Digital Architecture
Design Center

自律移動ロボットプログラム
ドローンプロジェクト

2020年度活動報告及び2021年度計画

2021年7月9日

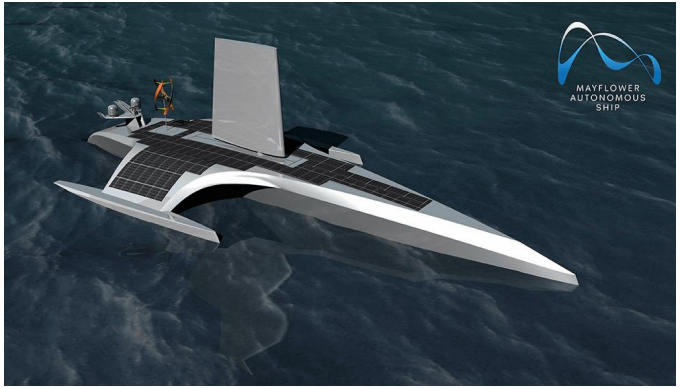
独立行政法人　情報処理推進機構
デジタルアーキテクチャ・デザインセンター
プログラムディレクター　南政樹

IPA Better Life with IT

自律移動ロボット：移動を拡張・強化

（c）Boston Dynamics
出典：ソフトバンクホームページ

（c）ZMP
出典：ZMPホームページ



Mayflower Autonomous ship
出典：IBM ホームページ

TAUROB inspection robot
出典：Taurob ホームページ

Skydio X2
出典：Skydio ホームページ

Drone Hub: Sensyn Robotics
出典：Sensyn Robotics ホームページ

(c) 2021 Information-technology Promotion Agency, Japan（IPA）

デジタルアーキテクチャ・デザインセンター（DADC)における位置づけ

2020年度、自律移動ロボットプログラムでは以下を実施。

① 自律移動ロボットの先行事例であるドローンを取り上げ、国内外の事業や制度、実用化の状況などを調査した。
② 2030年ころを想定し、日本国内のドローン利用のあるべき姿を、社会要因などを踏まえて「将来ビジョン」にまとめた。
③ 国内のドローン関連事業者（ステークホルダー）にヒアリングを実施し、「現状のニーズや要求」を整理・分析した。
④ 将来ビジョンと現状のニーズや要求事項を比較し、「共通事項と競合する論点」を一部整理した。

自律移動ロボット

縦の連携

CPS実装環境の整備

サイバーとフィジカルが信頼性をもって安全で効率的に繋がるレイヤー構造

- OT(Operational Technology)にも対応する次世代クラウド基盤
- 汎用的分散処理モデルの構築

横の連携

機能（アプリケーション）とデータの標準化

各々が開発したサービスが相互に繋がるモジュール構造

- 人の行動に合わせたアルゴリズムによるサービス基盤の構築
- モノの制御・管制基盤の構築
- データ中心(市場・社会)の取引基盤の構築
- 社会に共通なデータモデルの標準化と活用基盤の構築（ベースレジストリ）

連携を実現するガバナンス

ガバナンス・ルールの探求

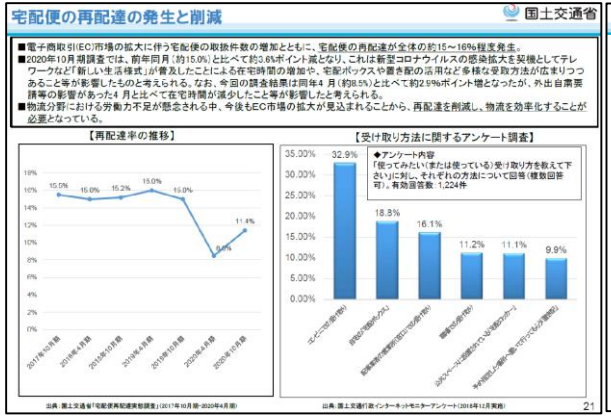
縦横の連携を社会に適用できるガバナンス

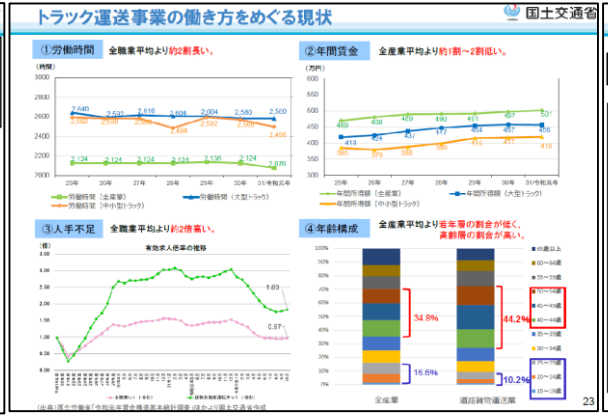
- デジタル社会における契約とリスク・責任（分配）の在り方
- システム全体の総合信頼性確保の仕組み

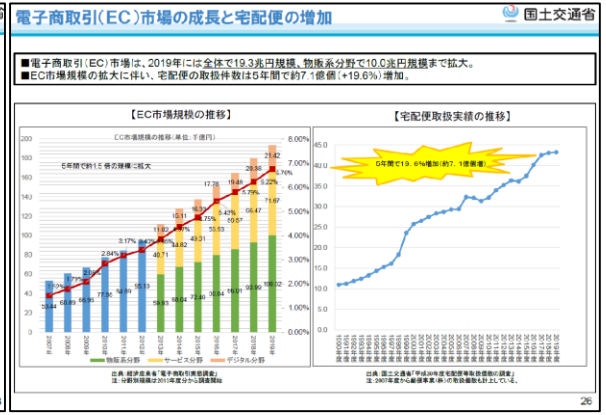
(c) 2021 Information-technology Promotion Agency, Japan（IPA）

ドローンの活用を想定する産業の課題（例：物流)

- 担い手の不足、配送の多様化、ニューノーマル
  - EC市場規模は2019年に19.3兆円まで成長。2014年から2019年にかけて宅配件数が19.6%増加。
    - 2020年以後、コロナ禍需要でEC市場がさらに拡大し、宅配件数は増加傾向に。
    - 宅配件数に対する再配達の割合は2019年16%に。コロナ禍で在宅者が増加し2020年10月には11%へ減少。
  - 担い手（トラック運送事業の労働者）
    - 労働時間は他職平均より2割増、年間賃金は全産業平均より1~2割低く、有効求人倍率は全職業平均の2倍。
    - 若年層より高齢層の割合が高い。





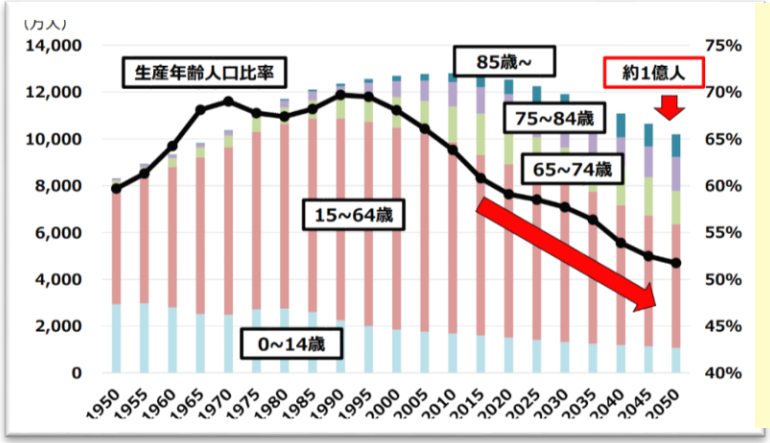


配達したい荷物は増える一方で、労働力不足の業界⇒ロボット・AIによる効率化に期待

※国土交通省ホームページより

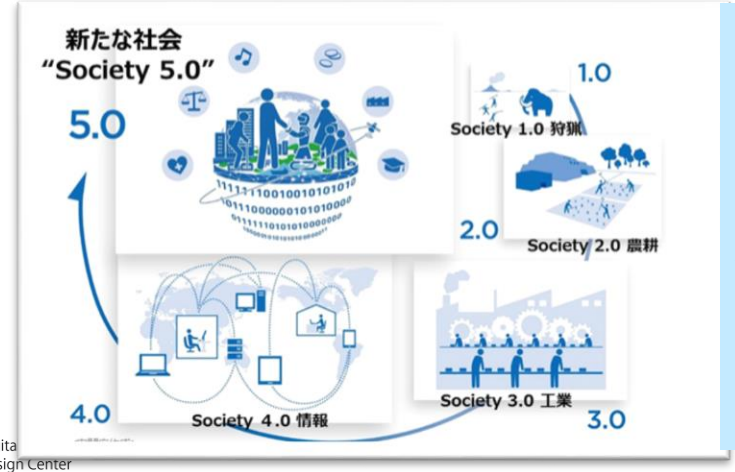
(c) 2021 Information-technology Promotion Agency, Japan（IPA）

社会の変化と将来像



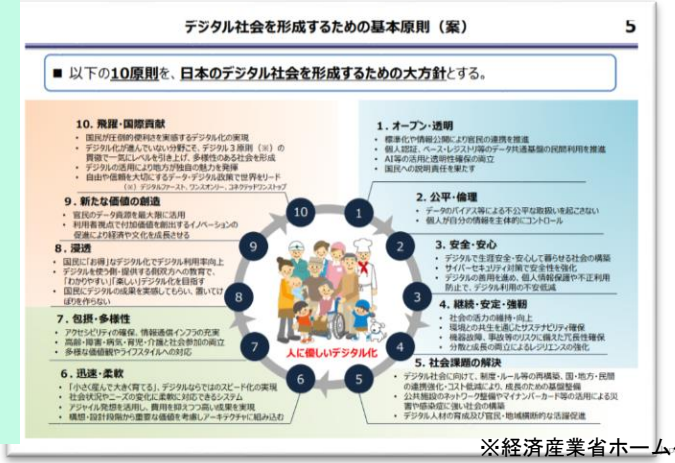
生産年齢人口の減少
担い手不足

新しい生活様式
働き方・暮し方の変化



経済発展と社会課題解決
人間中心の社会

人に優しいデジタル社会
誰一人取り残さない

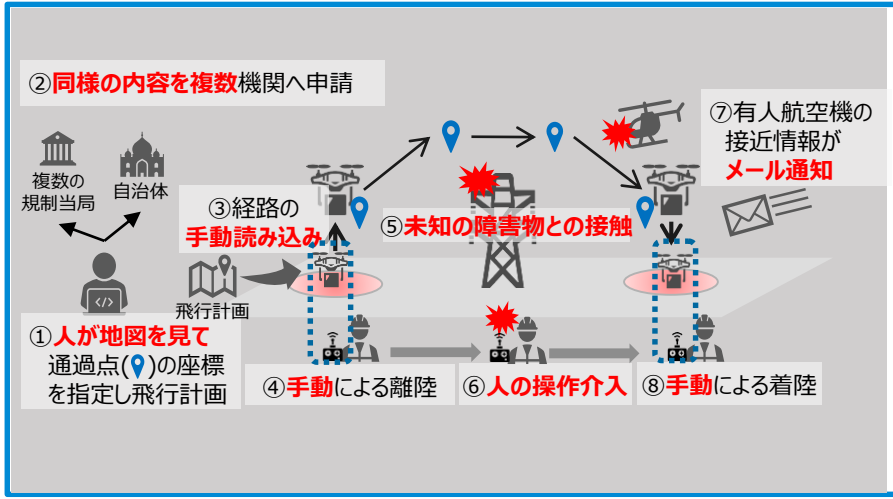


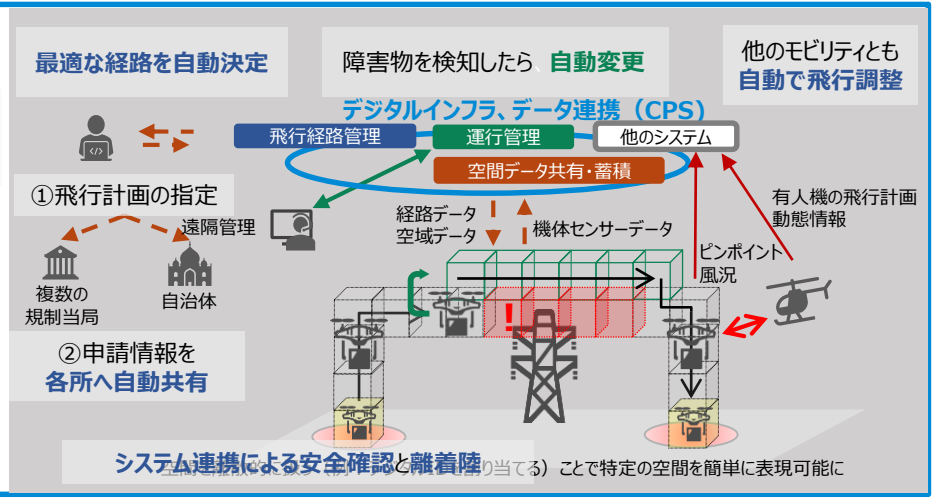
※経済産業省ホームページより

ドローンプロジェクト：2020年度の成果概要

「現状整理」
国内のドローン関連事業者51社に実施したヒアリングに基づいた要求428件を8つのカテゴリに整理、分析

「将来ビジョン」
社会要因などを踏まえて想定する日本国内のドローン利用のあるべき姿





機体や飛行計画、RemoteID（遠隔機体識別）など飛行管理・調整のためのシステムが整備されつつあるが、利用する機体メーカや運用者ごとに**情報やデータが保持**され、流通できない状態。同一の運用組織等に属する**人による監視・判断・操縦に依存**せざるを得ず、結果、運用コストの増加や飛行機会の損失に繋がっている。

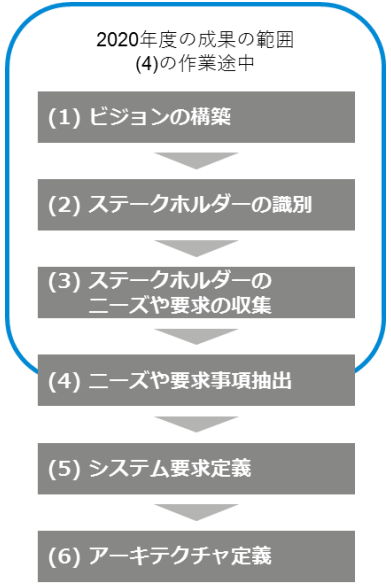
他の機体の現在位置や飛行予定の経路、飛行目的・属性情報（緊急車両か否か）等が、組織やモビリティを横断して流通し、加えて**気象や電波状況等の現実空間に関するデータと重ね合わせ**ることで**多角的な状況把握と判断**が可能に。結果、人の介在を最小限に抑えながら、**安全かつ効率的な、多頻度・高精度・多数のドローンの同時運行**を実現。

(c) 2021 Information-technology Promotion Agency, Japan（IPA）

ドローン利用のあるべき社会像を想定したアーキテクチャ設計プロセス

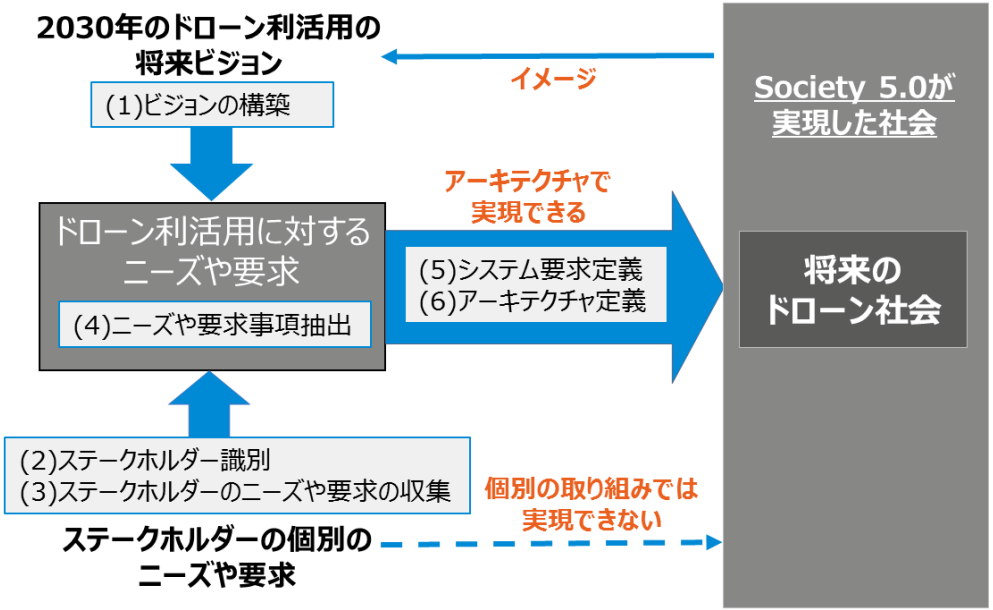
ドローンが利用されを実現するためには、ステークホルダーのニーズや要求では実現不可能。(1)～(6)のアーキテクチャ設計プロセスを踏むことで実現を目指す。

●設計プロセス



2020年度は(1)ビジョン構築とステークホルダーへの共有、(2)ステークホルダー識別、(3)ステークホルダーのニーズや要求の収集を実施し、(4)ニーズや要求抽出に取り組んだ。
成果についてステークホルダーに報告し、意見をフィードバックいただき設計に反映する予定。
ステークホルダーと協働しながら、この設計プロセスの着実な実行により将来ビジョンの実現を目指す。

●設計プロセスと将来ビジョン実現の関係性



(c) 2021 Information-technology Promotion Agency, Japan（IPA）

将来ビジョンから想定する実現ステップ

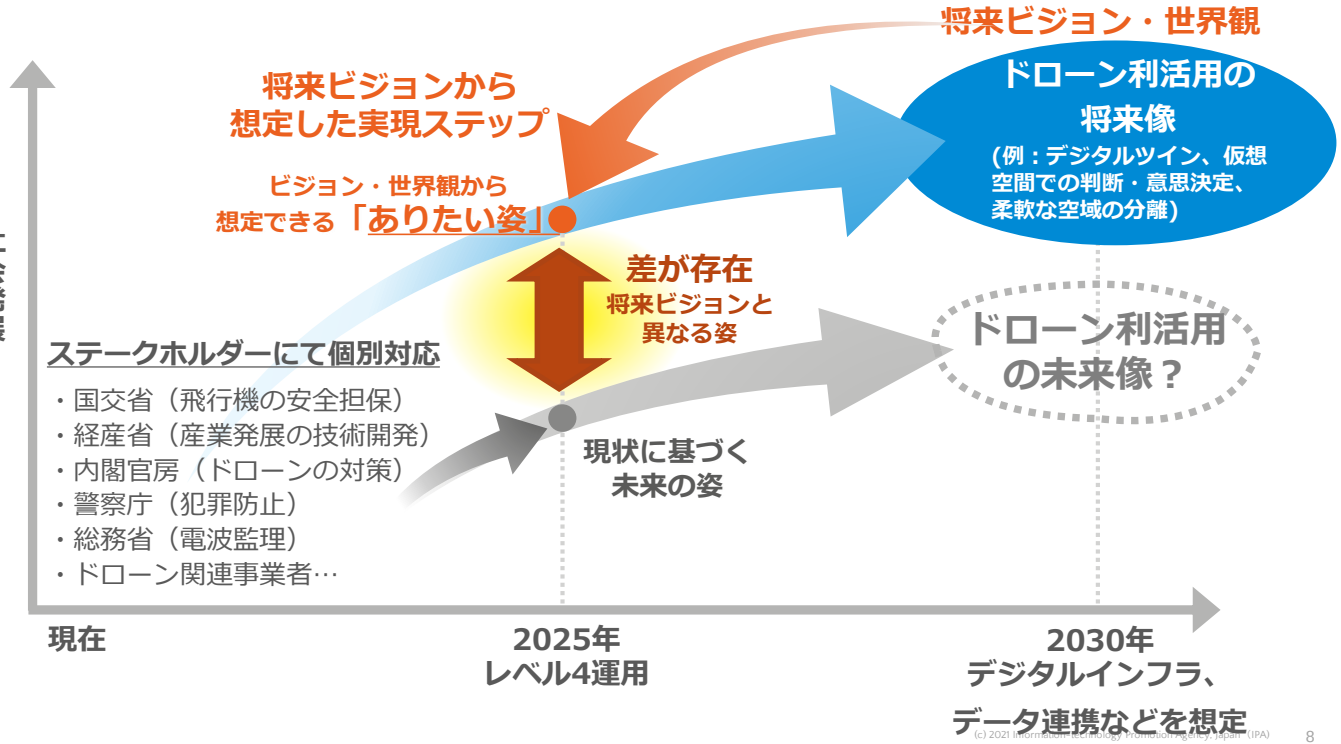
- ステークホルダーが各々の課題意識に基づいて対応すると個別解の積み重ねとなり**全体の整合性がとれなくなる**。
- 目指すべき将来ビジョンの実現に向け、その社会基盤となるドローン前提社会を想定した将来**ビジョン・世界観を合意**し、そこからの**想定できる実現ステップ**を設定し、現状から進めた場合との**差を分析**し、**ありたい姿に向けた方策を明らかにする**。

●現状

- ステークホルダーが個別の課題意識をもって取り組んでいる状況
- それぞれのステークホルダーが個別に取り組むと競合（両者の成立が困難な状況）が発生

●将来ビジョンから実現ステップへ

- 将来のビジョン・世界観をステークホルダーで共有
- 果たすべき機能・役割の視点で**差分を設定**
- 現状の延長線上で検討された未来の姿との**差を分析**、**将来ビジョン実現に向け軌道修正**



(c) 2021 Information-Technology Promotion Agency, Japan (IPA)

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 （仮説：1平方km1時間100フライト）
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がされる
	★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	⇒	⇒

2020年度の取り組み（1/3）：ステークホルダーの分類と整理

ドローン利活用のステークホルダーのニーズや要求を収集するため、ステークホルダーを識別。論理的な分類により網羅的に役割を識別し、5つのグループに分類した。

●ステークホルダー分類結果

(1)法規制関係者
ドローンを規制する省庁、事故管理団体、等

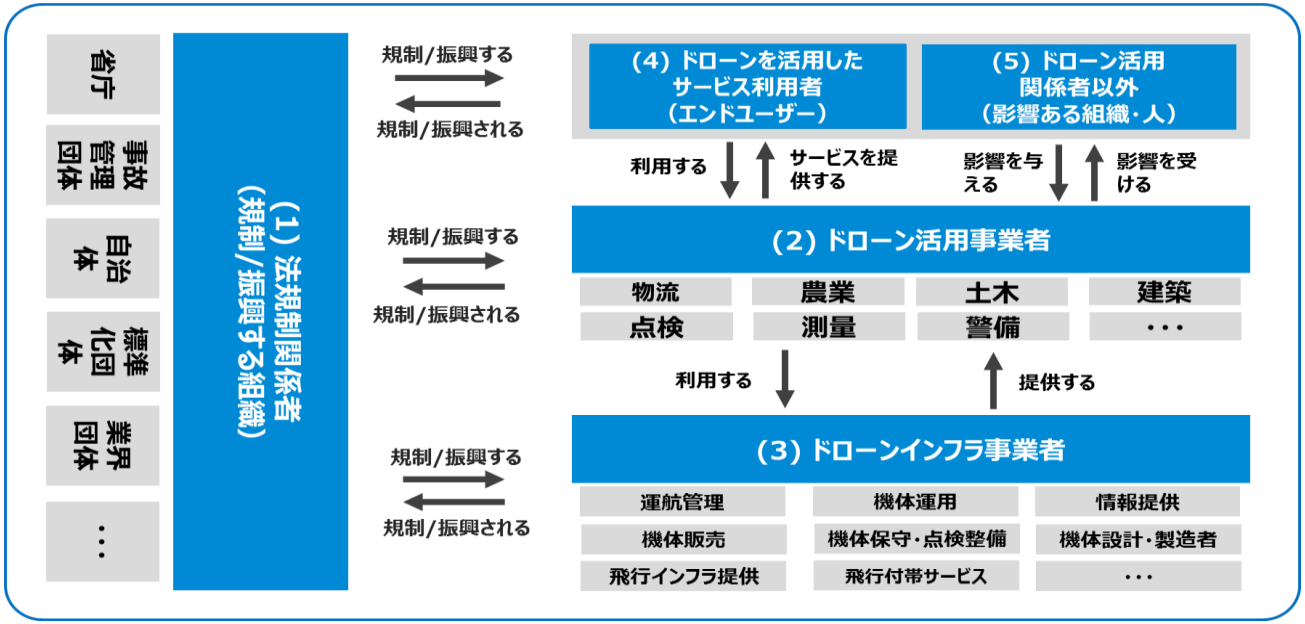
(2)ドローン活用サービス利用者
物流、点検などのドローンサービスの利用者

(3)ドローン活用関係者以外
ドローンに上空を飛ばれる土地管理者など

(4)ドローン活用事業者
物流、点検などのサービス提供者

(5)ドローンインフラ事業者
運航管理、機体、通信などのドローンのインフラ提供者

●ステークホルダーの関係性



(c) 2021 Information-technology Promotion Agency, Japan（IPA）

2020年度の取り組み（2/3）：ニーズや要求の整理・分析

ドローン事業者、自治体、法律関係者など51組織のステークホルダーのニーズや要求を収集。
ステークホルダーのニーズや要求を「Society5.0リファレンスアーキテクチャ」にマッピング。
ニーズや要求は全てのレイヤに及び、特に戦略・政策やルールに関する意見が多かった。

●ニーズや要求の例

「戦略・政策」

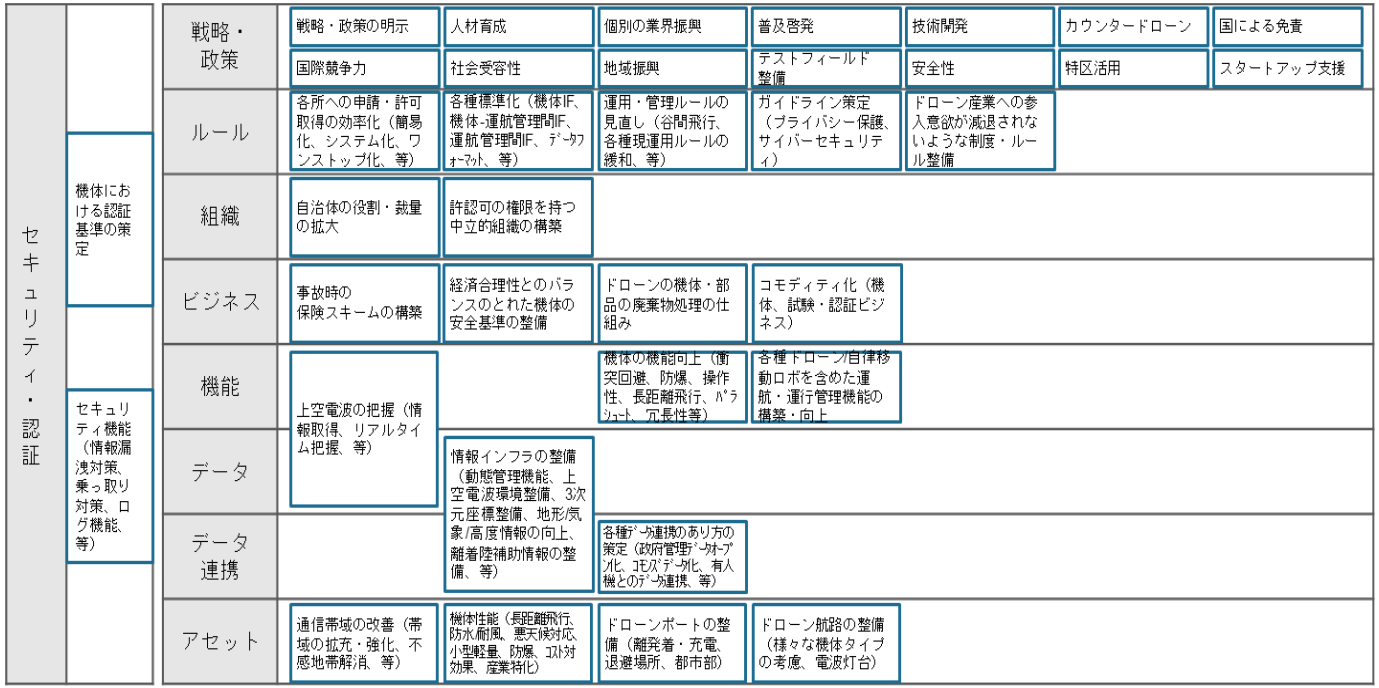
国際競争力向上をはじめ、個々のステークホルダーが単独で検討をするよりは、産業全体での課題と捉え、取り組むことが重要

「ルール」

ドローン飛行にあたっての承認プロセスの効率化、セキュリティなどへの対応ガイドライン作成等

「データ／データ連携」

情報インフラ整備（ドローンの測位情報管理、上空電波環境整備、地形/気象等空間情報等）



(c) 2021 Information-technology Promotion Agency, Japan（IPA）

2020年度の取り組み（3/3）：異なるユースケースに共通する要求

- ドローン活用サービスで**共通する要求は競争領域または協調領域になる**と仮定し、要求を抽出した。
- ステークホルダーから得られた428件の意見を、主なユースケースである物流と点検、運航管理システムを分析したところ、**共通する要求を8属性に整理**できた。

要求の属性
ドローン活用サービスに応じたこと（物流、点検等）
保険に関すること（損害賠償、機体損害等）
ID管理のためのこと（機体情報、操縦者情報等）
運航管理のためのこと（測位情報、地図情報等）
異常に対応すること（衝突の回避等）
事故に対応すること（事故後の調査、再発防止等）
インフラに対すること（通信、クラウド等）
機体整備に関すること（修理、整備、記録等）

複数のユースケースに共通の要求

●共通する要求の例（運航管理）

- 飛行に**必要な情報が提供**されること（地図、気象、電波等）
- **飛行計画（飛行前調整、飛行中の調整）が管理・共有**されること
- **空域情報（地図、気象、電波、NFZ）**が管理・共有されること
- **動態情報（機体の情報、アラート）**が管理されること
- 動態情報（機体の情報、アラート）を**交換できる**こと
- **ドローンを飛行させられる**こと（経路指示による自律飛行、パイロットによる操縦）
- **飛行完了が報告、管理**されること
- **飛行実績が管理**されること

ドローン利活用に共通する要求を満たすシステム・インフラを共通基盤として整備することが、ドローン産業の成長をあと押しできるだけでなく、制度設計や安全性の確保に影響することを示唆。

(c) 2021 Information-technology Promotion Agency, Japan（IPA）

2021年度の活動計画 アーキテクチャの社会実装のプロセス

2021年度はフェーズを三分割。平行してコミュニティを形成し、対話しながら、設計を実施

フェーズ１（9月まで）

①デジタル社会を中心とした将来ビジョンの共有

- 物流を例にアーキテクチャ設計実施
- 社会的受容性、産業振興の観点での要求事項をステークホルダーと共有
- ドローンとデジタルインフラやデータ連携によるCPSの実現を仮説としたアーキテクチャを提言
- TOBEに移行するプロセスを提言
- ガバナンスのあるべき姿を提言

フェーズ２（12月まで）

②具体的なアーキテクチャ設計の提示と合意形成

- **物流を事例とした、**CPSを軸としたアーキテクチャを提示
- ASIS、TOBE,CANBEの具体的変化を可視化、構造化したうえで提示
- 専門家、規制当局を交えたガバナンスの検討とアーキテクチャを検証、ステークホルダーに確認

③点検を例に設計

- 点検を例に②と同タスクを実施

フェーズ3（22年3月まで）

④実装に向けたアクションプラン設計

- 提案する機能とガバナンスのあり方の実装に向けた計画案を提示
- 特に、各事業者の役割と来年度以降の各社の作業内容についてステークホルダーと検討

フェーズ4（次年度以降）

⑤アーキテクチャの社会実装、普及

- 実装・普及に向けた具体的な取り組みの推進および支援

想定する）

- ２１年度設計内容の精査
- ガバナンスの具体的検討
- CPS事業主体の検討
- コミュニティ活動の

段階的に設計、検証を実施しながら詳細化

社会的受容性を確保するためのコミュニティ形成

(c) 2021 Information-technology Promotion Agency, Japan（IPA）