

ドローンアーキテクチャ検討委員会 第一回検討会

2020年12月9日

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）

デジタルアーキテクチャ・デザインセンター（DADC）

アーキテクチャ検討の狙い

Society5.0とは



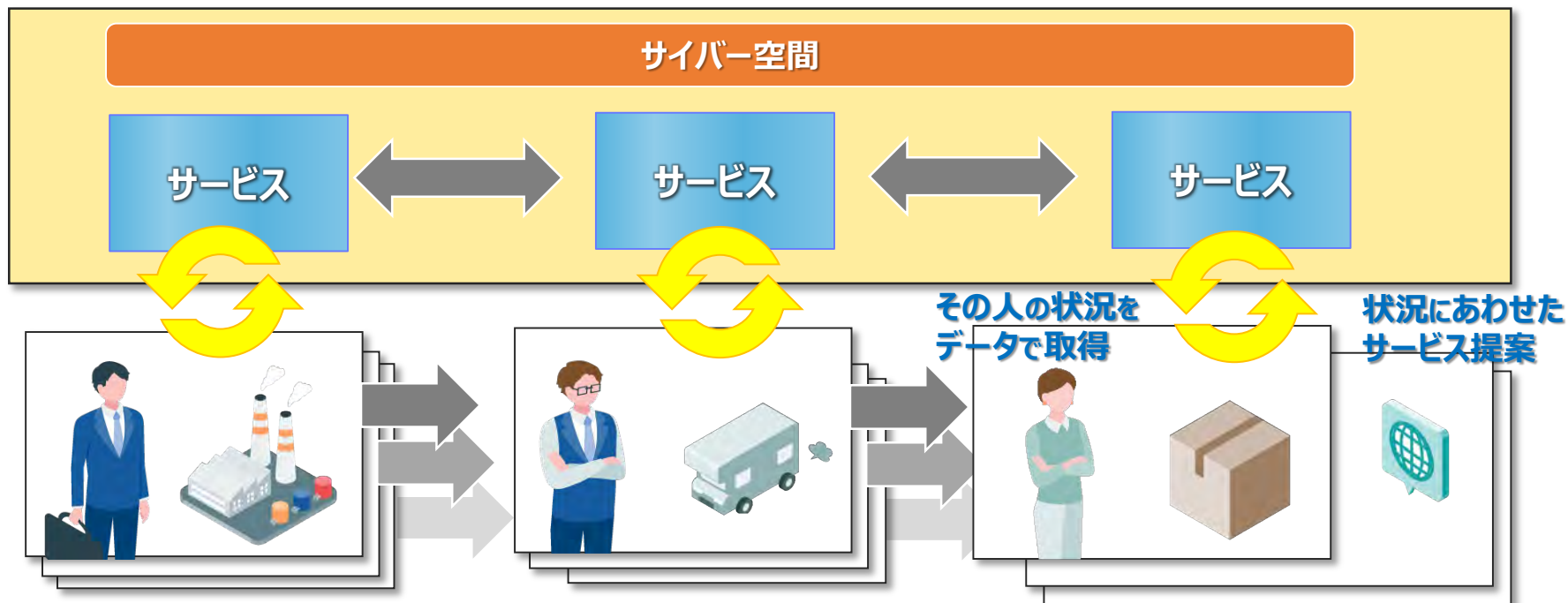
サイバー空間（バーチャル）と**フィジカル空間**（現実世界）を**高度に融合**させたシステムにより、**経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会**

CPS = サイバーとフィジカルが融合したシステム

人を中心としたCPSにより社会全体の構造が変わる

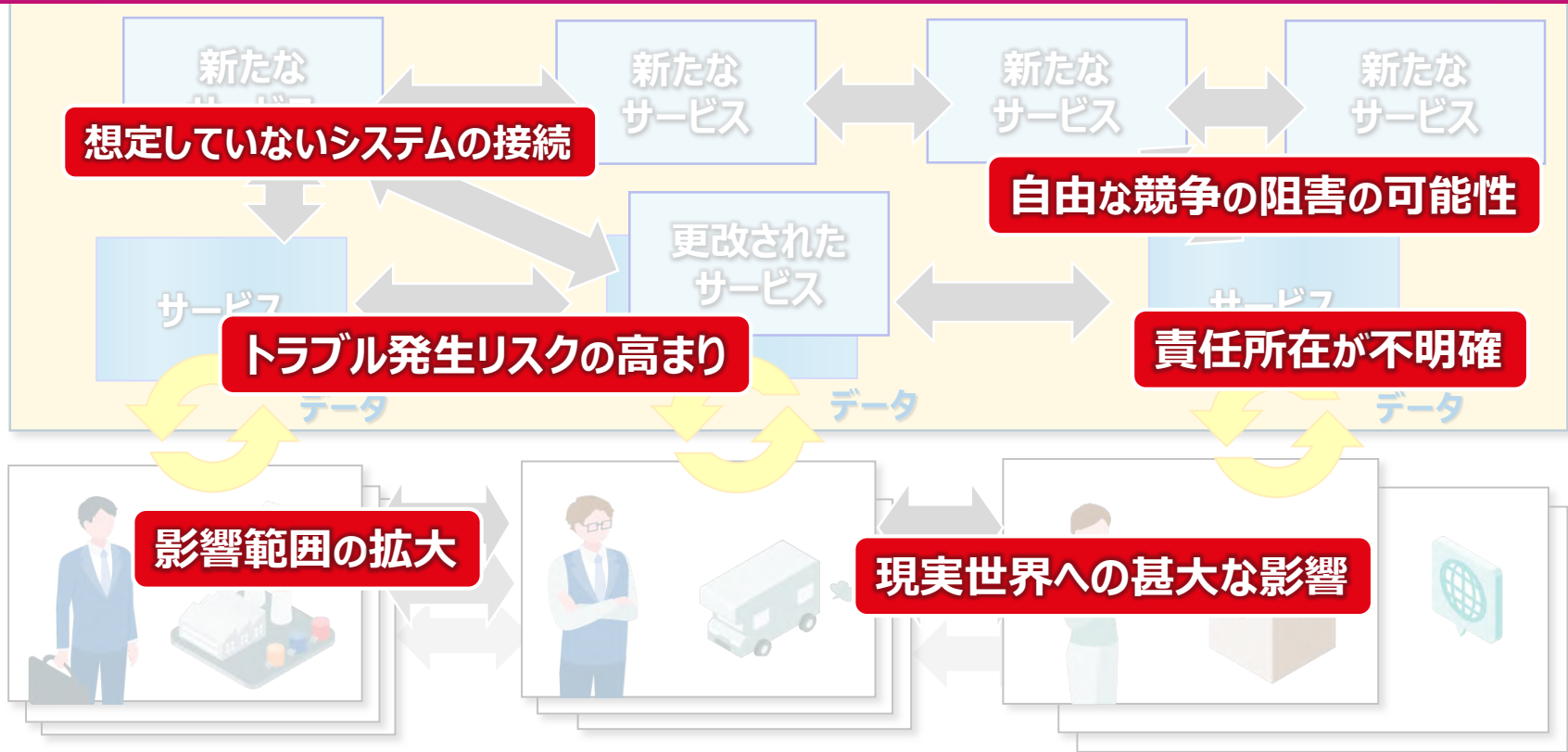
協調領域と競争領域というコンセプトを設けて、デジタル社会共通のプラットフォームを考え、新たなビジネス構造を作り上げているケースも

企業は人の状況をデータから把握し
最適な接点で提案



異なるシステムが繋がる「System of Systems」を意識する必要性

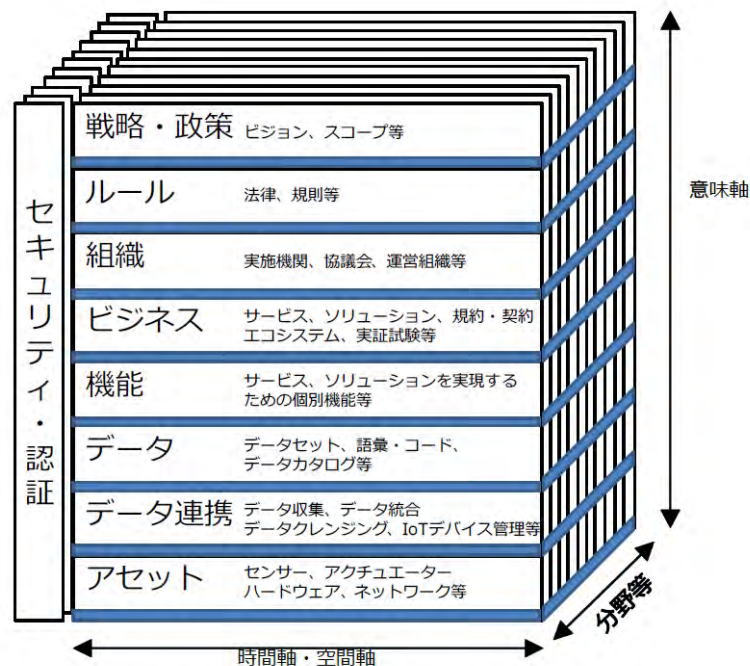
管理者の異なるシステムが繋がった System of Systems



参考：Society5.0に向けたアーキテクチャの例

アーキテクチャの定義 (出典 ISO/IEC/IEEE 42010-2010)

その環境下におかれたシステムの基本的なコンセプトや特性であり、要素と要素間の関係性に具現化され、その設計や進化の原則となるもの
 ⇒全体がどのように目的を実現するかの基本コンセプト (実現の方向性) やシステム特性。(ビッグピクチャ、目的実現の仕組み)



デジタルスマートシティのアーキテクチャーモデル COCN

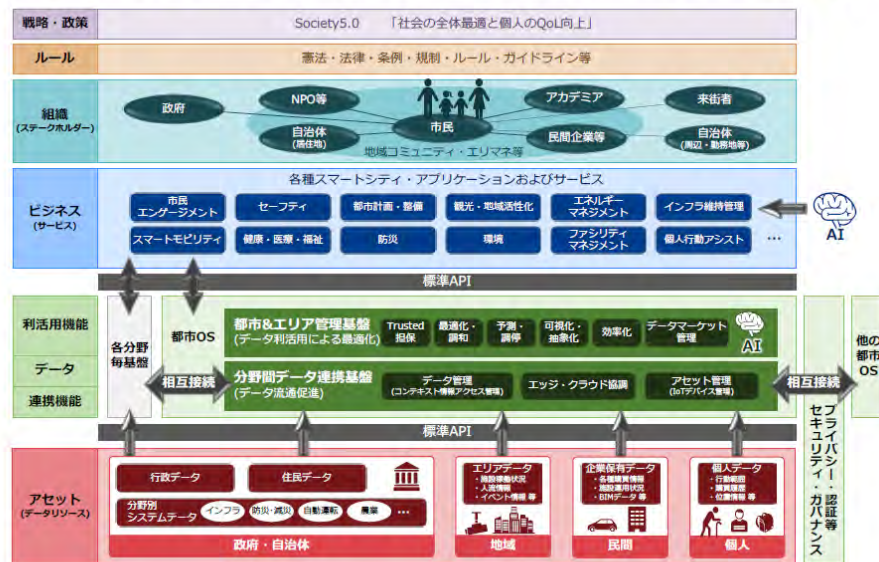


図 5-2-4 デジタルスマートシティ アーキテクチャーモデル
 産業競争力懇親会 (COCN) 資料より

Society 5.0 リファレンスアーキテクチャ (内閣府資料より)

アーキテクチャ検討のプロセス



- 今年度は3つのワーキンググループを立ち上げてアーキテクティングを開始



多様な連携を安全安心な形で実現するための
ガバナンスアーキテクチャ

「スマート安全」分野

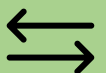
まずはプラント保安を例に、繋がるシステムの安心安全や日本の強みを活かすガバナンスを検討



サイバー・フィジカルの連携に信頼性・効率性を確保する
社会インフラのアーキテクチャ

「自律移動ロボット」分野

まずはドローンを例に、自律移動ロボットが適切に活用できるインフラを検討



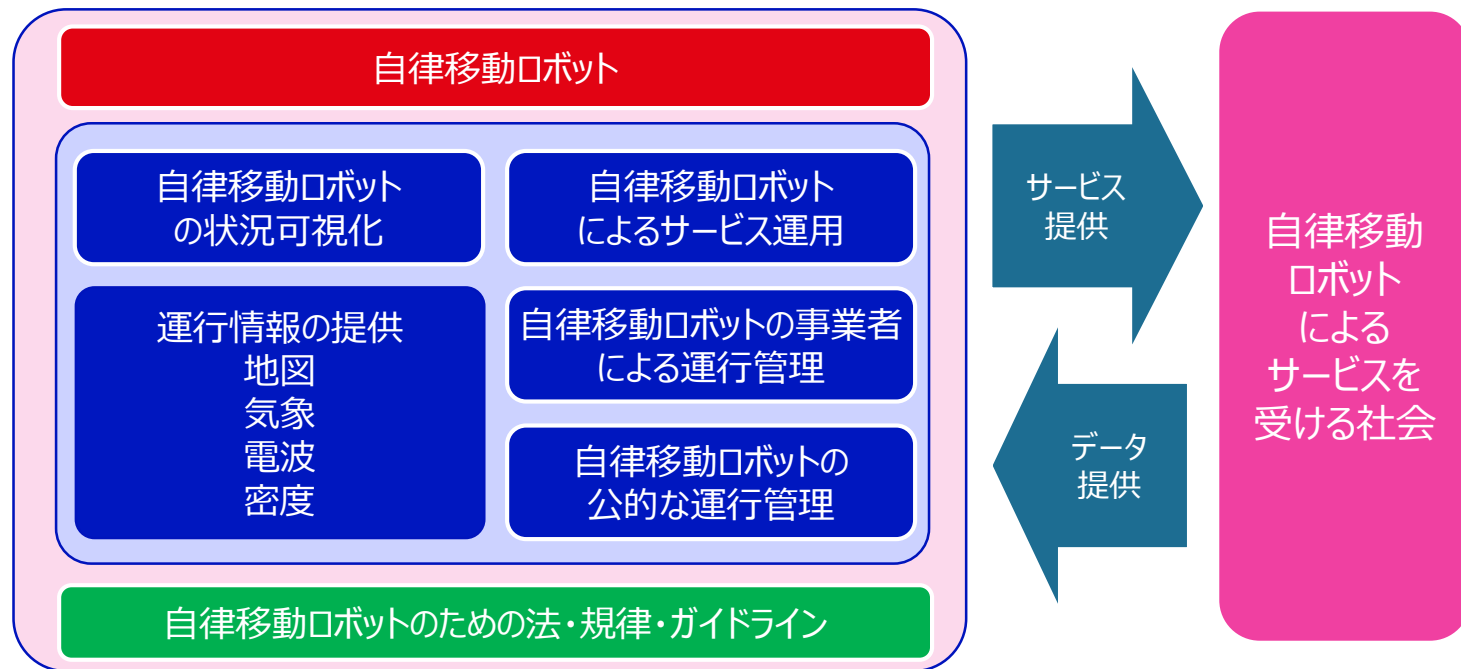
分野を超えたサービスの
相互運用性を高めるアーキテクチャ

「MaaS」分野

地域の移動を例に、持続可能なサービス実現にむけてこれまでの業・プラットフォームに捕らわれない仕組みを検討

サイバーとフィジカルの連携によって、**自律移動ロボット**が**信頼性**と**効率性**を確保し、**Society5.0**が**目指す世界観**の実現に向けた**社会インフラのアーキテクチャ**を構築

多数で多種多様な自律移動ロボットが活躍できる社会の実現に向け、
社会的受容性を確保し、安心感と利便性が得られる社会インフラのアーキテクチャを設計
⇒本検討会では自律移動ロボットの中でドローンを題材に検討を実施



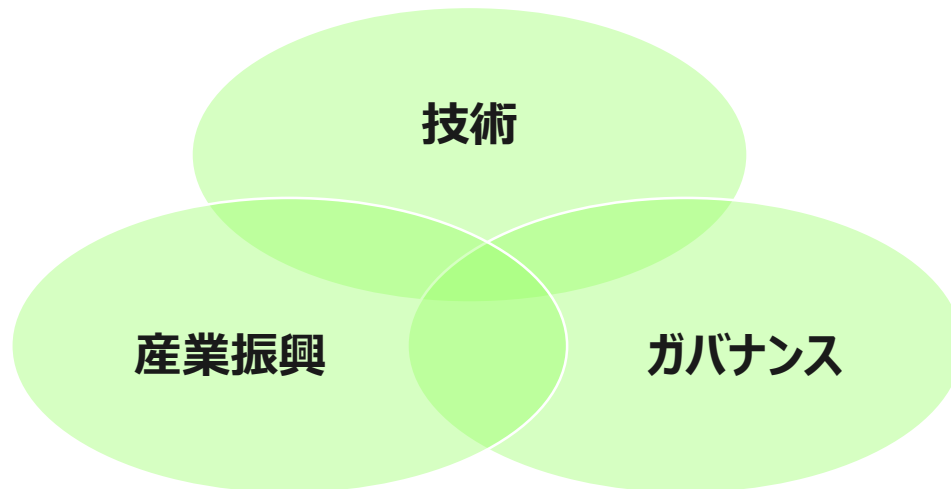
自律移動ロボットの社会インフラアーキテクチャの構成要素と社会とのインタラクション

産業界・研究機関・有識者・関係省庁・海外等と連携し、調査、アーキテクチャ設計・検証
海外の関係機関と協調し、グローバルの相互運用性に寄与

- ① 各国のドローン施策の比較調査と、社会的受容性(安心・安全)と産業振興の在り方の検討
- ② ドローンの産業振興策・ガバナンスのあり方などを関係省庁／自治体へインプット
- ③ ドローンの検討結果を自律移動ロボット全体に展開



- Society5.0を前提とする：CPS（サイバーフィジカルシステム）の観点
 - 実空間とサイバー空間が協調する新たなデジタル市場基盤を対象とする
- 産業全体を俯瞰的に捉える：産業アーキテクチャの観点
 - 構成要素を独立したシステムとして捉え、System of Systems (SoS) の観点から構造全体を見通す
 - 技術的な観点、産業振興の観点、ガバナンス（全体に通じる共通の方針・方略）の観点を合わせ、社会実装に繋げる



Phase1

ドローン産業の将来像・
論点の認識合わせ

Phase2

産業アーキテクチャの
要求定義

Phase3

要求定義に基づく
アーキテクチャ設計

Phase4

産業アーキテクチャの
社会実装

'20/12/9

第1回検討会

①産業アーキテクチャ設計の
プロセスの論点の確認

②ドローン産業が目指す
・将来像：2030年以後
・拡大期：2025年前後
の認識合わせ

'21/2 予定

第2回検討会

第1回検討会の意見を踏
まえたの論点の具体化

将来像（2030年以後）に向けた
アーキテクチャの設計

拡大期（2025年前後）における
アーキテクチャの設計

アーキテクチャの社会実
装に向けた実証

- 組織の整備
- ガバナンスの整備
- ビジネス開発
- 技術開発
- 海外展開

設計のインプット

諸外国・地域の
取り組み・事例

国内関係省庁の
取り組み・事例

事業者ヒアリング

他事業の
取り組み・事例

現状と課題の整理

産業構造
(協調・競争)

ビジネスモデル
(ライフサイクル・
ユースケース)

技術
(機体・運用・サービス)

社会的受容性の確立
(安心・安全)

ルール・ガバナンス
(慣例・振興策)

アーキテクチャ設計

アーキテクチャ設計

トップダウン
アプローチ



ボトムアップ
アプローチ

アーキテクチャ設計プロセスに基づく
トップダウンアプローチと
ヒアリング・情報収集を軸とする
ボトムアップアプローチを
並行して進める

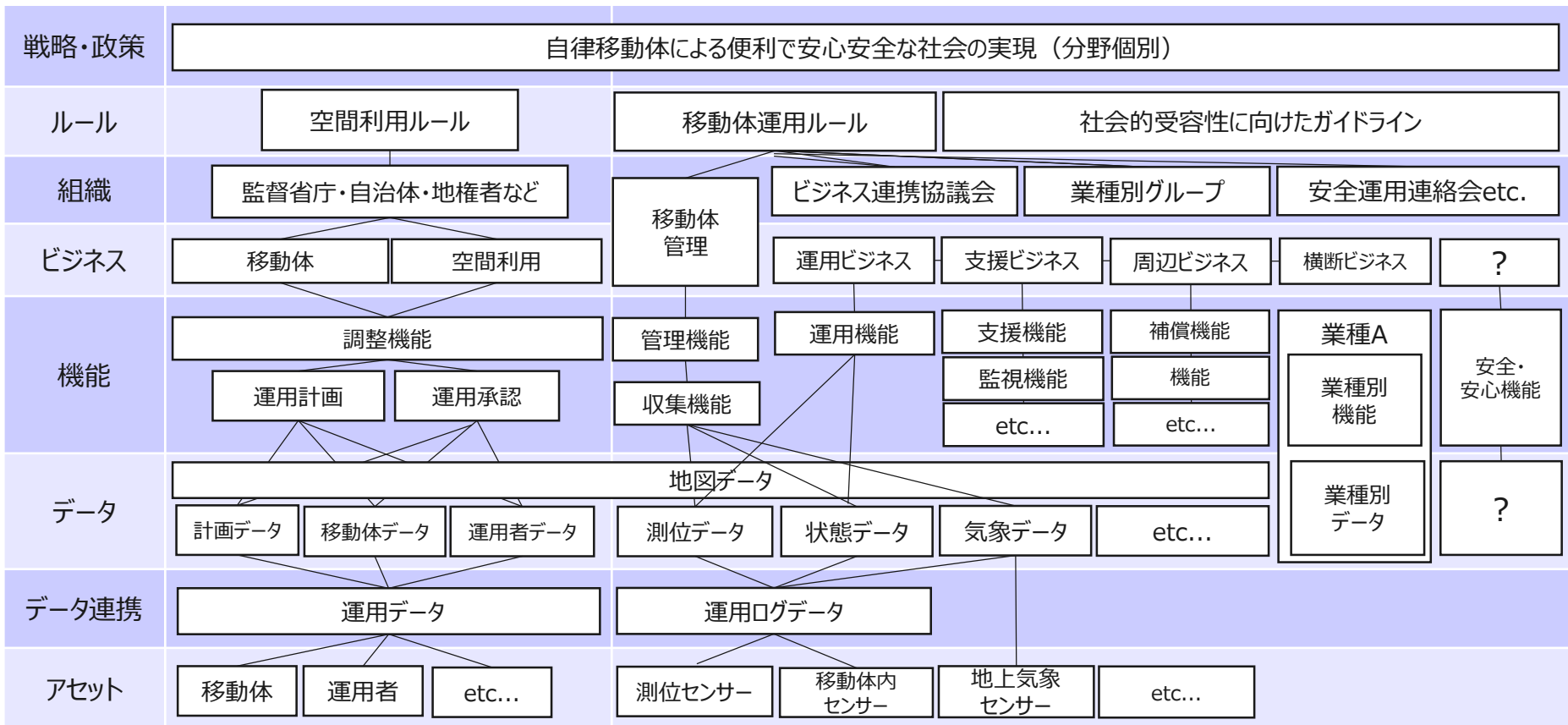
要求定義

- ドローンの社会実装に向けた危険源・危険事象の特定
- 社会的受容性確立に向けたリスク分析
 - 発生確率
 - 被害甚大度
- リスク低減のための対策の設計
 - サイバー
 - フィジカル
 - ガバナンス

アーキテクチャ設計

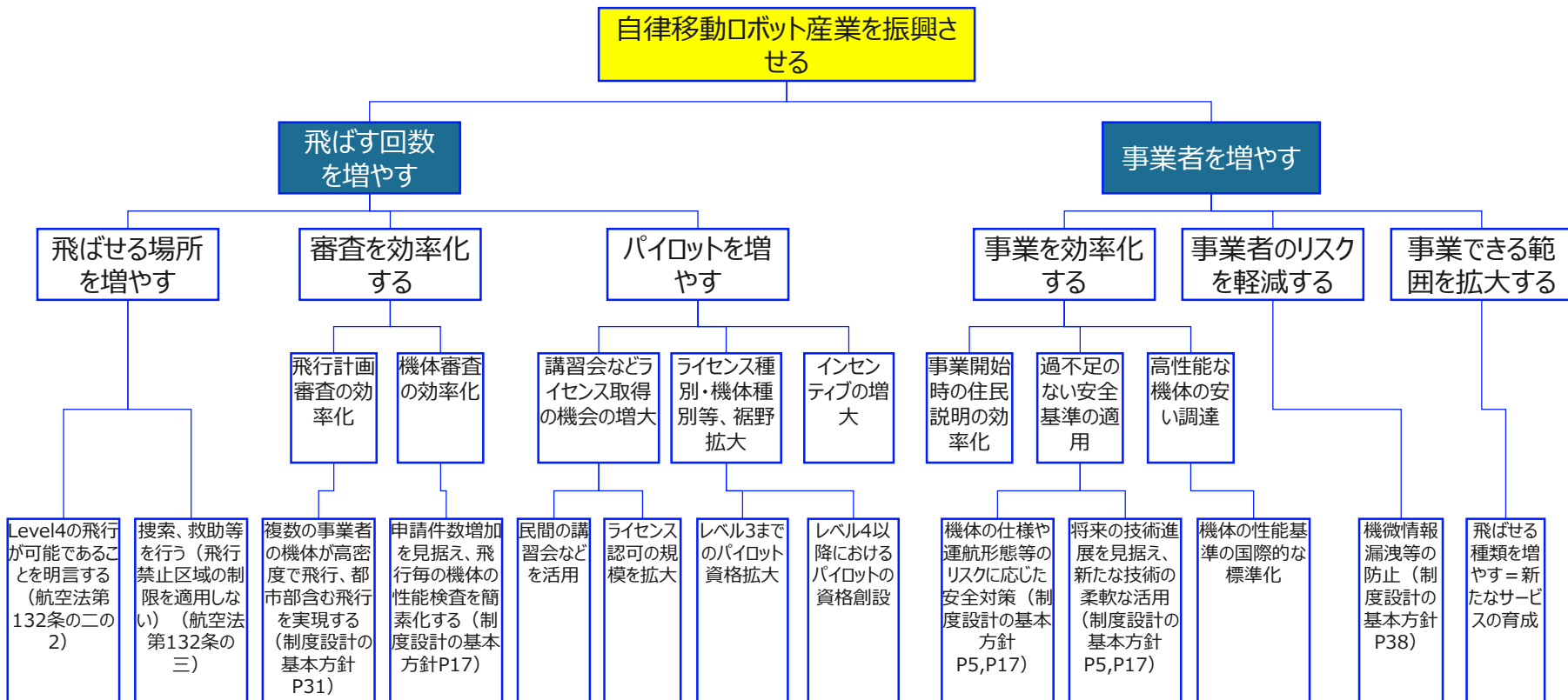
- キーコンセプト設計
- アーキテクチャ全体像の分析
 - ステークホルダ
 - システム
 - ライフサイクル
- 社会実装アプローチの設計
 - ガバナンス
 - ビジネス
 - 技術

自律移動ロボット（ドローン）のアーキテクチャの仮説



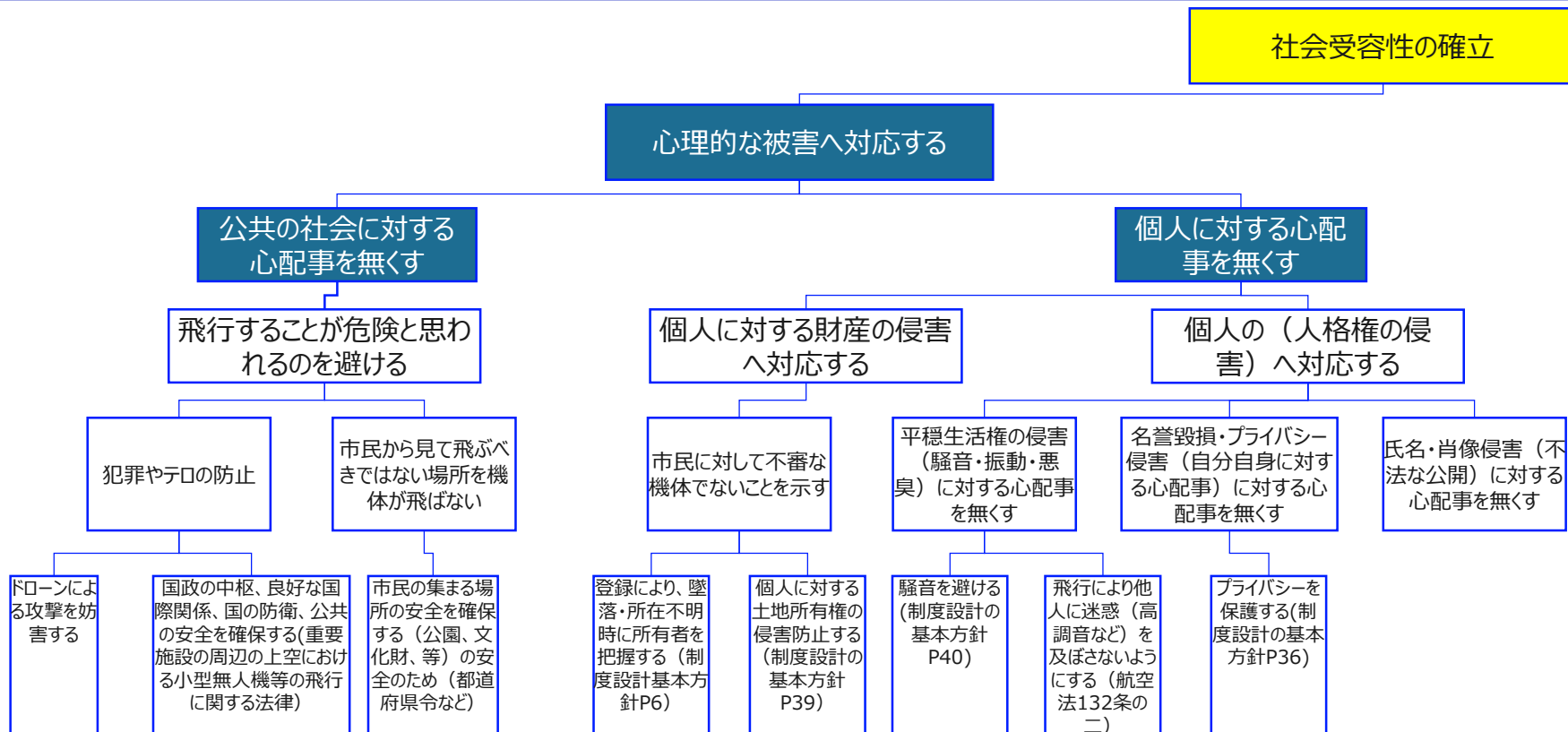
国内外で議論されている産業振興に関わる機能の整理を実施。

※FAA Conops、EU CORUS、UK CAP、日本の関連法案を参考にした。



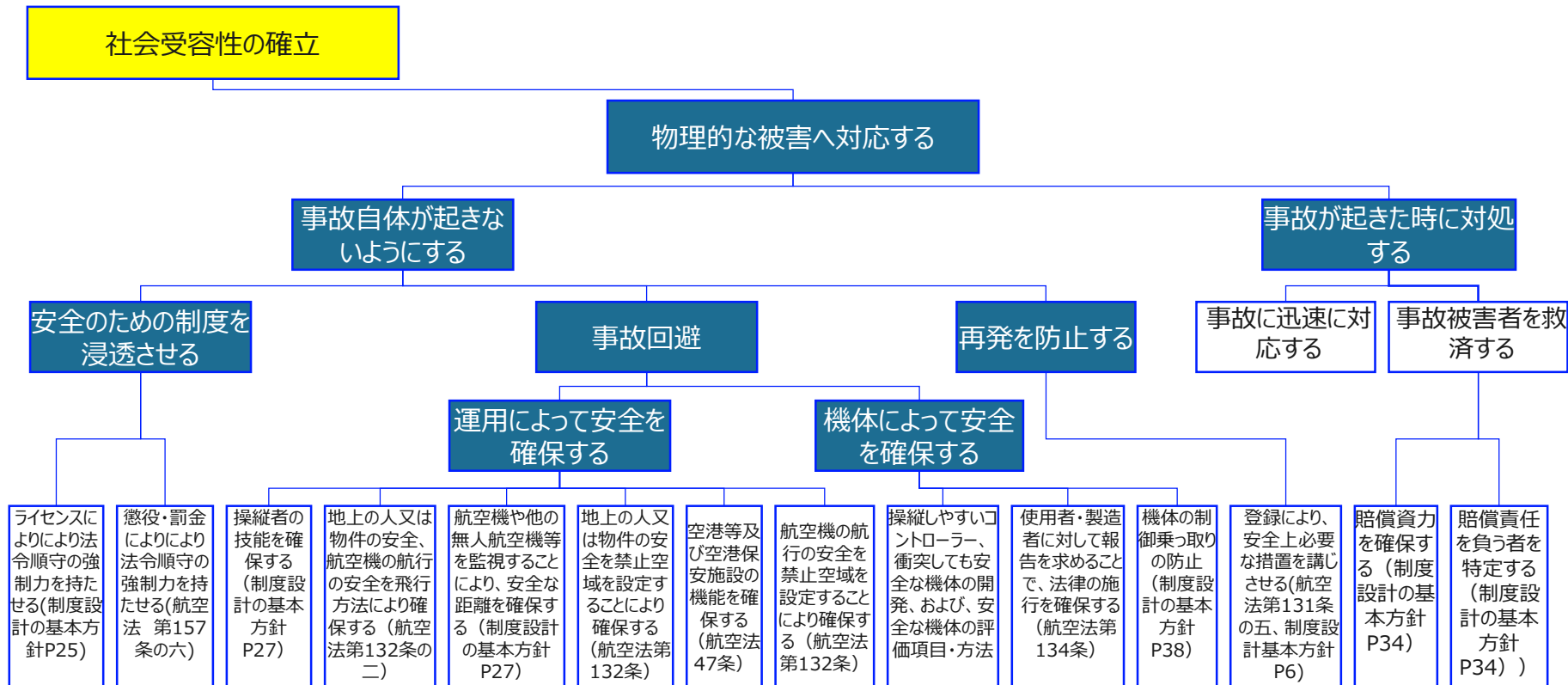
国内外で議論されている社会受容性（心理的）に関わる機能の整理を実施。

※FAA Conops、EU CORUS、UK CAP、日本の関連法案を参考にした。



国内外で議論されている社会受容性（物理的）に関わる機能の整理を実施。

※FAA Conops、EU CORUS、UK CAP、日本の関連法案を参考にした。



ボトムアップ的にドローン運用に関わる国内外での議論や海外で運用されている制度などの機能を分析し整理した。

社会受容性の確立

産業の振興

物理的被害への対応

心理的被害への
対応

利用
頻度増

事業者増

制度浸透

事故回避

再発防止

事故対処

公共的

個人的

運用

機体

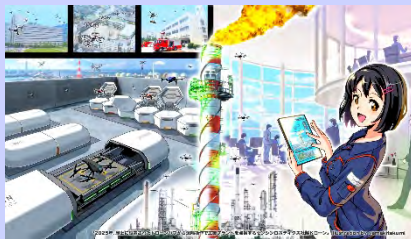
- アーキテクチャの検討プロセスについて認識合わせ。
- 検討の切り口について「社会的受容性の確立」「産業の振興」など論点に関する意見交換。

ドローンの将来像と実現ステップ

物流



点検



農業



運航管理



全国で様々なサービスを提供する
ドローンが飛び交う世界の実現を
目指す



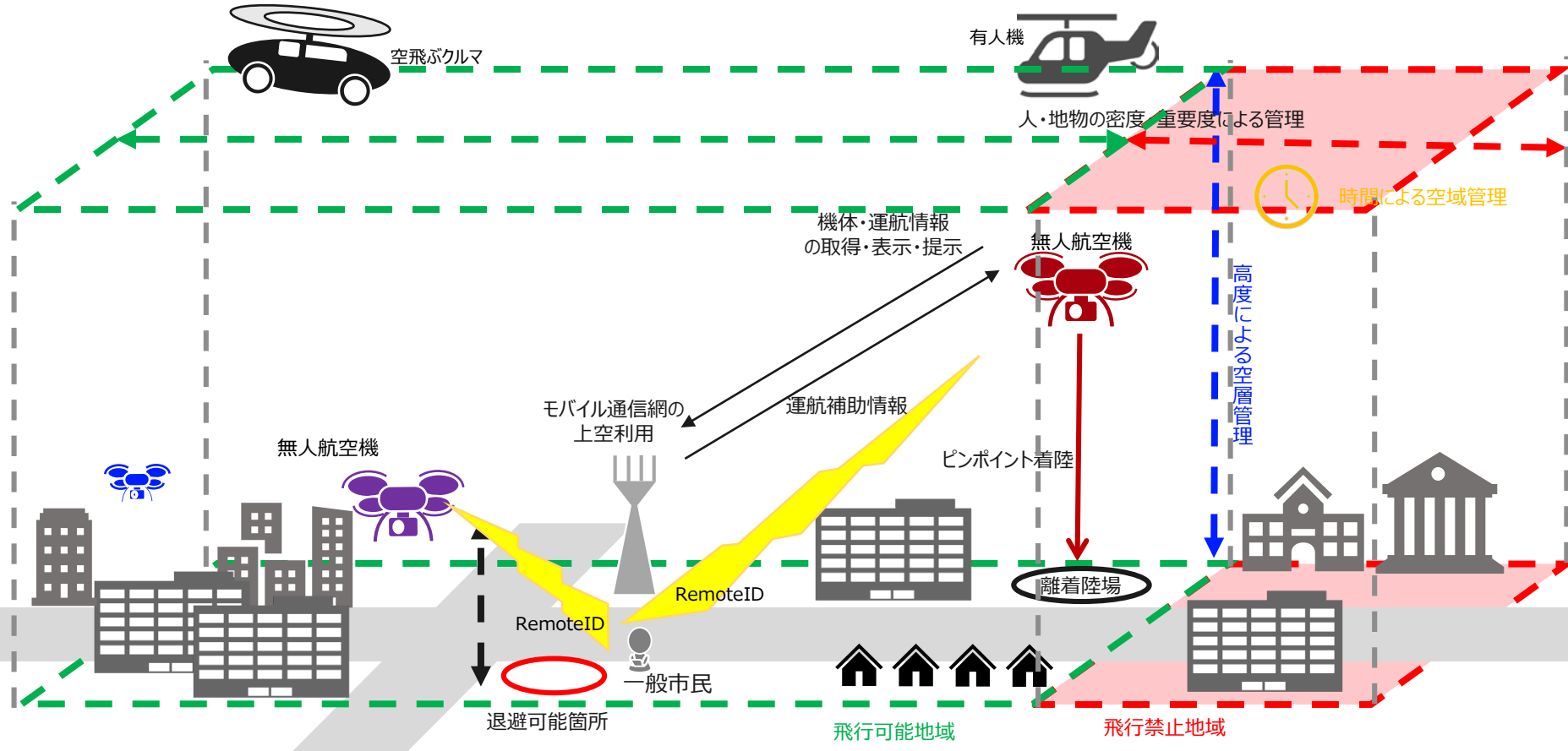
※DRONE FUND 提供資料

ドローンの将来像 目指す世界

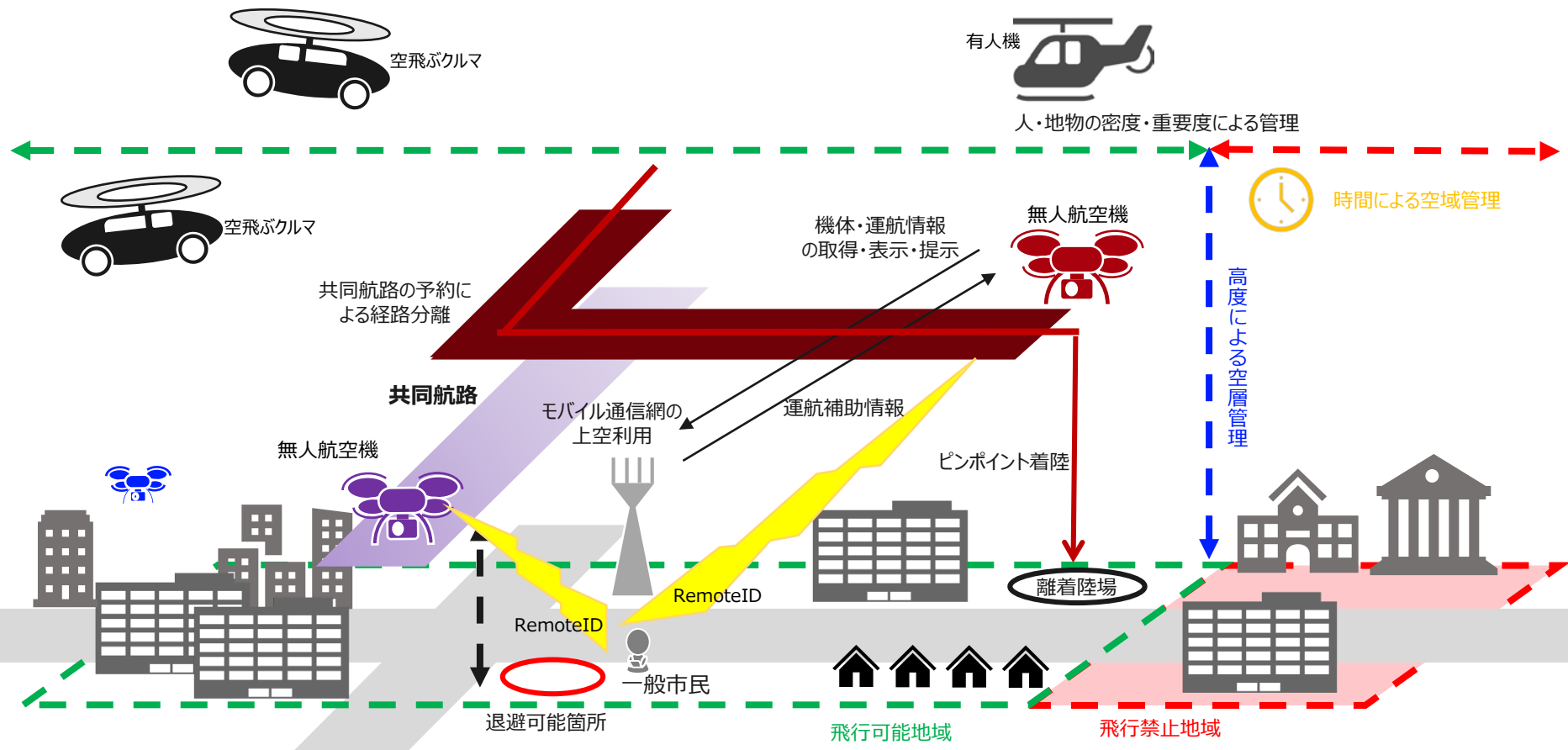
ドローンが日本全国（都市部含む）で多数飛び交い、物流・警備・点検など様々な用途で活躍し、人々の生活の利便性が維持・向上される世界を実現する。
将来像の認識を合わせ、トップダウンでアーキテクチャを検討する。

大分類	構成要素	現状 (2020年~2022年)	拡大期 (2025年前後)	Society5.0の世界 (2030年以後)
目指す世界の 前提（想定）	飛行する地域	過疎地	過疎地 + 地方都市	過疎地 + 地方都市 + 大都市
	飛行する空域	承認をうけた飛行経路、エリア	コリドーなど比較的安全な限定されたエリアの飛行	第三者上空の自由な飛行
	空域の共有 ※高度150m以下想定	空域を分離 空港周辺等では個別の許諾	空港周辺など低高度を飛行する有人機との空域共有	低高度を飛行する空飛ぶクルマとの空域共有
	ドローンの飛行密度	低密度	中密度	高密度 (1平方km1時間100フライト想定)
社会的受容性	★セーフティ	安全性の確保	⇒	安全性が担保される 耐空性確保、被害軽減、高密度運航管理
	★セキュリティ	セキュリティの確保	⇒	セキュリティが担保される
	★プライバシー	プライバシー情報の漏えい防止	⇒	プライバシーが保護される
産業振興	産業戦略	実証	事業成立	日本全国、海外展開
	ドローンサービス	過疎地域での物流 農業、点検、測量 ※管理された空域での飛行	⇒	都市部物流 広域の警備、巡視、点検 ※第三者上空、目視外、自律飛行
	周辺サービス	スクール、保険、機体整備	⇒	⇒

「拡大期（2025年ごろ）」のレベル4の運用イメージ

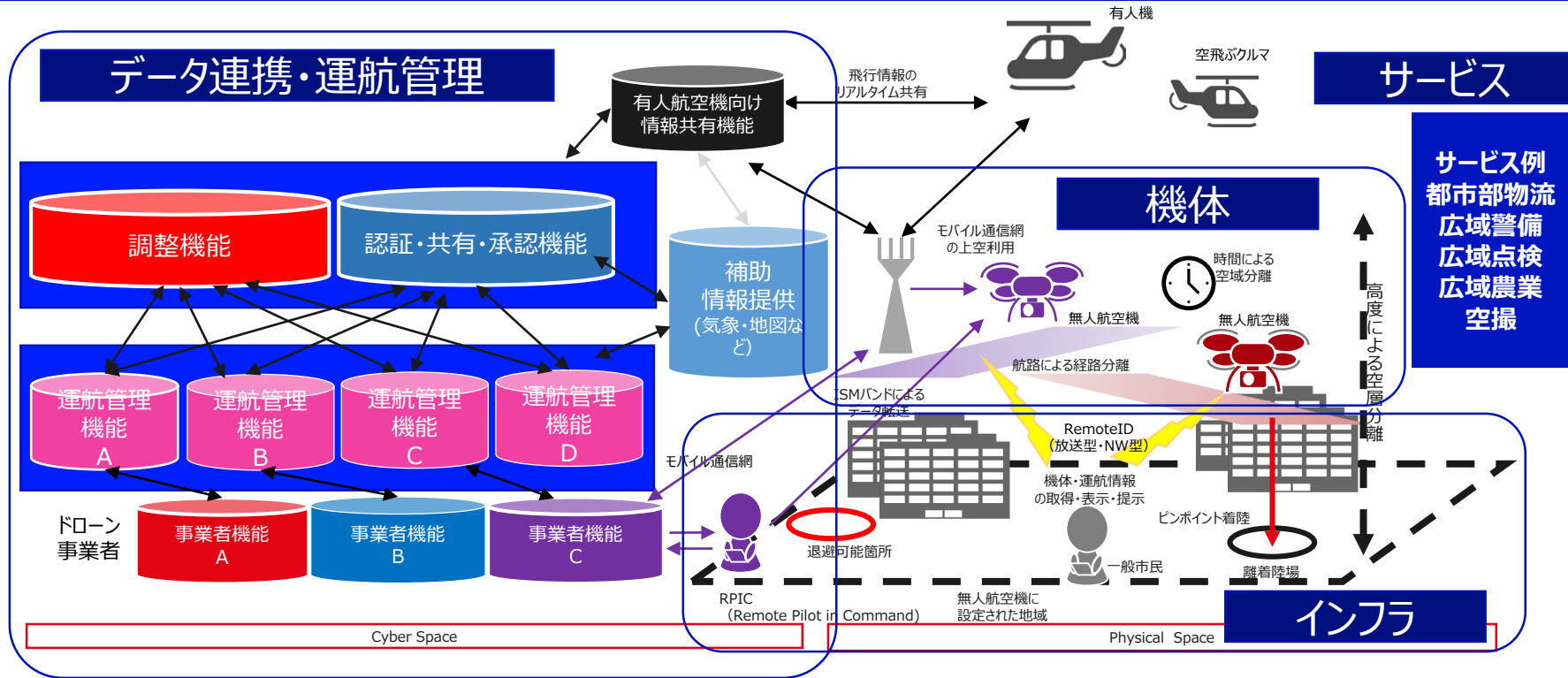


「Society5.0（2030年以後）」の運用イメージ



「Society5.0（2030年以後）」に必要な機能イメージ

日本全国（大都市含む）において高密度でドローンが飛び交う世界の実現に向け、データ連携・機体・インフラ・運航管理の技術向上、組織やガバナンスが整備。



様々な分野でドローンが活用されたサービスが提供される。

大分類	小分類	Step3 (Society5.0の世界)
運用	運用主体	自動飛行（基本的に運用・管理システム、緊急時に人が介入）：共通航路を含む事前計画と動態管理による運用 手動飛行（人）：空撮や点検などのユースケースで特に人の目で逐次確認したい場合の運用
	飛行空域	飛行目的や用途ごとに設定 目視外飛行ガイドラインの洗練化による都市部Lv4・第三者上空飛行の実施
サービス	物流	軽荷物の配送から活用され、ニーズと条件が揃えば宅配にも適用
	点検	道路、河川、送電線など広範囲および危険を伴う高所、プラントなどのピンポイントの点検で活用
	測量	基本測量、公共測量を含む測量全般、特に広範囲を対象とする測量、土地家屋調査などでも積極的に活用
	警備	施設内の警備に加え、広域の警備に活用
	災害調査	被災現場上空でドクターヘリほかの有人航空機と同時に安全に活用
	農業・林業	圃場ごとの農薬散布、育成状況の把握に加え、広域の農場管理に活用
	空撮	現状と同様に各種コンテンツに空撮映像が利用
	有人ドローン / 空飛ぶクルマ	人を運搬するパッセンジャードローンや空飛ぶクルマなどが、ドローンと同じ低高度空域を共用
周辺サービス	機体整備	機体の安全性を維持する保守整備（定期点検などの整備）、機体の状態評価手法
	保険	事故で被害に遭われた方に対する被害補償のための賠償責任保険
	人材育成	操縦技能・安全運行管理に加え、自動飛行、複数機体、遠隔管理、用途ごとの知識・技能を持つ人材を育成

データ連携技術の向上、連携のためのガバナンス整備により目指す世界を実現

大分類	構成要素	Step3 (Society5.0の世界)
データ連携	システム間連携基盤	低高度を飛行する無人航空機、有人航空機・空飛ぶクルマの各管理システムの情報連携
	機体登録情報	機体の型式、諸元、所有者などの情報を管理、機体識別に利用
	機体保守情報	飛行記録、保守履歴など機体の経時変化情報を管理、保守管理に利用
	操縦者情報	操縦者情報に加え、用途に応じて習得した技能と知識に対して発行されるライセンス情報を管理
	事業者情報	申請し認可を受けた事業者の情報を管理
	飛行計画管理	事業者または操縦者から届け出があった飛行計画情報を管理 地図情報、気象情報、飛行禁止空域情報などの補助情報を提供し、飛行計画策定を補助 共通航路の利用や一部要件を満たす航路の飛行について審査規準を緩和 入力された飛行計画に対する重複した空域利用がないように調整
	動態情報管理	モバイル網などを經由して位置情報を収集 複数のUSSで飛行計画情報を共有し、全国で運用されているドローンの動態を管理 登録情報検索、申請された計画情報と実飛行情報の比較・確認が可能 データ連携による動態監視・動的通知を前提とした自動的な危険回避を実現
	気象情報管理	気象情報の予報精度向上、観測・予測ポイントの高精細化がされ、日本全国の気象情報を提供 ドローンが観測した気象情報の管理
	地図情報管理	日本全国の三次元地図情報を管理・提供 ドローンが計測した地形情報を元に地図情報を更新
	電波状況管理	モバイル網の電波状況を管理、電波環境が良好な空域を優先的に活用
	有人機情報共有	有人航空機の飛行計画および動態情報を共有

ドローン機体（部品）の技術向上、インフラ整備により目指す世界を実現

大分類	構成要素	Step3 (Society5.0の世界)
機体	タイプ・性能	マルチロータ、シングルロータ、VTOL、固定翼等が混在、長距離飛行、重量物の搭載・飛行が可能
	機体開発・試験	ホビー用、教育用、研究用、事業用など用途に応じたルールが整備
	動力源	既存の電池に加え、ガソリンなどの燃料、ハイブリッド化など多様化 安全かつ高エネルギー密度の次世代電池による飛躍的な性能向上
	フライトコントローラ	省電力・高性能コントローラの出現 機体に搭載された多くのセンサから得たデータをリアルタイム処理し、制御精度を向上
	モータ	高出力・高効率モータの出現、可搬重量増大、長距離飛行が可能
	センサ	センサの小型化、高精度、高精細化、高精度測位技術を活用した位置制御、高精度着陸が可能
	衝突回避	高度なデータ連携により周辺を飛行するドローン、航空機の認識と接近を検知および回避 機体に搭載されたセンサによる、データ連携できない鳥などの飛行物体の検知および回避
	被害軽減装置	落下時に衝突の衝撃を和らげるパラシュート、エアバッグによる地上安全の確保
	部品	ドローンに利用できる部品の認証制度が整備され、信頼性のある部品によりドローンが製造
インフラ	ドローン航路	河川、送電線、道路などの上空にドローンの航路が整備
	滑走路	固定翼タイプ向けの滑走路（数十～数百m）が整備
	離着陸施設	過疎地域の遊休地や、都市部のビル・集合住宅の屋上、商業施設、公共施設などから離着陸場を整備 離着陸可能な設備の位置情報、着陸方法、機体サイズなどに加えて可用性を示す状態情報を管理・共有 物流分野で、目的地で着陸できない場合、着陸を伴わない受渡（ウインチ等）を選択
	通信	モバイル網の上空利用が進み、広域運用が可能、動態情報（テレメトリ）とRemoteID情報が共用 用途に応じてIのSMバンドや自律移動ロボット用周波数の電波利用の棲み分けが進む

- ドローン産業が目指す将来像（2030年以後）の認識合わせ。
- 将来に向けた拡大期（2025年前後）の認識合わせ。

<切り口>

- サービス（物流、点検、測量、、、）
 - 周辺サービス（保険、人材育成、機体整備）
 - 運用
 - データ連携（飛行計画、動態情報、地図情報、気象情報、電波情報、有人機情報）
 - 機体
 - インフラ（共同航路、ポート、通信）
-
- この検討会で今後議論すべき設計プロセス・構成要素・機能運用に関する論点について。



Digital Architecture Design Center