator Certificate)を組織として有している場合、承認の範囲内で都度申請が不要化	- 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

図 3-2-1. Implementing Regulation 2019/947 における運航カテゴリーとその要件

Specific カテゴリーで UAS 運航に従事するには 4 つの異なる方法がある。

- ① Standard scenario に基づいた適合宣言を提出する
- ② PDRA に準拠した NAA 運航認可を得る
(National Aviation Authorities、航空当局、以降「NAA」)
- ③ PDRA なしで NAA 運航認可を得る
- ④ Light UAS operator Certificate を保有している (3.2.4 で説明)

Standard scenario(STS)とは Implementing Regulation 2019/947 Appendix 1 で記載されている事前に定義されている運航様式のことを指す。STS01（主に VLOS 時）と STS02（主に BVLOS 時）が存在する。ここではそれぞれの運航様式の定義について詳細な説明は割愛する。Predefined Risk Assessment（PDRA）とは、EASA がすでにリスクアセスメントを実行したことがあり、Acceptable Means of Compliance（以降「適合性証明手法」）として、Implementing Regulation 2019/947 の Article 11 に記載されているものである。PDRA は NAA からの運航認可を必要とするが、すでに運航計画が PDRA に内包される場合、そのプロセスが簡易化される（具体的にはリスク評価を最初から行うのではなく、

²⁹ NEDO、「[ドローンの法規制動向](#)」

PDRA 仕様の表を埋めるといった対応ができる)³⁰。EASA は、PDRA 仕様の表は、運航者マニュアルの中で含まれていなければならない手続きをどのように進めるかというチェックリストのようなもの、と説明している³¹。PDRA についても S-01、S-02、G-01、G-02、G-03 などのユースケースに合わせたサブカテゴリーが存在しているが詳細な説明はここでは割愛する。

PDRA なしで NAA からの運航認可を得る場合、SORA を使用したリスク評価が必要となる。SORA でのリスク評価は STS や PDRA に該当しない運航シナリオに対して、運航者が個別に行うリスク評価であり、リスクに対しての緩和策を策定することが求められる。上述の STS と PDRA では 1 対 1 運航が前提となっている旨の記述があるが、後述の SORA では多数機運航について特段の記述は存在しない。よって、現状多数機同時運航を行う場合には、SORA のリスク評価に基づき、個別に判断していると考えられる。Specific カテゴリーの各シナリオについて一覧で示す。

³⁰ EASA、["Predefined Risk Assessment"](#)

³¹ 同上

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	x	x											
		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		O											
	PDRA	S01	6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	x	x	x										
		S02	6相当	25kg未満 3m未満 50m/s以下 全電動					STS・2 と同一			高度120m以下の低 人口密度環境 飛行視界5km以上	O												
		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			占有空域													
		G02										占有空域 高度30m以下の低 人口密度環境 障害物上空													
		G03																							
	SORA	SAIL I、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												
		SAIL III SAIL IV			申請可	型式証 明を適 用する 場合は 必要										機体認証 を受けた 機体は登 録が必要									
		SAIL V、VI			必要																				

図 3-2-2. Specific カテゴリーの各シナリオ詳細（2025 年 2 月現在）

以降では、まず SORA の概要について説明し、SORA の適用ステップについて説明する。
 なお、以降の説明は、わが国がカテゴリーⅢ飛行時に推奨する「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（令和４年 12 月 2 日発行（公益財団法人福島イノベーション・コースト構想推進機構 福島ロボットテストフィールド）」のベースとなっている SORA v2.0 について説明を行う。2024 年 6 月に SORA v2.5 が発表されており、v.2.0 と v.2.5 の差分については [5.3.2.2 SORAv.2.5 の公開](#) を参照とする。

SORA はドローン運航を安全に作り、評価し、実行するというビジョンを掲げ、Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems (JARUS)によって作成された文書に基づいている³²。SORA はドローン事業者と当局の双方に対し、安全な方法でドローン運航を実施できるかどうかを判断する方法を提供している。加えて、SORA にはドローン事業者が運航に際しての最善の緩和策を見つけるための指針の役割を担っており、それゆえ、実施される運航リスクを受容可能なレベルまで下げることが可能となっている。SORA の流れは、ConOps の明確化、地上リスクの把握、空中リスクの把握、安全目標の決定である。

それぞれの流れの中身に入る前に、SORA の内容を理解するために必要なロバスト性の概念を説明する。SORA では、リスク緩和策および運航安全目標は、異なるロバスト性のレベルによって示される。SORA のプロセスでは、ロバスト性はリスクに合わせて低、中、高が存在する。ロバスト性の決定は、それぞれの緩和策による安全性の水準 (level of integrity) と、安全性の水準が達成された保障の水準 (level of assurance) の両方で判断する。ロバスト性のレベルは、安全性の水準、保証の水準のどちらか低い方に準じて決定される。例えば、申請者が中レベルの安全性の水準を低レベルの保証の水準で示したとき、ロバスト性は低となる³³。安全性の水準および保証の水準については、EASA から発行されている Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems の Annexes B、C、D、E の中でどのような対応が必要か掲載されているがここではそれぞれの詳細な説明は割愛する。

	Low assurance	Medium assurance	High assurance
Low integrity	Low robustness	Low robustness	Low robustness
Medium integrity	Low robustness	Medium robustness	Medium robustness
High integrity	Low robustness	Medium robustness	High robustness

図 3-2-3. ロバスト性の決定

SORA の最初のステップは ConOps の説明である。このステップは、意図するドローン運航へのリスク評価を行うために必要とされる関連技術、運航の体制、システム情報を提供することが必要である。この ConOps が SORA の後述ステップの基盤となる。

次に、地上リスクの把握を行う。ここでいう地上リスクとは、人が UAS によって衝突されるリスクのことを指す。地上リスクの算定には、機体の最大寸法と運動エネルギー、意図

³² EASA, "Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems", p41

³³ EASA, "Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems", p45

する運航シナリオによって、地上のリスククラス（GRC）を決定する。多数機運航の欧州事例では、最大寸法は 10ft 運動エネルギーは<34KJ が該当し（左から 2 列目）、”BVLOS over sparsely populated area “（人口が少ないエリアでの目視外飛行）（3 行目）となり地上リスクは 4 となっている³⁴。

Intrinsic UAS ground risk class				
Max UAS characteristics dimension	1 m / approx. 3 ft	3 m / approx. 10 ft	8 m / approx. 25 ft	>8 m / approx. 25 ft
Typical kinetic energy expected	< 700 J (approx. 529 ft lb)	< 34 kJ (approx. 25 000 ft lb)	< 1 084 kJ (approx. 800 000 ft lb)	> 1 084 kJ (approx. 800 000 ft lb)
Operational scenarios				
VLOS/BVLOS over a controlled ground area ³	1	2	3	4
VLOS over a sparsely populated area	2	3	4	5
BVLOS over a sparsely populated area	3	4	5	6
VLOS over a populated area	4	5	6	8
BVLOS over a populated area	5	6	8	10
VLOS over an assembly of people	7			
BVLOS over an assembly of people	8			

図 3-2-4. GRC の決定

GRC は、機体によって人に衝突するリスクが緩和策によって制限もしくは減少されている場合に低減をすることができる。下図は、潜在的な緩和策と、それに関連する要因を示している。表中の正の数は GRC の増加を示し、負の数は GRC の減少を意味している。

Mitigation Sequence	Mitigations for ground risk	Robustness		
		Low/None	Medium	High
1	M1 — Strategic mitigations for ground risk ¹	0: None -1: Low	-2	-4
2	M2 — Effects of ground impact are reduced ²	0	-1	-2
3	M3 — An emergency response plan (ERP) is in place, the UAS operator is validated and effective	1	0	-1

図 3-2-5. 最終 GRC 決定に影響を与える緩和策

先ほどの欧州事例を例にとると、多数機運航を実現するために Mitigation Sequence 2 について、ロバスト性中レベルの対策を行っており、GRC4 から-1 で、最終の GRC は 3 と

³⁴ 事業者ヒアリングに基づく

なっている。Mitigation Sequence 2 でロバスト性中レベルを取得するためには、被害範囲を縮小させる、致死率を低減する、もしくはその両方の対策を講じ、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

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)を補充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

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 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

Type 1
被害範囲の縮小

Type 2
致死率の低減

Type 3 (Type 1 & 2)
組み合わせ

図 3-2-6. Mitigation Sequence 2 の取得方法

リスク低減の具体的な策として、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合計 4 通りが示されている。これらへの準拠によって GRC のロバスト性中レベルの取得が可能になる。

	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 ($\frac{1}{2} m_{\text{MTOM}} v_{\text{max}}^2$) 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。 $V_{\text{terminal}} = \sqrt{6.8 + 1.255 \times \text{minimum cross sectional area (m}^2\text{)}}$

図 3-2-7. リスク低減策の例

3つ目に空中リスクの把握を行う。SORA では、ConOps で定義された運航空域を空中衝突のリスク評価のベースラインとして使用し、空中リスクカテゴリー（ARC）を決定する。地上リスク同様、ARC についても戦略的対策、戦術的対策を行うことで ARC レベルの修正、低減を行うことができる³⁵。戦略的対策とは、例えば、限られた時間内での飛行や、制限の中で運航することによって、衝突リスクが減少されるものである。戦術的対策とは、DAA システムもしくはそれに代替される ADS-B や FLARM、U-space サービスや運航手順のような形をとるものである。戦略的とは、運航者が事前に設定する対策であり、戦術的とは、運航中に運航者によって取られる対策である³⁶。

空中リスクの決定はその能力のある当局（ANSP や U-space サービスプロバイダー）がその空域の特性研究を用いてその空域の衝突リスクをマッピングすることができる。その空中衝突リスクマップ（静的でも動的でもよい）が当局から提供される場合、申請者はそのサービスを最初の ARC の決定に用いなければならない。

下図にあるように、空域は 13 の衝突リスクカテゴリーに分類される。これらのカテゴリーは、高度、管制空域か否か、空港/ヘリポート環境か否か、都市上空であるか人口が少ない環境であるか、標準空域（完全に分けられている）かそうでないかによって分類されている。ARC の決定には下図を使用することとなる。

³⁵ EASA、"Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems"、p54

³⁶ 福島イノベーション・コースト構想推進機構福島ロボットテストフィールド、「安全確保措置検討のための無人航空機の運航のリスク評価ガイドライン」、p15

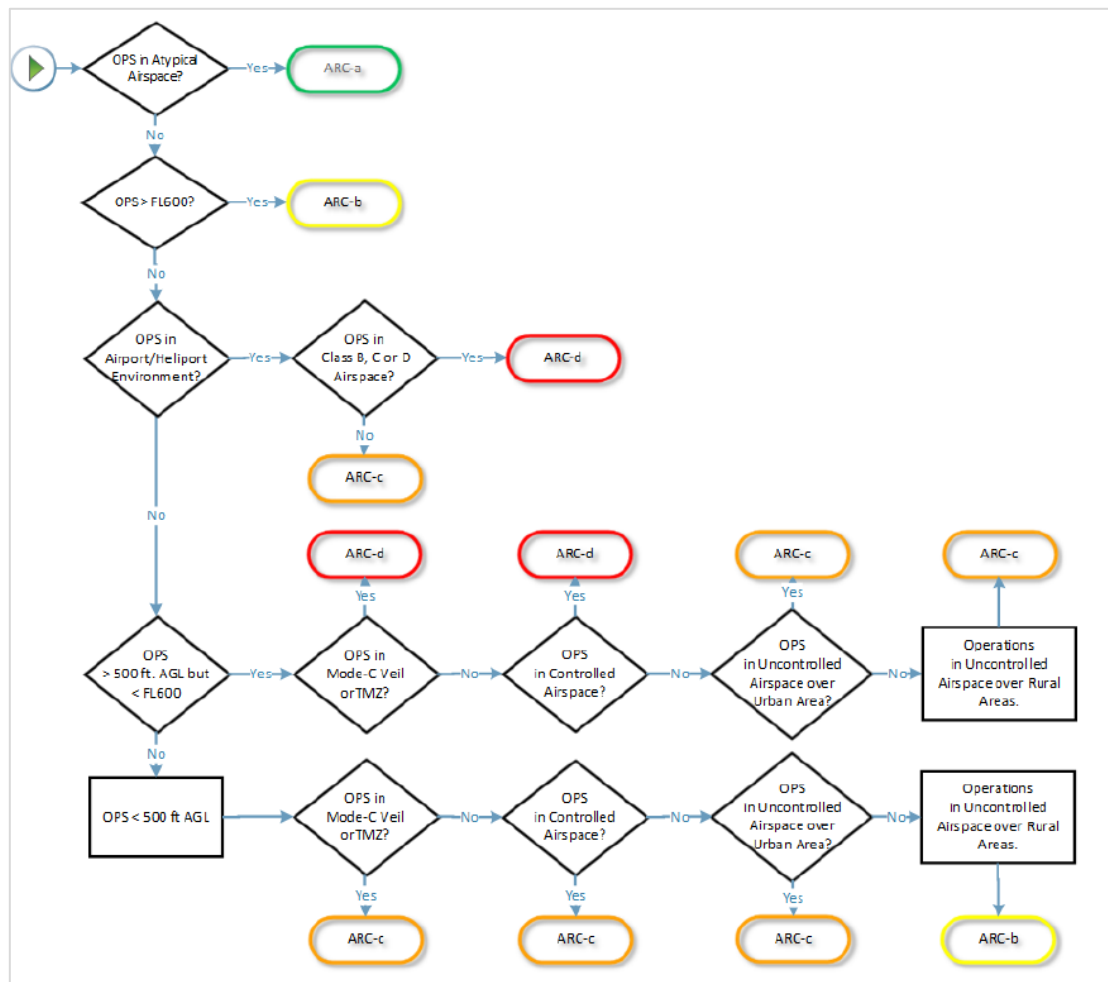


図 3-2-8. ARC 決定プロセス

ARC-a は、追加の戦術的対策なしでドローンと有人機の衝突リスクが許容できる範囲である空域と定義されている。ARC-b、ARC-c、ARC-d は UAS と有人機の増加衝突リスクが見込まれる空域である。ドローン運航の際、運航空域が他の空域環境のまたがる可能性もある。この場合、空中リスク評価をすべての運航範囲において実施する必要がある。そのような運航シナリオの空中リスク評価については、EASA から発行されている EAR の Annex C に記載されているが、ここでは割愛する。

戦略的対策を実施した ARC 低減については任意となっているが、上記で決定した一般化された定性指標を用いた ARC 判断に対して、申請者が、条件に対し高すぎると判断した場合、行使することができる。戦略的対策とは、2つに分けられ、ドローン事業者によってコントロールされる対策である運航制限によるものと、ドローン事業者によってコントロールできない既存の航空航路や交通手順、ルールなどによる対策がある。このうち前者の運航制限による戦略的対策とは、ドローンが運航する地理的な空域の制限の対策、運航時間を制限することによる対策が挙げられている。

戦術的対策（TMPR）は、利用する空域の安全目標を達成するために必要とされる空中衝突の残りリスク（Residual ARC：最初の ARC の決定に対し、戦略的対策を講じた後に残るリスクのことを指す）への対策を意味している。例えば see and avoid（VLOS 時）や DAA、複合された DAA システムなどの see and avoid に代替される手段を利用した運航によって空域の安全目標を達成しなければならない。多数機同時運航の場合、BVLOS が想定されるが、その場合 DAA もしくは DAA システムによる衝突回避がなされる場合がある。その際の戦術的対策は以下表の戦術的対策の要求レベル（TMPR）と、ロバスト性のレベル（TMPR level of robustness）を達成することが求められる。戦術的対策の要求レベルとロバスト性のレベルについては EAR の Annex D の中で詳細に説明されているが、欧州の多数機同時運航の事例では、ARC-a もしくは ARC-b として取り扱われている³⁷。ARC-a の場合、戦術的対策のレベル、ロバスト性について、要求事項は設定されていない。ARC-b の場合、戦術的対策のレベル、ロバスト性については低レベルが要求される。

Residual ARC	TMPRs	TMPR level of robustness
ARC-d	High	High
ARC-c	Medium	Medium
ARC-b	Low	Low
ARC-a	No requirement	No requirement

図 3-2-9. ARC に要求される戦術的対策のレベルとロバスト性のレベル

ARC-b についての戦術的対策低レベルで求められる内容を以下表にまとめる。

³⁷ 事業者ヒアリングに基づく

表 3-2-1. 戦術的対策低レベルで求められる技術的内容

機能	TMPR Low で求められる事項 (原文)	TMPR Low で求められる事項 (翻訳)
検知 (Detect) ※検知は回避操作が 効果的であるために 十分な正確性で行わ れる必要がある	The expectation is for the applicant's DAA Plan to enable the operator to detect approximately 50 % of all aircraft in the detection volume¹. This is the performance requirement in the absence of failures and defaults. It is required that the applicant has awareness of most of the traffic operating in the area in which the operator intends to fly, by relying on one or more of the following: • Use of (web-based) real time aircraft tracking services • Use Low Cost ADS-B In /UAT/FLARM²/Pilot Aware² aircraft trackers • Use of UTM/U-space Dynamic Geofencing³ • Monitoring aeronautical radio communications (e.g. use of a scanner)⁴	申請者の DAA 計画は、検出領域内の全航空機の約 50%をオペレーターが検出することができることを期待されている。これは機能の停止等がない状態でのパフォーマンスである。 申請者は以下のいずれかを利用して飛行予定地域で運用されているほとんどの交通状況を把握することが求められる。 • (ウェブベースの) リアルタイム航空機追跡サービスの使用 • 低コストの ADS-B In/UAT/FLARM/Pilot Aware 航空機トラッカーの使用 • UTM/U-space ダイナミックジオフェンシングの使用 • 航空無線通信の監視 (例: スキャナーの使用)
決定 (Decide)	The UAS operator should have a documented deconfliction scheme, in which the UAS operator explains which tools or methods will be used for detection and what the criteria are that will be applied for the decision to avoid incoming traffic. In case the remote pilot relies on detection by someone else, the use of phraseology will have to be described as well. Examples: • The operator will initiate a rapid descend if traffic is crossing an alert boundary and operating at less than 1000ft. • The observer monitoring traffic uses the phrase: 'DESCEND!, DESCEND!, DESCEND!'.	ドローン事業者は、検出のためにどのツールや方法を使用し、交通を回避する決定に適用される基準が何であるかを説明する、文書化された衝突回避計画を持つべきである。リモートパイロットが他者による検出に依存する場合、使用される専門用語も記述する必要がある。例えば、オペレーターは、交通が警告境界を横切り、高度が 1000 フィート未満で運用されている場合に迅速な降下を開始すること、また、交通を監視するオブザーバーが「DESCEND!, DESCEND!, DESCEND!」というフレーズを使用することが挙げられる。

命令 (Command)	The latency of the whole command (C2) link, i.e. the time between the moment that the remote pilot gives the command and the airplane executes the command should not exceed seconds.	全体のコマンド（C2）リンクの遅延、例えばリモートパイロットが命令を出してから飛行機がその命令を実行するまでの時間は、超えてはならないとされている。この遅延時間は、リアルタイムでの操作性と応答性を確保するために重要な指標である。適切な遅延時間の上限は、具体的な運用環境や安全要件によって異なる場合がある。
実行 (Execute)	UAS descending to an altitude not higher than the nearest trees, buildings or infrastructure or ≤ 60 feet AGL is considered sufficient. The aircraft should be able to descend from its operating altitude to the 'safe altitude' in less than a minute.	降下するドローンの高度が、最も近い木、建物、またはインフラよりも高い場合、もしくは 60 フィート AGL（地上高）以下に降下する場合は十分であると考えられる。航空機は、運用高度から「安全高度」まで 1 分以内に降下できるようにする必要がある。これにより、緊急時に迅速に安全な高度に移動して、リスクを最小限に抑えることができる。
フィードバック ループ (Feedback loop)	Where electronic means assist the remote pilot in detecting traffic, the information is provided with a latency and update rate for intruder data (e.g. position, speed, altitude, track) that support the decision criteria. For an assumed 3 NM threshold, a 5 second update rate and a latency of 10 seconds is considered adequate.	電子的手段によってリモートパイロットが交通を検出する場合、侵入者データ（例：位置、速度、高度、追跡）に関する情報は、決定基準をサポートするための遅延と更新率で提供される。3NM の閾値を仮定した場合、5 秒の更新率と 10 秒の遅延が適切と考えられている。

※1 検出ボリュームは、有人航空機との衝突を避けるために必要な空域（時間的または空間的な測定）のことを指す。これは、DAA システムが DAA 機能をすべて実行するために、有人航空機が検出されなければならない最終地点と考えることができる。検出ボリュームはセンサーの視野には限定されず、遭遇する可能性のある交通の相対速度、リモートパイロットが回避操作を命令するのに必要な時間、システムの反応時間、航空機の機動性と性能に依存する。検出ボリュームは、警告閾値よりも比例して大きい。

※2 FLARM と Pilot Aware は市販されている（商標登録された）製品/ブランド。ここでは例として参照されているだけで、これらの製品の使用を承認機関が推奨しているわけではない。同様の機能を提供する他の製品も使用できる。

※3 これらは、UTM/U-space 環境での無人航空機のための自動交通管理システムの将来的な応用を指す。これらの応用は、現在のところ存在しないかもしれない。

※4 権限がある場合に限る。無線ライセンスや許可が必要になる場合がある。

戦術的対策の性能要求に対するロバスト性に必要である安全性の水準と保証の水準は以下である。

表 3-2-2. 戦術的対策の性能要求に対するロバスト性の各水準

	TMPR Low(ARC-b)で求められる安全水準
基準	許容される戦術的緩和システムの機能と性能の損失は、100 飛行時間あたり 1 未満 (1E-2 Loss/FH)
備考	この要件は、市販の製品によって満たされると考えられる。定量的な分析は必要ない。

	TMPR Low(ARC-b)で求められる保証水準
基準	事業者が戦術的緩和システムと手順が有人航空機との衝突リスクを受け入れられるレベルに軽減すると宣言
備考	なし

ここまでで、地上リスク、空中リスクの判定が終了し、SAIL の判定と運航安全目標 (OSO) の決定を行い、具体的に運航のために必要な要件はなにかを特定していくことになる。SAIL とは、地上、空中リスク分析をまとめ、運航がコントロールされた状態を維持できる信頼度のレベルを示している³⁸。まず、特定された GRC、ARC から下記表を用いて SAIL を決定する。

SAIL determination				
	Residual ARC			
Final GRC	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			

図 3-2-10. SAIL の決定

欧州の多数機運航事例の場合、最終 GRC は 3、Residual ARC は a もしくは b であり、SAIL II の判定ということになる。この SAIL 判定から OSO が決定されるが、実際の欧州事例に即して、SAIL II の OSO について取り扱う。下表の O は任意、L はロバスト性レベル低、M はロバスト性レベル中、H はロバスト性レベル高を示している。計 24 の OSO

³⁸ EASA, "Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems", p59

があり、UAS の技術的な問題、UAS 運航をサポートする外部システムの機能低下、ヒューマンエラー、不利な運航条件の 4 カテゴリーに分類されている。なお、日本でリスク評価の際の推奨として、福島イノベーション・コースト構想推進機構から発行されている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 付録 6 運航における安全目標(OSO : Operation Safety Objectives)を達成するための安全性の水準と保証の水準」は日本における同等の内容の文献であり、内容に差分がないことが確認できたため、これを用いて下記に SAIL II で求められる OSO の要件について記載する。SAIL II では OSO#8、11、14、21 のみロバスト性レベル中が求められており、それ以外の項目は、レベル低もしくは任意となっている。

表 3-2-3. SAIL II の OSO 一覧

OSO 番号	カテゴリー	運航に関わる安全目標	ロバスト性 (※SAIL II の場合)	安全性の水準	保証の水準
#01	技術的な問題	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	低	運航者は、使用されている無人航空機システム について知識があり、少なくとも次の関連する操作手順を持っていること :チェックリスト、メンテナンス、トレーニング、責任、および関連する義務。	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。
#02	技術的な問題	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	—	—
#03	技術的な問題	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	- 整備手順が定義されており、適用できる場合は、設計者の手順と要件をカバーすること。 - 整備を担当する者は十分な能力を持っており、整備を実行する権限を取得していること。 - 整備を担当する者は、整備手順書を使用すること。	- 整備手順が文書化されていること。 - 実施された整備は、整備記録*1,*2 として記録されること。 - 整備を実施することが認められている担当者のリストが作成され、最新の状態に保たれること。 *1 目的は、無人航空機システムで実施されたすべての整備と、それが実施された理由（欠陥または誤動作の修正、変更、予定された整備など）を記録することである。 *2 整備記録は、承認機関または検査/監査のために要求される場合がある。
#04	技術的な問題	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	任意	—	—

		されていること			
#05	技術的な問題	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	—	—
#06	技術的な問題	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	低	• 運航者は、C3 リンクの性能、RF スペクトルの使用*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（技適マークの確認など）、および • 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。	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）
#07	技術的な問題	CONOPS との一貫性を確保するための無人	低	リモートクルーは、無人航空機システムが安全に運用できる状態にあり、承認された運用コンセプトに準拠して	（手順）製品検査は文書化され、可能な場合はメーカーの推奨事項を考慮すること。

		航空機システム の検査（製品検査）がされていること		いること。 この基準に対するロバスト性の「低」、「中」、「高」レベルの区別は、「保証の水準」によって達成される。	（訓練）リモート クルーは製品検査を実行するように訓練されており、その訓練は自己宣言されていること（エビデンスが入手可能であること）。
#08	技術的な問題	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）	中	基準#1 手順の明確化 - 提案された運航に適した運用手順*¹ 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 ○コンティンジェンシー手順（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	- 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。*¹ - 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 * 1 航空局 は、適切と考える基準および/または準拠手段を定義する場合がある。 本付録は、航空局 から提供されたフィードバックに基づいた適切な基準のリストで、今後、更新されることがある。
#11	外部システムの機能低下	無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	中	○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 ○コンティンジェンシー手順（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	
#14	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	中	- 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*²は、運用マニュアルに記載されていること。 * 1 運用手順は、無人航空機本体及び運用を支援する外部システムの劣化*³ を対象とする。 * 2	

#21	不利な運航条件	運航手順が定義され、検証され、遵守されていること	中	本評価では、無人航空機システムの運用を支援する外部システムとは、無人航空機システムの一部ではなく、以下の目的で使用されるシステムと定義する。 ・無人航空機の発進／離陸。 ・飛行前点検 ・無人航空機をその運用範囲内に維持するためのシステム（例：GNSS、衛星システム、航空交通管理、UTM など）。 運用の制御が不能になった後に起動・使用される外部システムは定義から除外される。 *3 運用に必要な外部システムの劣化に適切に対応するため、以下を推奨する。 ・「外部システム」の特定 ・運用の制御不能につながる「外部システム」の劣化モード（GNSS の完全喪失、GNSS のドリフト、遅延問題など）を特定すること。 ・外部システム／設備の劣化モードを検出する手段を記述すること。 ・劣化が検出された場合の手順（緊急復旧能力の起動、手動制御への切り替え等）を記述すること。 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）*2が必要である。 *2 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。
-----	---------	--------------------------	---	--

#09	技術的な問題	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）を制御できること	低	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	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）
#15	ヒューマンエラー	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こと	低	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	
#22	不利な運航条件	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	低	*1 JARUS 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。)	
#10	技術的な問題	技術的な問題から安全な復旧ができること	低	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。	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。
#12	外部システムの機能低下	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こと	低	*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。	

#13	外部システムの機能低下	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	低	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。運航者と外部サービスプロバイダーの間の役割と責任を定義すること。	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）。
#16	ヒューマンエラー	リモートクルー同士が連携していること	低	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こと。 ・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 * 1 * 1 この条件の安全性の水準の「低」、「中」、「高」レベルの差は、「保証の水準」によって実現される。 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こと。 基準 # 3 通信デバイス 基準なし	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	ヒューマンエラー	リモートクルーは運航に適していること	低	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
#18	ヒューマンエラー	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	任意	—	—

#19	ヒューマンエラー	ヒューマンエラーからの安全な回復ができること	任意	—	—
#20	ヒューマンエラー	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	低	無人航空機システムの情報と制御のインターフェースは、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リモートクルーエラーの原因になってはならない。	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。
#23	不利な運航条件	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	低	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。* 1 * 1 この条件のロバスト性の「低」、「中」、「高」の区別は、「保証の水準」によって達成される。 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。 * 2 この条件のロバスト性の「低」、「中」、「高」の区別は、「保証の水準」によって達成される。 基準 # 3 訓練 訓練は気象条件の評価を網羅していること。 * 3 この条件のロバスト性の「低」、「中」、「高」の区別は、「保証の水準」によって達成される。	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	不利な運航条件	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	—	—

SORA を利用したリスク評価は以上となっている。欧州事例で観察されている多数機同時運航は、上記要件を満たし、個別の飛行認可を得ていると考えられる。SORA のそれぞれのステップを確実に実行することにより、申請者、そして当局に対し、運航を安全に実施するための緩和策や安全目標を含めた方法論を提供できる。なお、SORA の中で扱われていない環境保護や、ステークホルダーの特定については追加要件を講じるべきである、としている³⁹。

その後の流れは NAA との事前調整を行い、緩和策の許容可能性、SAIL 判定、隣接するエリアのタイプ、型式証明レポート、型式証明の必要性についてディスカッションの場が設けられるが、欧州事例で観察されている SAIL II 相当の運航であれば基本的に型式証明（Design Verification）が求められることはない⁴⁰。その後、設定した全ての緩和策や安全目標に対しての準拠を示す必要がある。

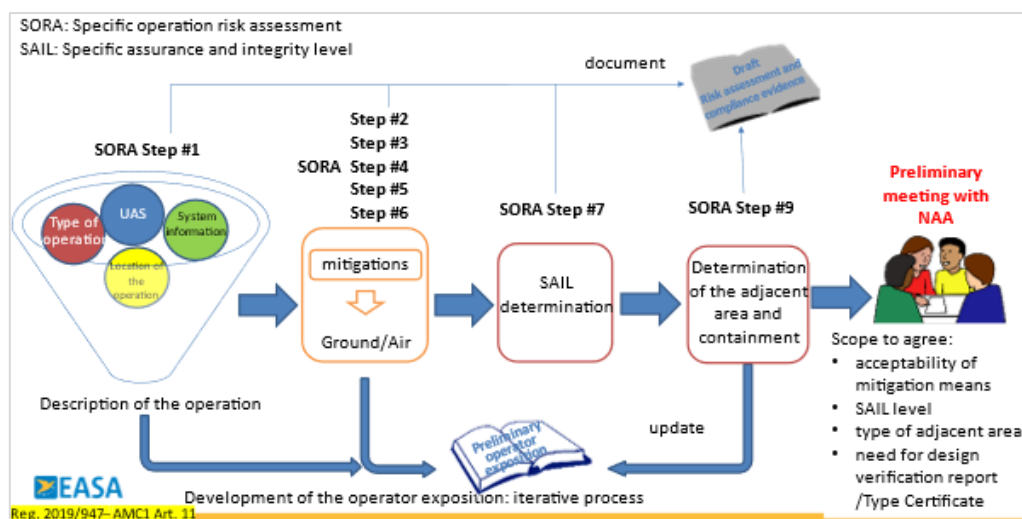


図 3-2-11. SORA の全体フロー

3.2.1. 欧州における機体・システム要件

多数機同時運航において、欧州事例では SAIL II の扱いであることを [3.2 節](#) で解説したが、現行制度では SAIL I もしくは II とリスク評価された低リスク運航においては、事業者が OSO に適合することを宣言することで飛行させることができる（型式証明は求められていない）。しかしながら、Implementing Regulation 2019/947 Article 10 で UAS の耐空性についてのルールと手順の記載があり、個人によって組み立てられたものでない場合もしくは Article 16 や Article 20 で定義された条件に合わない場合、この規則の中で言及されているすべての運航で使用する UAS は Regulation (EU) 2018/1139 の Article 58 に基づいて採択された委任法令（delegated acts）で定義されている耐空性の技術要件とルールと手順に

³⁹ EASA, "Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems", p63

⁴⁰ 事業者ヒアリングに基づく

従わなければならない、と記載されている。

Regulation (EU) 2018/1139 の Annex IX には UAS への必要要件として、特に型式、生産、メンテナンスについての要件が記載されている。ここでは特に耐空性の要件について下表にまとめて記載する。

表 3-2-1-1. ドローンの耐空性要件

	機体に直接関わる必要要件の中身
1. 無人航空機の設計、製造、保守および運用の必要要件	1.1. 無人航空機の操縦者および遠隔操縦者は、特に安全性、プライバシー、データ保護、法的責任、保険、セキュリティおよび環境保護に関して、意図された運用に関連する適用される連合および国内の規則を認識しておく必要がある。事業者と遠隔操縦者は、操作の安全性を確保し、無人航空機を地上の人々や他の空域利用者から安全に隔離できなければならない。これには、製造者が提供する操作説明書、空域での無人航空機の安全で環境に優しい使用方法、無人航空機の関連するすべての機能、適用される航空規則および ATM/ANS 手順に関する十分な知識が含まれる。 1.2. 無人航空機は、その意図された機能に適合し、人を危険にさらすことなく操作、調整、保守できるように設計および構築されなければならない。 1.3. 無人航空機は、運用に起因する安全性、プライバシー、個人データの保護、セキュリティ、環境に関するリスクを軽減するために、必要に応じて、プライバシーと個人データの保護の原則を設計およびデフォルトで考慮した、対応する特定の機能と機能性を備えている必要がある。これらの機能と機能性は、航空機の簡単な識別、運用の性質と目的の明確化、および特定の地理的エリア内での運用、オペレーターからの特定の距離を超えた運用、特定の高度での運用に関する制限、禁止事項、または条件の遵守を保証する必要がある。 1.4. 無人航空機の製造またはマーケティングを担当する組織は、無人航空機の運用者および該当する場合はメンテナンス組織に対し、無人航空機が設計されている運用の種類、安全な運用に必要な制限と情報（運用および環境性能、耐空性の制限、緊急手順を含む）を提供しなければならない。この情報は、明確で一貫性があり、曖昧さのない方法で提供されるべきである。証明書や宣言を必要としない運用で利用できる無人航空機の運用能力は、そのような運用に適用される空域規則を満たす制限を導入する可能性を許容する必要がある。
2.1. 耐空性	2.1.1. 無人航空機は、無人航空機を操縦する人、または財産を含む空または地上の第三者の安全性が十分に実証できる方法で設計されるか、またはそのような機能や詳細が含まれていなければならない。 2.1.2. 無人航空機は、予想されるすべての飛行条件におけるリスクに見合った製品の完全性を提供する必要がある。 2.1.3. 無人航空機は、1 つまたは必要に応じて複数のシステムの故障後を含む、予想されるすべての動作条件下で必要に応じて安全に制御および操縦可能でなければならない。人的要因の考慮事項、特に人間によるテクノロジーの安全な操作に役立つ要因に関する入手可能な知識を適切に考慮する必要がある。 2.1.4. 無人航空機とそのエンジン、プロペラ、部品、非搭載機器、および無人航空機を遠隔制御するための機器は、航空機が設計された運航中、およびそれを十分に超えて、予測可能な運用条件下で意図したとおりに機能しなければならない。 2.1.5. 無人航空機とそのエンジン、プロペラ、部品、非搭載機器、および無人航空機を遠隔制御するための機器は、別々に、また相互に関連して考慮され、故障状態の確率とその影響の重大度が考

	慮されるように設計されなければならない。地上の人々および他の空域利用者への影響は、第 4 条 (2) に定められた原則に基づいて軽減される。 2.1.6. 運用に関与する無人航空機を遠隔制御するための機器は、状況認識を提供する手段や、予想される状況や緊急事態の管理を含む、飛行運用を容易にするものでなければならない。 2.1.7. 無人航空機、エンジン、プロペラの設計に携わる組織は、安全性に影響を与えることが経験からわかっている、無人航空機とそのシステムの内部および外部の条件から生じる危険を最小限に抑えるために予防措置を講じる必要がある。これには、電子的手段による干渉に対する保護が含まれる。 2.1.8. 無人航空機の製造に使用される製造プロセス、材料、およびコンポーネントは、設計特性に準拠した適切かつ再現可能な特性および性能をもたらす必要がある。
--	--

上記に加えて、OSO の中でも機体に関わる内容である OSO #02、 #04、 #05、 #06、 #10、 #12、 #18、 #19 (基準 #3 に限定)、 #20、 #24 に準拠していることを証明し、それを NAA が個別判断している。該当の OSO については本書 [3.2 節](#)を参照されたい。

2024 年の 1 月から Specific カテゴリーで運用されるすべての UAS はリモート ID システムを装備することが必要となった。すでにいくつかの企業は、EU Declaration of conformity に則ったダイレクトリモート ID システムを提供するモジュールを市場で販売している。EU Declaration of conformity に準拠したリモート ID の一覧は EASA のサイトで確認することができる⁴¹。

3.2.2. 欧州における操縦者要件

Implementing Regulation 2019/947 の Article 8 に Rules and procedures for the competency of remote pilots の記載がある。ここで Specific カテゴリーについては UAS を操作する遠隔操縦者は、適切な権限を持った当局が発行する運航認可、定義されている Standard scenario (STS)、または LUC によって定義されている要件に従って、最低限下表の能力を持つ必要がある。

表 3-2-2-1. 操縦者の必要能力の一覧

(a) 運用手順の適用 (b) 航空通信の管理 (c) 無人航空機の飛行経路と自動化の管理 (d) リーダーシップとチームワーク (e) 問題解決と意思決定 (f) 状況認識 (g) ワークロードの管理 (h) 必要に応じた調整または引き継ぎ
--

BVLOS の STS-02 の操縦者要件を見ると、知識試験と、実技試験の両方を完了すること

⁴¹ EASA、"[Specific Category - Civil Drones](#)"

が求められている。知識試験は、下記項目を含んだ 40 問の選択式となっており、75%以上の正解で合格となる。

表 3-2-2-2. 試験範囲一覧

(i)航空規制
(ii)人間のパフォーマンスの限界
(iii)運航手順
(iv)地上リスクに対する技術的・運用上の緩和策
(v)UAS の一般知識
(vi)気象学
(vii)UAS の飛行性能
(viii)空中リスクに対する技術的・運用上の緩和策

実技試験については、飛行前、飛行中、飛行後におけるそれぞれの項目について行われるが特に STS-02 で BVLOS を実施する際に見られる追加的な内容は下記である。

表 3-2-2-3. BVLOS 飛行試験の追加項目

	対象範囲
STS-02 下で実施される BVLOS 運航	(i) 飛行前アクションには、運用計画、空域の考慮事項、およびサイトリスク評価が含まれる。含めるべき主要なポイントは以下の通り： (A) 空域スキャンニング (B) 空域オブザーバー（AO）との運航：AO の適切な配置、および専門用語、調整、通信手段を含む衝突回避計画 (ii) 適切な STS に対応する様々な高さで正確かつ制御された飛行操作の実行。これには、手動/非 GNSS 支援モード（該当する場合）での飛行も含まれる。少なくとも次の操作を実行する必要がある： (A) 位置保持のホバリング（ローター機のみ） (B) ホバリングから前進飛行への移行（ローター機のみ） (C) 水平飛行からの上昇と下降 (D) 水平飛行での旋回 (E) 水平飛行での速度制御 (F) モーター/推進システムの故障後の対応 (G) 衝突を避けるための回避行動（操作）

上記の基礎的な試験内容に加えて、欧州事例で観察される SAIL II の多数機運航を行うとき、前項で取り扱った運航安全目標（OSO）の OSO#9、OSO#15、OSO#22 のそれぞれの安全基準をロバスト性レベル低で達成する必要がある。

表 3-2-2-4. 操縦者に必要とされる OSO の内容

OSO 番号	カテゴリー	運航に関わる安全目標	ロバスト性 (※SAIL II の場合)	安全性の水準	保証の水準
#09	技術的な問題	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）を制御できること	低	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	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）
#15	ヒューマンエラー	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 を制御できること	低	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	
#22	不利な運航条件	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	低	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	

3.2.3. 欧州における体制要件

先述の通り、多数機同時運航を実現する場合、Specific カテゴリーに該当し、SORA を実施し、その内容を NAA によって審査される必要がある。提出の必要がある書類は申請フォーム⁴²、事業者マニュアルのコピー、運航リスクによって異なる証明書類である。事業者マニュアルには事業者のスタッフが安全な運航を確実にするために知っておくべきすべての情報が含まれている必要がある⁴³。これは例えば、意図する運航の詳細な説明や、組織文化のインサイトや、運航手順を指している。

なお、人員体制配備については、多数機運航を前提とした内容の要件については開示されていない。

現在でも多くの国で SORA は v2.0 が運用されているが、2024 年 6 月に SORA 2.5 が公開され、英国では先んじて 2025 年内に MoC として承認される予定である⁴⁴。今後 v3.0 が検討予定であるが、SORA 3.0 では、多数機運航の要件が含まれる可能性があり、拡張性があることを留意したい。その内容によって、多数機同時運航を実施する際に用意すべき書類の追加や、必要な人員体制が明記される可能性がある。

3.2.4. 欧州における運航事業者要件

運航事業者要件に相当するものとして、Light UAS operator Certificate (LUC)がある。この LUC 取得の最も大きなメリットとして、多数機運航も含まれると考えられる Specific カテゴリー運航に際して、NAA による運航認可なしで運航を開始できる可能性がある点である。よって LUC は安全条件を確実に担保しつつ、UAS のサービスの効率を飛躍的に変化させるものと EASA は位置付けている。

表.3-2-4-1. LUC 取得メリット

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">① Standard scenario でカバーされている運航の実施に際し、Declaration (自己宣言)の提出がいなくなる② UAS 事業者によって認可を申請せずに PDRA によってカバーされる運用を自己認可すること③ 運航認可を申請せずに UAS オペレーターが行うすべての運用を自己認可することができる |
|--|

⁴² EASA、["Form for operational authorization"](#)

⁴³ EASA、["Operational Authorization"](#)

⁴⁴ UK CAA、["Specific Operations Risk Assessment \(SORA\) Update"](#)

3.3. カナダにおける多数機同時運航の扱い

この節ではカナダにおける多数機同時運航の扱いを説明する。カナダのドローンの法制度の扱いについては、Canadian Aviation Regulations (CAR) の Part IX Remotely Piloted Aircraft Systems で取り扱われている。多数機運航を実現する目視外飛行や、多数機の同時運用については Division III (General Operating and Flight Rules) 内の Visual Line of Sight (901.11(2)) 及び、Multiple Remotely Piloted Aircraft (901.40(2)) に規定されている。目視外飛行については、Special Flight Operations Certificate (SFOC) RPAS を取得し、SFOC に準拠した運航を行うことでパイロットや目視補助者が機体を目視で確認することなしで運航することが許可される。多数機同時運航については、UAS が 1 つのコントロールステーションから多数機の制御を実施することができるデザインで、製造業者のインストラクションに準拠して運航する場合に限り、可能となる。機体数については、1:5 ままであれば SFOC なしで運用することができる。機体数と VLOS/BVLOS で SFOC の要否をまとめると下記図のようになる。

	1～5機	6機～
VLOS	Basic Operations Advanced Operations	SFOCが必要
BVLOS	SFOCが必要	SFOCが必要

図 3-3-1. 飛行台数と目視による対応法令

Basic Operation と Advanced Operation の具体的な要件については割愛するが、それぞれの要件については CAR の Part IX、Division IV Basic Operation 901.53 及び Division V Advanced Operations 901.62 をそれぞれ参照されたい。

SFOC を取得しており、SFOC に準拠した運航を行うことで、BVLOS での多数機運航を実現することができるが、SFOC に該当する条件と要求される事項について、下記に示す。太字箇所は特に多数機同時運航に関係する条件項目である。

表 3-3-1. SFOC の条件と要求事項

SFOC の条件	- 離陸重量が 25kg(55 lbs) を超える BVLOS に該当する - 外国で認証された外国の運航事業者もしくはパイロットによるシステムの運航 - 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 - 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 を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※SFOC-RPAS(Remotely Piloted Aircraft System) - 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 - 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 ORA に示すリスクアセスメント（複雑な運航向け）： JARUS SORA によるもの ◆ 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

3.3.1. カナダにおける機体・システム要件

SFOC の取得で必要になる書類については [3.3.4 項](#) で取り上げるが、多数機運航の場合、BVLOS を前提とするため、SFOC の区分の中でも高リスク環境の飛行に該当する。この場

合、提出物の中のチェックリストに、RPAS equipment capability（RPASの機能）についての情報を含む必要があり、機体製造者、モデルの情報、及び高度な環境に対する機体製造者の安全保証宣言でもって発行された機体の登録証明書と、BVLOSの場合はSORAを実施し、特定したSAILに合わせてカナダ運輸省によって承認された機体製造者の性能宣言が必要となる。

製造業者からの宣言についてはCanadian Aviation Regulationの該当部分Division VI — Advanced Operations — Requirements for Manufacturer Declarationに記載されている⁴⁵。901.76(2)(b)で示されている通り、ここでは主にドキュメンテーションと、Standard 922に則った技術要件を満たすことが求められている。ドキュメンテーション要件について翻訳すると下記になる。

表 3-3-1-1. SFOCに必要な機体製造業者からのドキュメンテーション要件

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">(a) 以下を含むメンテナンス プログラム<ul style="list-style-type: none">(i) システムの保守および保守に関する指示(ii) システムの準備状態を維持するための検査プログラム(b) システムに関して機体製造者が発行する強制アクション(c) 以下を含む遠隔操縦航空機システム操作マニュアル<ul style="list-style-type: none">(i) システムの説明(ii) 通常および緊急条件下でシステムが安全に動作できる重量と重心の範囲、および重量と重心の組み合わせが特定の荷重制限内でのみ安全であるとみなされる場合は、それらの制限および対応する重量と 重心の組み合わせ(iii) 各飛行段階および運用モードに関して、通常および緊急事態において航空機を安全に運用できる最小および最大の高度および速度(iv) システムとパイロットの両方のパフォーマンスに対する予見可能な気象条件またはその他の環境条件の影響の説明(v) 通常の運用中にクルーに重傷を負わせる可能性のあるシステムの特徴(vi) 操作に関与していない人の傷害を防ぐことを目的としたシステムおよびそれに関連する操作の設計上の特徴。(vii) システムのパフォーマンスが低下して安全でないシステム動作状態が発生した場合にパイロットに提供される警告情報(viii) 通常時および緊急時におけるシステムの運用手順(ix) システムの組み立てと調整の説明書 |
|--|

技術要件について記載されている Standard 922 の No.922-001 Advisory Circular⁴⁶の 8.0 に BVLOS についての項目があるが、現在は公開されていない(Reserved ステータスとなっている)。VLOS 時の技術要件に加えて、BVLOS 時の技術要件が追加されることが想定さ

⁴⁵Canadian Aviation Regulation Part IX Subpart 1 Division VI Advanced Operations Requirements for Manufacturer

⁴⁶ Transport Canada, "Advisory Circular (AC) No. 922-001"

れるが、このレポート内での取り扱いは割愛する。

上記に加えて、カナダ運輸省に対し、SORA で抽出される該当 OSO への準拠を証明している。OSO については [3.2 節 欧州における多数機同時運航の扱い](#)を参照されたい。

3.3.2. カナダにおける操縦者要件

この項ではカナダの操縦者要件について解説する。カナダの操縦者要件は Basic Operation と、Advanced Operation によって内容に差分がある。各区分で共通する操縦者の要件として、オンラインテストに合格することが求められる。Advanced Operation の場合は Flight review で合格する必要がある。それぞれについて解説する。

まず、オンラインテストについて、それぞれ Small Basic Exam と Small Advanced Exam の 2 つが存在しており、区分に合わせたテストを受験することが求められる。Basic Operation で求められる Small Basic Exam の場合、35 問の選択形式の設問に 90 分で回答し、65%以上の回答で合格となる。Advanced Operation で求められる Small Advanced Exam では 50 問の選択形式の設問に 50 分で回答する必要がある、80%以上で合格となる。

Advanced Operation のみに求められる Flight review では、カナダ運輸省に承認されたドローンパイロットがフライトテストを行う。このフライトテストは、フライト前、緊急時、離陸、マニュアル飛行、ロストリンク、フライアウェイ、着陸の観点を含む。現状の法制度で操縦者について多数機運航の規制は存在しておらず、SFOC に基づく個別ユースケースによって判断されることが考えられる。

上記に加えて、カナダ運輸省に対し、SORA で抽出される該当 OSO への準拠を証明している。OSO については [3.2 節 欧州における多数機同時運航の扱い](#)を参照されたい。

3.3.3. カナダにおける体制要件

体制要件について、ドキュメントと人員配備体制にわけて説明する。先述した SFOC は高リスク環境での実施と、低リスク環境での実施によって提出する書類に一部差異がある。具体的には高リスク環境では、先述のリスク評価手法である SORA の提出が求められる。下記にそれぞれの条件と求められる要件を示す。

表 3-3-3-1. SFOC の低リスク環境と高リスク環境の運航の条件

	低リスク環境	高リスク環境
条件	• 軍用飛行場から 5.6km (3 海里) 以内での飛行 • 単一の制御ステーションから同時に 5 機以上のドローンを飛ばし、かつ飛行場から 9.3km (5 海里) 以上離れた無管制空域での運用 • 告知されたイベントでの飛行 • ドローン特別航空イベントの組織	• <u>25 kg 以上</u>の機体の飛行 • <u>目視外飛行</u> • <u>122m (400 フィート) 以上</u>の高さでの飛行 • 単一の制御ステーションから同時に <u>5 機以上</u>のドローンを飛ばし、かつ<u>飛行場から 9.3km (5 海里) 以内</u>、または<u>管制空域内</u>での運用 • <u>危険または有害なペイロード</u> (例: 化学物質) を搭載しての飛行
要求事項	• Basic もしくは Advanced 運用の操縦士免許 • コンプライアンスチェックリストに記載された書類 • Application for a Special Flight Operation Certificate form の記入 • TC.RPASCentre-CentreSATP.TC@tc.gc.ca への申請書、文書のメール送信	• Advanced 運用の操縦士免許 • コンプライアンスチェックリストに記載された書類 • <u>SORA の実施</u> • Application for a Special Flight Operation Certificate form の記入 • TC.RPASCentre-CentreSATP.TC@tc.gc.ca への申請書、文書のメール送信

現状カナダでドローンを使用した多数機による配送事業を行おうとするとき、SFOC に基づいて、Transport Canada (カナダ運輸省) が個別に判断していると考えられる。上記要求事項の中でもコンプライアンスチェックリストは主な提出物となるが、リスクによってチェックリストの内容が異なる。表に示す内容の提出が求められるが、それぞれの場合に対応するフォーマットが用意されており、記入することで下記内容がカバーされるようになっている⁴⁷⁴⁸。

参考までに、併せて提出が求められる Application for a Special Flight Operation Certificate form についても下記に示す。

⁴⁷ Transport Canada、” [Get permission for special drone operations - lower-risk operations](#)”

⁴⁸ Transport Canada、” [Get permission for special drone operations - higher-risk environments](#)”

 Transport Canada / Transports Canada			
APPLICATION FOR A SPECIAL FLIGHT OPERATIONS CERTIFICATE (SFOC) FOR A REMOTELY PILOTED AIRCRAFT SYSTEM (RPAS)			
TO BE COMPLETED BY APPLICANT AS PER CAR 903.02 AND AC 903-002			
Name		First Name	
Trade Name (if applicable)			
Address		City	
Province/Territory	Country	Postal Code	
Telephone number (999-999-9999)	Email		
Business incorporated (if applicable)		☐ Yes (if Yes, provide date and number below) ☐ No Have you ever applied for SFOC-RPAS under Part IX of the CARs? If so, enter the applicant's file number below, beginning with 9.	
Incorporation Date (yyyy-mm-dd)	Business Number	SFOC-RPAS Number:	
Type of SFOC-RPAS requested under CAR 903.01 (For RPA of 250 g and above only. For below 250 g RPA, no SFOC is required, even for foreign pilot)			
☐ (a) Above 25 kg ¹	☐ (d) Above 400 feet AGL ¹	☐ (f) Advertised Event	
☐ (b) BVLOS ¹	☐ (e) More than 5 RPAs from a single control station ¹	☐ (g) For Payloads referred to subsection 901.43(1) ¹	
☐ (c) Foreign Operator or Pilot ²	☐ (f) Special Aviation Event	☐ (h) Within 3 NM of a Minister of Defense aerodrome	
Note 1: For CAR 903.01 (a), (b), (d), (e) and (g), provide the SORA - SAIL Level as per AC 903-001 - RPAS ORA SORA - SAIL Level:			
Note 2: If a Foreign Operator or Pilot SFOC-RPAS application, is it for Hire and Reward? (commercial operation) ☐ Yes ☐ No			
Purpose of the RPAS operation		Proposed period of operations	
		From (yyyy-mm-dd)	
		To (yyyy-mm-dd)	
Location(s) of the proposed operations (City Address and/or Latitude/Longitude Coordinates and Province/Territory)			
Responsible Person for the RPAS Operation – Accountable Executive			
Name		First Name	
Pilot or AME number if applicable	Telephone number (999-999-9999)	Email	
Responsible Pilot for the RPAS Operation – Pilot In Command / Chief Pilot			
Name		First Name	
Pilot certificate number	Telephone number (999-999-9999)	Email	
Responsible Person for the RPAS Maintenance			
Name		First Name	
Pilot or AME number if applicable	Telephone number (999-999-9999)	Email	

26-0835E (2307-06)
Page 1 of 2



RPAS Manufacturer Name and Model	RPA Registration Number (not applicable for foreign or >25 kg)	Safety Assurance Level (Controlled airspace / Near People / Over People or SAIL I to VI)

RPA Pilots			
Name	First Name	Pilot Certificate Number	Certificate Level (Basic, Advanced or Other)

Visual Observers and Maintainers			
Name	First Name	Pilot Certificate Number (if applicable)	Certificate Level / AME Licence (if applicable)

All the statements contained herein are true and complete to the best of my knowledge.

Name (in block letters) _____ First Name (in block letters) _____

Date (yyyy-mm-dd) _____ Signature of the applicant, or the person duly authorized on behalf of the applicant

NOTICE:
As per CAR 903.02, the SFOC-RPAS applicant is responsible for submitting all required additional information to the Minister at least 30 working days before the date of operation. Complete and accepted SFOC applications will be done in the order received. SFOC Application received with less than 30 working days will not be accepted, but if the requested window is for a longer term, the SFOC-RPAS application will be accepted. It may take up to 60 working days process an SFOC-RPAS for higher-risk operations.

When completed, the applicant must send this SFOC-RPAS request form by email to: TC.RPASCentre.CentreSATP.TC@tc.gc.ca with the latest version of the completed Compliance Checklist (except for foreign applicants) and the required supporting documentation.

More information and the most recent Compliance Checklists are available at: <https://tc.canada.ca/en/aviation/drone-safety/drone-pilot-licensing/get-permission-special-drone-operations>

Additional information can be requested based on the type of SFOC-RPAS you are applying for, and also based on the quality of the supporting documentation provided.

Delays thus incurred are the sole responsibility of the applicant.

26-0835E (2307-06)
Page 2 of 2



図 3-3-3-1. SFOC 申請フォーム

3.3.4. カナダにおける運航事業者要件

カナダにおける運航事業者要件は存在しない。

3.4. 豪州における多数機同時運航の扱い

この節では豪州における多数機同時運航の扱いを説明する。豪州での航空法規は最上位にある Civil Aviation Act 1998 と、それに基づいてより詳細な規則を定める Civil Aviation Safety Regulations 1998 から成り立っている。そのうちドローンに該当する内容は CASR Part101 に記載されている。後述するが、豪州の Remote Operator's Certificate (ReOC) という商業的なドローン運航を行う組織が取得する運航事業者認定の制度があり、この ReOC を取得している組織のみ、Civil Aviation Safety Authority (以降、「CASA」) に対して、BVLOS 承認を申請することができる。この申請の中で、事業者が CASA に対して特定の安全要件を満たすことができるかどうかを示す必要がある。また、申請の中で、リスク評価が求められるが、CASA では SORA を採用している。過去 CASA ではそれぞれのケースに対し、SORA に基づく BVLOS 申請への評価を行ってきたが、申請数の増加に伴い、事前定義されたスタンダードシナリオを作成し、緩和策と運航特性に合った SORA のリスク評価結果の決定を行う運用となっている。なお、豪州では一部事業者が多数機による商業運航を実現しているが、現行の SORA でどのように多数機によるリスク評価を行い、安全性を証明したかについては、秘匿情報となっている⁴⁹。加えて、CASR Part 101 Subpart 101.F 101.238(f) の中で” the person operating the RPA operates only that RPA.”(ドローン进行操作する人はそのドローンのみを操作しなければならない)との記載があり、豪州での多数機運航の実施には個別の審査が必須であると推察される。下記に豪州のスタンダードシナリオと想定事項の一覧を示す。AU-STS 3 については、公開予定であるが保留となっている。

⁴⁹ 事業者ヒアリングに基づく

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	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	×	○	○	×	×	○	
	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		（記載なし）				・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	※人口密 度の低い 地域での 運航							
	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													

図 3-4-1. AU-STS の各シナリオの詳細

BVLOS 申請時には form 101-09 を記入し、SORA もしくは BVLOS スタンダードシナリオの補足資料が必要となる⁵⁰。BVLOS を実施するためには Remotely piloted aircraft Operator's Certificate(以降、「ReOC」)、Remote Pilot Certificate(以降、「RePL」)、BVLOS 承認の 3 つの必要条件を満たすことが求められる。詳しくは後述する。

3.4.1. 豪州における機体・システム要件

豪州では多数機同時運航を行う際、機体の登録は必要であるが、現行法では型式の取得は求められていない。現状の運用としては、CASA が飛行に際して個別審査をする際に、機体に対しての確認を行っていると考えられるが、事業者へのヒアリングでは Large RPA (機体重量 150kg 以上の大型 UAS)の機体または有人地帯上空を飛行する場合、機体のサーベイを要し、これは型式認証とは異なる内容である、とのコメントを得ている。なお、補足的ではあるが Large RPA については飛行にあたり、Special Certificate of Airworthiness (耐空証明)が必要である。

先述の通り、豪州では SORA をリスク評価として採用しており、特定される SAIL から安全運航目標 (OSO) が抽出される。この OSO の中には機体に関する内容も存在するため、CASA に対し、該当 OSO への準拠を証明している。OSO については [3.2 節 欧州における多数機同時運航の扱い](#)を参照されたい。

3.4.2. 豪州における操縦者要件

豪州の操縦者要件には Operator accreditation (操縦者認定) と RePL の二つが存在している。どちらも商業目的で運航する UAS の操縦者に対して与えられる資格である。操縦者認定は RePL を取得している場合は必要でない。後述する商業運航事業者の認証 (ReOC) を取得している組織で操縦者業務に従事する場合、RePL が必要になる。それぞれの違いについて下記表に示す。

なお、目視外飛行を行う際は、別途 BVLOS exam を受ける必要がある。BVLOS exam の試験要件は RePL を保有していることと規定されている。

⁵⁰ CASA, "[Remotely Piloted Aircraft \(RPA\) Flight Authorization](#)"

表 3-4-2-1. Operator Accreditation と Remote Pilot License の違い

	Operator Accreditation	Remote Pilot License
飛行条件	- 機体重量 250g 以下 - 機体重量 250g 以上 2kg 以下 - 機体重量 2kg 以上 25kg 以下で自身の土地上空を飛行させる場合	- ReOC を保有する個人もしくは企業で遠隔操縦士となる場合 - 機体重量 25kg 以上 150 kg 以下の UAS を自身の土地上空で飛行させる場合
認定取得手段	オンライン上の無料の試験の受験	公認の訓練組織での訓練と試験の完了が必要
取得除外	RePL/ReOC 取得済みの場合	- 試験の理論パートの除外あり： - 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 ※経験が認められた場合は、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。
年齢	16 歳以上	取得最低年齢制限なし
有効期間	3 年	有効期間の設定はなし

後述する内容と一部重複するが、BVLOS の飛行承認を得る際に運用マニュアルを提出することが求められる。その中に含まれるべき内容として Training (訓練) が挙げられている。訓練に含まれる内容としては、事業者内で BVLOS 運航に関してどのような教育を行っているか、について記載する必要がある⁵¹。事業者は、運航に関わる全ての人員について、事業者の業務に特化した理論及び実践のコンピテンシーベースの訓練を確実に実行しなければならない。また、BVLOS の承認申請の際は BVLOS 訓練者のシラバスを、訓練担当官の資格と経験要件と合わせて提出することが求められる⁵²。

上記に加えて、CASA に対し、SORA で抽出される該当 OSO への準拠を証明している。OSO については [3.2 節 欧州における多数機同時運航の扱い](#) を参照されたい。

⁵¹ CASA、[“Standard Scenario Application and Documents -Guidance Material \(1.0_August 2021\)”](#)

⁵² 同上

3.4.3. 豪州における体制要件

先述の通り、多数機同時運航に関わる指定された提出書類、人員体制は存在しないが、多数機運航を実施する際には BVLOS 申請時同様、form 101-09 及び、SORA の補足資料の提出が求められる。この項では、多数機運航を行う際に提出の求められる書類について説明する。BVLOS 運航を行おうとするとき、求められる要件は、商業運航事業者の認定である ReOC、個人のパイロットについて認可し資格を発行する RePL と、BVLOS 承認、の3点である。BVLOS の飛行承認については、form 101-09 に従って記入したフォームを提出することで申請することができる。申請時に求められる情報は以下である。リスクアセスメントは SORA を参照との記載がある。SORA を使った申請が初めての場合は、事前申請の打ち合わせを設定することができる。

表 3-4-3-1. 申請時に最低限求められる書類

- ・ 更新された RPAS (UAS を指す) 運用マニュアル
- ・ 更新された RPAS 運用手順
- ・ リスク評価
- ・ 作業安全評価 (現場の危険について)
- ・ 航空無線通信資格の添付
- ・ 運用エリアの地図の添付 (KMZ ファイル)
- ・ 飛行計画の添付
- ・ BVLOS (目視外飛行) の運用概念文書 (ConOps) の添付 (該当する場合)



図 3-4-3-1. 運用エリアの地図 (KMZ ファイル) の参照
(写真は AU-STS-04 に該当する内容)

人員体制については、ReOC は最低限の重要人員として、CEO/Managing director、Chief Remote Pilot(以降「CRP」)、Maintenance Controller(以降、「MC」)を配備せねばならないが、個人が一つ以上の重要人員の役割を兼任することは許容されている。運航が拡大するにつれて、遠隔操縦士やクルーを含んだ他の人員が増えることも考えられるが、組織構造は以下になると想定される。

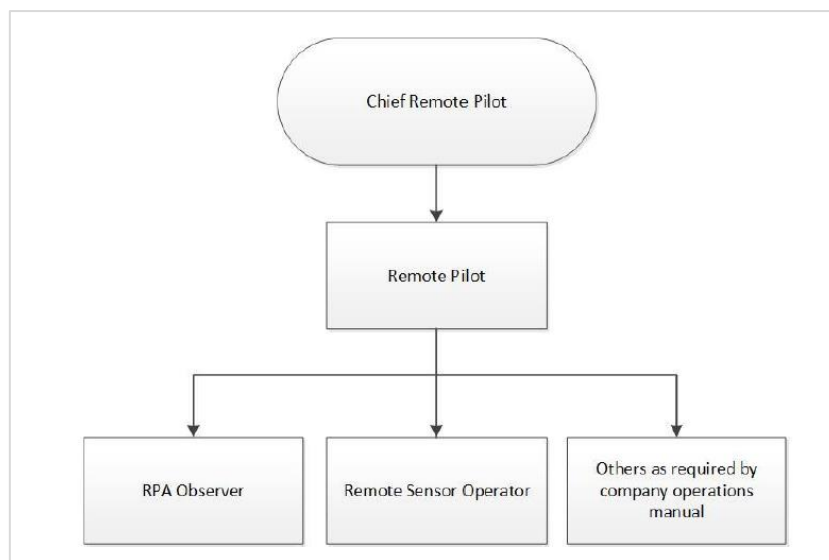


図 3-4-3-2. 想定される組織構造⁵³

ReOC を取得した事業者は、CRP に適格な人材を任命する必要がある。現在 CASA では CRP の条件として、追加の訓練資格や経験要件は課していないが、RePL を保有し、計画された運航に対し幅広い知識と経験を持っている必要がある。CRP に任命された人員は CASA による審査を受ける必要があり、この審査は ReOC の権限に基づく UAS 運航に関連する質問やシナリオベースの活動を含んでいる。CRP の要件として、書類提出されている事業者の運航活動と手順の理解、Part101 基準マニュアルの理解、Aviation Safety Management Systems (SMS)の理解、航空情報パッケージへの理解 (Aeronautical information package) が求められる。

CRP に加えて、全ての ReOC を取得した事業者は、MC に的確な人材を任命する必要がある。MC はドローンが ReOC 事業者としてサービスできる状態を維持する責任を持つ。CRP 同様、CASA では追加の訓練資格や経験要件は設けていないものの、事業者が扱う UAS への技術理解、メンテナンス実施と要件の理解が求められる。なお、150kg 以下の UAS に関して、CASA は MC の審査は行わず、事業者の判断での任命としている。

上記に加えて、CASA に対し、SORA で抽出される該当 OSO への準拠を証明している。OSO については [3.2 節 欧州における多数機同時運航の扱い](#)を参照されたい。

⁵³ CASA, “AC 101-01 v5.1 Remotely piloted aircraft systems -licensing and operations“

3.4.4. 豪州における運航事業者要件

豪州では運航事業者の認定を ReOC に準拠して行っている。これは事業者に対し、商業目的でドローンのサービスプロバイダーとして従事することを認定するものであり、ReOC の取得のみではドローンを操縦することは許可されない。ReOC を取得した事業者は RePL を取得したパイロットを雇入れるか、自身で RePL を取得する必要がある。ReOC としての要件として 5 つの要件が挙げられている⁵⁴。

表 3-4-4-1. ReOC の要件

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 2019 年の Part101（無人航空機およびロケット）基準マニュアルに従って、運用手順およびマニュアルを作成すること2. 事業の運用手順について、すべての遠隔パイロットに対して適切な訓練を行うことを確実にすること3. すべての運用を法律および証明書の条件に従って行うことを確実にすること4. 必要な運用記録を保持すること5. 飛行前に RPA（UAS を指す）を登録すること |
|--|

ReOC の手続きとして、5 段階ある。①form 101-02 を完成させ⁵⁵、②運航マニュアルを含めた補足資料を完成後、③メールにて CASA に提出し、④料金を支払い、⑤Chief Remote Pilot Test(CRP)審査に合格する必要がある。

⁵⁴ CASA、"[Remotely piloted aircraft operator's certificate](#)"

⁵⁵ CASA、"[101-02 RPA Operator's Certificate \(ReOC\)](#)"

4. 諸外国における有人地帯上空での多数機同時運航事例

この章では諸外国における多数機同時運航事例を取り上げる。特に米国では Part135 Exemption に基づいて多数機運航事例が多く存在しているが、その中でも米国 Part135 の認証を受け、商業目的で多数機同時運航での配送を行う 3 社 (Wing、Zipline、Amazon Prime Air) と、オーストラリアにて配送事業を展開する 1 社 (Swoop Aero)、アイルランドにて複数機による配送事業を行う 1 社 (Manna) について個別で取り上げて説明する。

個社について取り上げる前に、各社の多数機運航事例の状況について簡単に取り上げる。

米国では Wing、Zipline、Amazon Prime Air が多数機運航による配送事業を展開している。Wing は、Part 135 Exemption を取得し、ネストと言われる拠点からパイロット:機体比率最大 1:16 の配送事業を行っている⁵⁶。Zipline は、1:6 までの配送を米国で行っている。Amazon は 1:4 までの運航を行っている⁵⁷。UPS Flight Forward、Causey Aviation、DroneUp については現状 1:1 での運航となっているが、今後運航に使用する機体数が増加する可能性もある⁵⁸。

豪州では、Swoop Aero がパイロット:機体比率 1:5 までの運用が認められている⁵⁹。運航は 2 拠点から実施されており、拠点から 60km 以内の場所に限定された配送が可能となっている。

アイルランドでの物流事業を進める Manna については、1:4 の運航を行っている。Manna は米国でも運航を行っているが、Waiver を取得し行っており、事業化には至っていない (Part135 オペレーターに認定されれば事業化が可能)。

事例について以下に一覧にまとめる。

表 4-1. 多数機同時運航を行う各社の状況

1:1 運航 (本調査レポート スコープ外)	  
多数機同時運航 (本調査レポート スコープ内)	(アイルランド) 1:4 運航  (米) 1:4 運航 
	(豪) 1:5 運航  (米) 1:6 運航 
	(米) 1:16 運航 (豪) 1:50 運航[*] 

※調査レポートでは米国事例を取り扱う

⁵⁶ NASA、"Part135"

⁵⁷ FAA、"Emerging Technologies Division with AFS-740"

⁵⁸ NASA、"Part135"

⁵⁹ Australian Aviation、"LOCAL DRONE FIRM WINS APPROVAL TO OPERATE 5 DRONES PER ONE PILOT"

以降で多数機同時運航による配送事業を行う各社について、機体・システム、操縦者、体制の各項にわけて解説するが、各社事例については得られる情報が限定的であり、情報が断片的なものであることをご理解いただきたい。

4.1. Wing 事例（調査時期：2023 年 12 月）

まず Wing の事例概要を解説する（Wing については 2024 年 9 月に視察を実施している。視察結果については [5.1.3.1. Wing の視察結果](#) を参照）。Wing は米国アルファベット社の子会社であり、オンデマンド配送もしくは定期運航の実施が承認される 14 CFR Part135 を保有しており、使用する機体は 49 U.S.C § 44807 が適用されている。Wing は現在、ダラス・フォートワース（DFW）の北東部に位置する 3 か所のネストと呼ばれる拠点から配送サービスを行っている（図 4-1-1.）。それぞれのネストは 6 から 20 程度のローンチパッドを有しており、ドローンの配達距離は凡そ 6 マイル程度（およそ 10km）である。配送は 1 拠点（1 ネスト）につき、1 運営日 100 配送以内で設定されている⁶⁰。Wing は DFW 都市エリアで現在の 3 拠点から 25 拠点到拡大し、1 拠点当たりの配送回数を 100 回から 400 回に増加させることで、コミュニティの需要に応えることを目指している⁶¹。

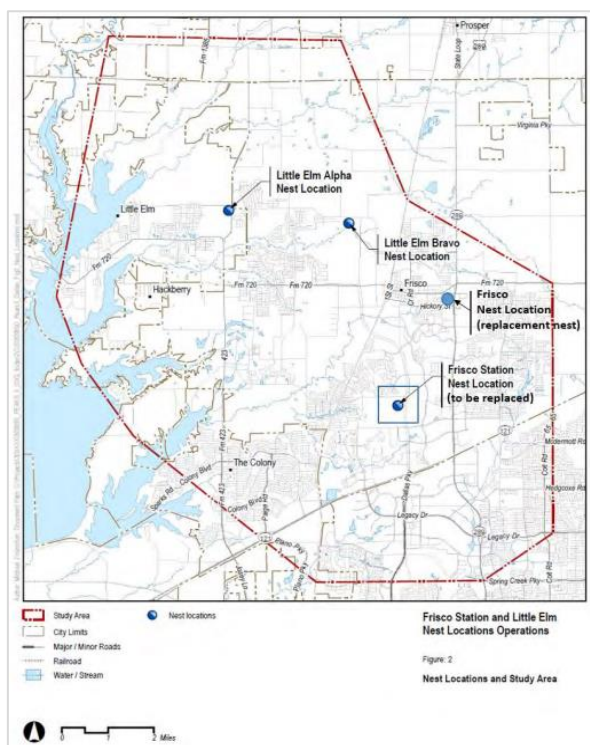


図 4-1-1. Wing の現在のネスト拠点の所在地⁶²

⁶⁰ FAA, “Draft Environmental Assessment for Wing Aviation, LLC Proposed Drone Package Delivery Operations in Dallas–Fort Worth, Texas”

⁶¹ 同上

⁶² 同上



図 4-1-2. ネストの様子

4.1.1. Wing の機体・システム

Wing の主な使用機体は、M7000 である。2019 年 10 月 18 日に米国 Virginia Christiansburg にて FAA 承認の機体で初めて配送を実施した機体である。Wing の機体が他のドローン事業者と異なる点は、約 7m の高度からテザーを使用し、使い捨てコンテナを地上に降ろすという点である⁶³ (図 4-1-1-1.)。M7000 は FAA、地方条例、コミュニティ利害によって定められた制限の中で、自動でルートを飛行するが、1 人の遠隔操縦者は最大で 16 機のドローンを同時に制御できる⁶⁴。この際、パイロットは画面を観察し、予期しない危険がないかを確認している。また、衝突回避については ADS-B in を使用した自動回避を行っている⁶⁵。

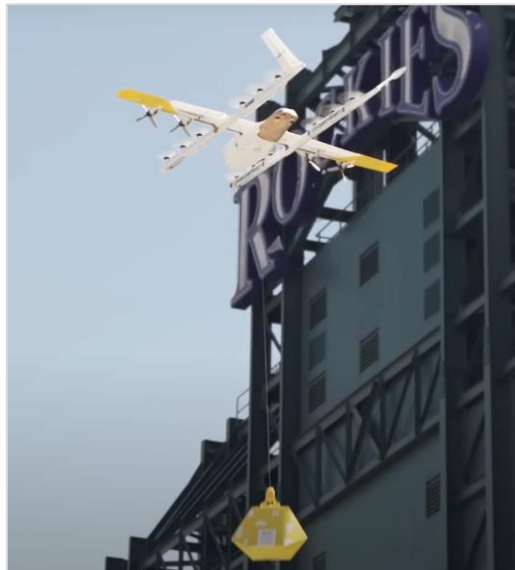


図 4-1-1-1. M7000 の配送の様子

⁶³ NATIONAL AIR AND SPACE MUSEUM、"[Delivery Drone, Wing M7000](#)"

⁶⁴ 同上、事業者ヒアリングに基づく

⁶⁵ 事業者ヒアリングに基づく

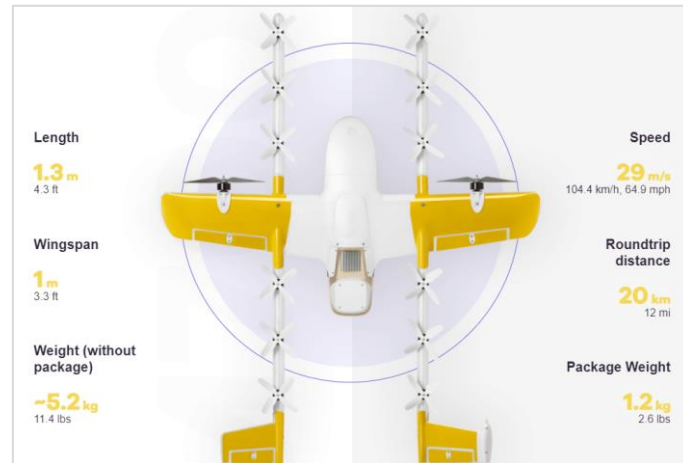


図 4-1-1-2. M7000 の機体

表 4-1-1-1. M7000 の機体スペック

大きさ	●130 × 100 × 40cm
推進動力	●発電装置 電気モーター
バッテリー	●充電式リチウムイオン電池
重量	●～5.2kg ●最大ペイロード 1.2kg
パフォーマンス	●航続距離 20km ●速度 29m/s (104.4km/h)

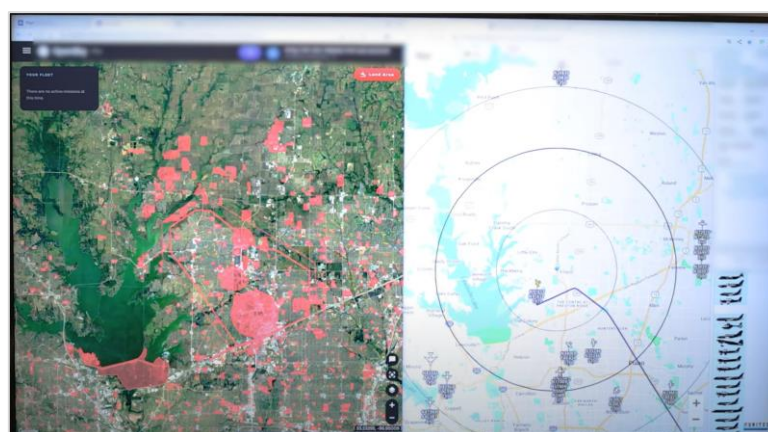


図 4-1-1-3. 他機体検知のインターフェース⁶⁶

2023 年 1 月に Wing から新機体の公表があった。名称は明らかになっていないが、主な

⁶⁶ Wing、” [Wing unveils first-of-its-kind Remote Operations Center for drone delivery](#)”

アップデートはペイロードの増加である。詳細は公表されていないが M7000 では 1.2kg だったペイロードが 2.26kg（5 ポンド）となり、機体も一回り大きくなっていることがわかる⁶⁷（図 4-1-1-4.）。

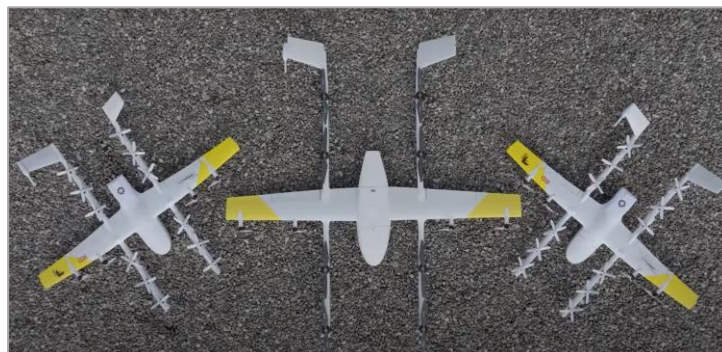


図 4-1-1-4. Wing から公表された新機体（写真中央が新機体）

Wing では従来操縦者によってマニュアルで行われていた下記の業務をドローンによって自動で行っている、と説明している⁶⁸。

表 4-1-1-2. Wing の機体で自動化されている機能

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• プリセットされた制限の中での飛行ルート計画• プリセットされた飛行便の開始• プリセットされた飛行便の関連 UA とのプレフライト飛行経路衝突回避• 離陸、パッケージピックアップ、デリバリー、帰還のすべてを含む飛行操作• システム不具合時の異常検知、認識、コンティンジェンシーアクション• ADS-B out を備えた他航空機衝突検知、認識、回避• 重量とバランス超過の検知、認識、アクション• 環境及び動作制限内に留まること• 航空当局等からの自動飛行制限の受信、対応• プリフライトおよびポストフライトセルフチェックとその他必要システムの確認 |
|--|

4.1.2. Wing の操縦者

Wing の操縦者については公開されている情報が限定的であるが、操縦者についての要件として、

- Part107 リモートパイロット証明書を有すること
- 3 年以上の商用ドローン/公用ドローンの経験もしくは商用ドローンに関して大学レベルの教育と訓練を受けていること

⁶⁷ Wing、” [Introducing an additional aircraft to complement our existing fleet | Wing drone delivery](#)”

⁶⁸ FAA “[Petition of Wing Aviation LLC for Exemption from Certain Federal Aviation Regulations](#)”、p19

- FAA のセカンドクラス健康診断書の提出

等が求められている⁶⁹。また、Part 61 の Crewed aviation (有人航空)のパイロット経験もしくは 5 年以内の Part65 Aircraft Dispatcher Certification⁷⁰ の修了が奨励されている。

Wing の操縦者要件では、従来 PIC が行っていた任務を高度に自動化しており、操縦者が従事する業務は以下 8 項目であると説明している⁷¹。

表 4-1-2-1. 操縦者が従事する業務

• 自動飛行の開始と終了 • ドローンもしくは運航に影響を及ぼす NOTAMs の確認 • ドローンによって検知されない外部状況の監視 • リスク評価や運航エリアに影響を与える外部状況の監視 • 航空当局等からの自動化されていない指示の受信と対応 • チェックリストごとにドローンによって検知されない残りの重要エリアの運航チェックの開始 • そのエリアの飛行頻度の監視
--

加えて、Wing では自社で教育プログラムを実施している。フライトクルー候補生の期待される知識とフライトクルー訓練でカバーされる内容について下記に示す⁷²。

表 4-1-2-2. Wing のフライトクルー訓練でカバーされる内容

知識要件（フライトクルー候補）	• 権利、制限、飛行運用に影響をもたらすドローンに関連する規制 • ドローン運用に影響をもたらす空域分類、運用要件、飛行制限 • ドローンのパフォーマンスに影響をもたらす天候の効果とそのソース • ドローンへのローディング • 緊急時手続き • クルーリソースマネジメント • ラジオコミュニケーション手続き • ドローンのパフォーマンスの決定 • 薬物・アルコールの効果 • 飛行の意思決定と判断 • 空港での運用 • メンテナンスとプレフライト点検
-----------------	---

⁶⁹ Wing、"sUAS Flight Operator"

⁷⁰ FAA、"FAA-Approved 14 CFR Part 65 Aircraft Dispatcher Certification Courses"

⁷¹ FAA、"[Petition of Wing Aviation LLC for Exemption from Certain Federal Aviation Regulations](#)"、 p20

⁷² 同上

フライトクルー訓練 のカバー内容	• 国家運輸安全委員会の事故報告要件 • クリティカルな天候状況の認知を含んだ気象学 • 航空機に適切な手続きと緊急事態の運用 • クルーコミュニケーションとコーディネーションを含んだクルーリソースマネジメント • 衝突回避を含んだ航空機の安全運航 • 運航に関連する有人航空機の雲からの離隔と空域での視野制限の理解 • 有人航空機の位置共有のコミュニケーション方法と空港周辺での運航の理解 • 有人航空機の交通パターンと頻度を決定することを含んだ区分航空図等の理解 • 場所特有のリスクアセスメントから決定されたローカル航空運用についての理解
---------------------	--

4.1.3. Wing の体制

Wing では運航が、大きく 6 つ定義されている⁷³。(1)離陸、(2)ピックアップ場所への飛行、(3)ピックアップ、(4)デリバリー場所への飛行、(5)デリバリー、(6)ネストへの帰還である。それぞれの内容について下記に一覧で示す。

⁷³FAA、"Petition of Wing Aviation LLC for Exemption from Certain Federal Aviation Regulations"、 p5
<https://www.regulations.gov/document/FAA-2018-0835-0001>

表 4-1-3-1. Wing の飛行運用とその対応内容

	対応内容
(1) 離陸	- 離陸エリアは、運航関係者のみにアクセスが制限されている。 - 機体は安全運航ができる状態であることを確認するために自動でプレフライト、点検を実施する。 - 機体は離陸、ピックアップ、デリバリー、帰還の事前飛行計画を受け取る。それぞれのウェイポイントと連結セグメントは 3D WGS-84 の地理場所と関連する飛行制限を含んでいる。飛行経路は最も効果的な (Wing UTM システムによって決定される) ルートを選択し、人口集中地域やほかのセンシティブエリアを避けて設定される。
(2) ピックアップ場所への飛行	- 飛行は障害物を避けるために安全な高度で実施される。長距離フライトの場合、65 フィートから 100 フィート建物の上空を飛行する。 - 離発着場所を水平に航行するクルーズフライトは、翼と正面についたモーターとプロペラを使う。ホバー用のモーターとプロペラはクルーズ速度の際はアクティブになっていない。 - クルーズフライトの際に問題が発生した場合、ホバーシステムが作動し、利用可能になる。
(3) ピックアップ	- パッケージの重さは検証されたもので、パッケージは視覚的に確認される。 - 機体はパッケージローディング場所で 23 フィートの高さまで降下し、テザーを降ろす。フックは正しいアタッチメントであることが確認できるようにデザインされている。 - パッケージは訓練された人員によってアタッチされる。 - フックにパッケージがつけられたことを機体が認識すると機体が自動的にテザーを巻き引き上げる。機体は別のロッキング機能でパッケージを固定し、固定されない場合、パッケージをリジェクトする。
(4) デリバリー場所への飛行	(2) と同様
(5) デリバリー	- 機体はデリバリー場所で地上 23 フィートまで降下し、テザーについたパッケージを地上に降ろす。パッケージが地上に着くと、フックが自動的にリリースされ、パッケージから離される。 - 機体は自動的にテザーを巻き取り、フックをエアフレームの中にしまい込む。デリバリーが実行されなかった場合、もしくはパッケージ、フック、人による介入、地上障害物によってうまく配送が機能しなかった場合、機体はテザーをリリースし、離陸場所に戻る (テザー用の紐とフックを置いていく)。もし人間や動物がパッケージを掴む等によって介入した場合、機体は安全運航を損なうことなしにテザーをリリースする。
(6) ネストへの帰還	(2) と同様

加えて飛行が計画通りの場合(Nominal)と予定通りではない場合 (Off-nominal) の際についての対応についても下記に一覧で示す。

表 4-1-3-2. Wing の Nominal 飛行と Off-nominal 飛行の内容

Nominal 飛行	- 機体は PIC に対してポジション、ステータス状況を共有する - 機体は安全航行のためのオンボードシステムを常に監視し、ルートに沿って航行する - Wing の UTM システムは計画されたルートに関連する機体の位置を監視し、逸脱した場合、PIC に警告する - システムが完全に自動化されており、PIC のインプットは不必要。ただし、PIC の操作介入は可能
Off-Nominal 飛行	- システムの不具合の場合、コンティンジェンシーアクションを自動でとるようにプログラムされている - パッケージのローディング不具合の場合、パッケージとウィンチ紐をリリースし（もし絡まっている場合等）安全運航を継続する - 飛行経路からの逸脱があった際、パラメーターによって設定された計画航路から実際の航路が逸脱する場合、コンティンジェンシーアクションが取られる。加えて、機体が事前に決められたマニュアルで生成されるジオフェンスを逸脱した場合コンティンジェンシーアクションが取られる - 持続飛行が適切ではない場合（もしくはリモートパイロットが着陸を指示した場合）、コンティンジェンシーアクションが取られる - コンティンジェンシー着陸は地面に近い時は 100fpm(0.5m/s)の垂直降下である。この際、フォールトが起こらない一つのモーターのみを使用される。リモートパイロットはビジュアル警告によって警告され、GPS 座標と機体の地表ストリートマップ方向が自動的に提供される

なお、Wing の飛行の実施体制については、PIC がリモートオペレーションセンターにおり、それぞれのサービスエリアに地上支援オペレーターがおり、基本的にすべて自動であるがハンズオンの介入が必要な場合（充電パッドの上でドローンを置き直す等）は地上支援オペレーターが UAS の場所まで向かう、としている⁷⁴。

⁷⁴ Wing、”Wing unveils first-of-its-kind Remote Operations Center for drone delivery”
<https://blog.wing.com/2022/12/wing-unveils-first-of-its-kind-remote.html>

4.2. Zipline 事例（調査時期：2023 年 12 月）

Zipline について概要を説明する（Zipline については 2024 年 9 月に視察を実施したが視察結果の公開が不可となった。[5.1.3.4. Zipline の視察結果](#)を参照）。Zipline は現在 3 つの大陸（北アメリカ、アフリカ、アジア）、7 か国（ルワンダ、ガーナ、米国、ナイジェリア、日本、ケニア、コートジボワール）でサービスを展開している。すでに 85 万回の実際の顧客への配送実績があり、現在では約 70 秒に 1 つの配送が行われている⁷⁵。Zipline が多数機運航を行うにあたり、他社と異なる点は後述する DAA にある。Zipline の主張では、地上からのレーダーはすべての地理条件で機能するとは限らず、カメラを使用した DAA は雲のような視覚制限の問題は完全に解決されないとし、音波を使用し周辺情報を感知している⁷⁶（図 4-2-1.）。

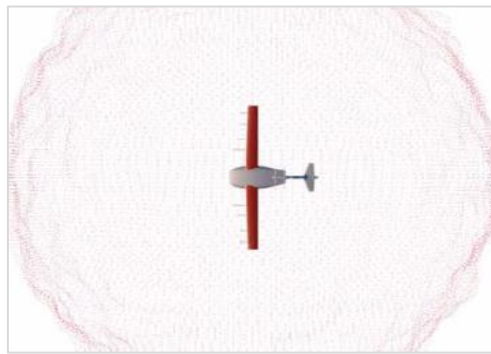


図 4-2-1. Zipline の音波を利用した DAA のイメージ

4.2.1. Zipline の機体・システム

Zipline の機体・システムについて説明する。Zipline では機体のプロダクトが 2 つ存在している。Platform 1 と Platform 2 である。2023 年 12 月現在、主に利用されているのは Platform 1 であり、Platform 2 については開発中としている。この項では特に Platform 1 について取り扱う。

Zipline の機体は配送物を内包し運ぶ高度に自動化された固定翼ドローンである。機体はネストと呼ばれる電気ローンチャーから発射され、事前に決められたルートに沿って配送先まで行きネストに戻る。この機体は Zipline によってデザイン、製造され、運用されており、現在 FAA と高頻度でやり取りを行い、型式証明の取得を目指している⁷⁷。

機体の簡単なスペックを下記に示す。

⁷⁵ Zipline, "Zipline Fact Sheet"

<https://www.flyzipline.com/about/zipline-fact-sheet>

⁷⁶ Zipline, "Using Sound to Unlock Instant Logistics at Scale"

<https://www.flyzipline.com/detect-and-avoid>

⁷⁷ 事業者ヒアリングに基づく

表 4-2-1-1. Platform1 の機体スペック

大きさ	●308×189×60cm
推進動力	●発電装置：電気モーター2つ
バッテリー	●充電式リチウムイオン電池
重量	●最大離陸重量 22.5kg ●最大ペイロード 1.77kg
パフォーマンス	●航続時間 2時間 ●運行半径理論値 50海里 ●速度 28.8m/s (103.7km/h) ●最大高度 121.9m (400 フィート) ●上昇限度 3657.6m(12000 フィート) ●耐熱範囲 華氏 32 度から 115 度

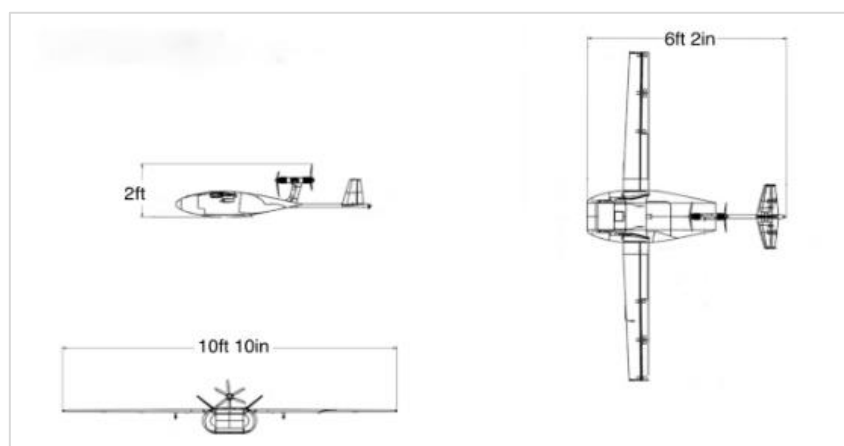


図 4-2-1-1. Platform 1 の大きさ

Zipline のシステムで特筆すべきなのが、先述した DAA である。Zipline の DAA は音波を採用している。これには 2 つ理由が存在する。

従来の航空機は、他の航空機との衝突を避ける為の確立されたルールに従っている。一般的には航空機は目の前の空域に責任があるが、ドローンも例外ではない⁷⁸。Zipline の機体は地上から 300-400 フィートの場所を飛行するが、その空域は他の小型航空機（商用のジェット機でない）と共有されている。しかしながら、凡そ 30%の航空機が他の航空機を回避するためにパイロットの目視に頼っており、これらの航空機は”非協力航空機”(Non-

⁷⁸United States Patent Application Publication 、” [ACOUSTIC BASED DETECTION AND AVOIDANCE FOR AIRCRAFT](#) ”、p1

cooperative)と位置付けられている⁷⁹。これらの複雑な空域の長距離探知、そして 360 度の探知が必須となる⁸⁰。そのため、システムでの感知はきわめて困難となっていた。

2 つ目に Zipline では他の技術を徹底的に試したが、ドローンに搭載でき、かつ信頼できるレベルで他の航空機を感知できる技術が他に存在しなかった。既存の DAA はドローンには適さない、と判断し、音波の利用に行きついた。

音波で他の航空機を探知するために、課題となったのが、どのように時速 60 キロで航行するドローンから他の航空機の音を聞きだすかということである。結果的に、下図に示すような細長いマイクロフォンを 8 つ機体の固定翼部分に装着し、他航空機の音を聴くことができるようになった⁸¹。これらのマイクロフォンを使い、一つのマイクロフォンで拾った音を別のマイクロフォンでも拾い、音のスピードとそれぞれのマイクロフォンの距離からどこから音が来ているのかと計算で導出している。

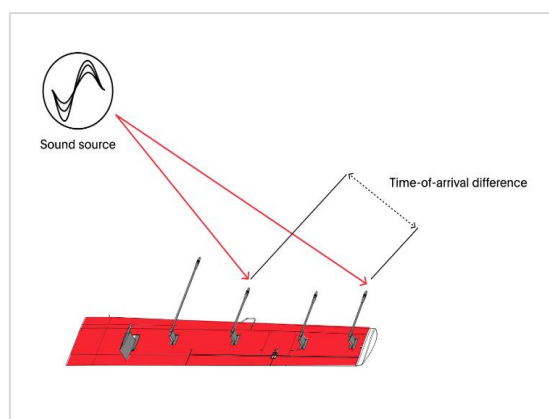


図 4-2-1-2. Zipline の音検知の仕組み

上記に加え、Zipline では採取した音波情報をトラッカーと呼ばれる機体の飛行環境を包括的に描くシステムの中に取り込み、視覚的に状況を理解できるツールを作成した。トラッカーは、取り込まれた音波の情報から他航空機の場所についていくつかの推測をし、その推測を過去の推測と照らし合わせながら正確な場所を探知できるとしている⁸²。下記にトラッカーの参考写真を掲示する (図 4-2-1-3.)。写真のグレー部分の中のドットがトラッカーの推測を示している。それぞれのドットは他航空機の場所、方角、速度、どの型の飛行物かの仮説を持っている。

⁷⁹Zipline、” [Perfecting acoustic perception](#) ”

⁸⁰ 同上

⁸¹ 同上

⁸² 同上

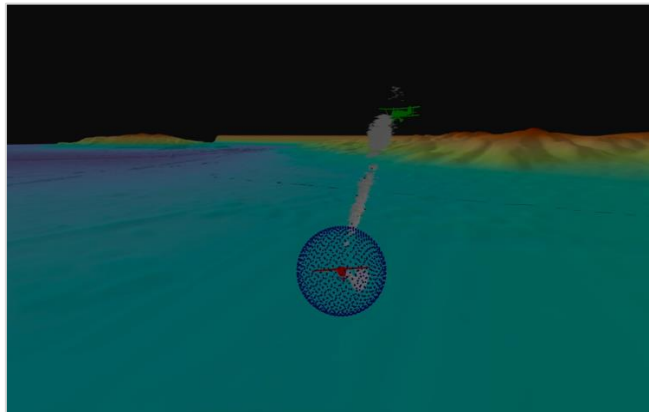


図 4-2-1-3. DAA システムの一部のトラッカー



図 4-2-1-4. ヘリコプターを活用した音波 DAA テスト

4.2.2. Zipline の操縦者

Zipline はルワンダで 2017 年からドローンのトレーニングアカデミーを確立し、このアカデミーは後にガーナへと拡大した。設立から現在までに、パイロットをはじめ、フライトオペレータ（FO）や、メンテナンス技術者に対する 150 以上の免許を与えている。Zipline の過去のフライトの知見を統合されたプログラムになっている。また Zipline はアメリカの北カリフォルニアでも Part135 運航に則った人員育成プログラムを提供している。訓練内容は、FAA 承認された Zipline Part135 トレーニングプログラムとなっている。訓練の対象となる人員を下表に示す。

表 4-2-2-1. Zipline の操縦に関わる人員の要件

	要件
操縦者 (Pilot in Command: PIC)	• Part107 リモートパイロット証明書を有すること • サードクラス健康診断書 を有すること • FAA に承認された PIC 訓練 • 運航訓練マニュアルに記載された訓練要件を完了すること • FO の全ての要件を満たすこと
補助操縦者 ⁸³	• 不明
Visual Observer (VO)	• Part107 リモートパイロット証明書を有すること • FAA に承認された VO 訓練 • 運航訓練マニュアルに記載された VO 訓練を完了すること
フライトオペレータ (FO)	• メンテナンス技術者の資格を有すること • FO 運航訓練マニュアルに記載された FO 訓練を完了すること
Ground Support Crewmember (GSC)(DAA 利用時) ⁸⁴	• Part107 リモートパイロット証明書を有すること • FAA に承認された GSC 訓練

4.2.3. Zipline の体制

Zipline の運航体制は、最少遂行人数は PIC と FO(Flight Operator)のみであるとしている（目視内飛行時のみ）。BVLOS 時には上記に加えて、VO が必要となるが、FAA によって承認された DAA を使用した運航を実施する際はこの限りではなく、VO の設置は任意となる。VO の配備の代わりに GSC の配備が必要となり、主に地上のリスクについて PIC と連携する。FO の役割は、フルフィルメントチームメンバーから仮で組み立てられているパッケージを受け取り、マニュアルに沿ってパッケージの搭載を行う。パッケージの搭載にはパッケージが危険物要件に準拠していること、重さ・バランス制限が守られていること、パラシュートが正しく折りたたまれていること等がある。搭載されるパッケージの安全性については PIC が判断する。この際、PIC が確認している内容は、パッケージの内容物の動きが制限されるように固定されているか、パッケージの重心がボックスの中心から±2センチになっているかどうか、等である⁸⁵。飛行前には適切なメンテナンス資格を持った FO によって機体が組み立てられる。すべての運用確認、天候確認が終わり空域に他航空機との衝

⁸³ 事業者ヒアリングから、RPIC の近くに補助操縦士が存在し、主にナビゲーション等の補助的な役割を担っているとの情報をいただいたが要件については不明である。

⁸⁴ FAA Exemption 19111 及び 19111B の内容から Zipline の運航には Flight Operator (FO)が存在し、機体の組み立て、離陸時の機体設置、機体の回収を行っている。

⁸⁵ FAA, "Exemption No.19111", p.6

突の可能性がないことが確認されるとローンチャーから機体が発射される。PIC は飛行中には Control Mini App を用いて 7 つのコマンドのうち 1 つを選択して PIC が制御するすべての UAS もしくは個別の UAS に対し、コマンドを送信することができる。コマンドの例は以下に示すとおりである⁸⁶。

表 4-2-3-1. 送信するコマンドの例

- ネストに帰還：PIC がマニュアルで機体に対し帰還指示が必要な場合に使用
- ミッション再開：Hold 状態からを出発する際、もしくは次の旋回地点で旋回し、元々の配達目的地への飛行を再開する場合に使用
- すぐに Hold：すぐに Hold に入る場合に使用（※Hold は緊急着陸場所に設置された骨組みの機構であると推定される）
- Hold に行く：PIC がマニュアルで UAS に対し、あらかじめ決められた航路に設定された Hold に向かう指示を出す場合に使用
- ネストでパラシュート展開：PIC がマニュアルで機体に対し、代わりの離着陸を指示する場合に使用（ネストでの意図的なコントロールされたパラシュート着陸）
- グリーンサイトでパラシュート展開：C2 リンクロスト時に使用される。自動で作動する。
- すぐにパラシュート展開：PIC がマニュアルで UAS に対しパラシュートシステムを作動される際に使用する

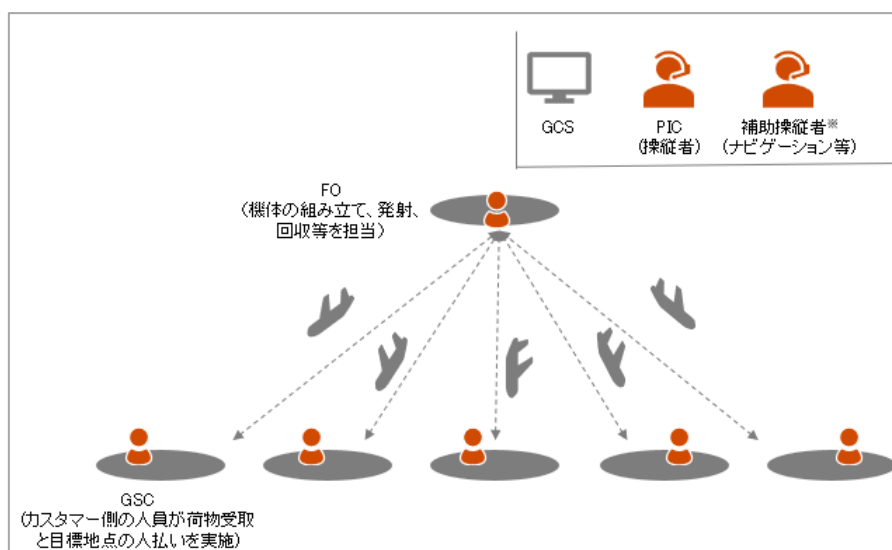


図 4-2-3-1. DAA 使用時の Zipline の人員体制のイメージ⁸⁷

⁸⁶ 同上

⁸⁷ FAA Exemption 19111、19111B から推測。

4.3. Swoop Aero 事例（調査時期：2023 年 12 月）

Swoop Aero 事例の概要を説明する。Swoop Aero はオーストラリアの機体や運航に必要なプラットフォームを提供する企業である。機体の製造のみでなく、ドックや保有しているソフトウェアと親和性のあるアセットの開発を行っており、シームレスなユーザー体験を提供することに強みがある。サービス提供場所として、バヌアツ、モザンビーク、マラウイ、コンゴでの実績があり、現状の物流網でカバーしきれなかった場所にワクチンや薬等の医療物資を配送している点が特徴的である。オーストラリア、ニュージーランドでは、当局よりパイロット 1 人に対し 5 機までの運用が認可されている⁸⁸。同社は、2030 年までに 10 億人に対してドローンサービスを提供することを目標としており、1 パイロットあたり 30 機までの操縦を当面のマイルストーンとしている⁹⁰。システム上ではすでに 30 機の同時制御については可能であるが、これは制度の許諾次第である、と説明している⁹¹。オーストラリアの Civil Aviation Safety Authority(CASA)からは Queensland 内の Toowoomba と Goondiwindi の 2 拠点から 60km 以内の場所に限定され配送が可能となっている。運航できる時間も限定されており、月曜から土曜の午前 7 時から午後 7 時まで、日曜と祝日は午前 9 時から午後 6 時までとなっている⁹²。

4.3.1. Swoop Aero の機体・システム

Swoop Aero では使用している機体は、旧型の Kookaburra と新型の Kite である。新型 Kite の機体のスペックとしては、シングルチャージで 175km までの航行が可能で最大時速は 200km である。ペイロードは 5kg である。DAA についてはビジュアル、オーディオを使用していると説明しており、ADS-Bin も搭載している⁹³。Swoop Aero は BVLOS ソリューション提供のため、Iris Automation とパートナー契約を締結しており、DAA については Iris Automation の CASIA を使用しているという記載がある⁹⁴（図 4-3-1-1）。CASIA は電子光学センサーとコンピュータービジョンを使用した DAA システムである。自身のテレメトリと航空機のトランスポンダーからデータを受け取り、他航空機との衝突を回避することができる⁹⁵。加えて、カメラからの光学データを AI や機械学習に使用し、空の危険を感知している。

⁸⁸ Australian Aviation、” [LOCAL DRONE FIRM WINS APPROVAL TO OPERATE 5 DRONES PER ONE PILOT](#)”

⁸⁹ DRONE、” [Swoop Aero、ニュージーランド初の統合ドローン物流ネットワーク立ち上げ](#)”

⁹⁰ ZD NET、” [Swoop Aero gets green light from Australian aviation authority for drone centre](#)”

⁹¹ [Linked In posted by Swoop Aero](#)

⁹² CASA、” [Drone Delivery Service](#)”

⁹³ Swoop Aero、” [Swoop Aero’s newly unveiled aircraft Kite™](#)”

⁹⁴ Swoop Aero、” [Swoop Aero partners with Iris Automation](#)”

⁹⁵ International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace、” [Evaluation of Onboard Detect-and-Avoid System for sUAS BVLOS Operations](#)”



図 4-3-1-1. Iris Automation の DAA (CASIA I)

4.3.2. Swoop Aero の操縦者

Swoop Aero について操縦者の具体的な要件等の情報は不明である。

4.3.3. Swoop Aero の体制

Swoop Aero の体制について、オーストラリア国内では CASA から遠隔操縦拠点(Remote Operation Center)からのパイロット機体比率 1:5 までの運航が認められているが、具体的な運航の人員配備については不明である。

4.4. Manna Drone Delivery 事例（調査時期：2024 年 11 月）

Manna Drone Delivery（以降、「Manna」）について概要を説明する（Manna については 2024 年 9 月に視察を実施している。視察結果については [5.1.3.2. Manna の視察結果](#) を参照）。Manna はアイルランドに本社が所在する企業で、アイルランドと米国のテキサスでサービスを展開しており、15 万回以上の運航を実施している⁹⁶。

配送方法としては 2 種類あり、1 つは商品を Manna の基地から直接顧客に配送する方法、2 つ目は Manna の基地から販売者の店に商品をピックアップし、そこから顧客に配送する方法である。2023 年当時に Balbriggan の人口の 40% が、月に 1.6 回サービスを利用しているとのことである⁹⁷。米国では Part107.39(over people) Waiver を取得しており、1 対 1 での運航を実施している。アイルランドでは多数機運航 (1:3) を実施しており、近いうちに 1:4 の運航を行うと米国視察 (2024/9/16 実施) の際にコメントがあった。

4.4.1. Manna Drone Delivery の機体・システム

機体のバッテリーは取り換え式で、充電式のように 20-30 分程待つ必要がないため効率がよいと説明があった⁹⁸。また、離着陸時の障害物検知については LiDAR を使用し、荷下ろしが行われる 14m 地点を計測している。機体には ADS-B in は搭載されておらず、離着陸場にある ADS-B 用のアンテナで受信している。

配送物は吊り下げの紐ごとリリースを行い、万が一絡まった場合機体で紐を切る方式を採用している。紐ごとリリースする点が他社と比較した場合に特徴的な点である。



図 4-4-1-1. Manna の機体外観⁹⁹

⁹⁶ Manna Drone Delivery, “[Delivering in Ireland and the U.S.](#)”

⁹⁷ COMMERCIAL UAV NEWS, “[Faster, Greener, Cheaper, Quieter, and Safer: Manna Drone Delivery and the Reality of Drone Deliveries in Ireland](#)”

⁹⁸ 事業者ヒアリングに基づく

⁹⁹ Manna Drone Delivery, “公式ウェブサイト”

<https://www.manna.aero/blanch>

4.4.2. Manna Drone Delivery の操縦者

操縦者の具体的な要件については不明である。

4.4.3. Manna Drone Delivery の体制

米国では § 107.39 (Operation Over People) と § 107.145 (Operation Over Vehicles) の Waiver を取得し、目視補助者ありで運航している。アイルランドでは現在は 1:3 で目視補助者なしで運航しており、1:4 での運航を実施予定 と伺っている。また、BVLOS waiver と Part 135 exemption についても近いうちに取得できるように取り組んでいる旨の発言があった。システム上は 1:20 まで対応可能としており、オペレーターの管理能力を検証しているとの説明を受けている¹⁰⁰。また、アイルランドでは無人機の数を増やす場合にテストが求められ、一人のオペレーターでどのようにリスクを軽減できるかを示す必要がある¹⁰¹。

¹⁰⁰ 事業者ヒアリングに基づく

¹⁰¹ 事業者ヒアリングに基づく

4.5. Amazon Prime Air 事例（調査時期：2025 年 2 月）

Amazon Prime Air について概要を説明する。Amazon Prime Air は Amazon の子会社で米国ではカレッジステーション（テキサス州）、フェニックス（アリゾナ州）で運航を行っている。また、米国外ではイギリスとイタリアで試験を行っており、イギリスではダーリントンでドローン配送を行うべく、現在 CAA と調整中である。

Amazon Prime Air の担当者からは、公開情報が知的財産の観点で非常に限定的となっていると説明を受けている。

4.5.1. Amazon Prime Air の機体・システム

Amazon Prime Air では、現在 MK30 をドローン配送に使用している（以前は MK27 を使用していたが、現在は MK30 のみとのコメントがあった¹⁰²）。DAA は光学カメラ以外に他の技術も使っているとのことである¹⁰³。機体のサイズは、直径 2m で重量が 3.2kg、ペイロードは 2.3kg である。現在多数機同時運航（1:4）を実施しているが、システム的には 1:4 以上も対応しているとのことである¹⁰⁴。

配送物は機体から切り離す方式で、テザーよりも早く投下できる点がメリットであるとのコメントがあった。

4.5.2. Amazon Prime Air の操縦者

操縦者の具体的な要件については不明である。

4.5.3. Amazon Prime Air の体制

体制の具体的な要件については不明である。

¹⁰² 事業者ヒアリングに基づく

¹⁰³ 事業者ヒアリングに基づく

¹⁰⁴ 事業者ヒアリングに基づく

5. 諸外国における多数機同時運航の議論

この章では各国及び国際団体で行われている多数機同時運航の議論について取り扱う。

米国では、現在 Part108 案の検討が進んでいる。FAA 再授權法の中で Part108 案については 2024 年 9 月ごろを目途に公開が予定されていたが、公開に至らず、現在も公開がなされていない。Part108 は目視外についての規則となり、その中で多数機を扱う際の要件も含まれる可能性もある。後述するが、FAA 再授權法の中でリスクの分類についての明記がなされており、米国でパフォーマンススペースによる個別審査されている Part135 運航（一部事業者においては多数機運航を行っている）についても、リスクに応じた安全目標値の設定がなされる可能性もある。

欧州では EASA は JARUS での検討を制度に取り込む動きがある。多数機同時運航は SORA での扱いとなるが、多数機運航をどう扱うべきかについては具体的な検討はなされていない（2025 年 2 月現在）。SORA v3.0 の中で多数機運航時の扱いについて言及がある可能性がある関係者から伺っている。

総じて、各国の制度概況を観察すると、多数機同時運航についての要件として明示されているものは出てきていない状況と言える。

5.1. 米国における多数機同時運航の議論

この節では米国での多数機同時運航の議論を取り扱う。

5.1.1. FAA における多数機同時運航の議論

この項では FAA 内の多数機同時運航の議論について取り上げる。FAA が関わる場所として、BVLOS ARC による BVLOS 規則 (Part108 案) への提言、AAAC からの勧告、ASSURE での研究、FAA 再授權法が挙げられる。

5.1.1.1. BVLOS ARC による BVLOS 規則 (Part108 案) への提言

航空規則策定委員会 (Aviation Rulemaking Committee、以降「ARC」) が BVLOS に係るルールの提言をした¹⁰⁵。ARC は目的ごとに結成されるが、今回の提言には FAA や研究機関、業界をリードする事業者を含めたステークホルダー 90 名以上が参加している。BVLOS の一つの形態として多数機運航が内包されるが、この提言をベースに将来的な Part108 案が作られる。

提言の中で、Automated Flight Rules (自動飛行規則、以降「AFR」) についての言及があり、AFR は多数機同時運航に関連する重要要素の一つと考えられるため、前提知識として取り上げる。ARC の提案の中で、AFR について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するための区分であると説明している。下記に自動化の区分一覧を示す。

¹⁰⁵Unmanned Aircraft Systems (UAS) Aviation Rulemaking Committee, "[UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS BEYOND VISUAL LINE OF SIGHT AVIATION RULEMAKING COMMITTEE](#)"

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

図 5-1-1-1-1. AFR の自動化レベル一覧

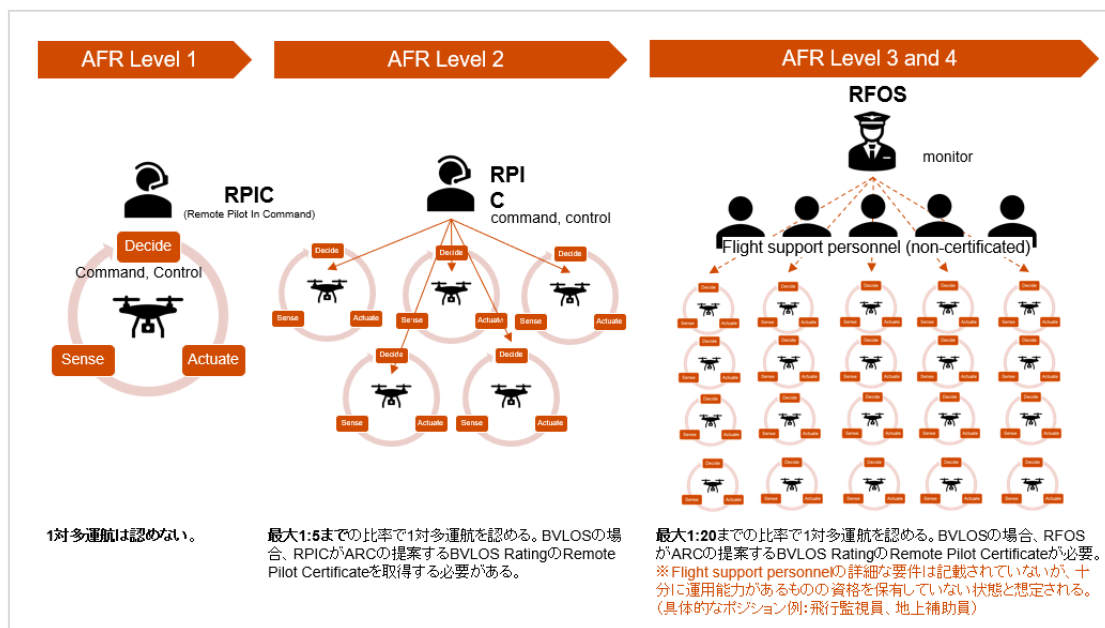


図 5-1-1-1-2. AFR 自動化レベルに基づく運用体制イメージ

ARC の提言の中では AFR Level 2 以上に自動化された UAS を使用している場合、多数機運航が可能になるとしている。AFR Level 2 の場合は、多数機運航を実施する際、ARC が提案する BVLOS rating の Remote Pilot Certificate の取得が必要になる。事業者の認証も必要であり、Remote Air Career Certificate (リモート航空証明)、Remote Operating certificate (リモート運航証明)、Agricultural Operating certificate (農業用運航証明)のいずれかを有することが必要である。AFR Level 3、4 ではさらに高度化された運用を想定した多数機同時運航の実施を想定しており、AFR Level 4 では人間の介入は不可能と定義している。

今回の提言の中で、新規格である Light UAS 区分の新設が提案されている。これは既存の Small UAS (小型無人機)よりも大きな軽量スポーツ機に相当する機体である。Part108 では Small UAS と Light UAS の両区分に対し、提言がなされているが、Small UAS と Light UAS では多数機運航の考え方も異なる。ゆえに Light UAS については今回のレポートでは対象外とする。

提案された Part108 案への提言は Subpart A~G に分かれており、多数機運航に対応する内容は B~F である (図 5-3)。それぞれについて提案された内容を紹介する。

		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 • Subpart C - リモートパイロット認証	• 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 • 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

図 5-1-1-1-3. Part 108 案への提言の中身（Subpart 概要）

Subpart B（運航ルール）案では、自動化レベルと多数機同時運航を行う機体数、航空機の飛行優先度と第三者上空飛行の際の機体・システムの要件が提案されている¹⁰⁶。まず、多数機運航を行う機体数について運動エネルギーが 25,000 ft lbs の場合（小型無人航空機相当の場合）パイロット:機体比率が 1:5 以上の場合は既出の AFR Level 2 が必要となる。パイロット:機体比率が 1:20 以上を想定している場合、AFR Level 3 が必要となる。航空機同士の飛行優先度については対地高度 500ft 以下での飛行の場合、構造物周辺（100ft 以内）の小型無人航空機が最も優先される。構造物周辺にいない小型無人航空機の場合、ADS-B もしくは TABS を設置している航空機に対し、航路を譲る必要がある。ADS-B もしくは TABS を設置していない航空機は、最も優先度が低く、小型無人航空機に対し優先権を譲らなければならない。優先度を図に示すと以下の通りである。

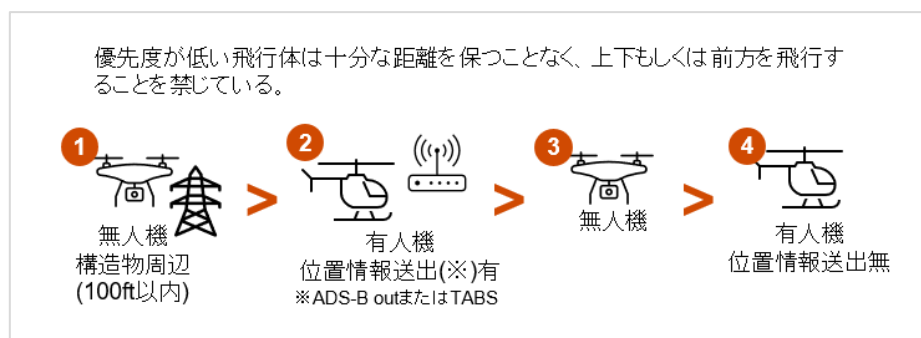


図 5-1-1-1-4. 対地高度 500m 以下の飛行優先度

第三者上空飛行の要件については、提言の中で「一時的(transient)」と「継続的

¹⁰⁶Unmanned Aircraft Systems (UAS) Aviation Rulemaking Committee, "UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS BEYOND VISUAL LINE OF SIGHT AVIATION RULEMAKING COMMITTEE", p162

(sustained)」によって分類し要件を設定している¹⁰⁷。一時的に第三者上空を飛行する場合、主な要件として、機体自体が最低限の BVLOS 飛行能力を有すること、ソフトウェアが意図通りに動作すること、が挙げられている。一方で第三者上空飛行が継続的である場合、後述する Subpart D（BVLOS のための無人航空機とシステムの手順）で定義する BVLOS 運航要件を満たすこと、システムに関して、機体及び関連要素が意図通りに動作することが挙げられている。

Subpart C（リモートパイロット認証）では、リモートパイロット認証を取得する必要がある対象、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。AFR Level 2 の場合、機体操縦者(Remote Pilot In Command：RPIC)が安全責任を負うことになっており、さらに高度な自動化が進んだ AFR Level 3 や 4 の場合は RPIC もしくは、複数の RPIC や飛行補助者（Flight Support Personnel）を監督する役割を持つ運航監督者（Remote Flight Operating Supervisor：RFOS）が安全の責任を負うことになっている。多数機運航を実施するためには RPIC や RFOS は BVLOS 及び多数機同時運航のカリキュラムを含んだ操縦者資格を有することが求められる。BVLOS 及び多数機同時運航のカリキュラムを含む操縦者資格とは、既存のリモートパイロット認証要件に BVLOS に関連するカリキュラムを追加したものである。下記に追加されるカリキュラム要件を示す。提言の中で、限定的な BVLOS 運用を実現するために既存のカリキュラムに EVLOS（Extended Visual Line of Sight）と、Shielded Operations（建物 30m 圏内）について追加要件として含める提案があった。

¹⁰⁷同上

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）
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	

図 5-1-1-1-5. リモートパイロット認証要件の追加カリキュラム

Subpart D では BVLOS のための無人航空機とシステムの手順について、リスクレベルごとに衝突機能の要件等を定めている。リスクレベルの定義は空中リスクが飛行前に提言されているか、地上リスクが飛行前に提言されているか、の 2 軸であり、4 象限でリスク要件を設定していくことになる（図 5-1-1-1-6.）。

		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）

図 5-1-1-1-6. リスクレベルの定義

それぞれのリスクレベルの要件設定について説明する。リスクレベル 1 の場合、Part 108 によって規定される要件を満たすことが求められ、機体は BVLOS の最低限の能力を有している必要がある。リスクレベル 2A の場合、Part 108 によって規定される要件を満たすことが求められ、機体・システムについて FAA がリスクレベルに応じて設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。リスクレベル 2B の場合、業界コンセンサスに基づき、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。なお、リスクレベル 2A、2B で登場する業界コンセンサス基準についての具体的な言及は提言の中ではされて

いない。リスクレベル 3 についてはリスクレベル 2A、2B の要件を満たす必要がある。

Subpart E は、遠隔航空運送事業者及び遠隔商業運航事業者認証について記載されている。Subpart E の中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、として AFR Level2、Level3 の機体数閾値を決定するとともに、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では、既存の Part 121（定期旅客）や Part135（チャーター機等）より、複雑な運用には事業者認証が必要なことは明らかであり、BVLOS の複雑性に最も影響がある要素はパイロットと航空機の比率である。運動エネルギーが 25,000 ft lbs 以下（小型無人航空機の相当の場合）で AFR Level2 の場合はパイロット:機体比率が 1:5 より多い時に要認証、AFR Level 3 の場合はパイロット:機体比率が 1:20 より多い時に要認証となっている。提言の中でそれぞれの比率の根拠について、AFR Level 2 のパイロット:機体比率が 1:5 については、1 つ目に 2019 年 6 月 13 日付の FAA 安全リスク管理文書 (SRMD)、2 つ目に 2017 年 3 月、ARC メンバーと非メンバーの両方の機体運用に対する複数の免除承認実績を挙げている。AFR Level 3 のパイロット:UAS 比率が 1:20 については、ARC メンバー向けの複数の G-1 発行書類に関する FAA の承認実績の根拠として示している¹⁰⁸。事業者要件の考え方としては、責任者の配置 (RPIC もしくは RFOS) と Safety Management System(SMS)の作成が求められる。SMS とは有人航空機では従来提出が義務付けら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。

Subpart F は事業者のオペレーション要件について提案されている。その中では、事業者のオペレーション要件として既存の Part121 や Part135 に合わせた分類及び項目立てを行うことや、Acceptable Level of Risk（許容リスク：ALR）に基づくルール作りが提唱されている。既存の Part121 や Part135 に合わせた分類及び項目立てでは、既存の枠組み(航空運送事業者の場合は Part 121、商業運航事業者の場合は Part 135)に沿って遠隔航空運送事業者(Remote Air Carrier)と遠隔商業運航事業者 (Remote Commercial Operator) に対する認証を Part 108 内に新設することを提言している¹⁰⁹。遠隔航空運送事業者と遠隔商業運航事業者の差分は、公の告知を行うか (Common 運送と呼ばれる) どうかである。遠隔航空運送事業者の場合、広告やほかの手法を使い、パブリックに対し、告知が必要であるが、遠隔商業運航事業者の場合、公の告知は求められない。運航要件における現在的方式は目的ごとにルールメイクしており、運用形態ごとに細かいルール設計が必要であり、リスクの程度に関わらず全てを厳密に審査するために、FAA のリソースもひっ迫しやすいものとなっている。また、新技術が生まれる度に長時間をかけて審査を行うため、技術進歩の速度に要件設定が追い付いてないのも事実である。これを ALR（許容リスク）に基づ

¹⁰⁸Unmanned Aircraft Systems (UAS)Aviation Rulemaking Committee, "[UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS BEYOND VISUAL LINE OF SIGHT AVIATION RULEMAKING COMMITTEE](#)", p123

¹⁰⁹Unmanned Aircraft Systems (UAS)Aviation Rulemaking Committee, "[UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS BEYOND VISUAL LINE OF SIGHT AVIATION RULEMAKING COMMITTEE](#)", p121

くルールメイクにすることで、一度決定した ALR を適用することで、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くことができる。結果として全体の安全に寄与する、と考えられている。

5.1.1.2. AAAC による「BVLOS ARC で提言された事項で優先すべき事項」に関する勧告

2023 年 4 月、Advanced Aviation Advisory Committee（以降、「AAAC」）にて、先述の BVLOS ARC の提言（[5.1.1.1. 参照](#)）の中で、優先度の高い項目について FAA への勧告がなされた。同年 8 月に、勧告について直接取り入れはしないものの、同年 9 月頃公開予定の Exemption 申請に対する FAA の決定と其中で申請者に課された要件を参考になる旨の回答がなされた。6 つの勧告の内容は、以下の通りである。

	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、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)	- チェックリストの提供は、FAA Order 8040.6I 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ほしい
勧告 2	Part 91.113(Right way of rules: <u>Except</u> 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 4つの進行中の免除申請を参考にしてほしい
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 - システムが十分に通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
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 ノリオを開発し、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 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

図 5-1-1-2-1. BVLOS ARC からのそれぞれの勧告に対する FAA の回答

上記勧告に対し、8 月の FAA の回答では、提案された「プロセスの具体化・簡略化」は既存のルールとの矛盾や、過度な簡略化をもたらすということを理由に大部分却下された。一方で、FAA は BVLOS の 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発言している¹¹⁰。

2024 年 3 月に実施された AAAC では、TG17(コアメンバーに Wing を含む)でオペレーターベストプラクティス、Vehicle 関連技術、USS/SDSP 標準についての議論がなされたが多数機運航に関わる情報は存在しなかった¹¹¹。以降では、参考までにその内容について説明する。

オペレーターベストプラクティス		Vehicle 関連技術		USS/SDSP 標準	
問題点	オペレータの資格や経験の欠落が運航リスクを増加させる	問題点	UASパフォーマンス、環境適応に対する画一的な標準の欠落	問題点	UTMの性能認識と運用上の評価において、標準化の欠如
推奨事項	オペレータ資格とドキュメンテーションプラクティスを向上する	推奨事項	画一的なパフォーマンスと環境標準を確立すること	推奨事項	記載なし
具体推奨内容 (抜粋)	- オペレーショナルベストプラクティス ▶プレフライトチェックには現存する産業のオペレータベストプラクティスを参照する - 緊急手順 ▶空中衝突回避のためのコミュニケーションプロトコルを向上する - リスクアセスメント ▶空中、地上リスクを評価するためにASTM F3178-16 Standard Practice for Operational Risk Assessmentを更新する	具体推奨内容 (抜粋)	- 緊急時の緩和策 ▶ADS-Bレシーバー、ビジュアルオブザーバー(VO)、フライトラッカーアプリケーションを利用して航空機検出を向上させ、空域と運用規制の遵守を促進する - 環境懸念 ▶困難な環境条件で運用されるUASの設計とテスト基準を確立する	具体推奨内容 (抜粋)	- UTMサービス ▶UTMサービスの資格付与のための標準化されたプロセスの開発 ▶USSの定義に基づいてUTMの認識と運用に関する標準化 - ヒューマンファクター ▶人間の役割への効率的なUTMデータマッピングのための新しい標準またはFAAガイダンスの開発 ▶安全な運用のために人間の要因とCRMのトレーニングをクルーに提供。

図 5-1-1-2-2. AAAC (2024/3/13 実施)の概要

オペレーターベストプラクティスでは、運航においてオペレーターが実施すべき要件を説明している。AAAC 曰く、オペレーターの資格や経験の欠落が運航リスクを増加させるとのことから、オペレーター資格とドキュメンテーションプラクティスを向上することを推奨している。具体的な推奨事項は以下の表に示す。

¹¹⁰FAA、” [Advanced Aviation Advisory Committee Public eBook](#)”

¹¹¹ FAA、” [Advanced Aviation Advisory Committee Public eBook](#)”

表 5-1-1-2-1. AAAC の推奨事項（オペレーターベストプラクティス）

Operational Best Practices	• 経験豊富な担当者が検証した標準的な運用手順を策定、検証、実施する • プレフライトチェックには、メーカーのチェックリストを利用、または独自のチェックリストを作成する • プレフライトチェックについては、現存する産業のオペレーターベストプラクティスを参照する • クルールの運航適性に関する基準を策定する • クルーおよびサービス提供者の主要な役割の特定および標準化する • 時間帯を考慮し、視認性を向上させる措置を講じることで、日中のリスクを軽減する • 低高度における空中衝突のリスクに対する状況把握の向上および検知技術を確立する
Training	• 特定の航空機の種類、カテゴリーおよび構成に関する資格証明書を保持する • 安全な運航のための訓練証明書、飛行記録および緊急時対応手順の認証方法を確立する • 経験豊富なスタッフによる訓練を推奨化する • リモートクルー（remote crews）に対する定期的な訓練と最新情報の確認（currency checks）する • 能力を維持するために、最新情報の確認間隔を検討する • エラー認識の向上に係るヒューマンファクター訓練を実施する • クルーリソースマネジメント訓練（Crew Resource Management training）の実施および、オペレーションマニュアルを遵守する
Manuals	• 手順および文書化については、既存の業界の業務上のベストプラクティスを参照する • セーフオペレーション手順を詳細に記したオペレーションマニュアルの発行および維持する • 適切な様式でのオペレーターマニュアルおよびチェックリストの作成を奨励する
Emergency Procedures	• 技術的な問題から回復するための緊急時対応手順を確立する • 規制方針および業界のベストプラクティスに沿った、業務の種類に基づく緊急時対応計画（ERP）を標準化する • 空中衝突回避のためのコミュニケーションプロトコルを向上する
Risk Assessment	• 空中、地上リスクを評価するために ASTM F3178-16 Standard Practice for Operational Risk Assessment を更新する

Vehicle 関連技術に関しては、機体パフォーマンス、環境適応に対する画一的な標準が欠落しているとのことから画一的なパフォーマンスと環境基準を確立することを推奨している。

表 5-1-1-2-2. AAAC の推奨事項 (Vehicle 関連技術)

Emergency Mitigation	- 衝突時の運動エネルギーを低減するためのセーフティクレジット計算 (safety credit calculations)を標準化する - 残留運動エネルギー (residual kinetic energy)を低減するための破砕性 (frangibility)および抵抗発生方法 (パラシュートなど)を標準化する - 故障モード分析手順 (failure mode)および緊急時管理/対応文書を標準化する - 外部システムの問題をオペレーターに通知するフレームワークを開発する - 故障モード分析 (failure mode analysis)と緊急時手順を航空機設計に統合することに重点を置く - ADSB レシーバー、ビジュアルオブザーバー (VO)、フライトトラッカーアプリケーションを利用して航空機検出を向上させ、空域と運用規制の遵守を促進する
Environmental Concerns	- 困難な環境条件で運用される UAS の設計とテスト基準を確立する - 極端な温度、降水、強風などの困難な環境変化に対応できる柔軟な標準をサポートする - 場所や環境に合わせて明文化した検証手順 (documented verification)に基づき、C2 機器のレンジテスト (range tests)を実施する

最後に、USS/SDSP 標準 (SDSP は Supplemental Data Service Providers の略、USS は UAS Service Supplier の略)については、UTM の性能認識と運用上の評価において、標準化が欠如していることを問題点として挙げている。

表 5-1-1-2-3. AAAC の推奨事項 (USS/SDSP 標準)

UTM Services	- USS の定義に基づいて UTM の認識と運用に関する標準化 - UTM サービスの資格付与のための標準化されたプロセスの開発
Human Factors	- 人間の役割への効率的な UTM データマッピングのための新しい標準または FAA ガイダンスの開発 - 安全な運用のために人間の要因と CRM のトレーニングをクルーに提供

5.1.1.3. ASSURE における多数機同時運航に関連する研究

ASSURE では、米国の先行研究事例の中でも 1 人による複数機体の運航の安全、効率的、かつすばやいシステムの空域への統合の障壁となっているリサーチギャップに対処するためにレポートを作成している¹¹²。設定したリサーチクエスションは以下である。

¹¹² ASSURE, "A26 A11L.UAV.74 Establish Pilot Proficiency Requirements: Multi-UAV Components Final Report"

表 5-1-1-3-1. ASSURE の中で取り組まれるリサーチクエスション

1. 複数の無人航空機 (UAV) を操作および監視する場合、1 人の乗組員/監督者にとって人的要因による制限は何か?
2. 関連する NAS(National Airspace System) 統合の使用例は何か?
3. 複数の UAV システムを NAS に統合するための規制、標準、ガイダンスに適切な情報を提供するために、取り組むべき未解決の研究課題は何か?

上記 3 つのリサーチクエスションへのアプローチとして 5 つのタスクが設定され、パイロットの熟練度要件の確立を目指し、認知的制限と必要な適性について調査を実施した。タスクは下記の 5 点である。

タスク	調査概要・結果
タスク 1： 文献調査	- 複数の UAV を監視するための既存の研究と理論を調査。 - 複数の UAV 運航に関連する多くの研究が存在するが、具体的なパイロットの熟練度要件を特定するための統一されたフレームワークは存在しない。
タスク 2： その他の複数 UAV 研究領域の検討	- ピアスコープレビュー(同業者レビュー)の実施と FAA が承認した研究技術計画の開発、作成。 2020 年、研究の目的・方法・期間・予想される結果などを示した研究技術計画が承認。翌年、タスク 4 を拡大し、タスク 5 を削除するため、研究技術計画を改定。
タスク 3： 複数の UAV を監視する際の人間の制約の評価	- パイロットが複数の UAV を監視する際の認知的制約・潜在的危険性を特定、および緩和策を検討。 - 多くの適性と測定方法が特定され、それらが複数の UAV 制御に関連する人間の制約を理解するのに役立つことが示された。
タスク 4： 複数 UAV を制御する操縦者に必要な適性と人的要因の違いの評価	- 人間が複数の UAV システムを監視する際の人的要因を予測分析する計算ユーザーモデルを開発。 - ワークロード、環境条件、シフト特性、任務期間、車両数などを考慮したモデルが開発され、それらがパイロットのパフォーマンスにどのように影響するかが示された。
タスク 5： Human-In-The-Loop のシミュレーションの実施	- 開発されたモデルの有効性を検証し、必要に応じて改善。 - タスク 4 の範囲が拡大し、より詳細なモデリングが必要となったため、タスク 5 は削除された。

図 5-1-1-3-1. ASSURE でのタスク調査概要とその結果

この中でもタスク 3 の「複数の機体を監視する際の人間の制約と評価」に関しては、潜在的危険性や、緩和策を取り扱っており、日本の多数機運航における事例においても応用性が高い内容であると考えられるため、本調査レポートの中で取り扱う。

タスク 3 の中で扱われる運航ユースケースの前提として、疎結合タスクと密結合タスクが想定された。疎結合タスクとは、システム内のすべての機体システムが、システム内の他の機体システムと調整せずに達成できる独立した目標を持っている場合に存在するのであり、密結合タスクは、システム内の機体が、個々の機体の目標だけでなく、共通のミッション目標を達成するためにある程度のレベルまで調整する必要があるものを指している。

前者、疎結合タスクは配送ユースケースに焦点を置いており、密結合タスクは災害対応

ユースケースに対応するものとして研究では扱われている。疎結合タスクでは1人の操縦者が最大100機の配送ドローンを活用するシナリオを想定しており、本調査レポートでは疎結合タスクについて主に扱う。タスク3の全体観は以下の通りである。

Chapter	Chapterの説明	詳細	
1. はじめに・背景	本報告書の背景	—	
2. 運用シナリオ・タスク分析の開発、検証(ユースケース開発)	全体の作業をガイドする2つの運用シナリオ(疎結合タスク・密結合タスク)を示す。	2.1 疎結合タスク	2.1.1 配送ドメインのサンプルの特定 2.1.2 配送UAV実現テクノロジー 2.1.3 配送ドメインの説明 2.1.4 詳細な配送UAVの名目上の使用例 2.1.5 予期しないイベントの例 2.1.6 注意をそらすイベントの例 2.1.7 結果 2.1.8 ディスカッション
		2.2 密結合タスク	※割愛
3. 人間の制約・潜在的な危険、緩和策、問題の特定	タスク1の文献レビューとユースケースを活用して、潜在的な危険、緩和策など、複数のUASを監視する際の人的要因の制限を特定する。	3.1 方法	3.1.1 人間の操縦者のタスクの特定 3.1.2 結果と危険の分類の決定 3.1.3 ハザード緩和策のマッピング
		3.2 結果	3.2.1 疎結合シナリオ 3.2.2 密結合シナリオ 3.2.3 ハザードと緩和策のマッピング
		3.3 ディスカッション	
4. 適正測定レビューとギャップ分類法	既存の適正測定をレビューして、複数のUAS制御に関するギャップを示す。	4.1 方法	
		4.2 結果	
5. 結論	本作業の範囲と結果がまとめられた。	※2つのシナリオ、3つのサブタスクに基づく11項目の結論がまとめられた	

図 5-1-1-3-2. タスク3 レポートの全体観

疎結合タスクシナリオの特定には FAA 統合パイロットプログラムの主要参加企業の公開情報を参照し、当該企業とのディスカッションを実施した。以下が調査企業の一覧となっている。下表は上から運航企業、機種、FAA の Airworthiness のステータスとなっている。

MatterNet	Zipline	Flytrex	Flirtey	Walmart		UPS – Flight Forward	
M2	Sparrow	Flytrex UAV	Eagle	DJI Matrice 600 Pro	Sparrow	M2	Wingcopter178
							
Rule	Rule	Rule	Rule	—	Rule	Rule	Rule
UPS – Flight Forward	Wing	Amazon		UberEats		FedEx	Airbus (2018)
HorseFly	Hummingbird V2-7000	Mk27	(機種記載なし)	(機種記載なし)	(機種記載なし)	Hummingbird V2-7000	Airbus SNI C15 Variant
			No Image	No Image	No Image		
—	Notice	Rule	—	—	—	Notice	—
Airbus (2019)	University of Hawaii	Bell Flight	UAV Delivery Canada	DHL		BLK TATU	
Airbus SNI C15 Variant	Skyfront Perimeter	UAV Delivery Canada APT 70	Sparrow	Ehang Falcon	Parcelcopter 3.0	Wingcopter 178	(機種記載なし)
							No Image
—	—	—	Rule	—	—	Rule	—

図 5-1-1-3-3. タスク3 内での調査対象企業

上述の運航企業の一覧は以下のようにまとめられた。

コンセプト・技術	説明
配送UAVコンセプトの種類	23
対象操作場所	主に田舎、または郊外
UAVのペイロード範囲	3.3 lbs. - 11lbs. (1.5kg - 5kg)
パッケージの積込方法	- 自動荷物積込ステーション (Automated Package Loading Station) - 自動荷物積込トラック (Automated Package Loading Truck) - 手作業による荷物の積込み - UAVをホバリングさせ、フックとテザーを介して荷物を積込み
荷物の荷下ろし方法	- パラシュート降下 - パッケージステーションで自律的に荷下ろし - UAVをホバリングさせ、フックとテザーを介して荷物を降下させる - UAVを着陸させ、手動により荷下ろし - 低空でのホバードロップ
UAVの搭載ハードウェア	- ビジュアルカメラ - 熱画像カメラ - ソナーイメージング - 全地球測位システム (GPS)
UAVの通信方式	4G LTE - RF

図 5-1-1-3-4. UAS による配送コンセプトのまとめ¹¹³

上記ユースケースの分析の結果、操縦者が実行することが想定されるのは 11 のタスクであると判明した。そのうち 4 つの関してはルーティン化されており、残りの 7 つについては予期されていない問題によって生じる予定外のイベントである。

タスク	説明	予定通り / 予定外	タスクカテゴリー
フライトの監視	制御下の全てのUAVのステータスを視覚的に監視、問題を検出。	予定通り	監視
他の操縦者との交信・連絡	他の操縦者/当事者と交信し、連絡する必要がある。	予定通り / 予定外	連絡
ハンドオフ(送信側)	UAVのコマンドを別の操縦者に渡す。	予定通り / 予定外	連絡・離散制御
ハンドオフ(受信側)	UAVのコマンドを別の操縦者から受け取る。	予定通り / 予定外	連絡・離散制御
UEの通知確認	UAVの自律機能で処理できないUEを操縦者に通知。操縦者は問題を認知し、対処する。	予定外	連絡・離散制御
タスクを遅らせる	タスクを遅らせることを決定する。	予定外	計画
UAVを着陸させる	UAVに直ちに着陸するよう命令する。	予定外	離散制御
UAVを発射場に帰還させる	UAVに発射場に戻るよう命令する。	予定外	離散制御
UAVを待機させる	UAVに待機状態に入るよう命令する。	予定外	離散制御
マニュアル制御(手動)	UAVの方向・出力を手動で制御し、飛行させる。	予定外	連続制御
マニュアル制御(オートパイロット)	UAVのオートパイロット機能により制御し、飛行させる。	予定外	離散制御

図 5-1-1-3-5. 操縦者のタスク 11 分類

¹¹³ ASSURE, "A26 A11L.UAV.74 Establish Pilot Proficiency Requirements: Multi-UAV Components Final Report", 2.1.7.1 Table 4

緊急時の対応についてもほとんどの場合で機体の制御で対応されることができると Wing へのインタビューで回答されており、機体の自立制御などのシステムエラーの際に介入が求められる¹¹⁴。予定外のイベント（Unscheduled Event: UE）の発生原因は2つ存在しており、それぞれ①監視中に操縦者が予期せぬ事態に遭遇した場合、②システムが人間の介入を必要とする通知した場合、である。

下表は Wing へのインタビュー・検証によって示された予定外イベント（UE）とそれに対する操縦者のタスクである¹¹⁵。

¹¹⁴ ASSURE、"A26 A11L.UAV.74 Establish Pilot Proficiency Requirements: Multi-UAV Components Final Report"、p5

¹¹⁵ ASSURE、"A26 A11L.UAV.74 Establish Pilot Proficiency Requirements: Multi-UAV Components Final Report"、2.1.7.3 Table 6

表 5-1-1-3-2. 予定外イベントの種類と操縦者のタスク

UE の種類	UE ケース	操縦者のタスク
操縦者の状態	操縦者の個人的な緊急事態 (操縦者が C2 ワークステーションから離れなければならない場合)	UAV をハンドオフする (渡す)
ハードウェアの障害	UAV が過負荷になり、予期しない飛行作用の発生 (測定エラーなど)	UAV に帰還するよう命令する
	UAV の予期しないバッテリー切れ (RTL/発射場に戻ることができない)	UAV に帰還/着陸するよう命令する
	UAV の完全/部分的なモーターの故障による着陸	関係者へ連絡する
	UAV GNSS (GPS) 喪失による異常時の着陸	関係者へ連絡する
	UAV の異常時の通信喪失	関係者へ連絡する
	UAV パッケージアクチュエータの故障/早期リリース	関係者へ連絡する
	UAV デリバリーメカニズムが配達後に復元できない (例: ウィングフックやテザーが上げられない、Amazon パッケージのトラップドアが閉まらない)	関係者へ連絡する
ソフトウェアの障害	悪天候により、UAV が自律的に帰還することができない	UAV に帰還するよう命令する
	空域での緊急事態により、UAV が反応しない	関係者へ連絡する
	UAV Fly Away (UAV が飛行経路から予期せず逸脱し、自律性が反応しない)	UAV に帰還/着陸するよう命令する またはマニュアル制御で対応する
ハードウェアの損傷	排気ガス等の人為的な空域条件により、UAV のセンサーが利用不能になる	UAV に帰還/着陸するよう命令する
飛行経路・ミッションの障害物	操縦者が UAV の自律性で対処できない障害物に関する外部情報を受信する	UAV に帰還/着陸/待機するよう命令する
衝突	UAV が墜落して飛行不能になる	関係者へ連絡する

配送ユースケースとタスク分析によって、多数機同時運航については、機体の高度な自動・自律化が前提なることが分かったが、予定外のイベントが発生すると、操縦者のタスクが複雑化する。関連する予定外のイベントを管理することは、潜在的な人的エラーの機会を作ってしまう可能性があることを指摘している。

加えて、タスク 3 では操縦者のタスク手順レベルでのエラーとハザードについてまとめ、ハザードを分類し定義している¹¹⁶。

ハザード分類	定義	例
決断エラー	計画通りに進んでいるにもかかわらず、その計画が不適切であったり、状況にそぐわないことが判明したりする、意識的で目標を意図した行動（思考ミス）	実行手順の不備、不適切な選択、または単に関連情報の誤認や誤用
スキルベースエラー	ほとんど、あるいはまったく意識せずに行われる、常習的に習慣化された行動。（‘doing’ エラー）	視覚的なスキャンパターン、スイッチの不用意な作動/解除、意思表示の忘れ、チェックリストの項目漏れなど。
知覚的エラー	多くの場合、夜間や悪天候、その他視覚的に劣悪な環境で飛行しているときのように、感覚入力が低下しているときに、これらのエラーが発生する。	距離、高度、速度を見誤ったり、さまざまな視覚的／平衡感覚的錯覚に誤って反応する。
知識エラー	手順などを実行するために必要な情報が不足している場合に発生する。	忘却、訓練されていない手順、その他の不明な情報。
日常的な違反	自然に習慣化する傾向があり、そのようなルールからの逸脱を容認する監督・管理体制によって発生することが多い。	ルールを逸脱する。
例外的な違反	権限を逸脱した孤立した行動で、典型的な個人の行動でも、マネージメントにより容認されている行動でもない。	（記載なし）

図 5-1-1-3-6. 操縦者のハザードと分類

上述のハザードに対して FAA が制定できる 9 つの危険軽減策に基づき、潜在的な緩和策の検討を行った。下表に一覧で示す。

¹¹⁶ ASSURE, ” A26 A11L.UAV.74 Establish Pilot Proficiency Requirements: Multi-UAV Components Final Report”, 3.1.2 Table 21

表 5-1-1-3-3. ハザードに対する緩和策

	原因のカテゴリ	定義	潜在的な緩和策（FAA が制定できる 9 つの危険軽減策に基づく）
操縦者の状態	精神状態の悪化	能力に影響を与える精神状態、精神的疲労、性格の特徴、態度 および考え方	ワークスペースの設計、操縦ステーションの設計、ディスプレイの設計、手順の設計、訓練、UAV 自律性、意思決定支援
	身体的状態の悪化	病気または体調不良	ワークスペース設計、制御室設計、ディスプレイ設計、訓練
	精神的限界を考慮しない	任務の要件が個人の精神的能力を上回る	ディスプレイ設計、手順設計、UAV 自律性、意思決定支援、人選
	身体的限界を考慮しない	任務の要件が個人の身体的能力を上回る	制御室設計、ディスプレイの設計、UAV の自律性、人選等
人事的要因	航員のリソース管理	担当者間の意思疎通、調整、チームワーク	制御室設計、手順設計、訓練、UAV の自律性、組織的サポート等
	個人の業務準備	肉体的・精神的に任務への準備	訓練、人選
環境要素	技術的環境	機器と制御の設計、ディスプレイ／インターフェース特性、チェックリストのレイアウト、タスク要因等	操縦室設計、ディスプレイ設計、手順書設計、訓練、UAV 自律性、意思決定支援、組織支援
	実運用環境	オペレーション設定と周辺環境	ワークスペース設計、訓練、UAV 自律性
監督不行届き	不適切な監督管理	管理監督者の指導と監督	訓練、UAV の自律性、組織的支援、人選
	不適切な作業計画	安全でない作業管理・分担	訓練、組織的支援、人選
	問題点の解決を怠った	安全関連分野の不備が監督者に「周知」されているにもかかわらず、放置されている事例	訓練、組織的支援、人選
	管理上の違反	管理者が既存の規則・規定を故意に無視した場合	訓練、人選

組織的影響	リソース/アクイジション・マネジメント	人材、金銭資産、設備・施設などの組織資産の配分と維持に関する企業統治レベルの意思決定	組織的サポート
	組織的風土	組織内の雰囲気、暗黙のルール、価値観、慣習等	組織的サポート
	組織プロセス	標準化された業務手順と管理監督、意思決定、規則	組織的サポート

5.1.1.4. FAA 再授權法

2024 年 5 月 16 日に米国議会で、FAA に対し 2028 年までに 1050 億ドル超の歳出を再承認する FAA 再授權法が制定された。

名称	Public Law No: 118-63 FAA Reauthorization Act of 2024		
成立日	2024年5月16日		
委員会	下院 交通・インフラ委員会		
内容	2028年9月30日まで連邦航空局の活動への歳出を再承認するもの		
主要なテーマ	- 米国の安全におけるゴールドスタンダードの堅持 - FAAの効率と運用の改善 - アメリカの一般航空（General Aviation）セクターの強化 - 航空業界の人員拡大 - 米国の空港インフラへの投資 - 航空イノベーションの促進 - 旅客体験の向上 - 国家運輸安全委員会（NTSB）の認可		
FAAの歳出	用途の概要	目的	額（億ドル）
	航空機の認証改革から航空会社の監督に至るまで主要な安全プログラム	航空管制官やエンジニアのような安全が重要な人員の雇用、訓練、定着を可能にする	667
	主要技術とシステムの近代化	複雑な空域システムの強靱性と発展を確保する	178
	空港インフラ整備	全国3,300以上の空港の需要増加への対応と新技術の統合を支援する	193.5
	研修・技術・開発	革新的で持続可能な航空宇宙技術の国際競争において、米国が競争力を維持する	15.9
	計		1,054.4

5-1-1-4-1.FAA 再授權法の概要

章	タイトル	サブタイトル	条
1	承認	—	第101条～第104条
2	FAAの監督と組織改革	—	第201条～第231条
3	航空安全の改善	A 総則 B 航空サイバーセキュリティ	第301条～第372条 第391条～第396条
4	航空宇宙労働力	—	第401条～第441条
5	旅客体験の改善	A 消費者強化 B アクセシビリティ C 航空サービスの開発	第501条～第520条 第541条～第552条 第561条～第570条
6	国家空域システムの近代化	—	第601条～第631条
7	空港インフラの近代化	A 空港改善プログラム修正 B 旅客施設使用料 C 騒音・環境プログラム及び合理化	第701条～第774条 第775条～第776条 第781条～第795条
8	一般航空	—	第801条～第834条
9	新規参入と航空宇宙イノベーション	A 無人航空機システム (UAS) B 先進航空モビリティ (AAM)	第901条～第937条 第951条～第961条
10	研究開発	A 総則 B 無人航空機システムと先進航空モビリティ	第1001条～第1032条 第1041条～第1045条
11	その他	—	第1101条～第1116条
12	米国運輸安全委員会	—	第1201条～第1223条
13	歳入規定	—	第1301条～第1302条

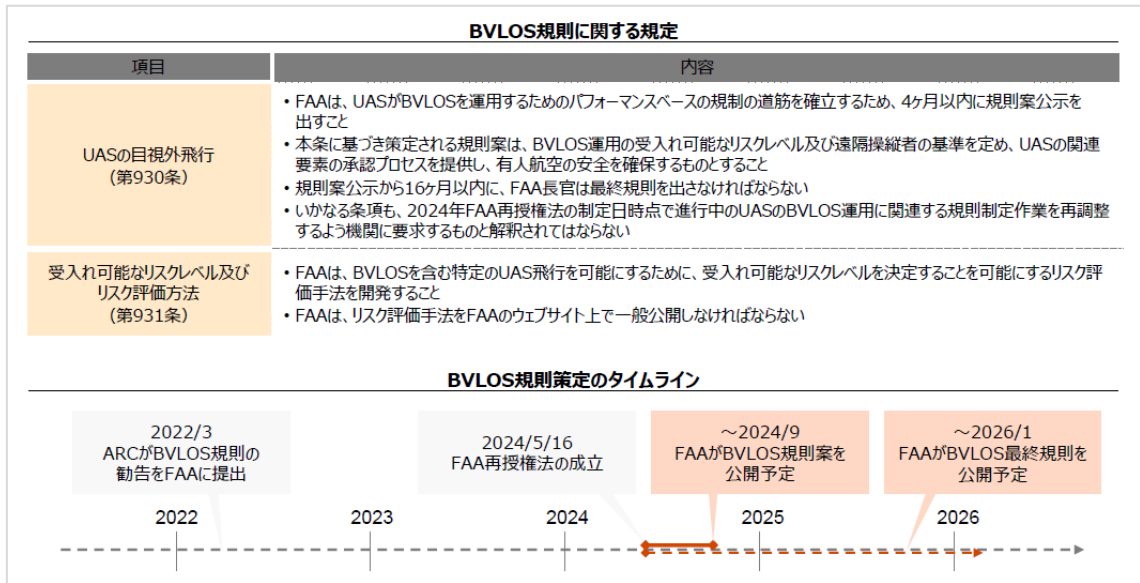
5-1-1-4-2.FAA 再授權法の構成（9 章に無人航空機システムの記載有）

サブタイトルA (UAS)	第901条 定義 第902条 北極圏における無人航空機 第903条 小型UAS安全基準の技術的修正 第904条 空港の安全性、空域の危険緩和と施行 第905条 レーダーデータ試験プログラム 第906条 e-conspicuityの調査 第907条 Remote IDの代替遵守手段 第908条 Part 107 Waiverの改善 第909条 環境レビューと騒音証明 第910条 山火事対応におけるUASの使用 第911条 FAAのインフラに対するUAS点検のパイロットプログラム 第912条 ドローンインフラ点検助成金プログラム 第913条 ドローン教育・労働力訓練助成金プログラム 第914条 ドローン労働者訓練プログラム調査	第915条 先進航空諮問委員会の終了 第916条 無人自律飛行諮問委員会 第917条 NextGen諮問委員会の会員拡大 第918条 省庁間調整 第919条 無人UASの運用を可能にするための規制の見直し 第920条 BEYONDプログラムの延長 第921条 UAS統合戦略 第922条 飛行前に知っておこうキャンペーンの延長 第923条 公共航空機の定義 第924条 FAAのUAS自動化に関する包括的計画 第925条 UAS試験飛行場	第926条 係留されたUASの公共安全利用 第927条 特定のUASに対する特別権限の拡大 第928条 ドローンシステムの娯楽運用 第929条 指定の申請 第930条 UASの目視外飛行 第931条 受入れ可能なリスクレベル及びリスク評価方法 第932条 第三者サービスの承認 第933条 商業用荷物配送UASによる危険物の輸送に関する特別権限 第934条 公海上での運用 第935条 公共の集会の保護 第936条 対象ドローンの禁止 第937条 メキシコ湾における革新的技術の利用拡大
------------------	--	---	--

5-1-1-4-3. 9 章サブタイトル A の中身

（第 930 条、931 条に目視外飛行とリスク分類の記載有）

FAA 再授權法 9 章には無人航空機システムに関わる記載があり、その一部が目視外飛行に関わる規則の策定（Part108）と BVLOS を含む運航を可能にするリスクレベルの評価手法の開発である。



5-1-1-4-4. 第 930 条（目視外飛行）と 931 条（リスク評価方法の開発）の中身

FAA 再授權法の中では、5 月の制定から 4 か月後の 9 月までに目視外の規則案（Part108 案）が公表される予定であったが、2025 年 2 月現在まで公開されていない。

5.1.2. NASA m:N Working Group における多数機同時運航の議論

NASA が主導する Multi-Vehicle (m:N) Working Group は m:N 運航を想定して技術的、規制制、安全保障、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組成されたワーキンググループである。2021 年 3 月から四半期ごとに開催されており、最終的に m:N 運航に必要な措置・規則を決定する予定である¹¹⁷。

5.1.2.1. 2021 年 3 月及び 2022 年 11 月実施

過去 2021 年 3 月と 2022 年 11 月に開催されたセッションのトピックと概要については Multi-Vehicle (m:N) Working Group のサイトを参照とする¹¹⁸。過去取り上げられた内容の中でも多数機運航に際し重要である内容について、下記 5 項目について簡単に取り上げた。

¹¹⁷ NASA、” [Multi-Vehicle \(m:N\) Working Group](#) ”

¹¹⁸ 同上

表 5-1-2-1-1. NASA m:N Working Group 過去会（2021 年 3 月、2022 年 11 月）
の重要ポイント

- Digital Flight Rules
- NASA と Zipline の宇宙法協定
- Human-Autonomy Teaming (HAT) m:N Activity の研究内容
- 認知的タスク分析研究内容
- 小型 UAS 分科会レポート

まず、Digital Flight Rules（DFR）とは、NASA の研究者が提唱する無人航空機の自律的な飛行を実現するために提案された新しい飛行方式である。有視界飛行方式（VFR）や、IFR（計器飛行方式）よりもより高い空域の利用効率や、安全性の実現が期待されている。既存の航空機の飛行方式は VFR と IFR の組み合わせによって実現している。DFR ではデジタル情報に基づいて飛行を行い、自律的な巡行を可能にする。また DFR の中には自律間隔維持機能や自動化された衝突回避技術用も含まれており、安全確保の手法が含まれている。NASA は DFR 実現に向けた主要なケイパビリティとして以下の 6 つの観点を挙げている。

表 5-1-2-1-2. DFR に向けた主要なケイパビリティ

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とること
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こと • 最小限の影響で空域を共有すること • 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こと
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こと
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こと
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こと
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こと • 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こと

次に NASA と Zipline の宇宙法協定（Space Act Agreement: SAA）は、NASA が米国空域での m:N 運航を広く実施しうるためのソリューションを見つけるため、また Zipline 社が NASA のツールや研究を活用し米国での運用拡大のための必要要件を判断するために締結された協定である¹¹⁹。

¹¹⁹ NASA、["NASA Partners with Zipline to Shape Future Operations of Autonomous Fleets"](#)

3 つ目に Human-Autonomy Teaming (HAT) m:N Activity の研究とは、人間と自立システムの効果的な協力関係の構築を目指した研究である。特に複数の人間オペレーター (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・効率性の向上を目的として活動している。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である¹²⁰。HAT の過去の研究内容は以下に示す。

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

図 5-1-2-1-1. HAT m:N Activity の研究内容一覧

2021 年の Working Group では HAT の 1 つに含まれる認知タスク分析研究の説明があった¹²¹。オペレーターが 100 台の UAS 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をはじめ、インターフェース要素の分析等を通じてその有効性と改善点を探る調査を行っている。その結果、100 台の UAS の監視は可能であり、m:N 運航を実現するためには、下記インターフェース要素が含まれることが好ましいことが分かった。

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

図 5-1-2-1-2. m:N 運航時に含まれるべきインターフェース要素

¹²⁰ NASA “Panel Discussion Ongoing NASA Research Panel”

¹²¹NASA、” HAT m:N Cognitive Task Analysis (CTA)”

小型 UAS 分科会レポートでは、ドローン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、システムの能力と信頼性などの重要な要件について言及している。m:N 運航の要件として定義されるべき事項として取り上げられている内容を下記に一覧で示す¹²²。

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、新しい技術のベ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
システムの能力と信頼性		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

図 5-1-2-1-3. m:N 運航で定義されるべき事項

5.1.2.2. 2023 年 11 月実施

2023 年 11 月の WG では、FAA から m:N 運航における障壁およびヒューマンファクターの議論があった。また、Wing からは m:Area の考え方に関する発表があった。以下、各発表の詳細について説明する。

FAA からの発表で、Part135 下で運航する事業者の紹介と、m:N で実施するための障壁およびヒューマンファクターの議論について紹介がなされた¹²³。FAA によると m:N の実施にあたり、DAA、緊急時対応、ATC クリアランスの 3 つの障壁と、操作できる機体数、監視対象、製造者が考慮すべき設計からなる 3 つのヒューマンファクターの課題が存在する。

¹²² NASA、"Small UAS Key Takeaways"

¹²³ FAA、"Part 135 Process"

<https://nari.directus.app/assets/7248687d-b86f-4a21-92ee-13ad7407750c.pdf>

	“障壁”として提起された内容		“ヒューマンファクター”として提起された内容
DAA	- 他機体は有人機であっても、システムは感知し回避することができるのか ➢ 有人機に対してのDAA ➢ UASに対してのDAA (例: UTM) ➢ 地上リスク回避のためのDAA	機体数	- 一人のRPICがどれほどの機体数をコントロールすることができるのか - 複数の操縦者(m)がどれほどの機体数をコントロールできるのか
緊急時対応	- どのように操縦者(m)は1機の緊急時対応を行うのか - どのように操縦者(m)は複数機の緊急時対応を行うのか - 全ての機体に着陸命令を出したらどうなるのか - 緊急時に離着陸場所に帰還できない場合、どれほどすばやく問題解決できるのか - 誰がインシデントや事故や違反発生時の責任者になるのか	監視対象	- 複数の操縦者は機体を見ているのか、システムを見ているのか - どのように制御のトレードオフが発生するのか、運用上の考慮事項の最低要件に関する業界標準は開発されるのか (ASTM F38で新たなm:N標準を調査中)
ATCクリアランス (管制の離陸許可)	- どのように管制的離着陸許可は扱われるのか - 誰が(もしくは何か)離着陸許可を受け取るのか - どのように迂回やホールディング指示は受け取られ従われるのか - 管制的迂回指示を出した場合にコミュニケーションが失われた場合どうするか - これらの機体は管制されていない空港を使うのか	製造業者が考慮すべき設計	小規模なm:N運用とは異なる、製造業者にとって考慮すべき主要なHF (Human Factors) 設計変更は何か

図 5-1-2-2-1. m:N の実施に係る障壁と課題

Wing からは、高度に自動化されている機体であれば、m:N の要件よりも m:Area の考えが重要であるという主張があった¹²⁴。

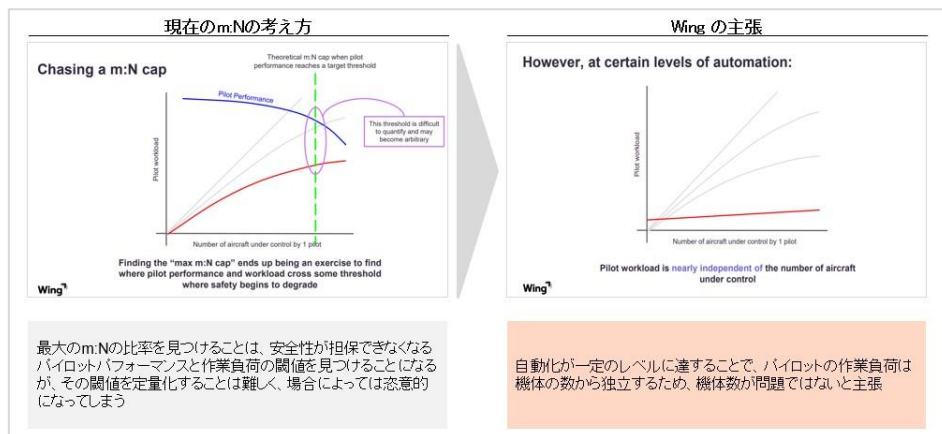


図 5-1-2-2-2. 機体数に関する Wing の主張

Wing によれば、最大の m:N の比率を見つける場合は、安全性が担保できなくなる RPIC パフォーマンスと作業負荷の閾値を見つけることになるが、その閾値を定量化することは難しい。一方で、高度に自動化されていれば、パイロットの作業負荷は機体数に関わらず、ほとんど変わることはないとのことであった。

¹²⁴ Wing, “Wing Airspace Integration”

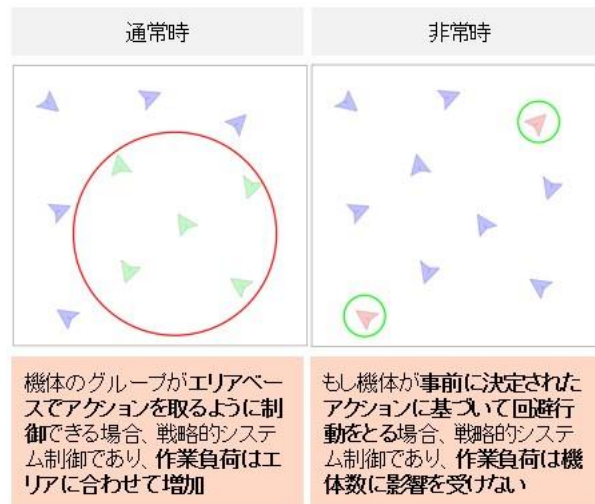


図 5-1-2-2-3. エリアベースでの考え方

Wing は多数機運航を実施するにあたり、①戦術的システム制御の自動化、②緊急時対応の自動化、③操縦者のエリアベースでの制御、④管制とのやり取りが不必要であること、⑤緊急着陸時の別スタッフへの対応のハンドオフの 5 点が必要な要素として挙げている。

5.1.2.3. 2024 年 3 月実施

2024 年 3 月の WG では、オレゴン州立大学から、m:N 運航で影響するファクターの分析結果の共有があった。NASA からは、m:N における作業負荷の評価手法に関する発表があった。以下、各詳細について説明する。

オレゴン州立大学から、複数の無人機を運用する場合に影響する要素の分析結果について説明があった¹²⁵。具体的には、m:N 比率 (Human-Robot Ratio (M:N))、UAS の同質性 (UAS Heterogeneity)、UAS の自律性 (Reliable/Validated UAS Autonomy)、環境の複雑性 (Environmental Complexity)、環境状況 (Environmental Conditions)、ATC 通信要件 (ATC Communication Requirements) の 6 要素が、複数の無人機を運用する場合に影響を及ぼし得るかについての説明があった。以下に各要素のオレゴン州立大学のコメントを示す。

¹²⁵ Oregon State University, “m:N is Not the Question”

表 5-1-2-3-1. 複数の無人機の運用で影響する要素（要点）

m:N レシオ Human-Robot Ratio (m:N)	無人機が高い自律性を有することで m:N レシオは関係なくなるため、m:N レシオにのみ考慮することは意味がない
UAS の異質性 UAS Heterogeneity	実証ではどの機体を制御しているかは特に影響を及ぼさなかったが、システムが非常に異なる場合は影響する可能性がある
UAS の自律性 Reliable/Validated UAS Autonomy	- DAA は重要な技術で、機体の責任の比重が重くなることで、個人の責任をファクターから外せる - 何機のアペレーションを許容できるのか、自律性の信頼性を評価する必要がある
環境の複雑性 Environmental Complexity	人口密度（人口密度が低い場合はローリスク、高い場合はハイリスク）や、地形的な特徴等により影響し得る
環境状況 Environmental Conditions	天候変化によって運航の複雑性が変化し得る
ATC 通信要件 ATC Communication Requirements	現状は ATC の通信を受けて人が対応する必要があるため、アペレーションに影響し得るが、ATC の通信から機体自身が人に代わって自律的に動作するのであれば、信頼性が向上する

NASA から、m:N オペレーションにおける評価方法の定義、セーフティケース/リスクレシオの活用方法に関する発表があった¹²⁶。評価方法の定義として、Neglect time と Service Time について解説する。

Neglect time について、NASA は無人機の介入が必要になるまでの時間と定義している。Mean Neglect time は介入間隔の平均時間で、例えば 1 機で 30 分のオペレーション中に 2 回介入が発生したと仮定すると、Mean Neglect time は 15 分 (30 分 ÷ 2 回) と計算される。

Service Time は介入した際の解決に要する時間と定義され、OODA ループ (Orient、Observe、Decide、Act) で表現される。また、粗作業負荷 (crude workload) は OODA ループによって推定が可能で、time required (介入に必要な時間)/time available (オペレーション時間) から算出される。

例えば、下図のように 2 回介入の機会があり、介入に要した時間が 3 分 (TFR: 2 分、A/C warning: 1 分) で、運行時間が 30 分の場合は、粗作業負荷は 10% となる。また、オペレーション時間から介入に要した時間を差し引いて計算することも可能で、その場合の粗作業負荷は 11% と計算される。

¹²⁶ NASA, “[Evaluation Methodologies](#)”

Examples: Time required/time available

1 Aircraft

	Mission time	5	10	15	20	25	30
Intervention			TFR			A/C warning	
Service			:02			:01	

Time required = :03

Time Available = :30 (can also subtract out service time = :27)

Ratio = .1 = 10% (.11, 11%)

Doesn't take into account other a/c.

図 5-1-2-3-1. 粗作業負荷の考え方

上記は機体が 1 機の場合の作業負荷の計算で、複数機の場合は Simultaneity Metric による計算で作業負荷が算出される。P (new event (新規イベント)| event is occurring (既存イベント))の確率によって計算されるとのことだが、詳細の説明はされなかったため、説明は割愛する。

5.1.2.4. 2024 年 10 月実施

2024 年 10 月の NASA m:N Working Group では、冒頭に FAA の担当者から「FAA は堅牢な DAA 能力の開発を優先事項としており、特に BVLOS での運航では安全な空域へのドローンの統合の観点で重要である」とのコメントがなされた¹²⁷。以下、発表された研究を多数機同時運航の観点からいくつか抜粋し紹介する。

コーネル大学らからは多数機運航において、シミュレーションはリスクのない環境でシナリオをテストするうえで極めて重要であるという発言のうえで、シミュレーションと現実とのギャップや、開発コストの高さの点で限界がある、という指摘がなされた¹²⁸。特に多数機運航においては、シミュレーションで通信障害、戦術的衝突、その他の故障要因を考慮する必要がある。担当者からは、システム・オブ・システムズレベルのリスクを含む、人間と機械のシステム間の相互依存関係を特定し、対処するためのデータ主導のリスク評価が提案された。発表者らは、特に衝突回避やリアルタイムの調整などのタスクにおいて、自動化レイヤーの安全性を検証し、緊急時やストレスの高い状況下でのオペレーターのパフォーマンスを評価するために、信頼性の高いデータの必要性を強調した。

¹²⁷ 現地での参加で聴講

¹²⁸ 現地での参加で聴講

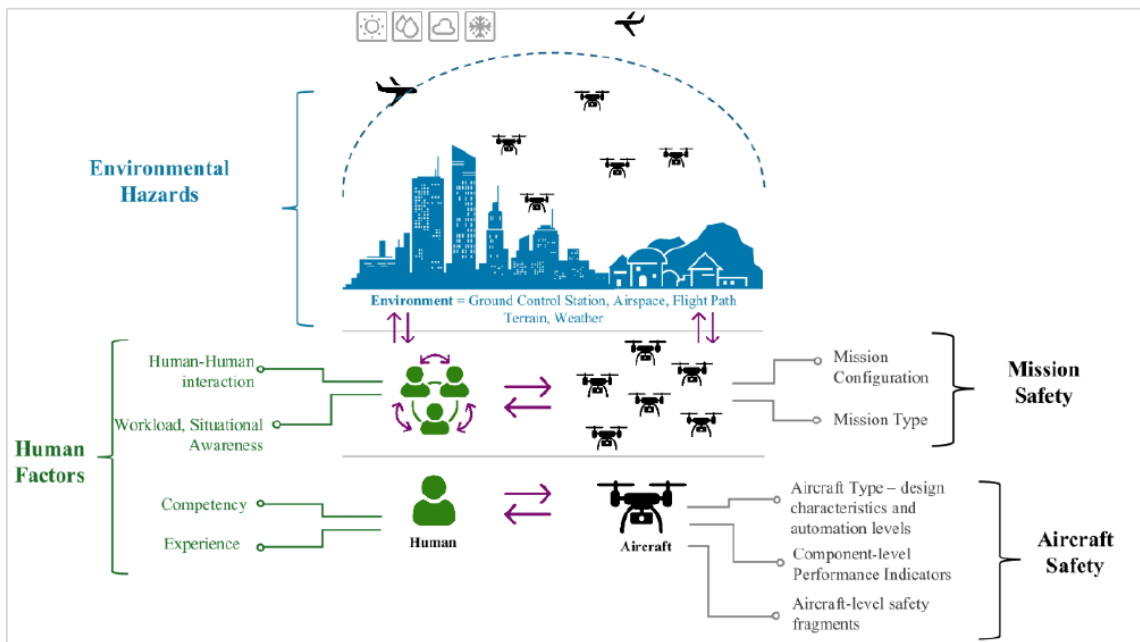


図 5-1-2-4-1. 安全フレームワークに含める主要要素
(人的要因、環境上の危険、ミッションおよび航空機の安全性)

FAA の AI の担当官 (Trung Pham, PhD) からは、FAA の AI ロードマップの説明がなされた。FAA は産業界とコンセンサスに基づく協調的なアプローチを取り、AI システムの製品承認と認証に向けた道筋を明らかにしようとしている。ロードマップでは、安全性を最優先事項として重視し、訓練後に学習を継続できない「学習済み AI」と、運用中に適応できる「学習型 AI」を区別するなどの原則を概説している。

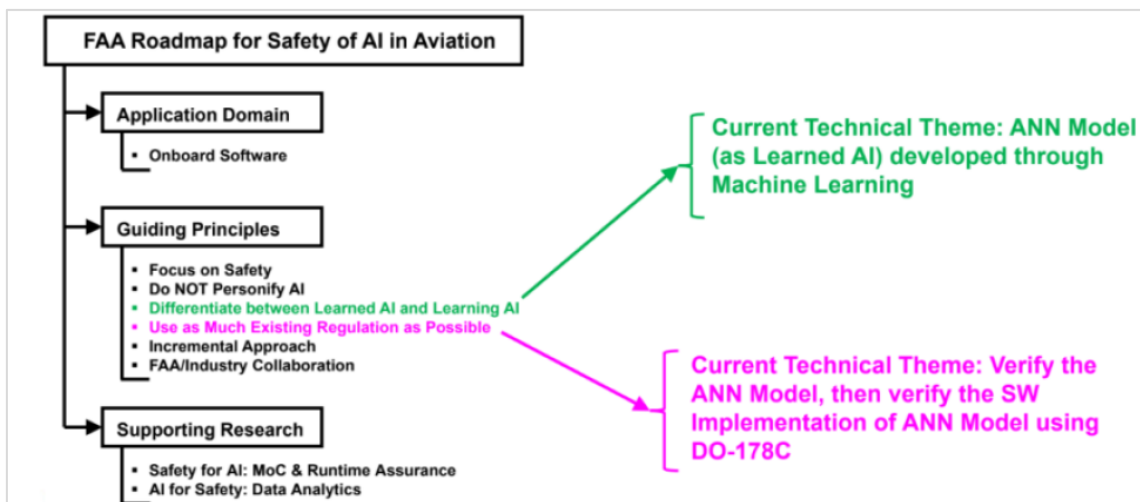


図 5-1-2-4-2. 航空分野における AI 技術の認証に向けた FAA のロードマップで言及されている適用分野の主要領域、指針、研究支援活動の概説

FAA は、DO-178C で定義されているような既存の規制を活用することで、不必要な再

開発を回避することを目指しており、より重要度の低い AI アプリケーションから段階的なアプローチを採用している。航空分野における AI の役割の定義、学習済みモデルの検証と妥当性確認、確立されたソフトウェア保証フレームワークによるコンプライアンスの確保などが課題として挙げられている。このロードマップでは、AI は実用的で測定可能な成果に焦点を当てるために、インテリジェントな存在としてではなく、エンジニアリングの要素として扱われるべきであると強調している。加えて、FAA は現在、学習済み AI モデルとそのソフトウェア実装の検証方法を含む技術的なコンセプトペーパーを開発しており、従来の保証プロセスで使用するために AI トレーニングデータから仕様を抽出する方法を模索している。サポート研究には、組み込まれたエンジニアリング特性を特定するためのトレーニングデータの分析や、航空安全データにおける事故の前兆を検出するための大規模言語モデル (LLM) などの計算ツールの使用が含まれている¹²⁹。

AI ベースのシステムの意味のある人間による制御 (Meaningful human control、以降「MHC」) のセクションでは NASA の Jay Shively 氏は、AI ベースのシステムに対する MHC の概念について説明し、自律型テクノロジーに対する人間のオペレーターの権限を確保する上で MHC が極めて重要であることを強調した¹³⁰。MHC は、2016 年の国連専門家会議で初めて提案され、自律型兵器に焦点が当てられた。それ以来、MHC は、NATO 科学技術機構 (STO) の人間要因および医学パネル (HFM 320) による 3 年間の研究を通じて改良されてきた。MHC の必要性は、AI システムが「人間の思いやりや直観を必要とする道徳的または倫理的な判断を下す可能性がある」という懸念から生じている。その後、Shively 氏は、1983 年の核誤報の際のスタニスラフ・ペトロフ氏の命を救う決断や、自律型軍事技術が直面する倫理的ジレンマなど、歴史的な事例や仮説的な事例を挙げた。これらのシナリオは、微妙な人間中心の判断を AI が下すことの限界を浮き彫りにしている。Shively 氏は、MHC を「人間が十分な時間的余裕をもって情報に基づいた選択を行い、AI ベースのシステムに影響を与え、望ましい効果を実現したり、望ましくない即時的または将来的な影響を回避したりする能力」と定義している。この定義は、リアルタイムでの人間の入力が必要なのか、あるいは特定の状況下では、事前合意や事前指示で十分なのかという疑問を提起している。

FAA の Part135 exemption の担当官 (Timothy Beglau 氏) からは現在の Part135 運航の課題について共有があった¹³¹。主な課題として、パイロット：機体の比率の管理や、オペレーターが 1:8 から 1:16 への機体数を増加させる際の移行など、より高い比率を安全に管理できる能力を証明できることを確認することを挙げた。FAA は、運航の安全性と効率性を評価するために、パイロットの介入を厳密に監視している。例えば、オペレーターは、ATC による経路変更、予期せぬ天候、ハードウェア、ソフトウェア、通信リンクの故障などの不測の事態を安全に管理できることを証明しなければならない。また、Beglau 氏は、

¹²⁹ FAA、[“FAA AI Roadmap and AI Safety in Aviation Software”](#)

¹³⁰ NASA、[” Meaningful Human Control of AI Based Systems”](#)

¹³¹ FAA、[“Emerging Technologies Division with AFS-740”](#)

ADS-B、音響センサー、機体カメラなどの高度な自動衝突防止システム（DAA）に依存して、計器気象条件（IMC）の下で一部のドローンが運用されていることも強調した。これらのシステムは、管理された空域と管理されていない空域の両方において、安全な運航を維持し、リスクを最小限に抑える上で重要な役割を果たしている、と発言があった。

Operator	Pilot Station	Ratios above PIC:UA	DAA	Weather
1	Remote in same state	1:16	VOs and ADS-B	VFR, Day
2	Co-located	1:4	ADS-B/Onboard Camera	VFR, Day
3	Remote In different state	1:6	Onboard ADS-B/Acoustic	VFR, Day/Night

図 5-1-2-4-3. Part 135 認証に基づく多数機運航の現状（FAA 資料¹³²）

NASA で研究されている複数機体の監視における操作介入（DRACO 研究）についても発表がなされた。DRACO 研究は、RAM（Resilient Autonomy for Multi-vehicle）サブプロジェクトの一部であり、人間と自律システムの協調（HAT）の応用に関する基礎研究を土台としている。その目的は、高度に自動化された複数機体の運用において、人間のオペレーターが複数の自律システムを監督および監視する役割を担う場合の、操作介入が状況認識（Situational Awareness）に与える影響を調査することである。NASA の Dr. Chancey と Dr. Politowicz は、複数機体の監視を拡大する従来の「黄金比」アプローチは問題があることを説明した。理想的な比率は多くの状況要因に依存するためである。重要な問題は、人間オペレーターと自動化システムの間の責任と権限の分担である、と提起している。彼らの研究では、被験者内実験デザインを採用しており、参加者は（Part 107 のリモートパイロットまたはプライベートパイロット）は、複数機体のシミュレーションを監視し、定期的な状況認識評価プロンプトに応答する。操作介入はさまざまな頻度で導入され、状況認識能力に対する影響が調査される。

¹³² FAA、[“Emerging Technologies Division with AFS-740”](#)



図 5-1-2-4-4. 操作介入が状況認識にどのように影響を及ぼすかの実験の流れ

5.1.2.5. Anzen Unmanned による多数機同時運航の研究

Anzen Unmanned では FAA の Aviation Research Broad Agency Announcement (BAA)¹³³ の研究である 697DCK-22-C-00381 Standards for Piloting Multiple, Simultaneous UAS BVLOS project の一貫として、Final Report for Piloting Multiple, Simultaneous UAS BVLOS(Public)¹³⁴を作成し、2023 年 9 月に公開した。その内容について NASA m:N Working Group 内で共有があった。多数機運航のヒューマンファクター観点の研究として、個別に取り上げる。

レポートの中では、UAS を同時に (m:N)で BVLOS 運航する際に必要な最低基準と、遠隔操縦者 (RO) が操作するオープンソースのフライトコントロールソフトウェアについて研究結果が言及されている。

実施体制は、BVLOS m:N 運航に対応する Drone Core システムを提供し、シミュレーターの構築を行った Asylon Robotics, Inc、さまざまな経験レベルの RO を提供した NUAIR、ヒューマンファクター分析を行ったパデュー大学、Waiver の取得とレポートのとりまとめを行った Anzen Unmanned の 4 組織である。

プロジェクトの中では主に以下項目が成果として挙げられている。

表 5-1-2-5-1. Anzen Unmanned による研究の成果

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 飛行試験のために 107.31 (BVLOS) および 107.35 (m:N) の免除を取得するための安全ケース • 正常および異常時の条件での RO の応答をサポートするために必要なフライトコントロールモードと自動化レベルを含む最低限の UA 性能と行動 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 結果として得られた ArduPilot および MAVLink ソフトウェアの更新をオープンソースリポジトリに提出 |
|---|

¹³³ FAA、["Doing Business with the FAA"](#)

¹³⁴ Anzen Unmanned、["Final Report for Piloting Multiple, Simultaneous UAS BVLOS \(Public\)"](#)

- RO の状況認識を維持し、タイムリーかつ正確な RO の応答を可能にするために必要な RO インターフェース（例：表示、アラート、コントロール）
- m:N の安全ケースをサポートするために必要な最低限の sUAS 装備
- 運用前飛行および飛行手順
- 全国的にスケール可能なロケーションチェックリスト
- 最低限の RO 資格と訓練
- 安全管理、品質管理、構成管理、訓練プログラムを含む組織的実践

研究の中では安全管理システム(SMS)の安全リスク管理プロセスを活用し、確立された安全リスク管理によって、m:N BVLOS での機体の操作に関連するヒューマンファクター(HF)ハザードが特定され、リスクを許容可能なレベルにまで低減させることができた。オープンソースのフライトコントロールソフトウェアに関しては Asylon から提供されている Drone Core システムを使用し、検証がなされた。検証フェーズでは、Drone Core システムと HF 評価を使用し、パイロットに対し、シミュレーションを実施した。安全リスク管理の観点とタイムライン分析、HF 評価、機体の自動化レベルに基づき、安全に実施できる同時飛行機体数を 6 と設定し、ニューヨーク UAS テストサイトにて実証が行われた。

研究の中で得られた m:N の最低基準と要件は業界標準を確立するための出発点として、標準化開発機関に提供される予定である。

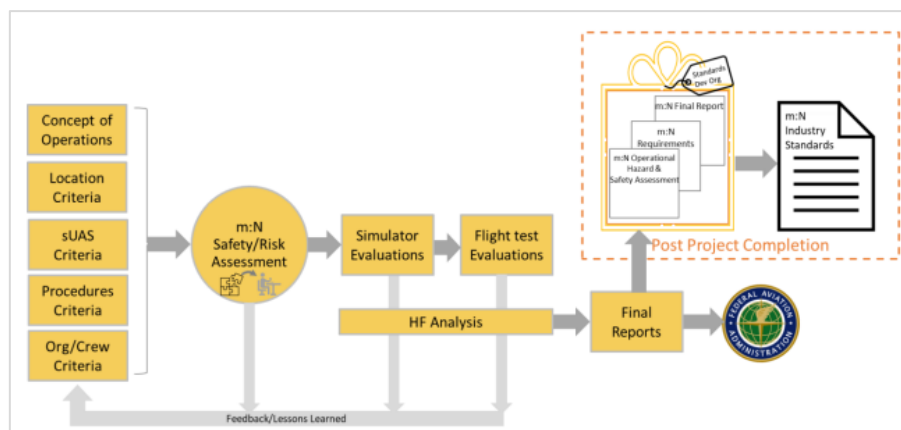


図 5-1-2-5-1. m:N のプロジェクトフロー

Anzen Unmanned の研究の ConOps は同一の空域を共有しない（バッファ距離を設けている）3つの場所では実施された。場所については非公開の OSHA の Appendix C. に記載されているロケーション評価チェックリストに基づいて評価された。ロケーション評価において重要な項目の例として以下が示されている。

表 5-1-2-5-2.使用する場所に関する重要評価項目

• BVLOS 運用に適合 • 各 UA の運用エリア間の距離は少なくともバッファ距離以上であること。空中リスクバッファの大きさは、UA の速度と UA の制御喪失から緩和策が成功するまでの最長時間に基づいて決定される。有人航空では通常、巡航運用中の認識に 1 秒、応答に 3 秒の基準が使用される • 運用エリアが最大ジオフェンス内にあること • 最寄りの空港が少なくとも 5 マイル離れていること。最寄りのヘリポートが少なくとも 2 マイル離れていること • Part 107 に従った運用高度（つまり、400 フィート AGL 以下または建物/構造物の周囲）
--

表 5-1-2-5-3. Anzen Unmanned が実施した実証の概要

飛行場所	New York UAS Test Site ¹³⁵
補助者の配置	有/無（申請では VO の Waiver を取得）
操縦者：機体比率	1 対 6（6 機のうち 3 機はシミュレーション）

目的	• 遠隔操縦者の複数UAS BVLOS運航のための最低要件の検討及びオープンソースフライトコントロールソフトウェアの開発
PJで扱う内容	• 通常および非常の状況に対するUA（無人航空機）の最低パフォーマンス基準。これには、RPIQの対応を支援するために必要なフライトコントロールモードと自動化レベルが含まれる。 • m:Nの状況認識を維持し、適時かつ正確なROの応答を可能にするRO-インターフェース（例：ディスプレイ、アラート、コントロール）。 • m:Nの安全性をサポートするために必要な最低限のUAS装備。 • 運用前フライトおよび飛行手順。 • 全国規模でスケーリング可能なロケーションチェックリスト。 • 最低限のRPIQの資格および訓練。 • 安全管理、品質管理、構成管理、および訓練プログラムを含む組織のプラクティス。 • 107.31 (BVLOS)および107.35 (m:N)の免除を取得するためのセーフティケース
ConOps	• それぞれのドローン（は）バッファードスタンスを設けるか、異なる飛行場所（空域）によるUA間の衝突回避。 • 有人機に対してはVOもしくはDAAセンサーを使用。 • SAE J3018を参考し作成した基準の機体自動化レベル3で実施（クルーは監視し続けることが求められる）。 • 1:6での実施



図 5-1-2-5-2. Anzen Unmanned の研究の概要

5.1.2.5.1. Anzen Unmanned 研究の機体・システム

m:N 運航を BVLOS で実施する為には、運用の範囲、規模、複雑性に応じた機体の自動化レベルが必要である。自動化のレベルが上がるにつれて、RO の役割はアクティブなハンズオンパイロットからハンズオフの安全の監視へと移行していく。

¹³⁵FAA, “UAS Test Site Program”

https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/test_sites

研究内の自動化レベルの定義は、SAE J3016 の運転自動化標準に即しており、機体の自動化レベルの定義が作成された。

表 5-1-2-5-1-1. 定義された自動化レベル

自動化レベル	説明
レベル 0 (自動化なし)	人間のパイロットがすべての飛行操作を行う。
レベル 1 (クルー支援)	UAS はクルーによって制御されるが、テレメトリ、速度、高度の補助機能が含まれる場合がある。
レベル 2 (クルー一部自動化)	UAS は自動化された機能を持つが、クルーは飛行タスクに関与し続け、常に環境を監視する必要がある。
レベル 3 (条件付き自動飛行)	UAS の自動飛行システムは、特定の状況下で飛行タスクのすべての側面を実行できる。クルーは UAS の運用状況を監視し続ける必要がある。RO は常に UAS の制御を引き継ぐ準備が求められる。
レベル 4 (高い飛行自動化)	UAS は特定の条件下で全ての飛行機能を実行できる。クルーが UAS を制御するオプションがある場合がある。
レベル 5 (完全飛行自動化)	UAS はすべての条件下で全ての飛行機能を実行できる。クルーは安全監視員としてのみ関与し、飛行タスクに積極的に関与する必要はない。

研究の自動化レベルはレベル 3 となるようにデザインされた（ヒューマンインザループによる運航、以降「HITL」）。レベル 3 の HITL 運航では、操縦者は機体の状況を常に監視し、機体の制御をいつでもできるような状態を保つ必要がある。RO は常に航行をテイクオーバーする権限を持ち、研究で使用された Asylon のセキュリティーミッションや緊急時の対応について、RO や SUP（監督者）が、マニュアルコントロールを求められることも想定された。

一方で、研究で使用された機体は、以下の自動化機能を持ち、RO の作業負荷は低くなるようにデザインされた。

表 5-1-2-5-1-2. 自動化機能の一覧

- 事前に計画された自動飛行ルート（離陸および着陸が含まれる）
- 操作エリアの周囲に水平および垂直のジオフェンス
- 障害物およびその他のエリアの周囲に水平の排除ゾーン
- 以下を含む自動化された緊急時の機能アクティベーション
 - 機体の水平および垂直のジオフェンスにより、定義された操作エリアからの逸脱を防止
 - 機体の排除ゾーンにより、高リスクエリア（利用不可の C2、人の集まりなど）への侵入を防止
 - 障害物（安全高度より高い、または着陸サイト近くで低い）および運用の一部ではない重要インフラの周囲に排除ゾーンを配置
 - C2 の異常が発生した場合、帰還（Return To Launch, RTL）をトリガー
 - 機体の ADS-B-in 航空機検出と安全高度への降下
 - GNSS/GPS の異常が発生した場合、二次/気圧高度を使用して着陸
 - バッテリーの警告が発生した場合、帰還（RTL）をトリガー
 - バッテリーの警告が発生した場合、着陸をトリガー

有人機への対応に対して、検知した場合、安全な高度まで自動で降下するとしている。

研究では、遠隔操縦拠点（ROC）で複数の機体を監視するために必要な安全要件について洗い出しを行った。以下にその一部を示す。

表 5-1-2-5-1-3. 遠隔操縦拠点（ROC）の安全要件

- 非飛行機能からの物理的分離を行い、厳密なコックピット環境をサポート
- 複数の飛行運用に共通する故障モードを排除するために、安全で信頼性の高いインフラストラクチャ（インターネット、サーバー、コンピュータ、ディスプレイ、スピーカー、コントロールなど）を整備
- 状況認識を確保するために、安全関連パラメーターを表示
- パイロットの認識を高めるために、安全問題に関する視覚および音声アラートを提供
- イベント時に RO の作業負荷を最小限に抑えるため、個別の航空機モード（All-hold、All-land、All-RTL など）のアクティベーション
- 個人的な理由やイベント処理のために、RO からスーパーバイザーへの UA 制御の移管を容易に調整する能力



図 5-1-2-5-1-1.ROC の様子

RO が監視するディスプレイは、状況認知を保つために重要な要素である。ほとんどのディスプレイコンテンツは、BVLOS 時に必要とされるものによって決定された。(例：C2、バッテリー、機体状態、位置、DAA、天候、等)



図 5-1-2-5-1-2. 6つのモニターコンフィギュレーション

Asylon の遠隔操縦画面のデザインは、積み重ねられたモニターフォーマットを採用している。モニターの下半分は、UA からの映像とテレメトリ、C2 ボタン、状況認知のためのミニマップ、テキストログを表示している。上半分は、天候と DAA のインターフェースとなっている。緊急時には、ビジュアルアラートが発出される。テキストログと、機体からの映像部分にオーバーレイされる。クリティカルアラートの場合で RO の即座の対応が必要な場合は、インターフェース上の輪郭部分が点滅した赤色のボーダーとなり現れる。



図 5-1-2-5-1-3. 緊急時のビジュアルアラート

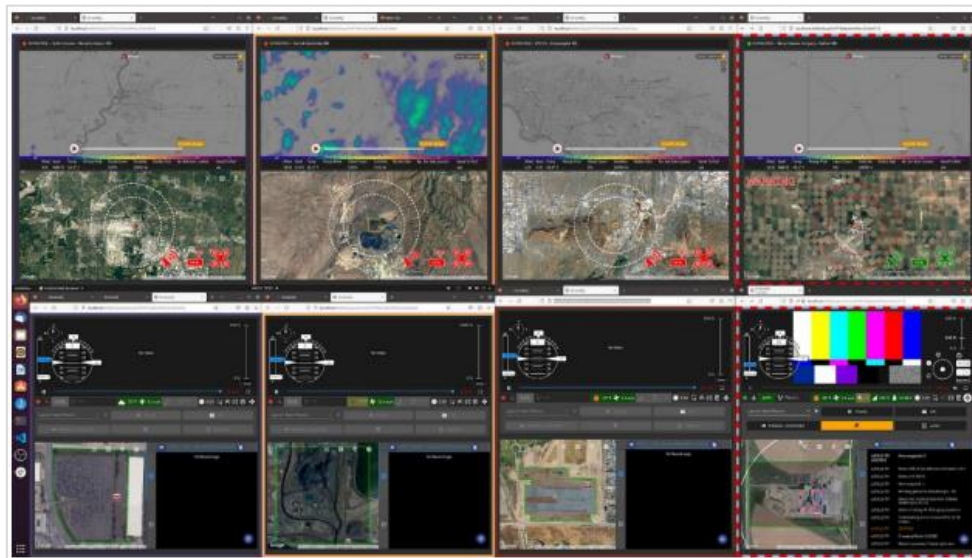


図 5-1-2-5-1-4.緊急対応が必要なクリティカルアラート（画面右部分）

SUP（監督者）が監視ディスプレイにはそれぞれの UA の映像等はなく、選択した場合、RO が見ている画面が一番右部分に現れる。



図 5-1-2-5-1-5. SUP が監視するスクリーン

操作介入には5つのボタンによる選択肢しか存在していない。それぞれ帰還、ブレーキ、回避、着陸、パラシュートである。



図 5-1-2-5-1-6. RO バックアップ用のデバイス画面
(操作介入ボタンの内容が見て取れる)

5.1.2.5.2. Anzen Unmanned 研究の操縦者

操縦者は RO と SUP であり、以下にその役割について記載する。なお、研究内では、現地の補助者は Safety Pilot と記載されている。

表 5-1-2-5-2-1.クルーの役割

	役割
RO (操縦者)	全体の飛行責任を負い、RPIC として規制を遵守する責任がある
SUP (監督者)	1 人以上の RO のパフォーマンスを監視し、イベント時にバックアップを提供する
Safety Pilot (必要に応じて)	現地の日次/飛行前点検を完了し、BVLOS 運用のための目視監視者として機能する。

訓練の内容については、体制の項にて説明するが、操縦者は UAS での BVLOS 経験を持っている必要があり、BVLOS 経験に基づいた m:N シミュレーター訓練を受けなければならない。

5.1.2.5.3. Anzen Unmanned 研究の体制

Anzen Unmanned は、FAA Order 8040.6 と FAA ATO Safety Management System Manual's DIAAT process に準拠する形で、リスク評価を行い、BVLOS m:N のハザードと、リスク緩和策の特定を行った。

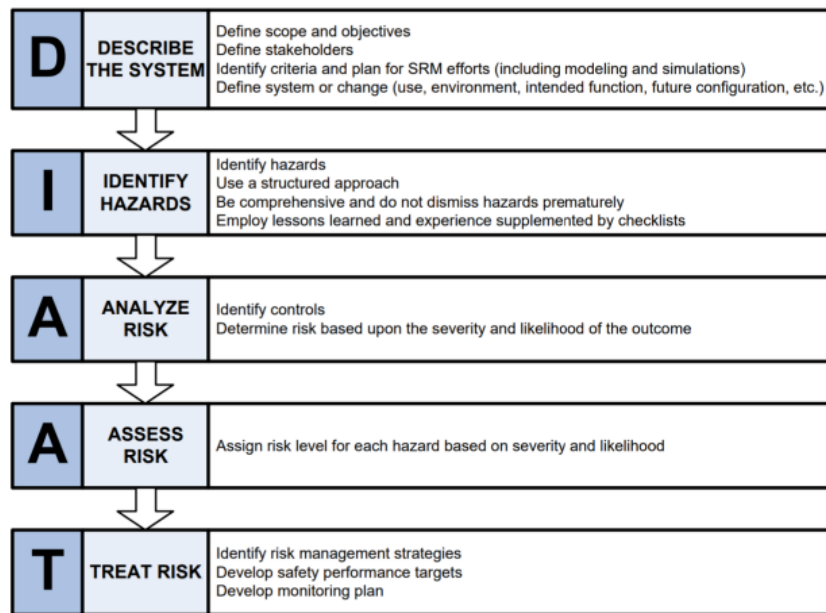


図 5-1-2-5-3-1. FAA ATO の SMS DIAAT プロセス

今回の Anzen Unmanned の研究では、オペレーターはすでに BVLOS の承認を得ていることを想定しており、m:N の安全ケースと、特定の要件については、AuREP-019 697DCK-22-C-00381–Operational Hazard and Safety Assessment for RO operating N UA simultaneously (OHSA)に記載されているとの説明がなされている。

上記に加えて、ヒューマンファクターについて、FAA guidance(FAA-HF-STD001/002/003)¹³⁶を参照し、ヒューマンエラーの可能性を最小限にするための追加の m:N 要件を特定し、Asylon のソフトウェアに取込が行われた。

m:N とヒューマンファクターの要件が取り込まれた場所は以下の通りである。

表 5-1-2-5-3-1. 多数機運航に関わるヒューマンファクター要件が取り込まれた箇所

- 組織評価基準（非公開の OHSA Appendix B）
- ロケーション評価チェックリスト（非公開の OHSA Appendix C）
- Ardu Pilot UA ソフトウェア
- Asylon DroneIQ ソフトウェア
- Asylon 遠隔操縦拠点
- Asylon 標準運航手順書（クルーリソースマネジメントを含む）
- Asylon UAS フライトマニュアル
- Asylon 訓練マニュアル

多数機運航の機体数の決定に関して、研究内では、タイムライン分析を行った。このタイムライン分析は、特定の機体と ConOps において、クルーズ時と緊急時にかかる時間から操作可能な限界機体数を決定するものである。この分析結果から、パイロット：機体比

¹³⁶ 有人機パイロット、管制官向けの HF ガイダンス

率 1:6 が限界値と設定された。このタイムライン分析による機体数の決定は機体の自動化レベル、ConOps に大きく影響されることがあると注記されている¹³⁷。

タイムライン分析には具体的に実施した内容の記載はなされていないが、実施するためのフローが掲載されている。まず、飛行するそれぞれの機体について、一つもしくはそれ以上のタスクによって形成される一連の流れであると定義し、流れの中のタスクが、クルーもしくはシステムによって実施されるものであると設定した。そのタスクから平常時と緊急時の運航について、タイムラインが作成される。次にそれぞれの機体で作成したタイムラインを機体数 N で実施した際の複合タイムラインを作成する。複合させる際に、緊急対応等のコンフリクト時のタイムライン等に注意し作成を行い、一定の基準に対してタイムラインの評価を行う。基準として掲載されているのは以下 3 点である。

表 5-1-2-5-3-2. タイムライン分析における評価基準

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• 安全期限要件の満足度• クルーおよびシステムコンポーネントの作業負荷と利用率• タイミングの変動や突発的なイベントに対する強靱性、等 |
|--|

タスクについても、Periodic (周期的なもの)と Aperiodic (緊急時等の非周期的なもの)に分解され、検討がなされた。

クルーリソースマネジメント (CRM) に関して、研究内では成熟化が図られた。CRM として記載されているものは Safety Management System (SMS)、Standard Operational Procedures (SOP)、m:N コミュニケーション、クルー訓練の 4 点である。SMS、SOP についてはその内容の詳細について掲載されていない。

m:N コミュニケーションでは、管制で使用されている Call and Response スタイルが採用された (RO:”SUP, your control”、SUP:”RO, my control”といったもの)。使用されるフレーズについても、認識齟齬を防ぐために、FAA Order 7110.65 を使用することが推奨されている。

訓練について、オペレーターによる BVLOS 訓練は前提として実施されていなければならない、としている。m:N 実施のための訓練としては以下が例示されている。

¹³⁷ Anzen Unmanned、[“Final Report for Piloting Multiple, Simultaneous UAS BVLOS \(Public\) p.17”](#)

表 5-1-2-5-3-3.多数機運航実施のための訓練の例示

- 「クラスルーム」セッションでは、関連するルールや規制、および m:N 特有のポリシー、運用、Waiver 条件をカバー
- m:N シミュレーター訓練は、飛行リスクなしで m:N シナリオに慣れ親しみ、より挑戦的な状況に対応するためのもの
 - シミュレーションのテストケースとして 26 シナリオ（52 テストケース）について経験値が異なる 7 人の RO に対し実施された。機体数は 6 機でのシミュレーションである。以下にシミュレーション内で含まれた内容の例を示す。
 - ✧ 通常運用
 - ✧ C2 (Command and Control) の喪失に関連する飛行逸脱
 - ✧ レーダーフィードの喪失
 - ✧ 検出および回避の注意
 - ✧ 検出および回避の警告（単一および複数の航空機）
 - ✧ ディスプレイモニターの喪失
 - ✧ システムインターネットの喪失
 - ✧ 天候 - 強風および雷
 - ✧ 低バッテリー
 - ✧ 操作中に RO が職務を遂行できない場合
 - ✧ Asylon のセキュリティーミッションを支援するためのセキュリティーイベントによる飛行計画の中断
- 飛行訓練は、パイロットの能力を高め、シミュレーションされた通常、異常、および緊急操作中に複数の UAs の状況認識と制御を快適に維持できるように設計されている

ID	TC Name	m:N Simulation Test Case Description	Complexity	Rationale / Expected Result
MN_TC6	1:6	1:6 (1 RO, 6 UA) BVLOS operation with no unexpected events.	3	Establish a 1:6 flight test baseline
MN_TC8	1:6 SE	1:6 (1 RO, 6 UA) BVLOS operation with security event observed on UA3 at approximately 5 minutes after UA3 takeoff.	6	CRM challenge/ Gimbal management.
MN_TC11	1:3 C2	1:3 (1 RO, 3 UA) BVLOS operation with lost C2 signal for UA3 at approximately 5 minutes after UA3 takeoff.	4	Transfer of control
MN_TC13	1:4 BB	1:4 (1 RO, 4 UA) BVLOS operation with bathroom break 5 minutes after UA4 takes off.	3	Routine temporary transfer in ROC
MN_TC14	1:4 MF	1:4 (1 RO, 4 UA) BVLOS operation with monitor failure for UA3 at approximately 6 minutes after UA3 takeoff.	4	CRM with transfer due to system malfunction
MN_TC15	1:5 LB-DAA	1:5 (1 RO, 5 UA) BVLOS operation with low battery alert for UA1 at approximately 15 minutes after UA1 takeoff and DAA caution alert that turns to a warning alert for UA5 at approximately 8 minutes after UA5 takeoff. Low Battery alert should occur shortly before DAA caution alert and while RO is monitoring UA1's RTL.	5	Multiple simultaneous events – Low battery RTH followed by a DAA
MN_TC16	1:5 LS	1:5 (1 RO, 5 UA) BVLOS operation with loss of Radar surveillance feed for UA1 at approximately 3 minutes after UA1 takeoff.	3	With SP/VO, may elect to continue or abort the sortie profile
MN_TC18	1:6 LI	1:6 (1 RO, 6 UA) BVLOS operation with loss of primary internet at RSOC for all UAs at approximately 2 minutes after UA6 takeoff.	7	CRM with management of multiple UAs in various phases of flight
MN_TC19	1:6 DAA-DAA	1:6 (1 RO, 6 UA) BVLOS operation with DAA warning alert for UA1 and UA2 at approximately 9 minutes after UA1 takeoff.	6	Multiple alerts will stress RO situational awareness
MN_TC20	1:6 DAA-DAA-DAA	1:6 (1 RO, 6 UA) BVLOS operation with DAA warning alert for UA1 and UA2 at approximately 10 minutes after UA1 takeoff and DAA caution alert that turns to a warning alert for UA6 at approximately 3 minutes after UA6 takeoff.	7	Multiple DAA alerts during complex mix of different phases of flight

図 5-1-2-5-3-2.テストフライトケースの例示

上記に加え、フライトテストでは以下の特定のリスク緩和策のテストも実施された。

- C2 信号喪失時の自動帰還
- 低バッテリー状態時の自動帰還
- 定義された半径内に ADS-B トラック（有人機）が進入した際の自動回避操作（安全な高度への降下）
- 表示されたインジケータとアラートに対する RO の解釈と対応
- バックアップデバイス（ディスプレイ、コントロール、インターネット、制御の移譲）の有効性

シミュレーター訓練とテストフライトでは、4 つの異なるヒューマンファクター評価が実施された。分析の手法は以下である。

表 5-1-2-5-3-4. ヒューマンファクター評価における分析手法

- NASA のタスク負荷指数 (TLX) 調査: 飛行後のクルーの負荷を評価するために使用
- ヒューマンファクター (HF) オブザーバー: 操作中にヒューマンファクターの観察を行う
- 操作後のインタビュー: クルーから直接フィードバックを収集
- 音声/映像分析: 操作中の音声およびビデオ記録を分析して、クルーのパフォーマンスと状況認識を評価

分析の結果、計画外の航空機の侵入が計画されたイベントと相まって RO の作業負荷に影響を与えたが、実施は管理可能であり安全であることが確認された。

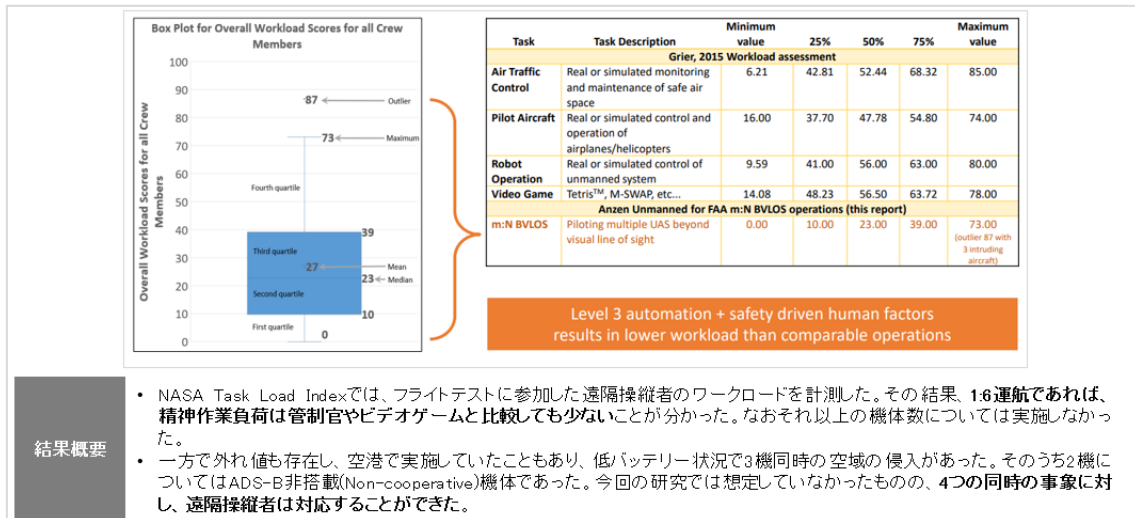


図 5-1-2-5-3-3. NASA TLX の結果の抜粋

5.1.3. 米国での視察結果と米国事業者との議論内容

2024 年 9 月 16 日～18 日の日程で、米国で Wing、Manna (9 月 16 日実施)、DroneUp (9 月 17 日実施)、Zipline (9 月 18 日実施)での視察を実施した。視察では、想定される日本と米国の差分を念頭に置きつつ、多数機同時運航による物流サービス社会実装の先進事例における、実際の運用・規制当局との調整内容を調査し、今後日本で想定される課題等の理解を促進することを目的に実施した。以降、各社の視察内容を説明する。

5.1.3.1. Wing の視察結果

Wing の機体・システムは、フィットビットと呼ばれる機体のプレチェック、飛行経路設定、運航に至るまでそのすべてで自動化がなされている。Wing の機体は人間の介入はほとんど必要とせず、1:16 までの運航が認められている。現状のシステムでは Part 135 で示されている VO なしの運航は実施されておらず、2024 年 10 月末を目安にシステムアップデートを行い、VO が不要な運航に切り替えていくとのことであった。

加えて、周辺住民の理解を得るための対応や対策が随所に観察された。例えば、飛行経路は個別に自動で異なる経路を設定しているほか、人間かどうかの検知はできないようカメ

ラは白黒で画素が荒いものを使用していることが挙げられる。

日本で想定される課題としては、仮に Wing の運航を日本で行う場合、カメラ以外の方法で空中リスクを監視していることが説明される必要があるが、空中リスクに対して ADS-Bin を使用した自動回避を行っており、日本では使用できないため代替手段が必要となる。

一方で、その代替手段となり得る手段が現状存在せず、国際的に取られている対応との協調の観点でも今後議論が必要であると考察する。

Wing視察の様子	キーポイント
 - Walmartの一角にフェンスで仕切った区画を作りNest(離着陸拠点)としている - 区画内はヘルメットとベストの着用が必要 - 大きなQRコードはセクションを示しており、小さなQRコードは充電用パッドの場所を示している - パッケージはコーティングされた紙素材で、500mlのボトルが3本程度入る大きさ。凡そ倍の積載量のある新機体も実装に向け準備中	機体・システム - 人間の介入はほとんど必要とせず(緊急時はLand area or Pause)、1:16までの運航がみとめられている。システム上はそれ以上も容易に実現できるが、機体を増加させる際には、FAAの確認が必要。 - 実際の運航ではPart 135 exemption で示されているVOなしの運航はなされていない。理由はexemptionで申請されているシステムの一つ前のものをつかっているため。10月末を目安にシステムアップデートを行いVOが必要のない運航に切り替えていく - 飛行経路設定はnon-deterministicを採用し、個別に異なる経路を組んでいる。これは過去豪州での運航の際に同じ経路を使って配送していたところ、近隣からのフィードバックがあったためで、飛行経路については同様の場所への配送であってもあえて分散させている 2m*2mのスペースがあれば機体は十分に配送するが可能 - カメラについては下部についているが、白黒で画素が荒い映像を使用しており、人間かどうかは検知しておらず、障害物が地上にあるかどうかで判断している。プライバシーに配慮し、このような運用を取っている。ローディングの際もパイロットの顔にマスクがかかり、撮影した映像は保存されないサーバーに送られる
考察 Wingの運航を日本で行う場合、カメラ以外の方法で空中・地上リスクを監視していることが説明される必要があるが、空中リスクに対してADS-Binを使用した自動回避を行っており、日本では使用できないため代替手段が必要。一方で、その代替手段となり得る手段がないのが実情	運航 - 視察したネストでは、1日150-200配送が実施されているが、実証段階であり、配送料は無料 - 配送料が無料であることから、コーヒーやカップケーキ等の比較的手軽な商品の配送が主流 - 注文から平均で27分程度で機体が帰還する。一番早い配送だと3分弱で完了することもある。

図 5-1-3-1-1.Wing 視察の様子とキーポイント

Operation Center では、3つの画面を使用し、運航を実施していた。3つの画面の内訳としては、①はネスト（離着陸拠点）の様子の投影、②は機体に対し制御指示、③はメッセージや通話、ADS-B 情報等を表示している。操作介入は個別に緊急着陸させる方法と、エリアに対し Pause か緊急着陸させるかを選択できる。NASA m:N Working Group 内で Wing から、「基本的な操作介入はエリアに対して行い、イレギュラー発生時も基本的には機体が自動で対応するために、RPIC の作業負荷は機体数に応じて増加せず、むしろエリアの観点（m:Area）のメトリクスで運航の在り方を考えるべき」、という発言があった。日本でも機体の自動化レベルが高度化した未来で同様の議論を行う必要があるかもしれない。



図 5-1-3-1-2.Operation Center の投影情報

Wing に対して、日本の型式認証や審査要領に相当する内容のヒアリングを実施した。Wing の回答および回答を踏まえての考察を示す。

現在 FAA は安全目標値について開示していないが、Wing は安全目標値を設定し、その証明を行っている。今後の展開として、国内においてリスクの程度に合わせた安全目標値が設定されることが想定される。また、DAA については ASTM 標準を一部遵守しているものの、完全に沿っているわけではないとのことであった。ASTM 規格に一部しか準拠しない場合、何をどこまでテストする必要があるのか検討の余地がある。

		回答まとめ	考察
型式認証	安全目標値について	- 安全目標レベル(TLS)を設定することで、事故が発生した場合の総リスクを計算することが可能である。(FAAはTLSを示していない)ADS-B、NOTAM、戦略的衝突回避(strategic deconfliction)等緩和策を講ずることで、安全目標レベルを引き下げることができる。FAAは基準を持っており、Wingも内部に基準を持っている。カメラはプライバシーの観点から使用していない - Wingが飛行している空域はMode C veilであり、有人機のADS-B outの装備が必須化されているエリアである - FAAはSORAのようなリスクベースのアプローチに傾向している。この点は12月に開示されるPart108の中で言及されると見込んでいる。WingはSAIL II相当で運航しており、その1つとして機体が壊れやすい構造(frangibility)であることが挙げられ、結果としてSAILレベルを下げることに寄与している	- 現在FAAは安全目標値について開示していないが、事業者は安全目標値を設定し、その証明を行っている。今後の展開として、リスクの程度に合わせた安全目標値が設定されることが予想される - 国際的なスタンダードに準拠する観点でも、日本で事業者による閾値を設けた安全性の証明が必要か
	DAAについて	- FAAと共同でDAAの検証テストを実施した。具体的には、オペレーションセンターでシミュレーション環境の全体像と、数千回のシミュレーションテスト結果を示したほか、任意の実際の運航での検証によって、FAAに認められた - ADS-B in deconflictionを使用している。また、ASTM標準を一部遵守しているものの、完全に沿っているわけではない。(ASTM標準には安全性の観点で一部情報が古い箇所もあると考えている)	- WingではASTM F3442の準拠は一部にとどまっているが、当該標準にどこまで準拠していれば認められるといえるのか - ASTM規格に一部しか準拠しない場合、何をどこまでテストする必要があるのか(シミュレーションと実際のフライトテスト)
	緊急対応の試験について	社内の運航チームと規制チームがD&Rプロセスの採用をEASAに求めたが、詳細は不明である	

図 5-1-3-1-3.Wing ヒアリング回答 1

型式証明について、米国では課題があり現状機能しておらず、49 USC § 44807: Special

authority for certain unmanned aircraft systems (以降、「§ 44807」)下で ConOps ベースによる安全性証明を行っているとのことであった。日本では第三者上空の飛行には第一種型式認証が求められるが、実際の運航からデータを集めながら産業を立ち上げていく観点で ConOps 限定での事業者のデータ提出による第三者上空飛行を許可するような制度があってもよいのかもしれない。訓練については、米国では組織単位でのトレーニングプログラムを FAA が承認する形を推奨されており、日本においても当局による訓練プログラムの承認が必要ではないかと考えられる。また、米国では机上のテストで、作業負荷とリスク評価基準を満たしていることを確認してから、実際の現場での運用テストに移行するプロセスを踏んでいる (Wing は机上テストを増やしていく動きをしているとの話が担当者からあった)。日本では多数機同時運航特有の要件がない中ではあるが、仮に多数機運航で機体数を増加させたい場合、記載の様な机上テスト、作業負荷とリスク評価基準を満たすような要件も必要になる可能性もある。

		回答まとめ	考察
型式認証	飛行試験について	確認中	
	型式証明と44807の違いについて	型式証明は、FAAが航空機の耐空性基準および、クライテリアに適合することを証明するものである。44807は、免除や適用除外を取得して運用するものである。型式証明には課題があり、現状効率的に機能していないため、当面は44807で運用している。BVLOS rulemaking がこの点を一定程度解消することを望んでいる	44807の様なConOps限定で、事業者が提出するデータによって第三者上空を許可する制度が必要か(米国ではTCIは機能していない) - Part108のProposed Rule(12月公開予定)で現在のいびつな米国での運用がどうなるか要注目
	SMSについて	ICAOのSMSからいくつかの要素を取り入れており、インスピレーションを受ける形で参照している。また、FAAは大半のPart 135オペレーターにSMSを義務付ける規則を発表した。Part 108が何らかの方法でPart 135のSMS要件をカバーすることを期待している	- Part108でSMSのあるべき姿が記載されるか要注目 - 日本ではSMSの要件が特に設定されていないが、ICAOを参照しつつ設定すべきか
飛行の許可・承認の審査要領	クルー訓練について	Part 135の要件の一部を満たす形のトレーニングプログラムを使用している。BVLOS ARCについては、FAAが義務付けるのではなく、組織単位でのトレーニングプログラムをFAAが承認する形を推奨されている	当局による訓練プログラムの承認が必要ではないか(特に1対多を実施する場合は運航リスクが増加する)
	1対多の追加実地試験について	無人機の比率を増やす場合は、机上のテストで、作業負荷とリスク評価基準を満たしていることを確認してから、実際の現場での運用テストに移行する。シミュレーションで多くのことを把握できるため、シミュレーションを増やしつつある	機体数を増加させる際は、1対多実施時の作業負荷検証とリスク評価基準の設定、シミュレーションテストを実施すべきでないか

図 5-1-3-1-4.Wing ヒアリング回答 2

緊急対応については、Wing SMS マニュアルに運用チェックリスト内に記載されている(内容は非公開)。モニタリングと監視について標準規格があるかどうかは不明だが、使用しているものの多くは従来の航空標準規格に由来するものであると思われる。米国でもGCSのヒューマンファクター観点の研究がなされているところではあるが、日本でも常時監視するのであればインターフェース上の何を監視すべきか検討すべきと考察する。ハーモナイズの動きについては、EASAはFAAのD&Rを利用した機体の安全性証明の可能性を探っているほか、GUTMAは、EASAのU-SPACE規制とFAAのUTM規制が、既存のASTM標準にどのように適合するかの検討を進めていることが分かった。日本もハーモナイズがどの項目で行われる可能性があるか、内容の把握が必要と考えられる。

		回答まとめ	考察
飛行の許可・承認の審査要領	複数機同時の緊急対応について	機体の状態異常を検知した場合にのみ緊急対応を行うことになるが、緊急事態が発生する可能性は低い。対応方法はWings SMSマニュアルに運用チェックリストとして記載されている	
	モニタリングと監視について	- 標準規格があるかどうかは不明だが、使用しているものの多くは従来の航空標準規格に由来するものであると思われる (作業負荷に関する要件は) Part135の休息と任務要件 (Rest and duty requirement) である	監視すべきものは何か、の要件が必要ではないか
その他	FAAとEASAのハーモナイズの動き	FAAとEASAは定期的に会合を実施している。EASAはD&Rプロセスを利用した機体の安全性の証明を検討している。また、GUTMAは、EASAのu-space規制とFAAのUTM規制が、既存のASTM標準にどのように適合するかの検討を進めている	D&Rを使用する日本では、EASA、FAAでハーモナイズが進んでいる項目はどこになるのか把握が必要か
	複数空域でのm:N運航について	我々もドローン配送を実施している拠点がダラスとバージニアにあるため、近いことを行っている。方向性としてはm:Nよりはm:エリアに向かっており、一人で、ダラス北東部とバージニア全域をカバーすることを想定している。規制上のボトルネックは現状機体数のスケールアップを容易にできるプロセスがないことである	自動化が進んだ先にある未来はm:Area(1対多ではない)であり、その未来では、ある程度容易に機体数を増加させるための安全性証明の枠組みが必要

図 5-1-3-1-5.Wing ヒアリング回答 3

5.1.3.2. Manna の視察結果

Manna は § 107.39(Over people)の Waiver で配送を実施しているが、Part135 exemption は取得しておらず、配送費は無料で実施している。§ 107.39 の Waiver 承認は 1%以下であるが、そのほとんどが運動エネルギーの計算や、リスクアセスメントの結果が十分に記載されていないという理由で、Manna はアイルランドで取得したデータを使用し、Waiver を得たとのコメントを得られた。Manna の機体には ADS-Bin は搭載されておらず、離着陸場にある ADS-B 用のアンテナで受信していた。

Manna視察の様子	キーポイント
 - ADS-B用のアンテナ 2機使用し運航を実施 - VLOSであるため簡易の高台からパイロットが目視。加えて配送先にVOが車で移動し、地上の確認と空域の確認を行っている  - 配送には2m*2mのスペースがあれば十分 - 特異な点として、配送は吊り下げで行うが、紐ごとリリースする点 - 機体はduplex octocopterで4つのアームに2つ筒プロペラがついている  - バッテリーは取り換え式。写真手前にバッテリーを入れ、奥のスペースに配送物を入れる。 - 配送の都度バッテリー残量100%のものを使用  - 右手のモニターで風速、気温、ADS-Bの情報を表示 - 中央ではGCS情報の表示 - 左のPCでチームでのコミュニケーション	機体システム - 機体のバッテリーは取り換え式。担当者によればWingのように1度離陸してから充電に20-30分待つ必要がなく効率的とのこと - 機体にはADS-Bin は搭載されておらず、離着陸場にあるADS-B用のアンテナで受信 - 飛行経路設定は現在はマニュアルで行っているが、自動化に移行していく予定(アイルランドでは実装中) - 機体は配送時にLidarを使用し、14m地点を計測。地上に木や車がある場合は検知できる - 基本的にwaypointに沿った飛行を行うため、パイロットの操作介入は必要ないが、緊急の場合はプロペラをもったパイロットがおりコントロールできる - 吊り下げの紐ごとリリースを行い、万が一絡まった場合機体で紐を切る 運航 - 住宅エリアを開発したディベロッパーと提携し運航を実施。特定エリアにむけて配送を実施 - 配送物は離着陸拠点にあるドリンクや軽食 - BVLOS Waiver申請中、Part135 exemptionもその先で考えており、事業化していきたいとのこと - Waiverが取得できたことの要因としてリスクアセスメントがあるがアイルランドで1:4の運航を実施しており、SORAを実施していること、kinetic energy等の情報についてもすでに持っていたため承認が出た

図 5-1-3-2-1.Manna 視察の様子とキーポイント

Manna に対して Waiver や UTM 連携に関するヒアリングを実施した。Manna の回答および回答を踏まえての考察を示す。

Manna は § 107.39 (Operation Over People)と § 107.145(Operation Over Vehicles)の

Waiver を取得し運航を行っているものの、Part135 運航ではないために注文者から配送フィーを取っていない。米国ではドローン配送の事業化(Part135)と実証 (Waiver) に明確な差があるが、日本においても事業者認定のような枠組みについて検討が必要かもしれない。

		回答まとめ	考察
Part 107.39 waiver	Waiver承認について	地上リスク評価、空中リスク評価、リスク緩和策、操作マニュアルやメンテナンスマニュアル等、FAAが要求するほぼすべての内容である	日本でも型式認証の中で一定程度対応できている
	UAの安全性について	安全な故障システムを備えており、致命的な故障が発生した場合は、パラシュートで運動エネルギーを低減する。また、無人機を高温下で検証しているように、あらゆるケースにおける緊急対応策を示している。ダラスにテストサイトがあり、アイルランドと運航の際の気温が異なるため、気温に耐えられるかのテストを行った	
	Waiverで参照されている標準について	標準はあったと思うが、我々は基本的にデータを提出している	
	FAAに要求される書類について	ConOps、フライトマニュアル、メンテナンスマニュアル、各種技術文書が求められている	
	Part135とWaiverの違いについて	Part107はFAAのUASオフィス (UAS office) が担当している一方で、Part 135はFAAのFlight Standards Serviceが担当しており、航空物資配送サービスを扱っているため、厳格な規制になっている。我々はBVLOSと1対多運航のPart107 waiverとPart135 exemptionに組み入れている	
Others	米国の運航について	- 現在は1:1の運航を行っている - 年末までにBVLOSと1対多運航を実施する予定である	- Mannaは現在Part135運航を行っていないため、配送の事業化ができていない(配送フィーを取っていない) - 事業化するのであれば、事業者を認定するような枠組みが必要ではないか(より厳格な安全性の証明が必要)

図 5-1-3-2-2.Manna ヒアリング回答 1

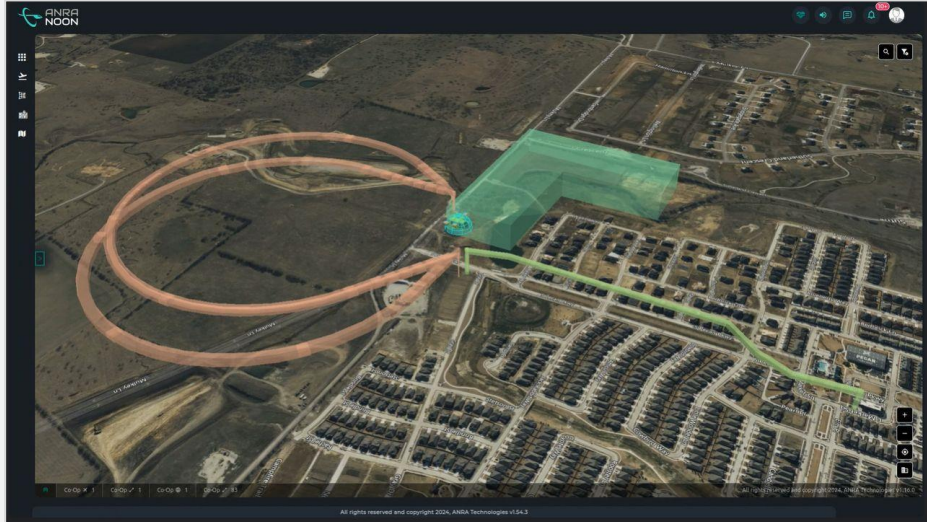
UTM は業界の取組で FAA はアドバイザーとして関与していると考えられ、現在 4-5 社が UTM の開発プロジェクトに参画しているが、まだ使用は許可されておらず、GATE3 から実装が許可されるとのコメントがあった。また、GATE 1 と GATE 2 はサービス要件に関するもののため、データ処理能力があるかどうかを主に考慮されるとのことであった。日本においても UTM 連携について、USS 連携を希望する事業者のデータ処理能力をどう判断すべきかがポイントになる。

		回答まとめ	考察
Others	UTMについて	- UTMは業界の取組でFAAはアドバイザーとして関与しているだけだと考えられる。現在4-5社がUTMの開発プロジェクトに参画しているが、彼らはまだ使用は許可されていない。GATE3から実装が許可される - GATE 1とGATE 2はサービス要件に関するもののため、紹介状を請求すれば試すことができ、データ処理能力があるかどうかで主であると考えられる	段階を踏んだUTMのロードマップの上で、USS連携を希望する事業者に対し、データ処理能力があるかどうかの判断はどう行うか
	アイルランドでの運航について	現在は1:3で(数か月以内に1:4で実施予定)で、ビジュアルオブザーバーなしで実施している。最大20機までシステムは対応しているが、オペレーターの管理能力を確認している。アイルランドでは無人機の機数を増やす場合にテストが求められるが、一人のオペレーターでリスクをどのように軽減できるかを示すものである	
	LUC要件で困難な点について	SORAが課題で、カテゴリが上がることに、より高い安全性を示す必要がある	

図 5-1-3-2-3.Manna ヒアリング回答 2

コラム GUTMA Harmonized Skies 2024 でのデモンストレーションと議論

- GUTMA において、Manna（物流）、Wing（物流）の3組織が ANRA Technologies 社の UTM 上で、飛行計画を共有しながらフライトするデモンストレーションが 2024 年 11 月に実施された
- ダラスの UTM 実証では First come first serve の方式を採用しており、後から来た人が衝突回避しているが、警察の機体など緊急性によって優先順位を変えるべきかの議論が行われているとのコメントが ANRA よりあった¹³⁸



GUTMA Harmonized Skies でのデモンストレーション¹³⁹

5.1.3.3. DroneUp の視察結果

DroneUp は Waiver を使用することなく Part107 に準拠したデリバリーを実施している。そのため VO の配備が必須である（2024 年 11 月に Part 135 certification を取得）。視察時は Part107 下での運航（目視内飛行）であったため、詳細な説明は割愛する。

¹³⁸ NASA “US Shared Airspace Webinar 2024/10/30”

¹³⁹ Amit Ganjoo on LinkedIn

https://www.linkedin.com/posts/amitganjoo_arlingtonpd-anratechnologies-utm-activity-7262823828274212865-Jt9P?utm_source=share&utm_medium=member_desktop&rcm=ACoAACiGQKMBp7gcfWE2cgrG_fMMRj1VhJdOGc

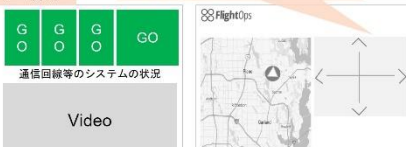
DroneUp視察の様子	キーポイント
 - 機体はduplexのoctocopter - Winch機構は後付けでつけられている - バッテリー2本で駆動し、エマージェンシー用のバッテリーはなし。ただし、機体が自動で残量を計測しフライトできる距離を計算する - 荷下ろしをする際の高度は80フィートで、lidarを使って計測 - Simは4つ搭載し、一番電波状況が回線を自動で選択 Winch用の機構  - 機体正面部分の裏側にLidarとカメラ、センサー類を搭載	機体・システム - Part135 exemptionについては申請から1年以上経過している。12月を目途に取得できるといっているとの発言有。Part135 exemptionのプロセスの中で、システムや機体のアップデートがかかるたびにamendment申請を行わなければならない、時間がかかってしまっている、とのこと - 過去パラシュートがデリバリー運航で発生したことはないが、テストサイトでは有。 10/17にUTMの使用を開始予定 - ADS-Binの使用はしておらず、有人機の把握はVOを使用し実施 - テストサイトではBlueFliteの機体を使った実証を行っている
オペレーション画面（撮影NGだったため再現） - 向かって左手にタブレットでGCSを配備 - 着陸時はボタン押下の操作  - 緊急時はクリックして操作 - 配送時のWinch操作は向かって右手の画面で実施 	運航 1日の配送件数は1機で18-20回。普段の運航は1機で行っている。 - 住民への理解を得るのに特に苦労した（現在も継続して活動） - DroneUpが取得したBVLOS waiver はVirginia の医療品配送に使用されている

図 5-1-3-3-1.DroneUp 視察の様子とキーポイント

5.1.3.4. Zipline の視察結果

Zipline については視察結果の共有が不可であったため、公知情報ベースで動向を紹介する。Zipline は 2014 年に設立し、2016 年にルワンダで商業運航を開始したのを皮切りに、2022 年に Part135 を取得しており、米国内では Pea Ridge（アーカンソー州北部）、North Texas（テキサス州北部）や Salt Lake City（ユタ州北部）で運航を実施している。空中リスク対策については、ADS-Bin のほか音響を使用して他機体を検知する DAA を搭載している点が特徴的である。なお、North Texas は Mode C veil と呼ばれる空域で、有人機は ADS-Bout の搭載が求められているために ADS-Bin による自動回避で対応している。一方で、Pea Ridge は Class G（有人機の ADS-Bout 搭載は必須ではない）のため、DAA を活用し運航している。

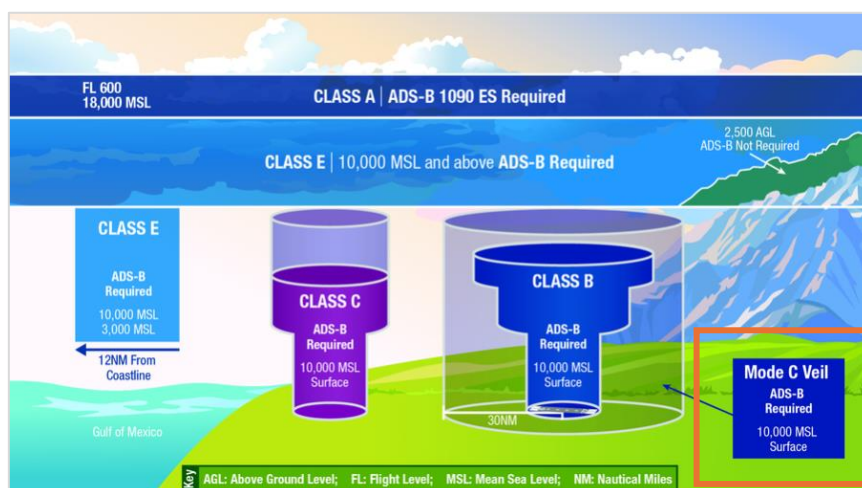
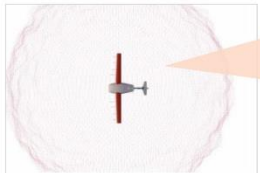


図 5-1-3-4-1. 米国の空域と ADS-B 要件¹⁴⁰

概要	2014年に設立し、2016年にルワンダで商業運航を開始 2022年にPart135を取得しており、米国内ではPea Ridge (アーカンソー州北部)、North Texas (テキサス州北部)やSalt Lake City (ユタ州北部)で運航を実施		
使用機体	 Platform1 - 長距離飛行用 - ペイロードは4ポンド (約1.8kg) - 往復120マイル (約200km)の距離 - 荷物はパラシュートによる投下式	 Platform2 - 個人宅配送用 - ペイロードは8ポンド (約3.6kg) - 往復24マイル (約40km) - 自律型のドローンをテザーで投下して配送	
空中リスク対策	- 空中リスク対策については、ADS-Binによる有人機情報の取得※1を行っているほか、機体に搭載されたマイクを活用した音響による周囲2kmの他機体検知システムを搭載※2している点の特徴 ※1 North TXはMode C veilでADS-Binが必須 ※2 Pea RidgeはClass Gのため、DAAで運航  DAAの動作イメージ - 複数の小型マイクを使用することで、雲等に左右されず、周囲360°の状況を把握可能		

出典: Ziplineウェブサイト <https://www.flyzipline.com/about/zipline-fact-sheet>

出典: Ziplineウェブサイト <https://www.flyzipline.com/about/zipline-fact-sheet>

図 5-1-3-4-2 .Zipline の運航の概要

¹⁴⁰ EURO GA.org 、 “ADS-B OUT in the US - now mandatory in transponder-mandatory airspace”

5.2. 欧州における多数機同時運航の議論

この節では欧州の多数機同時運航の議論について取り扱う。

5.2.1. EASA における多数機同時運航の議論

EASA での多数機同時運航についての議論は現時点で確認されていない。JARUS での議論に EASA の担当者が参加しており、JARUS での検討内容が EASA の制度設計と密接に連携している。

5.2.2. 英国 CAA における多数機同時運航の議論

CAA (Civil Aviation Authority) は 2024 年 9 月に Delivering Scalable UAS BVLOS in the Specific Category¹⁴¹ にて、BVLOS デリバリーに関するロードマップを発表した。本ロードマップでは、英国における BVLOS 運航の手順を示しており、Demonstrate、Scale、Sustain の流れで実現していくとしている。以下、ロードマップの具体的な中身について紹介する。

ロードマップにおいて、Atypical Air Environments (以降、「AAE」)での運航と、トランスポンダー必須ゾーン (以降、「TMZ」)における BVLOS 運航の統合を、Demonstrate、Scale、Sustain の流れで進めていくとしている。

Demonstrate において、AAE での BVLOS 運航のデモンストレーションと TMZ における運航の導入を 2024 年のスコープとしており、具体的には、2024 年に TRA 空域 (Temporary Reserved Area: 一時的に予約されたエリア)で BVLOS 運用を実施し、2025 年のさらなる実証実験に向けた計画を 2024 年末までに合意するとしている。

Scale においては、まずは AAE を UK SORA Digital Platform に正式に組み込むことを第一ステップとしており、第二ステップでは特定の地域での定期的な運航を目指すとしている。具体的には、2025 年までに AAE における長距離 BVLOS 運航を実施し、2027 年までに、1 つ以上の空域セグメントにおける複数の BVLOS オペレーターによる運航の拡大を目指している。また、2027 年までに uncontrolled airspace における複数運航を目指すとしている。

Sustain については、適切な空域の設定や空中リスク緩和措置の選択に関する議論を要することから、明確にはしていないため説明を割愛する。

ロードマップについて、1 対 1 運航をカバーするものとしており、多数機運航については今後検討するとしているが、Scale の「SPEC.BV.H2.M」において多数機運航をスコープにしていることから、2028 年頃の多数機同時運航の実現を目指していると推察されるため、引き続き CAA の動向を注視する必要がある。

¹⁴¹ CAA, "[CAP3038: Delivering Scalable UAS BVLOS in the Specific Category - The UK CAA Technical Strategy Delivery Model](#)"

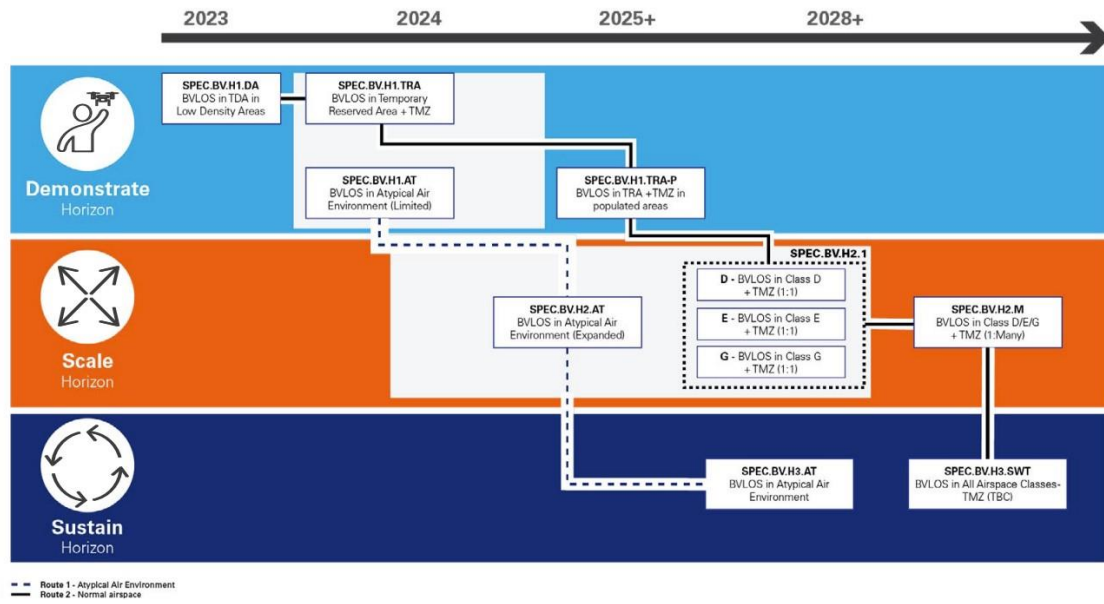


図 5-2-2-1.CAA のロードマップ

5.3. 国際団体における多数機同時運航の議論

この節では国際団体における多数機同時運航の議論について取り扱う。取り上げるのは ICAO と JARUS であるが、ICAO については多数機運航の議論については確認されていない。

5.3.1. ICAO における多数機同時運航の議論

ICAO の中での多数機同時運航の議論については確認されていない（2025 年 2 月現在）。

5.3.2. JARUS における多数機同時運航の議論

5.3.2.1. Management of Multiple Simultaneous UA Flight Operation

JARUS では多数機運航に関わる文献として、CS-UAS, Annex B- Management of Multiple Simultaneous UA Flight Operation (MSO)¹⁴²を公開している。この文書の前提として、CS-UAS と GM-UAS の理解が必要となるため、下記で簡単に取り上げる。

CS-UAS とは、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。

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

図 5-3-2-1-1. CS-UAS と GM-UAS の説明

今回取り上げる 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うち、Annex B として規定されている内容であり、多数機運航の要件について取り上げている。MSO の作成経緯は、産業会の要望に応えるために 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ことにある。この内容について理解が深められた後、CS-UAS がすでに MSO の目的である要件をすでに含んでいるかどうか、そして Guidance Material（以降、「GM」：ガイド

¹⁴² JARUS、”CS-UAS ANNEX B – MANAGEMENT OF MULTIPLE SIMULTANEOUS UA FLIGHT OPERATION (MSO)”

ンス材料) や Acceptable means of Compliance (以降、「AMC」:適合性証明手法) が必要かどうかについて差分の分析を行い、すでに利用できるものとそうでないもの、GM や AMC が必要な箇所について洗い出すこととした。よって MSO 文書の位置づけは、現行の CS-UAS と MSO に必要な要件の差分分析であり、MSO に対しての GM や AMC の追加要件を含んでいる。

MSO の中では CS-UAS Annex B として多数機運航に特化した内容は B-UAS と表記して扱われており、以降統一して、B-UAS とする。



図 5-3-2-1-2. MSO のスコープ

その中でも特筆すべき内容として、B-UAS.2610 と GM B-UAS.2610 について取り上げる。この項目では、自動化について取り上げられている。

表 5-3-2-1-1. MSO 中の自動化の内容とその対応手法

	内容																																
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る。その特定の機能を保護し、CS-UAS.2500 - CS-UAS.2510 に従う必要がある。 b) MSO が自動化レベルの異なるタイプの 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らない。																																
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に必要なインフラストラクチャを必要とする場合がある。 - 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る。 - 一般に、<u>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、クルーインターフェースの要件は低くなる。</u> - リモートパイロットのクルーインターフェースには、技術的な要件は設定されていない。これは、UAS コンポーネントインターフェーションコントロールセンターのレベルでの Fleet Manager のインターフェースを除外するものではない。 - クルーが異常事態や緊急事態による不測の事態に備えて「in the loop」または「on the loop」による運航の場合には、MSO のオペレーターが能力要件を策定する必要がある。 - 自動化のレベル、飛行を制御するクルーの権限、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 に記載されている。 - 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。 - 次のことが想定される。 - 機体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 に参加する機体は、さまざまなレベルの自動化機能を持つことができる。 - 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る。自律性のさまざまなレベルの定義については、運用の自律性の評価に関する JARUS 方法論を参照。 <table><tr><th></th><th colspan="3">Flight Control Authority</th></tr><tr><th>Level of Automation</th><th>Normal</th><th>Abnormal</th><th>Emergency</th></tr><tr><td>Level 0</td><td colspan="3">Human</td></tr><tr><td>Level 1</td><td>Human AND Machine¹</td><td>Human</td><td>Human</td></tr><tr><td>Level 2</td><td>Human AND Machine</td><td></td><td>Human</td></tr><tr><td>Level 3</td><td>Machine</td><td>Human AND Machine²</td><td>Human³</td></tr><tr><td>Level 4</td><td>Machine</td><td></td><td>Human AND Machine⁴</td></tr><tr><td>Level 5</td><td>Machine</td><td></td><td></td></tr></table> Note: This table may change after the document from WG-Autonomy is available - 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る。この上位システムには、自動化された機能と、人間の介入も含まれる場合がある。 - 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する。 - 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る。 - 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る。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る。		Flight Control Authority			Level of Automation	Normal	Abnormal	Emergency	Level 0	Human			Level 1	Human AND Machine ¹	Human	Human	Level 2	Human AND Machine		Human	Level 3	Machine	Human AND Machine ²	Human ³	Level 4	Machine		Human AND Machine ⁴	Level 5	Machine		
	Flight Control Authority																																
Level of Automation	Normal	Abnormal	Emergency																														
Level 0	Human																																
Level 1	Human AND Machine ¹	Human	Human																														
Level 2	Human AND Machine		Human																														
Level 3	Machine	Human AND Machine ²	Human ³																														
Level 4	Machine		Human AND Machine ⁴																														
Level 5	Machine																																

JARUS では自動化について、Criteria の項目を 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 つに分類し、自動化のレベルが高いほど運航者に求める他の要件を緩和使用する動きがある。EASA 関係者によれば、すでに Level 4 に相当する申請の事例は存在しており、Level 5 も実験レベルであれば存在するとのコメントを得ている。

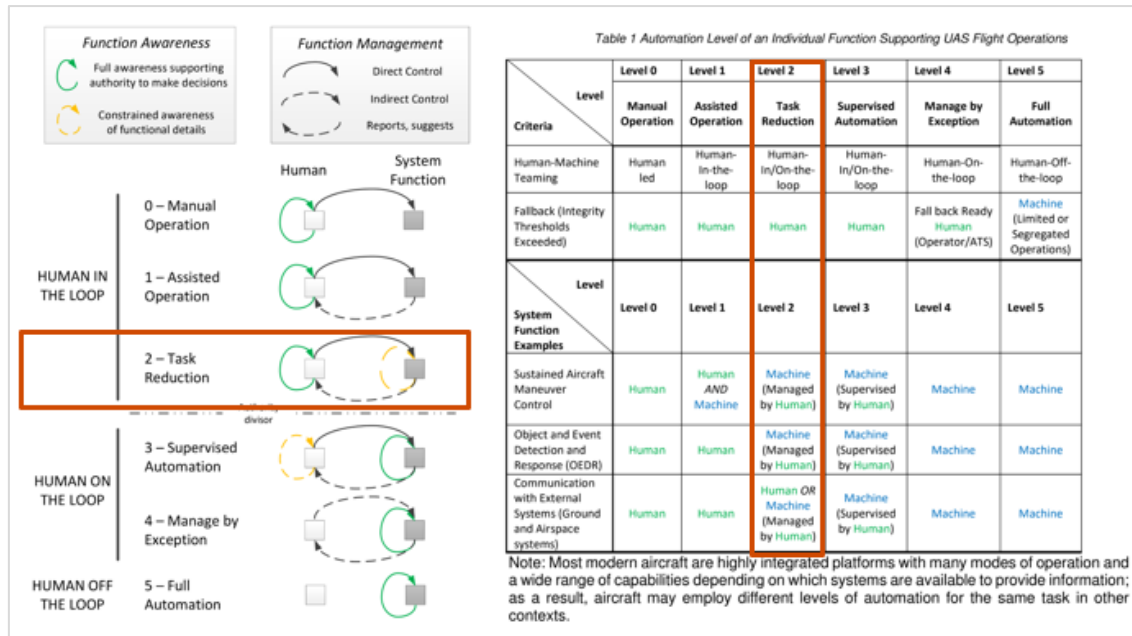


図 5-3-2-1-3. JARUS の自動化レベル

5.3.2.2. SORA v.2.5 の公開

JARUS は 2024 年 6 月に SORA v.2.5 を発表した。現行の SORA は、1 機ずつの評価になっているために多数機運航を考慮しきれたものになっていないといえる。一方で一部事業者においては SORA を活用して多数機運航の安全性を証明したとの回答も得ている。将来発表される SORA v.3.0 では多数機同時運航についても考慮されることが想定されるため、SORA v.2.0 から SORA v.2.5 との差分について以下説明する（[詳細は SORA 2.5 に関する意見交換会資料を参照](#)¹⁴³）。



図 5-3-2-2-1.SORA の変遷

¹⁴³ ReAMo、[「SORA 2.5 に関する意見交換会」講演資料・動画の公開](#)

SORA v.2.5 では、明確化や具体化、柔軟性向上を目的としてリスク評価のフレームワークと要求事項が変更されている。下記主要な更新点を示す。

項目	主な更新
フレームワーク	リスク評価プロセスを2つのフェーズに分割
構成文書	Annex の追加
評価プロセス	- リスク評価に必要な書類の明確化 - 地上リスク評価モデルの確立 - 運航安全目標の要件変更、担当の明確化 - 封じ込め要件の変更

図 5-3-2-2-2. SORA v.2.0 から SORA v.2.5 への主な更新点

SORAv.2.0 では STEP#1 ConOps の説明から、STEP#10 包括的な安全ポートフォリオまで完了した後に、規制当局の審査が行われていた。一方で、計画した運航、リスク軽減策、リモートクルー、システム設計の要求事項について、手戻りを最小限に抑えることができるように、SORA v.2.5 では、Step#1～9 までのフェーズ 1 と Step#10 のフェーズ 2 に分割し、その間に規制当局と申請者が事前合意を行う段階を設定する形に、フレームワークが変更されている。

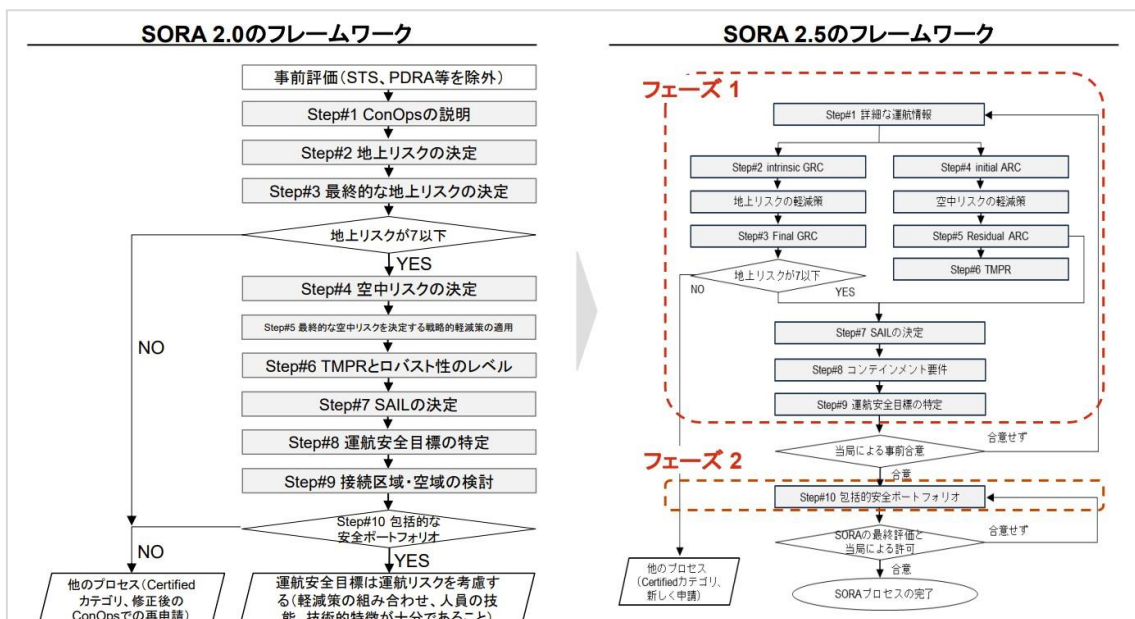


図 5-3-2-2-3. フレームワークの変更

リスク評価プロセスについては、下図の黄色の箇所について、SORA v.2.0 から変更された。ここでは、地上リスクの軽減策における変更点について概要を説明する。

Step#2 内在的な地上リスククラスの決定について、SORA v.2.0 では、機体の寸法、運動エネルギー、運航シナリオの組み合わせで地上リスクを判定していたが、SORA v.2.5 では、機体の最大直径、最大速度、最大人口密度に変更されている。また、SORA v.2.5 では、機体が制御不能な状態となった場合に、地上にいる第三者の致死率を算出するモデルが作成された。

内在的なUAS地上リスククラス				
UASの最大直径 (m)	1	3	8	8+
運動エネルギー	700J未満	34kJ未満	1084kJ未満	1084kJ超
運航シナリオ	立ち入り管理区域上空のVLOS/BVLOS	2	3	4
	低人口密度上空のVLOS	3	4	5
	低人口密度上空のBVLOS	4	5	6
	人口密集地上空のVLOS	5	6	8
	人口密集地上空のBVLOS	6	8	10
	集団上空のVLOS	7	SORAの対象外	
	集団上空のBVLOS	8		

図 5-3-2-2-4.SORA v.2.0 における内在的な地上リスククラスの判定表

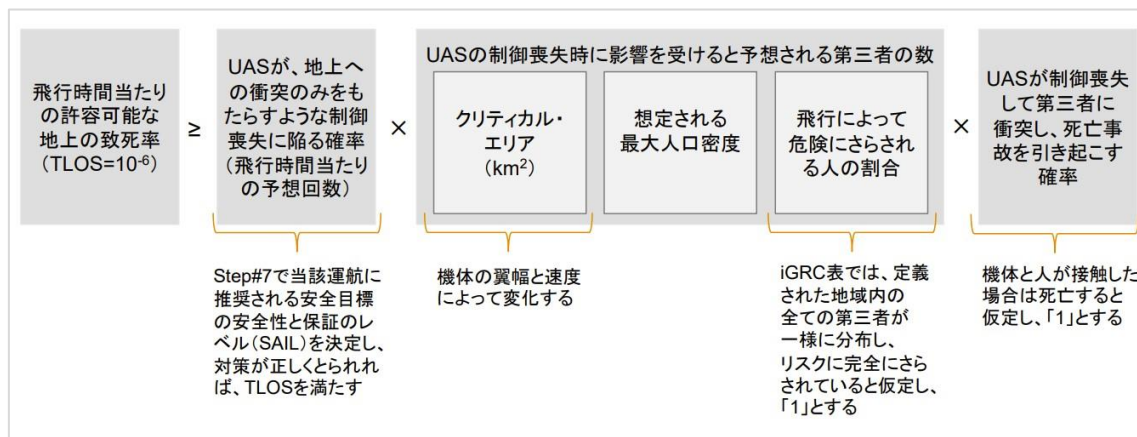


図 5-3-2-2-5. 地上リスククラスの目標安全度 (TLOS)

SORA v.2.5 では、非常に小型のドローン (最大重量<250g、最大速度<25m/s) は常にGRC1 に分類される。横軸の iGRC 値が 1 つずつ増加するような人口密度の区分としている。

内在的な地上リスククラス						
UASの最大直径(m)		1	3	8	20	40
最大速度(m/s)		25	35	75	120	200
クリティカル・エリア		6.5	65	650	6500	65000
(平方キロメートル) 最大人口密度	立ち入り管理区域	1	1	2	3	3
	5未満	2	3	4	5	6
	50未満	3	4	5	6	7
	500未満	4	5	6	7	8
	5,000未満	5	6	7	8	9
	50,000未満	6	7	8	9	10
	50,000超	7	8	SORAの対象外		
ポイント						
- 非常に小型のUAS(最大重量<250g、最大巡航速度<25m/s)は常にGRC1に分類される - 人口密度を5×〇で分類することで、横軸のiGRC値が1つずつ増加するようにしている - VLOSを削除し、地上リスク軽減策の一つに移動した						

図 5-3-2-2-6.SORA v.2.5 における内在的な地上リスククラスの判定表
(クリティカル・エリアあり)

SORA v.2.5 では、iGRC 値が誤って割り当てられないことがないように、クリティカル・エリアと人口密度が比例するように値を調整している。

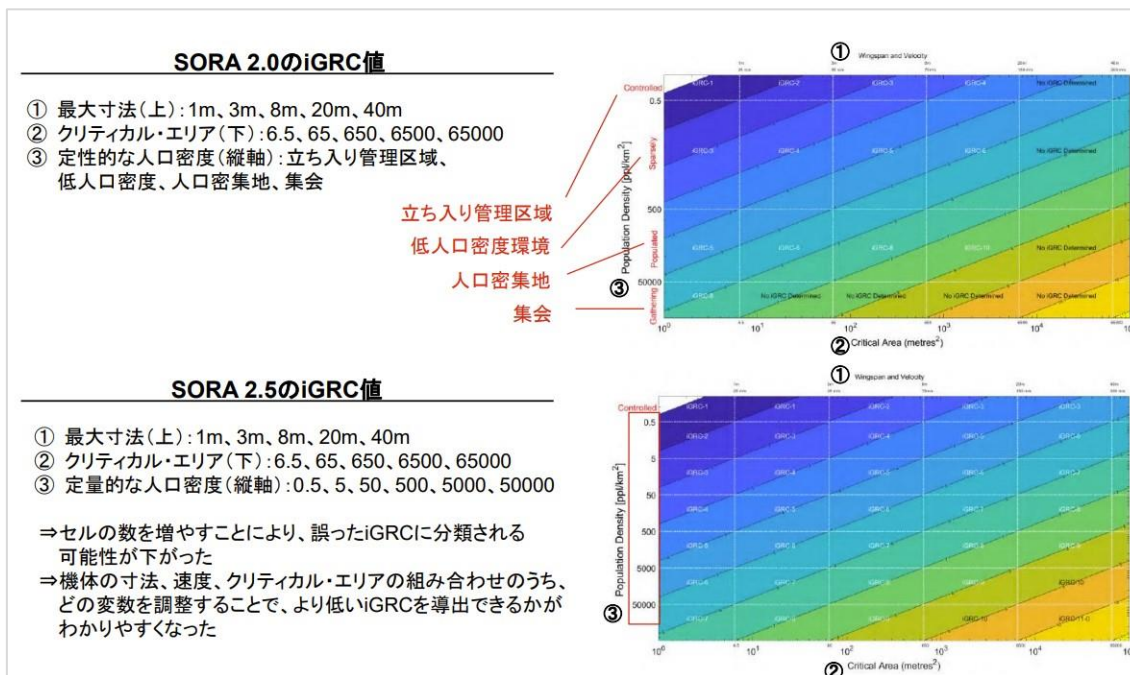


図 5-3-2-2-7.iGRC 値の配分

最終的な地上リスククラスの決定について、SORA v.2.5 では、SORA v.2.0 の M1 を 2 つに分割しているほか、M3 はリスク軽減策の一部から削除され、Step#3 の運航安全目標に移動している。また、SORA v.2.5 の M1(A)シェルタリング、M1(B)運用制限、M2 機体の影響低減は、内在的な地上リスククラスの計算モデルにおける変数と対応する。

SORA 2.0のリスク軽減策					SORA 2.5のリスク軽減策				
項番	地上リスク軽減策	ロバスト性のレベル			項番	地上リスク軽減策	ロバスト性のレベル		
		低	中	高			低	中	高
1	M1 地上リスクの戦略的軽減策	0(なし) -1(低)	-2	-4	1	M1(A) 戦略的軽減策 (シェルタリング)	-1	-2*	N/A
2	M2 地上への影響低減	0	-1	-2		M1(B) 戦略的軽減策 (運用制限)	N/A	-1*	-2
3	M3 緊急対応計画の設定。 UASオペレータが承認され、有効であること	-1	0	-1		M1(C) 戦術的軽減策 (地上での監視)	-1	N/A	N/A
クレジットの最大減少幅		-2	-3	-7	2	M2 地上への影響低減	N/A	-1	-2
					クレジットの最大減少幅		-2	-3	-4
問題点 - M1(High)の-4は現実的ではない - 緊急対応計画によって、危険にさらされる人の数を減らすことが可能なのは、非常に特殊なケースに限られる					ポイント - M1(A)に分割 (SORA2.0ではM1の一部) - M1(B)に分割 (SORA2.0ではM1の一部) - M1(C)を新設				
					* M1(A)とM1(B)はいずれか一方を適用				

図 5-3-2-2-8. リスク軽減策対応表

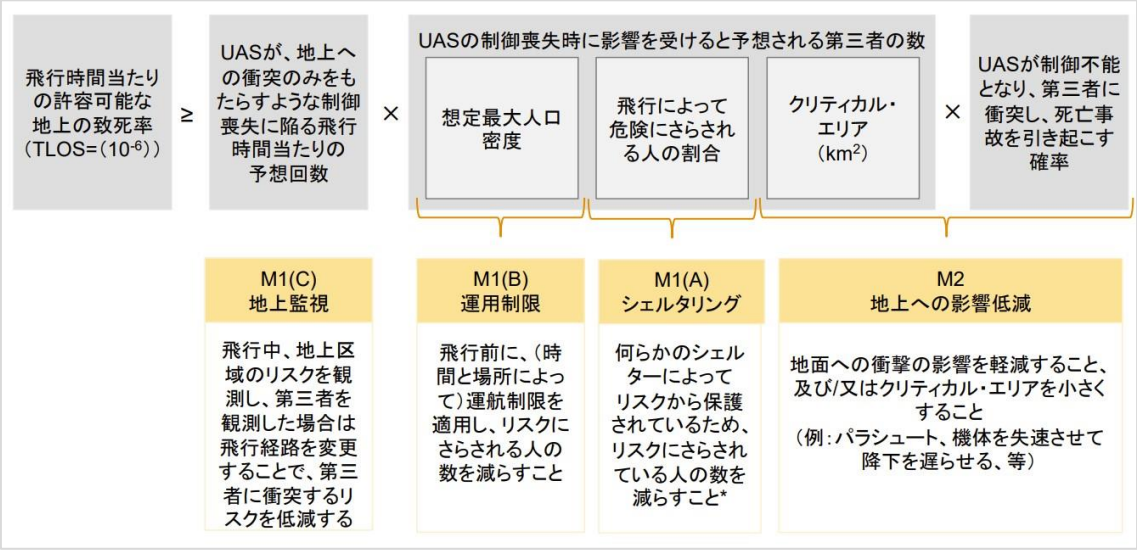


図 5-3-2-2-9.内在的な地上リスククラスの計算モデルとリスク軽減策の対応関係

SORA v.2.5 の導入状況を紹介する。SORA v.2.0 は欧州だけでなく、アジア、アフリカ諸国も導入しており、計 60 以上の国が MoC として SORA を承認している。SORA v.2.5 は 2024 年 6 月に発表されたことから、導入はこれからのフェーズであり、英国が 2024 年末までに SORAv. 2.5 を MoC として承認する予定である。また、EASA も 2025 年第 1 四半期に SORA v.2.5 を MoC として承認する予定をしており、承認後も SORA v.2.0 ベースで

申請できる期間を6か月設けている。

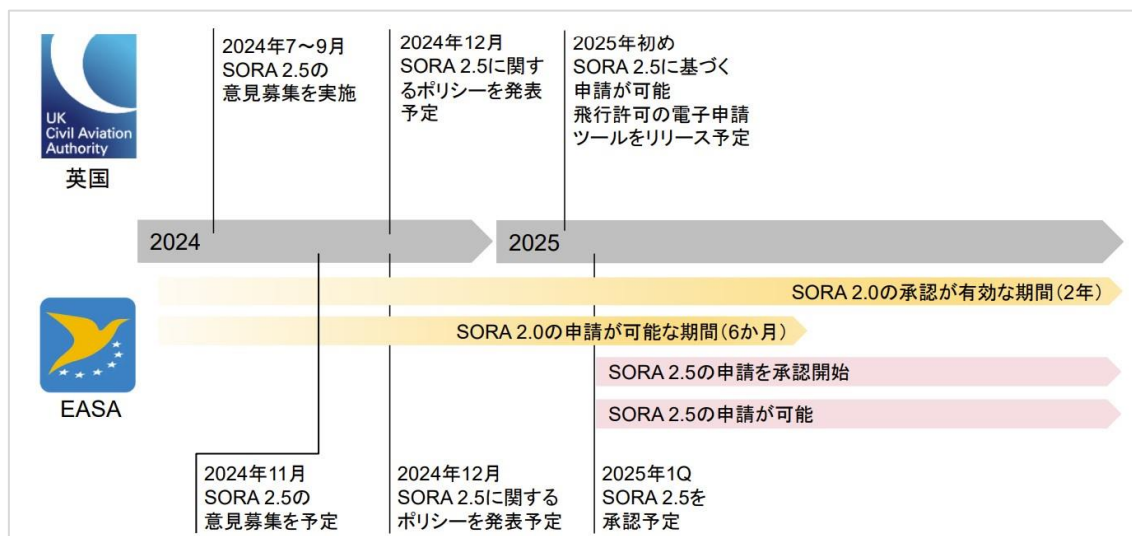
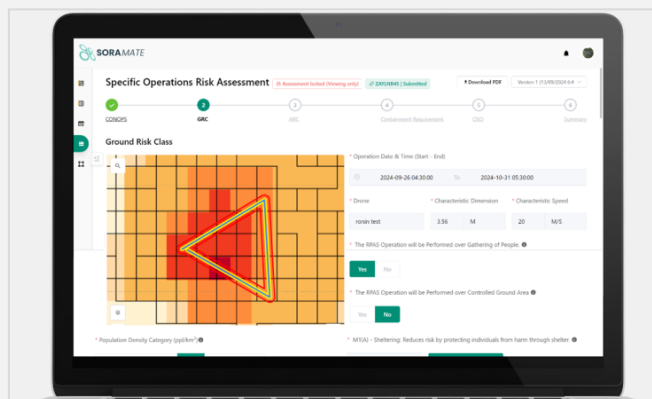


図 5-3-2-2-10.SORA 2.5 の導入状況

コラム SORA Mate について

2024年9月、Hover UAV（豪州）と ANRA Technologies（米国）が、SORA リスク評価を自動で行うツール「SORA Mate」を開発したことを発表した。リスクを自動的に分析し、効果的なリスク軽減策を提示するほか、レポート作成を数分で作成できるとしている。豪州とニュージーランドで使用される SORA v.2.5 に合わせて設計されているが、カナダ、欧州での展開も計画中である。



SORA v.2.5 に対応した自動リスク評価ツール「SORA Mate」¹⁴⁴

今後、SORA v.3.0 で予想される変化について説明する。SORA v.2.5 では地上リスクの更新がされた一方で空中リスクについては SORA v.2.0 を踏襲しているため、SORA v.3.0 では大きく変化が予想されている。具体的には、SORA v.3.0 では空中リスク計算モデルの作

¹⁴⁴ ANRA Technologies, “[Hover UAV and ANRA Technologies Launch SORA-Mate for Automating Drone Risk Assessments for Safer, Compliant Missions](#)”

成が予定されており、Annex G “Air Risk Model”の追加（空域リスク緩衝を削除した理由等を記述予定）や、Annex C “Strategic Air Risk Mitigations”の変更、Annex D “Tactical Air Risk Mitigations”の変更が想定されている。

SORA 2.5関連
● Annex H – Considerations for UAS Service Providersの追加
SORA 3.0以降
● 空中リスク計算モデルの作成 ✓ Annex G “Air Risk Model”の追加（空域リスク緩衝を削除した理由等を記述予定） ✓ Annex C “Strategic Air Risk Mitigations”の変更 ✓ Annex D “Tactical Air Risk Mitigations”の変更
● ハーモナイゼーションの推進 ✓ Annex J “Guidance to Aviation Authorities”の作成
● 本文の変更（1対多運航や自動化等、特定のユースケースの評価方法を追加）
● SORAに適用できる規格が出てきた場合、Annex B及びEの更新

図 5-3-2-2-11.SORA v.3.0 で予想される変化

5.3.2.3. JARUS Plenary での多数機運航に関連する議論（2024 年 11 月実施）

2024 年 11 月にオーストリア交通省の主催で JARUS プレナリー会合が実施された。Safety Risk Management WG では PDRA (Predefined Risk Assessment)のモジュール化やエアリスクの定量化手法のドラフト作成など、今後の動きの概要が議論された。多数機同時運航に関連するところとしては、関係者から「SORA v.2.5 の OSO#8 において多数機運航を実施する際の情報を提出させる」旨の発言があった。SORA v.2.5 の OSO#8 はロバスト性が中であり、参照すべき標準や、Means of Compliance (適合性証明手法)を準備するか、フライトテストを行う必要があり、また機体メーカーからも情報を収集し提出する必要がある。その際に多数機運航に関わる情報を提出させるのは如何かという議論がなされたが、今後の方針は未定となっている。

6. 多数機同時運航を取り巻く各国動向から日本が歩むべき 未来の考察

3章の制度、4章の事例、5章の国際的な議論をふまえて、第三者上空を飛行させるような多数機同時運航を早期に実現させるために必要な要素について考察する。前提として、情報のアクセシビリティの観点から、米国との比較の比重が多くなっていることに留意されたい。

制度の比較をすると、機体システムでは型式認証の扱い、操縦者については訓練、運航体制では、オペレーターを認証する仕組みの差分があるといえる。比較の前提として、SAIL II相当（人口密度 50 人/km²）を想定した。

前提		人口密度 50 人/km ² 程度（高知県四万十市、京都府南丹市などが該当）で SORA で iGRC4、最終 GRC は 3 を想定。SAIL II 運航。		
		米国	欧州	日本
ベース		・ パフォーマンスベースによる個別審査	・ SORA v2.5 と個別審査	・ 多数機運航の特有の要件はないがリスク評価が必要
機体システム要件	型式	・ 14 CFR Part 21.17(b) に基づいて型式証明を取得 44807 でも型式同等のデータと事業者からコメント有	・ SAIL II であれば、 型式証明は不要 SAIL III から Design Verification が求められることがあるが SAIL II では必要なし	・ リスクにかかわらず 型式は必須 型式内での多数機の扱いは SG で来年度検討予定
	それ以外	・ 49 USC § 44807 で多数機運航を行う場合に必要機体の設計に対する許可を取得	・ UAS 維持管理 (OSO #3)、C3 link の特性の安全性、自己申告 (#6)、UAS 構成の適合確認 (#7)	・ なし
操縦者要件	訓練	・ Part 107 pilot certificate の取得 ・ FAA 認定訓練プログラム の受講	・ 訓練を自己申告 (OSO #9) ・ ヒューマンファクターを検証し、は分抗し、その内容を自己申告 (#23)	・ リスク評価に基づく (SORA の場合は左記と同様)
	要身体	・ Part 135 exemption の C&Ls で medical certificate の所持が必要	・ 健康状態を自己申告 (OSO #17) 効率的に安全を担保するという観点で LUC が存在	・ リスク評価に基づく (SORA の場合は左記と同様) ・ 1 等無人航空機操縦士技能証明に必要な身体基準
運航体制要件	オペレーター	・ 商用運航事業者申請にあたっては、 Part 135 認証が必要 (C&Ls で RPIC、VO、GSC の要件が記載) 米国であれば、航空運送事業者かどうかを明確に区分	・ LUC の取得 (CSM 組織体制等を記載) ※ LUC を取得していれば Specific カテゴリの運航で当局承認が不要になる	・ なし
	それ以外	・ Part 107 Waiver で実施することも可能だが物流事業としての収益化はできない	・ 運航手順の理解 (OSO #1)、マルチクルー作業 (#16)、環境条件 (#23) などを申告。運用手順の宣言 (#8) は保証の水準が中となり、運用手順と緊急時手順の策定が必要	・ リスク評価に基づく (SORA の場合は左記と同様)

図 6-1. 制度状況の比較

機体・システム要件では、日本では第三者上空を飛行させるような運航の場合、第一種型式認証の取得が必要となる。それ以外の方法で、第三者上空を飛行させるような枠組みは存在しない。米国をみると、[Wing とのディスカッション](#)でもあった通り、Type Certification（型式証明、以降「TC」）は現状機能しておらず、Part 135 運航を行うオペレーターにおいては § 44807 で機体の安全性を証明している。ソフトウェアアップデートなどの機体の更新が多いドローンについては、事業者側のデータによる安全性の説明によって FAA が承認することで、柔軟に機体の更新に対応できるようになっている。欧州では、SAIL II では型式証明は不要であり、OSO に適合することで、第三者上空の飛行が可能になる。日本の制度は第三者上空を早期に実現させ、且つ比較的风险が高いような運航（SORA で言えば SAIL III や IV）についても第一種型式認証と一等無人航空機操縦者技

能証明を保有することで実施できる制度となっている。米国では現在の § 44807 の運用は一定程度 Part108 に引き継がれ、SORA はリスク別に型式認証の要否の判断となることを鑑みると、日本でも、型式認証の枠の中で、ドローンの機体の更新に柔軟に対応できるような（米国における § 44807）のような仕組みがあってもよいのかもしれない。

操縦者の要件では、多数機同時運航において複数機の監視および対応が求められる観点から、訓練が重要な要素となる。この訓練について、FAA では事業者による訓練の承認を行っている。一方で欧州では、SAIL II 相当であれば、訓練内容の自己申告が必要となる。日本においては、FAA のような訓練の当局承認は必要かどうかの検討の余地がある。

運航体制では、米国では航空運送事業であるかどうかを明確に分けるという観点でオペレーターの認証を行っている。一方で欧州の LUC の仕組みは効率的に安全を担保するという観点で運用されている。多数機同時運航は、リスクが増加するために組織に対して求められる対策も必然的に増えることが想定される。日本では個別の審査がなされている状況だが、今後申請数の増加が見込まれるとすれば、厳しい水準をクリアしたオペレーターについては認証を行うような仕組みがあってもよいかもしれない。

今後、第三者上空を飛行するような運航（多数機同時運航を含む）において、米国、欧州ではリスクの分類とそれに合わせた要件が課され、事業者において達成すべき安全目標値及び安全指標が示されるのではないかと見立てている。日本においては多数機同時運航に特有な要件は存在しないが、今後リスクの分類とそれに応じた要件を設定し、事業者が達成すべき安全性証明水準と、その達成方法について示すような動きが求められる可能性がある。

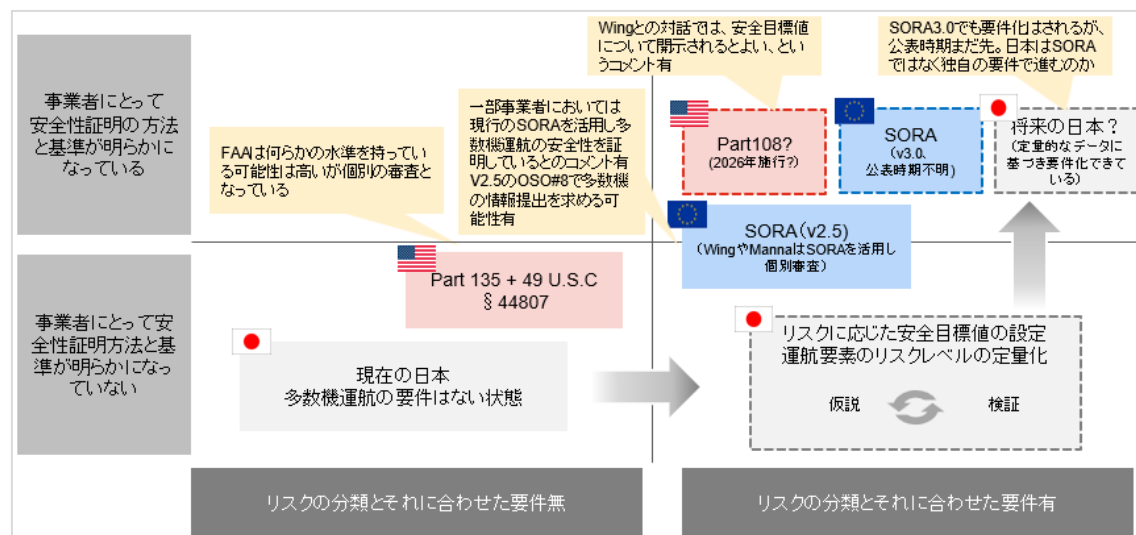


図 6-2. 今後の制度の方向性の仮説

制度の比較とは別に、運航全体で見た際に、何を検討すべきかについて、主に米国事業者とのディスカッションや現地での視察をもとに作成した。下記に一覧で示す。

表 6-1. 運航全体で検討が必要な要素

機体・システム	航空局	米国で運用されている § 44807 のような事業者による安全性の証明での第三者上空飛行の許可、もしくは型式認証取得・更新のための枠組みの検討
	メーカー	- 高度に自動化された機体によるエリアに対する制御 (Pause all UAs or Land area) - V to V (Vehicle 間) による機体間の自動衝突回避 - ADS-Bin による機体-有人機の自動衝突回避 (DAA) - 毎回異なるルートの飛行経路自動設定によるリスク分散
UTM	国	- オープンソースとしての DSS の管理、管理事業者の選定 - UTM の評価基準 (コンフリクト定義含め) の設定
	UTM 事業者	- オープンソースとしての DSS 機能の開発 (1 社ではなく産業全体で構築できる体制) - ASTM F3548 に準拠した 4D Volume の設定と低高度空域の効率化の検討
	オペレーター	UTM 間の接続と接続された UTM の使用による BVLOS 運航
運航	航空局	- パフォーマンスベースによる多数機運航の評価基準の設定 - パフォーマンスベースの評価で集計したデータを活用し、機体の自動化レベルに合わせた運航の分類、MoC 及び安全目標値の設定 - 多数機運航に必要な訓練項目の明示
	オペレーター	- 戦略的、戦術的対策によるカメラの"常時"監視なし - 多数機運航の訓練の実施
インフラ	航空局	- 低高度空域を利用する事業者への ADS-B out 装備の必須化 - ドローン離着陸場の要件の明確化
社会受容性	国	- ドローン配送における騒音制限の明記 - プライバシー観点の要件明示 - 家畜や景観汚染の対策検討
	メーカー	- 毎回異なるルートの飛行経路自動設定によるリスク分散 - 離着陸拠点等の QR コード等の読み込みのためにカメラで撮影する場合、低画質且つマスキングを実施し、個人を特定できないようにする機能 (運航時のカメラの使用は無し)

Wing をはじめその他米国事業者との対話では、社会受容性の観点で、騒音やプライバシーの対策がなされ、その内容を住民に説明した上で運航している。日本では機上カメラを使用した形の運航が主となっているが、今後、社会受容性の観点でもその扱いをどうするかの検討が必要ではないか。

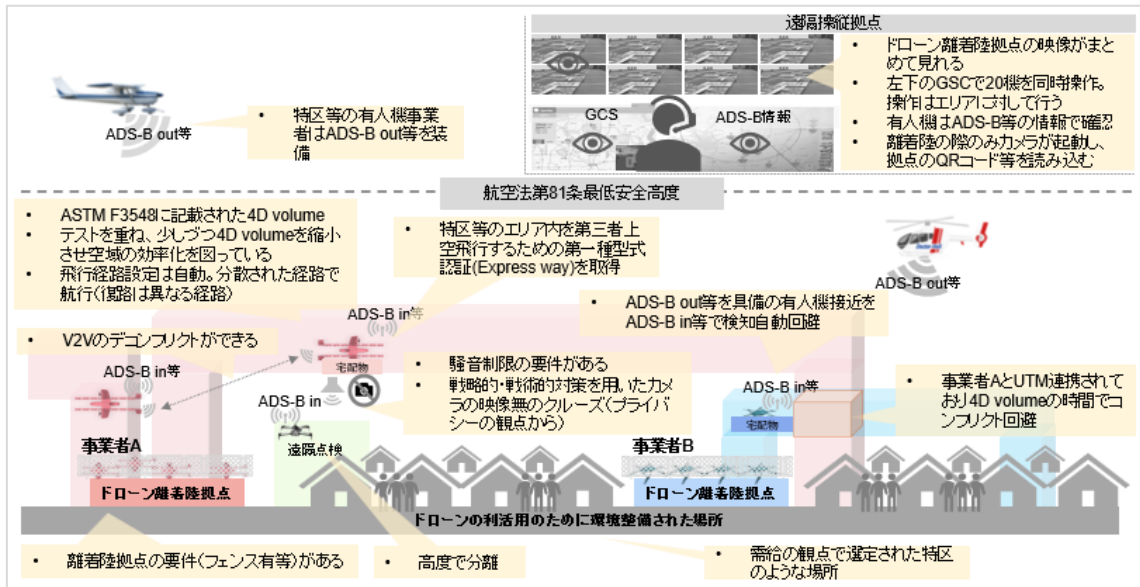


図 6-3. 多数機同時運航のあるべき姿(表 6-1 の内容を図示したもの)

最後に、多数機同時運航は、機体・システム、操縦者、運航体制がますます複合的に絡むようになることが想定される。例えば、[NASA m:N Working Group の議論](#)にもあったように人間と機体の自動・自律化の責任と権限の分担をどうしていくか、の議論のように、それぞれの要素として独立して存在していた運航の要素がますます一体となり、その線引きが難しくなる。今後、日本においては、多数機同時運航を普及させ、ドローンによる配送等を実装した社会を目指す上で、全体として何が必要かを検討し、それらをまとめて推進していくことが不可欠である。

付録 1：Amazon Prime Air に発行された 18601D Exemption

2024 年 6 月 7 日に Amazon Prime Air が取得した 18601D Exemption を契機に、Wing や Zipline 等も更新されたため、更新箇所について説明し、Exemption の一覧について、掲載する。大きな変更点としては、C&Ls が当初の 95 箇条から 102 箇条に増加している。一部 Amazon からの提案を受け入れる形で C&Ls の修正が開始されたが、Amazon 提案の修正以外に、44807 exemption (18602D)の統合や、内容の見直し（表現上の修正等）といった、FAA 主導の変更が混在している。

Amazonが取得したExemption 18601D



- 大きな変更点として C&Ls 95箇条から102 箇条へ
- Amazon提案の修正とFAA主導の変更が混在

Amazonからの当初の要請

- 18601C C&Ls Nos. 27, 29, 34, 36, 40, 61, 89の修正

No.27	空域回避エリア
No.29	離着陸、荷積み場所
No.34	人員計画
No.36	地形、人工物からの離隔
No.40	コミュニケーション
No.61	GA・UAIに対する衝突危機
No.89	直近の経験要件

結果

- 一部Amazonからの提案を受け入れる形でC&Lsを修正
- 加えて44807 exemption (18602D)の統合や、内容の見直しを実施

各社exemption の更新

	旧	新	更新日
	18163 E	18163 F	2024/6/17
	19111B	19111C	2024/6/17
	18339D	18339E	2024/6/17

UPS Flight Forward™ ※1対多は未実施

各社への最新版Exemptionで同様の以下文言有

Having reviewed your situation, I find that:

- They are similar in all material respects to relief previously requested in Grant of Exemption No. 18601D;
- The reasons stated by the FAA for granting Grant of Exemption No. 18601D also apply to your situation; and
- A grant of exemption is in the public interest.

貴殿の状況を検討した結果、以下のことが分かりました。

- Exemption 18601Dで以前に申請された免除と、すべての重要な点において類似している
- Exemption 18601Dの付与をFAAが認めた理由が、貴殿の状況にも当てはまる
- Exemptionを与えることは公共の利益にかなう

Amazon Prime Air が取得した 18601D exemption と他社 exemption への影響

また、C&Ls の変更点のポイントとしては、既存の UA-PIC 増加の際の FAA テストや FAA 承認の訓練の実施に加え、新規追加点として運航エリア（特に空域に関する）の分析結果の書類提出（No.26）、VO と GSC の記録(No.100)が追加となった点が挙げられる。

従来からのポイント		新規追加のC&Ls	
	内容		内容
C&Ls No. 15	UA機との垂直距離が100フィート未満、水平距離が500フィート未満の 有人航空機との遭遇が関与したフライド については...ADS-B outの協力状況...を含む 報告書		現在のすべての運航エリア、および新しいエリアでの運航、または既存エリアの変更を行う前に、運航者はFAAが承認可能な方法で、運航エリア(AOO)計画を提出しなければならない。AOO計画には、少なくとも以下の内容を含める必要がある。
C&Ls No. 21	... 運航報告書 を提出しなければならない。...UAが 有人航空機の水平距離6000フィート未満、垂直距離500フィート未満で運用されたことが確認された遭遇件数 。各報告書には、 2機の航空機間の直線距離、水平距離、垂直距離 における最近時点、およびADS-Bの協力状況(判別している場合)を含めること。	C&Ls No. 26	申請エリアの地理座標およびエリアを示す地図。および 抜出および回避(DAA)を使用する運航の場合: i. 500フィート以下の空域分析(協調/非協調トラフィックを含む)および地域社会へのアウトリーチ計画で構成される拡大のための安全ケースをオペレーターが提供すること。および ii. オペレーターが予想される回避操作の月間実施率、帰還率、緊急着陸率、および適用可能とみなされるその他の抜出および回避行動の実施率を提供すること。
C&Ls No. 24	...運航の安全を確保するため、運航者は、 計画された離陸、着陸、およびロッキングエリア ... 運航に参加する人員のみがアクセスできる場所に限定 しなければならない... 運航に参加しない人員が運航から離れていなければならない距離は、運航者の承認済みマニュアルに明記		
C&Ls No. 28	...すべての現行のオペレーションエリア、および新しいエリアでのオペレーション実施に先立ち、オペレーターは地上リスク評価を完了し... 運航予定時間中に、 人や移動車両の存在が最も少ない飛行経路を考慮した歩行者および移動車両の分析 ...	C&Ls No. 100	各VOおよびGSCCの記録は、氏名とVOまたはGSCCトレーニングを完了した日付を記載し、申請者が保管し、要求に応じて管理組に提出 しなければならない。
C&Ls No. 29	... 衝突回避計画 を作成...		
C&Ls No. 31	航空機の高度は、 地上高(AGL)400フィートを超えてはならない 。ただし、 オペレーターが承認された衝突回避計画に従って行動している場合は 、以下の通り... 急激に変化する地形を飛行している場合 ... 衝突を回避するために一時的に操縦している場合で、必要な範囲にとどまり、対地高度500フィートを超えない場合		
C&Ls No. 56	衝突管理を支援するシステムのFAA承認を得る ...		
C&Ls No. 63	FAAが離陸試験が必要と判断した場合、オペレーターは UA対PICの比率を上げるためにFAAが実施する模擬試験に合格 ...		
C&Ls No. 68	UAが常に 有人航空機から離れ、それらに道を譲る ようにしなければならない...		
C&Ls No. 94, 98 99	FAA承認の訓練プログラム		

C&Ls の重要ポイント

Exemption18601D 一覧

区分	18601D C&Ls No.	18601C 対応 箇所	18602D 対応 箇所	英文	和訳	Amazon 主導で の変更	FAA 主導の 変更	対応 内容
I . General	1			This exemption from provisions of parts 61, 91, and 135 applies only to UA that are listed in the operator's operations specifications (OpSpecs). This exemption may be utilized only in conjunction with an air carrier certificate issued by the Administrator.	この第 61 条、第 91 条、および第 135 条の規定の Exemption は、運航者の運航規定（OpSpecs）に記載されている UA のみに適用される。この Exemption は、運航管理者によって発行された航空運送事業証明書と併せてのみ利用することができる。			
	2			UA operating under this exemption shall be maintained under a continuous airworthiness maintenance program (CAMP) as outlined in § 135.411(a)(2), 135.415, 135.417, and 135.423 through 135.443, or an approved aircraft inspection program (AAIP) under § 135.411(a)(1).	この Exemption の下で運航される UA は、§ 135.411(a)(2)、135.415、135.417、および 135.423 から 135.443 に概説されている連続耐空性維持プログラム（CAMP）の下で、または § 135.411(a)(1)に基づく承認済み航空機検査プログラム（AAIP）の下で維持されなければならない。			
	3			The operator shall not make any updates or revisions to its part 135 manuals that would affect the basis upon which the FAA granted this exemption, unless in accordance with a petition to amend this exemption.	オペレーターは、FAA がこの Exemption を認めた根拠に影響を与えるような、パート 135 マニュアルの更新や修正を行ってはならない。ただし、この Exemption を修正するよう求める請願に従う場合はこの限りではない。			
	4	5		Proposed changes to the size, scope or complexity of the operation, the number or type UA used must be submitted to the FAA certificate management team (CMT) for review. The FAA will determine whether validation testing or an amendment to the exemption is required prior to changes being implemented.	規模、範囲、運航の複雑さ、使用される UA の数またはタイプの変更が提案された場合、FAA の証明管理チーム（CMT）に提出して審査を受ける必要がある。FAA は、変更が実施される前に、検証テストまたは Exemption の修正が必要かどうかを判断する。		○	修正

	5	6		All documents used by the operator to ensure the safe operation and flight of the UA, including this exemption as well as any documents required under 14 CFR § § 91.9, 91.203, and 135.65 must be available to the PIC any time the aircraft is operating. These documents must be made available to the Administrator or any law enforcement official upon request.	UA の安全な運航と飛行を確保するために操縦者が使用するすべての文書（Exemption を含む）は、14 CFR § § 91.9、91.203、および 135.65 で要求されるすべての文書とともに、航空機が運航している間はいつでも PIC が利用できなければならない。これらの文書は、要請に応じて管理者または法執行官に提供しなければならない。		○	修正
	6			If a discrepancy exists between the conditions and limitations in this exemption, the procedures outlined in the operator's part 135 manuals, the aircraft manufacturer's manuals, or any provisions issued under a waiver to any part 91 requirement, the operator must comply with the most restrictive provision.	この Exemption の条件や制限事項に矛盾がある場合、運航者のパート 135 マニュアル、航空機メーカーのマニュアル、またはパート 91 要件に対する免除規定に定められた条項に準拠する場合は、運航者は最も制限の厳しい規定に従う必要がある。			
	7			This exemption is not valid for operations conducted outside of the United States.	この Exemption は、米国以外で行われる業務には適用されない。			
	8	9		Operations conducted under this exemption must be conducted in Class G airspace unless the operator has prior authorization from the Administrator to operate in Class B, Class C, Class D, or Class E airspace.	この Exemption の下で実施される業務は、オペレーターが管理者からクラス B、クラス C、クラス D、またはクラス E の空域で業務を行うことについて事前の承認を得ている場合を除き、クラス G の空域で実施されなければならない。		○	修正、明確化
	9			Persons participating in the operation of the UAS, including all operator personnel and the customer retrieving the package, if the customer retrieves the package, must provide consent to the operator in a form and manner acceptable to the Administrator that	UAS の操作に参加する者（すべての操作者およびパッケージを回収する顧客を含む）は、顧客がパッケージを回収する場合、UA 操作の潜在的なリスクを認識しており、それらのリスクを承知の上で操作に参加することに同意していることを示す、管理者に			

			indicates they are aware of the potential risks of UA operations and consent to participate in the operation, notwithstanding those risks. This document must be available for review upon request by the FAA for three years from the date of termination of employment or removal of consent.	受け入れられる形式および方法で、オペレーターに同意しなければならない。この文書は、雇用終了または同意取り消し日から3年間、FAA の要求に応じて確認できるようにしておかなければならない。			
	10		The operator must provide notification to each delivery customer instructing the customer to remain clear of the UA during delivery by a distance sufficient to minimize the risk of injury.	オペレーターは、配達中に UA に近づかないよう、けがのリスクを最小限に抑えるのに十分な距離を保つよう、各配達顧客に通知しなければならない。			
	11		The operator's manual must include procedures for the retrieval of missing or overdue aircraft. After conducting an initial search, if unable to locate a missing or overdue aircraft, the manual must have procedures for the timely notification of an FAA facility.	運航マニュアルには、行方不明または延着中の航空機の回収手順を含めなければならない。初期搜索を実施した後、行方不明または延着中の航空機を発見できなかった場合、FAA 施設に速やかに通知する手順をマニュアルに含めなければならない。			
	12		Remote pilot duty stations must be physically located within the United States and the locations must be provided to the FAA prior to operations at any new location.	遠隔操縦士の勤務先は、物理的に米国国内に所在していなければならない。新しい場所で操縦士が操縦を開始する前に、その場所を FAA に通知しなければならない。			
	13		The operator must maintain a record of the total payload carried on each flight. This record must be kept for at least 30 days and be made available to the FAA upon request.	オペレーターは、各フライトで運搬された総ペイロードの記録を維持しなければならない。この記録は少なくとも30日間は保管し、FAA の要求に応じて提出しなければならない。			
	14	17	The operator is responsible for maintaining the following data and providing the data to the FAA upon request:	オペレーターは、以下のデータを維持し、FAA の要請に応じて同局に提供する責任を負う。a. 各フライトに必要な全要員の氏名、日		○	修正

			a. Date, name, and certificate numbers of all required personnel for each flight; b. The length of the rest period prior to each duty period for each of the required personnel; and c. Total hours on duty per calendar day for each of the required personnel.	付、証明書番号 b. 各要員の各勤務期間前の 休息期間の長さ c. 各要員の各勤務期間にお ける勤務時間合計			
15	20		<u>For flights that involved any encounters with a manned aircraft where the separation distance from the UA was less than 100 foot vertical and 500 feet horizontal, within 24 hours of the occurrence, the operator must send a report to the responsible Flight Standards Office including closest point of approach, date, time, location and altitude of the encounter, ADS-B out cooperative status, and avoidance maneuver taken, if any.</u>	UA 機との垂直距離が 100 フィート未満、水 平距離が 500 フィート未満の有人航空機との 遭遇が関与したフライトについては、発生か ら 24 時間以内に、運航者は最接近地点、日 付、時刻、遭遇の場所と高度、ADS-B out の 協力状況、回避行動（該当する場合）を含む 報告書を、責任のあるフライト・スタンダー ド・オフィスに送付しなければならない。		○	修正
16			For flights that involved any horizontal or vertical excursion from an authorized cell in the UAS Facility Map, within 24 hours of the occurrence, the operator must send a report to the responsible Flight Standards Office including the maximum distance and duration of the excursion and the resolution of the excursion.	UAS 施設マップで承認されたセルから水平 または垂直方向に逸脱した飛行が発生した 場合、その逸脱から 24 時間以内に、オペレ ーターは、最大距離と逸脱時間、および逸脱 の解決策を含む報告書を、責任のあるフライト・スタンダード・オフィスに送らなければ ならない。			
17			In the event of an unscheduled outage of the operator's strategic conflict detection and conformance monitoring service that impacts the operator's flight operations, within 24 hours of the outage the operator must send a report to the responsible Flight Standards	オペレーターの戦略的コンフリクト検出お よび適合性監視サービスに予定外の停止が 発生し、オペレーターの運航に影響を及ぼし た場合、停止から 24 時間以内に、オペレー ターはサービス停止と復旧予定時刻を記載 した報告書を、責任を負うフライト・スタン			

			Office indicating the loss of the service and the time to restore.	ダード・オフィスに提出しなければならない。			
	18		In the event of a malfunction of the operator's strategic conflict detection and conformance monitoring service, within 24 hours of the malfunction the operator must send a report to the responsible Flight Standards Office indicating the nature of the malfunction and the time to restore normal operation of the service.	オペレーターの戦略的コンフリクト検出および適合性監視サービスに不具合が発生した場合、オペレーターは不具合発生から24時間以内に、不具合の内容と当該サービスの正常な運用を回復するまでの時間を記載した報告書を、責任を負うフライト・スタンダード・オフィスに提出しなければならない。			
	19	24	In the event of any intervention, incident, or accident, the operator must submit an initial event report within 24 hours of the event. This report must be submitted to the responsible Flight Standards office, or as otherwise directed by the FAA, and provide the information listed below: a. Description of the event, including operational and environmental factors; b. Description of the initial, known contributing factors for the event; and c. Names of the crewmembers involved in the operation and their respective roles.	介入、インシデント、事故が発生した場合は、オペレーターは当該事象発生後 24 時間以内に初期事象報告書を提出しなければなりません。この報告書は、責任のあるフライトスタンダードオフィスに提出しなければならず、または FAA の指示に従って提出しなければならず、以下の情報を記載しなければならない。 a. 運航および環境要因を含む、事象の説明。 b. 事象の初期段階で判明している要因の説明。 c. 運航に関与したクルーの氏名およびそれぞれの役割。		○	修正
	20		Following an intervention, incident, or accident, the operator must perform an investigation and submit a final event report with the results of the investigation to the responsible Flight Standards Office, or as otherwise directed by the FAA. This report must address: a. Causal factors for the intervention,	介入、インシデント、または事故が発生した場合、オペレーターは調査を実施し、調査結果を記載した最終的な事象報告書を、責任のあるフライト・スタンダード・オフィスに提出しなければなりません。または、FAA の指示に従って提出します。この報告書には、以下の内容を記載しなければならない。 a. 介入、インシデント、または事故の原因と			

				incident, or accident; b. Planned corrective actions to prevent recurrence of the event, including a timeline for implementation of the corrective actions.	なった要因。 b. 事象の再発を防止するための計画された 是正措置（是正措置の実施スケジュールを含む）。			
--	--	--	--	--	--	--	--	--

	21	26	The operator must submit an operations report, in a manner acceptable to the FAA, for each calendar month by the 10th day of the following month. This report must be submitted to the responsible Flight Standards Office or as otherwise directed by the FAA and provide the information listed below: a. Total number of UA flights and flight hours per month delineated by operating part; b. Number of flights that had any intervention, incidents, or accidents and provide details of those events; c. If the operator has initiated any corrective actions to any previous interventions, incidents, or accidents, the specifics of such actions; d. Number of “Land Now” performed automatically or manually, and provide details of those events; e. Number of rejected loads; f. Number of encounters identified where a UA operated less than 6000 feet horizontal distance and less than 500 feet vertically of a manned aircraft. Each report must include the closest point of approach between the two aircraft in straight line distance, horizontal distance, and vertical distance, and ADS-B cooperative status, if known; g. Number of UA operations delayed or cancelled either automatically or manually, due to other aircraft within the vicinity of the	オペレーターは、FAA が認める方法で、各暦月の翌月 10 日までに運航報告書を提出しなければならない。この報告書は、担当のフライト・スタンダード・オフィスに提出しなければならない。または、FAA の指示に従って提出し、以下の情報を記載しなければならない。 a. 各月の UA 便の総数および運航部門別に区分した飛行時間 b. 介入、インシデント、または事故が発生した便の数、およびそれらの事象の詳細 c. オペレーターが過去の介入、インシデント、または事故に対して是正措置を開始した場合、その措置の詳細 d. 自動または手動で実施された「Land Now」の数、およびそれらの事象の詳細 e. リジェクトされた荷物の数 <u>f. UA が有人航空機の水平距離 6000 フィート未満、垂直距離 500 フィート未満で運用されたことが確認された遭遇件数。各報告書には、2 機の航空機間の直線距離、水平距離、垂直距離における最接近点、および ADS-B の協力状況（判明している場合）を含めること。</u> g. 計画された出発、飛行中、配達、または着陸区域の近辺に他の航空機が存在したために、自動的または手動で遅延またはキャンセルされた UA 運航の回数 h. 該当する場合、オンボード DAA システムを利用した際に自動的に実施された衝突回避操作の回数	○	修正
--	----	----	---	--	---	----

				planned departure, enroute, delivery, or landing area; h. Number of collision avoidance maneuvers performed automatically when utilizing onboard DAA systems, if applicable; i. Number of collision avoidance maneuvers (land now, return home, pause, climb, descend, turn, etc.) performed manually because of information derived from the use of any system used to detect ADS-B cooperative and ADS-B non-cooperative traffic (ground-based radar, ADS-B receivers, etc.), if applicable; and j. Number of occurrences and the duration of each occurrence where the UA and any AE were unable to communicate with each other for a length of time longer than six seconds, the system communications latencies exceeded six seconds, or the PIC was unable to positively control any UA in flight operations for more than six seconds, and the outcome of the event (e.g., link restored, “Land Now” performed, or UA returned to base).	i. <u>該当する場合、ADS-B 協力的および ADS-B 非協力的な航空交通を検出するシステム（地上設置レーダー、ADS-B 受信機など）の利用から得られた情報に基づき、手動で実施された衝突回避操作（着陸、帰還、一時停止、上昇、下降、旋回など）の回数、および</u> j. UA と AE の間の通信が 6 秒以上途絶えた回数と各々の持続時間、システム通信の遅延が 6 秒を超えた回数、または PIC が飛行中の UA を 6 秒以上確実に制御できなかった回数、および事象の結果（例えば、リンクが回復した、「Land Now」が実行された、UA が基地に戻ったなど）。			
--	--	--	--	---	---	--	--	--

II Areas of Operation	22	27	The operator must adhere to the following regarding general operations, unless otherwise authorized by the administrator: a. Flight operations must minimize ground risk and not overfly the following: i. Power plants; ii. Open-air assemblies of people; iii. Schools during times of operation (e.g., elementary, middle, high, preschool and daycare facilities); iv. Moving vehicles, except transitory flight operations; v. Roadways or highways, except transitory flight operations; and vi. Any other area deemed high risk by the operator during the flight route design process. b. Airspace Avoidance Areas: i. The UA must avoid known areas with increased aviation activity (e.g., ultralight areas, aerobatic boxes, or other areas with a high volume of low altitude manned traffic); and ii. The UA may not operate within 3 nautical miles of any public use runway or landing area, without suitable mitigations that are described in the Area of Operations Plan (AOO), which should include outreach to the facility prior to starting operations, or an agreement between the operator and	運航者は、管理当局の別段の許可がない限り、一般的な運航に関して以下の事項を遵守しなければならない。 a. 飛行運航は地上の危険を最小限に抑え、以下の上空を飛行してはならない。 i. 発電所、 ii. 屋外の集会、 iii. 運航時間中の学校（例えば、小学校、中学校、高校、保育園、託児施設）、 iv. 移動中の車両（一時的な飛行運航を除く）、 v. 一時的な飛行操作を除く道路または高速道路、および vi. 飛行経路設計プロセス中にオペレーターが危険性が高いと判断したその他の区域。 b. 空域回避区域： i. UA は、航空活動が活発な既知の区域（例：ウルトラライト区域、曲技飛行区域、または低空有人航空機交通量の多いその他の区域）を回避しなければならない。 ii. UA は、運航開始前に施設への働きかけを行うこと、または運航者と施設間の合意を含む運航計画（AOO）に記載された適切な緩和策が講じられていない限り、公共用滑走路または着陸エリアから 3 海里以内では運航してはならない。	○	請願棄却
-----------------------	----	----	---	--	---	------

			facility					
	23		Prior to each operation, the operator must designate safe alternate landing areas that the UA can reach if it is unable to complete the intended flight and identify such alternate landing areas to the PIC operating the aircraft. The alternate landing areas must: a. Provide for a landing without undue hazard to persons or property on the ground, and avoid structures and roads where overflight is not permitted;and b. Be areas with a low likelihood of exposed persons, such as forested areas providing significant sheltering, farmland, or prairies.	各運航に先立ち、オペレーターは、意図した飛行を完了できない場合に UA が到達できる安全な代替着陸地を指定し、その代替着陸地を航空機を操縦する PIC に特定しなければならない。代替着陸地は、以下の条件を満たさなければならない。 a. 地上の人や財産に過度の危険を及ぼすことなく着陸できること、また、飛行禁止区域となっている建造物や道路を避けること。そして b. 森林地帯など、 人がいる可能性が低い場所であること、十分な遮蔽物があること、農地や草原であること。				
	24	29	To ensure the safety of the operation, the operator must adhere to the following regarding planned takeoff, landing, and loading areas: a. The areas must be limited to locations with access restricted to only persons participating in the operation; b. The areas must be free of any obstructions that could pose a hazard; and c. The distances at which non-participants must remain from the operation must be specified in the operator's accepted manuals.	<u>運航の安全を確保するため、運航者は、計画された離陸、着陸、およびローディングエリアに関して、以下の事項を遵守しなければならない。</u> a. <u>そのエリアは、運航に参加する人員のみがアクセスできる場所に限定しなければならない。</u> b. <u>そのエリアには、危険をもたらす可能性のある障害物を一切置かないこと。</u> c. <u>運航に参加しない人員が運航から離れていなければならない距離は、運航者の承認済みマニュアルに明記しなければならない。</u>		○	修正	
	25		To ensure the safety of the operation, the operator must adhere to the following regarding planned delivery areas: a. The areas must be free of any obstructions that could pose a hazard; and	オペレーションの安全を確保するため、オペレーターは計画された配送エリアに関して以下の事項を遵守しなければならない。 a. 危険をもたらす可能性のある障害物が一切ないエリアであること。および				

				b. The distances at which non-participants must remain from the operation must be specified in the operator's manuals.	b. オペレーションから非参加者が離れなければならない距離は、オペレーターのマニュアルに明記されていなければならない。			
	26	なし		For all current operations areas and prior to conducting operations in a new area, or modification of an existing area, the operator must submit an Area of Operations (AOO) Plan for approval, in a manner acceptable to the FAA. The AOO Plan must, at a minimum, include: a. Geocoordinates of the requested area and a map indicating the area; and b. For operations using Detect and Avoid (DAA): i. Operator to provide their safety case for expansion comprised of an airspace analysis below 500 ft, including cooperative/non-cooperative traffic, and community outreach plan; and ii. Operator to provide the expected rate per month of avoidance maneuvers, rate for return to home actions, rate for urgent landings and any other detect and avoid actions deemed applicable.	現在のすべての運航エリア、および新しいエリアでの運航、または既存エリアの変更を行う前に、運航者はFAAが承認可能な方法で、運航エリア(AOO)計画を提出しなければならない。AOO計画には、少なくとも以下の内容を含める必要がある。 a. 申請エリアの地理座標およびエリアを示す地図。および b. 検出および回避(DAA)を使用する運航の場合： <u>i. 500フィート以下の空域分析(協調/非協調トラフィックを含む)および地域社会へのアウトリーチ計画で構成される拡大のための安全ケースをオペレーターが提供すること。および</u> <u>ii. オペレーターが予想される回避操作の月間実施率、帰還率、緊急着陸率、および適用可能とみなされるその他の検出および回避行動の実施率を提供すること。</u>		○	新規追加
	27			For all current operations areas and prior to conducting operations in a new area, the operator must complete a communication service assessment and submit it to the FAA for acceptance. The assessment must, at a minimum, include: a. A C2 analysis for all areas of operations to	現在のすべてのオペレーションエリア、および新しいエリアでのオペレーション実施に先立ち、オペレーターは通信サービス評価を完了し、FAAに提出して承認を得る必要があります。評価には、少なくとも以下の内容を含める必要がある。 a. すべてのオペレーションエリアにおける			

				include coverage and availability; b. A monitoring plan that ensures connectivity is maintained and availability issues addressed; and c. C2 lost link procedures, including an analysis of those procedures.	カバレッジと可用性を含む C2 分析。 b.接続性が維持され、可用性の問題が対処されることを保証するモニタリング計画。および、 c. C2 ロストリンク手順（それらの手順の分析を含む）。			
	28			For all current operations areas, and prior to conducting operations in a new area, the operator must complete a ground risk assessment and submit it to the FAA for acceptance. The assessment must, at a minimum, include all the following: a. Consideration of the provisions of Condition and Limitation Nos. 22, 23, 24, and 25; b. Pedestrian and moving vehicle analysis that will consider possible flight paths with the least presence of people and moving vehicles, during the planned time of operation; c. Terrain and Man-made Obstacle Analysis. For all terrain and man-made obstacles that the operator intends to overfly, the maximum height of such obstructions must be verified by the operator or a third party, utilizing methods acceptable to the Administrator; d. Known weather hazards in the area; and e. Consideration of the implications of an unintended release of the types and quantities of hazardous materials authorized to be transported by the operator's Dangerous Goods Procedures Manual and OpSpec A055.	すべての現行のオペレーションエリア、および新しいエリアでのオペレーション実施に先立ち、オペレーターは地上リスク評価を完了し、FAA に提出して承認を得る必要がある。評価には、少なくとも以下のすべてを含める必要がある。 a. Condition&Limitation 第 22、23、24、25 条の規定の検討。 b. <u>運航予定時間中に、人や移動車両の存在が最も少ない飛行経路を考慮した歩行者および移動車両の分析</u> c. 地勢および人工障害物の分析。 運航者が通過する予定のすべての地勢および人工障害物について、そのような障害物の最大の高度を、運航者または第三者機関が、管理者に認められた方法を用いて検証しなければならない。 d. その地域における既知の気象災害の危険性。および、 e. 運航者の危険物取扱マニュアルおよび OpSpec A055 で輸送が許可されている危険物の種類および数量が意図せずに放出されることの影響の考慮。			

	29			For all current operations areas, and prior to conducting operations in a new area, the operator must prepare a collision avoidance plan and submit the plan to the FAA for acceptance. The operator must receive a determination from the FAA if validation of the operation in the area is required prior to initiating operations. The plan must specify whether DAA will be used, to what extent VOs are needed, and how the operator will manage conflicts with other UA. If a Third-Party Service Provider (3PSP) is used, the plan must ensure that the 3PSP's level of service meets the operational requirements, including the time required to respond to 3PSP information and guidance and the impact of UAS system latencies and latencies in the C2 link.	すべての現在の運航エリア、および新しいエリアでの運航を開始する前に、オペレーターは <u>衝突回避計画を作成し、FAA の承認を得るために同計画を提出しなければならない。運航を開始する前に、そのエリアでの運航の検証が必要な場合、オペレーターは FAA の判断を受けなければならない。計画には、DAA を使用するかどうか、どの程度 VO が必要か、およびオペレーターが他の UA との競合をどのように管理するかを明記しなければならない。</u> サードパーティサービスプロバイダー（3PSP）を使用する場合は、3PSP の情報や指示への対応に必要な時間、UAS システムの遅延や C2 リンクの遅延の影響など、3PSP のサービスレベルが運用要件を満たすことを計画で確実にしなければならない。			
	30	34		The operator must develop and maintain plans for its use of required personnel in the operation. These plans must address the responsibilities of each role as described in the General Operations Manual (GOM) and ensure sufficient coverage for each area in which operations will be conducted. When VOs are required for the operation, the plan must ensure that sufficient VOs are used, and the VOs are properly positioned, to give the PIC sufficient notice to keep the UA clear of all manned aircraft and other UA. The plan must also ensure that VOs, or GSCs if used for	オペレーターは、運航に必要な人員の配置計画を策定し、維持しなければならない。これらの計画は、一般運航マニュアル（GOM）に記載されている各役割の責任を明確にし、運航が実施される各エリアを十分にカバーするものでなければならない。運航に VO が必要な場合、計画では、PIC が UA をすべての有人航空機およびその他の UA から離隔させるために十分な通知を行うことができるよう、十分な数の VO を使用し、VO を適切に配置しなければならない。また、本計画では、VO（または運用で使用される場合は GSC）が十分な監視を行い、運用エリアに影響を及	○		請願受諾、修正

				the operation, can sufficiently perform observation, and detect obstacles and any unforecasted weather affecting the operating area, to ensure the safety of the operation.	ばす障害物や予期せぬ気象状況を検知し、運用の安全を確保できることを確実にしなければならない。			
	31	35		The altitude of the aircraft must not exceed 400 ft. above ground level (AGL) unless the operator, acting in accordance with their accepted collision avoidance plan is: a. Transitioning steeply changing terrain; b. Operating an unmanned aircraft within a 400-foot radius of a structure and does not fly higher than 400 ft above the structure's immediate uppermost limit; or c. Temporarily maneuvering to avoid a collision, only to the extent necessary, and not to exceed 500 ft AGL.	航空機の高度は、地上高 (AGL) 400 フィートを超えてはならない。ただし、オペレーターが承認された衝突回避計画に従って行動している場合は、以下の通りとする。 a. <u>急激に変化する地形を飛行している場合</u> 、 b. 建造物から半径 400 フィート以内で無人航空機を操縦しており、建造物の直上最高限度から 400 フィート以上高く飛行していない場合、または c. 衝突を回避するために <u>一時的に操縦している場合で、必要な範囲にとどまり、対地高度 500 フィートを超えない場合</u> 。		○	修正
	32	37		The operator must: a. Ensure the aircraft is operated at an altitude that would not cause a hazard to persons or property on the surface; and b. Consider all equipment limitations (such as parachutes) when determining such altitudes.	運航者は、以下のことを行わなければならない。 a. 航空機が地表の人や財産に危険を及ぼさない高度で運航されることを確保すること。 b. そのような高度を決定する際には、すべての装備の制限 (パラシュートなど) を考慮すること。		○	修正
III Unmanned Aircraft Systems, Including Maintenance	33			The UA must have a flight control system with “land now” capability.	UA は「Land Now」能力を備えた飛行制御システムを備えていなければならない。			
	34		16	The UA must include a direct means and associated procedures for the UA to detect propulsion system failures and allow the RPIC or the UA to respond to associated failures.	UA には、推進システムの故障を検知し、RPIC または UA が関連する故障に対応できるようにするための直接的な手段と関連手順を含める必要がある。		○	18402D から移行
	35		17	The UA must have an anti-collision light system as an additional means of collision	UA は、衝突緩和の追加手段として、衝突防止ライトシステムを備えていなければなら		○	18402D から移行

				mitigation. For civil twilight and night operations they must be visible from 3 statute miles.	ない。薄明および夜間飛行の場合、3 statute miles (約 4.8km) 離れた場所から視認できるものでなければならない。			
	36			For operations over non-participants, if the aircraft has a parachute recovery system installed it must be operational, and the UA must be operated at or above the Minimum Flight Altitude (MFA) which shall be no less than the Minimum Deployable Altitude Rating (MDAR) of the Parachute Recovery System (PRS) as determined by testing in accordance with ASTM F3322-18, 6. Testing Standards of Deployable Parachutes, except when necessary for takeoff, landing, loading or delivery.	非参加者の上空での運航については、航空機にパラシュート回収システムが搭載されている場合、そのシステムが作動可能状態にあり、UA は最低飛行高度 (MFA) 以上で運航されなければならない。 <u>最低飛行高度 (MFA) は、ASTM F3322-18, 6. 展開式パラシュートの試験基準に準拠した試験により決定されたパラシュート降下システム (PRS) の最低展開高度 (MDAR) を下回らないこと。</u> ただし、離陸、着陸、荷積み、または荷降ろしに必要な場合はこの限りではない。			
	37	40		Communications capability must be sufficient for the PIC to communicate effectively during operations with required personnel, as well as outside entities as needed. The following are also required: a. Required personnel must be provided with enough devices for effective communications; b. All devices must provide for real-time communications; c. A secondary method of communication must be available and acceptable to the FAA; and d. A telephone must be available for communications with Air Traffic Control (ATC.)	通信能力は、PIC が業務中に必要な人員と効果的にコミュニケーションを取れるよう、また必要に応じて外部の関係者ともコミュニケーションを取れるよう、十分なものでなければなりません。また、以下の条件も満たさなければならない。 a. 必要な人員には、効果的なコミュニケーションを取るのに十分な数の通信機器が提供されなければならない。 b. すべての通信機器はリアルタイムの通信に対応でなければならない。 c. 通信の二次手段が利用可能であり、FAA に受け入れられなければならない。 d. 航空交通管制 (ATC) との通信に電話が利用でなければならない。	○		請願受諾、修正
	38		12	The ground control station must display at	地上コントロールステーションは、UA から		○	18402D から

			least all the following information from the UA in real time: altitude, position, direction of flight information, and flight mode. All the information identified in this condition and limitation must be available at all times to the RPIC when conducting flight operations.	の少なくとも以下のすべての情報について、リアルタイムで表示しなければならない。高度、位置、飛行方向情報、飛行モード。飛行操作を行う際には、RPIC は、Conditions&Limitations で特定されたすべての情報を常に利用できないといけない。			移行
	39	13	The ground control station must display all information required for continued safe flight and operation. The information required to appear on the pilot interface display must be approved by the FAA and will be considered as part of the approval of the AE configuration control document.	地上コントロールステーションは、安全な飛行と運航を継続するために 必要なすべての情報を表示しなければならない。パイロット・インターフェース・ディスプレイに表示される必要がある情報は、FAA の承認を得なければならない 、AE 構成管理文書の承認の一部として考慮される。		○	18402D から移行
	40	14	The ground control station must provide access to meteorological information. The device providing meteorological information and its installation must be acceptable to the Administrator, and the information be readily available to the PIC while at the normal duty station.	地上コントロールステーションは、気象情報へのアクセスを提供しなければならない。 気象情報を提供する装置およびその設置は、管理者に認められなければならない 、通常任務中の PIC がその情報を容易に入手できなければならない。		○	18402D から移行
	41	15	The ground control station must provide an audible and visual alert of any degraded system performance, UA malfunction, or loss of Command-and-Control link with the UA that may impact continued safe flight. This information must be available at all times to the RPIC when conducting flight operations.	地上コントロールステーションは、安全な飛行の継続に影響を及ぼす可能性のあるシステム性能の低下、UA の故障、UA とのコマンド・アンド・コントロール・リンクの喪失について、 音声および視覚による警告を発示しなければならない 。この情報は、飛行操作を実施する際には、RPIC が常に利用できるようにしておかなければならない。		○	18402D から移行
	42		Any flights required to assess the correct operation of the UAS after any scheduled or unscheduled maintenance must be conducted	定期または不定期のメンテナンス後に UAS の正常な動作を確認するために必要な飛行は、関係者以外の者から安全な距離を確保し			

				at a safe distance from non-participants. Any alterations or system changes of any AE that could appreciably affect the operation or flight characteristics of the UA must be validated in accordance with procedures set forth in the operator's manual prior to conducting further operations under this exemption. If the validation includes a flight, this flight must be conducted at a safe distance from non-participants. When determining a safe distance, the operator must consider flight testing factors such as type of UAS, flight altitude, airspeed, and kinetic energy.	て実施しなければならない。UA の操作や飛行特性に著しい影響を与える可能性のある AE の変更やシステム変更は、本 Exemption 規定に基づくさらなる操作を実施する前に、オペレーターズマニュアルに定められた手順に従って検証されなければならない。検証に飛行が含まれる場合、この飛行は非参加者から安全な距離を保って実施されなければならない。安全な距離を決定する際、オペレーターは UAS の種類、飛行高度、対気速度、運動エネルギーなどの飛行試験要因を考慮しなければならない。			
	43		6	The operator must maintain a UA configuration control document that is accepted by the FAA that lists the following: Each major component of the UA (e.g. primary structural elements, motors, propellers, servos, batteries, primary electronic systems, navigation equipment, communication equipment, antennas, parachute systems, visual systems, and onboard software, etc.). The UA component list must contain the part numbers and modification levels of the components, as applicable.	オペレーターは、以下の事項を記載した FAA 承認の UA 構成管理文書を維持管理しなければならない。UA の各主要コンポーネント（例：主要構造要素、モーター、プロペラ、サーボ、バッテリー、主要電子システム、ナビゲーション機器、通信機器、アンテナ、パラシュートシステム、視覚システム、およびオンボードソフトウェアなど）。UA コンポーネントリストには、該当する場合は、コンポーネントの部品番号および改良レベルを記載しなければならない。		○	18402D から移行
	44			The operator must maintain an associated element (AE) configuration control document acceptable to the FAA that lists each AE required to operate the UA in normal, abnormal, and emergency operations	オペレーターは、UA の通常、異常、緊急時の運用に必要な各 AE を記載した FAA が承認する関連要素 (AE) 構成管理文書を維持しなければならない。これには、地上局ハードウェア、地上局ソフトウェア、地上局周辺機			

			which must include, but is not limited to, ground station hardware, ground station software, ground station peripherals, offboard software, launch and recovery systems, launch pad, base stations, targets, Global Positioning System (GPS) source provider, data links to include data link providers, and handheld communication devices or systems. a. The AE list must identify the specific elements, or minimum specifications for the elements, necessary for operation of the UA; b. The operator must determine through an evaluation and/or demonstration if the UA and/or AE identified in the configuration control document are suitable for operations; c. The configuration control document must reflect the latest UAS configuration; and d. The operator must retain all records related to the configuration control document for the duration of the exemption and provide those records to the FAA upon request.	器、オフボードソフトウェア、ローンチおよびリカバリーシステム、ローンチパッド、ベースステーション、ターゲット、GPS（全地球測位システム）ソースプロバイダー、データリンクプロバイダーを含むデータリンク、および携帯通信機器またはシステムが含まれるが、これらに限定されない。 a. AE リストは、UA の運用に必要な特定の要素、または要素の最小仕様を特定しなければならない。 b. オペレーターは、構成管理文書で特定された UA および/または AE が運用に適しているかどうかを、評価および/または実証を通じて判断しなければならない。 c. 構成管理文書は、最新の UAS 構成を反映していなければならない。そして、 d. オペレーターは、適用除外期間中、構成管理文書に関連するすべての記録を保管し、FAA の要請に応じてそれらの記録を提供しなければならない。			
	45		All changes to AE will be managed using an FAA-accepted process that is incorporated into the operator's manual system. This process must detail how the operator will identify changes to AE that appreciably affect the reliability, operational characteristics, or other characteristics affecting the safe operation of the UA. All major changes require FAA approval prior to implementation.	AE へのすべての変更は、オペレーターのマニュアルシステムに組み込まれた FAA 承認のプロセスを使用して管理される。このプロセスでは、UA の信頼性、運用特性、または UA の安全な運用に影響を与えるその他の特性に著しく影響する AE への変更をオペレーターがどのように特定するかを詳細に説明する必要がある。すべての主要な変更は、実施前に FAA の承認が必要である。			

	46			The operator must document and adhere to policies and procedures to assure that all AE of the UAS are capable of meeting the AE's intended function prior to and during each operation.	オペレーターは、UAS の AE がすべて、各操作の前および操作中に AE の意図した機能を発揮できることを保証するための方針および手順を文書化し、遵守しなければならない。			
	47			The operator must describe in its manual system any training and qualification requirements necessary for personnel who maintain each of the AE.	オペレーターは、AE の各機器を維持する要員に必要なトレーニングおよび資格要件をマニュアルシステムに記載しなければならない。			
	48			The operator must implement an AE error reporting, evaluation, and mitigation program. The operator must evaluate any failures, anomalies, or other in-service problems to ensure that they do not represent a system deficiency that could cause an unsafe condition or result in a subsequent noncompliance with regulations or conditions and limitations. If a failure, anomaly, or in-service problem may result in subsequent noncompliance, the operator must correct the issue to prevent that non-compliance and must report the issue and correction to the FAA via the UAS Service Difficulty Reporting system at https://avssp.faa.gov/avs/afs600/UAS-IPP/SitePages/Home.aspx	オペレーターは、AE エラーの報告、評価、および緩和プログラムを実施しなければならない。オペレーターは、あらゆる故障、異常、またはその他の稼働中の問題を評価し、それらが安全上の問題を引き起こす可能性のあるシステム欠陥、またはその後の規制や条件および制限への不適合を引き起こすものではないことを確認しなければならない。故障、異常、または稼働中の問題が、その後の不適合につながる可能性がある場合、オペレーターは、その不適合を防止するために問題を修正し、その問題と修正を UAS サービス障害報告システム (https://avssp.faa.gov/avs/afs600/UAS-IPP/SitePages/Home.aspx) を通じて FAA に報告しなければならない。			
	49		8	The operator may not operate the UA with known inoperable instruments or equipment installed except in accordance with a minimum equipment list (MEL) that has been prepared in accordance with 14 CFR §	オペレーターは、14 CFR § 135.179 に従って作成され、FAA によって承認された最小装備品リスト (MEL) に従う場合を除き、動作不能なことが判明している計器または装置が取り付けられた状態で UA を運航し		○	18402D から移行

			135.179 and approved by the FAA. If the operator desires to utilize an MEL, the operator must develop its own proposed MEL and submit it to the FAA for approval.	てはならない。オペレーターが MEL の使用を希望する場合は、オペレーターは独自の MEL 案を作成し、FAA に承認を申請しなければならない。			
	50	7	The operator must incorporate the UA manufacturer's inspections, servicing, life limit requirements and safety bulletins into its maintenance and inspection programs, unless the FAA accepts the operator's proposal to include them elsewhere.	オペレーターは、FAA がそれらを他の場所を含めるというオペレーターの提案を承認しない限り、UA メーカーの検査、整備、耐用年数要件、および安全情報などを、自社のメンテナンスおよび検査プログラムに組み込む必要がある。		○	18402D から移行
	51	9	The operator may not perform maintenance, preventive maintenance, and alterations for another operator until the aircraft has obtained a standard airworthiness certificate, at which time 14 CFR § 43.3(f) will apply.	航空機が標準耐空証明を取得するまでは、オペレーターは他のオペレーターのメンテナンス、予防メンテナンス、および改造を行ってはならない。航空機が標準耐空証明を取得した時点で、14 CFR § 43.3(f)が適用される。		○	18402D から移行
	52	10	The operator must comply with 14 CFR part 43 with respect to any maintenance, rebuilding and alterations of the UA, as if the aircraft has a standard airworthiness certificate. For purposes of this exemption, including compliance with this condition and limitation "airworthy" means the UA is in a condition that meets the configuration described in the UA Configuration Control Document, and is in a condition for safe operation.	オペレーターは、UA のあらゆる整備、修理、改造に関して、航空機が標準耐空証明を有しているかのように、14 CFR part 43 を遵守しなければならない。本 Exemption の目的上、この Conditions&Limitations の遵守を含め、「耐空性」とは、UA が UA 構成管理文書に記載された構成を満たす状態であり、安全な運航が可能な状態であることを意味する。		○	18402D から移行
	53	11	Any major repair, major alteration, or major configuration change to the UA must be submitted in a manner acceptable to the FAA and approved prior to operating the UAS	UA に対する大規模修理、大規模改造、または大規模な構成変更は、航空運送事業証明書の下で UAS を運用する前に、FAA が承認する方法で提出し、承認を得る必要がある。		○	18402D から移行

				under the air carrier certificate.				
	54			The operator shall not dispose of its life-limited parts in a manner that would lead to them being installed on a type-certificated aircraft without the recipient having knowledge of the accumulated time on the part.	オペレーターは、耐用年数に達した部品を、その部品の累積飛行時間が証明された航空機に搭載されることなく、受領者にその事実が知らされないまま、処分してはならない。			
	55			The operator must maintain a conflict management capability to ensure that the PIC is able to keep the UA clear of any manned aircraft and other UA. a. For management of conflict with manned aircraft, this capability may include use of a DAA system, if approved by the FAA, in accordance with Condition and Limitation No. 49. In operating locations where DAA is not used or is not available, use of VOs is required to maintain the capability; b. For management of conflict with other UA, the operator may use technical means of strategic deconfliction and conformance monitoring, including services provided by a 3PSP, if approved by the FAA in accordance with Condition and Limitation No. 49; and c. The capability must include maintenance of data necessary to support the data reporting requirements stated in this exemption.	オペレーターは、PIC が UA を有人航空機および他の UA から確実に離隔させることができるよう、衝突管理能力を維持しなければならない。 a. 有人航空機との衝突管理については、Conditions&Limitations 第 49 条に従い FAA の承認を得た場合、DAA システムの使用がこの能力に含まれる場合がある。DAA が使用されていない、または使用できない運用場所では、VO の使用がこの能力を維持するために必要である。 b. 他の UA との衝突の管理については、運航者は、FAA が Conditions&Limitations 第 49 条に従って承認した場合、3PSP が提供するサービスを含む戦略的な衝突回避および適合性モニタリングの技術的手段を使用することができる。 c. この能力には、本 Exemption に記載されているデータ報告要件をサポートするために必要なデータの維持管理が含まれていなければならない。			
	56			For FAA approval of a system to support conflict management, the operator must complete the following process:	衝突管理を支援するシステムの FAA 承認を得るには、オペレーターは以下のプロセスを完了しなければならない。			

				a. Submit the following to the FAA: i. Information detailing the system's conformity with pertinent sections of industry standards related to collision avoidance systems, ground-based surveillance systems, and detect and avoid systems; and ii. A declaration, and provide evidence supporting its declaration, that its system has been tested and determined to meet these requirements. This evidence should include documentation of the testing, including the specific encounter sets used in the tests, to verify system's performance; and b. Once these documents have been submitted, an operational suitability evaluation may be required; and c. Once the system is evaluated, an operational validation may be required under part 135 prior to amendment of the petitioner's OpSpecs to authorize use of the system and define the permitted operational areas where the system may be used.	a. 以下の書類を FAA に提出する。 i. <u>衝突回避システム、地上監視システム、および探知・回避システムに関連する業界基準の該当するセクションにシステムが適合していることを詳細に示す情報。</u> ii. <u>そのシステムがテストされ、これらの要件を満たしていると判断されたことを示す宣言書およびその宣言を裏付ける証拠。この証拠には、システムの性能を検証するための試験で使用された特定の衝突シナリオを含む試験の文書が含まれているべきである。</u> b. これらの書類が提出された後、運用適合性評価が必要となる場合がある。 c. システムが評価された後、システムの使用を認可し、その使用が許可される運用区域を定義するために、請願者の OpSpecs の修正に先立ち、135 条に基づく運用検証が必要となる場合がある。			
IVPreflight	57			The PIC is prohibited from beginning a flight unless considering wind and forecast weather conditions: a. There is enough available power for the UA to conduct the intended operation and to operate after that with at least: i. The minimum power reserve to ensure a	PIC は、風向きや天気予報を考慮しない限り、飛行を開始してはならない。 a. 予定された運航を実施し、その後も運航を継続するために、少なくとも以下のいずれかの十分な利用可能な電力があること。 i. 地上の人や財産に過度の危険を及ぼすことなく、降下および着陸を可能にするの			

			remaining charge sufficient to facilitate a descent and landing without undue hazard to persons or property on the surface; or ii. The UA manufacturer's stated minimum power reserve, whichever is greater; and b. The operator has contingency plans acceptable to the FAA in the case of battery depletion greater than anticipated.	に十分なバッテリー残量を確保するための最低限の予備電力。または ii. UA メーカーが規定する最低限の予備電力。いずれか大きい方。および b. <u>予想以上のバッテリー消耗が発生した場合に備え、運航者が FAA が承認する緊急時対応計画を有していること。</u>			
58			Prior to beginning flight operations, the PIC must review Notices to Air Missions (NOTAMS) and, if the NOTAMS indicate other UA activity or any other aviation activity in the intended operating area, ensure that the operator contacts the other operator(s) that are not participating in strategic deconfliction and conformance monitoring services to deconflict the activities.	運航を開始する前に、PIC は航空任務に関する通知 (NOTAMS) を確認し、NOTAMS が意図する運航区域における他の UA 活動またはその他の航空活動を示している場合、オペレーターが戦略的デコンフリクトおよび適合性モニタリングサービスに参加していない他のオペレーターと連絡を取り、活動をデコンフリクトすることを確認しなければならない。			
59			The operator must request that a distant NOTAM (D) be issued by contacting the Flight Services NOTAM line at 1-877-4-US-NTMS (1-877- 487-6867) not more than 72 hours in advance, but not less than 24 hours prior to the operation. The area of operation defined in the NOTAM must only be for the actual area to be flown for each day and defined by a point and the minimum radius required to conduct the operation.	オペレーターは、運航の 72 時間前以内、ただし 24 時間前以上前に、フライトサービス NOTAM ライン (1-877-4-US-NTMS (1-877-487-6867)) に連絡し、遠隔地 NOTAM(D) の発行を依頼しなければならない。<u>NOTAM で定義された飛行区域は、各日の実際の飛行区域のみを対象とし、飛行に必要なポイントと最小半径で定義されていなければならない。</u>			
60			In the event the operational area overlaps a Military Training Route, the operator must contact the Military Airspace Scheduling Office for the route 24 hours in advance for	運航区域が軍事訓練ルートと重複する場合は、<u>運航者は 24 時間前までに軍事空域スケジュール担当部署に連絡し、活動の調整と重複回避を行わなければならない。</u>各ルートに			

				coordination and deconfliction of the activities. Military Airspace Scheduling Office contact information, including both commercial (C) and Defense Switched Network (DSN) phone numbers, for each route can be found in “Area Planning, Military Training Routes, North and South America (AP/1B),” which is available at https://www.daip.jcs.mil/pdf/ap1b.pdf .	関する軍事空域スケジュール管理室の連絡先（商用（C）および国防専用ネットワーク（DSN）の電話番号を含む）は、「地域計画、軍事訓練ルート、南北アメリカ（AP/1B）」に記載されており、 https://www.daip.jcs.mil/pdf/ap1b.pdf から入手できる。			
	61			Prior to beginning flight operations, the PIC must verify that there are sufficient personnel available in accordance with the operator’s required personnel plan, taking current conditions into account. The PIC must also: a. Ensure that all required personnel have been briefed on the following: i. Designated positions, physical locations, responsibilities, and crew resource management; ii. Planned operations area; iii. Current and forecasted weather conditions; iv. Takeoff, landing, loading, and delivery areas; v. Ground risks; vi. Alternate landing sites; vii. Verification of flight profile and course; viii. Procedures for avoidance of other aircraft; and b. Be familiar with all the content from the briefing.	運航を開始する前に、PIC は、現在の状況を考慮した上で、運航者の要求する人員計画に従って、十分な人員が確保されていることを確認しなければならない。また、PIC は、以下のことを行わなければならない。 a. すべての必要な人員が以下の事項について説明を受けていることを確認する。 i. 指定された位置、物理的な場所、責任、およびクルー・リソース・マネジメント ii. 計画された運航区域 iii. 現在の気象状況および予報された気象状況 iv. 離陸、着陸、積み込み、および配送エリア、 v. 地上の危険性、 vi. 代替の着陸地点、 vii. 飛行経路およびコースの確認、 viii. 他の航空機との衝突回避手順、および b. ブリーフィングの全内容に精通していること。 PIC は、飛行前に地上コントロールステーションが意図する UA を制御するように設定さ			

					れていることを確認しなければならない。			
	62			The PIC must verify that the ground control station is configured to control the intended UA before flight.	PIC は、飛行前に地上コントロールステーションが意図する UA を制御するように設定されていることを確認しなければならない。			
VFlight Operation	63			The operator may only conduct operations at a UA-to-PIC ratio of 1:1 unless otherwise authorized by the FAA. If the FAA determines validation testing is necessary, the operator must successfully complete validation testing conducted by the FAA for an increase in the UA-to-PIC ratio.	FAA の承認がない限り、オペレーターは UA 対 PIC の比率が 1:1 の場合にのみ運航を行うことができる。 <u>FAA が検証試験が必要と判断した場合、オペレーターは UA 対 PIC の比率を上げるために FAA が実施する検証試験に合格しなければならない。</u>			
	64			The operator may only conduct operations at an Operations Base-to-PIC ratio of 1:1 unless otherwise authorized by the FAA. If the FAA determines validation testing is necessary, the operator must successfully complete validation testing conducted by the FAA for an increase in the Operations Base-to-PIC ratio.	<u>運航者は、FAA の別段の許可がない限り、運航拠点と PIC の比率を 1:1 でしか運航できない。FAA が検証試験が必要と判断した場合、運航者は、運航拠点と PIC の比率を上げるために FAA が実施する検証試験に合格しなければならない。</u>			
	65			Flights under special visual flight rules (SVFR) or instrument flight rules (IFR) are not authorized.	特別視程飛行規則 (SVFR) または計器飛行規則 (IFR) に基づく飛行は許可されていない。			
	66			For VFR operations in Class G airspace, ground visibility must be at least 1 mile and the UA must remain clear of clouds. The operator's methods and procedures to maintain visibility and cloud clearance requirements must be accepted by the FAA and documented in the operator's manual system.	クラス G 空域における VFR 運航の場合、地上の視程は少なくとも 1 マイル必要であり、UA は雲を避けなければならない。視程と雲の回避要件を維持するための運航者の方法および手順は、FAA の承認を受け、運航マニュアルシステムに文書化されていなければならない。			
	67			The anti-collision lights must be on for all	衝突防止灯は、すべての飛行操作において点			

			flight operations, except when the PIC determines that, because of operating conditions, it would be in the interest of safety to turn the lights off.	灯していなければならない。ただし、運航状況により、PIC が消灯することが安全上望ましいと判断した場合はこの限りではない。			
68	61		The PIC must ensure that the UA remains clear of, and give way to, any manned aircraft at all times, and does not get so close to any other UA as to create a collision hazard.	<u>PIC は、UA が常に有人航空機から離れ、それらに道を譲るようにしなければならず、また、他の UA に衝突の危険を生じさせるほど接近してはならない。</u>	○		請願棄却
69			The PIC may not operate the UA from any moving vehicle or aircraft.	PIC は、いかなる移動中の車両または航空機から UA を操縦してはならない。			
70			The PIC must monitor the ground control station to track each flight's location and maintain situational awareness of each aircraft under that PIC's control.	PIC は、地上コントロールステーションを監視し、各フライトの位置を追跡し、その PIC の管理下にある機体の状況を把握しなければならない。			
71			The PIC must abort the flight operation if unpredicted circumstances or emergencies that could potentially degrade the safety of persons or property arise. The PIC must terminate flight operations without causing undue hazard to persons or property in the air or on the ground.	<u>予測できない状況や、人命や財産の安全を脅かす可能性のある緊急事態が発生した場合は、PIC は飛行を中止しなければならない。</u> <u>PIC は、空中または地上の人命や財産に過度の危険を及ぼすことなく、飛行を中止しなければならない。</u>			
72			The PIC must immediately notify ATC of any flyaway or loss of control that has resulted in a loss of situational awareness or could cause a hazard to other aviation activities.	PIC は、状況認識の喪失につながった、あるいは他の航空活動に危険をもたらす可能性のある、飛行不能や制御不能を即座に ATC に通知しなければならない。			
73			Non-essential communications during flight operations are prohibited.	飛行中の不要な通信は禁止されている。			
74			PICs and other required personnel may not leave their duty station during the operation of a flight unless they have been replaced in accordance with the procedures described in	運航者の GOM に記載された手順に従って交代要員が配置されない限り、運航中は、機長およびその他の必要な乗務員は、勤務場所を離れることはできない。交代要員が配置でき			

			the operator's GOM. If a replacement is not possible, the following requirements apply: a. For a PIC, all UA being operated in the PIC's area must return to the Operations Base in accordance with the procedures specified in the operator's GOM; or b. For other required personnel, all UA must remain clear of, or vacate, any affected sectors, loading areas, takeoff areas, landing areas, or delivery areas.	ない場合は、以下の要件が適用される。 a. PIC の場合、PIC の担当区域で運航されているすべての UA は、運航者の GOM に規定された手順に従って、運航基地に戻らなければならない。または、 b. その他の必要要員の場合、すべての UA は、影響を受ける区域、積載区域、離陸区域、着陸区域、または配送区域から離れた場所に留まるか、そこから退去しなければならない。			
	75		If communications are lost between the PIC and other required personnel, all UA must remain clear of, or vacate, any affected airspace sectors, loading areas, takeoff areas, landing areas, or delivery areas, until communications are restored.	PIC とその他の必要な人員との間の通信が途絶えた場合、UA はすべて、通信が回復するまで、影響を受けた空域セクター、搭載エリア、離陸エリア、着陸エリア、または配送エリアから離れた場所に留まるか、そこから退避しなければならない。			
	76		VOs, when used for the operation, must continuously scan their area(s) of responsibility, maintain communication with the PIC at all times, and immediately notify the PIC whose areas of operations are affected whenever they observe: a. Conflicting air traffic; b. Any new obstruction not plotted on the obstruction map or obstruction database; c. The erection of an obstruction that begins during the course of a shift; d. Any other obstruction or hazard identified during the flight operation; e. Any open-air assemblies of people; f. Any weather condition that could interfere	VO は、運航に使用される場合、担当区域を継続的に監視し、常に PIC と連絡を維持し、以下の事項を認めた場合は、直ちに運航に影響する区域の PIC に通知しなければならない。 a. <u>航空交通の衝突；</u> b. <u>障害物図または障害物データベースにプロットされていない新たな障害物；</u> c. <u>シフト中に発生した障害物の建設</u> d. <u>飛行中に確認されたその他の障害物または危険、</u> e. <u>屋外での人々の集会、</u> f. <u>航空機の運航に支障をきたす可能性のある気象条件、または必要最低気象条件を超える気象条件、または</u>			

				with the operation of the aircraft or exceed the required weather minimums; or g. Any weather condition that causes the VO to be unable to view the assigned airspace.	g. <u>VO が担当空域を視認できない気象条件</u>			
	77			GSCs, when used for the operation, must conduct a visual survey of their area(s) of responsibility at designated intervals as determined by the collision avoidance plan and notify the PIC whose areas of operations are affected whenever they observe: a. Any new obstruction not plotted on the obstruction map or obstruction database; b. The erection of an obstruction that may begin during operations; c. Any other obstruction or hazard, that may pose a risk to the operation; d. Any open-air assemblies of people; or e. Any weather condition that could interfere with the operation of the aircraft or exceed the required weather minimums.	GSC は運航に使用される場合、衝突回避計画で定められた指定間隔で、担当区域の目視調査を実施し、以下の事項を観察した場合は、運航に影響する区域の PIC に通知しなければならない。 a. 障害物地図または障害物データベースに記載されていない新たな障害物、 b. 運航中に発生する可能性のある障害物の建設、 c. 運航に危険をもたらす可能性のあるその他の障害物または危険、 d. 屋外での人々の集会、または e. 航空機の運航を妨げる可能性のある気象条件、または必要最低気象条件を超える気象条件			
VIRequired Personnel	78			No person may serve in more than one operational role concurrently.	同時に複数の業務を兼任することは認められない。			
	79			No person may act as a PIC or other required personnel, or serve as a flight instructor, check pilot, or direct participant in the operator's part 135 operation if that person knows, or has reason to know, that they have a physical or mental condition that would interfere with the safe operation of the aircraft.	身体または精神の状態が当該航空機の安全な運航を妨げる可能性があること知り、または知り得る場合、いかなる者も、運航者のパート 135 運航において、PIC またはその他の必要人員として行動したり、飛行教官、チェックパイロット、または直接参加者として勤務したりしてはならない。			
	80			No PIC may conduct operations at a UA-to-PIC ratio greater than that authorized by the	FAA が個々の PIC に対して認可した UA 対 PIC の比率を超える比率で業務を行うこと			

				FAA for that individual PIC.	は、いかなる PIC も行ってはならない。			
	81			No PIC may conduct operations at an Operations Base-to-PIC ratio greater than that authorized by the FAA for that individual PIC.	FAA が個々の PIC に対して承認した比率よりも高い比率で、運航拠点と PIC の比率で業務を行うことは認められない。			
	82			Required personnel must be sufficient to minimize ground and air hazards. a. When the operator's approved DAA system is used during a flight operation, GSCs must be used; or b. When the operator's approved DAA system is not available or becomes inoperable, VOs must be used, or the operation must be discontinued.	地上および空中の危険を最小限に抑えるために必要な人員を確保しなければならない。 a. 運航者が承認した DAA システムが飛行中に使用される場合、GSC を使用しなければならない。または b. 運航者が承認した DAA システムが利用できない場合、または使用できなくなった場合、VO を使用しなければならない。または、その運航を中止しなければならない。			
VII Training, Certification and Duty	83			The operator is responsible for ensuring all persons responsible for the loading of its aircraft have been trained on the operator's loading procedures.	オペレーターは、当該航空機の搭載作業に責任を負うすべての者がオペレーターの搭載手順に関する訓練を受けていることを保証する責任がある。			
	84			The operator must provide training on this exemption and any applicable exemptions, waivers, or authorizations that the operator may hold, to all persons whose duties and responsibilities are impacted by these documents.	オペレーターは、本 Exemption およびオペレーターが保有する適用可能な Exemption、Waiver、Authorization に関する訓練を、これらの文書によって職務および責任が影響を受けるすべての者に提供しなければならない。			
	85			Flight instructors and check pilots must remain in the immediate vicinity of a person being trained or checked.	飛行訓練教官およびチェックパイロットは、訓練またはチェックを受けている者のすぐ近くにいないといけない。			
	86			The ratio of PIC-to-flight instructor must be listed in the approved training program.	PIC と飛行教官の比率は、承認された訓練プログラムに記載されていなければならない。			
	87			A check pilot may not evaluate more than one applicant at a time.	チェックパイロットは、同時に 1 人以上の申請者を評価してはならない。			

	88			Required personnel are limited to a maximum 14-hour duty day, and to a maximum 50-hour duty week.	必要人員は、1日の勤務時間を最大14時間、1週間の勤務時間を最大50時間に制限されている。			
	89			Required personnel must take a minimum 10-hour continuous rest period within the 24 hours prior to reporting for duty.	勤務に就く前の24時間以内に、必要人員は最低10時間の連続した休息を取らなければならない。			
	90			Required personnel must receive a minimum of one day of continuous rest, free of all responsibility for work or duty on behalf of the operator, per week, each week in which the operator schedules them for duty.	必要人員は、事業者が勤務を割り当てた各週において、事業者または事業者に代わる義務から完全に解放された最低1日間の連続した休息を受けなければならない。			
	91	84		Each PIC, check pilot, flight instructor and VO must hold a remote pilot certificate issued in accordance with 14 CFR part 107 and remain current in accordance with 14 CFR § 107.65. a. When serving as a required crewmember in an operation, each PIC, VO, flight instructor, and check pilot must have the remote pilot certificate and a government-issued photo ID in their possession and make such documents available upon request from the Administrator; and b. The operator must keep in its records a copy of any pilot certificates that each person holds in accordance with 14 CFR § 135.63(a)(4)(ii).	各PIC、チェックパイロット、飛行教官、VOは、14 CFR 第107条に従って発行された遠隔操縦士証明書を保持し、14 CFR § 107.65に従って有効な状態を維持しなければならない。 a. 運航において必須の乗務員として勤務する場合、各機長、VO、飛行教官、およびチェックパイロットは、遠隔操縦士証明書および政府発行の写真付き身分証明書を所持し、管理者からの要求に応じてこれらの書類を提示しなければならない b. 事業者は、14 CFR § 135.63(a)(4)(ii)に従って各人が所持するパイロット証明書の写しを記録として保管しなければならない。		○	修正
	92			Each PIC is required to hold at least a third-class medical certificate, as must each check pilot and flight instructor, when serving as a required crewmember. The certificate must	<u>PICはそれぞれ、少なくとも3等航空身体検査証明書を保持していなければならない、また、チェックパイロットおよび飛行教官も、必要な乗務員として勤務する場合は同様。こ</u>			

			be in the possession of the pilot, and a copy of this certificate must be kept in the pilot's records.	の証明書はパイロットが所持していなければならず、そのコピーはパイロットの記録に保管されていなければなりません。			
	93		If any of the operator's PICs, check pilots, or flight instructors holds a "3rd Class Letter of Evidence" or any restrictions related to color vision control, the ground control station must not rely on use of color alone to convey information on the screen.	オペレーターの PIC、チェックパイロット、または飛行教官のいずれかが「第3種証明書」または色覚管理に関する制限事項を保持している場合、地上コントロールステーションは、画面上の情報を伝える際に色のみに頼ってはならない。			
	94		PICs must be trained in accordance with the FAA-approved training program. The training must include representative airports and routes, representative collision avoidance scenarios, and scenarios with the maximum UA-to-PIC ratio and Operations Base-to-PIC ratio sought for the individual pilot.	<u>FAA 承認の訓練プログラムに従って、PIC は訓練を受けなければならない。訓練には、代表的な空港やルート、代表的な衝突回避シナリオ、および個々のパイロットが求める UA 対 PIC の最大比率やオペレーションベース対 PIC の比率を含むシナリオが含まれていなければならない。</u>			
	95		Initial and recurrent pilot testing conducted to meet the requirements of § 135.293, and line checks conducted to meet the requirements of § 135.299, must include representative airports and routes, representative collision avoidance scenarios, and scenarios with the maximum UA-to-PIC ratio and Operations Base-to-PIC ratio sought for the individual pilot.	<u>§ 135.293 の要件を満たすために実施される初期および定期的なパイロット試験、および § 135.299 の要件を満たすために実施されるラインチェックには、代表的な空港およびルート、代表的な衝突回避シナリオ、および個々のパイロットに求められる UA 対 PIC の最大比率および運航拠点对 PIC の比率のシナリオを含める必要がある。</u>			
	96	89	Completion of the checking requirements required by § § 135.293 and 135.299 does not satisfy recent experience requirements of § § 61.56(d)(1) and 107.65(c).	第 135.293 条および第 135.299 条で求められる確認要件を満たしても、第 61.56 条(d)(1) および第 107.65 条(c)の最近の経験要件を満たすことにはならない。	○		請願棄却
	97	91	VOs and GSCs must complete recurrent training every twelve calendar months in	VO および GSC は、第 135.343 条に従い、12 か月ごとに定期的な訓練を完了しなければ		○	修正

				accordance with § 135.343.	ならない。			
	98			VOs must be trained in accordance with the FAA-approved training program and evaluated by an approved check pilot or a designated FAA Operations Aviation Safety Inspector. For the evaluation, the grace month provision stated in § 135.301 applies. The operator must document the completion of these requirements in each of the VO's records. The evaluation must include the following areas: a. Duties and responsibilities as defined in the GOM to include normal and abnormal procedures; b. Use of checklists; c. Preflight inspection, if performed by the VO; d. Communication and coordination procedures (i.e., crew resource management) with the PIC and other operations personnel as described in the GOM and the Unmanned Flight Manual (UFM); e. General meteorology focused on cloud types and associated weather conditions that may be hazardous to the aircraft; f. Use of scanning techniques and the ability to identify and report to the pilot(s) any airspace hazards, aircraft distance from clouds, and any other reportable information as described in the GOM; g. Knowledge of the operational environment	<u>VO は、FAA 承認の訓練プログラムに従って訓練を受け、承認されたチェックパイロットまたは指定された FAA 運航航空安全検査官によって評価されなければならない。評価については、§ 135.301 に規定されている猶予月条項が適用される。運航者は、VO の各記録にこれらの要件の完了を記録しなければならない。評価には、以下の分野を含めなければならない。</u> a. 通常および異常な手順を含む GOM に定義された任務および責任 b. チェックリストの使用 c. VO が実施する場合の飛行前点検 d. 操縦士およびその他の運航要員との間の、GOM および無人飛行マニュアル (UFM) に記載されているような、コミュニケーションおよび調整手順 (すなわち、乗員資源管理) e. 航空機にとって危険となり得る雲の種類および関連気象条件に重点を置いた一般的な気象学； f. スキャニング技術の使用、および GOM に記載されているような、あらゆる空域の危険性、雲からの航空機の距離、その他の報告すべき情報の特定とパイロットへの報告能力 g. 運航環境 (空港、使用中のヘリポート/航路、病院など) に関する知識、および運航に関する状況認識を維持する能力、および h. VO がパート 135 以外の運航者の VO としての役割を担う資格を有する場合、パート 135 運航と、自身の責任に関連するその他の			

				(e.g., airports, active helipads/routes, hospitals) and the ability to maintain situational awareness for the operation; and h. If the VO is qualified in a VO role for the operator outside of part 135, knowledge of operational differences between the part 135 operations and any other authorized operations that pertains to his or her responsibilities.	認可運航との運航上の相違に関する知識			
	99			GSCs must be trained in accordance with the FAA-approved training program and evaluated by an approved check pilot or a designated FAA Operations Aviation Safety Inspector. For the evaluation, the grace month provision stated in § 135.301 applies. The operator must document the completion of these requirements in each of the GSC's records. The evaluation must include the following areas: a. Duties and responsibilities as defined in the GOM to include normal and abnormal procedures; b. Use of checklists; c. Preflight inspection, if performed by the GSC; d. Communication and coordination procedures (i.e., crew resource management) with the PIC and other operations personnel as described in the GOM; e. General meteorology focused on cloud types and associated weather conditions that	認可運航との運航上の相違に関する知識 <u>GSC は、FAA 承認の訓練プログラムに従って訓練を受け、承認されたチェックパイロットまたは指定 FAA 運航航空安全検査官による評価を受けなければならない。評価については、§ 135.301 に規定されている猶予月条項が適用される。運航者は、これらの要件の完了を GSC の記録ごとに文書化しなければならない。評価には、以下の分野を含めなければならない。</u> a. 通常および異常な手順を含む GOM に定義された任務および責任 b. チェックリストの使用 c. GSC が実施する場合の飛行前点検 d. GOM に記述されているように、機長およびその他の運航要員とのコミュニケーションおよび調整手順（すなわち、乗員資源管理） e. 航空機にとって危険となり得る雲の種類および関連気象条件に重点を置いた一般的な気象学 f. 航空空域の危険性、航空機と雲との距離、および GOM に記載されているその他の報告すべき情報を特定し、パイロットに報告する			

			may be hazardous to the aircraft; f. The ability to identify and report to the pilot(s) any airspace hazards, aircraft distance from clouds, and any other reportable information as described in the GOM; and g. Knowledge of the operational environment (e.g., airports, active helipads/routes, hospitals) and the ability to maintain situational awareness for the operation.	能力。 g. 運航環境（空港、使用中のヘリポート/ルート、病院など）に関する知識と、運航状況を把握する能力			
	100	なし	Records of each VO and GSC, by full name and the date when the VO or GSC training was completed, must be maintained by the petitioner, and made available to the Administrator upon request.	各 VO および GSC の記録は、氏名と VO または GSC トレーニングを完了した日付を記載し、申請者が保管し、要求に応じて管理者に提出しなければならない。		○	新規追加
	101		Each VO must be able to see all potential hazards with vision that is unaided by any device other than corrective lenses.	各 VO は、矯正レンズ以外の補助具を使用せずに、潜在的な危険をすべて視認できなければならない。			
	102	95	If personnel other than the PIC perform preflight inspections, these personnel must have, and maintain in their possession, either of the following: a. A valid Remote Pilot Certificate with completed training and authorization by the certificate holder to conduct preflight inspections, or b. A Repairman Certificate issued by the operator with authorization to perform preflight tasks.	PIC 以外のクルーが飛行前点検を実施する場合は、当該人員は以下のいずれかを所持し、常時携帯していなければならない。 a. 訓練を修了し、飛行前点検を実施する権限を有する有効な操縦士証明書、または b. 運航者発行の修理士証明書で、飛行前点検を実施する権限を有するもの		○	修正

付録 2：Zipline に発行された 19111D の更新点

Zipline は 2024 年 12 月に 19111D を取得し、Amazon に出された 18601D をベースとした 19111C からの Exemption の更新があった。この Zipline への Exemption を受けて、Part135 運航を行う他事業者に対しての Exemption の更新は確認されていない。更新の内容については、新規の C&Ls の追加はなく、Zipline からの要請により、19111C から C&Ls の修正・削除が実施されたほか、FAA 主導による C&Ls の修正・削除があった。

Ziplineが取得したExemption 19111D

C&Lsの変更の概要

C&Ls	Zipline主導	FAA主導
No.2		✓
No.9		✓
No.16		✓
No.21	✓	
No.24	✓	
No.35	✓	
No.39	✓	
No.43	✓	
No.44	✓	
No.45	✓	
No.51		✓
No.53	✓	
No.66	✓	
No.68		✓
No.82	✓	
No.92	✓	

Exemption No. 19111D is available under Document ID [No. FAA-2020-0499](#) on the Regulatory Docket

Exemption 19111D の概要 ※図中の C&Ls の番号は 19111C のもの

19111D の No.79 で GSC (地上支援要員)と VO の業務をテクノロジーで代替できるように修正が行われたほか、19111C の No.92 の第 3 種の航空身体検査証明書が、UAS が高度に自動化されていることを理由に削除される等、Zipline で行われている運航の実態に即して C&Ls の合理化されたことが、19111D における大きな変更点として挙げられる。

19111C から 19111D への主な変更点を示す。なお、変更点は①要件が緩和されたもの ②要件が明確化されたもの ③技術進歩に合わせたもの の大きく 3 種類にカテゴライズされると考えられ、下表の変更点のカテゴリ一列に示している。

C&Ls の変更の概要一覧表

1911D C&Ls No.	1911C C&Ls No.	変更点概要	変更点の カテゴリー
2	2	CAMP (Continuous Airworthiness Maintenance Program) ^{※1} が AAIP(Aproved Aircraft Inspection Program) ^{※2} を補完するとの理由か ら、AAIP によって維持されなければならないとの記載を削除する形 に、C&Ls が修正された。 ※1 証明保有者 (Part135 保有者のことを指す)/プログラム管理者によって 開発されたメンテナンスプログラム。FAA 発行の運航規定により使用 許可される ※2 承認された航空会社が航空機検査要件を満たすために、特定のニーズに 合わせて開発したプログラム	①要件が緩 和されたも の
9	9	UA オペレーションのリスクを承知している旨をオペレーションに参加 する者 (オペレーターから荷物の受け取りをする顧客)の同意が必要で あったが、Zipline から配送方法や負傷リスクを最小限に抑えるための 指示を顧客に提供する形になり、同意とそのフォームの保管は不要の形 に、C&Ls が修正された。	①要件が緩 和されたも の
削除	16	UAS Facility Map 内のオーソライズドセル (authorized cell)から飛行が 逸脱した際の報告(逸脱した距離、時間、解決策)の Flight Standards Office への共有が不要になり、C&Ls が削除になった。 ※Controlled airspace では上記共有が必要とされるが、Class G 空域で行 われる運航とは無関係のため、削除された	
20	21	自動的または手動で遅延またはキャンセルされた運航数の報告につい て、手動による件数の記載は不要の形に、C&Ls が修正された。 ※PIC の作業量を考慮して、報告すべき条件を明確にすべきとの Zipline の要求を受け入れる形で、システム主導によるものを対象にし た また、様々な要因より引き起こされることを明確にする意図で、当該 C&Ls(j)の 6 秒を超える時間航空機を確実に制御ができなかった場合の 発生回数と発生の持続時間の報告の文言に「for any reasons」が追記さ れる形に、C&Ls が修正された。	②要件が明 確化された もの
23	24	Zipline の提案は却下	
34	35	Zipline の提案は却下	
38	39	GCS に表示される情報は、FAA の承認の代わりに、Zipline の承認済み マニュアル (Zipline's accepted manuals)に記載される形に、C&Ls が修 正された。 ※19110 及び 19111 を許可した当初は D&R プロセスにより評価される (型式認証プロセスに沿った厳格なアプローチ)想定であったが、Zipline の GOM および CAMP が FAA による承認と同等の safety outcome に 達したと判断されたことが理由	①要件が緩 和されたも の
42	43	UA および AE の構成管理文書 (CCD)について、FAA による承認の代 わりに、Zipline のマニュアルシステムに記載されたプロセスおよび手 順に従って管理していく形に、C&Ls が修正された。	①要件が緩 和されたも の
削除	44	19111C では AE の CCD の管理方法を独立して記載していたが、 19111D の 42 に統合される形になり、C&Ls が削除になった。	①要件が緩 和されたも の

43	45	AE の変更は FAA に承認されたプロセスで管理され、変更を実施する際には FAA の承認が必要であったが、UA および AE の変更は、Zipline のマニュアルシステムに記載されている手順と手続きに沿って、管理する形に、C&Ls が修正された。	①要件が緩和されたもの
削除	51	Part 135 サブパート J で内容はカバーされることから、C&Ls が削除になった。	①要件が緩和されたもの
50	53	UA に対する大規模修理・改造・構成変更について、FAA の承認を得る形から、Zipline のマニュアルシステムに記載されている手順と手続きに沿って、管理する形に、C&Ls が修正された。	①要件が緩和されたもの
63	66	Class G 空域における VFR 運航で、地上の視程は最低 1 マイルで UA は雲から離れていなければならないとしていたが、視程や雲からの離隔に関する記載が削除される形に、C&Ls が修正された。 ※Zipline が提出した安全リスク分析（高度 400 フィート以下で空港から離れた場所での、低視程下の運航は、有人機との遭遇のリスクが大幅に低下する）を FAA が同意したことが理由	③技術進歩に合わせたもの
65	68	差分なし （FAA 発行 Exemption 内の変更点一覧には記載があるが、過去 Exemption と照合すると差分がない）	
79	82	地上支援要員（GSC）の業務または、空中の衝突回避に関係しない VO の業務がテクノロジーによって達成される場合は、Zipline の承認済みマニュアルに記載する旨が追記される形に、C&Ls が修正された。 ※GSC や VO の業務をテクノロジーで代替できるようになった	③技術進歩に合わせたもの
削除	92	Class G 空域における VFR 運航で、地上の視程は最低 1 マイルで UA は雲から離れていなければならないとしていたが、視程や雲からの離隔に関する記載が削除される形に、C&Ls が修正された。 ※Zipline が提出した安全リスク分析（高度 400 フィート以下で空港から離れた場所での、低視程下の運航は、有人機との遭遇のリスクが大幅に低下する）を FAA が同意したことが理由	③技術進歩に合わせたもの