

無人航空機の多数機同時運航を
安全に行うためのガイドライン
第一版

令和7年3月

国土交通省航空局安全部無人航空機安全課

目次

1章 背景

2章 想定する運航の概念

3章 多数機同時運航に係る各種要件並びに想定される運航リスクの検証及び対策例

- (1) 機体の要件
- (2) 操縦者の要件
- (3) 運航管理の要件
- (4) 運航リスクの検証と対策例

4章 追加で作成すべきマニュアル類

付録 多数機同時運航の普及拡大に向けたスタディグループ 構成員

1章 背景

<はじめに>

無人航空機は既に農薬散布、空撮、測量、インフラの点検等の場で広く活用されている。既存の手段では困難であった、迅速で場所を選ばない物の輸送や空からの画期的な映像取得等を可能とし、人手不足や少子高齢化といった社会課題の解決や新たな付加価値の創造を実現する産業ツールとして期待されている。

2015年以降、累次の航空法改正等により、飛行の許可・承認制度、機体の登録制度、機体認証制度・操縦ライセンス制度等が創設されるとともに、申請に係るシステム（ドローン情報基盤システム）の整備等が行われ、無人航空機の運航の拡大とともに運航の安全確保が図られてきた。こうして整備された制度を活用し、2023年3月には、レベル4飛行（有人地帯での補助者なし目視外飛行）が実現した。さらに、同年12月には、技術の進歩等を踏まえ、レベル3飛行（無人地帯での補助者なし目視外飛行）に求められる立入管理措置に要する負担を大幅に軽減することを可能にするレベル3.5飛行の制度を創設し、これによる初飛行が実現した。

このような中で、無人航空機の事業化や社会実装をより一層進めるためには、少人数で多数の無人航空機を運航できるようになることで運航の効率化や事業採算性の向上をもたらす、操縦者が操縦者よりも多数（1人の操縦者が複数の無人航空機を運航するケース（いわゆる1:N運航）も、複数の操縦者が操縦者数よりも多い複数の無人航空機を運航するケース（いわゆるM:N運航）も想定される。）の無人航空機を自動操縦等により同時運航する多数機同時運航（以下単に「多数機同時運航」という。）の普及拡大が必要であるとの意見が挙げられており、一部で先行的に多数機同時運航の実証飛行が行われていた。しかしながら、航空法に基づく無人航空機の規制体系において多数機同時運航に特化した安全要件等は特段定められておらず、各事業者等が現行の規制体系下で独自に安全対策を講じてそうした先行的な実証が行われていた状況であった。

こうした状況を踏まえ、本ガイドラインは、無人航空機の運航の安全確保を最大限図りつつ、無人航空機の事業化や社会実装を推進することを目的に、航空法に基づく無人航空機の規制体系下において、安全に多数機同時運航を行うための要件等を指針（ガイドライン）としてまとめたものであり、2024年10月に設置された「多数機同時運航の普及拡大に向けたスタディグループ」における検討を経て策定したものである。無人航空機の運航者は、多数機同時運航を行う際は本ガイドラインに沿って申請を行うことが強く推奨され、対策一式を実施すること

が求められる。また、本ガイドラインに沿った多数機同時運航は、操縦者のみで完結するものではないことから、組織として本ガイドラインに沿って十分な安全上の対応をとることができる主体によって実施されることが望ましい。

なお、本ガイドラインはこれまでに先行して実施されていた多数機同時運航の実証等の事例を踏まえて第一版として策定したものであり、今後、本ガイドラインを踏まえた多数機同時運航の実施により得られた知見やより高度な運航形態や自動化を踏まえ、随時見直しを図っていくものとする。また、特定飛行の許可・承認において多数機同時運航の要件をどのように取り扱うかという観点において、「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」における本ガイドラインの位置づけや本ガイドラインに含まれる要件の当該審査要領への反映等についても、本ガイドラインに準拠した多数機同時運航の実施により得られた知見に加えて、本ガイドラインの更新の状況等も踏まえて随時検討を進めることとする。

<現在の多数機同時運航と将来的な運航のあり方>

現在まで国内で行われている多数機同時運航においては、「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領（カテゴリーII飛行）」（以下「審査要領」という。）に記載されている機体の要件への適合がなされれば、機体に対しては多数機同時運航に特化した追加の要件が課されることはなく、操縦者や運航管理（無人航空機を飛行させる際の安全を確保するために必要な仕組み、体制等をいう。以下同じ。）について、周到に準備、実施、評価、改善を行うことによって安全な運航を実現している。

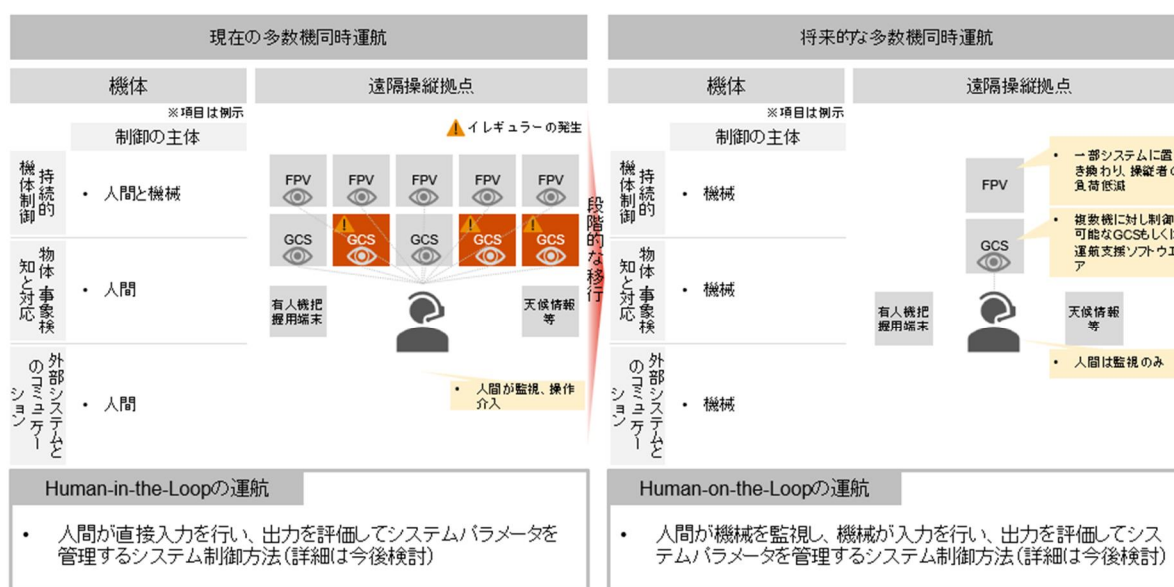
事例として観察されている多数機同時運航では、レベル3または3.5飛行（無人地帯かつ目視外飛行）での運航が主となっている。運航に際しては、空中リスク及び地上リスクに対し対策を講じる必要があるが、空中リスクへの戦術的対策（審査要領4-3-1（7）及び（8））及び第三者の上空で無人航空機を飛行させないこと（審査要領4-3-1（1））に対する対策^{*1}は、「機体に取り付けられたカメラによって人間が安全を確認し、必要に応じて対応する手法」によって実施されている。カメラによって確認する手法以外にもデジタル技術を活用するような手法は存在し、審査要領はそれらを制限するものではないが、そのような手法が実際に運航に活用された事例は限定的であり、現時点では適切な評価の上安全に係る要件等を検討できる段階には至っていない（2025年3月現在）。

そのような「機体に取り付けられたカメラによって人間が安全を確認し、必要に応じて対応する手法」を対策として用いる場合、多数機同時運航ではその機体数分の機体に取り付けられたカメラによる確認及び対応が必要となることから、操縦者に対する機体数には自ずと上限があると考えられるところ、本ガイドライン（第一版）においては、対象とする範囲について一旦の線引きをすることとし

た。これに当たっての考え方としては、先行的に実施された多数機同時運航の実例において最大 1:5 の飛行を実施した事業者より、「少なくとも 5 機より多い機数では現在実施可能な方法による監視の上限を超える可能性がある」との見解が示され、1:5 が本ガイドライン（第一版）の対象とする操縦者の視認を前提とした監視の限界に近いという実運航に基づく知見が得られていること、そうした飛行において安全上の問題が生じていないという実績も踏まえて、定性的ではあるものの判断したところである。多数機同時運航では、リスクの増加も想定されることから、リスクの検証と対策が必要である。なお、機体数の上限は、気象条件や電波条件等の運航する環境によっても変化することに留意すべきである。

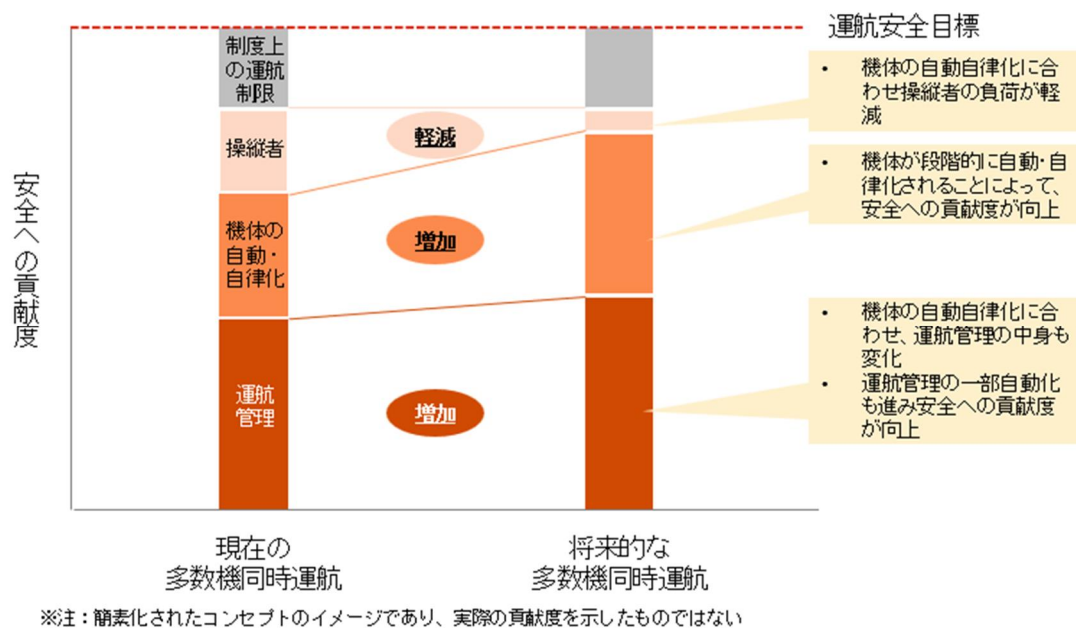
将来的には、機体の自動・自律化が段階的に向上すれば、合理的なリスク対策と合わせて機体数の増加が可能になる。

※ 1：審査要領 5－4（3）c）カ）に記載の立入管理区画を設ける場合は例外



参考:JARUS, "JARUS Methodology for Evaluation of Automation for UAS Operations"

多数機同時運航は、機体、操縦者、運航管理が複合的に絡み合うことによって実現される。機体の自動・自律化の度合いが向上すれば、操縦者の負荷は軽減され、運航管理のあるべき姿もそれに合わせて変化する。



2章 想定する運航の概念

本章では、本ガイドラインの対象範囲及び今後の対象範囲、多数機同時運航の形態と分類、飛行の許可・承認申請の流れについて取り扱う。

<本ガイドライン（第一版）の対象範囲>

- 第一版において対象とする運航の範囲については、多数機同時運航のルール整備の起点として、安全かつ一定の実用性があり実現が見込めるものに絞り込み、検討を進めることとした。すなわち、これまでに現行の審査要領に基づき許可・承認を得た上で、事業者等が現行の規制体系下で独自に安全対策を講じることで安全な運航が実証できているものを対象とした。
- 具体的には、第一版の対象範囲は、航空法に基づく飛行の許可・承認制度においてレベル3または3.5飛行により各機体独立形態^{※2}で1:5（操縦者1人に対して無人航空機5機、操縦者2人に対して無人航空機10機など）までの飛行を行うものとする^{※3}。レベル1または2飛行に該当するユースケース（例：ドローンショー）における多数機同時運航については、本ガイドラインの対象外とする。なお、多数機同時運航を実装可能な形で実施するには、自動操縦機能を活用することが不可欠と考えられる。
- また、第一版は、カテゴリーII飛行のうち、個別の飛行許可・承認を必要とする運航について取扱い、機体認証と無人航空機操縦者技能証明により個別の飛行許可・承認が不要となる場合の多数機同時運航の扱いについては令和7年度以降の検討対象とする。
- なお、本ガイドラインは飛行申請に向けた取組みの指針であり、1:5を超えるものやレベル4飛行による多数機同時運航について制限するものではなく、事業者

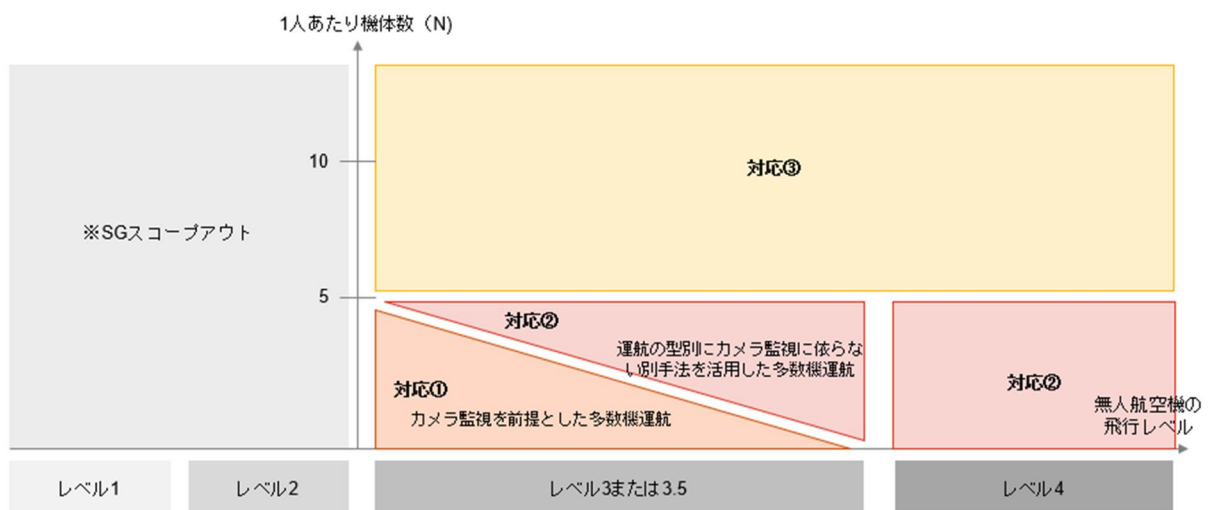
においては、個別審査での飛行の許可・承認取得後に飛行が可能となることに留意されたい。

※2：各機体が独立した制御下で飛行する形態

※3：機体認証制度・無人航空機操縦者技能証明制度に基づく多数機同時運航については、今後、本ガイドラインへの反映適否を引き続き検討









<今後の対象範囲>

- ・本ガイドラインは、今後、より高度な運航形態や自動化に対応していくべく、随時見直しを図り、対象範囲を拡大していく予定である。その際、機体の自動化の度合いに応じて機体数の段階的な増加についても検討し、また機体数の増加にあたっては、リスク評価の観点を含め、合理的なリスク対策について検討していく必要がある。
- ・以下の表に示す対応②及び③の順序については、「多数機同時運航の普及拡大に向けたスタディグループ」で検討の後、決定する。



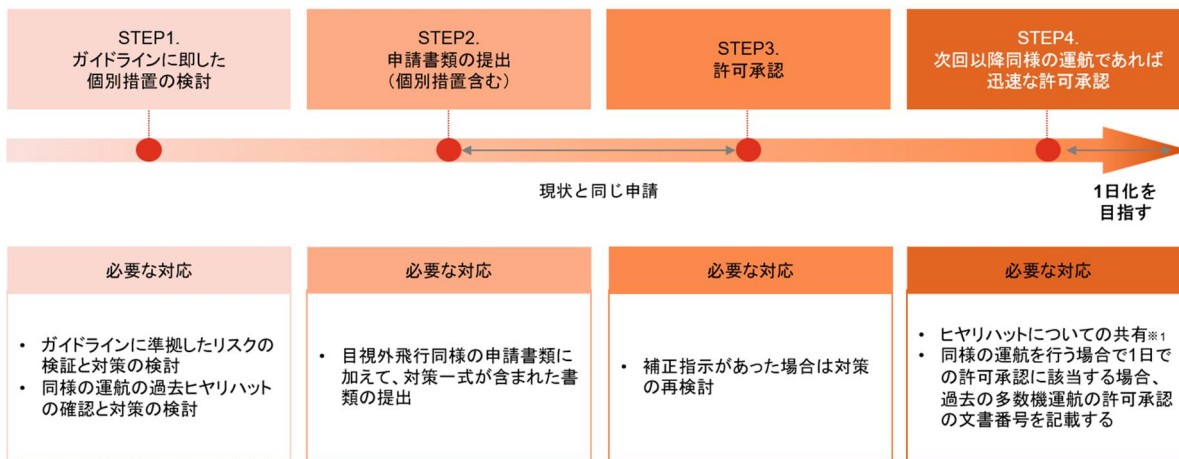
<多数機同時運航の形態と分類>

- ・多数機同時運航について、形態と分類の整理を行った。その内容について下記に示す。先導機のみを制御し、他機は追従する形態に関しては議論の優先度の観点から本ガイドライン（第一版）の対象外としている。
- ・本ガイドライン（第一版）で取り扱う各機体に独立した制御を実施する形態について、パターンごとの代表事例は別紙を参照されたい。

		★事例が確認できているパターン	
		先導機のみを制御し他機は追従する形態	各機体に独立した制御を実施する（できる）形態
イメージ	パターン①同一エリアでの一編隊飛行	パターン①同一エリアでの一編隊飛行  <small>※参考：MCCITによるドローン間士の遠隔通信で自動法証飛行実証（ただし目視内）</small>	★パターン①同一エリア内の多数機同時運航  <small>※参考：KDDIとJAL、レベル3の5機飛行によるドローンの対3機併同時運航の実証実証</small>
	パターン②同一エリアでの複数編隊飛行	エリアA 	★パターン②複数エリアでの1機運航 エリアA エリアB エリアC  <small>※KDDI2024年実証済</small>
	パターン③複数エリアでの一編隊飛行	エリアA エリアB 	パターン③複数エリアでの多数機同時運航 エリアA エリアB 
	パターン④複数エリア、同一エリアでの編隊飛行（上記パターンのハイブリッド）	エリアA エリアB 	★パターン④複数エリア、同一エリアでの多数機同時運航（上記パターンのハイブリッド） エリアA エリアB エリアC  <small>※JAL2024年実証済</small>
飛行の方法	目視外	目視外	目視外
運航リスクの例	<ul style="list-style-type: none"> UA-UAの衝突リスクの増加 先導機のトラブル発生時のリスク 後続機との通信途絶のリスク、等 	<ul style="list-style-type: none"> 不具合発生時に対応しきれないリスク 運航監視の負担増に伴うリスク 地上リスクの増加 複数空域で実施することによる空中リスクの増加 天候等の周辺環境リスクの増加、等 	

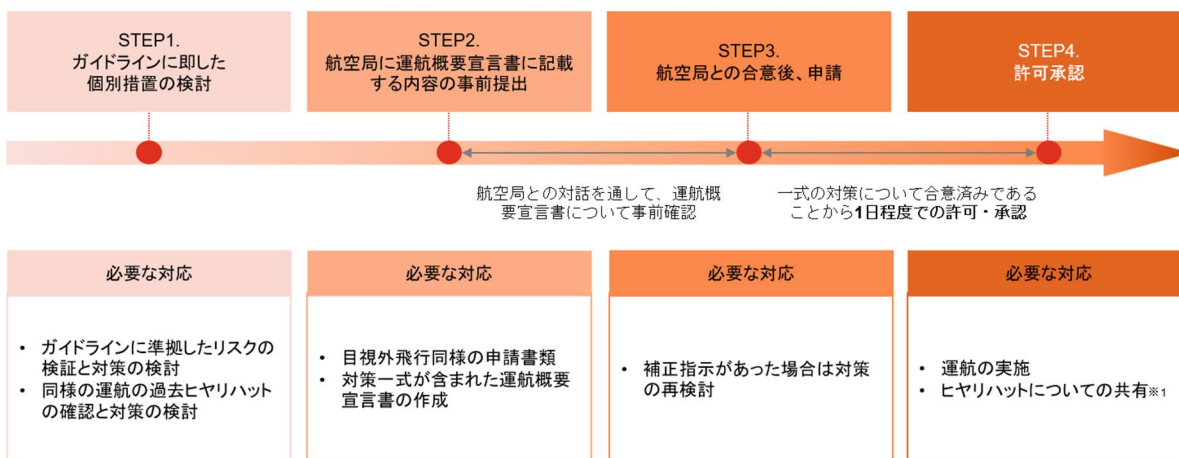
<飛行の許可・承認申請の流れ>

- ・レベル 3 飛行で多数機同時運航を行う場合、従来通りの審査を実施し、飛行の許可・承認が得られた場合、同様の運航であれば、過去の申請書文書番号を引用する形で許可・承認の 1 日化を目指す。追加で作成すべきマニュアル類の具体例については 4 章を参照されたい。



※1 有人機におけるVOICESの取り組み等を参考に検討

- ・レベル 3.5 飛行で多数機同時運航を行う場合、目視外飛行の延長ケースとして審査要領をベースとした同様の申請に加え、ガイドラインに記載の個別の措置について、その内容を運航概要宣言書に記載する対応が必要となる。運航概要宣言書の内容については航空局との事前合意が必要であり、不備等がなければ、申請は 1 日程度で許可・承認される。追加で作成すべきマニュアル類の具体例については 4 章を参照されたい。



※1 有人機におけるVOICESの取り組み等を参考に検討

3章 多数機同時運航に係る各種要件並びに想定される運航リスクの検証及び対策例

第一種機体認証を前提とするカテゴリーⅢ飛行において多数機同時運航を行おうとする場合は、使用機体の飛行規程等に基づき飛行させることが前提となることに對し、2章のとおり、本ガイドライン（第一版）の対象範囲が、レベル3または3.5飛行であることから、本章では、原則として審査要領を前提とした要件について、許可・承認申請の前提事項として留意すべき事項を記載する。

また、多数機同時運航において現在の審査要領における審査基準を明確化するためには更なる実績やエビデンスが必要となることから、以下、(1)から(3)においてはこれまでの先行事例を踏まえ、少なくとも適合すべき該当項目について記載する。

(1) 機体の要件

申請においては、審査要領の以下の項目に適合すること。ただし、機体の特性等に應じて考えられるリスクについては次項の運航リスクの検証及び対策例を参考に必要な対策を施すこと。

<審査要領の該当項目>

- 審査要領4-1-1 (5)
- 審査要領5-4 (1)

(2) 操縦者の要件

多数機同時運航を行うにあたり、審査要領で定められた要件に加えて具備すべき知識・能力、実施すべき訓練について記載する。

①知識の要件

次に掲げる知識を有すること。

- ・多数機同時運航固有のリスク (1:1による遠隔自動運航と比較して、異なるリスク)
(例)複数の不具合が同時発生する
同一運航主体が運航する機体同士が想定外の接近をする
- ・多数機同時運航に伴い増加するリスク (1:1による遠隔自動運航と比較して、増加するリスク)
(例)機体や周辺の状況について把握が不十分となる

②能力の要件

次に掲げる能力を有すること。

- ・異常が発生した機体への対応と、他の機体の運航監視を両立させること
- ・複数機で異常が発生しても当該不具合に同時に対応できること

③訓練の要件

次に掲げる項目について、机上訓練と実機訓練を実施すること。

- ・同時運航の機体数を段階的に増加させて、判断と操作に十分に慣熟すること
- ・正常な運航時の操作に加えて、緊急時の判断と操作に十分に慣熟すること

(3) 運航管理の要件

遠隔自動運航が前提となる多数機同時運航においては、運航に影響を与える要素に加え、複数の機体の操縦と監視を同時に行うことから、操縦者の負荷が増加するため、操縦者を支援する運航管理のうち、組織、運航システムが重要となる。必要な要件について以下にそれぞれ記載する。多数機同時運航においては操縦者のテクニカルなスキルだけではなく、状況把握、意思決定、ワークロード管理、チームの体制構築、正確な情報伝達等の重要性が高まる。

①組織の要件

次に掲げる要件を満たす組織であること。

- ・異常発生時の対応可能性を予め検証できること
- ・組織体制、無人航空機の飛行に直接的に関与している者（操縦者、現に操縦はしていないが操縦する可能性のある者、補助者等無人航空機の飛行の安全確保に必要な要員。以下「直接関与者」という。）の役割分担を予め明確化しておくこと
- ・ヒヤリハット等も含めた情報を運航者が内外に共有する体制を有すること

②運航システムの要件

- ・運航状況の把握や運航判断を容易とする操作画面や監視画面の配置とすること

(4) 運航リスクの検証と対策例

多数機同時運航を行うにあたり、想定される多数機同時運航固有または多数機同時運航に伴い増大するリスクについて実績に基づき検証し、それらに対する対策例を例示する。各運航者においては、本項で示した例を参考として、ユースケース等に応じたリスクの検証を行い、リスク対応策である不具合等の発生を防止する予防策と、発生時の影響を回避・低減する回復策の両方を行うことが求められる。

なお、本項で列挙したリスクとその対策例はあくまで一例であり、各運航者において独自にリスクの検証を行い、これらとは別に有効な対策を講じることを妨げるものではない。

運航リスクの検証と対策手法の検討にあたっては、リスクマネジメントの分析ツールの中から、本ガイドラインでは学会で提唱されているボウタイ（蝶ネクタイ）分析を参考にした。ボウタイ分析の詳細については、別紙を参照されたい。

以下の表では、多数機同時運航において特に留意すべき 3 件の不安全事象を抽出し、これらの不安全事象ごとに予防策と回復策の例を示した。表においては、左側に不安全事象につながる状況等の脅威ごとに、これらの脅威が不安全事象につながることを防止する予防策をまとめている。また表の右側においては、発生した不安全事象が進展した場合に最終的に帰結する事故等の事態ごとに、そのような事態に至ることを回避・低減する回復策をまとめている。表に対応したボウタイ分析の図は、別紙に記載した。

● 不安全事象①

<p>不安全事象</p>	<p>多数機同時運航中の運航監視において、機体や周辺の状況についての把握が不十分となる。</p>	
<p>不安全事象につながる脅威と予防策</p>	<p>想定される帰結と回復策</p>	
<p>■情報が多く複雑である</p> <ul style="list-style-type: none"> ・多数機同時運航を想定した机上訓練と実機訓練を実施する。 ・運航状況の把握や運航判断を容易とする操作画面や監視画面の配置とする。 ・ポップアップや音声通知等により、状況把握を容易とするシステムを用いる。例えば、バッテリー残量低下や風速が基準値を超えていることをわかりやすく表示するシステムを用いる。 <p>■ワークロードが集中する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・離着陸、道路横断等のタイミングが重複しないように、作業量を分散させる。 ・権限の所在を予め明確化し、直接関係者が連携して対応できるようにする。 <p>■1 機の遠隔自動運航と比較して、疲労が蓄積しやすい</p>	<p>■バッテリー残量が低下して墜落する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・予め緊急着陸地点を定め、緊急着陸させる。 ・第三者に危害を加えないよう、機体の墜落地点を調整する。 ・パラシュート等により落下の衝撃を緩和する。 <p>■立入管理措置が不十分となる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・権限の所在を予め明確化し、直接関係者が連携して対応する。例えば、現地の直接関係者が、退避を呼びかける。 	

<ul style="list-style-type: none"> ・操縦者一人当たりの担当機数の上限について検証の上予め定めておく。 ・連続して運航するフライト時間の上限を予め定めておく。 <p>■コミュニケーションが煩雑になる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運航に関する組織体制として、役割分担を明確化しておく。 ・明確で理解しやすい言葉を用いて、コミュニケーションする。 ・コミュニケーションスキルの訓練を実施し、効果的な情報伝達方法を習得する。 	
<p>機体や状況に不具合が発生する場合、特に複数発生する場合は、その深刻性に鑑みて以下のような対策が重要である。</p>	
<p>不安全事象につながる脅威と予防策</p>	<p>想定される帰結と回復策</p>
<p>■不具合が発生する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・不具合対応について、権限の所在を予め明確化し、直接関係者が連携して対応できるようにすることで、不具合対応をしつつ、他の正常な機体の運航監視を継続できるようにする。例えば、不具合対応は、別の直接関係者が担当するように予め定める。 ・コミュニケーションスキルの訓練を実施し、効果的な情報伝達方法を習得する。 <p>■複数の不具合が同時に発生する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複数の不具合対応について、対応可能性を検証の上、運航機数の上限を予め定めておく。 ・複数の不具合対応について、権限の所在を予め明確化し、直接関係者が連携して対応できるようにすることで、複数の不具合対応をしつつ、他の正常な機体の運航監視は継続でき 	<p>■不具合に対応している間、正常に運航している機体の監視ができず、墜落して人的被害や物損が生じる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・正常に運航している機体の監視が可能となるよう、状況を踏まえた対応方針を明確化する。例えば、正常に運航している機体を緊急着陸させて、監視可能な機体数とする。

<p>るようにする。例えば、不具合対応は、別の直接関係者が担当するように予め定める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コミュニケーションスキルの訓練を実施し、効果的な情報伝達方法を習得する。 	
--	--

● 不安全事故②

不安全事故	多数機同時運航中の機体について制御不能等が発生する。
不安全事故につながる脅威と予防策	想定される帰結と回復策
<p>■操縦装置の処理能力を超える</p> <ul style="list-style-type: none"> ・操縦装置の同時運航可能機数について、予め検証する。 <p>■通信が途絶する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・予め電波の現地調査を行う。 ・複数のキャリアや衛星通信を用いて、通信を冗長化する。 ・通信状況を容易に確認できるように、警告するシステムを用いる。 <p>■通信が干渉する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電波環境から一定空域内で許容される機体数について、当該空域で予め検証する。【1 地域で多数機同時運航】 <p>■GNSS が途絶する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・予め GNSS の現地調査を行う。 ・衛星の捕捉状況を容易に確認できるように、警告するシステムを用いる。 <p>■突風が発生する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・予め地域ごとの気象や地形の特性を十分に理解する。 ・気象状況を容易に判断できるように、警告するシステムを用いる。 	<p>■墜落して人的被害や物損が生じる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・異常発生時の対応の手順と役割について、対応可能性を検証の上予め明確化し、直接関係者が対応できるようにする。例えば、現地の直接関係者が、退避を呼びかける。 ・異常発生時の操縦権などの権限の所在を予め明確化し、直接関係者が対応できるようにする。例えば、他の直接関係者が操作介入する。 ・机上訓練と実機訓練により、緊急時の判断と操作を十分に慣熟する。 ・予め緊急着陸地点を定め、緊急着陸地点に着陸させる。 ・第三者に危害を加えないよう、機体の墜落地点を調整する。 ・パラシュート等により落下の衝撃を緩和する。
機体や状況に不具合が発生する場合、特に複数発生する場合は、その深刻性に鑑みて以下のような対策が重要である。	

不安全事故につながる脅威と予防策	想定される帰結と回復策
<p>■複数機体で同時に不具合が発生する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複数機体の同時不具合対応について、対応可能性を検証の上、運航機数の上限を予め定めておく。 ・権限の所在を予め明確化し、直接関係者が連携して対応できるようにする。例えば、不具合が発生した機体の対応は、別の直接関係者が担当するように予め定める。 ・コミュニケーションスキルの訓練を実施し、効果的な情報伝達方法を習得する。 	<p>■複数機体の同時不具合への対応が困難となり、墜落して人的被害や物損が生じる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複数機体の同時不具合を想定した対応の手順と役割について、対応可能性を検証の上予め明確化し、直接関係者が対応できるようにする。 ・対応可能な状況とするため、状況を踏まえた対応方針を明確化する。例えば、正常に運航している機体を緊急着陸させて、監視可能な機体数とする。 ・墜落により人的被害や物損を招き得る機体に注力して対処する。

● 不安全事故③

不安全事故	多数機同時運航中、同一運航主体が運航する機体同士が想定外の接近をする。【1 地域で多数機同時運航】
不安全事故につながる脅威と予防策	想定される帰結と回復策
<p>■通信が途絶する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・予め電波の現地調査を行う。 ・複数のキャリアや衛星通信を用いて、通信を冗長化する。 ・通信状況を容易に確認できるように、警告するシステムを用いる。 <p>■通信が干渉する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電波環境から一定空域内で許容される機体数について、当該空域で予め検証する。 <p>■GNSS が途絶する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・予め GNSS の現地調査を行う。 ・衛星の捕捉状況を容易に確認できるように、警告するシステムを用いる。 <p>■飛行ルートの設定を誤る</p>	<p>■機体が衝突・墜落して人的被害や物損が生じる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・異常発生時の対応の手順と役割について、対応可能性を検証の上予め明確化し、直接関係者が対応できるようにする。例えば、現地の直接関係者が、退避を呼びかける。 ・異常発生時の操縦権などの権限の所在を予め明確化し、直接関係者が対応できるようにする。例えば、他の直接関係者が操作介入する。 ・机上訓練と実機訓練により、緊急時の判断と操作に十分に慣熟する。 ・無人航空機に自動衝突回避システムを搭載する。

<ul style="list-style-type: none"> ・ 予め緊急時の飛行ルートを含めて重複や接近がないか確認する。 ・ 飛行ルートが近接する場合は、垂直方向・水平方向共に離隔を取り、飛行ルートを設計する。 ・ GNSS 誤差や通常の制御性能で想定すべき水平方向、垂直方向の逸脱量を確認し、飛行ルートを設計する。 ・ 設定した飛行ルートから一定距離の逸脱を認めた場合には警告を発出するシステムを用いる。 <p>■機体を取り違えて操作する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 指差呼称により、機体を確認する。 ・ シンプルで確実なフライトプランの登録手順を定める。 ・ 機体の操縦画面には対象の機体番号を表示するシステムを用いる。 <p>■操縦ミスが発生する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ それぞれの機体の特性を把握して、操作手順を策定する。【複数機種同時運航】 ・ 異なる機種 of 無人航空機を同時に操作する机上訓練を実施する。【複数機種同時運航】 ・ 無人航空機の操作を簡素化し、直接関与者が直感的に操作できるようなシステムを用いる。 <p>■突風が発生する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 予め地域ごとの気象や地形の特性を十分に理解する。 ・ 気象状況を容易に判断できるように、警告するシステムを用いる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第三者に危害を加えないよう、機体の墜落地点を調整する。 ・ パラシュート等により落下の衝撃を緩和する。
--	--

4章 追加で作成すべきマニュアル類

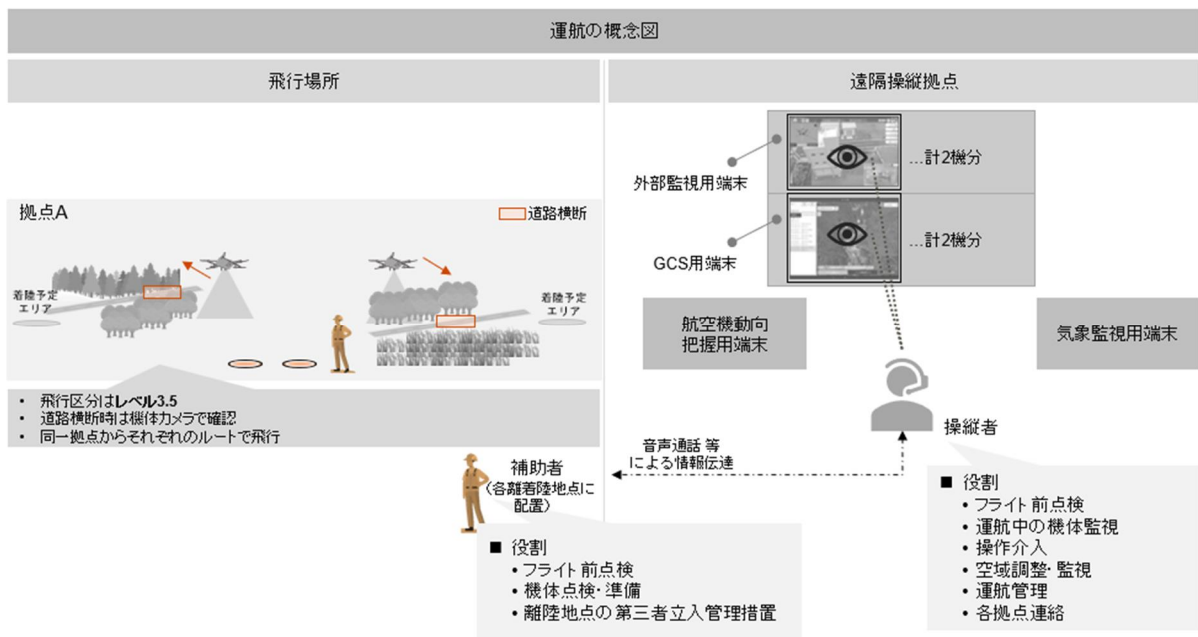
3章における内容も踏まえ、航空法に基づく飛行の許可・承認を申請する際の審査要領で求められている飛行マニュアルに加え、追加で作成すべきマニュアル類と記載事項について示す。マニュアル類の名称は例であり、記載事項はまとめて記載しても差し支えない。

マニュアル類の名称（例）	記載事項
運航マニュアル	<ul style="list-style-type: none">・ 直接関係者の選定要件・ 運航方針・ 運航における基準・ 事故・重大インシデント等への組織対応手順
通常時対応手順書	<ul style="list-style-type: none">・ 日常点検手順・ 事前準備手順・ 運航手順
緊急時対応手順書	<ul style="list-style-type: none">・ 想定される運航における異常事態及び緊急事態への対応手順
安全管理規程	<ul style="list-style-type: none">・ 安全方針と安全管理体制・ リスクマネジメント・ 安全推進・ 事故・重大インシデント等への組織対応方針
教育訓練・資格管理マニュアル	<ul style="list-style-type: none">・ 必要な教育の実施要領・ 訓練記録

<多数機同時運航の実施事例>

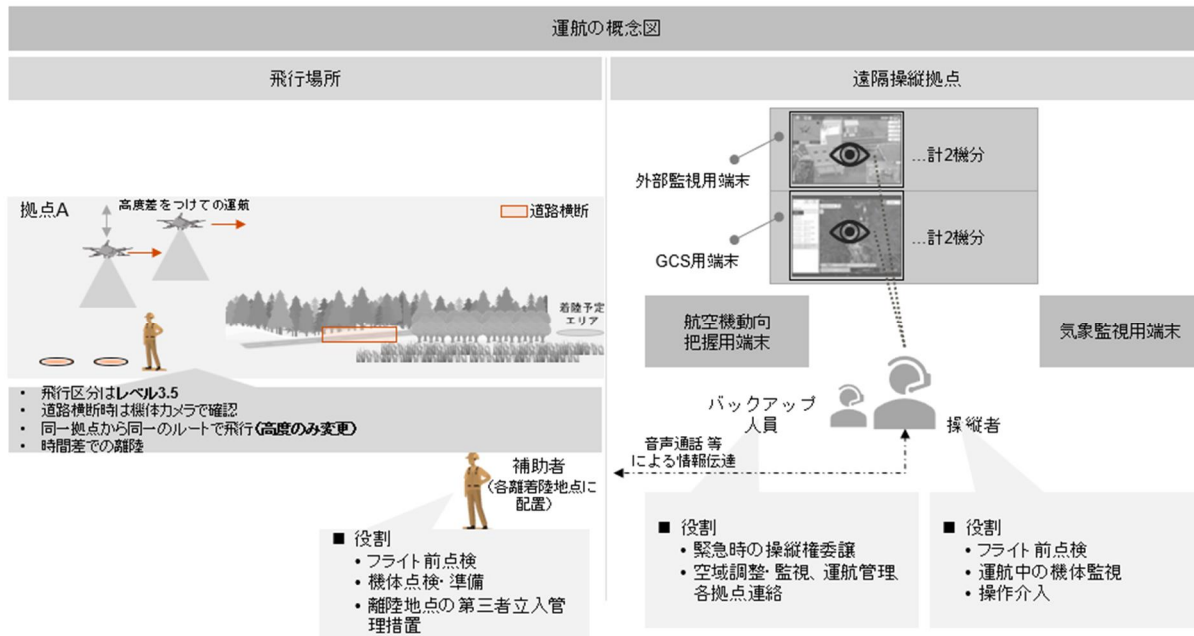
○各機体独立制御形態での飛行におけるパターン具体例；パターン①NEXT DELIVERY 事例

NEXT DELIVERY は、レベル 3.5 飛行で操縦者：機体比率 1:2 の運航を実施している。山梨県小菅村、北海道上士幌町にて、共同配送のための 1 拠点から異なる飛行ルートで 2 機の運航を行っており、飛行経路によってはそれぞれで道路横断を伴う場合もある。



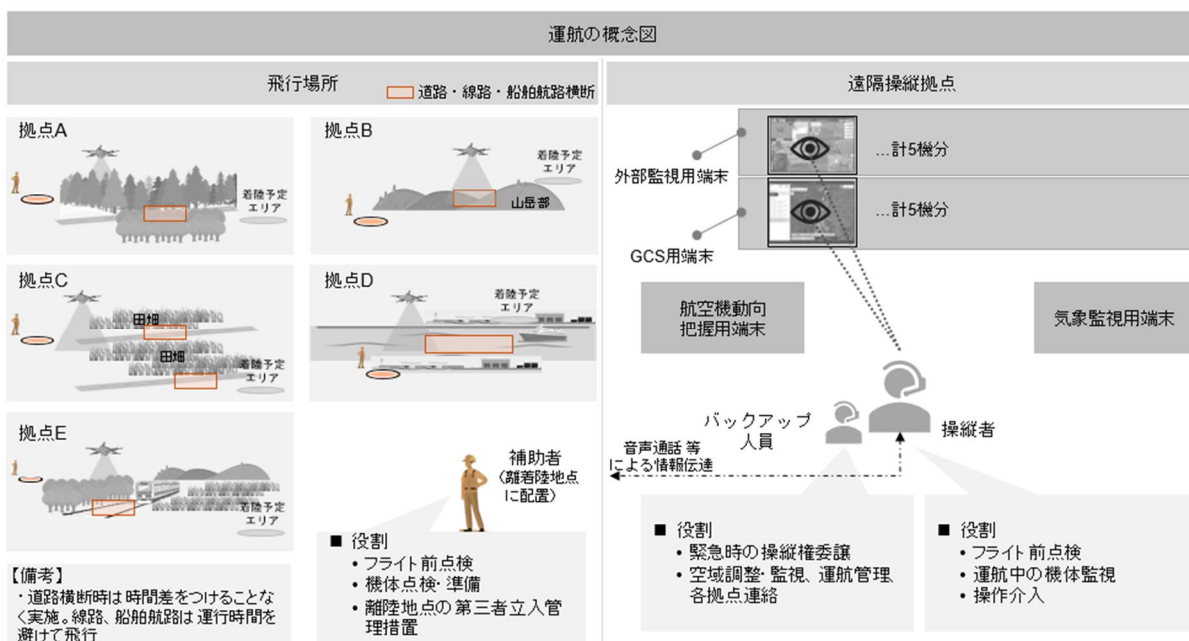
○各機体独立制御形態での飛行におけるパターン具体例；パターン①NEXT DELIVERY 事例

NEXT DELIVERY は、レベル 3.5 飛行で同一拠点から同一ルート（異なる飛行高度での運航）での 2 機運航を実施している。山梨県小菅村、北海道上士幌町をはじめ、石川県輪島市にて災害時の物資のピストン輸送を実施している。

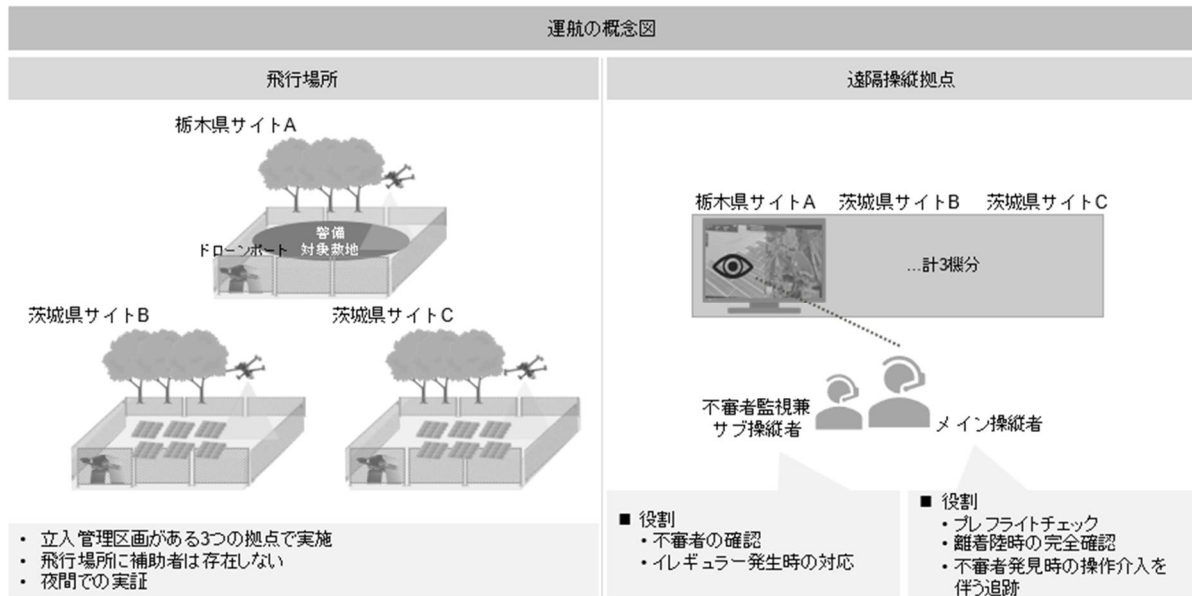


○各機体独立制御形態での飛行におけるパターン具体例；パターン①NEXT DELIVERY 事例

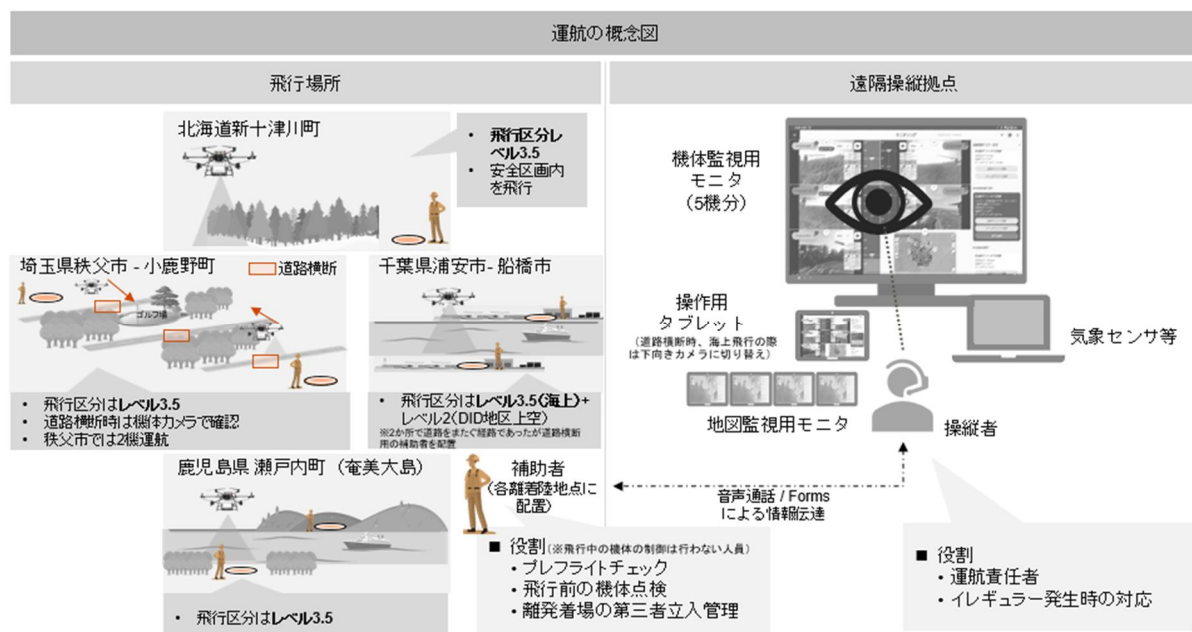
NEXT DELIVERY は、山梨県小菅村、北海道上士幌町を含む飛行拠点から最大 5 拠点で、レベル 3.5 飛行で操縦者：機体比率 1:5 の運航を配送依頼に合わせて実施している。



○各機体独立制御形態での飛行におけるパターン具体例；パターン②KDDI 事例
 KDDI は、NEDO の ReAMo プロジェクト（Realization of Advanced Air Mobility Project（次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト））による取組みの一つとして、レベル 3 飛行で操縦者：機体比率 1:3 の運航を行った。用途は、大規模太陽光発電施設の巡回・侵入警備である。立入管理区画のある 3 か所でそれぞれ 1 機ずつの運航を遠隔地から制御した。

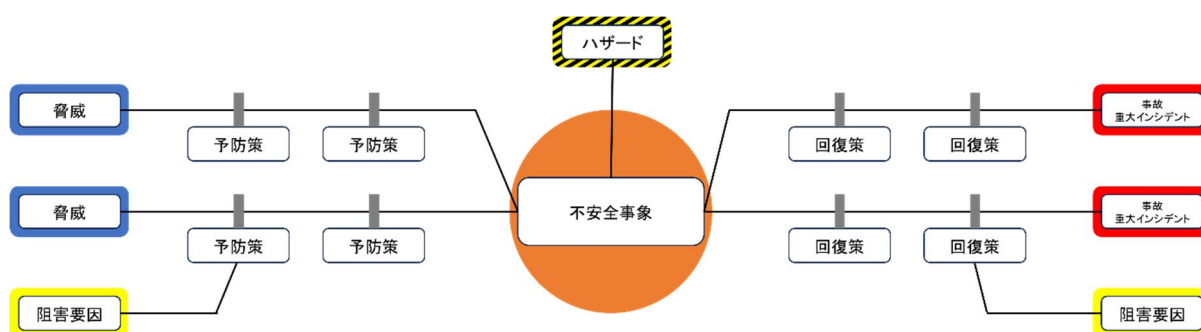


○各機体独立制御形態での飛行におけるパターン具体例；パターン④日本航空事例
 日本航空は、NEDO の ReAMo プロジェクトによる取組みの一つとして、レベル 3.5 飛行で操縦者：機体比率 1:5 の運航を行った。用途は物流配送を想定したもの。秩父では 2 機がそれぞれ 3 回の道路横断を行い、浦安・瀬戸内町では地上リスクの監視として、機上カメラにより海上船舶往來の確認を行った。



＜ボウタイ分析＞

ボウタイ分析は、学会で提唱されているリスク分析の手法である。この手法は、リスクの原因と結果を視覚的に示すために、ボウタイ（蝶ネクタイ）の形をした図を用いる。リスクが顕在化した事象や状況である不安全事象（トップイベント）に着目し、これをボウタイ（蝶ネクタイ）の中心に見立てる。不安全事象の引き金となる脅威（スレット）と不安全事象の発生を防ぐ予防策（プリベンティブバリア）を左側に置き、事故や重大インシデント（コンシーケンス）とこれに至ることを防ぐ回復策（リカバリーバリア）を右側に置くことで、リスクとこれへの対策を視覚的に分かり易く示したものである。



ボウタイモデルによるリスク分析の手順と例を以下に示す。

①ハザード（事故や重大インシデントにつながる可能性のある危険要素）の持つ潜在的な危険性が顕著化したものである不安全事象を特定して、中心に記載する。

（例）多数機同時運航中の運航監視において、機体や周辺の状態についての把握が不十分となる。

②不安全事象を引き起こす可能性のある要因である脅威を特定して、左端に記載する。

（例）情報が多く複雑である。

③不安全事象が発生した場合の事故や重大インシデントを特定して、右端に記載する。

（例）不具合に対応している間、正常に運航している機体の監視ができず、墜落して人的被害や物損が生じる。

④不安全事象の発生を防ぐ予防策を特定し、不安全事象の左側の脅威との間に記載する。

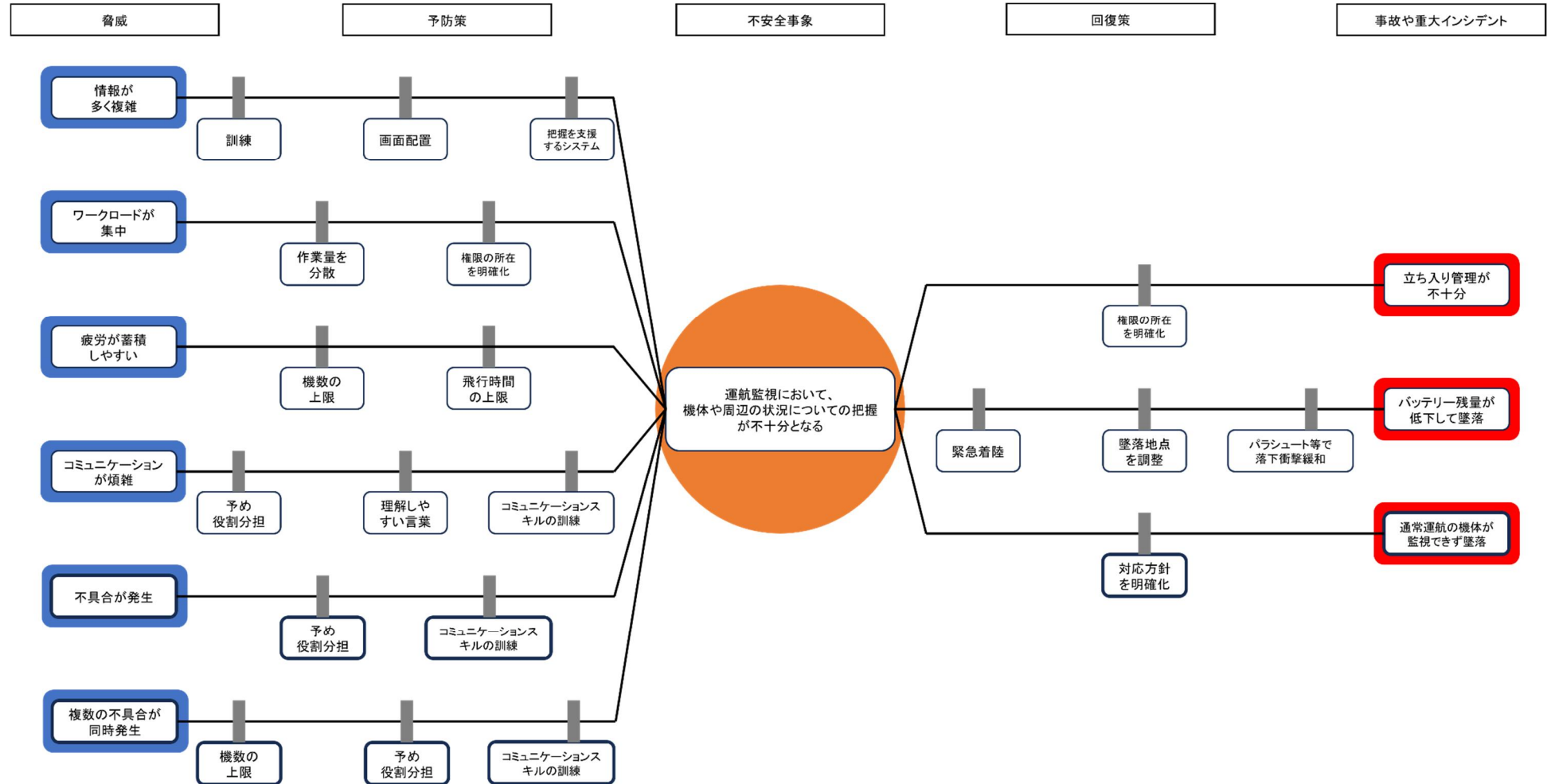
（例）運航状況の把握や運航判断を容易とする操作画面や監視画面の配置とする。

⑤不安全事象が発生した場合に、事故や重大インシデントに至ることを防ぐ回復策を特定し、不安全事象の右側の事故や重大インシデントとの間に記載する。

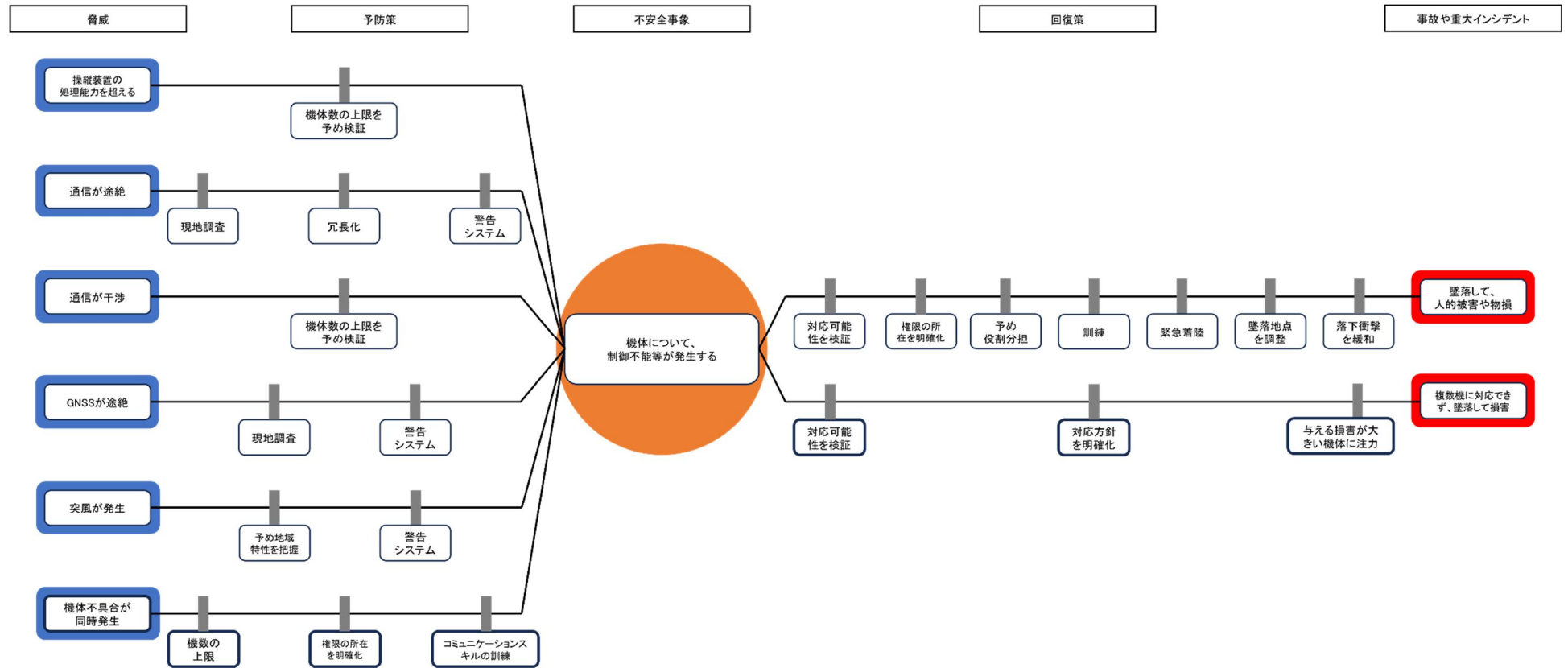
(例) 正常に運航している機体の監視が可能となるような状況とするため、状況を踏まえた対応方針を明確化する。例えば、正常に運航している機体を緊急着陸させて、監視可能な機体数とする。

⑥バリアの機能を弱める要素である阻害要因を特定する。

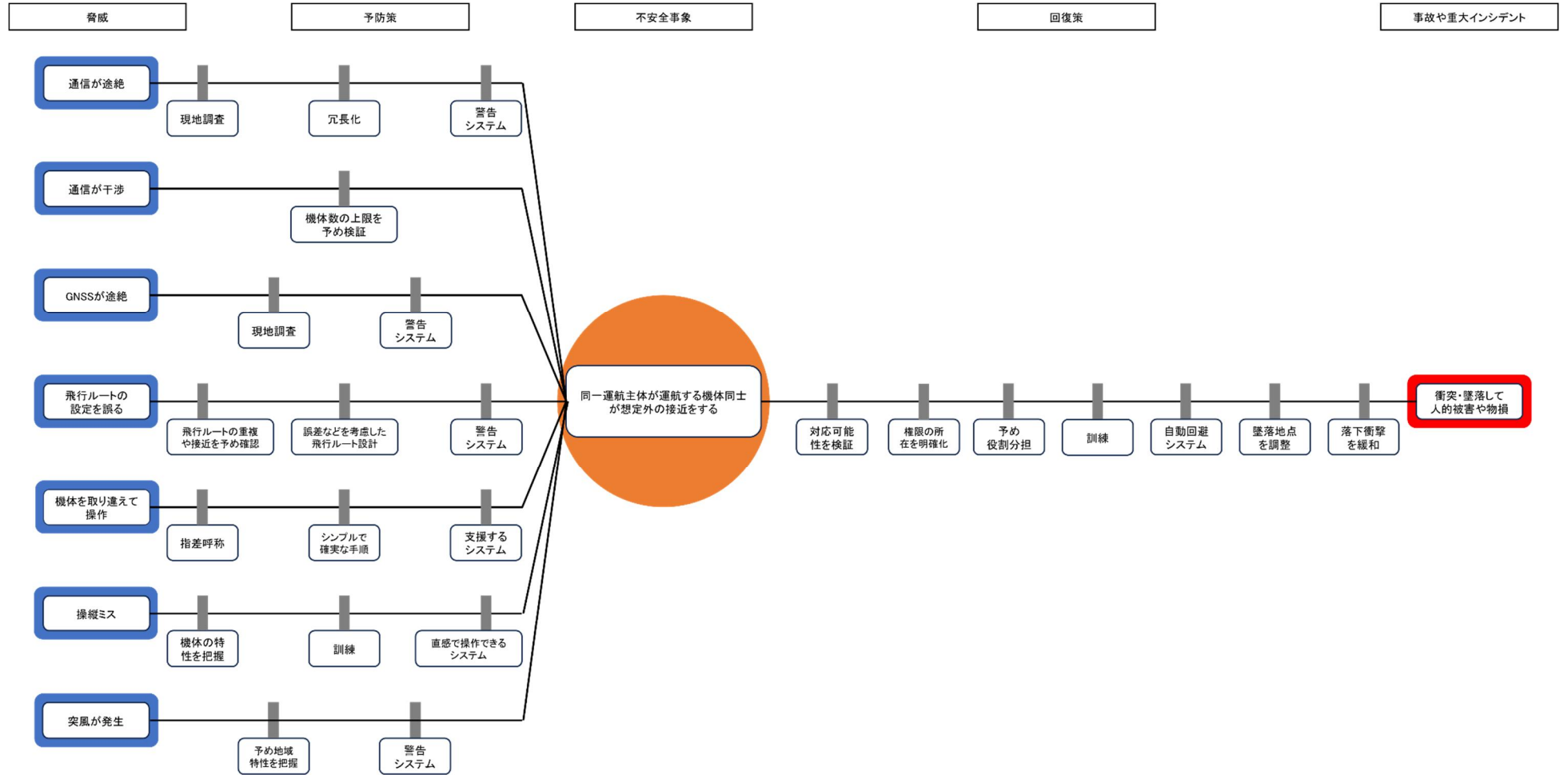
○不安全事象①：多数機同時運航中の運航監視において、機体や周辺の状況についての把握が不十分となる。



○不安全事故②：多数機同時運航中の機体について制御不能等が発生する。



○不安全事象③：多数機同時運航中、同一運航主体が運航する機体同士が想定外の接近をする。 【1 地域で多数機同時運航】



付録 多数機同時運航の普及拡大に向けたスタディグループ 構成員

【構成員名簿】（五十音順：企業名）

<メンバー>

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

<オブザーバー>

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

<事務局>

- 国土交通省航空局安全部無人航空機安全課

<事務局支援>

- 三菱総合研究所