ReAMoプロジェクト　シンポジウム

実施者名：株式会社三菱総合研究所

調査項目②

全体アーキテクチャ・要素技術調査

2025年5月16日

1.事業概要説明

1. 事業概要説明
1-(1). 調査の背景

背景

次世代空モビリティの社会実装に向けた実現のため、NEDO「空飛ぶクルマの先導調査研究」にて策定した「成熟度レベルのフレームワーク」や「要素技術ロードマップ」をもとに、ドローンや既存航空機も含めた次世代空モビリティにおける低高度空域サービスの全体アーキテクチャ設計および要素技術を調査・整理する。

全体概要

1. 全体アーキテクチャの設計

- 全体アーキテクチャの検討
- 全体アーキテクチャ検討会の運営
- 関連する動向調査

2. 要素技術調査

- 要素技術の項目整理
- 要素技術の動向調査
- 要素技術ロードマップの更新

研究開発項目〔1〕「性能評価手法の開発」
研究開発項目〔2〕「運航管理技術の開発」

調査項目①「海外制度・国際標準化動向調査」

1. 国際制度・海外制度調査
2. 国際標準化動向調査
3. 国際カンファレンス動向調査
4. 標準化連絡会の開催
5. ルール形成戦略の策定

3. 事業推進委員会

- 各研究主体からのインプットにもとづく研究開発全体の進捗管理
- 外部環境の認識共有を目的とした動向調査結果のインプット
- 研究開発項目間の関係性、整合性の調整、論点の整理
- 目指すべき方向性（成熟度レベルベース）の認識共有
- 各研究開発の軌道修正、フィードバック

1. 事業概要説明
1-(2). 調査の目的

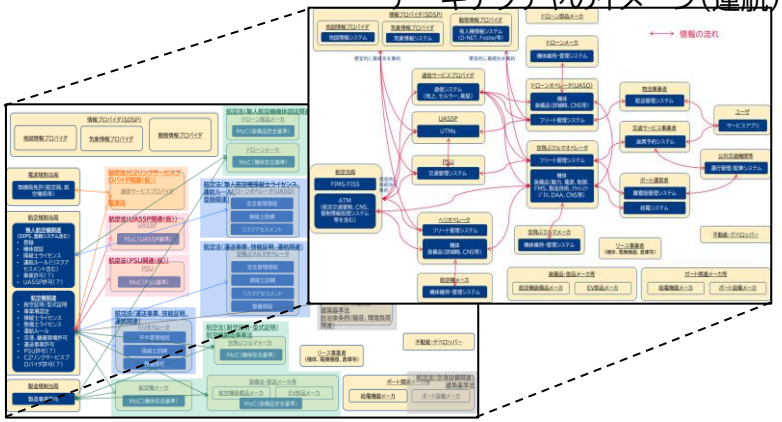
事業内容

(1)全体アーキテクチャ検討会
「成熟度レベルのフレームワーク」の成熟度レベル2～4について、全体アーキテクチャ設計を行うための検討会を実施する。
(※)成熟度レベルの定義については
https://www.nedo.go.jp/content/100944265.pdf を参照のこと。

(2)要素技術調査
「要素技術ロードマップ」について、各要素技術の最新動向や課題解決に向けた議論を行う。

(3)事業推進委員会
全体アーキテクチャ検討会及び要素技術調査のアウトプットをReAMoプロジェクトに反映するとともに、ReAMoプロジェクト全体を効率的・効果的に推進するため、事業推進委員会を開催する。

アーキテクチャのイメージ(運航)



アーキテクチャのイメージ(基準・ルール・安全)

実施体制

株式会社 三菱総合研究所

達成目標

	(1)全体アーキテクチャ設計	(2)要素技術調査
中間目標（2024年度）	大阪・関西万博における商用運航、およびその後の展開を見据えた全体アーキテクチャの設計(成熟度レベル2・3)	2020年代後半～2030年頃を見据えた技術戦略の策定
最終目標（2026年度）	自動・自律化、高密度運航、多様な低高度空域サービスの普及・拡大を見据えた全体アーキテクチャの設計(成熟度レベル4)	2030年代以降を見据えた技術戦略の策定

技術ロードマップの策定イメージ

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
実現時期		2023年～	2025年～	2028年～	2030年～	2035年～	2040年～
要求値	通信可能範囲	…	…	…	…	…	…
	通信速度	●●kbps	…	…	○●Mbps	…	…
	遅延時間	●●秒	○○秒	…	…	…	…
	可用性	…	…	△△%	…	▲△%	…
	…	…	…	…	…	…	…
実現方式 ※日本に優位な方式	地上系通信	VHF	VHF	VHF 5G	C帯航空 L5G	C帯航空 B5G	C帯航空 B5G
	衛星系通信	LEO(L帯)	LEO(L帯)	LEO(L帯)	LEO(Ku帯)	LEO(Ku帯)	LEO(Ku帯)
	…	…	…	…	…	…	…
技術成熟度レベル向上に向けた課題と開発方策		… …	… …	… …	… …	… …	… …
技術的ブレークスルー		-	-	-	○ …	-	○ …
日本の注力ポイント		-	-	-	… …	-	-

1. 事業概要説明
1-(3). 調査の実施体制・実施計画

実施体制

株式会社三菱総合研究所

調査実施計画

マイルストーン：▲
外部公表：▲

	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度
目標・成果物および関連イベント		▲ レベル４制度開始	▲ 中間目標・成果	▲ 大阪・関西万博	最終目標・成果 ▲
(1)全体アーキテクチャ検討会	●成熟度レベル２～４の全体アーキの仮説設定 ●成熟度レベルの目標年次の設定 ●検討課題の整理	●成熟度レベル３の制度・ビジネスに関するアーキ検討	●成熟度レベル２・３の全体アーキの取りまとめ ●成熟度レベル4の検討方針の整理 ●大阪・関西万博時のアーキの整理 ※研究開発②の検討結果をもとに整理 ▲ 検討状況説明会	●成熟度レベル４の運航に関するアーキの策定	●成熟度レベル４の全体アーキの取りまとめ
(2)要素技術調査	●昨年度成果をベースに初年度暫定版 ●以降の更新計画策定	●成熟度レベル３・４のロードマップの検討 ●技術的ブレークスルーの調査・特定	●成熟度レベル４までのロードマップ取りまとめ ●2020年代後半に向けた技術戦略策定 ▲ 外部公開	●成熟度レベル５・６のロードマップの検討	●成熟度レベル6までのロードマップ全体取りまとめ ●2030年代に向けた技術戦略策定
(3)事業推進委員会			毎年運営		

2.2024年度までの取組内容と成果

2. 2024年度までの取組内容と成果

事業内容		取組内容	2022~2024年度の成果
全体アーキテクチャ検討	(1)-1 ビジネスレイヤ検討	• ドローン及び空飛ぶクルマの成熟度レベル2・3のビジネスレイヤアーキテクチャを策定する。	• 2023年度に成熟度レベル3を策定完了。 • 成熟度レベル2についても、成熟レベル3の策定結果に基づき、2024年度に策定完了。
	(1)-2 運航レイヤ検討	• ドローン及び空飛ぶクルマの成熟度レベル2・3の運航レイヤアーキテクチャを策定する。	• 成熟度レベル3のアーキテクチャ案を、策定完了。 • 成熟度レベル2についても、成熟度レベル3の策定結果に基づき、策定完了。
	(1)-3 ルールレイヤ検討	• ドローン及び空飛ぶクルマの成熟度レベル2・3の運航レイヤアーキテクチャを策定する。	• 2023年度に成熟度レベル2を策定済み。 • 成熟レベル3についても、課題抽出結果に基づきステークホルダヒアリングを行い、策定完了。 ※特にルールレイヤについては、航空局とも連携しつつ検討を実施。
	(1)-4 ニーズ調査	• 空飛ぶクルマの広域圏ネットワークにおける市場規模の推計を行う。	• 機体・地上インフラ・運航サービスを対象として、初期（20年代後半）、中期（30年代後半）、後期（30年代後半以降）の３段階それぞれについて、空飛ぶクルマの市場規模を地域ごとに推計。

2. 2024年度までの取組内容と成果

事業内容		取組内容	2022~2024年度の成果
要素技術調査	(2)-1 動向調査	• ドローン及び空飛ぶクルマの要素技術に関する動向調査を実施する。	• 技術的ブレークスルー検討、要素技術ロードマップ策定、技術戦略策定のために必要となる、ドローン及び空飛ぶクルマの要素技術に関する動向調査を網羅的に実施。
	(2)-2 技術的ブレークスルー検討	• 成熟度レベル3・4に向けた、空飛ぶクルマの技術的ブレークスルーを検討する。	• 成熟度レベル3・4に向けて、予測される成長では辿りつけない（要求値とのギャップがある）部分を特定し、そのギャップを埋める、障壁を超える技術（＝技術的ブレークスルー）を特定完了。
	(2)-3 要素技術ロードマップ取りまとめ	• 空飛ぶクルマの要素技術ロードマップを更新し、成熟度レベル4までの取りまとめを行う。	• 動向調査結果及び技術的ブレークスルーの特定結果を踏まえ、空飛ぶクルマの要素技術ロードマップの成熟度レベル4までの取りまとめを完了。
	(2)-4 技術戦略策定	• 成熟度レベル4に向けた、空飛ぶクルマの技術戦略を策定する。	• 空飛ぶクルマにおいて我が国が強みとなる要素技術分野及び注力すべき分野を整理し、それら分野を中心に今後の技術開発の方向性を示すことにより、成熟度レベル4に向けた空飛ぶクルマの技術戦略を策定した。

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(2).要素技術調査／技術戦略

技術戦略（概要）

技術戦略文書の目的

- 次世代の航空モビリティとして期待される**「空飛ぶクルマ」について、今後我が国が強みとなる要素技術分野および注力すべき分野を整理**
- それら分野を中心に**今後の技術開発の方向性を示すことにより、国内における空飛ぶクルマに関わる様々な企業間の協業促進、研究開発促進に寄与する**こと

想定する活用方法

- **空飛ぶクルマに関する要素技術の開発メーカ、研究開発機関が使用する場合：**
  各企業における研究・開発戦略の検討、企業間での協業分野の検討に資する文書として活用
- **官公庁、自治体などの公的機関が本文書を使用する場合：**
  空飛ぶクルマの社会実装/導入補助等において対象となる技術分野の検討などに資する文書として活用

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(2).要素技術調査／技術戦略

技術戦略（文書構成）

文書名：**空飛ぶクルマに関する技術戦略文書　成熟度レベル4に向けた技術戦略**

文書構成：

1. **本文書の概要**
2. **空飛ぶクルマの要素技術における技術課題**
   - 各要素技術の分野における技術動向および技術課題を整理
3. **日本の強みとなる技術分野**
   - ①　空飛ぶクルマの機体メーカー等への技術採用実績のある分野
   - ②　他の産業において既に日本がリードしている分野であり、今後空飛ぶクルマ産業への技術転用が期待される分野
   - ③　現時点では強みではないが、今後技術力強化が求められる分野
4. **今後の技術開発の進め方**
   - 日本における空飛ぶクルマ分野の技術開発の方向性（まとめ）を整理
   - 第3章で選定した「日本の強みとなる技術分野」について「技術開発の目標」※、「目標達成のための課題及び方策」、「市場獲得目標、シナリオ」を分析・整理
     ※技術開発の目標はロードマップの年次想定及び要求値をベースに設定
   - 空飛ぶクルマの社会実装に向けた、その他重要な課題

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(2).要素技術調査／技術戦略

技術戦略（日本の強みとなる技術分野）

選定方針①：空飛ぶクルマの機体メーカー等への技術採用実績のある分野

国	ドイツ	ドイツ	英国	米国	ブラジル	日本	日本
企業	Lilium	Volocopter	Vertical Aerospace	Joby Aviation	Eve Air Mobility	SkyDrive	Honda
機種	Lilium Jet	Volocity	VX4	Joby S4	Eve eVTOL	SkyDrive SD	Honda eVTOL
機体（構造部品製造）	Aciturri (機体製造) Aernnova (推進器搭載システム)	自社 (DG Flugzeugbauを買収)	GKN (翼) Leonardo (機体)	自社 **トヨタ (電動化関連部品)**	FACC, DUC, BAE KRD, Latecoere, RALLC, Alltec	**ジャムコ (内装品)**	-
動力	**デンソー**& Honeywell (共同開発)	Safran	Hanwha (アクチュエータ)	自社	Nidec Aerospece （**ニデック**とのJV）	**多摩川精機**	**自社（ハイブリッド推進）**
バッテリ	自社 Customcells	Safran Diehl (BMS)	Molicel	自社	EVE Energy	Electric Power Systems	**自社（ハイブリッド推進）**
CNS装備品	Thales (communication, navigation)	Honeywell (navigation)	Honeywell (アビオニクス)	-	Honeywell (navigation)	Avidyne (アビオニクス)	-
FMS	-	-	Honeywell (アビオニクス)	-	-	Avidyne (アビオニクス)	-
制御システム	Honeywell	Diehl	Honeywell	自社	Liebherr-Aerospace	Thales	-
DAA（衝突回避）	-	-	-	-	-	-	-
クラッシュワージネス	-	-	-	-	-	-	-
構造材料	**東レ**	**積水化学**	Syensqo	**東レ** **日機装 (CFRP製構造部品)**	-	**東レ**	-
アセンブリ	Aciturri 自社	自社	-	自社 **トヨタ (工程設計、治具・補助ツールの開発の知見提供)**	Porsche	**自社（Sky Works）** **スズキ**	-
フリート管理システム	自社 GE Aerospace	自社 Swiss-AS (ソフトウェア)	-	自社	自社	-	**自社**
運航管理システム	-	-	-	-	自社	-	-
給電システム	Star Charge	-	**関西電力**	自社	**ニデックASI（充電器）** EDP（充電インフラ運用）	**関西電力**	-
気象システム	-	-	-	-	-	-	-
3Dマップ	-	-	-	-	-	-	-

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(2).要素技術調査／技術戦略

技術戦略（日本の強みとなる技術分野）

選定方針①：空飛ぶクルマの機体メーカー等への技術採用実績のある分野

- 空飛ぶクルマの機体メーカー等への技術採用実績を調査し、日本に強みのある技術分野として、動力、構造材料、アセンブリ技術、充電設備を選定。

日本に強みのある技術分野	採用されている日本企業	特長 （強みを有している点）
動力	デンソー	軽量（4kg）・高出力（100kW）の空冷式モータを開発しており、出力密度（25kW/kg）は他社製品を大きく上回る。これには、磁気回路改良によるモータのトルク向上、高強度・軽量な部材適用による軽量化、高熱伝導樹脂材料を用いることによる冷却性能向上、高効率な空冷システム等の技術が寄与している。
	多摩川精機	空冷・高出力（100kW）のモータを開発している。モータ部とインバータ部が縦に一体化した「機電一体」構造を採用しており、構造の簡素化・軽量化、高い耐環境性を実現している。
	ニデック	主に駆動モータに関する技術やノウハウを活用
	本田技研工業	自社機体用のガスタービン・ハイブリッド推進システムを開発している。航空機やF1で培った技術（エンジンの空力技術・燃焼技術、超高回転ジェネレータ、構造の簡素化、等）が活用されている。
構造材料	東レ	CFRPを炭素繊維織物・プリプレグ・中間機材等の幅広い形態で製品提供が可能
	積水化学	航空・自動車・エレクトロニクス分野で培った材料技術（主にCFRP）を活用
	日機装	航空機ジェットエンジン用CFRP製部品「カスケード」で培った高精度・複雑なCFRP加工技術を活用
アセンブリ技術	トヨタ	生産しやすい工程の設計、治具・補助ツールの開発の知見提供、電動化関連部品の供給
	スズキ	工場の提供、出資等
充電設備	関西電力	電気自動車や蓄電池等の分野で培った知見を活用し、電気自動車用の充電出力を大きく上回る空飛ぶクルマ用の充電設備を開発
	ニデックASI	充電器の技術とバッテリエネルギー貯蔵技術を統合した電力システムを開発

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(2).要素技術調査／技術戦略

技術戦略（日本の強みとなる技術分野）

選定方針②：他産業において既に日本がリードしている分野であり、今後空飛ぶクルマ産業への技術転用が期待される分野

- 日本が世界シェア・売上高の観点で強みを持つ産業である「自動車・ハイブリッド車分野」「家電製品分野」、強みを持つ産業分野ではないが空クルとの関連性が高い「民間航空機分野」について、世界シェアが高い製品を整理。
- それらの製品について、空クルへの適用性を踏まえ、日本の強みとなる技術分野を以下のとおり整理。
  - 自動車分野：車載用蓄電池、自動運転の支援機能（DMS）
  - 家電製品分野：（該当なし）
  - 民間航空機分野：素材

自動車分野の中間製品のうち、世界シェアが高い製品

#	自動車分野の中間製品	世界シェア(%)
1	CVT	100
2	車載蓄電池(ニッケル水素電池)	91.6
3	インバータ	82.4
4	自動車用ガラス	72.7
5	モータ(ハイブリッド車用)	69.4
6	ヘッドアップディスプレイ	65.7
7	ドライバーモニタリングシステム(DMS)	61.6

民間航空機分野の中間製品における世界シェア

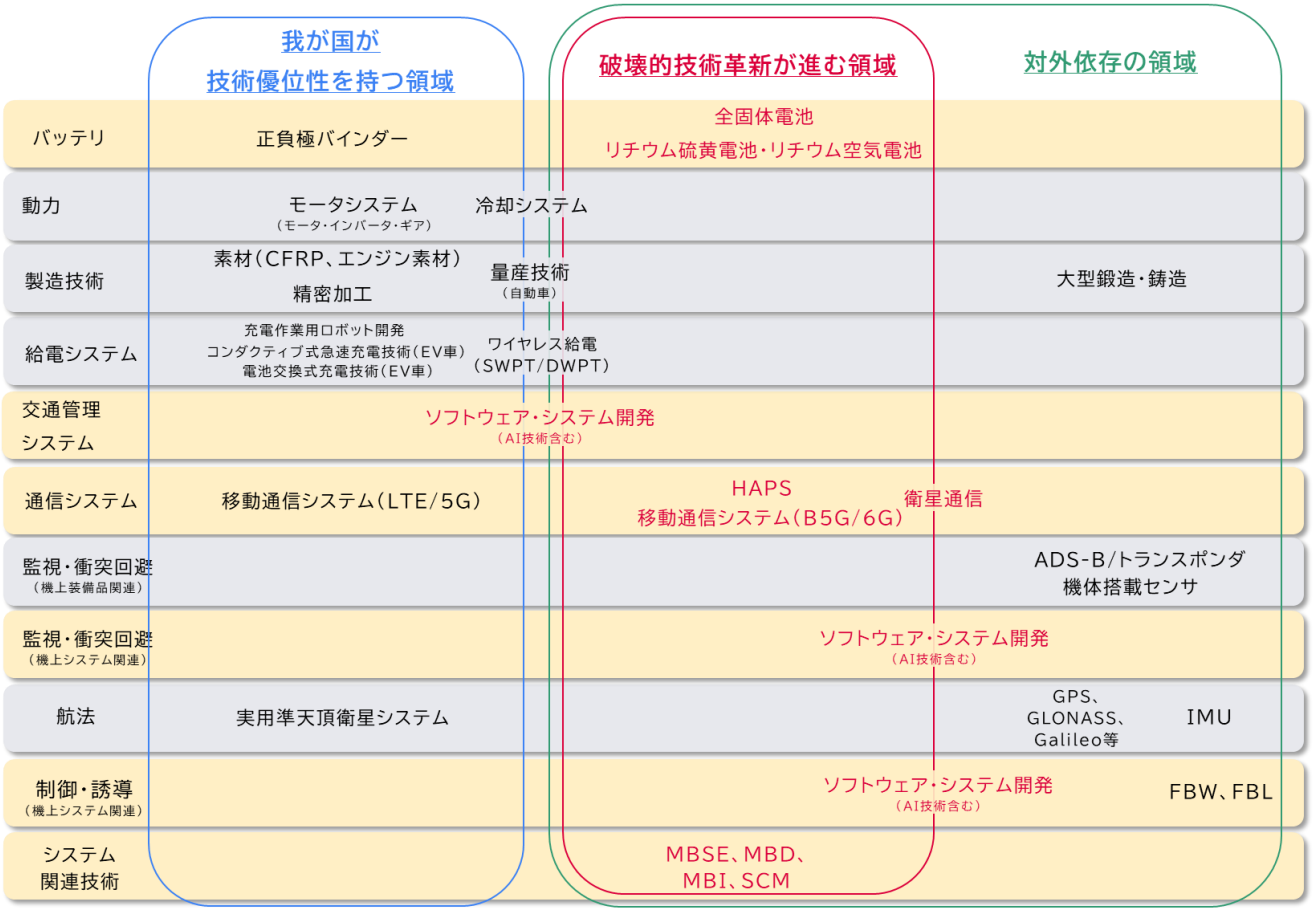
機体・エンジン・装備品(中間製品)	日系企業(百万円)	日系企業シェア(%)
機体・部品(全体)	144,400	1.8
機体・部品(タイヤ)(内数)	5,000	14.5
エンジン本体	146,000	6.3
与圧・空調システム	△	△
アビオニクス/飛行制御システム	-	-
電源システム	△	△
降着システム	6,300	1.3
化粧室	8,700	27.9
ギャレー	10,500	19.6
娯楽システム	95,000	73.2
座席	2,600	0.9
手荷物用鏡	150	100.0
炭素繊維複合材	56,340	60.5
チラノ繊維	1,280	100.0
バイオジェット燃料(SAF)	-	-

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(2).要素技術調査／技術戦略

技術戦略（日本の強みとなる技術分野）

選定方針③：現時点では強みではないが、今後技術力強化が求められる分野
経産省より発行の「経済安全保障に関する産業・技術基盤強化アクションプラン」および「航空機産業戦略(案)」等のフレームワークを参考に、NEDO等の研究開発動向及び要素技術WGにおける意見を踏まえ、以下のとおり整理。

※成熟度レベル4に向けて特に技術力強化が求められる分野を黄色ハッチング、うち「破壊的技術革新が進む領域」に含まれるものを赤字表記



2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(2).要素技術調査／技術戦略

技術戦略（日本の強みとなる技術分野）

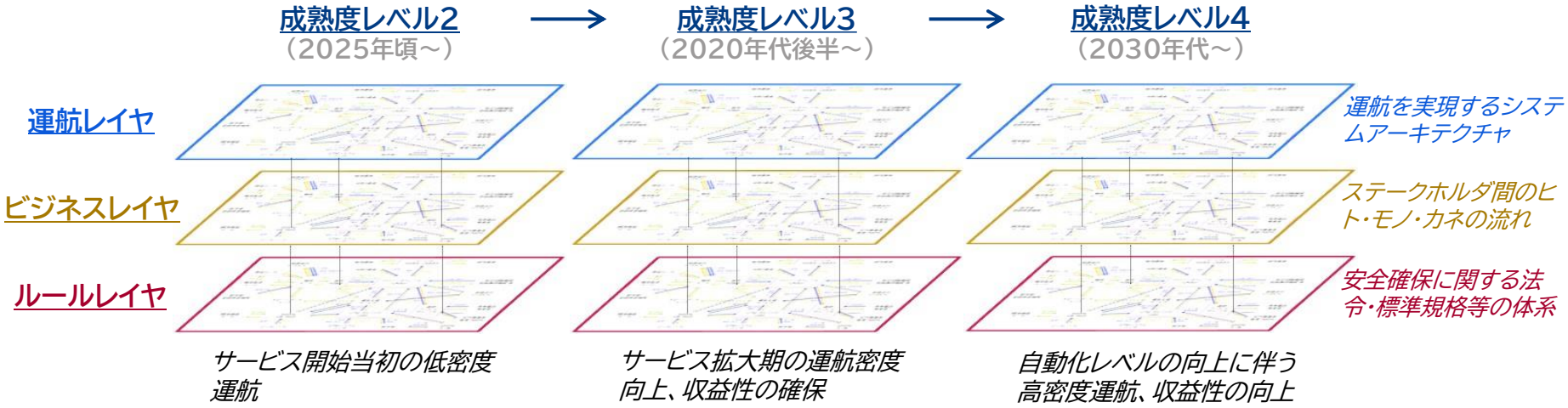
選定方針③：現時点では強みではないが、今後技術力強化が求められる分野

- 前頁の整理より「成熟度レベル４に向けて特に技術力強化が求められる分野」は以下と選定した
- ソフトウェア・システム開発に関する具体的な項目は、要素技術WGにおいて２０２４年度に検討・選定した「成熟度レベル３，４の運航において優先して拡充が必要な自動化機能」に基づき設定した

成熟度レベル４に向けて特に技術力強化が求められる技術項目	対象となる技術・方式
バッテリ	• 全固体電池 • リチウム硫黄電池 • リチウム空気電池
交通管理システム	• ソフトウェア・システム ➢ 交通管理 関連システム（機体との連携項目、UATM機能（DFRの実現に向けた機能実装を一部含む）） ➢ 離着陸場管理 関連システム（VAS（離着陸場のスロット管理、離着陸支援））
通信システム	• HAPS • 移動通信システム（B5G/６G） • 衛星通信（大容量・低遅延でのデータ通信・データ処理技術　等）
監視・衝突回避	• 機体搭載センサ
制御・誘導（機上システム関連）	• ソフトウェア・システム ➢ オートパイロット機能 関連システム（運航判断、周辺監視・回避、飛行計画の設定、離着陸操作）
システム関連技術	• MBSE、MBD、MBI等　（CbA等の認証に関するシステム関連技術を含む）

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討

全体アーキテクチャ検討



＜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。

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／運航レイヤ

運航レイヤ（成熟度レベル3）の検討方法

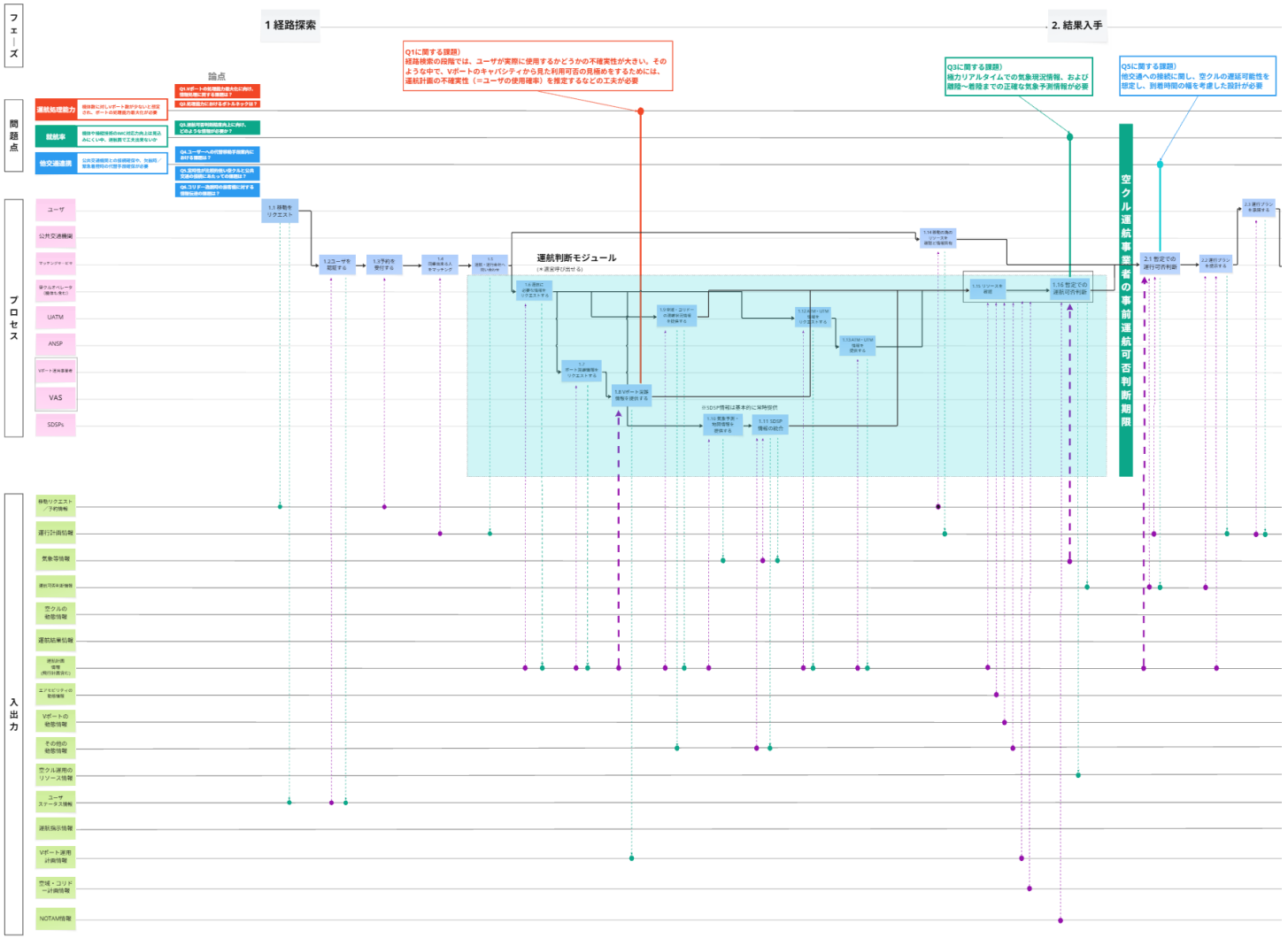
主要課題を設定

関連するプロセスとの対応を記述

ビジネスレイヤ・アーキテクチャで整理した各ステークホルダの時系列のプロセスを記述

関連するプロセスとの対応を記述

入出力される情報を記述



2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／運航レイヤ

運航レイヤ（ドローン：成熟度レベル3と成熟度レベル2の差異）

● ユースケースの差異

	成熟度レベル３	成熟度レベル２
ユースケース	• 地方の住宅地において、コンビニ等の商店から一般消費者向けの荷物配送を実施 • 有人地帯における補助者無し目視外飛行（レベル4） • 最大6機程度の同時飛行を実施	• 物流拠点から離島の店舗等への海上物資輸送（拠点間輸送、無人地帯の飛行） • 無人地帯における機上カメラを活用した補助者無し目視外飛行（レベル3.5） • 1機毎の飛行を実施

● 前提条件の差異

	成熟度レベル３	成熟度レベル２
UTMの活用	UTMの導入Step2中後期を想定。USP間の飛行計画調整支援や飛行計画に対する逸脱確認等を実施。	UTMの導入Step2初期を想定。DIPSを活用した飛行計画調整の支援や機体の飛行状況把握等を実施。
有人機との調整	無人航空機の許可・承認の審査要領にもとづく有人機運航者との事前調整。UTMからの一部情報提供も想定。	無人航空機の許可・承認の審査要領にもとづく有人機運航者との事前調整。
ドローンポート	一部の配送先にドローンポートを利用。 荷物の格納、受渡し時の受取人認証、ドローン離着陸時の安全確認等を実施。	ドローンポートの利用無し。
配送先の特性	消費者敷地や公共スペース。	第三者の立入りが管理された私有地内への輸送。
運航の方法	一般消費者の注文にもとづく、オンデマンドの輸送。	物流事業者等の拠点間における一定の計画的にもとづく輸送。

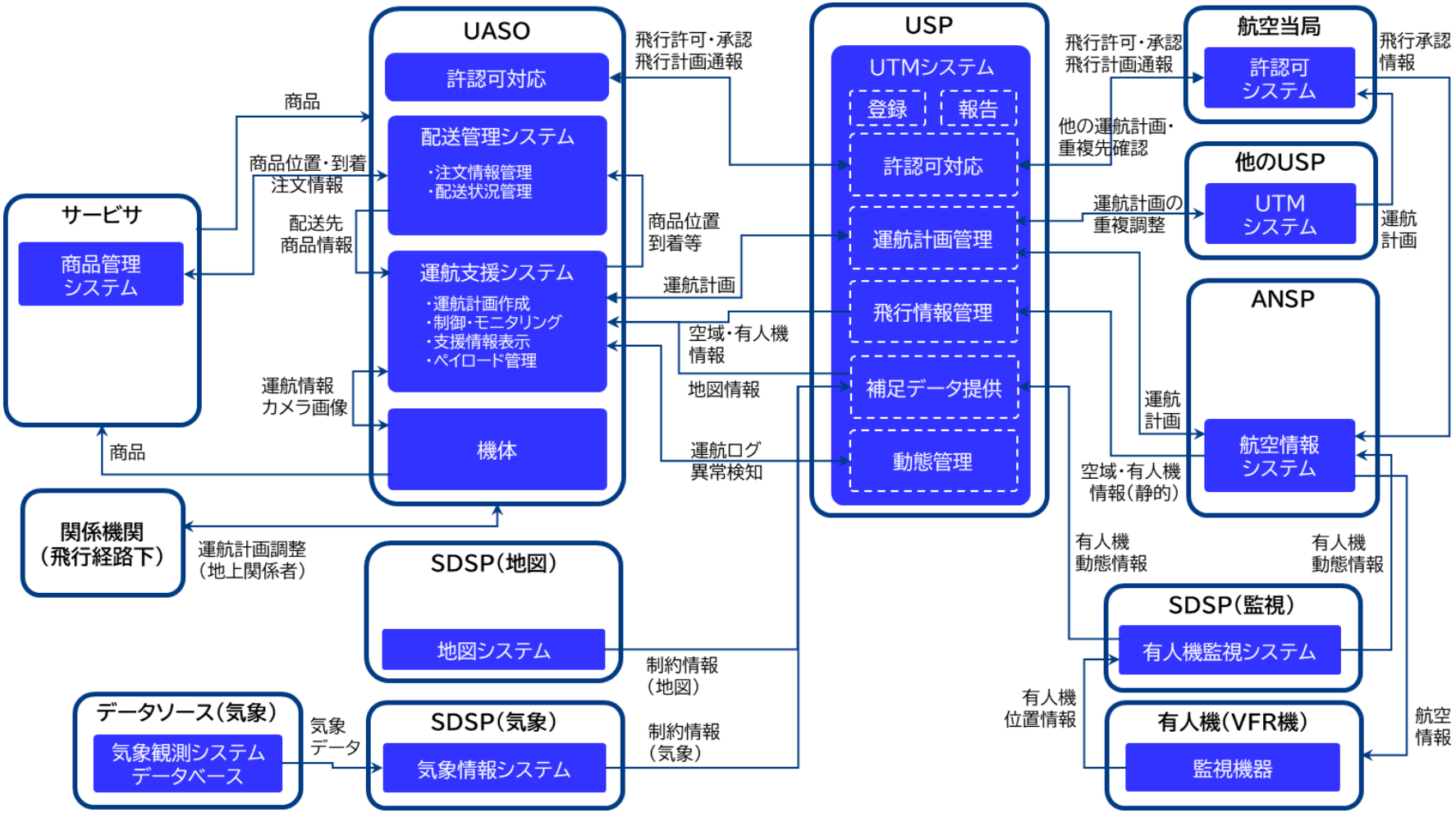
2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／運航レイヤ

運航レイヤ（ドローン：成熟度レベル2アーキテクチャへの反映事項）

	成熟度レベル３	成熟度レベル２
サービス提供者と顧客	UASO→サービサ→一般消費者（BtoBtoC）を対象に検討	UASO→サービサ（BtoB）を対象に検討 ※一般消費者は無し
ドローンポート	有り	無し
UAP参照システム（仮）	有り	無し ※飛行計画の重複確認はDIPSにて実施
USP	空域・有人機情報提供（静的情報）、飛行計画調整、USP間の情報共有、適合性監視 等	空域・有人機情報提供（静的情報）、飛行計画調整、飛行ログ管理 等 ※機能ブロックとしては同じ
リスク評価システム（SDSP（地図））	有り ※レベル4許可・承認のためのリスク評価の効率化のための仕組みを想定	無し ※レベル3.5の場合は必須では無い

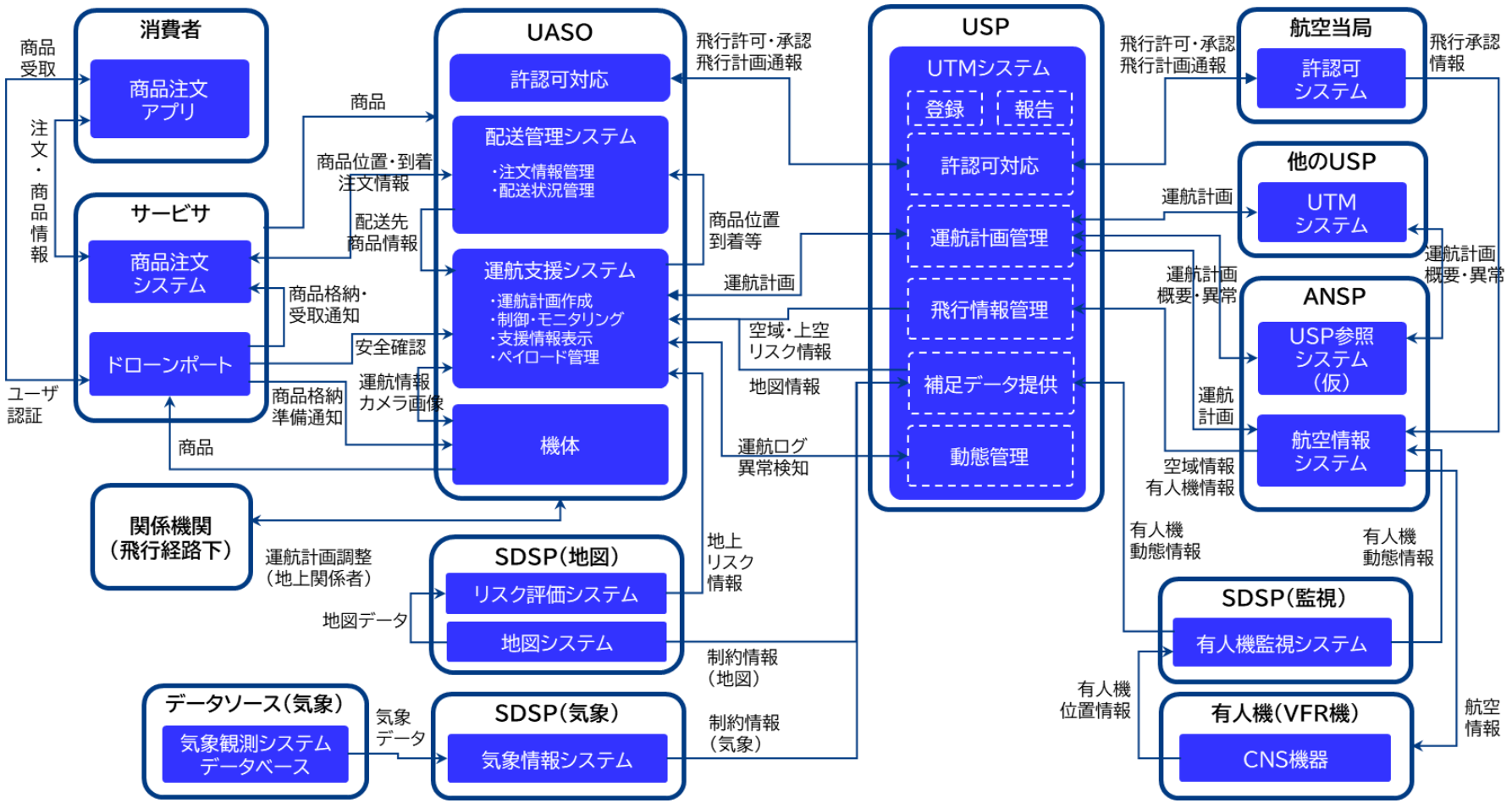
2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／運航レイヤ

運航レイヤ（ドローン：全体像、成熟度レベル2）



2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／運航レイヤ

運航レイヤ（ドローン：全体像、成熟度レベル3）



2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／運航レイヤ

運航レイヤ（空飛ぶクルマ：成熟度レベル3と成熟度レベル2の差異）

● ユースケースの差異

	成熟度レベル３	成熟度レベル２
ユースケース	• 旅客機等で地方都市空港に到着後、アプリで移動手段を検索 • オンデマンドかつ乗り合いの空飛ぶクルマに乗り、目的地付近（地方都市を想定）のバーティポートに移動 • その後公共交通機関を使って目的地に移動	• 大都市空港→目的地付近のバーティポート（大都市の湾岸部等）間の空飛ぶクルマを事前予約 • 旅客機等で大都市空港に到着 • 予約した空飛ぶクルマで目的地付近のバーティポートまで移動 • その後公共交通機関を使って目的地に移動

● 前提条件の差異

	成熟度レベル３	成熟度レベル２
運航方式	オンデマンド ※運航頻度＝数-10便程度/1時間（TBD）	オンデマンド ※運航頻度＝1-2便程度/1時間
気象情報	より精緻な情報が入手可	現状と同等
コリドーの設定	有り	無し
バーティポートのFATO数	1	1
着陸可否判断者	Vポート運用事業者 （地方都市空港は管制官）	Vポート運用事業者 （大都市空港は管制官）

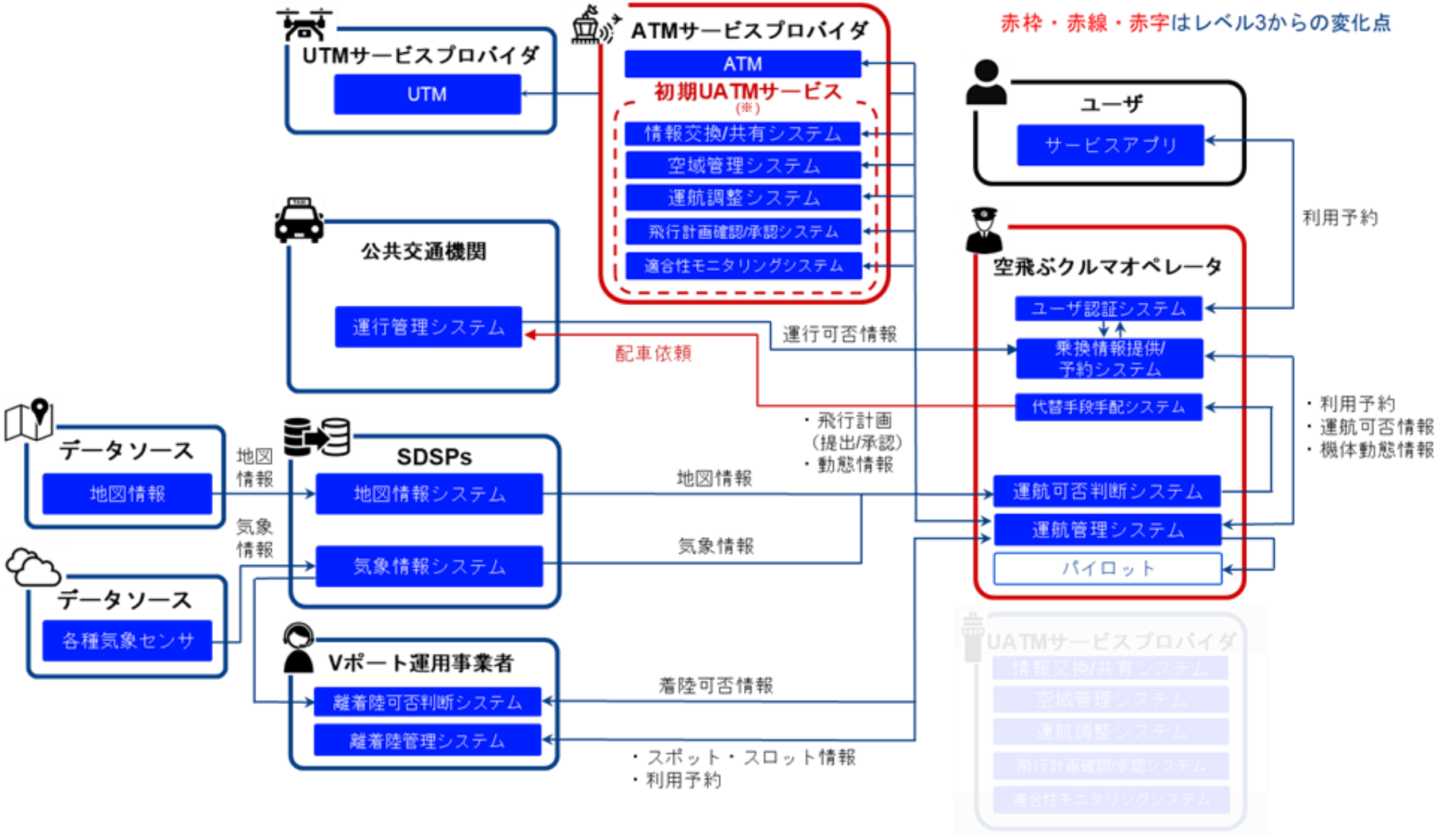
2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／運航レイヤ

運航レイヤ（ドローン：成熟度レベル2アーキテクチャへの反映事項）

		成熟度レベル３	成熟度レベル２
経路検索／マッチングサービサの有無		有	無 (空クルオペレータがユーザと直接やり取り)
UATMサービスプロバイダの有無		有	無 (ATMサービスプロバイダが必要なサービスを提供)
UATMサービスの内容 ※「空飛ぶクルマの運用概念　第1版改訂A」を引用	情報交換/情報共有	データによる情報提供・交換	バーティポート空域、UAMルートにおける音声による情報提供
	空域管理	UAM コリドーの設定、動的空域管理を含む	バーティポート空域、UAM ルートの設定等
	運航調整	空域の容量管理、フロー管理を含む高度な調整	混雑ポートの容量管理
	飛行計画の確認	ー	ー
	適合性モニタリングと調整	リアルタイムなコンフリクト回避についても検討	ADS-B による位置情報の把握、音声による情報提供等

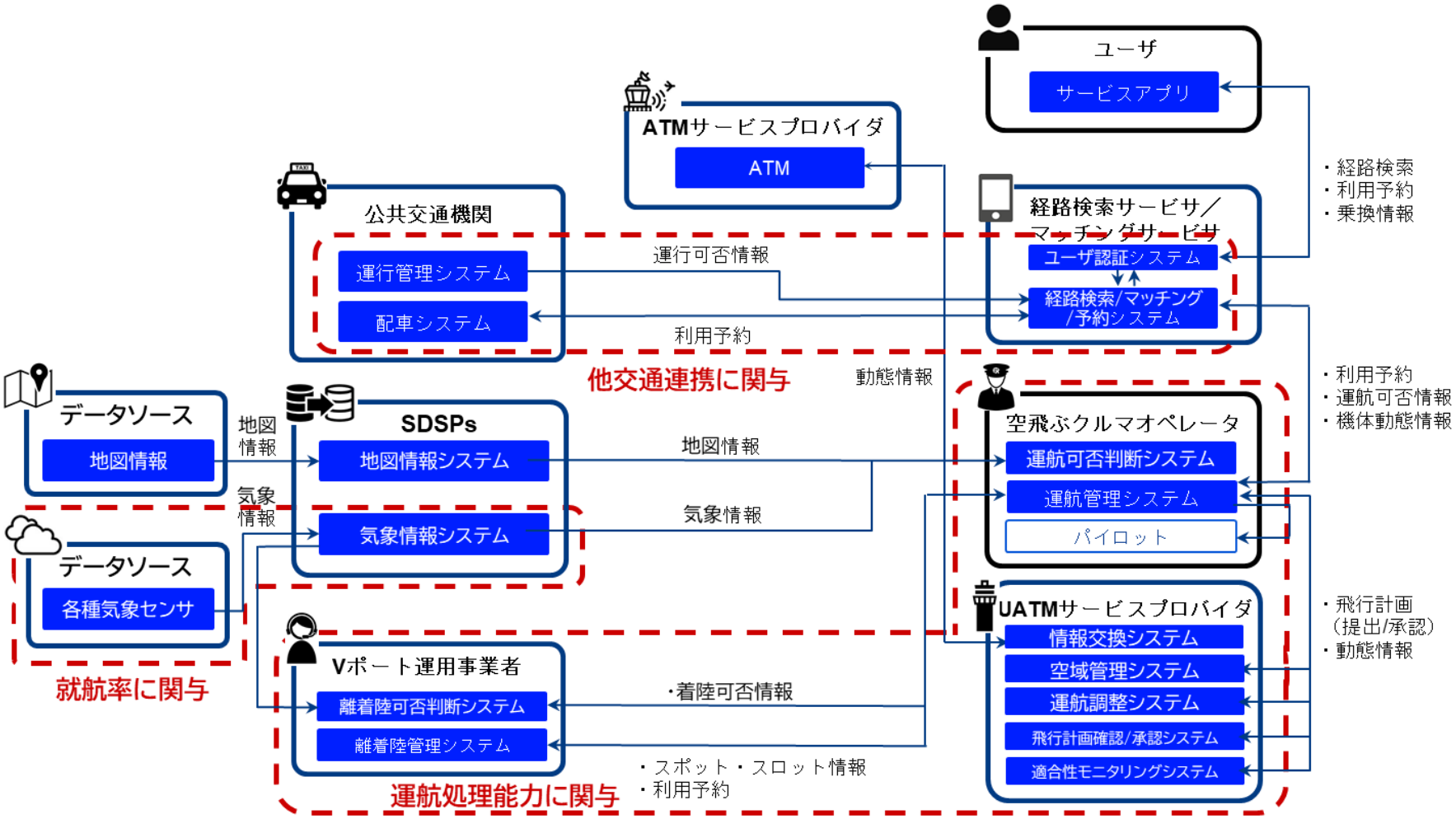
2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／運航レイヤ

運航レイヤ（空クル：全体像、成熟度レベル2）



2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／運航レイヤ

運航レイヤ（空クル：全体像、成熟度レベル3）



2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／ルールレイヤ

ルールレイヤ（ドローン、成熟度レベル3）

成熟度レベル3のビジネスレイヤ・運航レイヤの策定結果に基づき、ルールレイヤの課題を抽出した。
なお、当課題項目の位置付けは、法令の制定・改正等の必要性を示すものではない。

ビジネスレイヤ

- 航空局からの有人機情報提供に対する利用料発生
- 運航支援サービサのサービス内容拡大
- 機体製造メーカ・MRO業者の出現
- ドローンポートの導入
- NTN事業者の増加

運航レイヤ

- USPによる運航管理サービスの提供
- SDSPによるリスク情報の提供
- 機体・オペレーションの自動化
- ポート/機体システムによる着陸時安全確認
- ポート到着時の受取者本人確認実施
- 機体で取得したカメラ画像の利用
- 飛行経路下の機関による飛行・着陸等の了承
- 商品の機体搭載方法の効率化

ルールレイヤの課題

課題抽出の観点
A）適用される既存ルールの整理が必要な項目
B）既存ルールの遵守が難しいと考えられる項目
C）新たなルールの策定が必要と考えられる項目

運航の自動化に伴う事故発生時の責任整理	A C	機体やオペレーションの自動化の進展を踏まえ、事故発生時に各ステークホルダが負う責任を整理する必要がある。
増加するステークホルダを含めた運航安全責任整理	A C	USP、SDSP、ドローンポートメーカ等の新たなステークホルダが安全運航の実施に際して負う具体的な責任を整理する必要がある。
ポートの技術的要件整理	C	ポートシステムを通じた着陸時の安全確認・受取者の本人確認の実施を想定し、ポートに求められる技術的要件を整理する必要がある。
プライバシー保護に関する規定の整理	A C	機体のカメラ画像の活用が進むことを想定し、画像の利用・管理に関するプライバシー保護のルールを整理する必要がある。
機体の騒音基準の整理	C	人口密度の高いエリア上空での中密度運航の実現によって、一定程度の騒音発生が想定されるため、騒音基準の必要性及び基準を整理する必要がある。
物流関連業法の整理	A	無人機を用いた運送業に対する業法はないため、適用されるルールについて整理が必要である。

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／ルールレイヤ

ルールレイヤ（空クル、成熟度レベル3）

成熟度レベル3のビジネスレイヤ・運航レイヤの策定結果に基づき、ルールレイヤの課題を抽出した。
なお、当課題項目の位置付けは、法令の制定・改正等の必要性を示すものではない。

ビジネスレイヤ

- グランドハンドラの出現
- 操縦訓練事業者の出現
- 機体リース企業の出現
- MRO業者の出現
- 民間によるUATMサービス提供
- ディベロッパ、Vポート保有事業者の出現
- 通信サービスプロバイダによる通信サービス統合
- マッチングサービサによる他交通連携の開始

運航レイヤ

- ATMとUATM間の連携による運航管理
- 運航管理に関わる判断の自動化、運航計画の自動作成
- 旅程・金額見積・代替移動手段等の提示
- Vポートへの着陸判断・指示
- 搭乗・保安手続きの省人化
- 高精度の気象情報提供

ルールレイヤの課題

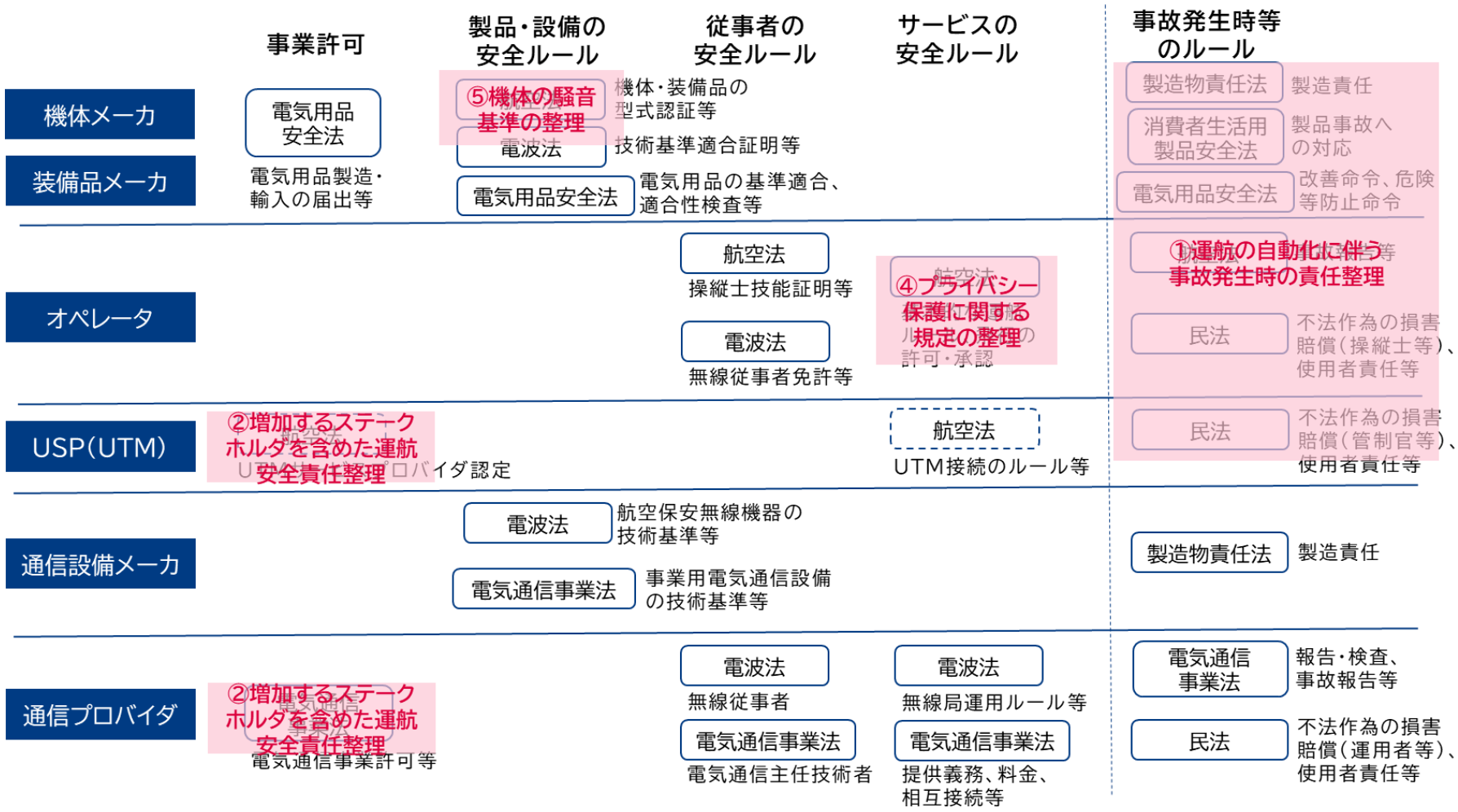
課題抽出の観点
A）適用される既存ルールの整理が必要な項目
B）既存ルールの遵守が難しいと考えられる項目
C）新たなルールの策定が必要と考えられる項目

運航の自動化に伴う事故発生時の責任整理	A C	運航の自動化の進展を踏まえ、事故発生時に各ステークホルダが負う責任を整理する必要がある。
増加するステークホルダを含めた運航安全責任整理	A C	UATM、VAS、SDSP等の運航管理に関わる新たなステークホルダが安全運航の実施に際して負う具体的な責任を整理する必要がある。
運送約款の整理	A	運航の遅延・中止時の代替交通手段の提供等を想定し、ユーザとサービス提供者間で結ぶべき運送約款の内容について適用される既存ルールを整理する必要がある。
セキュリティ基準の整理	A	搭乗・保安手続きの簡易化・自動化を想定し、セキュリティに関わる基準について適用される既存ルールを整理する必要がある。
Vポートの環境アセスメントに関わるルールの整理	A C	Vポート設置数の増加を想定し、バーティポート設置時に適用される環境アセスメントルールを整理する必要がある。
Vポート整備に関わるルールの整理	A B C	建築物を活用したバーティポートの設置を想定し、地上バーティポート及び高架バーティポート設置時に適用されるルール及びルールによる制約事項を整理する必要がある。

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／ルールレイヤ

機体・運航に係る安全ルールの俯瞰（ドローン、成熟度レベル3）

※赤字・赤色塗りつぶし部分は、ルールにおける課題が関連する部分を示す。



2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／ルールレイヤ

地上に係る安全ルールの俯瞰（ドローン、成熟度レベル3）

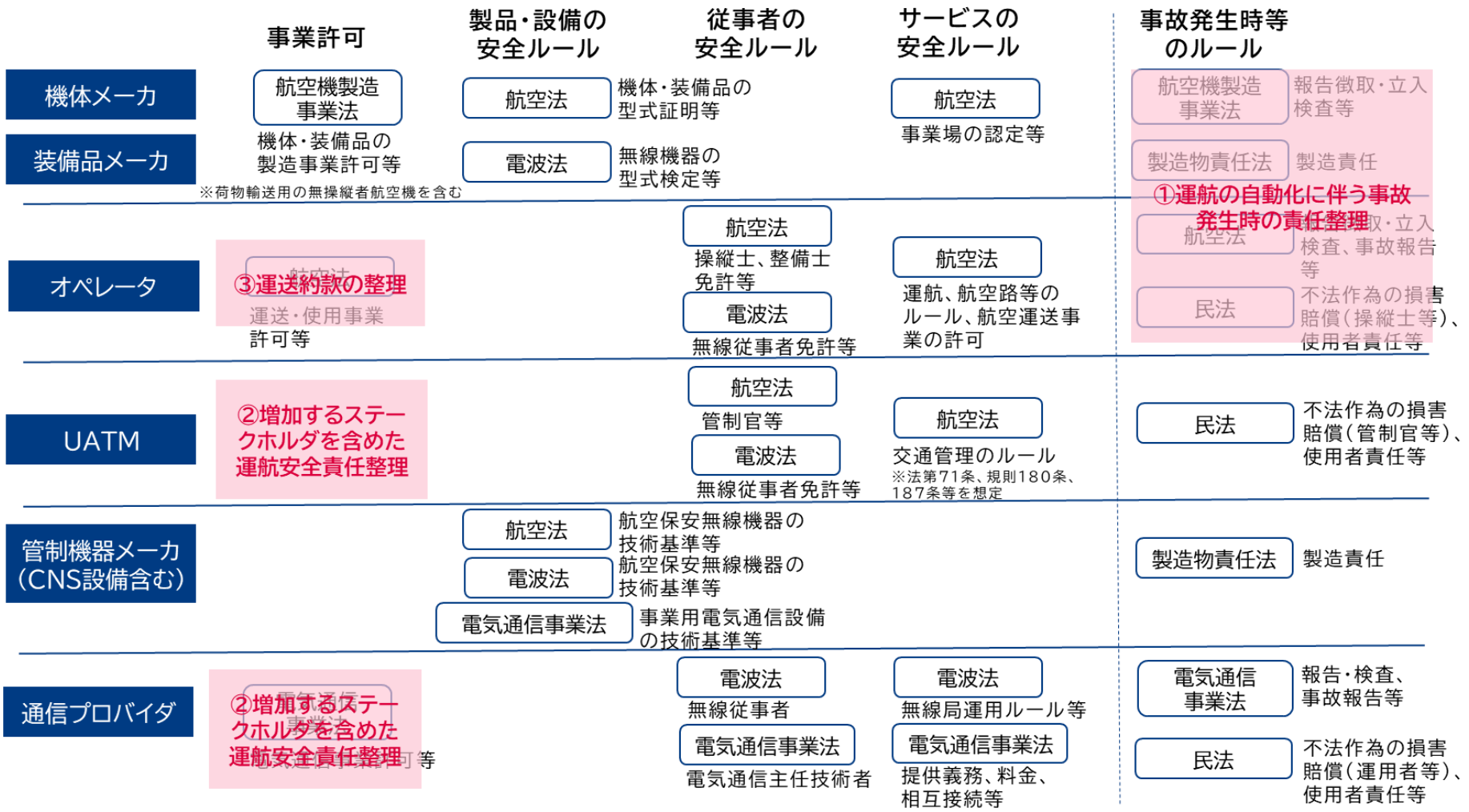
※赤字・赤色塗りつぶし部分は、ルールにおける課題が関連する部分を示す。

	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
サービサ	⑥物流関連業法の整理 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 不法作為の損害賠償（注文者の責任）
ドローンポートメーカ	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	③ポートに関連する制度化動向の整理 合、適合性検査等	電気工事士法 電気工事士免状	③ポートに関連する制度化動向の整理 民法：土地の所有者の許可 ト設置の許可 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 ②増加するステークホルダを含めた運航安全責任整理 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				①運航の自動化に伴う事故発生時の責任整理

2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／ルールレイヤ

機体・運航に係る安全ルールの俯瞰（空飛ぶクルマ、成熟度レベル3）

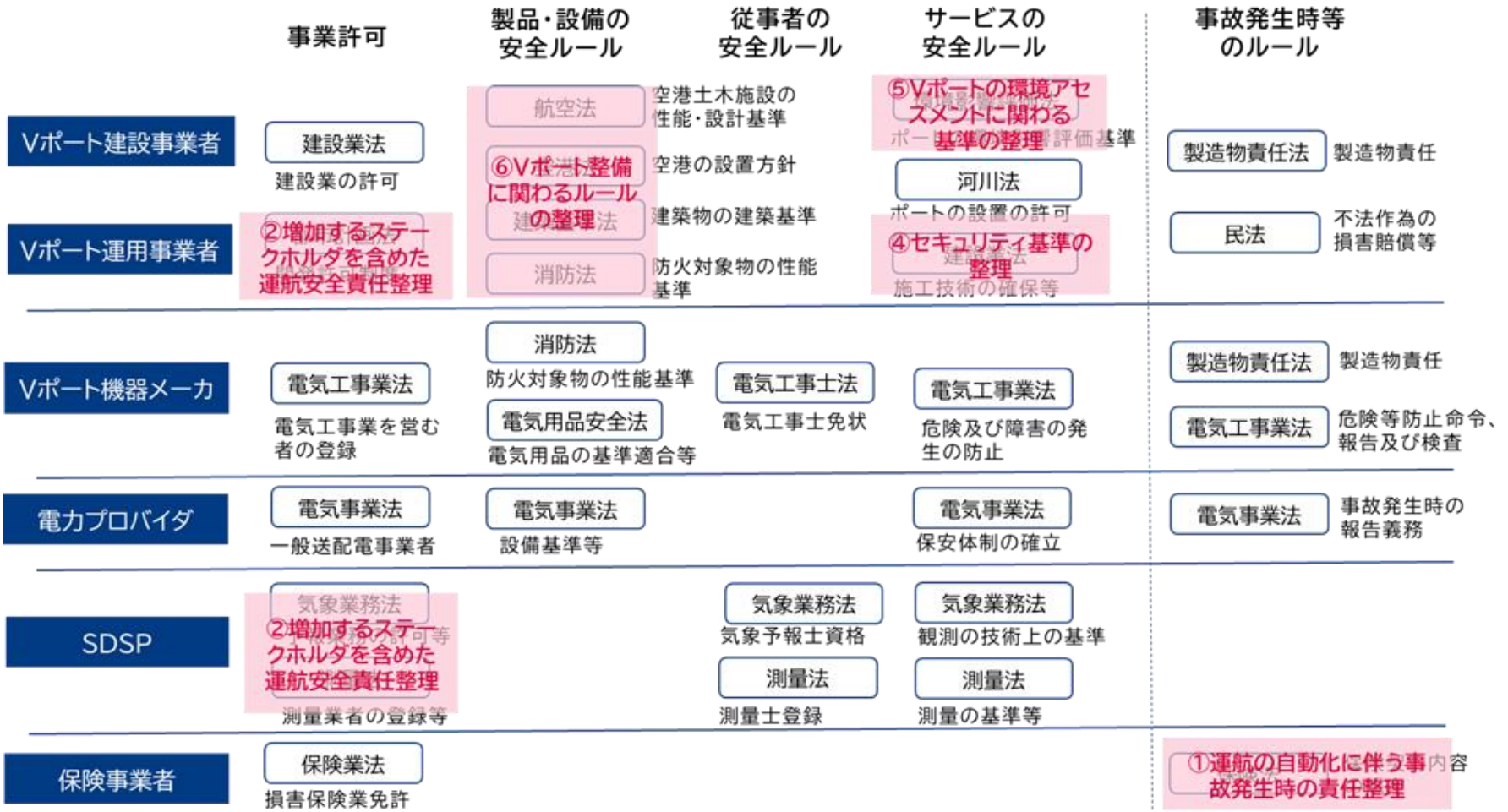
※赤字・赤色塗りつぶし部分は、ルールにおける課題が関連する部分を示す。



2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／ルールレイヤ

地上に係る安全ルールの俯瞰（空飛ぶクルマ、成熟度レベル3）

※赤字・赤色塗りつぶし部分は、ルールにおける課題が関連する部分を示す。



2. 2024年度までの取組内容と成果
2-(1).全体アーキテクチャ検討／ルールレイヤ

個別課題に関する関連動向の整理例

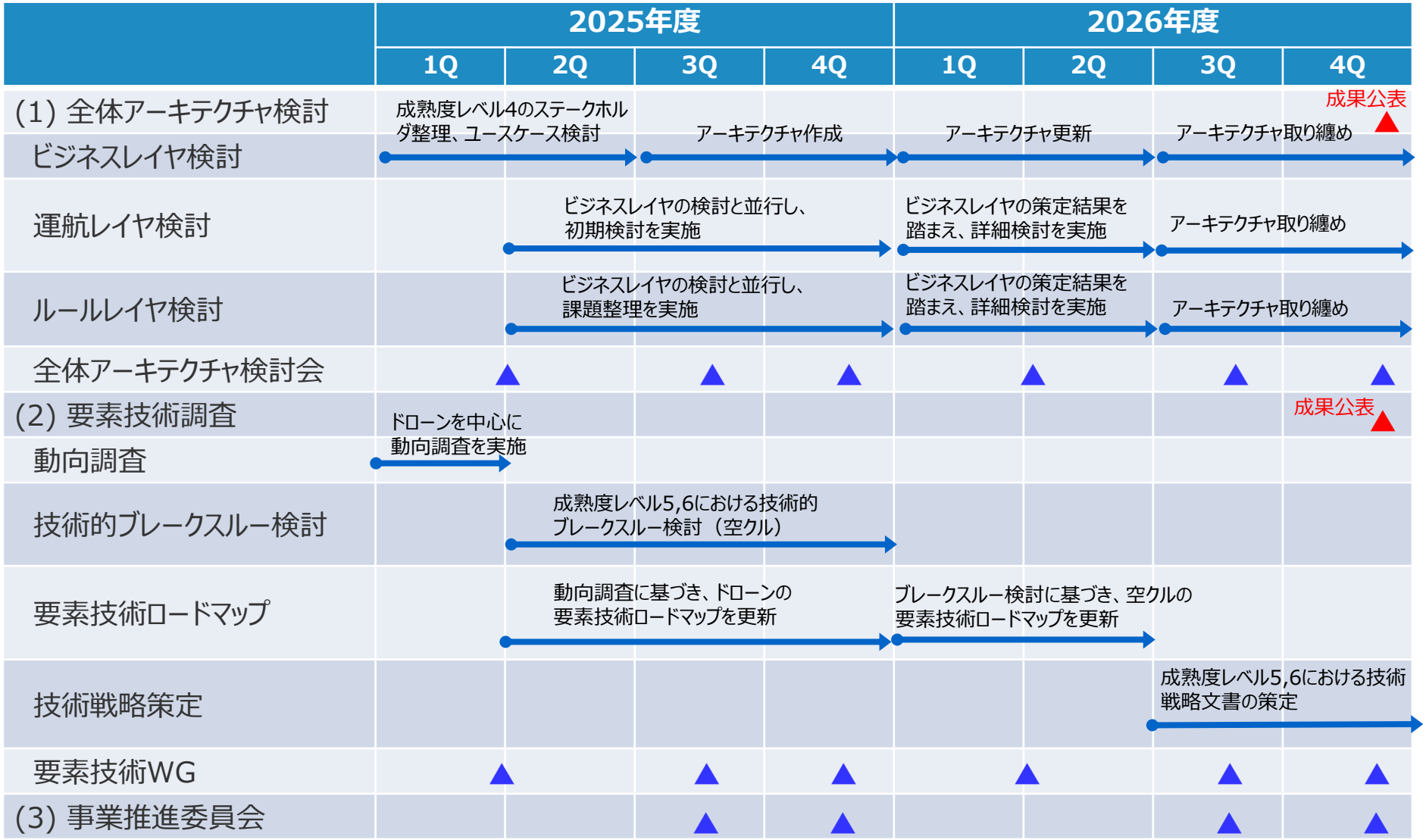
※運航の自動化に伴う事故発生時の責任整理（空飛ぶクルマ）

- **自動化に伴う法令上の責任判断については、国内外において議論が行われている段階である。**

国内	日本	自動運転の検討例	• デジタル庁が設置しているモビリティワーキンググループの下で、「AI時代における自動運転車の社会的ルールの在り方検討サブワーキンググループ」が開催されており、自動走行車両を巡る交通事故等に関する社会的なルールの在り方検討を行っている。 　• 報告書においては、行政法・刑事法・民事法それぞれにおいて、事故発生時にどのような責任判断がされ得るのかについて検討結果が取りまとめられている。
		現行運用 行政法	• 航空法の定める義務に違反した場合、航空会社、機長・操縦士や整備管理者等に対して、第13章の罰則行政に基づく処分がなされる可能性がある。
		現行運用 刑事法	• 管制官や操縦士、機体製造責任者等の個人に対して、刑法第211条における業務上過失致死傷罪が認められる可能性がある。
		現行運用 民事法	• 責任主体に応じて、民法第709条不法行為責任、第715条使用者責任、第717条工作物責任、製造物責任法第3条製造物責任等が認められ、損害賠償責任を負う可能性がある。 • 航空管制官が誤った指示を出し事故が発生した場合や、滑走路の欠陥や空港設備の不具合によって事故が発生した場合は、国家賠償法によって国や自治体等の管理者が賠償責任を負う。
国際標準	ASTM	自律システム導入に伴う責任分担の検討	• ASTM AC377 White Paper “Roles and responsibilities for operational control in the age of increasingly autonomous flight”では、オペレーターが現在負っている責任と、自律的なシステムの導入によるその変化について検討している。以下は、検討に基づく勧告の概要である。 • A. 役割と責任の再評価：OEM（航空機メーカー）、運航者（Operator）、操縦士（Pilot）の責任分担を再定義すべきであり、自動化による権限と責任の変化を明確化することが重要。 • B. 自動化された意思決定に対する説明責任の明確化：最終的な責任は人間（もしくは組織）が持つべきとの考えが基本であるが、自律システムが行う意思決定について、どこまでの責任を持つべきか明確にする必要がある。 例：自律型AIが飛行中に誤判断をした場合それを設計したOEMが責任を負うのか、運用した航空会社が責任を負うのか？ • C. 規格とガイドラインの策定：国際規格機関が自律航空システム向けの透明性確保と監視可能性に関する規格を策定すべき。 • D. 機長の指揮権を再定義：現在の規制では、飛行中の最終決定権は機長（Pilot in Command）が持つことになっている。しかし、自動運航システムが発展するにつれ、機長の指揮権をどこまで維持するかを検討するべきである。 • E. 認証プロセスの見直し：現行の認証制度では、パイロットの資格や整備士のライセンスが厳格に管理されている。しかし、自律システムが意思決定を行う場合、人ではなくAIを認証する等の考え方が必要になる可能性がある。 • F. リスク評価のフレームワークの開発：設計保証（Design Assurance）と運航安全保証（Operational Safety Assurance）の境界が曖昧になりつつあるため、総合的なリスク評価モデルを開発し、設計段階から運航段階までのリスクを統合的に管理することが求められる。

３.今年度(2025年度)以降の取組内容

3. 今年度(2025年度)以降の取組内容
3-(1).事業実施計画



(1) 全体アーキテクチャ検討
2025年度の具体実施内容

目標 成熟度レベル4の運航の実現に向けたアーキテクチャを設計する。

具体内容

- 成熟度レベル3と成熟度レベル4の差異と検討課題を下表のように整理したうえで、成熟度レベル3で策定したアーキテクチャをベースに、成熟度レベル4の各レイヤのアークテクチャを検討する。

	成熟度レベル3	成熟度レベル4	検討課題
サービス	• 商店から一般消費者へのアプリ注文商品の配送	• 空港周辺の集配拠点からオフィスビルへの荷物配送	・・・
空域	• 高度150m未満、空港等の周辺以外の空域 • 人口集中地区の上空を含む空域	• 高度150m以上、空港等周辺を含む空域 • 人口集中地区の上空を含む空域	・・・
飛行経路下	• 地方都市の住宅地	• 大都市（オフィス街等）	・・・
離着陸場所	• コンビニ等の商店の建物屋上 • 個人宅敷地/周辺の公共スペース	• 空港周辺の事業者敷地 • 高層ビル屋上	・・・
運航方法	• 2-5機程度の同時運航 • オンデマント • レベル4（目視外第三者上空）	• 5-10機程度の同時運航 • オンデマンド（？） • レベル4（目視外第三者上空）	・・・
UTM	• UTM導入Step2中後期 ※想定機能範囲を記述	• UTM導入Step3 ※想定機能範囲を記述	・・・
地上の第三者等への対応	※想定機能範囲を記述	※想定機能範囲を記述	・・・
有人機への対応	※想定機能範囲を記述	※想定機能範囲を記述	・・・
ドローンポート	※想定機能範囲を記述	※想定機能範囲を記述	・・・

整理イメージ

(2) 要素技術調査
2025年度の具体実施内容

目標	成熟度レベル5・6に関する要素技術ロードマップの詳細検討を進める。

具体内容

- 2024年度は空飛ぶクルマに関する検討（技術的ブレークスルー、要素技術ロードマップ、技術戦略）に注力したこともあり、2025年度はドローンに関する検討に注力する。
  <検討手順>
  - まずは、直近で技術動向に大きな変化があった要素技術を中心に、最新動向の調査を行う。
  - 上記の動向調査結果を踏まえ、2022年度に初案を作成したドローンに関する要素技術ロードマップの更新を行う。

- 空飛ぶクルマについては、成熟度レベル5・6における技術的ブレークスルー検討を行う。
  <検討手順>
  - まずは、成熟度レベル5・6におけるユースケース整理や、成熟度レベル3・4から進展が必要になる基本要素を整理する。
  - 基本要素の進展のために解決すべき技術課題を特定したうえで、技術課題を解決する実現手段・方式の整理や、技術的ブレークスルーの項目特定を行う。