

ReAMoプロジェクト

全体アーキテクチャ設計 ～検討状況説明会～

MRI 三菱総合研究所

2024年5月27日

本資料の構成と議論のポイント

● 目的と概要

● ビジネスレイヤ・アーキテクチャ

- 調査概要
- ドローンの検討
- 空飛ぶクルマの検討

- ✓ 関係するステークホルダとビジネス上の関係性はどのようなものか？
- ✓ ビジネスチャンスやボトルネックは何か？
- ✓ 他のステークホルダやビジネスモデル、異なる観点は無いか？

● ルールレイヤ・アーキテクチャ

- 調査概要
- ドローンに関する現行制度
- 空飛ぶクルマに関する現行制度
- ルールレイヤの俯瞰整理

- ✓ 皆様・業界に関係するルールにはどのようなものがあるか？
- ✓ 現状のルール上の課題、今後必要なルールは何か？

● 今後の検討方針

● (参考)成熟度レベルのフレームワークの検討経緯

目的と概要

プロジェクト名：次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト

研究開発の目的

- 労働力不足や物流量の増加に伴う業務効率化、コロナ禍での非接触化が求められる中、次世代空モビリティによる省エネルギー化や人手を介さないヒト・モノの自由な移動が期待されている。その実現には次世代空モビリティの安全性確保と、運航の自動・自律化による効率的な運航の両立が求められる。本事業ではドローン・空飛ぶクルマの性能評価手法の開発及び低高度空域を飛行するドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機がより安全で効率的な飛行を実現できる統合的な運航管理技術の開発を行うことで省エネルギー化と安全で効率的な空の移動を実現する。

プロジェクトの規模

- ・2024年度予算額 30.4億円(委託/助成)
- ・実施期間 2022～2026年度(5年間)

成果適用のイメージ



研究開発の内容

研究開発項目①「性能評価手法の開発」

(1) ドローンの性能評価手法の開発(委託)

航空法における第一種機体認証を中心に、機体・装備品や周辺技術の性能を適切に評価し、証明する手法等の開発を行う。

(2) 空飛ぶクルマの性能評価手法の開発(委託)

空飛ぶクルマの耐空性を証明するために、機体・装備品や周辺技術の性能を適切に評価し、証明する手法等の開発を行う。

(3) ドローンの1対多運航を実現する適合性証明手法の開発(委託)

ドローンの1対多運航を実現するために必要なリスクアセスメント手法等を研究開発項目①(4)の飛行実証例を参考にとりまとめ、適合性証明手法を策定する。

(4) ドローンの1対多運航を実現する機体・システムの要素技術開発(助成)

ドローンの1対多運航を実現するために必要な機体・システムの要素技術を開発し、1対多運航でカテゴリーⅢ飛行及びカテゴリーⅡ飛行の実証を行う。

研究開発項目②「運航管理技術の開発」

ドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機がより安全で効率的な飛行を実現できる研究開発(委託)

低高度空域を飛行するドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機がより安全で効率的な飛行を実現できる統合的な運航管理技術を開発する。具体的には、安全で効率的な飛行を実現できる運航管理のあり方について海外動向調査や国内の官民協議会等の議論を踏まえたアーキテクチャ設計、シミュレーターや実証等を通じた運航管理システム設計を行う。また、運航管理システムやセンサ等による衝突回避技術の開発、エコシステム構築に向けて実証等を通じたオペレーションの検証、将来的な自動・自律飛行、高密度化に向けた通信・航法・監視技術や運航を支援する地上システム・インフラ・データ提供技術等に関する開発を行う。

研究開発項目①「性能評価手法の開発」

(1) ドローンの性能評価手法の開発

(2) 空飛ぶクルマの性能評価手法の開発

(3) ドローンの1対多運航を実現する安全性評価手法の開発

(4) ドローンの1対多運航を実現する機体・システムの要素技術開発

研究開発項目②「運航管理技術の開発」

ドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機の空域共有のあり方の検討・研究開発
【研究開発要素】

(A) 運航管理システム・衝突回避技術の開発

(B) エコシステム構築に向けたオペレーション検証

(C) 自動・自律飛行、高密度化に向けた技術開発

調査項目①

「海外制度・国際標準化
動向調査」

調査項目②

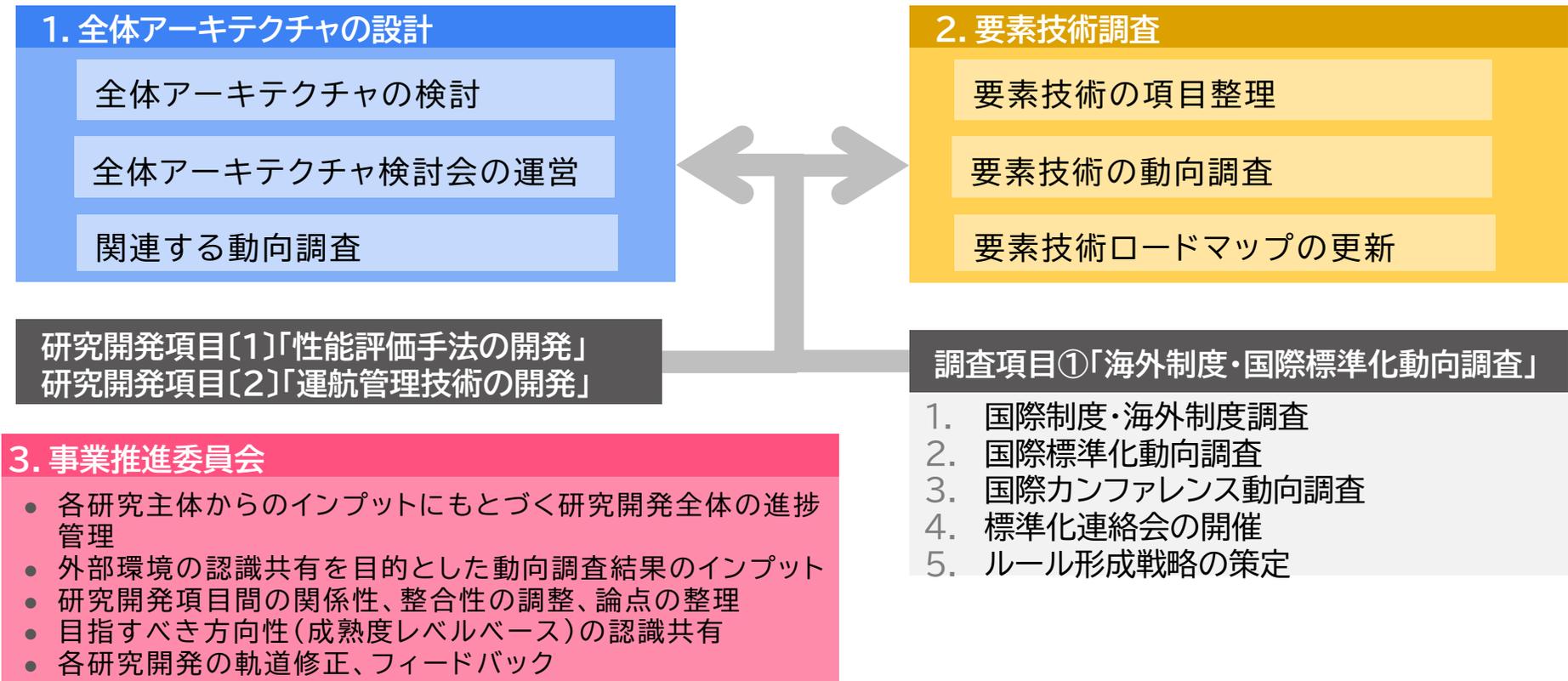
「全体アーキテクチャ・
要素技術調査」

調査項目③

「国内外への成果発信」

「全体アーキテクチャ・要素技術調査」の概要

- 成熟度レベル2～4を対象に低高度空域サービスの全体アーキテクチャを検討し、今後の段階的なサービス実装に必要なステップをデザインするとともに、これを実現するために必要な要素技術のロードマップを策定し、今後の技術戦略を取りまとめる
- 初年度に仮説としての全体像の素案と5年間の更新計画を策定し、以降、計画に沿って調査・検討を進める。
- 他の調査項目、研究開発項目の実施者と綿密に連携しながら検討を進める。



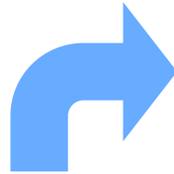
「全体アーキテクチャ・要素技術調査」のスケジュール



成熟度レベルに対応した実現イメージ

成熟度レベルの向上により、運航に対する人の関与が低減し、特に都市部では運航密度が向上。より身近な、日常生活に近い場所における利用が進展。

- 商用運航の開始
- 空港からの2次交通等への活用
- 機上のパイロットが操縦、低頻度な運航
- 離着陸場は人口密集地の外部が中心



成熟度レベル4のイメージ

- 都市部での高密度な運航の実現、空飛ぶクルマ専用区域の飛行
- 自動化が進展し、パイロットは搭乗せず遠隔から監視・制御
- ビル屋上に離着陸場が多数設置、大規模空港にも効率的に乗り入れ



成熟度レベル6のイメージ

- 人の関与が不要な自律飛行が可能となり、自由な空の移動が実現
- 住宅近隣など、身近な場所からいつでも空飛ぶクルマの利用が可能
- 旅客輸送サービスに加え、個人による自家用機の利用も進展

成熟度レベル2のイメージ



全体アーキテクチャ検討のコンセプト

成熟度レベル2
(2025年頃～)

成熟度レベル3
(2020年代後半～)

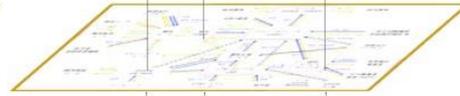
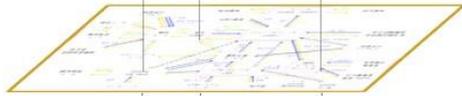
成熟度レベル4
(2030年代～)

運航レイヤ



運航を実現するシステム
アーキテクチャ

ビジネスレイヤ



ステークホルダ間のヒト・
モノ・カネの流れ

ルールレイヤ



安全確保に関する法令・
標準規格等の体系

サービス開始当初の低密度
運航

サービス拡大期の運航密度
向上、収益性の確保

自動化レベルの向上に伴う
高密度運航、収益性の向上

成熟度レベルの変化に対応したアーキテクチャの変遷を整理

<全体アーキテクチャ検討の目的>

- 低高度空域サービスの産業構造を把握し、今後の産業発展に向けた施策検討に寄与すると共に、国際競争力の向上に向けたアーキテクチャ戦略、技術戦略、国際標準化戦略の策定に寄与する。
- 低高度空域サービスのシステム全体の整合性を確保し、ステークホルダ間で共有することで、安全性確保と産業発展の双方に資するルール整備に寄与する。

全体アーキテクチャの位置づけ

本アーキテクチャでは、低高度空域サービスのシステム全体について、運航、ビジネス、ルールの観点から全体像を俯瞰的に整理。



- **ステークホルダ間で共有することで、各種論点に対する議論を促進し、共通認識の醸成、合意形成に資する。**
 - 論点例：技術開発、標準化、新規サービス、投資、ボトルネック、制度設計、等
- **低高度空域サービスに関心を持つ新規ステークホルダに対し、サービスの全体像を示すことで、参入の端緒となる情報を提供する。**

なお、本アーキテクチャは将来像の一例を示しており、実際のアーキテクチャは今後ステークホルダ間の議論を通じて必要に応じ更新されていくことを想定。

本報告のスコープ

- ビジネスレイヤ：一定程度事業が成立する「成熟度レベル3」を対象整理
- ルールレイヤ：現状のルール(≒「成熟度レベル2」相当)を整理

	成熟度レベル2	成熟度レベル3	成熟度レベル4
運航レイヤ	2024年度	2024年度	2025-26年度 検討予定
ビジネスレイヤ	2024年度	本報告対象 (2023年度検討)	2025-26年度 検討予定
ルールレイヤ	本報告対象 (2023年度検討)	2024年度	2025-26年度 検討予定

ビジネスレイヤ・アーキテクチャ

調査概要

ビジネスレイヤ・アーキテクチャの調査概要

● 検討の目標

- 低高度空域サービスに関するステークホルダと、ステークホルダ間のビジネスの関係性(サービス・モノ・カネの流れ)を明らかにし、ステークホルダ間で共有可能な形に整理する。
- ステークホルダの全体像を俯瞰し、ビジネス上のボトルネックや課題の分析に寄与する。

● 調査方法

- 低高度空域サービスのステークホルダに対してヒアリング調査を実施する。
- 成熟度レベル3 = 2020年代後半の技術的な前提条件を見定めた上で、関係するステークホルダの過不足を精査すると共に、各ステークホルダのビジネスモデル(金とモノ・サービスの流れ)を精査する。
- 各ステークホルダのビジネスモデルについては、複数パターンの可能性を含めて整理する。

● ヒアリング調査事項

- 成熟度レベル3のユースケース実現に向けた技術課題と技術レベルの到達見通し
- 成熟度レベル3における必要なステークホルダとサービス・機能(過不足の精査)
- 各ステークホルダの事業参入意向、ビジネスモデル

主なヒアリング事項

目的	質問事項
ビジネス展開の構想と課題抽出	サービス展開の構想・方針(2025年、2030年、それ以降)
	有力なユースケース、計画しているユースケース
	運用するシステム構成
	今後の事業展開における課題 (※成熟度レベル3で事業性が成立するためのポイント・ボトルネック)
ビジネス面の課題と対策の深堀	サービス料金、コスト因子、収益性の課題・見通し
	運用体制の課題と対策
	外部連携の課題と対策
ビジネスレイヤ・アーキテクチャのブラッシュアップ	カネ・モノ・サービスの流れの確認
	ステークホルダの抜け漏れ、細分化の確認
	ステークホルダ間で想定されるビジネスモデルの可能性
その他の課題等	技術的な課題
	法制度上の課題
	その他国内外の関連動向

ユースケースの対象(ドローン)

		都市	地方	緊急時
成熟度レベルⅡ	インフラ点検	インフラ設備の点検 <ul style="list-style-type: none"> 複数の異なる用途のインフラ点検ドローンの目視外飛行 複数オペレータによる運航 飛行エリアの人口密度中 飛行エリアは狭域 	離島間での荷物配送 <ul style="list-style-type: none"> 離島間の物流ドローンの低頻度目視外飛行 複数オペレータによる運航 飛行エリアの人口密度低 基本的には海上を飛行 	災害発生数日後の緊急物資の運搬 <ul style="list-style-type: none"> 緊急物資輸送の目視外飛行 複数オペレータによる運航 ヘリコプターとの干渉 飛行エリアの人口密度中
成熟度レベルⅢ	物流	河川上空を飛行経路とし、集配拠点から河川周辺の荷物受取拠点への荷物配送 <ul style="list-style-type: none"> 物流ドローンの中頻度目視外飛行 他のインフラ点検ドローンと干渉 飛行エリアの人口密度高 UTM指定空域を飛行(飛行経路は全てUTM指定空域) 	地方都市の住宅地エリアのコンビニから各住宅への荷物配送 <ul style="list-style-type: none"> 住宅街での物流ドローンの中頻度目視外飛行 複数オペレータによる運航 飛行エリアの人口密度中 	災害発生直後(数時間以内)被災状況の調査・行方不明者の探索 <ul style="list-style-type: none"> 多数の空撮ドローンの目視外飛行 複数オペレータによる運航 ヘリコプターとの干渉 人口密度中、夜間の飛行
成熟度レベルⅣ		空港付近の集配拠点から高層ビルの屋上に荷物配送(ドローン交差数大) <ul style="list-style-type: none"> 都心高層ビル屋上への物流ドローンの高頻度目視外飛行 混雑空港付近の集配拠点から飛行 他の物流や点検ドローンと干渉 UTM指定空域の飛行 高度約300mを飛行 複数機体を同時に運航 空港周辺の制限空域内を飛行 	地方空港から市街地・離島への荷物配送 <ul style="list-style-type: none"> 地方空港から市街地のマンション屋上への中頻度目視外飛行 他の物流や点検ドローンと干渉 複数機体を同時に運航 飛行エリアの人口密度中 空港周辺の制限空域内を飛行		災害発生直後(数時間以内)警察・自衛隊等と連携した救出救助 多数の空撮ドローンや緊急物資輸送ドローンの目視外飛行 複数オペレータによる運航 複数ヘリコプターとの干渉 人口密度高、夜間の飛行

主な検討対象

物流

防災時の緊急時対応

DRESSの成果を参照



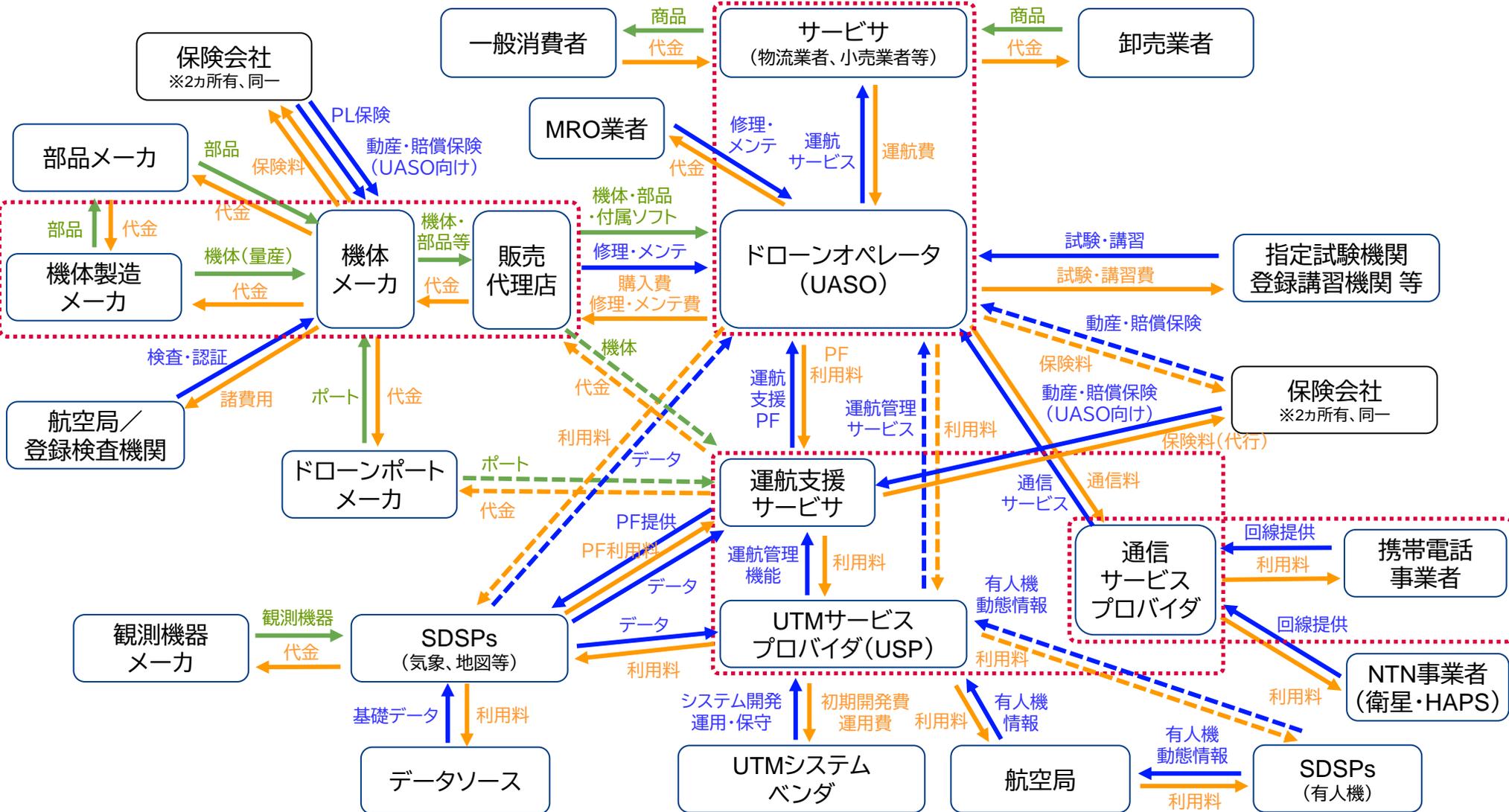
ユースケースの対象(空飛ぶクルマ)

- 成熟度レベルに応じた要求仕様を整理し、必要となるステークホルダやサービス(機能)を検討
- 今年度は成熟度レベル3を中心に調査を実施

成熟度レベル	ユースケース	主な要求仕様(イメージ)				
		離着陸場	耐気象性	他の交通との接続	操縦	...
レベル2	地方の遊覧飛行 低密度・短距離 のエアタクシー	<ul style="list-style-type: none"> 単一離着陸帯 	<ul style="list-style-type: none"> 悪天候時は就航不可 	<ul style="list-style-type: none"> 考慮しない 	<ul style="list-style-type: none"> マニュアル 操縦士搭乗 1対1運航 	...
レベル3	救命救急モビリティ	<ul style="list-style-type: none"> 単一離着陸帯 	<ul style="list-style-type: none"> 悪天候時は就航不可 	<ul style="list-style-type: none"> 救急車等とのランデブー 	<ul style="list-style-type: none"> 操縦の自動化(セカンダリ) 操縦士搭乗 1対1運航 	...
	低密度のエアタクシー(地方の空港シャトル等)	<ul style="list-style-type: none"> 複数離着陸帯 	<ul style="list-style-type: none"> 就航率確保のため耐気象性の向上 	<ul style="list-style-type: none"> タクシーや公共交通との一定の接続性確保 	<ul style="list-style-type: none"> 操縦の自動化(セカンダリ) 遠隔操縦 1対1運航 	...
レベル4	高密度のエアタクシー(都心部の運航等)	<ul style="list-style-type: none"> 複数離着陸帯 多数のビル屋上の活用 	<ul style="list-style-type: none"> 就航率確保のため耐気象性の向上 	<ul style="list-style-type: none"> タクシーや公共交通とのフレキシブルな接続性確保 	<ul style="list-style-type: none"> 操縦の自動化(プライマリ) 遠隔操縦 1対N運航 	...

ドローンの検討

レベル3のビジネスレイヤ・アーキテクチャ全体像(一例)



ビジネスモデルのポイント

ステークホルダ	ビジネスモデルのポイント
ドローンオペレータ (UASO)	<ul style="list-style-type: none"> サービスの要求にもとづき、荷物輸送のためのドローン運航サービスを実施。サービスの拠点あるいはサービスの顧客(病院、卸業者等)の拠点を結ぶ運航、一般消費者の自宅や配送先拠点等への運航を実施。
サービス	<ul style="list-style-type: none"> ドローンを用いて顧客企業や一般消費者向けに荷物輸送サービスを提供。 UASOが担う例あり。
卸売業者	<ul style="list-style-type: none"> サービスに対し商品の卸売りを実施。
一般消費者	<ul style="list-style-type: none"> 商品の注文者。
運航支援サービス	<ul style="list-style-type: none"> UASO向けに自社のプラットフォームを通じ、操縦アプリ、経路設定、操縦支援情報、運航データ管理等の運航支援サービスを提供。加えて、機体やドローンポート等のハードウェア、安全な航路等の提供サービスも想定。 SDSPsやUTM、保険等の周辺サービスを、自社のプラットフォームを通じて一元化して提供することも想定。
UTMサービスプロバイダ(USP)	<ul style="list-style-type: none"> UASO向けに飛行計画調整、動態モニタリング、ATM/UATMとの情報連携等のUTMサービスを提供。 運航支援サービス、通信サービスプロバイダと同じ事業者が担う例あり。 UTMサービスプロバイダ認定制度が検討されているところ。
UTMシステムベンダ	<ul style="list-style-type: none"> USP向けにUTMシステムの開発、運用・保守サービスを提供。
通信サービスプロバイダ	<ul style="list-style-type: none"> UASO向けに無線通信サービスを提供。携帯電話事業者が担う例あり。 携帯電話事業者やNTN事業者のネットワークを用いて一元的に通信サービスを提供。
携帯電話事業者	<ul style="list-style-type: none"> 携帯電話ネットワークを通信サービスプロバイダに提供。
NTN事業者	<ul style="list-style-type: none"> NTN(非地上系ネットワーク:衛星やHAPSのネットワーク)を通信サービスプロバイダに提供。
SDSPs	<ul style="list-style-type: none"> 気象情報や地図、周辺の有人機情報など、ドローンの運航を支援する情報をUASOやUSP、航空局に提供。 自社の観測(計測)データと外部データソースを組み合わせ、付加価値情報や予測情報等を提供。 運航支援サービスのプラットフォーム経由での情報提供も想定。
データソース	<ul style="list-style-type: none"> 基礎的な観測データ等を提供する機関。
観測機器メーカー	<ul style="list-style-type: none"> 気象データ取得のための観測機器や地図作成のための計測機器等のメーカー。

ビジネスモデルのポイント

ステークホルダ	ビジネスモデルのポイント
保険会社	<ul style="list-style-type: none"> UASO向けの動産保険や損害賠償保険を提供。当該保険を機体に付与した形で機体販売されるケースもあり。 機体メーカー向けのPL保険等を提供。
機体メーカー	<ul style="list-style-type: none"> 機体の開発・設計を実施。 製造メーカー、販売代理店を兼ねる場合もあるが、大量生産・販売の進展とともに分業の方向。
販売代理店	<ul style="list-style-type: none"> 機体メーカーの製品をメーカーの代理でUASO向けに販売。 修理、メンテナンス、教育・講習、等のアフターサポートを提供。
機体製造メーカー	<ul style="list-style-type: none"> 機体メーカーが設計した製品を大量生産するメーカー。
部品メーカー	<ul style="list-style-type: none"> ドローンに使用される部品を提供。
MRO業者	<ul style="list-style-type: none"> UASO向けにMaintenance(整備)、Repair(修理)、Overhaul(オーバーホール)を提供。機体メーカーとは異なるMROの専門事業者。 市場の機体数の増加、運航リスクの高い飛行の増加に伴い、MROの需要増の見込み。
ドローンポートメーカー	<ul style="list-style-type: none"> ドローンポートの開発、設計、製造を実施。
登録検査機関	<ul style="list-style-type: none"> 無人航空機の機体の安全性を担保する機体認証及び型式認証に係る検査事務を担う、国の登録を受けた民間機関。 申請者(機体メーカー、UASO)から検査手数料を徴取。
指定試験機関	<ul style="list-style-type: none"> 国が定める施設及び設備、職員等に係る要件を満たした、無人航空機技能証明の試験を実施する民間機関。 申請者(UASO等)から試験に係る料金を徴取。
登録講習機関	<ul style="list-style-type: none"> 国が定める施設及び設備、講師等に係る要件を満たした、無人航空機操縦者技能証明書を取得しようとする人に対し、無人航空機の飛行に必要な知識及び能力の付与する民間機関。 申請者(UASO)から講習に係る料金を徴取。

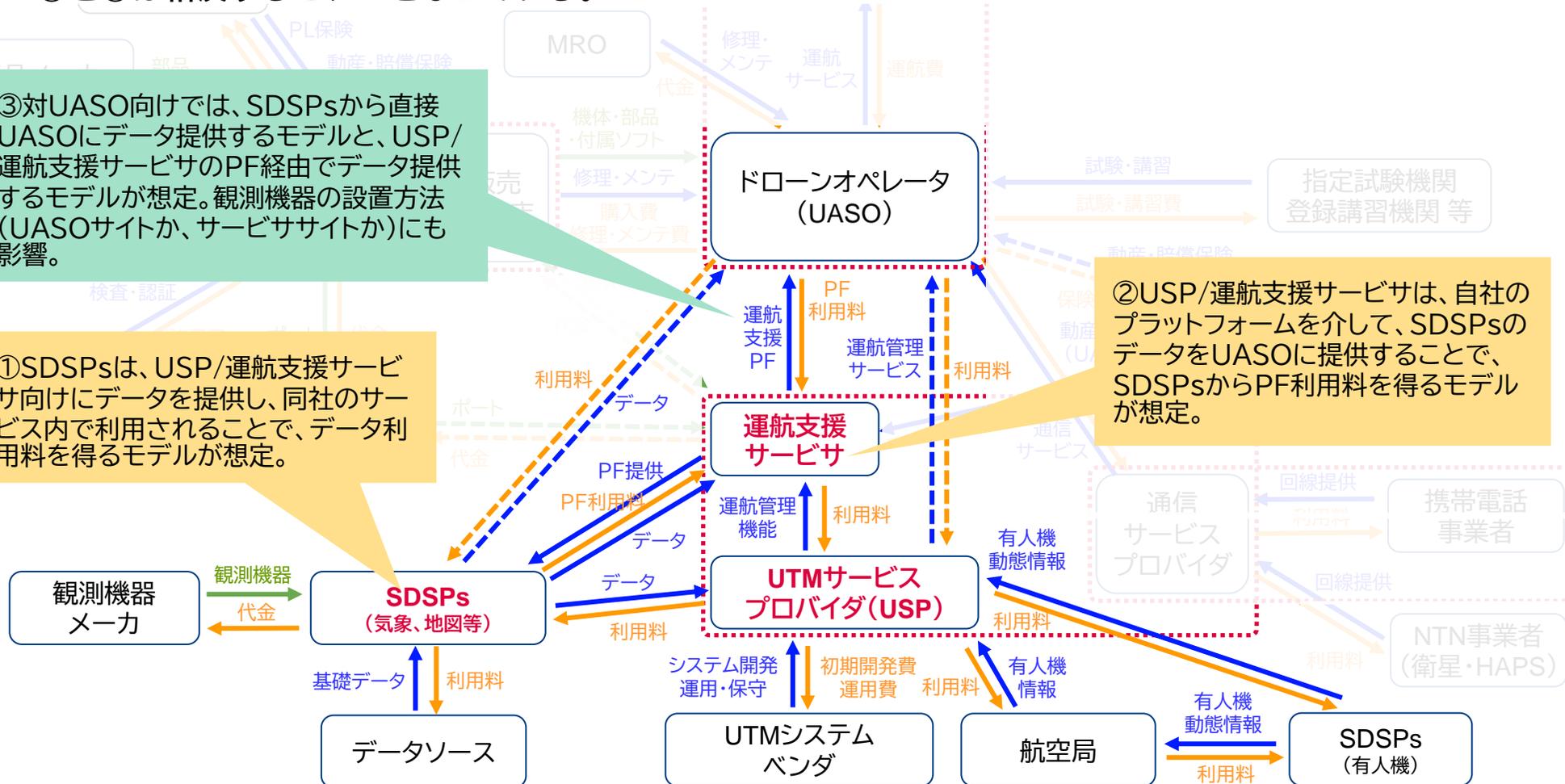
複数ステークホルダに係る論点:SDSPsのモデル

- SDSPsとUSP/運航支援サービスの間で、以下のようなビジネスモデルの選択肢が想定される。特に、①と②は相反するモデルとなっている。

③対UASO向けでは、SDSPsから直接UASOにデータ提供するモデルと、USP/運航支援サービスのPF経由でデータ提供するモデルが想定。観測機器の設置方法(UASOサイトか、サービスサイトか)にも影響。

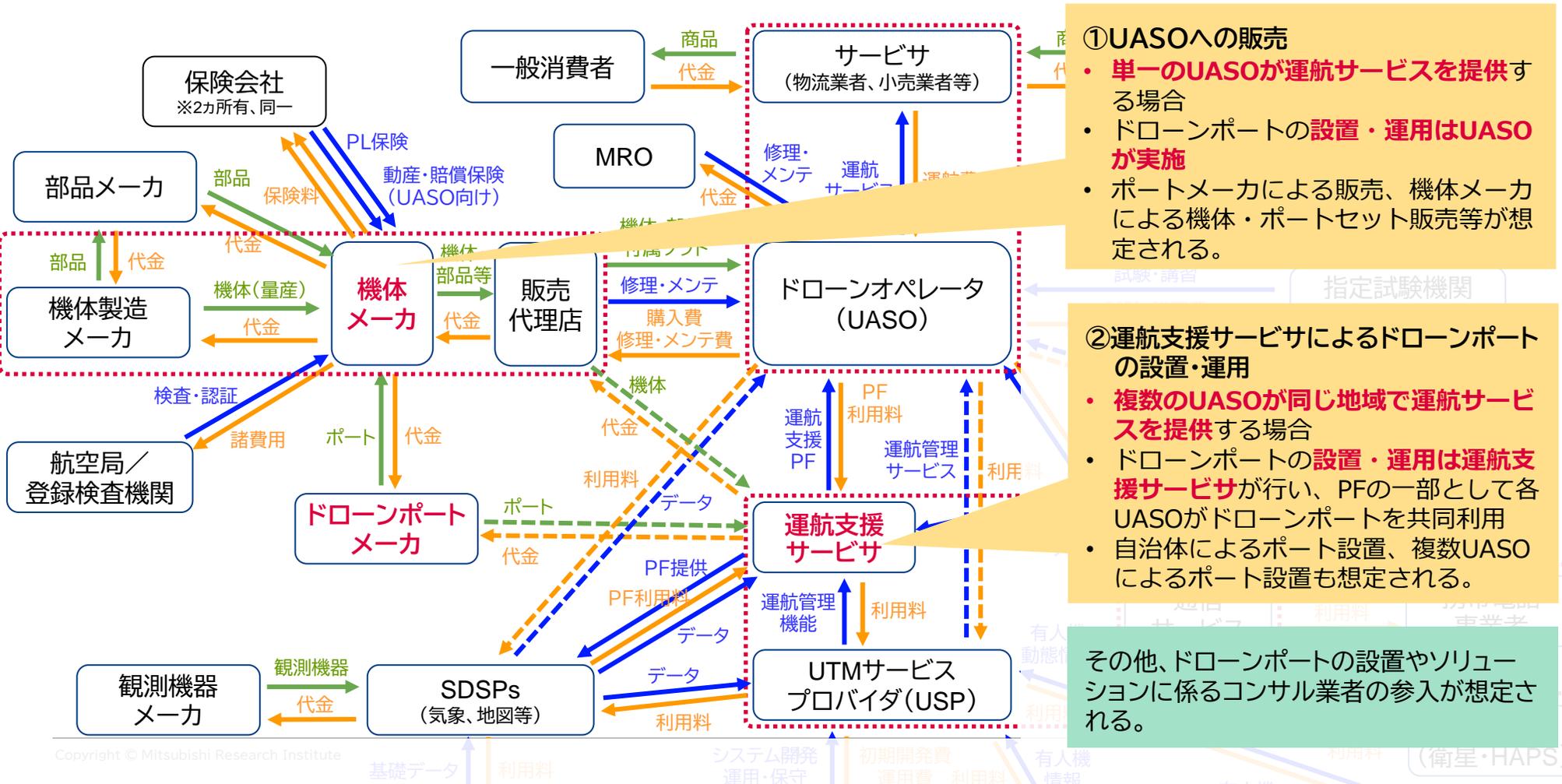
①SDSPsは、USP/運航支援サービス向けにデータを提供し、同社のサービス内で利用されることで、データ利用料を得るモデルが想定。

②USP/運航支援サービスは、自社のプラットフォームを介して、SDSPsのデータをUASOに提供することで、SDSPsからPF利用料を得るモデルが想定。



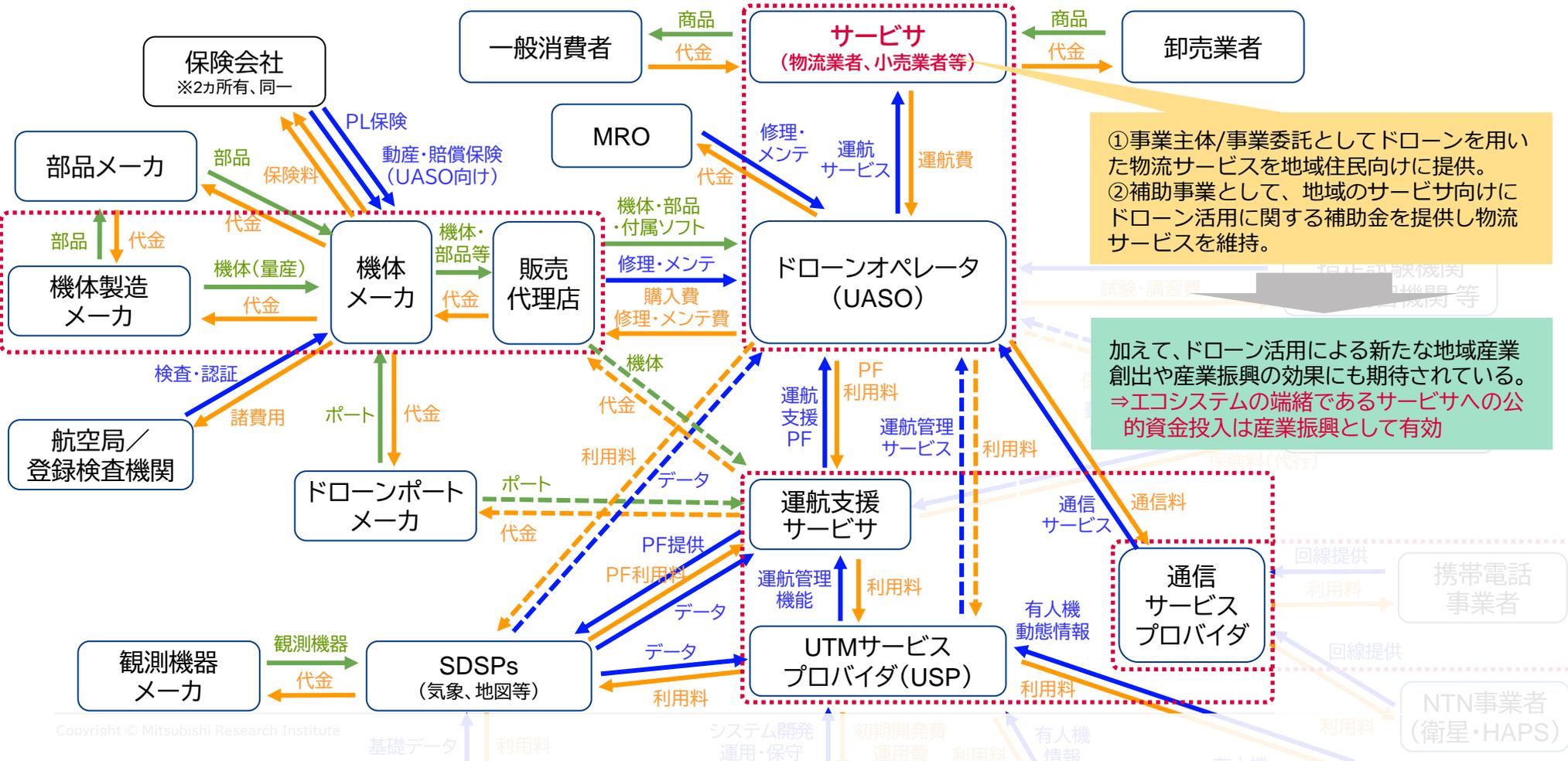
複数ステークホルダに係る論点:ドローンポート

- ドローンポートの提供は、①UASOへの販売(ポート単体、機体とセットでの販売)、②運航支援サービスによるPFとしてのサービス提供、が想定される。適切なモデルは、地域でのドローン運航状況やUASOの参入状況に依存する。



複数ステークホルダに係る論点: 自治体の役割

- 自治体の位置づけとしては、主として、①サービス(事業主体/委託)、もしくは、②サービスへの支援(補助)、が想定される。いずれも、地域の物流インフラの維持(コスト低減)が大きな目的。
- 上記に加え、地域産業振興に向けた支援も目的の一つ。



分析・考察(例)のまとめ

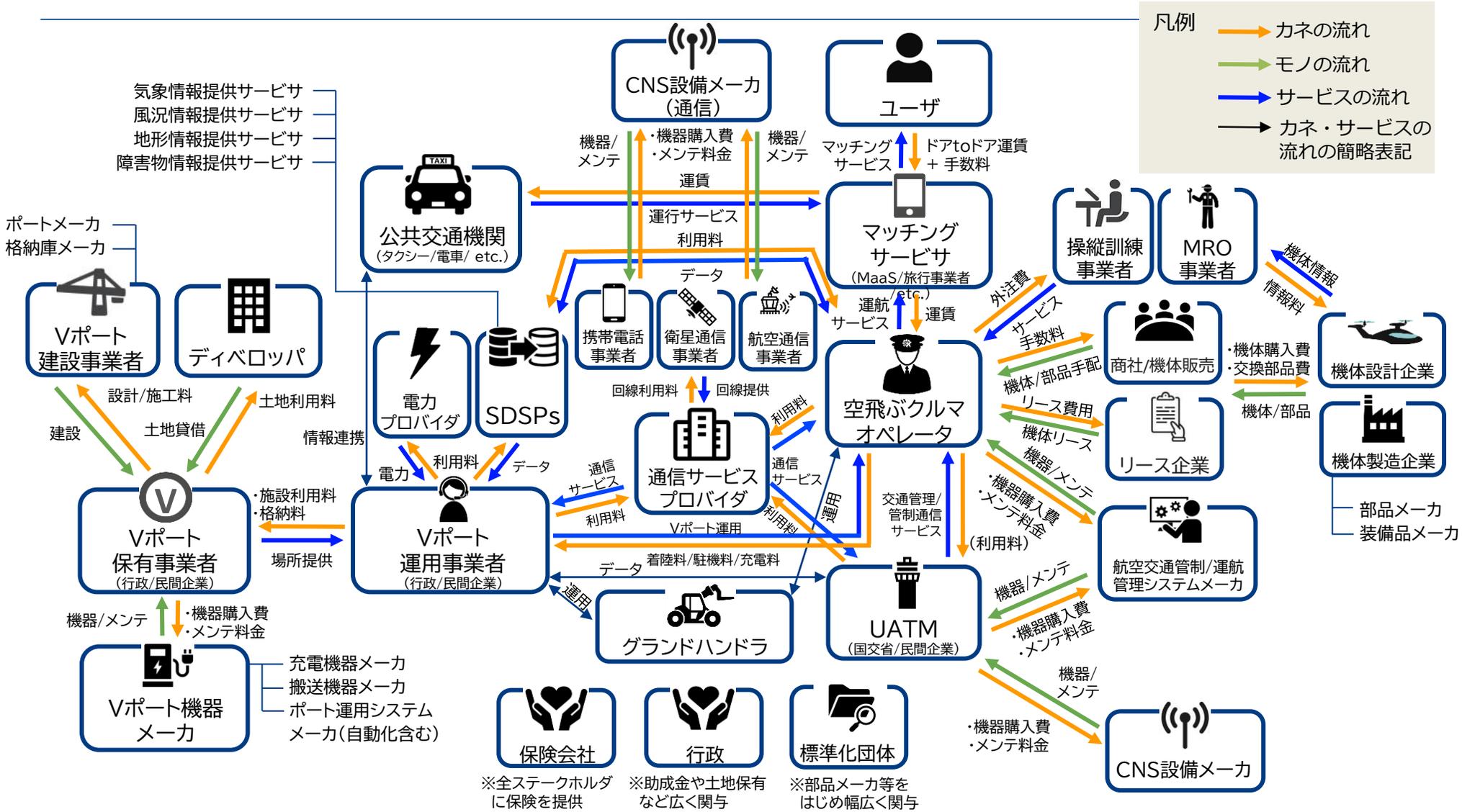
論点(例)	ステークホルダ	概要	方策(例)
収支バランスの懸念	UASO	収益源がサービスからの運航費に限られる一方、支出経路が大きく収支バランスが懸念。	<ul style="list-style-type: none"> サービスの増加 利益率向上(サービスの高付加価値化、内部コストの削減) 運航支援サービス参入による支出経路削減とコスト効率向上 等
	USP	収益源がUASOからの利用料であり、収益確保にはUASO数/運航数の増加が不可欠だが、市場拡大までの収支が懸念。	<ul style="list-style-type: none"> 運航支援サービスへの拡張など他の収益源の確保 UTM接続を増加するための制度上の措置(安全性向上や行政上のメリットと併せた検討が必要) 等
	UTMシステムベンダ	顧客であるUSP数は一定以上増えず、収益確保のために開発・導入費用や運用費が高止まりすることが懸念。	<ul style="list-style-type: none"> 国際標準への対応、製品の国際展開 等
SDSPs関連のビジネスモデル	—	下記のような相反するモデルが想定。対UASO向けにも競合の可能性。	—
	SDSPs	USP/運航支援サービス向けにデータを提供し、同社のサービス内で利用されることで、データ利用料を取得。	
	USP 運航支援サービス	自社のプラットフォームを介して、SDSPsのデータをUASOに提供することで、SDSPsからPF利用料を取得。	

分析・考察(例)のまとめ

論点(例)	ステークホルダ	概要	方策(例)
ドローンポートのビジネスモデル	—	下記のようなモデルが想定。	地域でのドローン運航状況、UASOの参入状況により適切なモデルのビジネス実装が想定。
	機体/ ポートメーカー	UASOにポートを販売。ドローンポートの設置・運用はUASOが実施。単一のUASOが運航サービスを提供する場合に想定。	
	運航支援サービス	ドローンポートの設置・運用を運航支援サービスが行い、PFの一部として各UASOがドローンポートを共同利用。複数のUASOが同じ地域で運航サービスを提供する場合に想定。	
自治体の役割	自治体	エコシステム上の役割としては以下の通り。 ①事業主体/事業委託としてドローンを用いた物流サービスを地域住民向けに提供。 ②補助事業として、地域のサービス向けにドローン活用に関する補助金を提供し物流サービスを維持。	—
		ドローン活用による新たな地域産業創出や産業振興の効果にも期待。	エコシステムの端緒であるサービスへの公的資金投入は産業振興として有効と史料
新たなステークホルダ・市場	機体製造メーカー	機体生産の増加に伴い、機体メーカー(設計メーカー)と製造メーカーの分業が進むことが想定される。	
	MRO	市場の機体数増加、運航リスクの増加に伴いMRO需要が高まり、機体メーカーによる対応が難しくなることが想定され、MRO業者の参入が想定される。	
	運航支援サービス	UASOの業務効率化、ドローン業務向けソフトサービスの増加により、運航支援や業務アプリを集約したプラットフォーム(PF)事業者の参入が想定される。加えて、機体やポート、運航環境の提供などPFサービス内容の拡大が想定される。	
	NTN事業者	レベル3、レベル4飛行の増加に伴い、携帯電話等の不感地帯の運航需要が高まり、衛星やHAPSといった非地上系ネットワーク(NTN)の利用拡大が想定される。	

空飛ぶクルマの検討

レベル3のビジネスレイヤ・アーキテクチャ全体像(一例)



ビジネスモデルのポイント

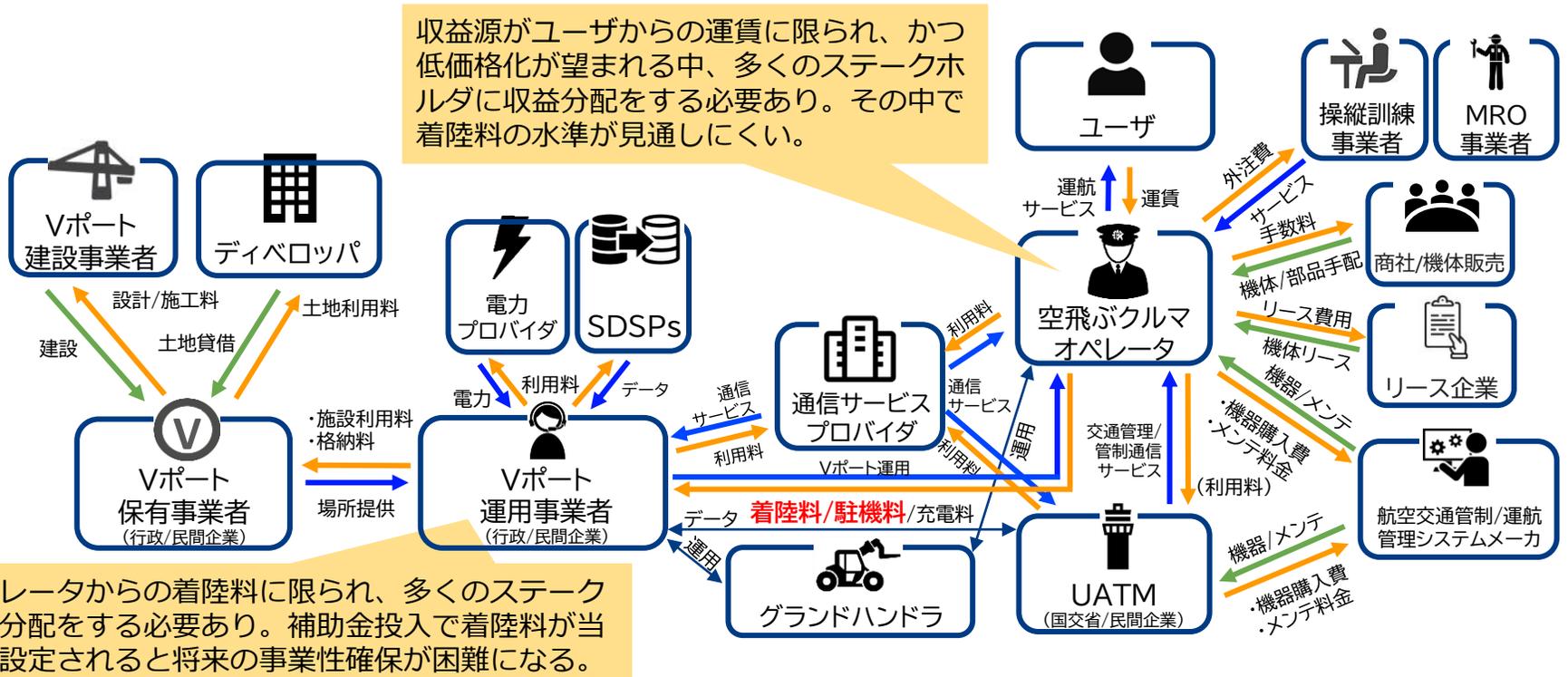
ステークホルダ	ビジネスモデルのポイント
マッチングサービス	<ul style="list-style-type: none"> ユーザからの移動要求を受けて、タクシーや電車などの公共交通機関や空飛ぶクルマなどから最適な選択肢を提示し、予約・調整を行うことで、ドアtoドアの運賃に加え、手数料を受領。
操縦訓練事業者	<ul style="list-style-type: none"> 空飛ぶクルマオペレータと連携して、パイロットの操縦訓練を実施。 機体設計企業から必要情報を取得。
MRO事業者	<ul style="list-style-type: none"> 空飛ぶクルマオペレータと連携して、機体のMRO業務を実施。 機体設計企業から必要情報を取得。
空飛ぶクルマオペレータ	<ul style="list-style-type: none"> 空飛ぶクルマを用いた旅客輸送。旅客からマッチングサービスを通じた運賃収入を取得。 SDSPsへのデータ提供の可能性もあり。 利便性の高い場所におけるポート利用可能性やダイナミックプライシングを含めた運賃設定等が課題。
機体設計企業	<ul style="list-style-type: none"> 機体の設計および認証取得を行い、機体製造企業に対して設計図面や設計情報を提供。 量産化の進展とともに機体製造企業との分業の方向性だが、事故発生時の責任が課題。
機体製造企業	<ul style="list-style-type: none"> 機体の量産を行い、空飛ぶクルマオペレータおよびリース企業に対して機体や部品を販売。
CNS設備メーカー	<ul style="list-style-type: none"> 通信事業者に対し、CNS(通信・航法誘導・監視)設備の開発・製造、販売およびメンテナンス業務を提供。 開発にあたり、今後の機体性能の把握が課題。
航空交通管制システムメーカー	<ul style="list-style-type: none"> UATMに対し、航空交通管制システムの開発・製造、販売およびメンテナンス業務を提供。 開発にあたり、今後の機体性能の把握が課題。
運航管理システムメーカー	<ul style="list-style-type: none"> 空飛ぶクルマオペレータに対し、運航管理システムの開発・製造、販売およびメンテナンス業務を提供。
UATM	<ul style="list-style-type: none"> 航空交通管制システムメーカー、CNS設備メーカーから各種設備を購入した上で、空飛ぶクルマオペレータに対して交通管理サービス等を提供。
グラウンドハンドラ	<ul style="list-style-type: none"> Vポート運用事業者および空飛ぶクルマオペレータと連携して、Vポートにおける機体や荷物などのハンドリング、給電等を実施。 Vポートの増加に伴い、作業の標準化が重要。専門的なプレーヤが必要となる可能性もあり。

ビジネスモデルのポイント

ステークホルダ	ビジネスモデルのポイント
通信サービスプロバイダ	<ul style="list-style-type: none"> 空飛ぶクルマオペレータやVポート運用事業者、UATM、SDSPsなどのステークホルダ間における音声通信、データ通信サービスを提供。 航空通信、セルラー通信、衛星通信等の各通信事業者の無線網を使用し一元的に通信サービスを提供。
航空/セルラー/衛星通信事業者	<ul style="list-style-type: none"> 航空通信、セルラー通信、衛星通信等の無線回線を提供。 航空管制や運航管理等の特定用途の通信については、使用可能な周波数が限られる点に留意が必要。 インフラの先行投資が必要であり、投資判断にあたり運航機数や通信量等の予測が課題。
SDSPs	<ul style="list-style-type: none"> 気象や地形等、運航に必要な情報を空飛ぶクルマオペレータやVポート運用事業者、UATMに提供。
電力プロバイダ	<ul style="list-style-type: none"> Vポートにおける機体バッテリー充電のために電力を供給。
公共交通機関	<ul style="list-style-type: none"> マッチングサービスからの要求を受けて、旅客をタクシーや電車などでユーザをVポートまで輸送。
Vポート運用事業者	<ul style="list-style-type: none"> Vポートにおける、離着陸補助、充電、格納・駐機、UATMとのやり取り等を実施。 空飛ぶクルマオペレータから着陸料、駐機料等を取得。離着陸スロットや駐機スポットの運用権限等がポイント。
Vポート保有事業者	<ul style="list-style-type: none"> Vポート運用事業者に対して、整備されたVポート設備を提供。 Vポート運用事業者等からのVポート設備利用料、格納庫の利用料、テナント等の非航空収入等を取得。
Vポート建設事業者	<ul style="list-style-type: none"> Vポート保有事業者からの要求を受けて、Vポート設備を建設。
ディベロッパ	<ul style="list-style-type: none"> Vポート保有事業者に対して、Vポート建設用の土地や建物等を提供。
Vポート機器メーカー	<ul style="list-style-type: none"> Vポート保有事業者等に対して、充電、消火、セキュリティ、機体搬送等の機器販売およびメンテナンス等を提供。
商社/機体販売	<ul style="list-style-type: none"> 空飛ぶクルマオペレータに対し、空飛ぶクルマの機体や装備品・部品等の調達・販売等。
リース企業	<ul style="list-style-type: none"> 空飛ぶクルマの機体を中心にリースサービスを提供。 機体の耐用年数に応じ、機体の二次利用市場が形成される可能性あり。
保険会社	<ul style="list-style-type: none"> 空飛ぶクルマ向けの航空機保険(機体保険、第三者賠償責任保険、搭乗者傷害保険等)、Vポート運用事業者向けの空港管理者賠償責任保険、機体メーカー向けのPL保険の他、格納庫賠償責任保険、UATMを民間企業が担う場合には事故発生時の損害への保険等が想定される。

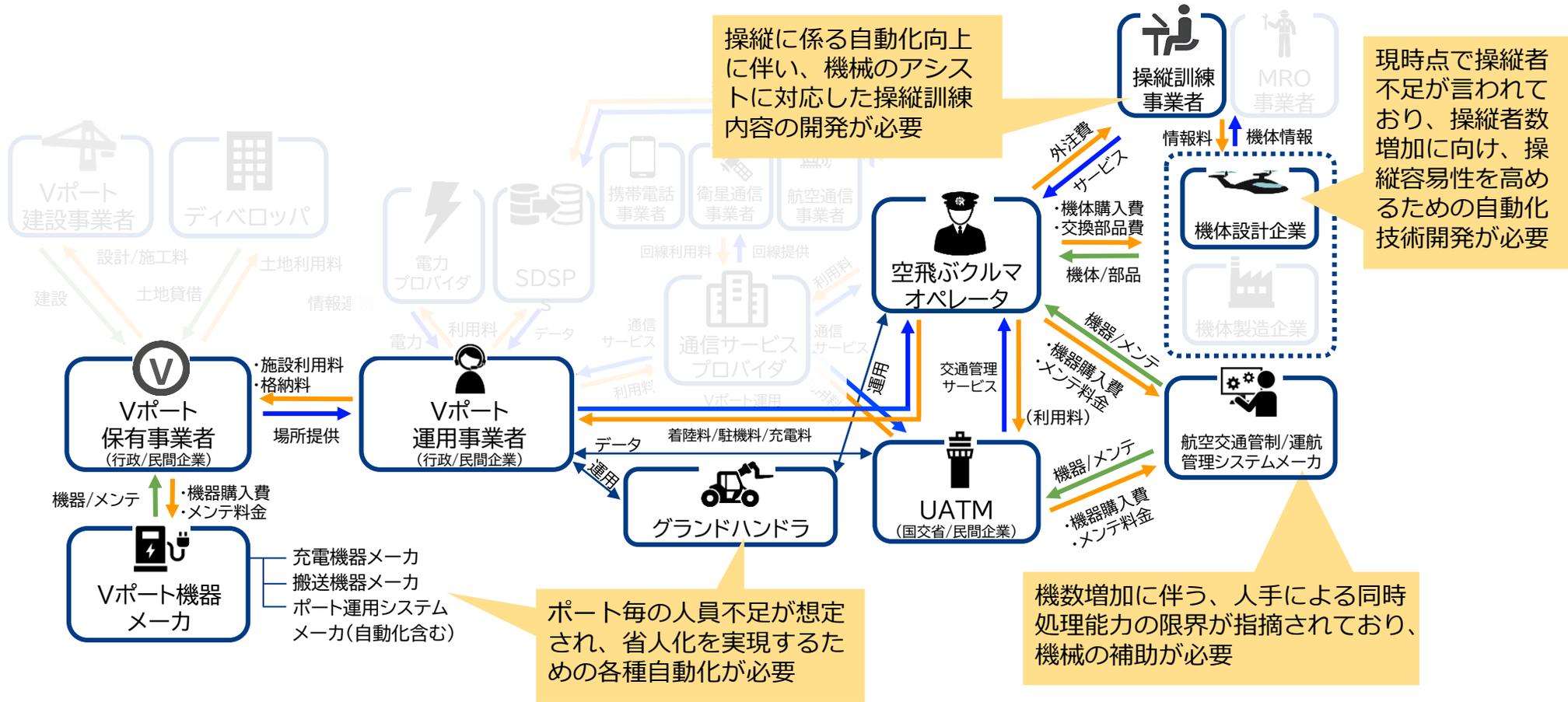
複数ステークホルダに係る論点:着陸料について

- Vポートの着陸料は、空飛ぶクルマオペレータとVポート運用事業者の双方の収益性に大きく影響。事業開始に向け、着陸料水準の見通しが求められる。
 - Vポート運用事業者の設定する着陸料が現時点で見通しにくく、空飛ぶクルマオペレータの収益圧迫、運賃上昇への影響が懸念される。
 - 事業開始当初に着陸料が安価に設定された場合、料金引き上げが難しくなることが懸念。補助金による着陸料水準の低下も懸念される。CAPEX補助ではなく、最低着陸料保証のようなOPEX補助が望ましい。



複数ステークホルダに係る論点:自動化の必要性

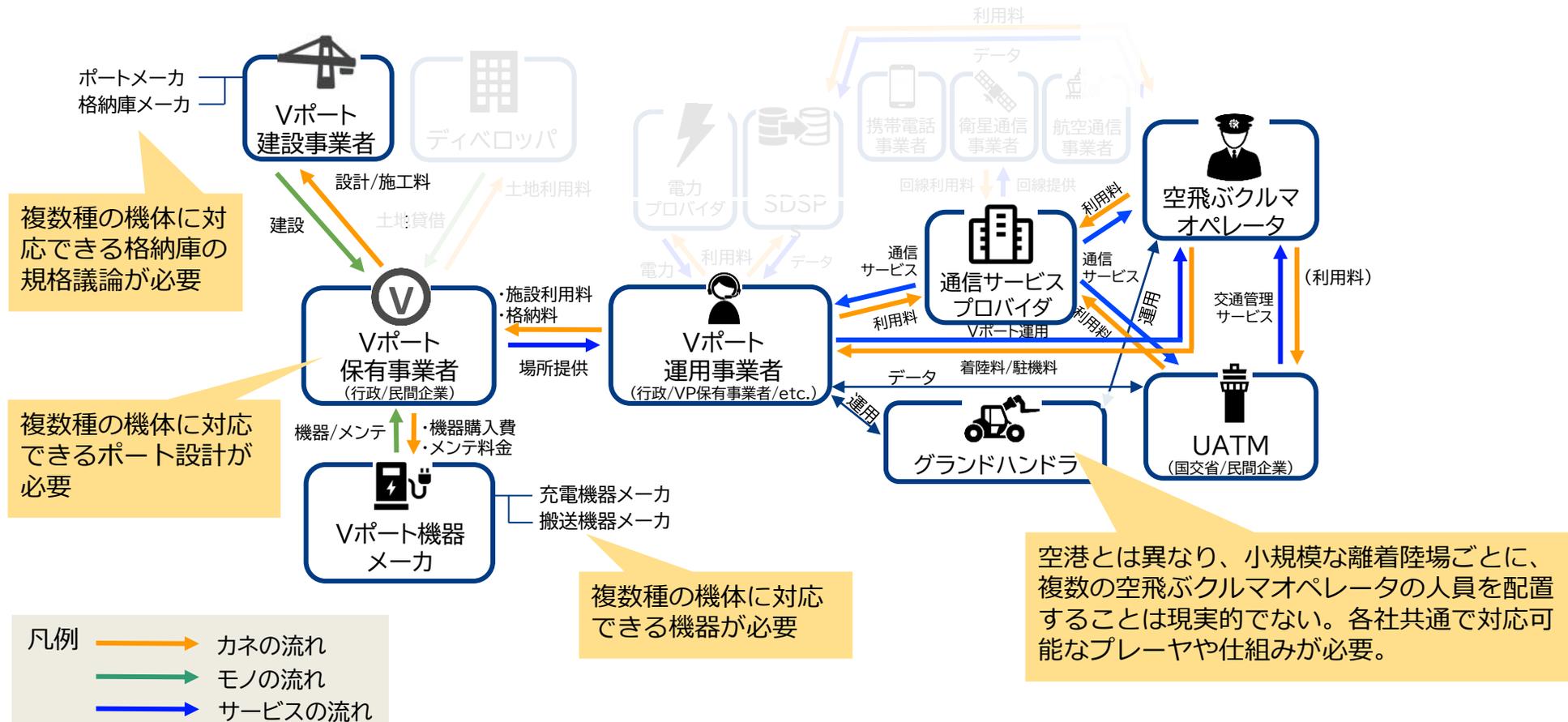
- 将来の機数増加やコストの低減、ヒューマンエラーの低減に向け、各種の自動化が求められる中、サービス拡大のボトルネックとなる点から特に自動化への取組みが重要と考えられる要素は以下の通り。
(ヒアリング結果から得られた自動化要素の例)





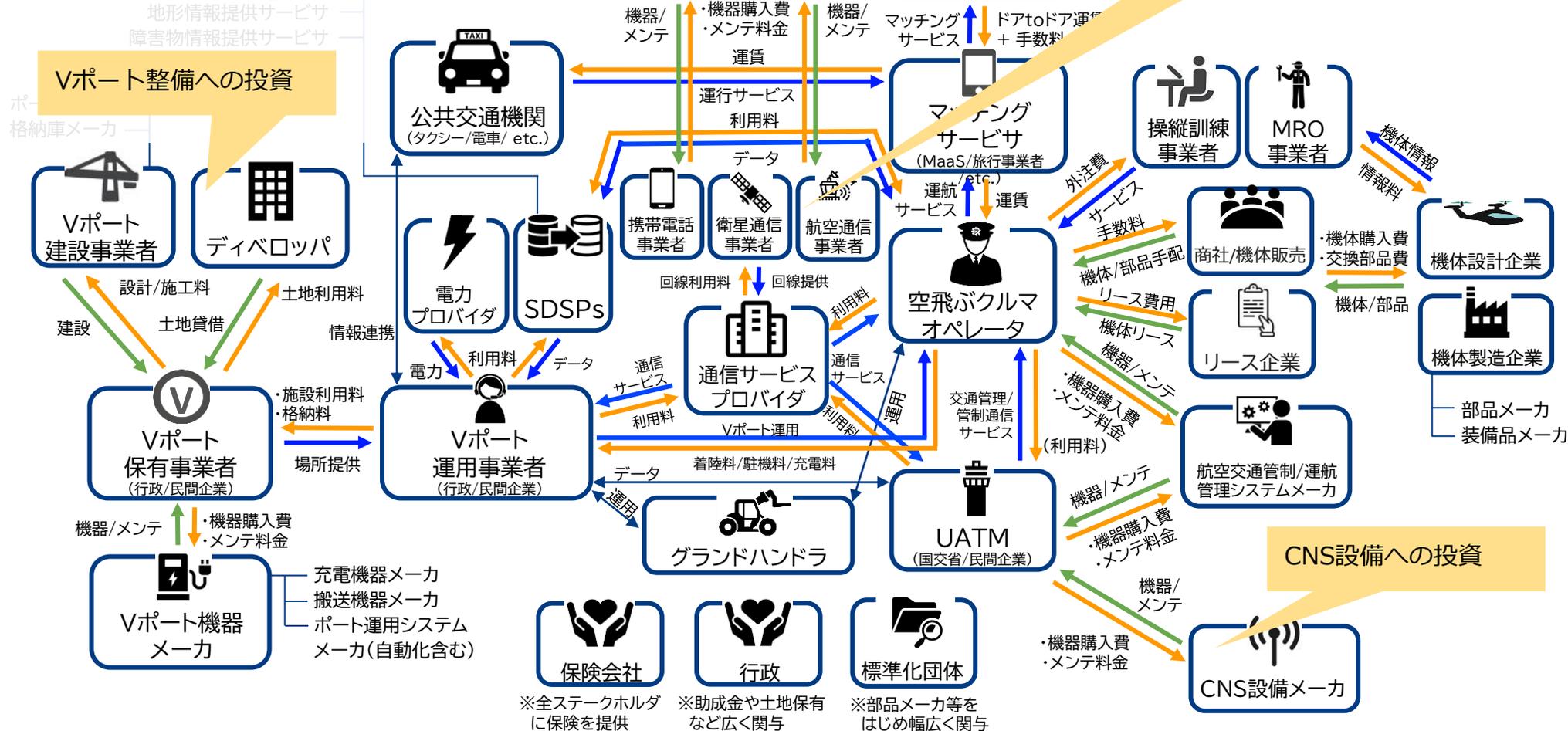
複数ステークホルダに係る論点: Vポート設備の標準化・共同利用

- ヒアリング調査を通じ、複数のステークホルダからVポート関連設備に関する標準化の要望が挙げられた。
- 今後、複数メーカーの機体が混在する運航が想定される中、Vポートの標準化に加え、格納庫やグランドハンドリング等の標準化、もしくは事業者間での共通利用に関する検討が必要。



複数ステークホルダに係る論点:地上インフラへの投資

- 先行投資が必要となる地上インフラは、投資判断に需要見通しが必要な中、インフラ整備が進まない懸念がある。



分析・考察(例)のまとめ

論点(例)	ステークホルダ	概要	方策(例)
着陸料について	空飛ぶクルマオペレータ	収益源がユーザからの運賃に限られ、かつ低価格化が望まれる中、多くのステークホルダに収益分配をする必要あり。その中で着陸料の水準が見通しにくく、収益圧迫、運賃上昇への影響が懸念。	<ul style="list-style-type: none"> 事業開始に向けては、着陸場水準の見通しが求められるところ。 なお、補助金が投入される場合は、CAPEX補助ではなく、最低着陸料保証のようなOPEX補助が望ましい。
	Vポート運用事業者	収益源がオペレータからの着陸料に限られ、多くのステークホルダに収益分配をする必要あり。補助金投入で着陸料が当初から安価に設定されると着陸料水準が低下し、将来の料金引き上げ、事業性確保が困難になることが懸念。	
自動化の必要性	グランドハンドラ搬送機器メーカー	将来の機数増加やコストの低減、ヒューマンエラーの低減に向け、各種の自動化が求められる中、サービス拡大のボトルネックとなる点から特に自動化への取組みが重要と考えられる要素を抽出。	ポート毎の人員不足が想定され、省人化を実現するための各種自動化が必要。
	操縦訓練事業者		操縦に係る自動化向上に伴い、機械のアシストに対応した操縦訓練内容の開発が必要。
	機体設計企業		現時点で操縦者不足が言われており、操縦者数増加に向け、操縦容易性を高めるための自動化技術開発が必要。
	航空交通管制/運航管理システムメーカー		機数増加に伴う、人手による同時処理能力の限界が指摘されており、機械の補助が必要。

分析・考察(例)のまとめ

論点(例)	ステークホルダ	概要	方策(例)
Vポート設備の標準化・共同利用	グランドハンドラ	今後、複数メーカーの機体が混在する運航が想定される中、Vポートの標準化に加え、格納庫やグランドハンドリング等の標準化、もしくは事業者間での共同利用に関する検討が必要。	空港とは異なり、小規模な離着陸場ごとに、複数の空飛ぶクルマオペレータの人員を配置することは現実的でない。各社共通で対応可能なプレーヤや仕組みが必要。
	搬送機器メーカー		複数種の機体に対応できる機器が必要。
	Vポート保有事業者		複数種の機体に対応できるポート設計が必要。
	格納庫メーカー		複数種の機体に対応できる格納庫の規格議論が必要。
地上インフラへの投資	ディベロッパ	先行投資が必要となる地上インフラは、投資判断に需要見通しが必要な中、インフラ整備が進まないことが懸念。 ・Vポート設備への投資 ・CNS設備への投資	—
	通信事業者 CNS設備メーカー		

ルールレイヤ・アーキテクチャ

調査概要

ルールレイヤ・アーキテクチャの調査概要

● 検討の目標

- 低高度空域サービスの各ステークホルダに係る安全性に関するルール(法制度や標準規格)の体系を明らかにし、ステークホルダ間で共有可能な形に整理する。
- ルールの体系を俯瞰し、低高度空域サービス展開にあたっての法的制約や課題の分析に寄与する。

● 調査方法

- 各ステークホルダに係る安全性に関する法令、省令、告示・通達、ガイドライン、標準規格を文献調査し、個々の体系を整理。
- 調査したルールの位置づけを事業許可、製品・設備、サービス、事故発生時に分類し、全体を俯瞰的に整理。
- 特定テーマについて、法的課題に関する分析例を提示。

ルールレイヤ検討におけるリスクの考え方

	リスクの考え方	事業許可	製品・設備の安全ルール	従事者の安全ルール	サービスの安全ルール	事故発生時等のルール
リスクの考え方		未然防止				危害軽減・拡大防止
		事業実施過程のリスク(事業停止、体制不備等)	製品のリスク(不具合、性能不足等)	従事者のリスク(ヒューマンエラー、能力不足等)	提供サービスのリスク(品質低下、サービス停止等)	
機体メーカー 装備品メーカー	機体、装備品に生じるリスク					
オペレータ	運航に生じるリスク					
UTM/UATM	交通管理/運航管理に生じるリスク					
管制機器メーカー (CNS設備含む)	管制機器、CNS設備に生じるリスク					
通信プロバイダ	通信サービスに生じるリスク					
Vポート建設事業者 Vポート運用事業者	Vポートの設置・運用に生じるリスク					
Vポート機器メーカー	Vポート機器に生じるリスク					
電力プロバイダ	電力供給に生じるリスク					
SDSP	情報提供に生じるリスク					
保険業者	保険に生じるリスク					

乗客及び第三者への危害をリスクの対象とし、
リスク低減のためのルールを整理

ドローンに関する現行制度

UASOに関する制度(運航関連) ①航空法

法律

航空法

第11章 無人航空機
第4節 無人航空機の飛行

省令

航空法施行規則

第11章 無人航空機

法第132条の88第1項
施行規則第236条の83第1項

無人航空機の飛行計画の通報要領

適用者・用語定義・DIPS上での飛行計画の通報事項及び方法を規定。

法第132条の90、91
施行規則第236条の85、86、87

無人航空機の事故・重大インシデントの報告要領

適用者・適用事態の定義・DIPS報告システム上での報告事項及び方法・報告書の取り扱いと報告先を規定。

法第132条の89
施行規則第236条の84

無人航空機の飛行日誌の取扱要領

適用者・飛行日誌の内容・使用者の定義・日誌の様式・取扱いを規定。記載事項・記載方法も具体的に規定。

通達・告示

法第132条の85
法第132条の86

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II)

申請の方法(書面またはDIPS)・申請書記載事項・許可の基準と手続き・飛行形態に応じた追加基準を規定。

法第132条の85 第2項、第4項第2号
法第132条の86第2項、第3項、第5項第2号

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III)

申請の方法(書面またはDIPS)・申請書記載事項・許可の基準と手続き・関係官署等に係る要件を規定。

法第132条の85 第1項
法第132条の86第2項

ガイドライン

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

福島ロボットテストフィールド主催作業部会が作成。参考としてJARUSのSORAを採用。想定リスクとリスク評価手法の内容を提案。

無人航空機の飛行日誌の取り扱いに関するガイドライン

飛行日誌の記載方法について詳細を解説。

標準規格

UASO向け: 飛行の方法・用途別の標準運用手順、リスク評価実施要領、飛行マニュアルの標準仕様等(ASTM、SAE等)
USP向け: UTMサービス運用性能基準、UTMプロバイダ要件、USP相互運用性(ASTM、EUROCAE、ISO等)
その他: 監視SDSP性能基準、気象SDSP性能基準、RID標準仕様、等(ASTM等)

UASOに関する制度(運航関連 ②航空法以外)

- ドローンを飛行させる際、航空法以外に参照する必要のある法規の例を以下に示す。

道路法

第32条 道路の占用の許可

道路上に看板等を設置する際、道路占用許可が必要となる場合がある。

道路交通法

第77条 道路の使用の許可

ドローンを利用して第77条に定めるような行為(道路上での作業、道路上への看板設置等)を行う場合、道路使用許可が必要である。

自然公園法

第20条 特別地域
第37条 利用のための規制 等

国立公園・国定公園でのドローン飛行やポート等工作物の設置は、認められない場合がある。

河川法

第24条 土地の占用の許可
第26条 工作物の新築等の許可

河川区域内の土地に工作物を設置する場合等は、管理者の許可が必要である。ダム等の施設管理者が飛行禁止空域を設定している場合がある。

都市公園法

第11条 国の設置に係る都市公園における行為の禁止等 等

都市公園内のドローン飛行に係る行為は公園設置者(国又は地方公共団体)の管理(同法又は条例)に従う必要がある。

例:鎌倉市都市公園条例

公園敷地内におけるドローン飛行は原則禁止

例:沼津市漁港管理条例

漁港区域内でのドローン飛行は事前確認が必要

例:東京都港湾管理条例

港湾施設及び港湾区域内でのドローン飛行は東京都港湾局の承認又は確認が必要

海上交通安全法

第40条 航路及びその周辺の海域における工事等

港則法

第31条 工事等の許可及び進水等の届出

ドローンを飛行させるために作業船を配置する場合や海上にブイなどの工作物を設置する場合は港則法及び海上交通安全法に基づく許可又は届出が必要である。

海岸法

第7条 海岸保全区域の占用
第37条の4 一般公共海岸区域の占用

海岸保全区域・一般公共海岸区域内において看板・ポート等工作物を設置する際は海岸管理者の許可を受けなければならない。

港湾法

港湾区域及び港湾施設でのドローンの飛行は、港湾管理者(地方公共団体等)の定める条例等に従う必要がある。

漁港漁場整備法

(漁港及び漁場の整備等に関する法律)

漁港周辺でのドローンの飛行は、漁港管理者(地方公共団体等)の定める漁港管理条例等に従う必要がある。

基本的には地方公共団体が定める条例によって公園・港湾・漁港等の管理がされており、条例によってドローンの飛行禁止や許可等の手続きが規定されている場合がある。

重要施設の周辺地域の上空における小型無人機等の飛行の禁止に関する法律

重要施設及びその周囲おおむね300mの周辺地域の上空における小型無人機等の飛行を原則禁止される。

民法

第207条 土地所有権の範囲
第709条 不法行為による損害賠償

私有地上を飛行させる場合、土地の所有者の同意を必要とする場合がある。プライバシー侵害等の行為が行われた場合撮影者は損害賠償責任を負う。

個人情報保護法

第20条 適正な取得

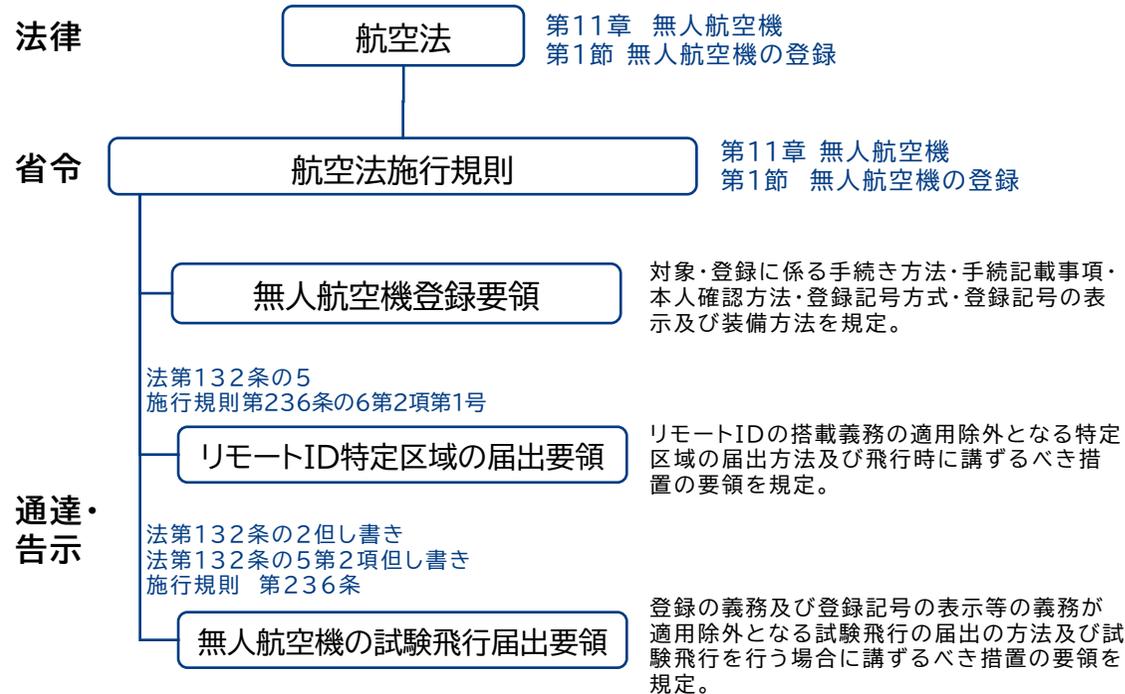
無断での撮影等が違反行為となる場合がある。

また、その他の施設等上空についても、条例によってドローンの飛行禁止や許可等の手続きが規定されている場合がある。

例:相模原市立博物館条例

博物館敷地内におけるドローン飛行は原則禁止

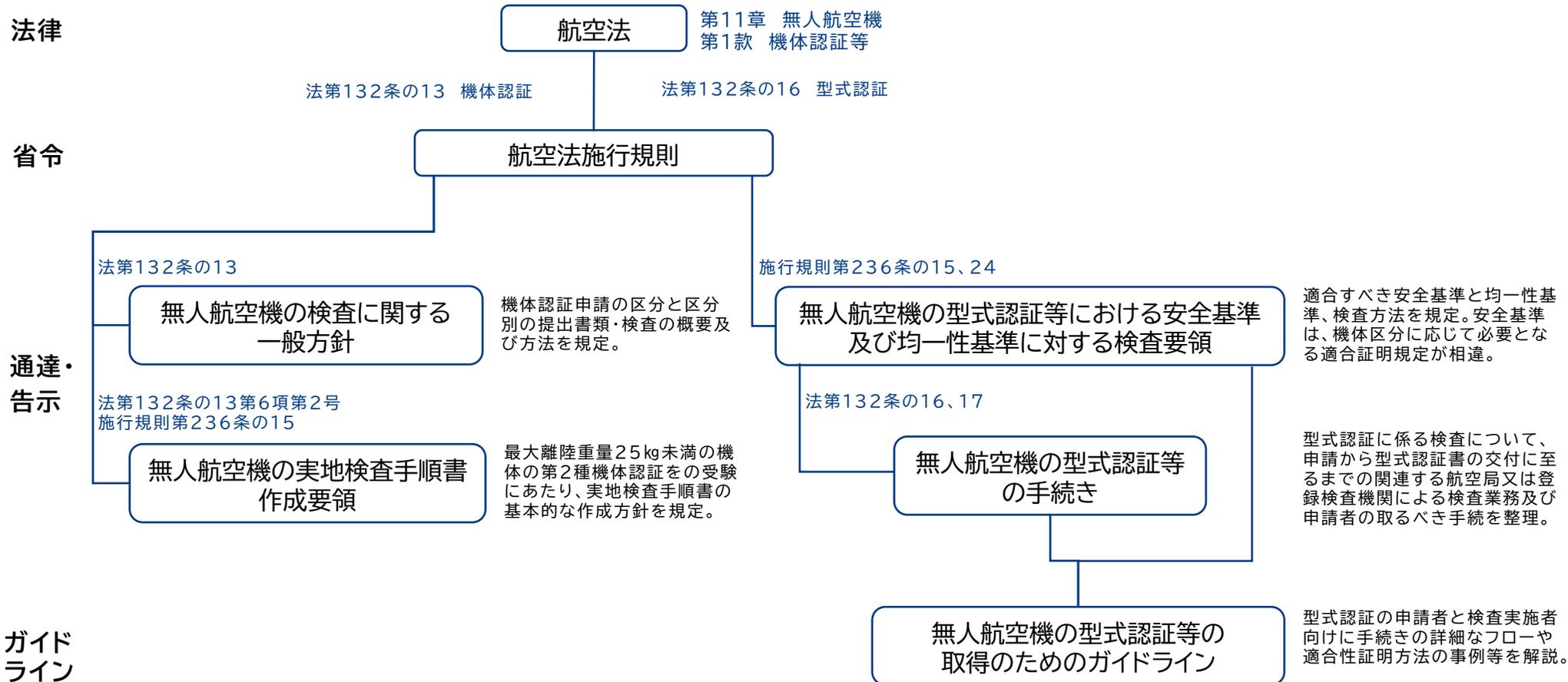
UASOに関する制度(登録関連)



標準規格

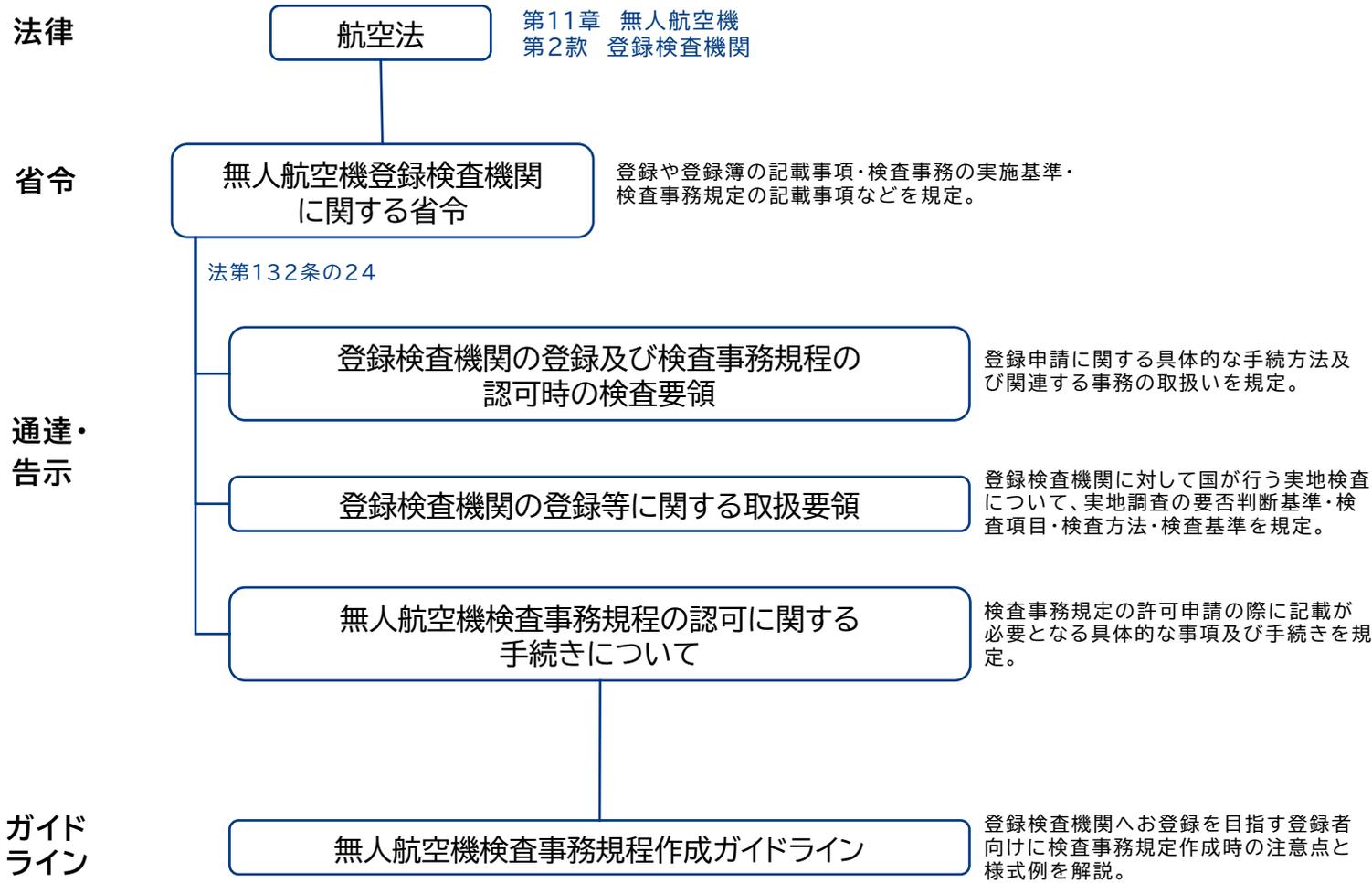
UASO向け: 飛行の方法・用途別の標準運用手順、リスク評価実施要領、飛行マニュアルの標準仕様等 (ASTM、SAE等)
 USP向け: UTMサービス運用性能基準、UTMプロバイダ要件、USP相互運用性 (ASTM、EUROCAE、ISO等)
 その他: 監視SDSP性能基準、気象SDSP性能基準、RID標準仕様、等 (ASTM等)

UASO・機体メーカーに関する制度(機体認証・型式認証関連)



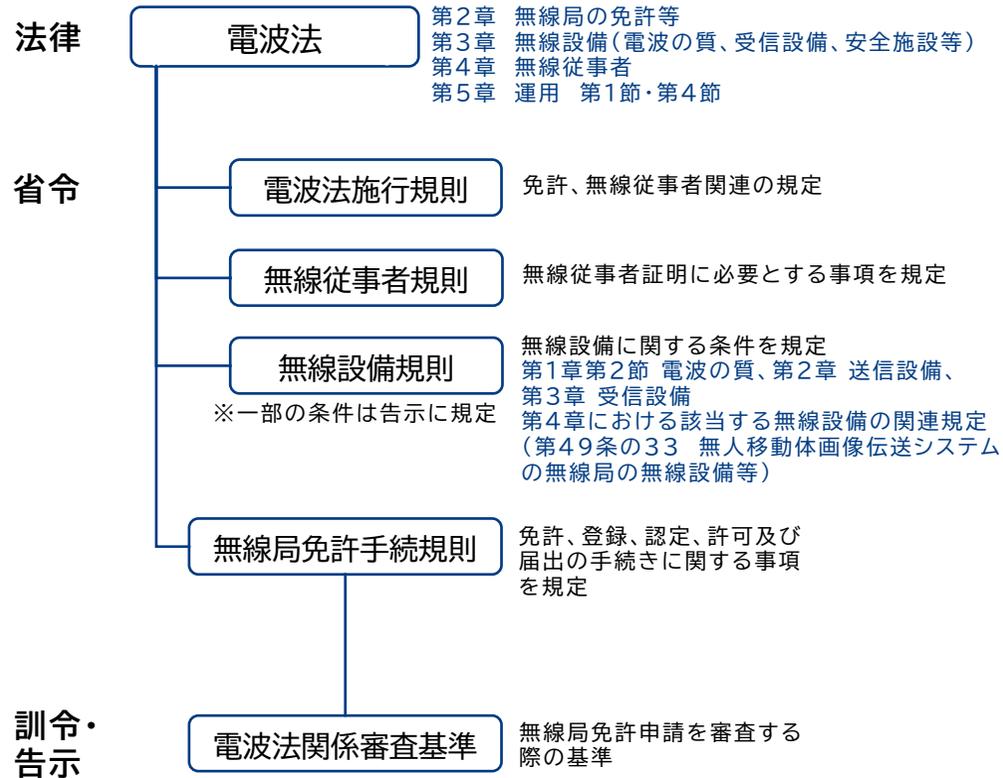
標準規格 UAS設計・構築・検証標準仕様、性能試験法、製造者品質保証プロセス、等(ASTM、ISO等)

登録検査機関に関する制度(機体認証・型式認証関連)



標準規格 UAS設計・構築・検証標準仕様、性能試験法、製造者品質保証プロセス、等(ASTM、ISO等)

UASOに関する制度(無線通信関連)



標準規格 C2リンク標準仕様、セルラー上空利用のための出力制御、セルラーC2リンク性能基準(ASTM、3GPP、GSMA等)

UASO・試験機関・登録講習機関に関する制度(操縦士技能証明関連)

法律

航空法

第11章 無人航空機
第3節 無人航空機操縦者技能証明等

第1款無人航空機操縦者技能証明

第2款無人航空機操縦士試験機関
法第132条の56第1項

第3款登録講習機関等
法第132条の69、82

省令

航空法施行規則

第11章 無人航空機
第3節 無人航空機
操縦者技能証明

無人航空機操縦士試験
機関に関する省令

法で定める指定試験機関の指定に
ついて、施設及び設備、職員等に係
る要件と必要な手続きを規定。現在
指定試験機関は日本海事協会のみ。

無人航空機の登録講習
機関及び登録更新講習
機関に関する省令

登録に際する必要手続と申
請書・登録簿への記載事項、
講習事務の実施基準を規
定。

通達・
告示

施行規則第236条の
41、45、47、別表第6

無人航空機操縦者技能証明に
おける身体検査実施要領

別表第6の身体検査基準の具体的な検査
判定方法を規定。一等操縦士資格のうち最
大離陸重量25kg未満の限定のない場合
のみ検査基準が別建て。

法第132条の47第2項
施行規則第236条の48

無人航空機の飛行の安全に
関する教則

無人航空機操縦及び技能証明のための学
科試験において必要最低限の知識要件を
記載。具体的な章立ては学科試験の一等科
目+操縦者の心得。

法第132条の47第2項
施行規則第236条の49

無人航空機操縦者技能証明に
係る学科試験の科目について

一等科目は無人航空機に関する規則・無人
航空機のシステム・無人航空機の操縦者及
び運航体制・運行上のリスク管理、二等科
目は上記科目から一部除外。

施行規則第236条の38、
57、60、66、67、68

無人航空機操縦士実地試験
実施基準

実地試験は技能証明の資格区分に応じて
無人航空機の種類ごとの実施。

実施細則(一等・二等)

机上試験・口述試験・実技試験について実
施要領及び合否判定の基準を規定現在細
則のあるマルチローター、ヘリコプターに加
えて飛行機についても細則公表予定。

無人航空機操縦者技能証明
に関する事務処理要領

技能証明書の新規申請・限定変更申請・更
新申請、更新申請・再交付申請について、申
請に係る手続の要領を規定。

無人航空機操縦者技能証明の申請等の
事務処理に関するガイドライン

技術申請者向けに各種申請手続の
詳細なフローを説明。

省令第6条
第1号、第4号

登録講習機関の教育の
内容の基準等を定める
告示

必要履修科目と各科目の履
修内容・時間・方法を規定。
実地講習・必要な施設及び
設備・オンライン講習・講習
管理者および講師への研修
についても同様に基準を規
定。

登録講習機関の登録等
に関する取扱要領

省令の定める登録申請に関
する具体的な事項及び関連
する事務取扱等の手続要領
を規定。

登録講習機関の登録等の
事務処理に関するガイドライン

登録申請を行う講習機関向
けに、機関登録及び講習の
実施について必要な事務処
理に係る詳細な指針を指示。

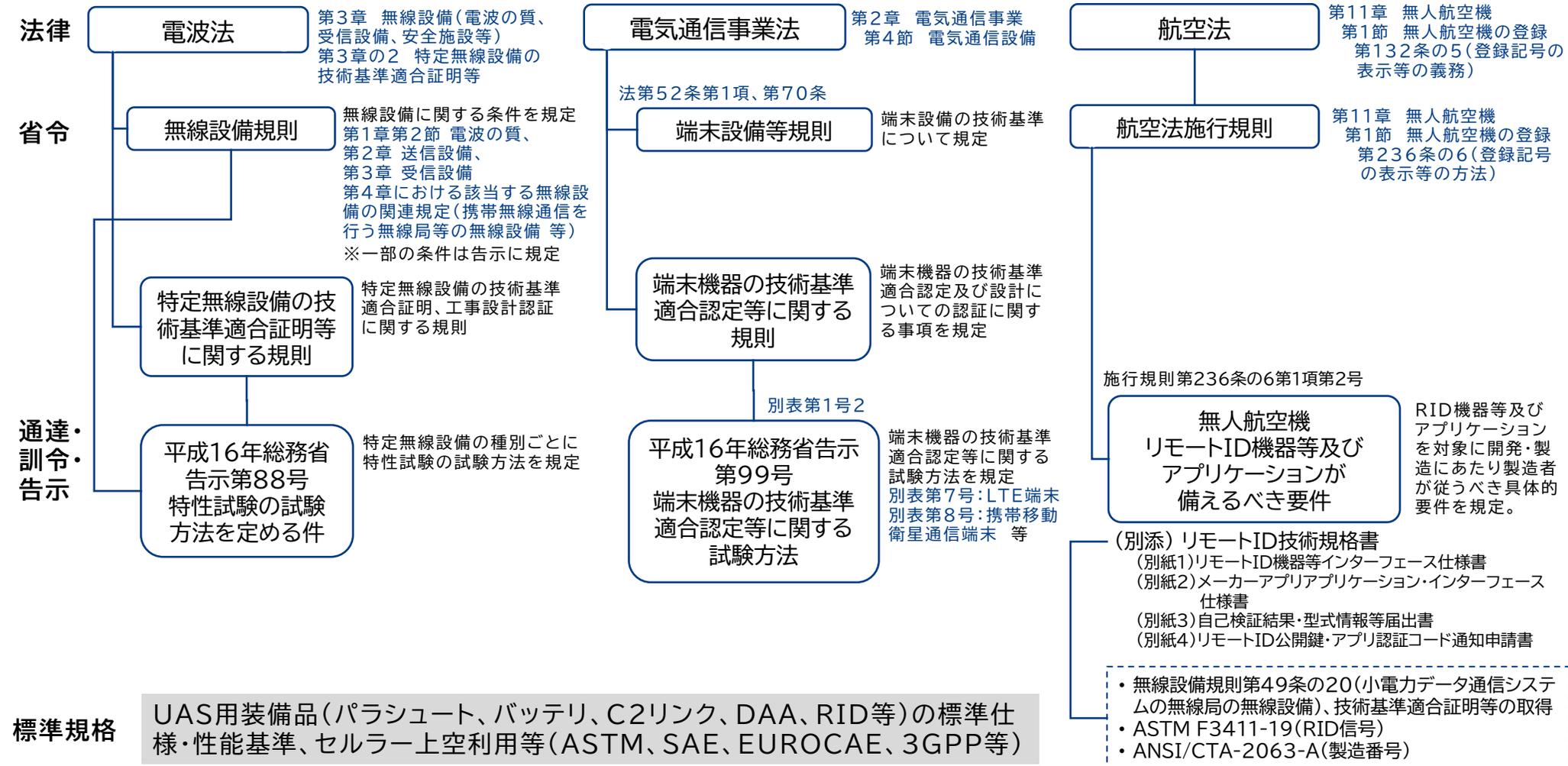
ガイド
ライン

標準規格 操縦士訓練ガイド、研修マニュアル標準仕様、インストラクター向けガイド、監視者向け訓練、等(ASTM、ISO等)

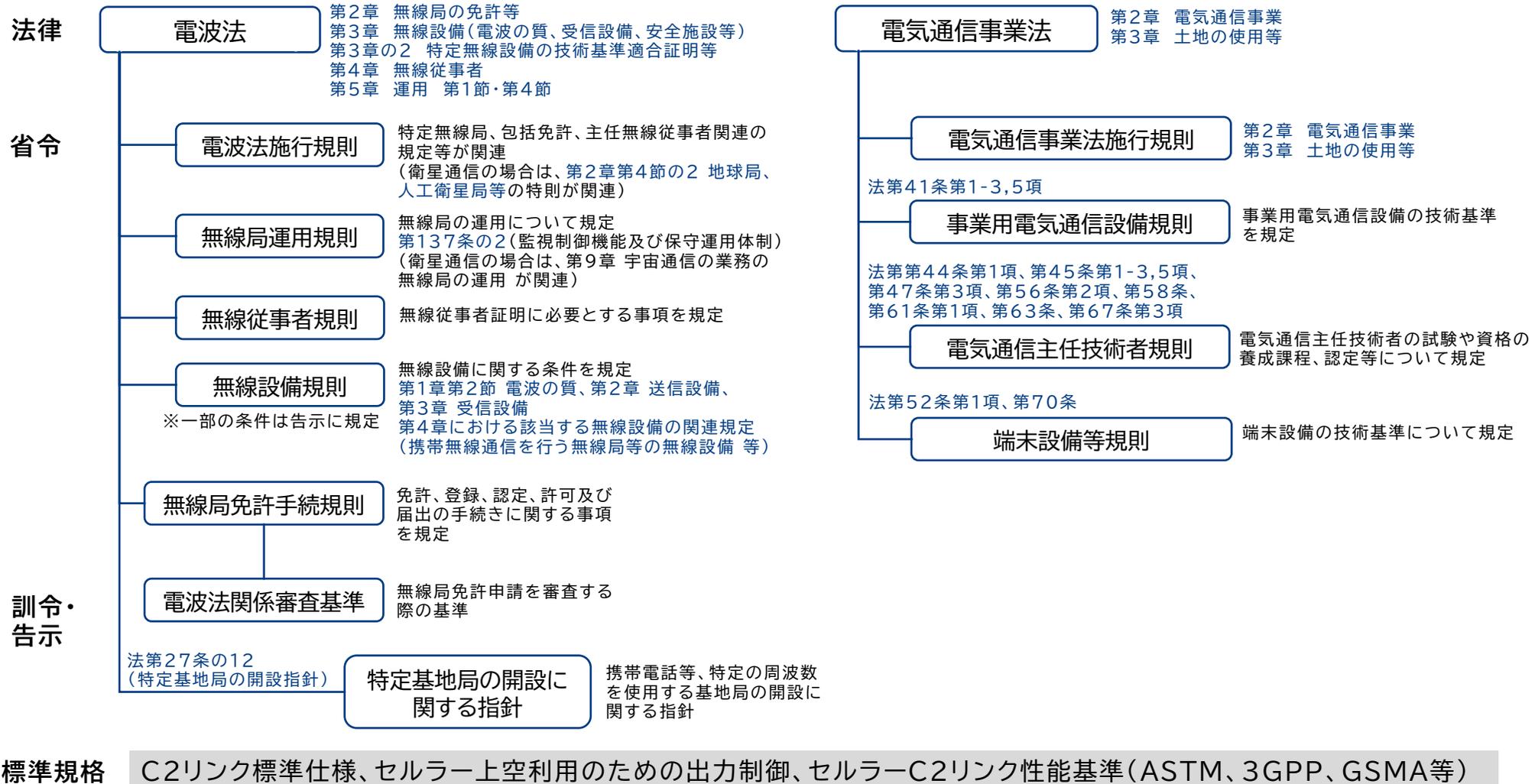
装備品メーカーに関する制度

通信機器メーカー

リモートID機器メーカー

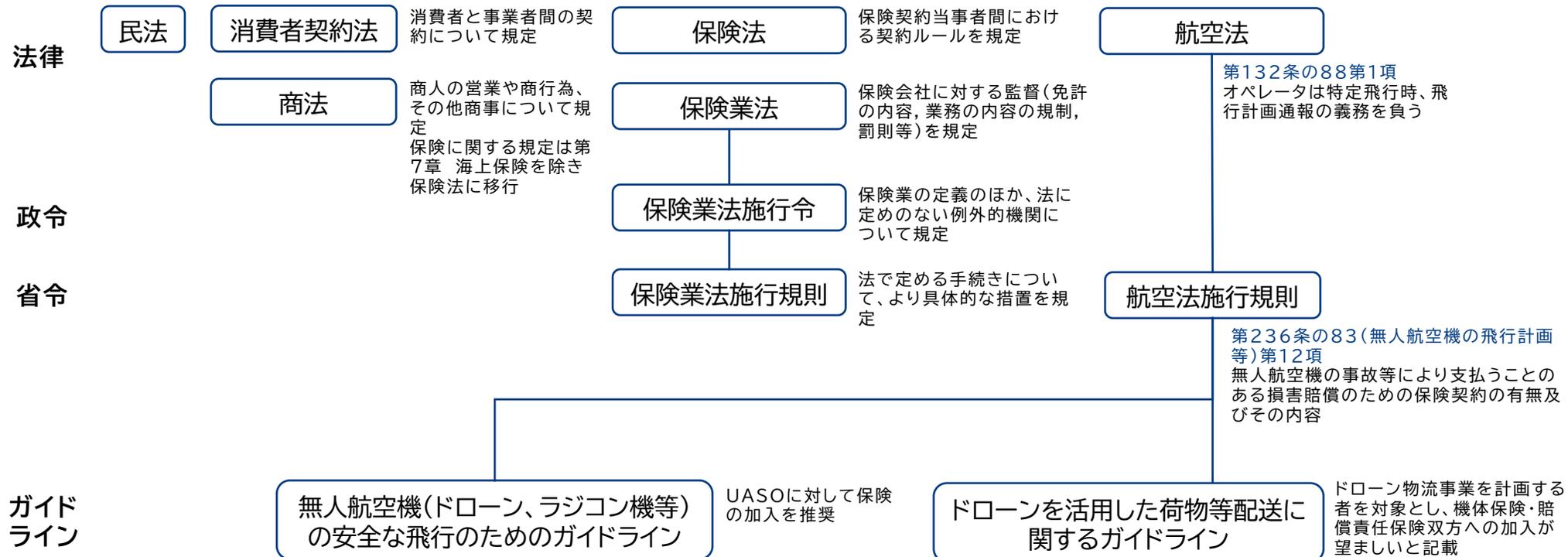


通信プロバイダに関する制度



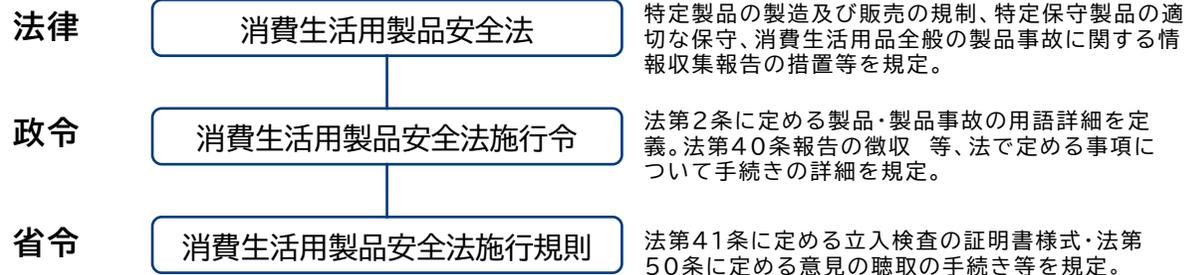
保険会社に関する制度

- ドローンに関連する保険は、機体の損害を対象とする機体保険とドローンの運航による損害発生を対象とする賠償責任保険の2つに分類することができる。
- ドローンは無人航空機であるため、航空機に適用される保険方式(航空保険)ではなく、一般的な保険と同様の法制度が適用されると考えられる。



機体メーカー・販売代理店に関する制度(製品安全関連)

- 製品安全に係る法律のうち、ドローンの製造・輸入・販売にあたっては**消費生活用製品安全法**が適用される可能性がある。
- 消費生活用製品とは、「主として一般消費者の生活の用に供される製品」を指す。(消費生活用製品安全法第2条)



製品事故(法第2条第5項)

- 一般消費者の生命又は身体に対する危害が発生した事故
- 消費生活用製品が滅失し、又はき損した事故であって、一般消費者の生命又は身体に対する危害が発生するおそれのあるもの

重大製品事故(法第2条第6項、施行令第5条)

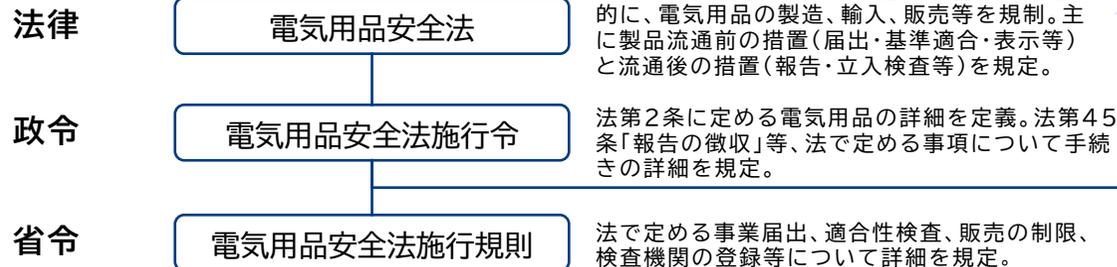
- 製品事故のうち、死亡事故、重傷病事故、後遺傷害事故、一酸化炭素中毒事故や火災等、発生し、又は発生するおそれがある危害が重大であるもの

ドローンの製造・輸入・販売事業者に課される消費生活用製品関連主要規定

	製品流通前	製品流通後	製品事故発生時	
				重大事故
製造事業者 輸入事業者	特段の措置(PSCマークの付与含む)は不要	ドローン及びその関連製品は特別特定製品・特定保守製品には該当しない。 ※PSマーク:国が定めた流通前の規制を満たす製品に対して表示するマーク	● 事業者の責務(法第38条) 事故原因調査を行ったうえで必要があると認めるときは、製品の回収その他の危害の発生及び拡大を防止するための措置をとる	● 内閣総理大臣への報告等(法第35条) 事故発生を知った日から10日以内に法に規定する事項を報告
販売事業者			● 事業者の責務(法第38条) 製造又は輸入事業者の措置に協力する	
主務大臣 (又は内閣総理大臣)			● 報告の徴収(法第40条) 製造、輸入、販売事業者に対しその業務の状況に関する報告命令が可能 ● 立入検査(法第41条) 事務所、工場、倉庫、事業所等に立入検査が可能	● 危害防止命令(法第39条) 一般消費者の生命又は身体について重大な危害が発生し、又は発生する急迫した危険がある場合において、必要があると認めるとき、製造又は輸入事業者に対し製品の回収等の措置を命じることが可能	● 内閣総理大臣による公表(法第36条) 必要があると認めるとき、製品の名称及び型式、事故の内容その他事項を公表 ● 体制整備命令(法第37条) 事業者が法第35条の報告を怠る又は虚偽の報告をした場合、必要があると認めるときは事業者に体制整備を命じることが可能

機体メーカー・販売代理店に関する制度(製品安全関連)

- 製品安全に係る法律のうち、ドローンのバッテリーの製造・輸入・販売にあたっては**電気用品安全法**が適用される。



特定電気用品以外の電気用品(法第2条、政令第1条)

- 電気事業法にいう一般電気工作物の部分となり、又はこれに接続して用いられる機械、器具又は材料/携帯発電機/蓄電池(政令で示す341品目)

特定電気用品(法第2条、政令第1条)

- 構造又は使用方法その他の使用状況からみて特に危険又は障害の発生するおそれが多い電気用品(政令で示す116品目)

電気用品の技術上の基準を定める省令

法第8条「基準適合義務等」で定める技術基準の詳細を規定。

電気用品の製品流通前の措置(届出・手続きの流れ)

事業の届出(法第3条)

電気用品の製造又は輸入の事業を行う者は、事業開始の日から30日以内に、経済産業大臣に届け出なければならない。

基準適合義務等(法第8条)

届出事業者は当該電気用品を製造、輸入する場合国が定める技術基準に適合させなければならない。※試験的製造、輸出用電気用品、特定用途の電気用品(リチウムイオン蓄電池を含む)については、適合義務が免除

表示(法第10条)

販売事業者は販売にあたって法第10条に定める表示が付されていることを確認しなければならない。

特定電気用品の適合性検査(法第9条)

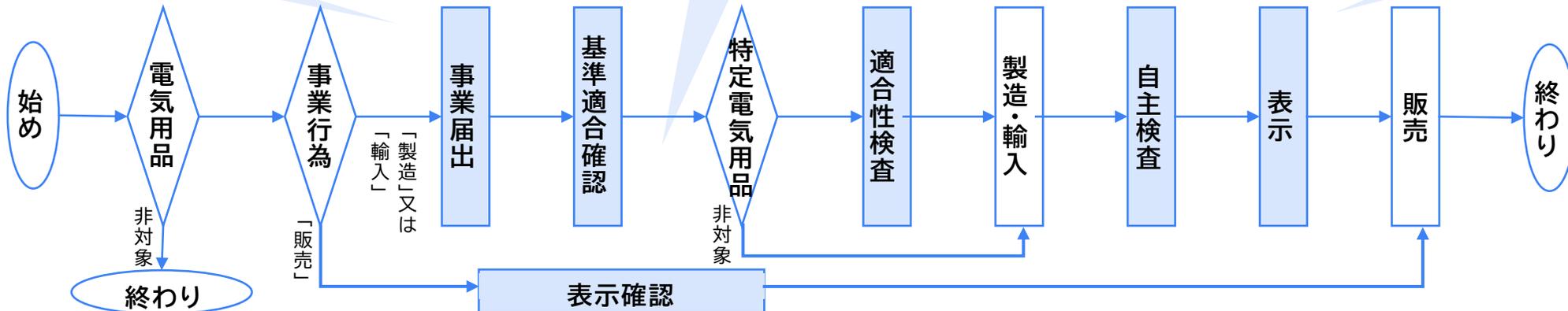
届出事業者は登録検査機関の適合性検査を受け、かつ適合性証明書の交付を受け、これを保存しなければならない。

基準適合義務等(法第8条)

届出事業者は国が定めた検査の方式により検査を行い、検査記録を作成し、これを検査の日から3年間保存しなければならない。

表示(法第10条)

届出事業者は、基準に適合し、検査等を実施した電気用品について、国が定めた表示(PSEマーク等)を付すことができる。



機体メーカー・販売代理店に関する制度(製品安全関連)

- 製品安全に係る法律のうち、ドローンのバッテリーの製造・輸入・販売にあたっては**電気用品安全法**が適用される。

法律

電気用品安全法

電気用品による危険及び障害の発生の防止を目的に、電気用品の製造、輸入、販売等を規制。主に製品流通前の措置(届出・基準適合・表示等)と流通後の措置(報告・立入検査等)を規定。

政令

電気用品安全法施行令

法第2条に定める電気用品の詳細を定義。法第45条「報告の徴収」等、法で定める事項について手続きの詳細を規定。

省令

電気用品安全法施行規則

法で定める事業届出、適合性検査、販売の制限、検査機関の登録等について詳細を規定。

特定電気用品以外の電気用品(法第2条、政令第1条)

- ・ 電気事業法にいう一般電気工作物の部分となり、又はこれに接続して用いられる機械、器具又は材料/携帯発電機/蓄電池 (政令で示す341品目)

特定電気用品(法第2条、政令第1条)

- ・ 構造又は使用方法その他の使用状況からみて特に危険又は障害の発生するおそれが多い電気用品 (政令で示す116品目)

電気用品の技術上の基準を定める省令

法第8条「基準適合義務等」で定める技術基準の詳細を規定。

電気用品の製品流通後の措置

● 報告の徴収(法第45条)

国は、当法律の施行に必要な限度において、政令で定めるところにより、電気用品の製造、輸入、販売事業者に対し、その業務に関し、期限を設けて報告を求めることができる。

● 立入検査(法第46条)

国は、当法律の施行に必要な限度において、電気用品の製造、輸入、販売の事業者の事務所、工場、事業場、店舗又は倉庫に立ち入り、電気用品、帳簿、書類その他の物件を検査し、又は関係者に質問することができる。

● 電気用品の提出(法第46条の2)

国は、立入検査において、検査設備がない場合、検査に長時間を要する場合等その場所においては検査をすることが著しく困難な電気用品があった場合、届出事業者に対し、期限を定めて当該電気用品の提出を命じることができる。

報告の徴収・
立入検査等の
結果などを
踏まえた措置

● 改善命令(法第11条)

国は、届出事業者が基準適合義務(法第8条)に違反したとき、届出事業者に対し、製造方法、輸入方法その他業務の方法の改善に関し、安全上必要な措置をとることを命ずることができる。

● 表示の禁止(法第12条)

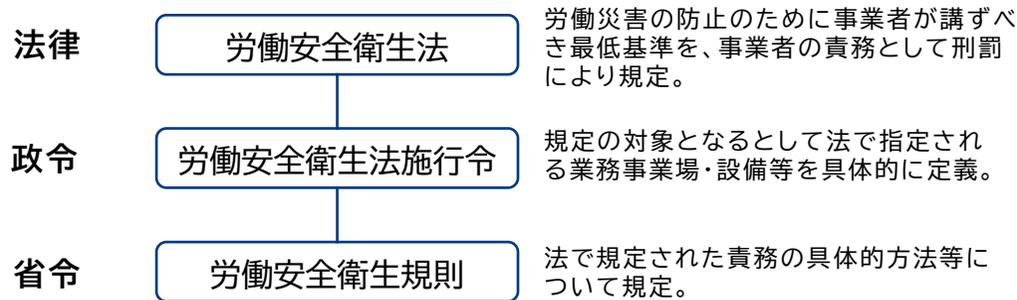
届出事業者が基準適合義務(法第8条)又は特定電気用品の適合性検査(法第9条)に違反したとき若しくは改善命令に違反したとき、国は、届出事業者に対し、1年以内の期間を定めて法第10条への表示を付すことを禁止することができる。

● 危険等防止命令(法第42条の5)

国は、届出事業者又は販売事業者が法第27条(販売の制限)に違反したとき又は技術基準不適合品を販売したとき、危険及び障害の拡大を防止するため特に必要な場合に、届出事業者及び販売事業者に対し、回収を図ること等必要な措置をとることを命ずることができる。

ドローン使用中事故発生時の責任と関連法令

- 労働者のドローン使用中の事故を防止するために、事業者は労働安全衛生法上の責務を負う。



定義(法第2条)

労働災害

- ・ 労働者の就業に係る建設物、設備、原材料、ガス、蒸気、粉じん等により、又は作業行動その他業務に起因して、労働者が負傷し、疾病にかかり、又は死亡すること

労働者

- ・ 労働基準法第九条に規定する労働者

事業者

- ・ 事業を行う者で、労働者を使用するもの

事業者が負う責務

事業者等の責務(法第3条)

事業者は、単にこの法律で定める労働災害の防止のための最低基準を守るだけでなく、快適な職場環境の実現と労働条件の改善を通じて職場における労働者の安全と健康を確保するようにしなければならない。

安全衛生管理体制の確立

法第3章 安全衛生管理体制

- ・ 総括安全衛生管理者(第10条)
- ・ 安全管理者(第11条)
- ・ 衛生管理者(第12条)
- ・ 安全委員会(第17条)
- ・ 衛生委員会(第18条)等の設置
- ・ 産業医等の選任(第13条)

労働災害防止のための具体的措置

法第4章 労働者の危険又は健康障害を防止するための措置

- ・ 危害防止基準：**機械**、作業、環境等による危険に対する措置の実施(法第20条～第25条の2)
 - ・ 省令 第2編 安全基準 第1章 **機械による危険の防止**
 - ・ 第1節 一般基準/9節 産業用ロボット

法第6章 労働者の就業に当たっての措置

- ・ 安全衛生教育：雇入れ時、危険有害業務就業時に実施(法第59条～第60条の2)
- ・ 就業制限：クレーンの運転等特定の危険業務は有資格者の配置が必要(法第61条)等

法第7章 健康の保持増進のための措置

- ・ 作業環境測定：有害業務を行う屋内作業場等において実施(法第65条)
- ・ 健康診断：一般健康診断、特殊健康診断等を定期的の実施(法第66条)

労働者が負う責務

事業者等の責務(法第3条)

労働者は、労働災害を防止するため必要な事項を守るほか、事業者その他の関係者が実施する労働災害の防止に関する措置に協力するように努めなければならない。

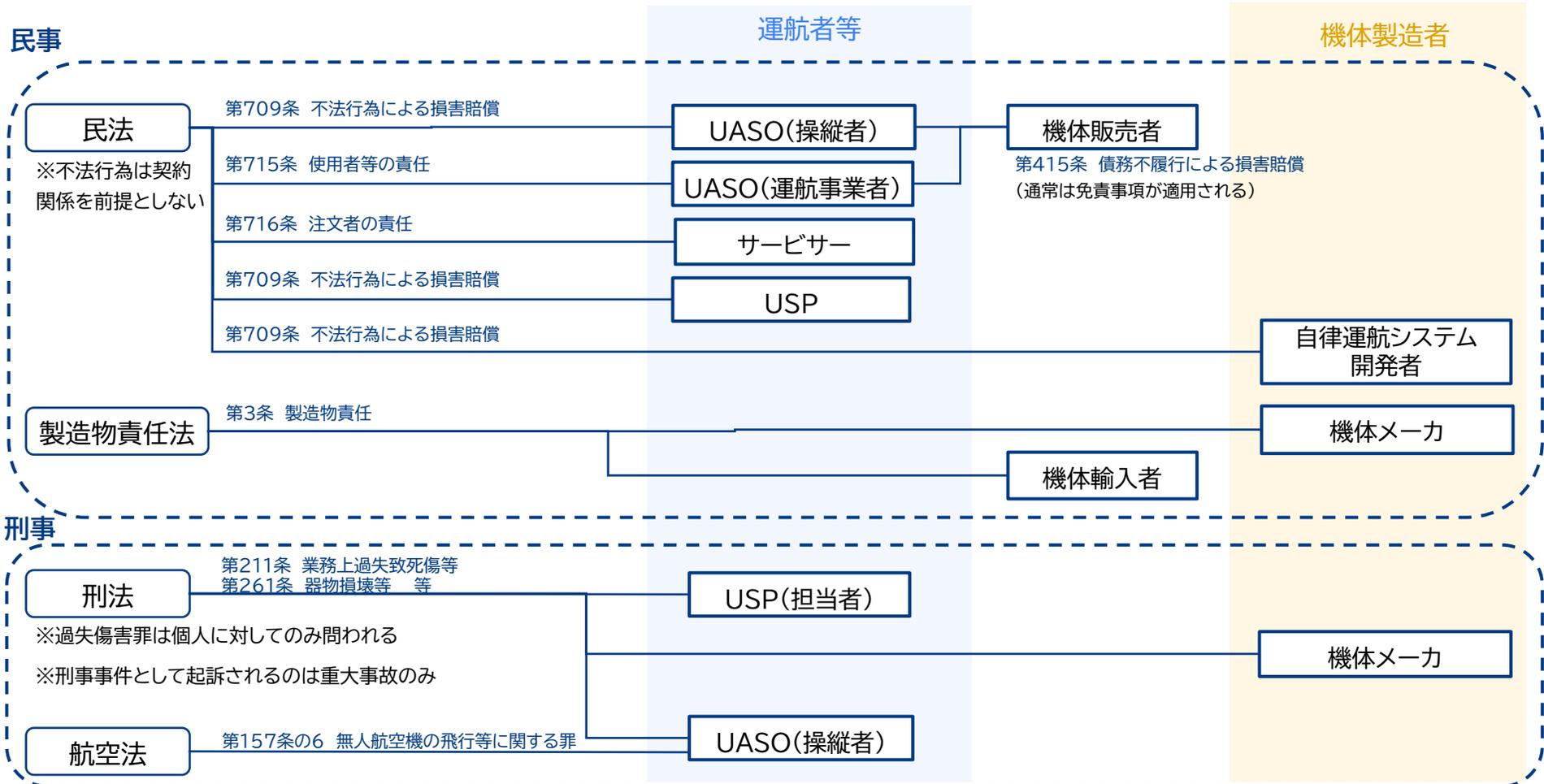
事業者の講ずべき措置等(法第26条)

労働者は、事業者が第20条～第25条の2規定に基づき講ずる措置に応じて、必要な事項を守らなければならない。

事業場一般に適用される規定に加え、ドローンを使用する場合は危害防止基準について労働安全衛生規則第2編第1章を参照する必要がある。

ドローンの飛行中事故発生時に発生しうる責任と関連法令

- ドローン運航中に第三者に損害を与える事故が発生した場合、民事、刑事、行政上の責任が生じうる。航空法の規定する義務は他頁に整理しているため、本頁では生じうる民事責任・刑事責任に関連する法令のみを記載する。



ドローンのユースケースごとに関わる法制度

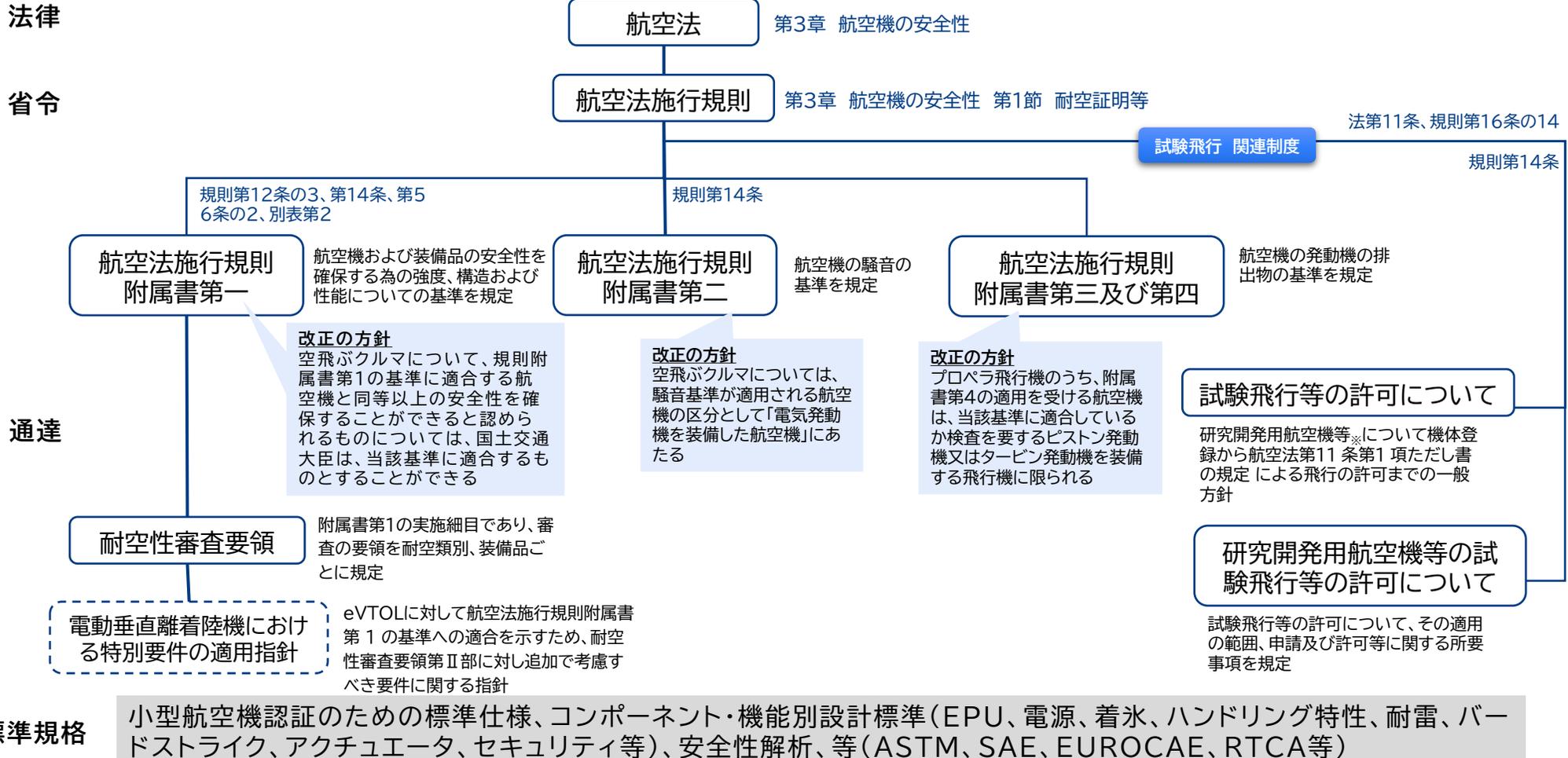
ユースケース	法令	条文	ガイドライン等	内容
物流	—	—	ドローンを活用した荷物等配送に関するガイドライン	ガイドラインは、レベル3・4飛行によるドローン物流事業の提供を想定し、事業コンセプト構築、検討実施体制の整備、サービス内容と採算性の確保、安全の確保、事業継続性の確保等を支援する。
医薬品配送	医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律(薬機法)	第9条の2、第9条の4、第29条の3、第31条の5、第36条の2の2	ドローンによる医薬品配送に関するガイドライン オンライン服薬指導の実施要領について	ガイドラインは医薬品のB2B又はB2B配送を対象とし、配送の対象となる医薬品や品質・安全性の確保方法、服薬指導の実施義務等を規定する。
公共測量	測量法	第34条	UAVを用いた公共測量マニュアル(案)	マニュアルに従った作業によって、精度検証結果の国土地理院への提出等は不要となる。
	作業規定の準則	第17条		
消防防災	消防組織法	第37条	消防防災分野におけるドローン活用の手引き	手引きはマルチロータードローンを対象として、消防災害利用時に考慮すべき事項や災害時特例が適用される場合、ドローン活用事例等を示す。
	航空法	第132条の3	132条の3の適用を受ける場合の運用ガイドライン	
プラント点検	労働安全衛生法	第280条	プラントにおけるドローンの安全な運用方法に関するガイドライン プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン	プラント点検利用では、法律上危険区域・危険物施設とされる場所での電気器具等の使用にあたる可能性がある。
	高圧ガス保安法	第37条の1、2		
	消防法	第10条第3項		
道路橋・トンネル点検	道路法	第42条第2項	道路橋定期点検要領 道路トンネル定期点検要領 新技術利用のガイドライン(案) 点検支援技術性能カタログ(案)	点検業務における近接目視等について、ドローンを含む新技術の利用が可能となる。

空飛ぶクルマに関する現行制度

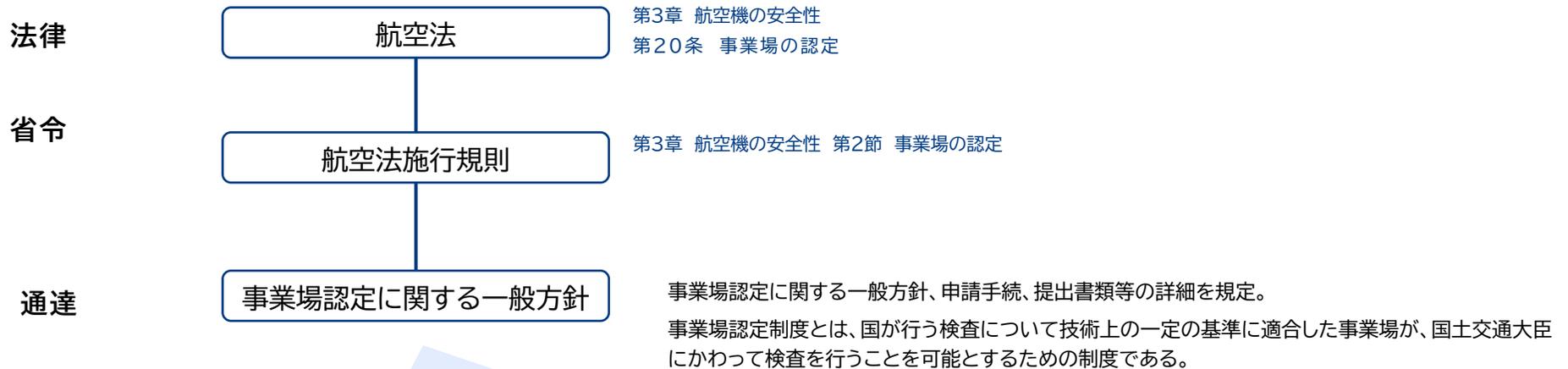
機体・装備品メーカーに関する制度(耐空証明・型式証明関連)

実線枠 : 発行済み
破線枠 : 未発行(今後発行の可能性のある文書)

- 令和5年12月31日施行の航空法施行規則改正をもって、「空飛ぶクルマ」は垂直離着陸飛行機又はマルチローターにあたる規定された。耐空証明・型式証明については、各法令の定める機体区分に基づき、基準が適用される。



機体メーカーに関する制度(事業場の認定)



航空機的设计・製造を行うものは、**航空機設計検査認定**、**航空機製造検査認定**を受けることにより、設計や製造に関する国の検査の一部又は全部を省略することができる。

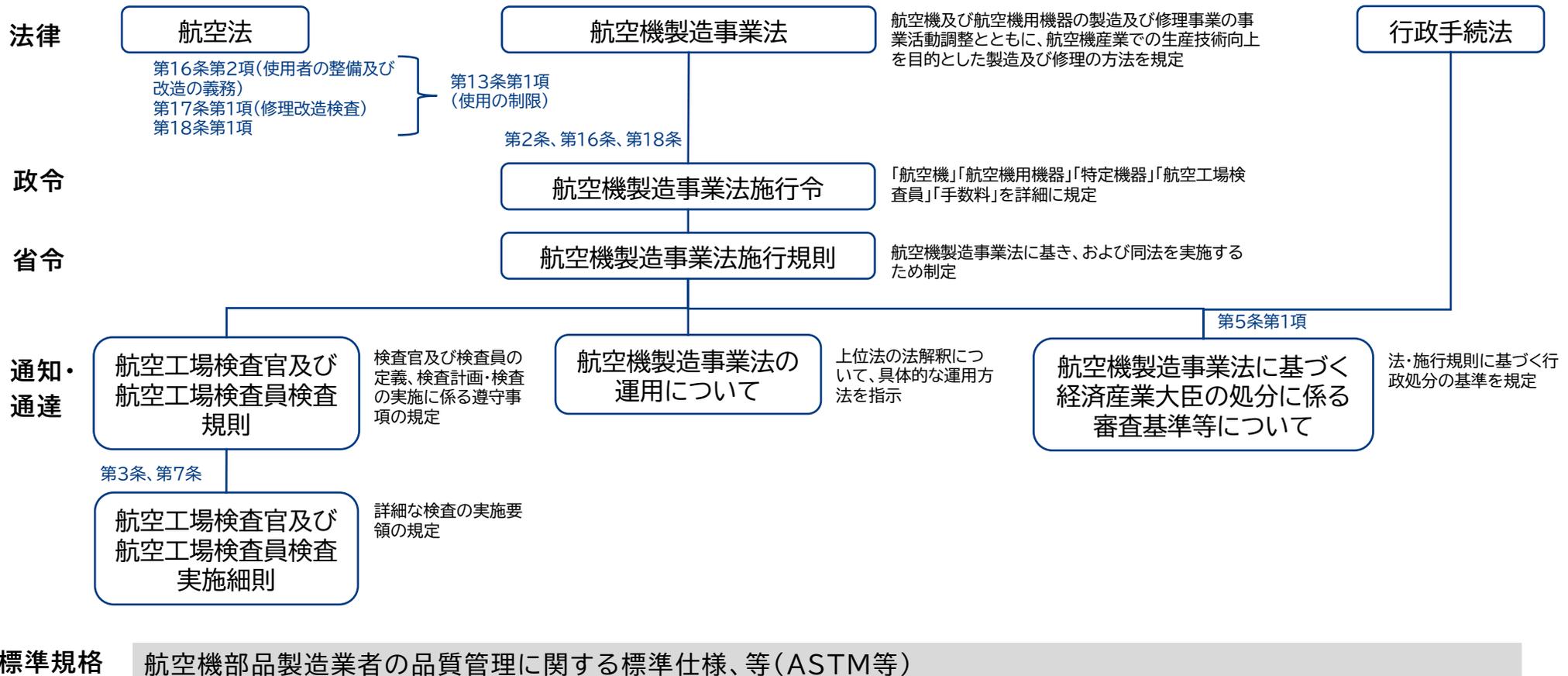
また、航空機の認定事業場の業務範囲は以下の3種類に分かれており、空飛ぶクルマの機体特性・性能に応じて、航空機の型式・作業の区分と内容、設計変更の区分と内容等について限定を決定することが想定される。

- ① 最大離陸重量が5700kg以下の航空機(回転翼航空機を除く)に係わる業務
- ② 最大離陸重量が5700kgを超えるの航空機(回転翼航空機を除く)に係わる業務
- ③ 回転翼航空機に係わる業務

※空飛ぶクルマは機体特性・性能に応じて上記の業務範囲①または③に該当すると想定される。

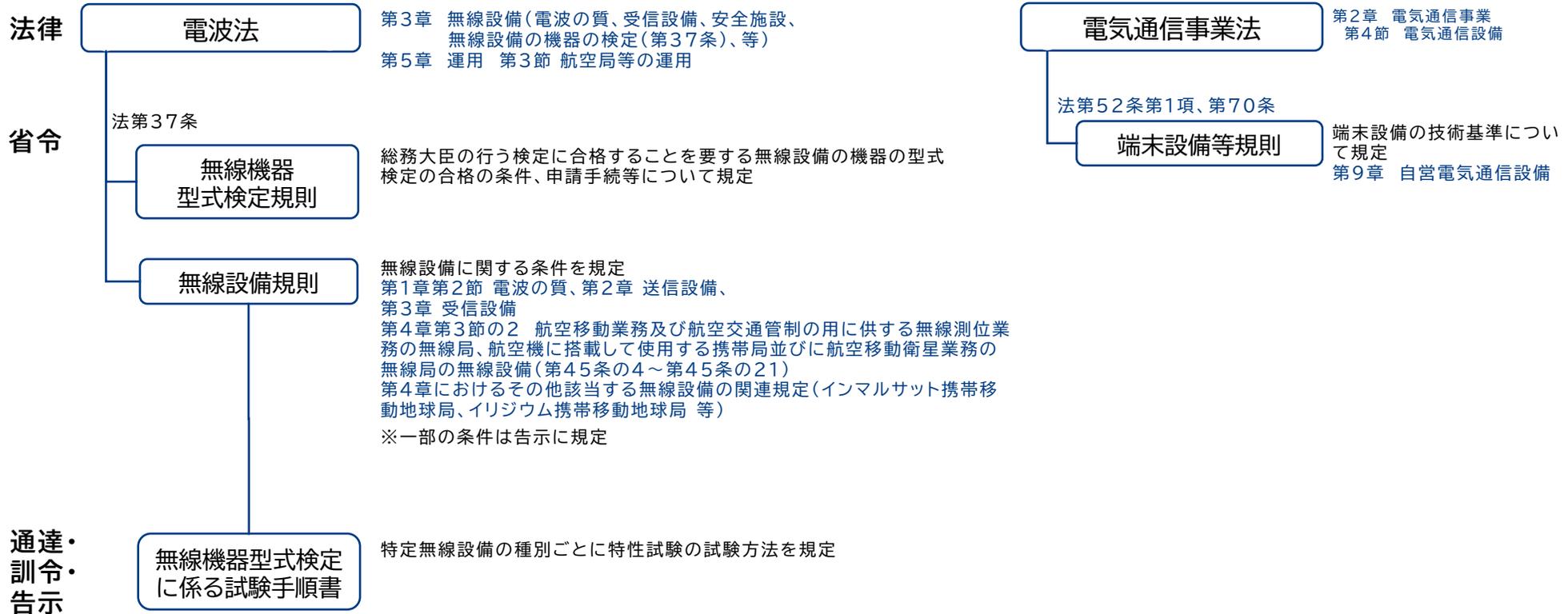
機体メーカーに関する制度(事業関連)

- 以下に、今後機体メーカーに関連すると考えられる航空機の製造・修理に関する法制度を整理する。
- 航空機製造事業法の対象は航空機、航空機用機器(特定機器)、航空機用機器(その他の機器)の3つに分類され、それぞれ製造・修理に必要な法的手続きが異なる。



装備品メーカーに関する制度(無線通信関係)

通信機器メーカー



標準規格

各種通信・監視システム(VHF、ADS-B、レーダ、DAA、C2リンク)の最低運用性能基準・航空システム性能基準、セルラー上空利用、等(EUROCAE、RTCA、GSMA、3GPP等)

装備品メーカーに関する制度(事業場の認定)

法律

航空法

第3章 航空機の安全性
第20条 事業場の認定

省令

航空法施行規則

第3章 航空機の安全性 第2節 事業場の認定

通達

事業場認定に関する一般方針

事業場認定に関する一般方針、申請手続、提出書類等の詳細を規定。

事業場認定制度とは、国が行う検査について技術上の一定の基準に適合した事業場が、国土交通大臣にかわって検査を行うことを可能とするための制度である。

装備品の設計・製造を行うものは、**装備品設計検査認定**、**装備品製造検査認定**を受ける必要がある。
また、装備品の認定事業場の業務範囲は装備品の種類等に応じて24種類あり、装備品の種類、型式及び作業の区分、内容等の限定が付される。

<参考:装備品の認定事業場の業務範囲>

- | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1. ピストン発動機に係る業務 | 10. 着陸系統の装備品等に係る業務 | 19. 操縦系統の装備品等に係る業務 |
| 2. タービン発動機に係る業務 | 11. 防水、防火又は防水系統の装備品等に係る業務 | 20. 構造部材に係る業務 |
| 3. プロペラに係る業務 | 12. 燃料系統の装備品等に係る業務 | 21. ドアに係る業務 |
| 4. 回転翼に係る業務 | 13. 油圧系統の装備品等に係る業務 | 22. 窓に係る業務 |
| 5. トランスミッションに係る業務 | 14. 空調又は与圧系統の装備品等に係る業務 | 23. 座席その他航空機内に備え付けられた装備品等に係る業務 |
| 6. 計器又は記録系統の装備品等に係る業務 | 15. 酸素系統の装備品等に係る業務 | 24. その他国土交通大臣が告示で指定する装備品等に係る業務 |
| 7. 自動操縦系統の装備品等に係る業務 | 16. 空圧又は真空系統の装備品等に係る業務 | |
| 8. 発動機補機に係る業務 | 17. 電気系統の装備品等に係る業務 | |
| 9. 補助動力装置に係る業務 | 18. 通信又は航法系統の装備品等に係る業務 | |

オペレーターに関する制度(運航・事業許可関連)

法律

第6章 航空機の運航
第7章 航空運送事業等

航空法

省令

第6章 航空機の運航
第7章 航空運送事業等

航空法施行規則

通達

航空法第100条 規則227条
航空運送事業等の許可航空運送事業及び航空機使用事業の許可並び
に事業計画変更の認可及び届出の取扱要領航空運送事業及び航空機使用事業の許可申請
における具体的な申請方法・書類・審査基準を
規定令和5年11月の航空法施行規則改正を踏まえ、出発前の気象
確認、離陸重量・着陸重量、必要搭載燃料量、機長の資格要件、
慣熟飛行訓練、最低安全飛行高度、救命胴衣又はこれに相当す
る緊急用具の着用義務、旅客在機中の燃料補給、航空機の燃料
補給に係る業務等についての改正が行われた。規則第175条
最低安全高度の飛行の許可

試験飛行 関連制度

地方航空局における
最低安全高度以下の高度の飛行に係
る許可の事務処理基準航空機が最低安全高度以下で飛行を行う場合の
申請・許可基準・手続き等を規定

法第81条ただし書

試験飛行 関連制度

最低安全高度以下の飛行の許可(航空
法第81条ただし書許可)基準航空機が最低安全高度以下で飛行を行う場合
の申請・許可基準・手続き等を規定航空法第104条第1項 規則213条
運航規程及び整備規程の認可

運航規程審査要領

運航規程/整備規程の認可審査における
審査基準・審査実施方法を規定

整備規程審査要領

法第102条第1項 規則第211条
運航管理施設等の検査

運航管理施設等の検査要領

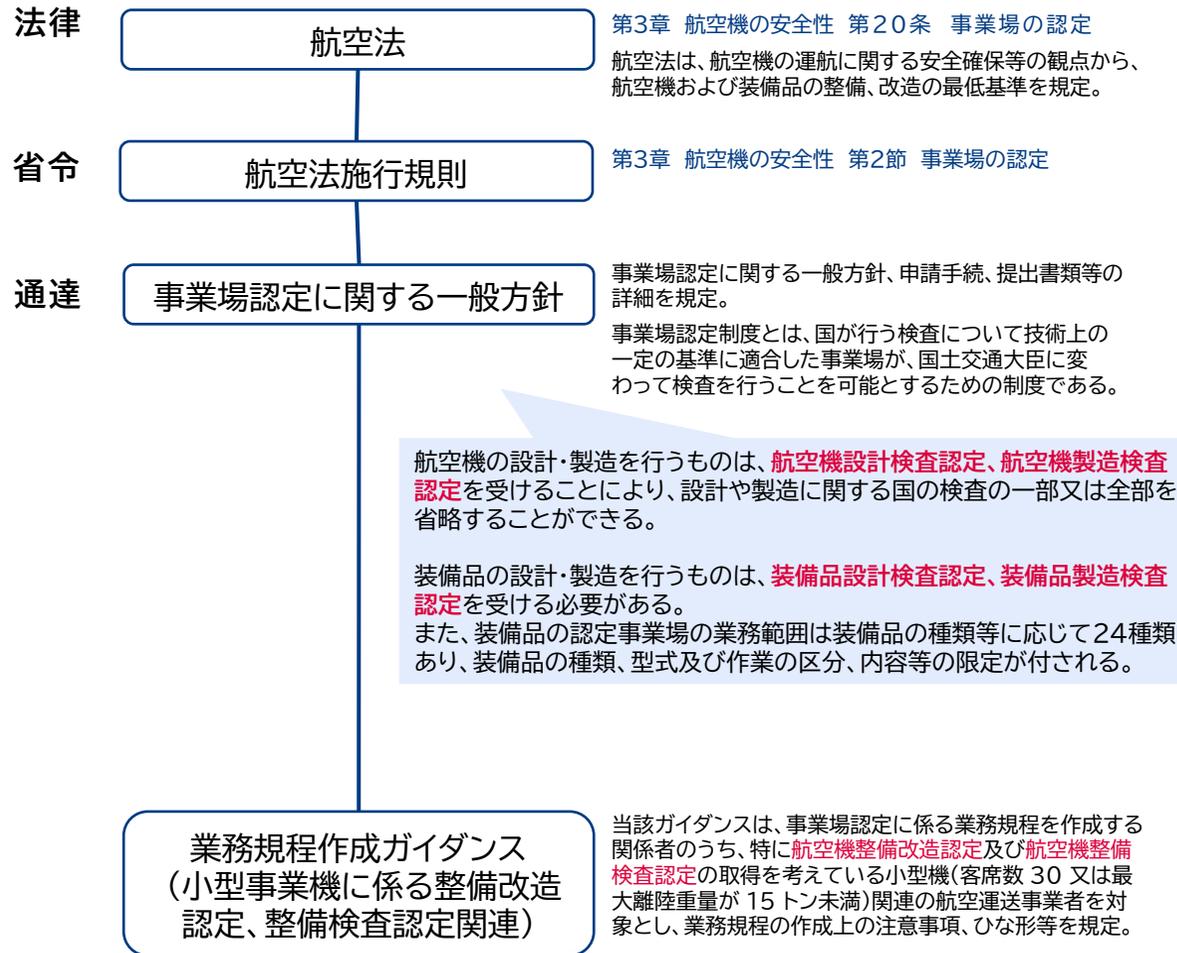
運航管理施設における対象施設ごとの検査
項目、検査実施基準を規定法第103条の2、規則第212条の3から第212条の6
安全管理規程等

安全管理システムの構築に係る一般指針

安全管理規程の作成及び安全統括管理者の選任
が義務付けられている航空運送事業者が安全管理
システムを構築するに当たっての指針等を規定

標準規格 運用制限・情報の構築仕様、警報方法・乗員への提示方法の特性、旅客輸送UASの運用手順等(ASTM、ISO等)

オペレーター・MRO事業者に関する制度(整備・修理関連)



航空機製造事業法

航空機製造事業法は、**航空機および航空機用機器の修理・製造におけるの生産技術の向上を図る観点から基準を規定。**

航空法と航空機製造事業法における整備・修理

民間機に対する製造・修理の一部については、航空法及び航空機製造事業法(以下、事業法)の両法がそれぞれの別の観点から規制している。

航空機製造事業法の事業の許可において、**航空運送事業者**または**航空機使用事業者の自家修理**及びこれに準ずるものと**経済産業省令**で定める軽微な修理は対象とならない。

事業法における、「修理」には**航空法における保守・修理・改造を含んでおり**、主要部品の部品の交換により、構造又は機能に変化を与える様な改造も含まれている。

標準規格 eVTOL向けメンテナンス及びメンテナンスマニュアル・トレーニングマニュアル等(ASTM等)

オペレーターに関する制度(操縦者・整備士の技能証明)

- 有人航空機の航空従事者[※]の技能証明については、航空法第4章及び航空法施行規則第4章においてその申請、要件、限定等が規定されている。

※航空従事者とは、法第22条の航空従事者技能証明を受けた者である。技能証明は操縦士、航空士、通信士、整備士に関する資格別に行われる。

法律

航空法 第4章 航空従事者

省令

航空法施行規則 第4章 航空従事者

通達

法第22条、規則第42条

航空従事者技能証明等に関する
事務処理要領

航空従事者の技能証明における各申請の書類・手続き要件を規定。

法第29条第4項、規則第50条の3

航空整備士実施試験要領

航空整備士の実地試験の通則・実施要領を資格ごとに規定。

航空従事者養成施設指定申請・審査要領

航空従事者の養成施設の指定に関する具体的な審査基準を規定。指定基準としては、**教官・技能審査官の要件、施設の要件教育方法の要件等を規定。**

操縦士実施試験実施基準

航空操縦士の実地試験の口述試験・実技試験、成績判定等に関する要件を規定。

当該基準に基づく通達として、定期運送用操縦士、事業用操縦士、自家用操縦士、準定期運送用操縦士等、資格ごとに試験実施細則が規定されている。

法第104条第1項、規則第214条

法第72条 航空運送事業の機体に乗る機長の認定

運航規程審査要領

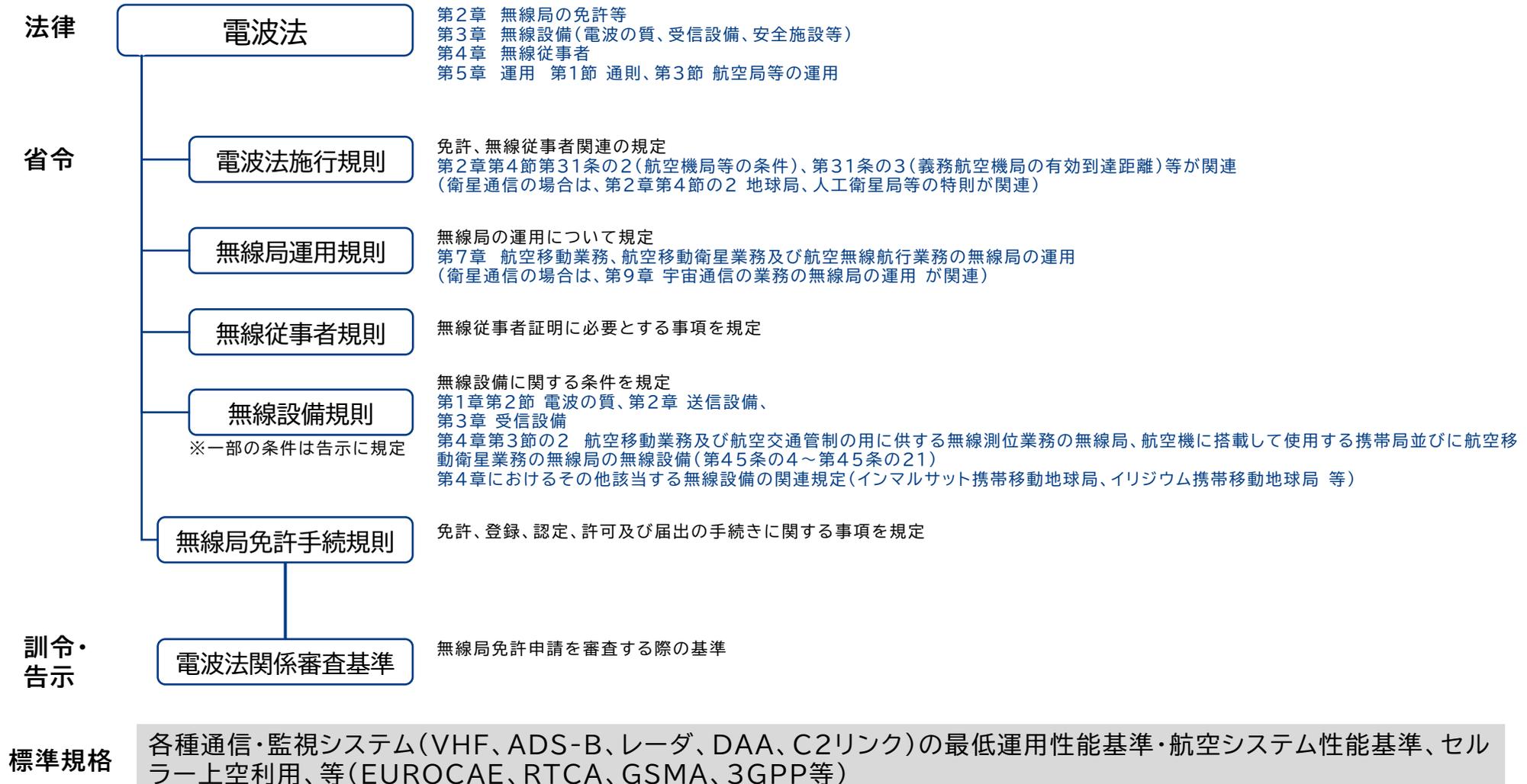
運航に関する事項及びその技術上の基準への適合性の審査にあたっての指針を規定。細則には機長の認定にあたっての具体的な要件を規定。

運航規程審査要領細則

標準規格

eVTOL向けメンテナンス及びメンテナンスマニュアル・トレーニングマニュアル等(ASTM等)

オペレーターに関する制度(無線通信関連)

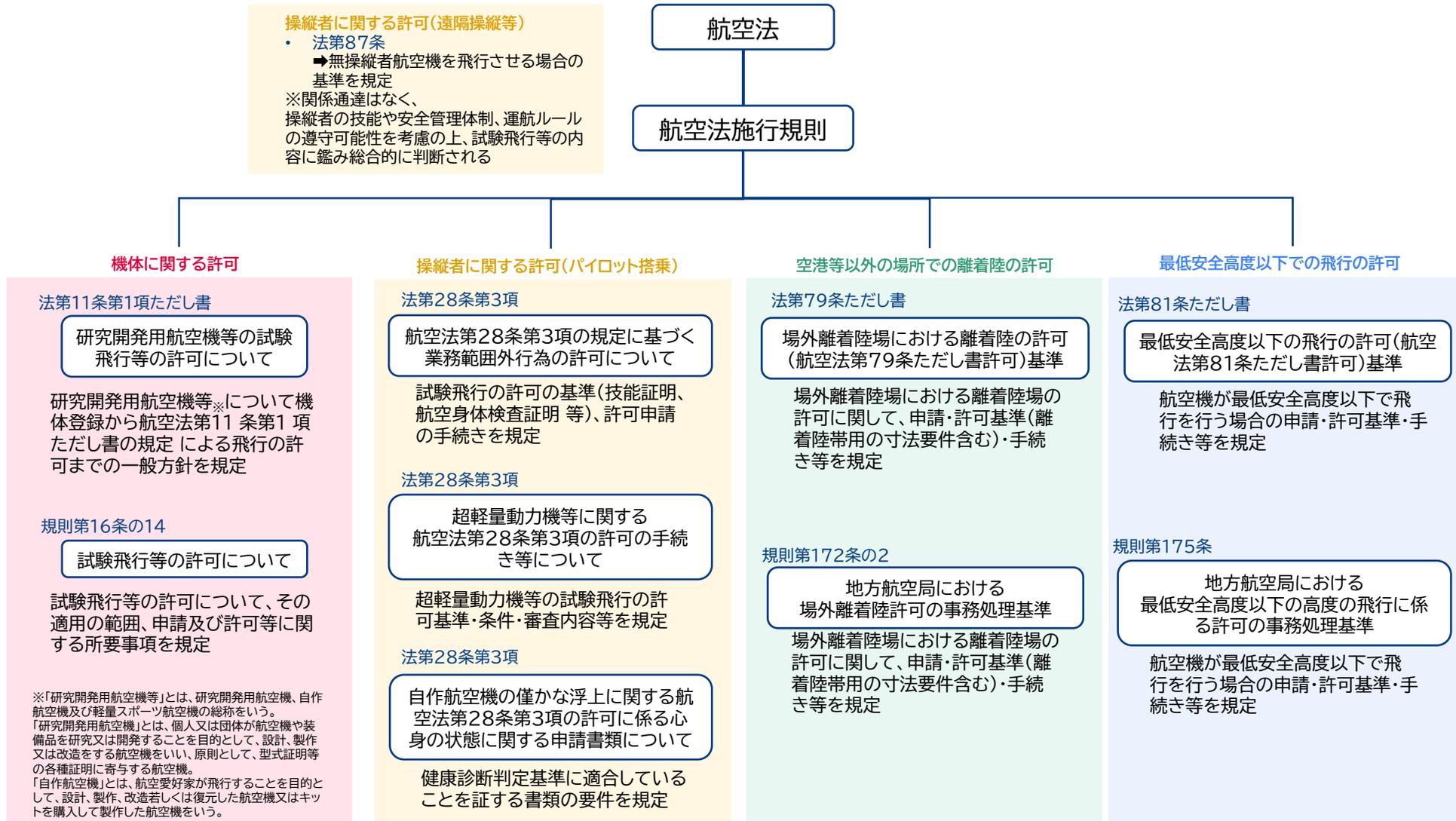


参考：空飛ぶクルマの試験飛行に関する制度

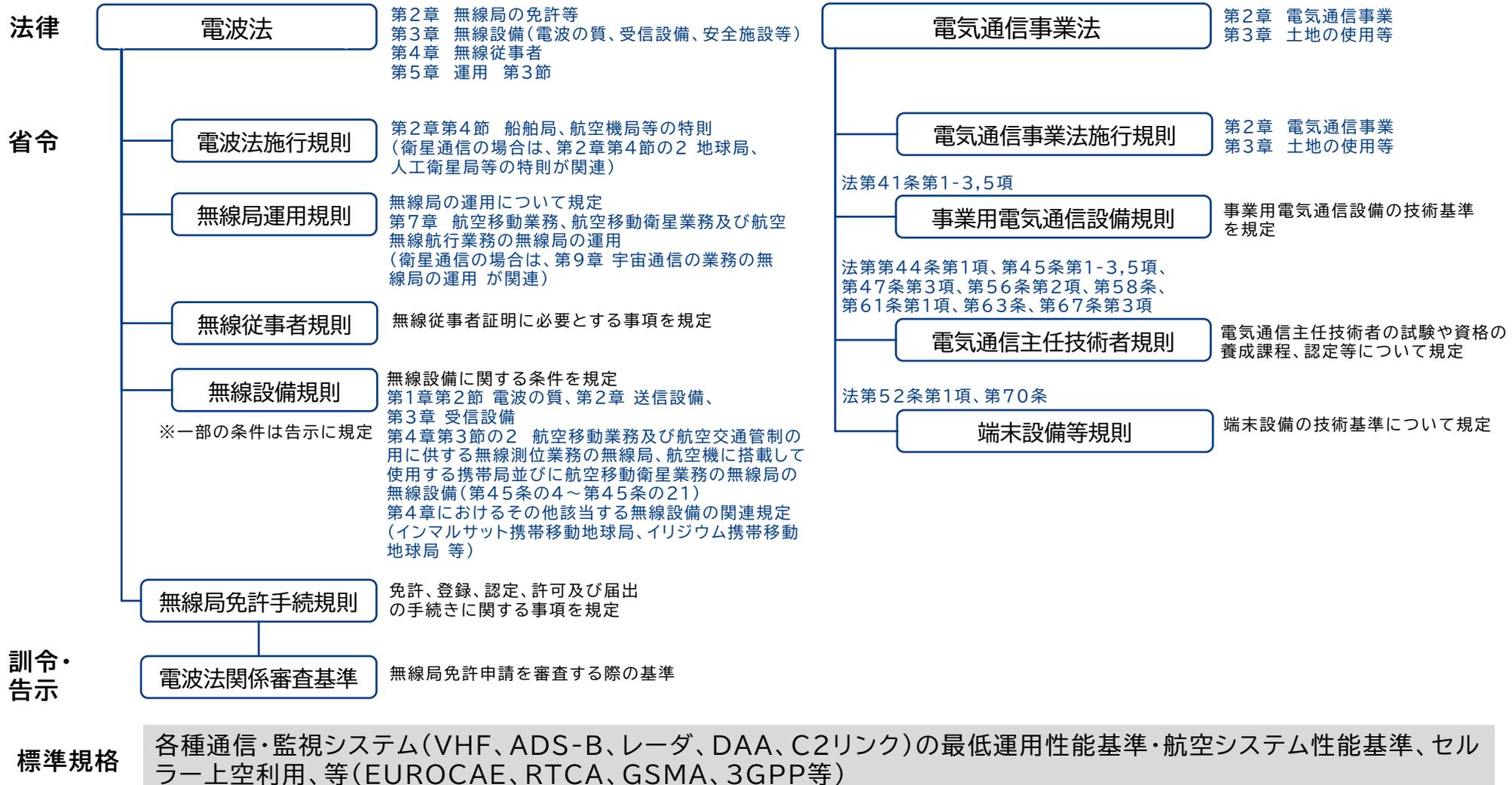
法律

省令

通達



通信プロバイダに関する制度



保険会社に関する制度

- 航空保険は損害の対象によって物保険と損害賠償責任保険に分類される。
- 物保険には、被保険者としてオペレーターを想定する機体保険、航空機装備品・予備部品保険等と被保険者として機体メーカを想定する航空サプライチェーン保険等が存在する。
- 損害賠償責任保険では被保険者としてオペレータが想定され、損害の対象に応じて乗客損害賠償責任保険・第三者損害賠償責任保険・航空機搭乗者損害保険・貨物賠償責任保険等が存在する。
- 以上の航空保険を規定する法制度を以下に整理する。

民法

消費者契約法

消費者と事業者間の契約等を規定

保険法

契約当事者間における契約ルールを規定

航空法

第112条(事業改善の命令)第6号
公共の福祉を阻害している事実があると認められるときは航空運送事業者に対して保険契約の締結を命じることができる

商法

商人間の契約等を規定

第7章海上保険を除き保険法に移行

第36条第2号

航空保険に関して片面的強行規定の適用除外を認める

保険業法

保険会社に対する監督(免許の内容, 業務の内容の規制, 罰則等)を規定

第101条(私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律の適用除外)
第9章 外国保険業者
第185条第6号(免許)
第186条(日本に支店等を設けない外国保険業者等)

法第186条

保険業法施行令

第19条(日本に支店等を設けない外国保険業者の締結できる保険契約)

保険業法施行規則

第83条、第164条、第189条(事業方法書等に定めた事項の変更に関する届出)

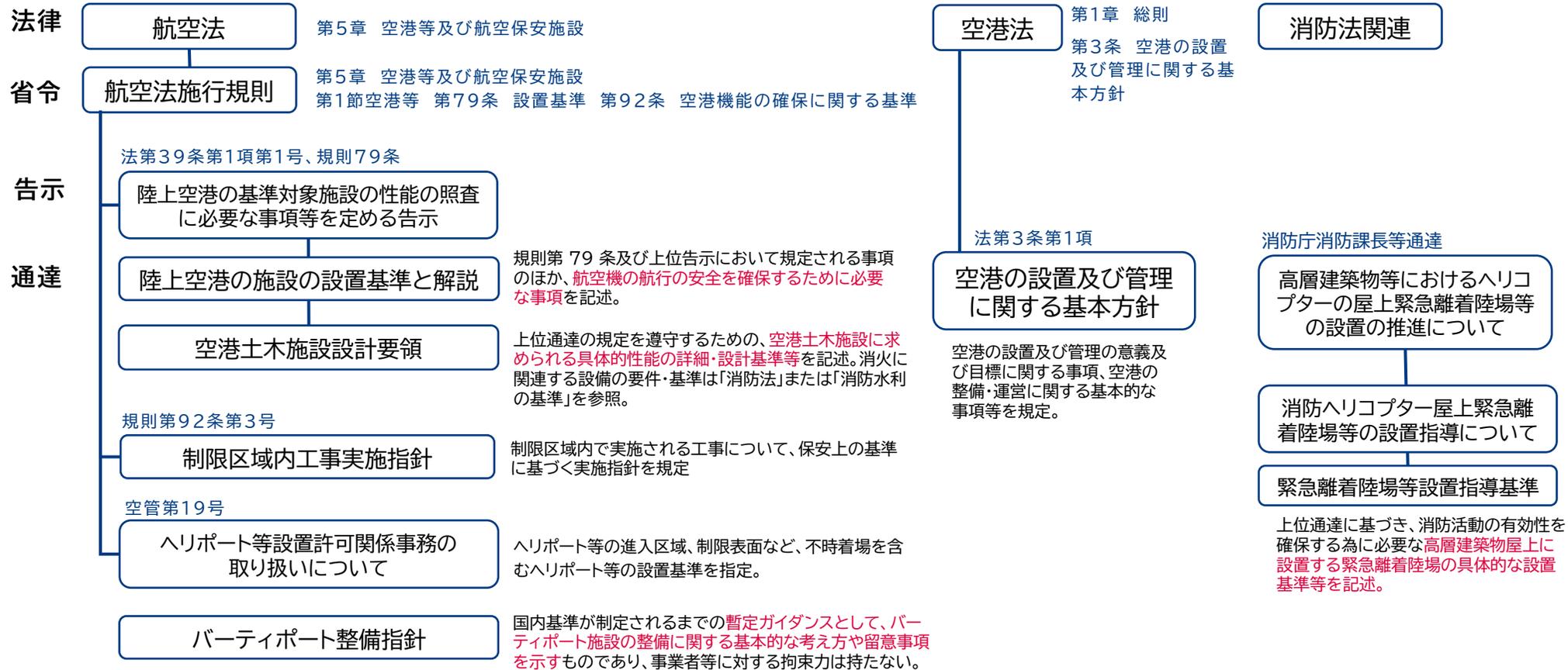
法律

政令

省令

バーティポート建設事業者に関する制度

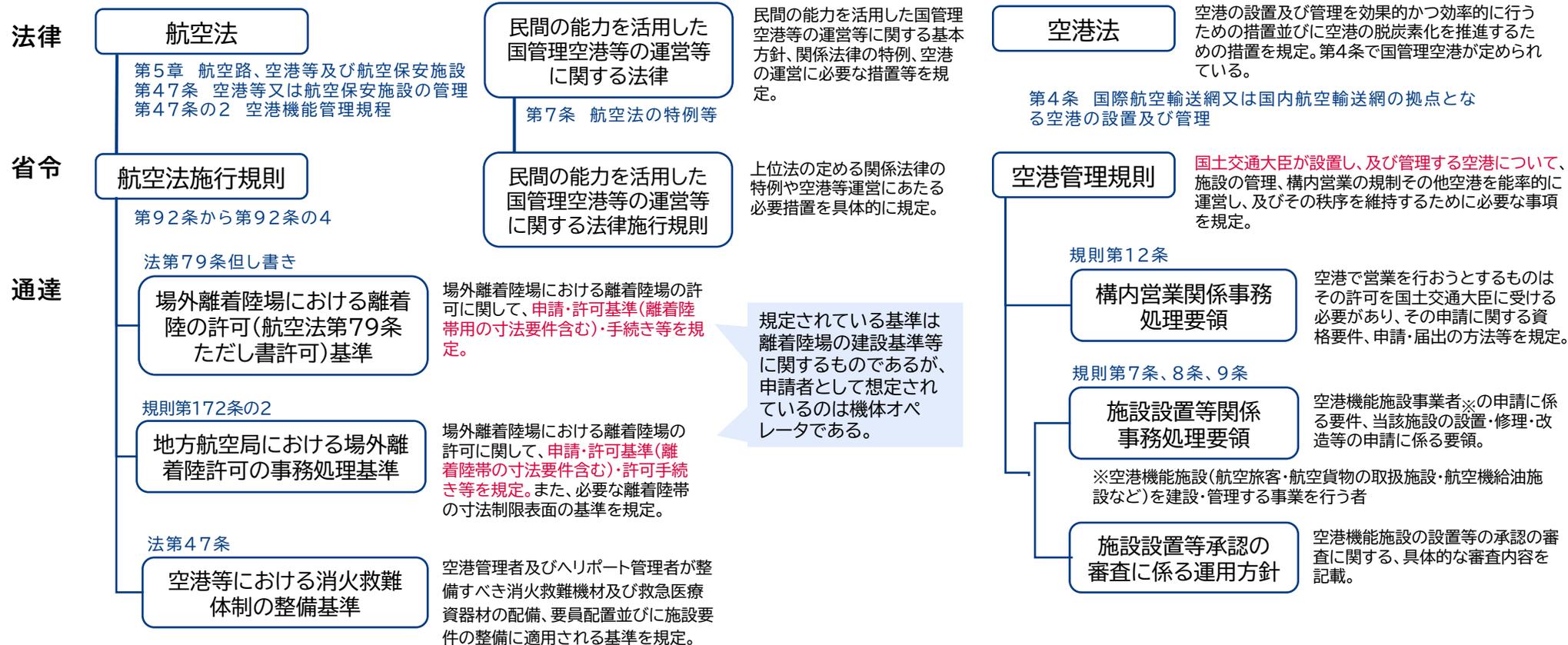
- 以下に、今後バーティポート建設に関連すると考えられる、空港等の設計・設置に関する制度を整理する。
- 各基準は既存の空港等に関する基準であり、今後欧米の制度化動向を踏まえ、バーティポートに対応した設計基準の改訂が進められることが想定される。



標準規格 Vertiport設計仕様、等 (ASTM、EUROCAE等)

バーティポート運用事業者に関する制度

- 以下に、今後バーティポート建設に関連すると考えられる、空港等の設計・設置に関する制度を整理する。
- 各基準は既存の空港等に関する基準であり、今後欧米の制度化動向を踏まえ、バーティポートに対応した設計基準の改訂が進められることが想定される。

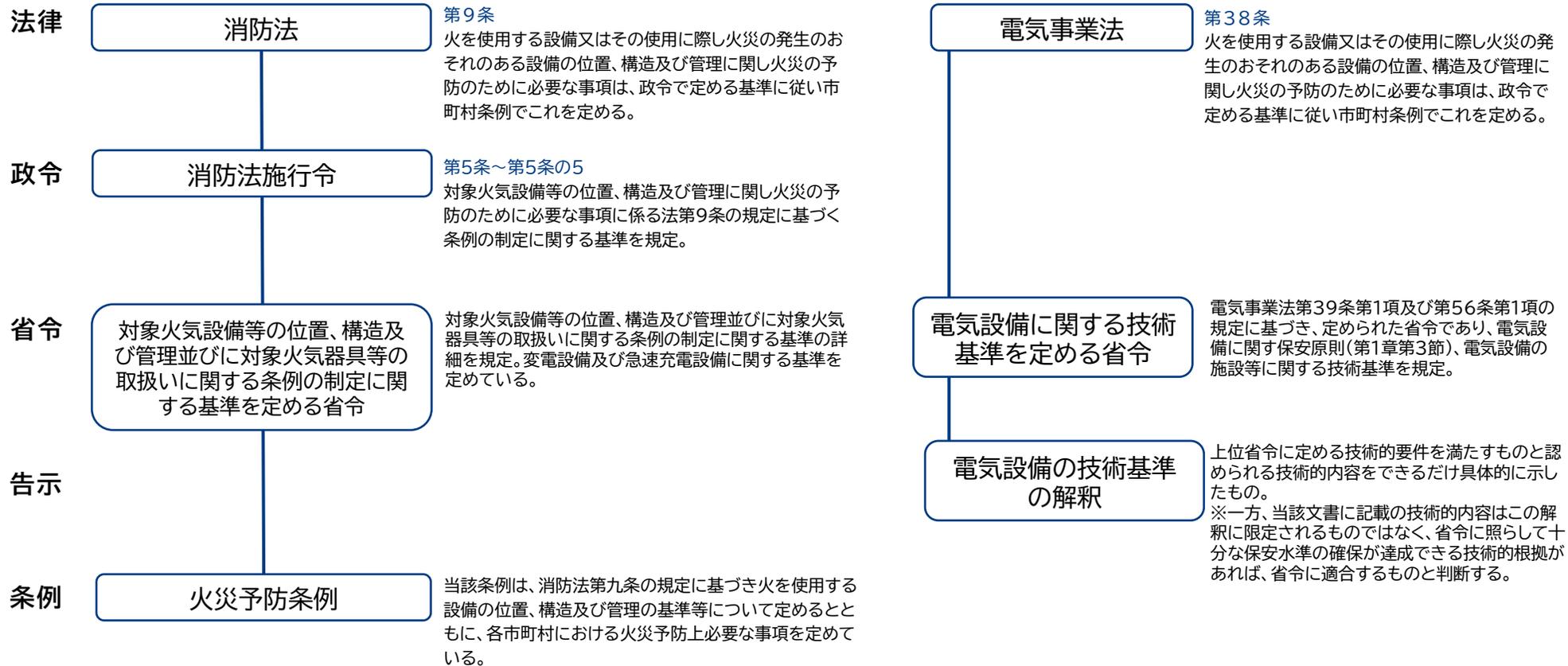


標準規格

Vertiport運用者・運用ガイダンス、自動化されたeVTOL地上移動機器の使用のガイダンス、Vertiport自動化SDSP性能基準、等(ASTM、EUROCAE、ISO等)

バーティポートの充電設備に関連する制度(1/2)

- 以下に、バーティポート建設・運営に関連すると考えられる、急速充電設備に関する制度を整理する。

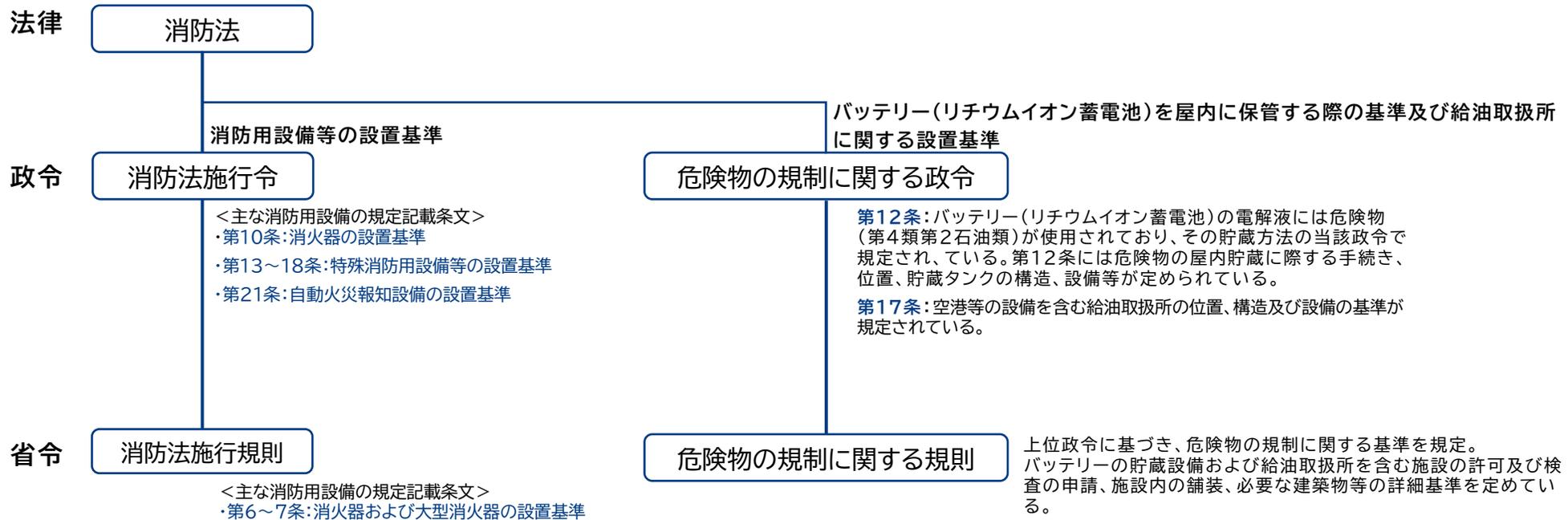


標準規格

VTOL給電インフラガイダンス、リチウムイオン電池の熱暴走や火災等の管理ガイダンス、高圧電気システムの設計・試験基準、充電システム接続セット、等(ASTM、SAE、EUROCAE等)

バーティポートの充電設備に関連する制度(2/2)

- 以下に、バーティポート建設・運営に関連すると考えられる、急速充電設備の消火設備等に関する制度を整理する。
- 充電設備を設置する場所が自動車の車庫、駐車場の場合には、消防用設備等の設置基準は各設備ごとに消防法施行令、同法施行規則に規定されている。

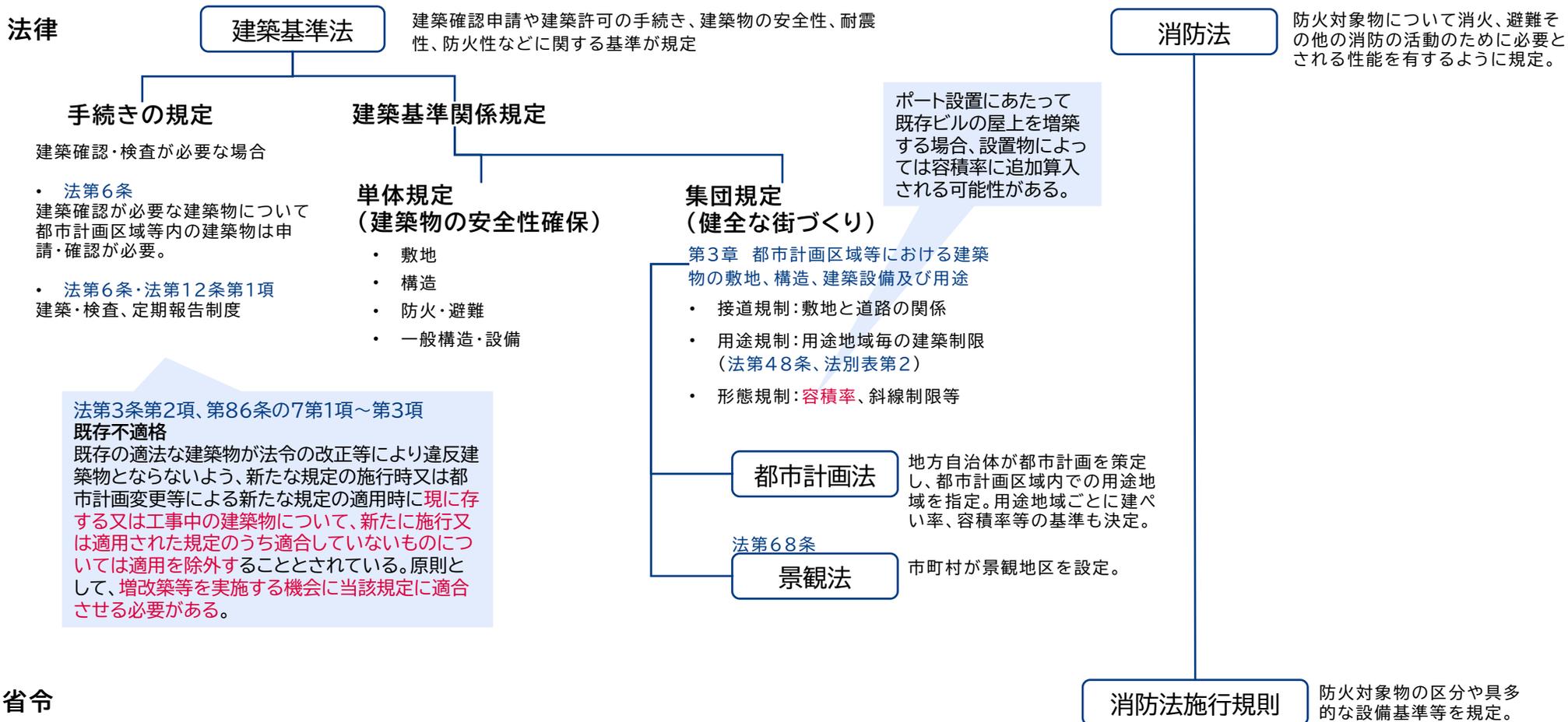


標準規格

VTOL給電インフラガイダンス、リチウムイオン電池の熱暴走や火災等の管理ガイダンス、高圧電気システムの設計・試験基準、充電システム接続セット、等(ASTM、SAE、EUROCAE等)

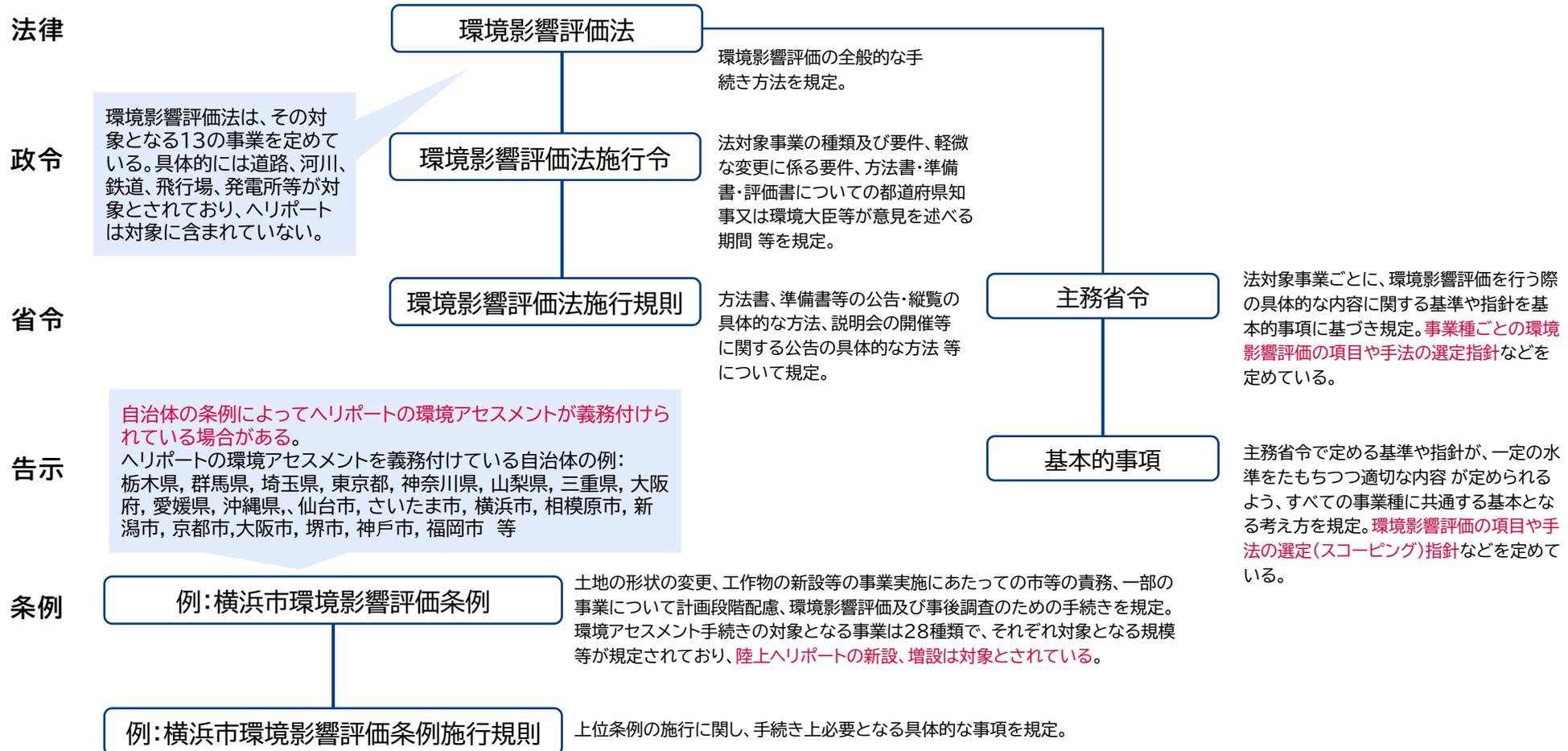
パーティポートの建築基準に関する制度

- パーティポートを設置する際は、建築基準法、消防法の基準に従って施設の建設や設備の設置を行う必要がある。



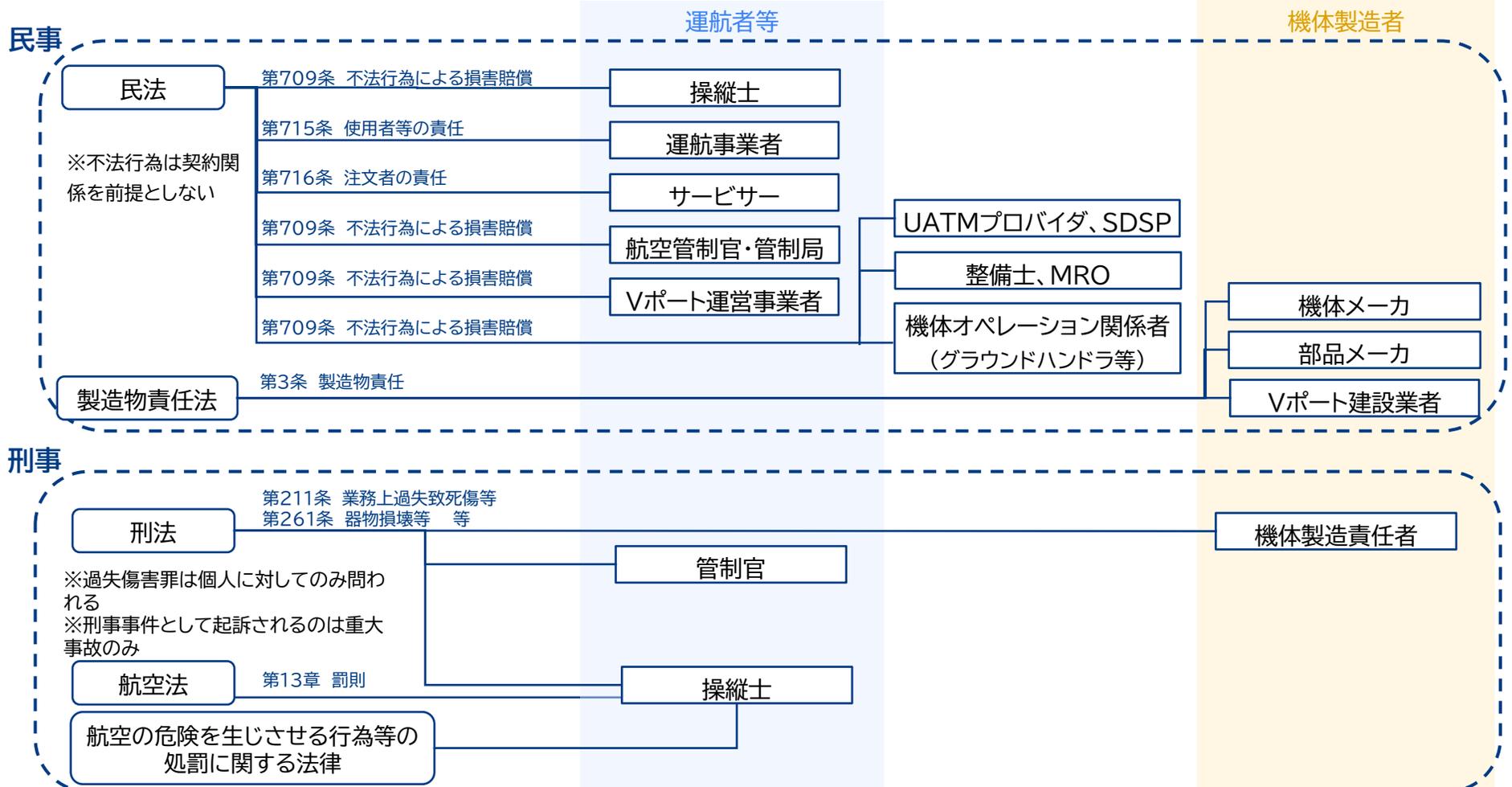
バーティポートの環境アセスに関連する制度

- 以下に、バーティポートの環境アセスに関連すると考えられる制度を整理する。バーティポートは、ヘリポート同様、環境影響評価法に基づく環境アセスメントの対象とはならず、自治体の条例の規制を受けることが想定される。



空飛ぶクルマの飛行中事故発生時に発生しうる責任と関連法令

- 空飛ぶクルマ運航中に第三者に損害を与える事故が発生した場合、民事、刑事、行政上の責任が生じうる。航空法の規定する義務は他頁に整理しているため、本頁では生じうる民事責任・刑事責任に関連する法令のみを記載する。



ルールレイヤの俯瞰整理

機体・運航に係る安全ルールの俯瞰(ドローン)

実線枠：発行済みのもの

破線枠：今後改訂によるルール設定が想定されるもの

	事業許可	製品・設備の安全ルール	従事者の安全ルール	サービスの安全ルール	事故発生時等のルール
機体メーカー	電気用品安全法	航空法 機体・装備品の型式認証等			製造物責任法 製造責任
装備品メーカー	電気用品製造・輸入の届出等	電波法 技術基準適合証明等			消費者生活用製品安全法 製品事故への対応
		電気用品安全法 電気用品の基準適合、適合性検査等			電気用品安全法 改善命令、危険等防止命令
オペレータ			航空法 操縦士技能証明等	航空法 基本的な運航ルール、飛行の許可・承認	航空法 事故報告等
			電波法 無線従事者免許等		民法 不法行為の損害賠償(操縦士等)、使用者責任等
USP(UTM)	航空法 UTMサービスプロバイダ認定			航空法 UTM接続のルール等	民法 不法行為の損害賠償(管制官等)、使用者責任等
通信設備メーカー		電波法 航空保安無線機器の技術基準等			製造物責任法 製造責任
		電気通信事業法 事業用電気通信設備の技術基準等			
通信プロバイダ	電気通信事業法 電気通信事業許可等		電波法 無線従事者	電波法 無線局運用ルール等	電気通信事業法 報告・検査、事故報告等
			電気通信事業法 電気通信主任技術者	電気通信事業法 提供義務、料金、相互接続等	民法 不法行為の損害賠償(運用者等)、使用者責任等

機体・運航に係る安全ルールの俯瞰(空飛ぶクルマ)

	事業許可	製品・設備の安全ルール	従事者の安全ルール	サービスの安全ルール	事故発生時等のルール
機体メーカー	航空機製造事業法	航空法	機体・装備品の型式証明等	航空法	航空機製造事業法 報告徴取・立入検査等
装備品メーカー	機体・装備品の製造事業許可等 <small>※荷物輸送用の無操縦者航空機を含む</small>	電波法	無線機器の型式検定等	事業場の認定等	製造物責任法 製造責任
オペレータ	航空法 運送・使用事業許可等		航空法 操縦士、整備士免許等 電波法 無線従事者免許等	航空法 運航、航空路等のルール、航空運送事業の許可	航空法 報告徴取・立入検査、事故報告等 民法 不法行為の損害賠償(操縦士等)、使用者責任等
UATM			航空法 管制官等 電波法 無線従事者免許等	航空法 交通管理のルール <small>※法第71条、規則180条、187条等を想定</small>	民法 不法行為の損害賠償(管制官等)、使用者責任等
管制機器メーカー(CNS設備含む)		航空法 電波法 電気通信事業法	航空保安無線機器の技術基準等 航空保安無線機器の技術基準等 事業用電気通信設備の技術基準等		製造物責任法 製造責任
通信プロバイダ	電気通信事業法 電気通信事業許可等		電波法 無線従事者 電気通信事業法 電気通信主任技術者	電波法 無線局運用ルール等 電気通信事業法 提供義務、料金、相互接続等	電気通信事業法 報告・検査、事故報告等 民法 不法行為の損害賠償(運用者等)、使用者責任等

地上に係る安全ルールの俯瞰(ドローン)

	事業許可	製品・設備の安全ルール	従事者の安全ルール	サービスの安全ルール	事故発生時等のルール
サービス	関連する業法 事業の許可			民法 土地の所有者の許可 道路交通法 道路の使用の許可 河川法 土地の占有の許可 …	民法 不法行為の損害賠償(注文者の責任)
ドローンポートメーカー	電気用品安全法 電気用品製造・輸入の届出等 電気工事業法 電気工事業を営む者の登録	電気用品安全法 電気用品の基準適合、適合性検査等	電気工事士法 電気工事士免状	民法 土地の所有者の許可 河川法 ポート設置の許可 電気工事業法 危険及び障害の発生防止	製造物責任法 製造責任 電気用品安全法 改善命令、危険等防止命令
SDSP	気象業務法 予報業務の許可等 測量法 測量業者の登録等		気象業務法 気象予報士資格 測量法 測量士登録	気象業務法 観測の技術上の基準 測量法 測量の基準等	
保険事業者	保険業法 損害保険業免許				保険法 保険契約内容の規定

地上に係る安全ルールの俯瞰(空飛ぶクルマ)

	事業許可	製品・設備の安全ルール	従事者の安全ルール	サービスの安全ルール	事故発生時等のルール
Vポート建設事業者	建設業法 建設業の許可	航空法 空港土木施設の性能・設計基準		環境影響評価法 ポートの環境影響評価基準	製造物責任法 製造物責任
Vポート運用事業者	都市計画法 開発許可制度	空港法 空港の設置方針		河川法 ポートの設置の許可	民法 不法作為の損害賠償等
		建築基準法 建築物の建築基準		建設業法 施工技術の確保等	
		消防法 防火対象物の性能基準			
Vポート機器メーカー	電気工事業法 電気工事業を営む者の登録	消防法 防火対象物の性能基準	電気工事士法 電気工事士免状	電気工事業法 危険及び障害の発生の防止	製造物責任法 製造物責任
		電気用品安全法 電気用品の基準適合等			電気工事業法 危険等防止命令、報告及び検査
電力プロバイダ	電気事業法 一般送配電事業者	電気事業法 設備基準等		電気事業法 保安体制の確立	電気事業法 事故発生時の報告義務
SDSP	気象業務法 予報業務の許可等		気象業務法 気象予報士資格	気象業務法 観測の技術上の基準	
	測量法 測量業者の登録等		測量法 測量士登録	測量法 測量の基準等	
保険事業者	保険業法 損害保険業免許				保険法 保険契約内容の規定

今後の検討方針

今年度の検討方針

● ビジネスレイヤ

- 本成果(成熟度レベル3)を起点に、その前段階である成熟度レベル2について整理予定

● ルールレイヤ

- 本成果(現状:成熟度レベル2相当)を起点に、成熟度レベル3で想定される将来課題と必要な要素を整理予定

● 運航レイヤ

- 研究開発項目2とも連携しつつ、**成熟度レベル3**で事業として一定程度成立するために必要な**システムアーキテクチャ**を中心に整理予定

	成熟度レベル2	成熟度レベル3	成熟度レベル4
運航レイヤ	2024年度 検討	2024年度 検討	2025-26年度 検討予定
ビジネスレイヤ	2024年度 検討	本報告対象 (2023年度検討)	2025-26年度 検討予定
ルールレイヤ	本報告対象 (2023年度検討)	2024年度 検討	2025-26年度 検討予定

(参考)

成熟度レベルのフレームワーク検討経緯

2021年度 空飛ぶクルマの先導調査研究 成果報告資料より

成熟度レベルのフレームワークの検討方針

● 検討の目的

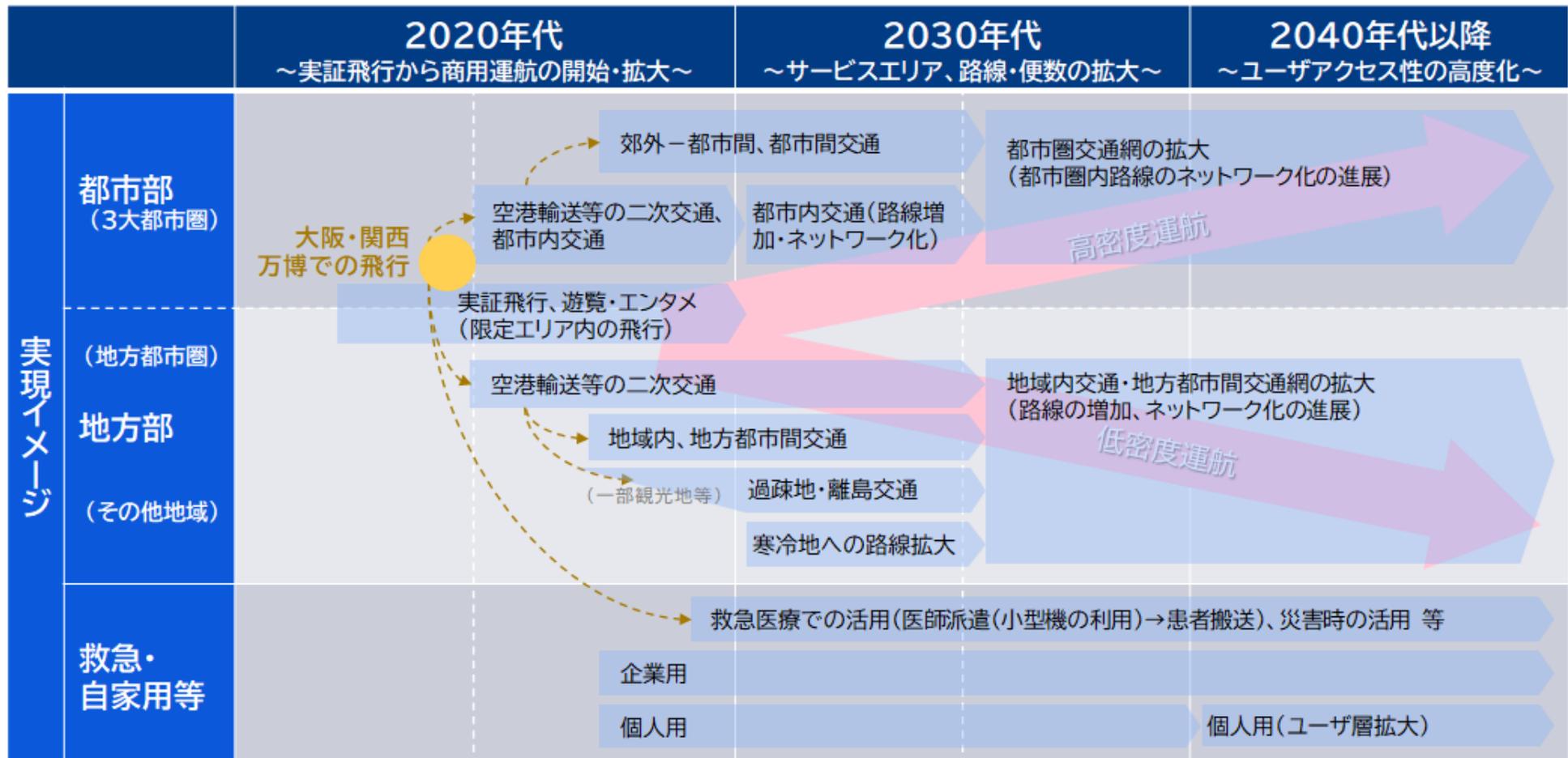
- 多様な空飛ぶクルマの社会実装を実現するために必要な技術の成熟段階を、「成熟度レベルのフレームワーク」として整理。
- 空飛ぶクルマの技術開発の現状把握や今後の目標設定を行う際に、機体や装備品、周辺システムといった様々な技術領域を包含する統一的な“ものさし”として活用。

● 検討方針

- 諸外国の検討成果を踏まえて検討。特にNASAで開発されたUAM Maturity Levels(UML)を参考とし、UMLとの整合性を考慮。
 - 自動化の進展、運航の複雑性、運航頻度等の複数の観点により、6段階の成熟度レベルを定義。
- 我が国における空飛ぶクルマの社会実装検討への適用性を考慮。特に、都市部、地方部、離島・過疎地の代表的なユースケースの特性や技術要求を考慮したフレームワークを検討。
 - ユースケースに共通の基本要素、3つのユースケース毎の要素、の組合せにより、成熟度レベルのフレームワークを設定。
- 各成熟度レベルの実現時期については設定しない。また、要素技術ロードマップ検討に資する前提条件として整理。

空飛ぶクルマの中長期的な実現イメージ

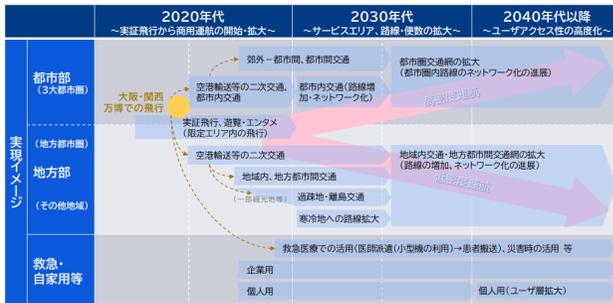
- 空の移動革命に向けた官民協議会「ユースケース検討会」において、中長期的な実現イメージを検討。
- 都市部(3大都市圏)、地方部(地方都市圏、その他地域)のニーズや特性に応じたユースケースが展開。



成熟度レベルのフレームワークの検討方針(2/2)

空の移動革命に向けた官民協議会
ユースケース検討会で検討された、
我が国の中長期的なユースケース

- 3大都市(エアタクシー・2次交通等)
- 地方都市(地方都市間交通等)
- その他地域(離島・過疎地交通等)



<成熟度レベルのフレームワーク>

成熟度レベル		1	2	3	4	5	6
共通要素	自動化	低	低	中	中高	高	高
	空域利用	低	低	中	中高	高	高
3大都市ユースケースの要素	離着陸場所	DID外	DID外	DID内	DID内	DID内	DID内
	運航密度	低	低	低	中	高	最高
地方都市ユースケースの要素	ポート	低	低	中	中高	中高	中高
	運航環境	低	低	中	中高	中高	中高
離島・過疎地ユースケースの要素	運航密度	低	低	低	低	中	中
	ポート	低	低	低	中	最高	最高
共通要素	運航環境	低	低	高	高	最高	最高
	運航密度	低	低	低	低	中	低
共通要素	ポート	低	低	低	低	中	中
	運航環境	低	低	高	高	最高	最高
共通要素	運航密度	低	低	低	低	低	低
	ポート	低	低	低	低	中	中
共通要素	運航環境	低	低	高	高	最高	最高
	運航密度	低	低	低	低	中	中
共通要素	ポート	低	低	低	低	最高	最高
	運航環境	低	低	高	高	最高	最高

成熟度レベルを実現するための
要素技術の要求値と技術方式

<要素技術のロードマップ>

成熟度レベル		1	2	3	4	5	6
機体	機体仕様	...	...	...	...	...	...
	自動化機能	...	...	...	...	...	...

動力	出力密度	...	...	...	...	...	...

通信	通信速度	...	...	...	...	...	...

...

成熟度レベルに対応した実現イメージ

成熟度レベルの向上により、運航に対する人の関与が低減し、特に都市部では運航密度が向上。より身近な、日常生活に近い場所における利用が進展。

- ・ 商用運航の開始
- ・ 空港からの2次交通等への活用
- ・ 機上のパイロットが操縦、低頻度な運航
- ・ 離着陸場は人口密集地の外部が中心



成熟度レベル4のイメージ

- ・ 都市部での高密度な運航の実現、空飛ぶクルマ専用区域の飛行
- ・ 自動化が進展し、パイロットは搭乗せず遠隔から監視・制御
- ・ ビル屋上に離着陸場が多数設置、大規模空港にも効率的に乗り入れ



成熟度レベル6のイメージ

- ・ 人の関与が不要な自律飛行が可能となり、自由な空の移動が実現
- ・ 住宅近隣など、身近な場所からいつでも空飛ぶクルマの利用が可能
- ・ 旅客輸送サービスに加え、個人による自家用機の利用も進展

成熟度レベル2のイメージ



成熟度レベルの基本要素

成熟度レベル		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
自動化の進展	人の関与の程度	Human within the loop		Human on the loop		Human over the loop	
	機上パイロットの有無	機上パイロット有り・無し双方の機体の実証	機上パイロット有りの機体のみが飛行	機上パイロット無しの機体(遠隔操縦、遠隔監視、自律飛行等を含む)も飛行			
空域利用の進展	気象状態	VMC限定	VMC中心(一部緩和)	IMC相当			
	空域利用	<ul style="list-style-type: none"> 空域分離された限定エリア内の運航 	<ul style="list-style-type: none"> 従来方式・手順(VFR)を原則、一部修正 ATMとの通信は従来通り 	<ul style="list-style-type: none"> 従来方式・手順(IMC対応可)を原則、一部修正 サービスプロバイダによる運航調整の導入 	<ul style="list-style-type: none"> サービスプロバイダによるATM・UTMとの連携と交通管理の開始 高リスク空域への効率的な進入 	<ul style="list-style-type: none"> ATM・UTMとの高度な連携 自動化された交通管理・空域管理 	<ul style="list-style-type: none"> 他の航空機、無人航空機等との自律的なコンフリクト解消
離着陸場所の進展	人口密集地外(既存ヘリポート等、港湾部への新規設置等)	人口密集地外(既存ヘリポート等、港湾部や観光地への新規設置等)	人口密集地内(ユーザの集まる交通・観光拠点等への拡大、建物屋上を含む)	人口密集地内(商業・オフィスエリア等への拡大)	人口密集地内(ユーザの多い居住エリア内の拠点等、日常生活圏への拡大)	人口密集地内(住宅地近隣を含め、日常生活圏への統合)	
機体価格		高		中(製造効率化↓+高機能化↑)		低	最低(大衆化へ)
安全性(TLS)		—		VFR機/GAと同等程度以上(段階的に向上)			

エアタクシー/2次交通(主に3大都市)の要素

成熟度レベル		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
概要		<ul style="list-style-type: none"> 都市沿岸部等、限定エリアでの実証飛行 	<ul style="list-style-type: none"> 少数の2地点間路線における低頻度の商用運航 	<ul style="list-style-type: none"> 路線数の増加、長距離化・ネットワーク化 定時性・就航率の向上 ビル屋上ポートの増加 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の大規模空港への効率的な運航 路線密度・運航頻度の増加 システムの自動化レベル向上 大人数乗り機体の利用 	<ul style="list-style-type: none"> 商業地を中心にポート数の増加と一部の居住エリアへの導入によるユーザアクセス性の向上 	<ul style="list-style-type: none"> 住宅近隣を含めたポート数の更なる増加とユーザアクセス性の向上
運航密度		低			中	高	最高
ポート	数	少		中		高	最高
	容量	低		中(一部高)		高	
運航サービス価格		—	高	中	低(大衆化へ)		
飛行環境	移動距離	短	中		中(一部長)		
	環境条件	(VMCでの運航)	(VMC中心での運航)	IMC相当での運航、運航条件の拡大(夜間飛行等)		運航条件の拡大(凍結気象状態等)	

エアタクシー/2次交通(全国の地方都市)の要素

成熟度レベル	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
概要	<ul style="list-style-type: none"> 限定エリアでの実証飛行 	<ul style="list-style-type: none"> 少数の2地点間路線における低頻度の商用運航 	<ul style="list-style-type: none"> 路線数の増加、長距離化・ネットワーク化 定時性・就航率の向上 ビル屋上ポートの増加 自家用機の導入 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の大規模空港への効率的な運航 導入地域の増加 システムの自動化レベル向上 	<ul style="list-style-type: none"> 商業地を中心にポート数の増加と一部の居住エリアへの導入によるユーザアクセス性の向上 自家用機の本格運用 	<ul style="list-style-type: none"> 住宅近隣を含めたポート数の増加とユーザアクセス性の向上 自動車との統合型機体の運用
運航密度	低				中	
ポート	数	少			中	
	容量	低			中(一部高)	
	無人運用	-			無人化	
運航サービス価格	-	高	中		低(大衆化へ)	
飛行環境	移動距離	短	中	長		超長
	環境条件	(VMCでの運航)	(VMC中心での運航)	IMC相当での運航、運航条件の拡大(凍結気象状態等)		

※青字は「エアタクシー/2次交通(主に3大都市)」と異なる箇所

離島・過疎地交通の要素

成熟度レベル		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
概要		<ul style="list-style-type: none"> 限定エリアでの実証飛行 	<ul style="list-style-type: none"> 少数の2地点間路線における低頻度の商用運航 	<ul style="list-style-type: none"> 路線数の増加、長距離化・ネットワーク化 定時性・就航率の確保 自家用機の導入 	<ul style="list-style-type: none"> 導入地域の増加、長距離化 システムの自動化レベル向上 	<ul style="list-style-type: none"> 住宅近隣を含めた居住エリアへのポート導入によるユーザアクセス性の向上 自家用機の本格運用 自動車との統合型機体の運用 	
運航密度		低					
ポート	数	少				中	
	容量	低				中(一部高)	
	無人運用	—				無人化	
運航サービス価格		—	高	中 (社会インフラコスト維持低減を考慮したサービス価格低減)		低 (他地域を含めたトータルコスト低減によるサービス価格低減)	
飛行環境	移動距離	短	中	長		超長	
	環境条件	(VMCでの運航)	(VMC中心での運航)	IMC相当での運航、運航条件の拡大(凍結気象状態等)			

※青字は「エアタクシー/2次交通(主に3大都市)」と異なる箇所

成熟度レベルに対応した運航イメージ

飛行環境

成熟度レベル	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
空域	<ul style="list-style-type: none"> 非管制区域 	<ul style="list-style-type: none"> 非管制区域／管制区域 コリドー(空港周辺のみ) 	<ul style="list-style-type: none"> 非管制区域／管制区域 コリドー(ルート全体) 	<ul style="list-style-type: none"> “空飛ぶクルマ飛行区域”(コリドーが一定空域に拡大) 非管制区域／管制区域 	<ul style="list-style-type: none"> 主に“空飛ぶクルマ飛行区域” 	
VFR機/UASとの混在	予め空域分離	VFR機やUASと混在	コリドー内はVFR機含め一定ルールに基づき飛行、UASとはPSUを通じ調整			

エアタクシー/2次交通(主に3大都市)に関する運航イメージ

成熟度レベル	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
就航率	60～80%	80～90%	90～95%	95～99%	99%超	
離着陸頻度	30～60分間隔	5～15分間隔	2～5分間隔	1～2分間隔	1分間隔以下	
運航規模(機体数)	エリアで1～2機	都市圏で十数機	都市圏で数十～百機	都市圏で数百～千機	都市圏で千～数千機	都市圏で数千～数万機
移動距離	～10km程度	～50km程度		～80km程度		

地方都市間交通/2次交通(全国の地方都市)、離島・過疎地交通に関する運航イメージ

成熟度レベル	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
就航率	60～80%	80～90%	90～95%	95～99%	99%超	
離着陸頻度	30～60分間隔			15～30分間隔	15分間隔以下	
運航規模(機体数)	エリアで1～2機	エリアで数機	エリアで数十機	エリアで数十機～百機	エリアで百～百数十機	エリアで百数十以上
移動距離	～10km程度	～50km程度	～100km程度		～200km程度	