

「ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会の実現プロジェクト」  
基本計画

ロボット・A I 部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

### (1) 研究開発の目的

#### ① 政策的な重要性

ロボット・ドローンは様々な分野で革命を起こす可能性を秘めており、諸外国でも利活用分野の拡大のための制度設計、技術開発及び標準化活動が活発である。一方、我が国においても、サービスの高度化や社会課題解決のためにロボット・ドローンの高度利活用が期待されるとともに、政府の目指す名目 GDP600 兆円の実現に向けた新産業創出と市場規模拡大が期待されている。

このような中、日本再興戦略 2016（2016 年 6 月 2 日 閣議決定）において、社会課題を解決し、消費者の潜在的ニーズを呼び起こす、新たなビジネスを創出する第 4 次産業革命に勝ち残るための具体的な政策の一つとして、「小型無人機の産業利用拡大に向けた環境整備」や「防災・災害対応に係る IoT・ビッグデータ・人工知能・ロボット等の活用推進」が掲げられており、特に、無人航空機においては、官民協議会において、中長期のロードマップ等も示されている。

加えて、製造業の新たな競争力強化及びものづくり産業の革命のために必要な政策の一つとして、産業用ロボット技術の研究開発・社会実装の加速のための環境整備の一環であるイノベーション・コースト構想の下、福島県の浜通り地区で実証実験を行うテストフィールド整備や、分野毎に求められるロボットの性能、操縦技能等に関する国際標準を見据えた評価基準及びその検証手法の研究開発の開始、東京オリンピック・パラリンピック競技大会が開催される 2021 年に、世界が注目する高度なロボット技術を内外から集結させ、様々な社会課題の解決を目指した競技やデモンストレーションを行う国際競技大会を開催することが掲げられている。

更に、地球温暖化対策計画（2016 年 5 月 13 日 閣議決定）において、輸送効率・積載効率の改善による物流体系のグリーン化促進が掲げられており、ロボット・ドローンの活用によるグリーン化加速への期待も大きいところである。

#### ② 我が国の状況

我が国の CO2 排出量の 17%を占める運輸部門（2 億 1,700 万トン）のうち、最も多くを占める要因が貨物車及びトラック（7,600 万トン）であるため、物流分野において無人航空機が広く活用されることは、CO2 排出量の削減及び省エネルギー社会の実現に大きく貢献することが期待される。

また、輸送事業者においては、ネット通販の拡大等を通じて荷主や消費者のニーズが多様化したことにより小口輸送が急速に拡大しており、その結果、トラックの積載率も 5 割を切っている状況にある。こうした中、無人航空機による小口や即時配送が実現すれば、都市部における渋滞緩和や再配達の減少及び過疎地における物流改善等を通じて、エネルギー消費を削減することが可能と

なる。

一方、高度成長期以降に整備された社会インフラは、今後20年で建設後50年以上経過する割合が急速に増加するため、効果的かつ効率的なインフラの長寿命化が喫緊の課題である。このため、インフラ維持管理及び更新に従来どおりの支出を行うと仮定した場合、2037年度には現在の投資総額を上回り、2011年度から2060年度までの50年間に必要な更新(約190兆円分)のうち、約30兆円分(全体の約16%)の更新ができなくなるとともに、インフラ維持管理の技術者の高齢化が著しいため、一定レベルの知見を有する技術者が不足するという試算もある。

他方で、先進的な自治体では、一律に設定される設計耐用年数に基づく更新投資ではなく、インフラ毎に最新技術を用いて劣化や損傷の程度に基づく耐久性を判断して長寿命化を図ることで、総事業費の縮減を図り、CO<sub>2</sub>等の環境負荷低減を目指す取組も進みつつある。

このような背景の下、インフラ点検分野における整備及び点検業務にロボットや無人航空機を活用することで、建設現場のベテラン人材の不足を補いつつ、より効率的な整備及び点検が実施可能となるとともに、既存インフラの長寿命化が図られることにより、建て替えによる資源の消費を抑え、ひいてはCO<sub>2</sub>の削減を主とした環境負荷の低減に繋げることが可能となる。

### ③ 世界の取組状況

物流分野における無人航空機の活用については、世界的に開発競争が加速しており、米国ではNASAを中心に機体の性能評価のみならず、将来のインフラ輸出も見据えた社会実装に向けたシステム開発にも着手している。また、欧米では標準化に向けた活動が活発化しており、我が国もその動向を把握しつつ、研究開発及び標準提案を進める必要がある。

また、インフラ点検分野におけるロボットの活用については、開発は進んでいるものの標準化はなされていないことから、国内の課題を背景に開発を進めつつ、安全規格の国際基準(ISO13482)を策定した生活支援ロボットの例にたどり、日本発の国際標準を積極的に推進していくことが重要である。

### ④ 本事業のねらい

小口輸送の増加や積載率の低下などエネルギー使用の効率化が求められる物流分野や、効果的かつ効率的な点検を通じた長寿命化による資源のリデュースが喫緊の課題となるインフラ点検分野において、無人航空機やロボットの活用による省エネルギー化の実現が期待されている。

このため、本プロジェクトでは、物流、インフラ点検、災害対応等の分野で活用できる無人航空機及びロボットの開発を促進するとともに、社会実装するためのシステム構築及び飛行試験等を実施する。

## (2) 研究開発の目標

### ① アウトプット目標

2017年度から2021年度までの5年間で福島県のロボットテストフィールド等を活用した本プロジェクトを通じ、物流、インフラ点検及び災害対応分野等における無人航空機やロボット等の社会実装に向けた取組みを推進するとともに、国際標準の獲得に繋げる。

このため、後述する各研究開発項目の主な目標は、以下のとおりとする。

#### 研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」

- ・3分野（物流、インフラ点検及び災害対応分野）における各種ロボット（無人航空機、陸上ロボット、水中ロボット等）の性能評価基準に基づく各種試験方法等を福島県のロボットテストフィールド等に提案する。また、福島ロボットテストフィールドや福島浜通りロボット実証区域等を活用し、無人航空機の目視外及び第三者上空等での飛行を安全かつ環境にも配慮して行えるようにするための信頼性及び安全性等の評価手法及び評価基準を開発する。
- ・無人航空機等に省エネルギー性能等を向上させるための研究開発成果を搭載することで、2時間以上の長時間飛行や火災現場等の特殊環境下での連続稼働を実現する。

#### 研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」

- ・無人航空機の物流分野等への適応を想定し、福島県のロボットテストフィールド等に設置された無線基地局等を介して10km以上の目視外試験飛行を実施する。
- ・単機による障害物との衝突回避に加え、無人航空機同士の衝突回避までを想定し、200km/h以上の相対速度での衝突回避システム技術を開発する。
- ・無人航空機の飛行経路の風向及び風速等を含む気象情報や有人機情報等を重畳した3D可視化マップを開発し、福島県のロボットテストフィールド等での各種飛行試験に活用する。
- ・国内外の関係者を構成員とする委員会を構成の上、無人航空機の運航管理システムの全体設計、各機能の仕様及び共通IF等を策定し、運航管理システムの開発及び各種試験に反映させる。
- ・無人航空機の遠隔識別に必要な通信方式やセキュリティの検証、通信機器の設計や関連する要素技術等を開発し、運航管理システムとの情報共有を実施する。

#### 研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」

- ・本プロジェクトの成果（性能評価基準、無人航空機の運航管理システムの全体設計、各機能の仕様及び共通IF等）の国際標準化を獲得するための提案すべき技術を含む活動計画を国へ提言し、標準化団体へ引き継ぐ。
- ・福島県のロボットテストフィールド等で、World Robot Summit（日本発のルールに基づいた新たな競技等）を、4カテゴリー（ものづくり、サービス、インフラ・災害対応、ジュニア）で実施する。

#### 研究開発項目④「空飛ぶクルマの先導調査研究」

- ・空飛ぶクルマの発展シナリオを整理の上、2025年までの実証計画、及び2025年以降の自動・自律飛行、高密度運航に向けた技術的検証項目の提案を行う。

## ② アウトカム目標

空撮や農薬散布など従来の無人航空機を活用したビジネスに加え、新たな技

術を導入した物流ビジネスの荷物配送業務や災害対応等に展開するとともに、測量や観測、警備など様々な分野にも本プロジェクトの成果を繋げていく。

無人航空機による荷物配送は目視外飛行が前提となり、配送先での離着陸など複雑なプロセスを伴うものとなる。今後、無人航空機での荷物配送サービスが開始され、2020年代頃以降には、あらかじめ設定されたルートどおりに飛行するだけでなく、衛星測位情報など高精度な位置情報を利用した運航管理システムや衝突回避等の技術の導入による他の有人航空機や無人航空機、障害物等を避けながら有人地帯での目視外飛行を本格化させるロードマップ（小型無人機の利活用と技術開発のロードマップ（2016年4月28日小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会決定））の実現に寄与する。

#### ア) 省エネ効果

物流分野における無人航空機の活用については、2020年にEコマースや物流大手、ベンチャー企業等が試験的に無人航空機による配送を実施することで、約260トンのCO2排出削減効果が期待でき、2030年には多数の事業者の無人航空機による配送業への参入と技術の進展による24時間配送サービスが実現した場合、約8.6万トンのCO2排出削減効果が見込まれる。

また、インフラ点検分野については、2030年に全国の長大橋の10%がロボットや無人航空機を活用した整備や点検に置き換わった場合、約30万トンのCO2排出削減効果が見込まれる。

#### イ) 市場形成

NEDOが実施した「ロボット産業の新規市場創出に向けた国内外動向及び市場分析に係る情報収集」等の市場推計によると、本プロジェクトでターゲットとする物流、インフラ点検及び災害対応等分野に加え、実施する開発及び試験の応用展開可能な警備等他分野を含めた市場ポテンシャルは、2030年で約8,000億円と推測されており、日本における早期の市場拡大と日本企業の海外市場への参入により更なる事業拡大に寄与する。

### ③ アウトカム目標達成に向けての取組

本プロジェクトの参加事業者が一体となり確実な成果が得られるよう、研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」（1）性能評価基準等の研究開発は2017年度に集中的に実施し、策定が完了した基準から、随時、研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」（1）デジュール・スタンダードに繋げる。

研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」については、2018年度を目途に「目視外・無人地帯」での運用を可能とし、その後は「目視外・有人地帯」での運用に向けた高度化を図る。なお、諸外国の標準化動向と整合をとり、研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」（1）デジュール・スタンダードを推進する。加えて、研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」（2）デファクト・スタンダードにおいては、日本発のルールで開発競争が加速する手法を活用した研究開発及び社会実装の加速手法を並行して推進する。

さらに、特に小型無人機については、内閣官房による「小型無人機に係る環

境整備にむけた官民協議会」で合意された「小型無人機の利活用と技術開発のロードマップ」に沿って研究開発を実施する。

### (3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、【別紙1】の研究開発計画及び【別紙2】の研究開発スケジュールに基づき研究開発を実施する。

なお、産学官の複数事業者等が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業については、委託事業として実施する。また、実用化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発については、助成事業として実施する（NEDO負担率：大企業 1/2 助成、中堅・中小・ベンチャー企業 2/3 助成）。

#### 【委託事業】

- ・研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」
  - (1) 性能評価基準等の研究開発
- ・研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」
  - (1) 無人航空機の運航管理システムの開発 1) から 3) 及び 5) から 8) 及び 10)
- ・研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」

#### 【助成事業】

- ・研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」
  - (2) 省エネルギー性能等向上のための研究開発
  - (3) 無人航空機のエネルギーマネジメントに関する研究開発
- ・研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」
  - (1) 無人航空機の運航管理システムの開発 4) 及び 9)
- ・研究開発項目③「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」
  - (2) 無人航空機の衝突回避技術の開発

#### 研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」

物流、インフラ点検及び災害対応分野等での活用が期待される各種ロボット（無人航空機、陸上ロボット、水中ロボット等）の性能評価基準を、分野及びロボット毎に策定する。加えて、目視外及び第三者上空等での飛行に向けた無人航空機の信頼性及び安全性等の評価手法及び評価基準を開発する。また、各種ロボットの省エネルギー性能等向上に資する高効率なエネルギーシステムに関する研究開発を実施する。

加えて、無人航空機の産業規格に資する安全基準策定のための性能評価基準の策定に関する研究開発、無人航空機のエネルギーマネジメントシステムに関する研究開発を行う。

#### 研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」

多数の無人航空機が目視外環境下において、安全な飛行が可能となる運航管理システム及び衝突回避技術を開発する。また、開発したシステム及び技術を活用した飛行試験を福島県のロボットテストフィールド等で実施する。加えて、無人航空機の機体を遠隔から識別する技術（Remote-ID）を開発し、運航管理システム

との情報共有に関する研究開発を実施する。

加えて、運航管理システムの社会実装に資する機能拡張と地域に広く展開するための実証試験を実施する。

#### 研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」

- (1) 標準化を推進する国際機関や諸外国の団体等の動向を把握し、国際的に連携しながら検討と開発を進め、それらの成果を国際標準化に繋げるための活動を実施する。
- (2) 技術開発スピードが速く、デファクトが鍵を握るロボットについては、世界の最新技術動向を日本に集め、日本発のルールで開発競争が加速する手法を推進する。

#### 研究開発項目④「空飛ぶクルマの先導調査研究」

先行する海外における空飛ぶクルマの実証事例の調査を踏まえ、日本での実証計画、段階的シナリオ等の検討を行う。また、空飛ぶクルマの将来的な社会実装に向けて必要な要素技術の調査・適用可能性等の検証を実施する。

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（以下、「PM」という。）として、1（3）研究開発の内容のうち、研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」、研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」及び研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」（1）デジュール・スタンダードについては選定中とし、研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」（2）デファクト・スタンダードについてはNEDOロボット・AI部 和佐田 健二を、研究開発項目④「空飛ぶクルマの先導調査研究」についてはNEDOロボット・AI部 森 正人を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、プロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

NEDOは公募により研究開発実施者を選定する。研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下、「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外団体の特別な研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

なお、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDOは、研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」については中央大学工学部精密機械工学科教授 大隅 久氏を、研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」については国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構研究領域主幹 原田 賢哉氏を、研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」については株式会社日刊工業新聞社業務局イベント事業部副部長 林 英雄氏、学校法人玉川学園玉川大学教授 岡田 浩之氏、国立大学法人東北大学教授 田所 諭氏、

国立大学法人神戸大学教授 横小路 泰義 氏、UC S a n D i e g o 准教授 江口 愛美 氏を、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として選定し、各実施者はプロジェクトリーダーの下で研究開発を実施する。

## （２）研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

### ① 研究開発の進捗把握・管理

PMは、プロジェクトリーダーや研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会等を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

### ② 技術分野における動向の把握・分析

PMは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し技術の普及方策等を分析、検討する。なお、調査の効率化の観点から、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、2017年度から2021年度までの5年間とする。なお、研究開発項目毎の本研究開発の期間は、以下のとおり。

[研究開発項目①（１）１～６]	2017年度から2019年度までの3年間
[研究開発項目①（１）７]	2020年度から2021年度までの2年間
[研究開発項目①（２）]	2017年度から2019年度までの3年間
[研究開発項目①（３）]	2020年度から2021年度までの2年間
[研究開発項目②（１）１～５]	2017年度から2019年度までの3年間
[研究開発項目②（１）６]	2019年度から2021年度までの3年間
[研究開発項目②（１）７～10]	2020年度から2021年度までの2年間
[研究開発項目②（２）１～２]	2017年度から2019年度までの3年間
[研究開発項目②（２）３～４]	2020年度から2021年度までの2年間
[研究開発項目③（１）]	2017年度から2021年度までの5年間
[研究開発項目③（２）]	2017年度から2021年度までの5年間
[研究開発項目④]	2021年度の1年間

## 4. 評価に関する事項

NEDOは技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を2019年度、事後評価を2022年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ、必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の

見直しを迅速に行う。

## 5. その他重要事項

### (1) 研究開発成果の取扱い

#### ① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。NEDOは、研究開発実施者による研究成果の広範な普及を促進する。また、研究開発成果のうち共通基盤技術に係るものについては、プロジェクト内で速やかに共有した後、NEDO及び実施者が協力して普及に努めるものとする。

#### ② 標準化施策等との連携

委託事業で得られた研究開発成果については、研究開発項目③(1)にて標準化等との連携を図ることとし、標準化に向けて開発する評価手法の提案、データの提供等を積極的に行う。なお、先端分野での国際標準化活動を重要視する観点から、NEDOは、研究開発成果の国際標準化を戦略的に推進する仕組みを構築する。さらに、本プロジェクト終了後の国際標準化活動の継続のための仕組みについて検討する。

#### ③ 知的財産権の帰属、管理等取扱い

研究開発成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。

#### ④ 知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用するプロジェクトである。

### (2) 安全の確保

研究開発及び各種試験にあたっては十分な安全対策を講じる。無人航空機の飛行試験等を実施する者は、第三者に対する損害の賠償に備えるため、適切な賠償責任保険（対人及び対物事故支払限度額1億円以上等）に加入する。

### (3) プロジェクト基本計画の見直し

PMは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応を行う。

### (4) 根拠法

本プロジェクトは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1号二、第3号及び第9号に基づき実施する。



- (5) その他  
特になし。

## 6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 2017年1月、制定
- (2) 2018年2月、研究開発項目①(1)性能評価基準等の研究開発のうち、項目の追加及び実施期間変更に伴う改訂
- (3) 2019年2月、研究開発項目②(1)無人航空機の運航管理システムの開発のうち項目の追加及び実施期間変更、研究開発項目③(2)デファクト・スタンダードに係るプロジェクトマネージャー変更、プロジェクトリーダーの氏名及び所属機関名追記に伴う改訂
- (4) 2020年4月、研究開発項目①(1)性能評価基準等の研究開発のうち項目の追加及び実施期間変更、研究開発項目①(3)無人航空機のエネルギーマネジメントに関する研究開発の追加、研究開発項目②(1)無人航空機の運航管理システムの開発のうち項目の追加及び実施期間変更、研究開発項目②(2)無人航空機の衝突回避技術の開発のうち項目の追加及び実施期間変更、プロジェクトリーダーの氏名及び所属機関名追記に伴う改訂
- (5) 2020年4月、World Robot Summitの開催延期に伴う改訂
- (6) 2021年4月、研究開発項目④空飛ぶクルマの先導調査研究を新規研究開発項目として追加すること等に伴う改訂

## 【別紙1】研究開発計画

### 研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」

#### 1. 研究開発の必要性

小口輸送の増加や積載率の低下などエネルギー使用の効率化が求められる物流分野や、効果的かつ効率的な点検を通じた長寿命化による資源のリデュースが喫緊の課題となるインフラ点検分野等において、無人航空機やロボットの実用化による省エネルギー化の実現が期待されている。

しかしながら、開発される無人航空機やロボットは経済性が優先されるとともに、多様な用途に適応させる必要があるため、各種ユースケースに応じた適切な性能と安全性を備え、長時間飛行や連続稼働性能を向上させる研究開発が必要である。また、無人航空機の見視外及び第三者上空等での飛行については、高い信頼性を確保し、人や物件への危害を抑制する他、騒音等の環境への配慮も必要となる。

このため、性能及び安全性の評価軸、評価軸に沿った性能レベル（数値）、それを測定するための標準的な試験方法に加え、長時間飛行や連続稼働性能を向上させる研究開発を実施する。

#### 2. 研究開発の具体的内容

物流、インフラ点検及び災害対応分野等での活用が期待される各種ロボット（無人航空機、陸上ロボット、水中ロボット等）の性能評価基準を、分野及びロボット毎に策定する。加えて、見視外及び第三者上空等での飛行に向けた無人航空機の安全性及び信頼性等の評価手法及び評価基準を開発する。

また、各種ロボットの省エネルギー性能等の向上に資する高効率なエネルギーシステムに関する研究開発を実施する。

##### (1) 性能評価基準等の研究開発

###### 1) 無人航空機を活用した物流分野

###### (i) 求められる性能評価の研究開発

見視外等での積載飛行、設定された長距離空路での安定飛行のための機体、システム及びデータ管理等の性能評価を研究開発する。

###### (ii) 性能評価基準の策定

機体技術基準（衝突障害回避、自律飛行、電源発火、安全落下、機体回収等）、制御技術基準（風、雨、雷、濃霧等外乱要因、夜間飛行、位置情報等）、運用技術基準（半自動、全自動飛行、通信・電波障害対応等）の性能評価基準を策定する。

###### (iii) 性能評価基準の検証

福島県のロボットテストフィールド等を活用し、例えば、10km程度での飛行試験、模擬滑走路での離着陸試験、模擬積載物運搬飛行試験、模擬外乱環境下での積載物運搬飛行試験等、上記の(ii)で策定された各種性能評価基準に基づく飛行試験を実施する。

###### 2) 無人航空機を活用したインフラ点検分野

###### (i) 求められる性能評価の研究開発

構造物及び点検個所へのアクセス飛行、点検データ取得に必要な安定飛行、取得データ管理、取得データ活用に求められる機体、システム及びデータ管理等の性能評価を研究開発する。

(ii) 性能評価基準の策定

機体技術基準（衝突障害回避、自律飛行、電源発火、安全落下、機体回収等）、制御技術基準（近接撮影、打音検査密着、壁面追従、位置精度、操縦性、安全性、風、雨、雷、濃霧等外乱要因、夜間飛行、位置情報等）、運用技術基準（半自動、全自動飛行、通信・電波障害対応等）の性能評価基準を策定する。

(iii) 性能評価基準の検証

福島県のロボットテストフィールド等を活用し、例えば、テスト飛行エリアでの飛行試験、模擬環境再現エリア（橋梁、テストピース等）の飛行点検試験、点検データ取得シミュレーション・実装・飛行試験、データベース運用シミュレーション及び実装試験等、上記の（ii）で策定された各種性能評価基準に基づく飛行試験を実施する。

### 3) 水中ロボットを活用したインフラ点検分野

(i) 求められる性能評価の研究開発

水中構造物及び点検個所へのアクセスや位置情報取得、水中点検データ取得に必要な近接撮影、水中作業に適した点検データ管理等に求められる機体、システム及びデータ管理等の性能評価を研究開発する。

(ii) 性能評価基準の策定

機体技術基準（推進力、速度、回頭性、安定性、連続稼働、測位条件、操縦性等）、制御技術基準（リモート、位置決め、動作・姿勢制御等）、データ管理基準（水中近接撮影、濁度、照度、明度、撮像機能、精度、解像度、姿勢記録等）の性能評価基準を策定する。

(iii) 性能評価基準の検証

福島県のロボットテストフィールド等を活用し、例えば、実験水槽での水中動作試験、実験条件可変実験での水中動作試験、模擬環境再現水槽での水中動作試験、実験条件可変水槽での水中センシング試験、データベース運用シミュレーション及び実装試験等、上記の（ii）で策定された各種性能評価基準に基づく稼働試験を実施する。

### 4) 無人航空機を活用した災害対応分野

(i) 求められる性能評価の研究開発

災害調査やデータ取得に必要な安定飛行、災害調査データに適したデータ管理等に求められる機体、システム及びデータ管理等の性能評価を研究開発する。

(ii) 性能評価基準の策定

機体技術基準（衝突障害回避、自律飛行、電源発火、安全落下、機体回収等）、制御技術基準（高度、速度、姿勢、計測環境、高精度位置精度、操縦性、安全性、風、雨、雷、濃霧等外乱要因、夜間飛行、位置情報等）、運用技術基準（半自動、全自動飛行、通信・電波障害対応等）、データ管理基準（3Dモデルデータ、照度、明度等）の性能評価基準を策定する。

(iii) 性能評価基準の検証

福島県のロボットテストフィールド等を活用し、例えば、10km程度での飛行試

験、調査データ取得、再現性確認試験、模擬環境再現エリアでの飛行点検試験、模擬外乱環境下での計測飛行試験等、上記の（ii）で策定された各種性能評価基準に基づく飛行試験を実施する。

## 5) 陸上ロボットを活用した災害対応分野

### (i) 求められる性能評価の研究開発

災害構造物・調査個所へのアクセス、災害調査データ取得に必要な安定移動、災害調査作業に適したデータ管理等に求められる機体、システム及びデータ管理等の性能評価を研究開発する。

### (ii) 性能評価基準の策定

機体技術基準（踏破性、速度、回頭性、安定性、防爆性、引火（ガス）、気温、湿度、腐食性等）、制御技術基準（探査、作業動作、姿勢制御等）、運用技術基準（非接触充電、連続稼働、操縦性、半自動、全自動走行、通信、電波障害対応等）、データ管理基準（照度、明度、目視精度、解像度、姿勢記録、レーザレンジファインダ等）の性能評価基準を策定する。

### (iii) 性能評価基準の検証

福島県のロボットテストフィールド等を活用し、例えば、防爆実験室での耐圧試験、模擬インフラ施設（トンネル等）での動作試験、点検データ取得、再現性確認試験、データベース運用シミュレーション、実装試験等、上記の（ii）で策定された各種性能評価基準に基づく稼働試験を実施する。

## 6) 目視外及び第三者上空での飛行に向けた無人航空機の性能評価基準

### (i) 求められる性能評価の研究開発

無人航空機が目視外及び第三者上空等での飛行を安全かつ環境にも配慮して行えるようにするため、機体の信頼性を向上させる方法及び第三者に対する危害を抑制する方法を検討し、それらの方法を講じることで確保される信頼性及び安全性を評価する手法に加えて無人航空機の騒音対策に資する性能評価基準を研究開発する。

### (ii) 性能評価基準の策定

機体技術基準（信頼性及び安全性、危害抑制、騒音対策等）、制御技術基準（危害抑制機能の自動作動等）等の性能評価基準を策定する。

### (iii) 性能評価基準の検証

複数事業者の機体を福島ロボットテストフィールドや福島浜通りロボット実証区域等を活用して飛行させ、上記の（ii）で策定された各種性能評価基準に基づく飛行試験に加えて複数の無人航空機が同時に発生する総音圧レベルや異常発生時を想定した際の衝撃量の定量化及びデータ取得等を実施する。

なお、本事業を円滑に推進するための委員会を設置し運営する。また、進捗及び成果は「無人航空機が目視外及び第三者上空等での飛行に関する検討会（以下、「検討会」という。）」等に報告し、それらの検討に資するものとする。

## 7) 無人航空機に求められる安全基準策定のための研究開発

### (i) 求められる性能評価及びセキュリティ対策の研究開発

無人航空機が目視外及び第三者上空等での安全かつ環境に配慮した飛行の実現に向け、ユースケース毎（機体規模や運航方法等）のリスクレベルに応じて無

人航空機に求められる安全基準の策定のため、機体の信頼性を向上させる方法及び第三者、航空機に対する危害を抑制する方法を検討し、それらの方法を講じることで確保される信頼性及び安全性を評価する手法に加えて Lidar とビジョンのセンサーフュージョン等による暗所かつ非 GPS 環境下で飛行可能な小型機体に求められる性能評価基準を研究開発する。

また、無人航空機に求められるセキュリティ対策を検討し、無人航空機のセキュリティ対策基準について研究開発する。

なお、本研究開発に、6) の研究開発成果を反映させるものとする。

#### (ii) 性能評価基準及びセキュリティ対策基準の策定

ユースケース毎（機体規模や運航方法等）のリスクレベルに応じて求められる安全基準に対応した性能評価基準（信頼性評価、気概抑制評価、騒音評価等）、非 GPS 環境下で飛行可能な機体の性能評価基準を策定する。

また、無人航空機に求められるセキュリティ対策基準を策定する。

#### (iii) 性能評価基準及びセキュリティ対策基準の検証

複数のユースケースを想定するため複数事業者の機体を福島ロボットテストフィールドや福島浜通りロボット実証区域等を活用して飛行させ、上記の (ii) で策定された各種性能評価基準に基づく評価試験に加えて異なるユースケースにおける事故発生時を想定した際の危害レベルの定量化及びデータ取得等を実施する。

また、福島ロボットテストフィールドや福島浜通りロボット実証区域等を活用して、上記の (ii) で策定された各種セキュリティ対策基準に基づく評価試験を実施する。

なお、本事業を円滑に推進するための委員会を設置し運営する。

### **(2) 省エネルギー性能等向上のための研究開発**

各種ロボットの省エネルギー性能等を向上させるための研究開発として、例えば、燃料電池等の重量エネルギー密度の高い電源を搭載する等により無人航空機の長時間飛行を可能とする研究開発、特殊環境下（火災現場等）での連続稼働等の研究開発を実施するとともに、これら技術の実装技術として低コスト及び軽量化、残量モニタリング等の周辺システムの研究開発を実施する。

なお、本技術開発の初年度の成果は、(1) 性能評価基準等の研究開発で策定される性能評価基準と共有する。

### **(3) 無人航空機のエネルギーマネジメントに関する研究開発**

将来、無人航空機は衝突回避システムや準天頂衛星システム、機体識別 (Remote-ID 等) の関連システム等を搭載することで、これまで以上にバッテリー負荷が高まると想定されることから、飛行の長時間化のためのバッテリーの性能向上も含め、安全で長時間の飛行を可能とするエネルギーマネジメント等の、周辺システムの研究開発を実施する。なお、本技術開発の初年度の成果は、(1) 7) 無人航空機に求められる安全基準策定のための研究開発で策定される性能評価基準と共有する。

## **3. 達成目標**

### **(1) 性能評価基準等の研究開発**

各種ロボット（無人航空機、陸上ロボット、水中ロボット等）における適用分野（物流、インフラ点検及び災害対応分野）毎に必要な性能や安全性に関する性

能評価基準と検証方法等を定め、その基準に基づく各種試験方法を、福島県のロボットテストフィールド等に提案する。また、目視外及び第三者上空等での飛行に向け、例えば、住宅地での昼間飛行を想定した場合の 55 デシベル以下等の飛行地域の特性を考慮した基準、ペイロード含む総重量が 10kg 程度の無人航空機が着陸または墜落した際に、約 80 ジュール(250g 以下の機体が墜落した際の衝突エネルギー) と同等まで抑制するための基準を策定し、福島ロボットテストフィールドや福島浜通りロボット実証区域等を活用した検証を行う。なお、達成目標については、今後の検討会等での議論を踏まえて必要に応じて改定する。

ユースケース（機体規模や運航方法等）のリスクレベルに応じて、求められる無人航空機の安全基準策定に必要な性能や安全性に関する性能評価基準と検証方法等を定め、その基準に基づく各種試験方法を、福島県のロボットテストフィールド等に提案する。

なお、研究成果は、関連する国内外の各種産業規格との整合性を図りつつ、性能評価手順書に取りまとめ、研究期間後速やかに公開する。

## **(2) 省エネルギー性能等向上のための研究開発**

技術開発の成果を搭載した各種ロボットにより、例えば、無人航空機においては 2 時間以上の長時間飛行、火災現場等の特殊環境下での連続稼働が可能であることを、福島ロボットテストフィールド等で検証する。

## **(3) 無人航空機のエネルギーマネジメントに関する研究開発**

衝突回避システムや準天頂衛星システム、機体識別 (Remote-ID 等) の関連システム等を搭載した無人航空機により、福島ロボットテストフィールド等で 10km 以上の目視外試験飛行を実施する。

## 研究開発項目②「無人航空機の運航管理システム及び衝突回避技術の開発」

### 1. 研究開発の必要性

現在、無人航空機は空撮や農薬散布等に多く利用され、操縦者の目視内において、遠隔操縦又は自律飛行によって運用されている。これをレベル1(目視内・操縦飛行)、レベル2(目視内)とした場合、今後は、運航管理システムや衝突回避技術等を活用した無人地帯での目視外飛行(レベル3)(例えば、離島や山間部等への荷物配送)及び有人地帯での目視外飛行(レベル4)(例えば、都市を含む地域における荷物配送)の本格化に向けて、官民の関係者が一丸となって取り組んでいくべきである。具体的には、無人航空機の自動・安定飛行、有人航空機と無人航空機相互間、無人航空機相互間の安全を確保するためには運用ルールが重要事項と位置づけられ、その策定に際し、無人航空機の衝突回避技術等の研究開発が必要不可欠である。

このため、目視外の飛行等及び離着陸時の安全確保、特定の空域における運航管理システムの研究開発と試験環境整備や、他の飛行体(有人航空機、無人航空機等)や障害物との衝突を回避しつつ飛行するための衝突回避技術の開発を行う。

さらに、海外の規格及び規制動向を鑑み、将来的には有人航空機と無人航空機間ならびに無人航空機相互間における衝突回避等のために、有人航空機と無人航空機の双方の各機体の飛行情報を共有できる技術の開発と仕組みの構築が求められる。

これに対応し、必要に応じて地域毎に有人航空機と無人航空機の飛行計画等が関係者において共有・調整が可能となる仕組みの構築や、安全運航を支援する運航管理システムを段階的に構築していくために、地上に設置された無線基地局等を活用した無人航空機の航路設定やフライト情報の収集及び各種情報の管理等に関する研究開発を実施する。

また、災害や事故時の救援、取材活動等における同一空域内での複数の無人航空機の飛行を想定し、無人航空機同士の衝突や通信ネットワークのトラブルに対応する研究開発を行い、無人航空機相互の衝突回避等の運用ルールの導入に資する研究開発を実施する。加えて、無人航空機の普及に伴う機体の登録や識別方法、及び、このシステム全体のセキュリティ等を含めた、機体の遠隔識別(Remote-ID)に関する空域管理等の運用ルールの導入に資する研究開発を実施する。

運航管理システムの社会実装に資する機能の拡張並びに地域により広く展開する為の運用性の検証をするために、実証試験を実施する。

### 2. 研究開発の具体的内容

物流や災害対応等の無人航空機が目視外飛行の本格化を目指して、同一空域内における複数の有人航空機や無人航空機の同時運用を可能とするために、地図情報や気象情報等を参照し作成される飛行計画について、安全性は勿論のこと省エネルギー等効率の観点も考慮した無人航空機の運航を管理する運航管理システムに関する研究開発を行う。

また、無人航空機が地形や建造物、空中を飛行する他航空機等を検知し衝突を回避する技術に関する研究開発を行う。

さらに運航管理統合機能及び運航管理機能の社会実装に向けた開発を実施する。運航管理統合機能について、社会実装に向けたユーザビリティ向上等の機能拡張の検討、課題の抽出と解決を行う。運航管理機能については、地域ごとに異なるユースケースに対応し得る無人航空機によるサービスの実現を目指し、社会実装に向け、地域に広く展開するための課題の抽出と設計を行う。2020年度に上記の課題抽出と設計を完

了させ一部機能については各エリアで機能検証を実施する。2021 年度に全ての機能を実装し、無人航空機によるサービスの事業化を見据えた実証試験を実施する。

### (1) 無人航空機の運航管理システムの開発

本プロジェクトにおける運航管理システムは下図に示すとおり、運航管理統合機能、運航管理機能、情報提供機能から構成され、無人航空機の安全な運航をサポートする。以下に各機能の開発内容を示す。

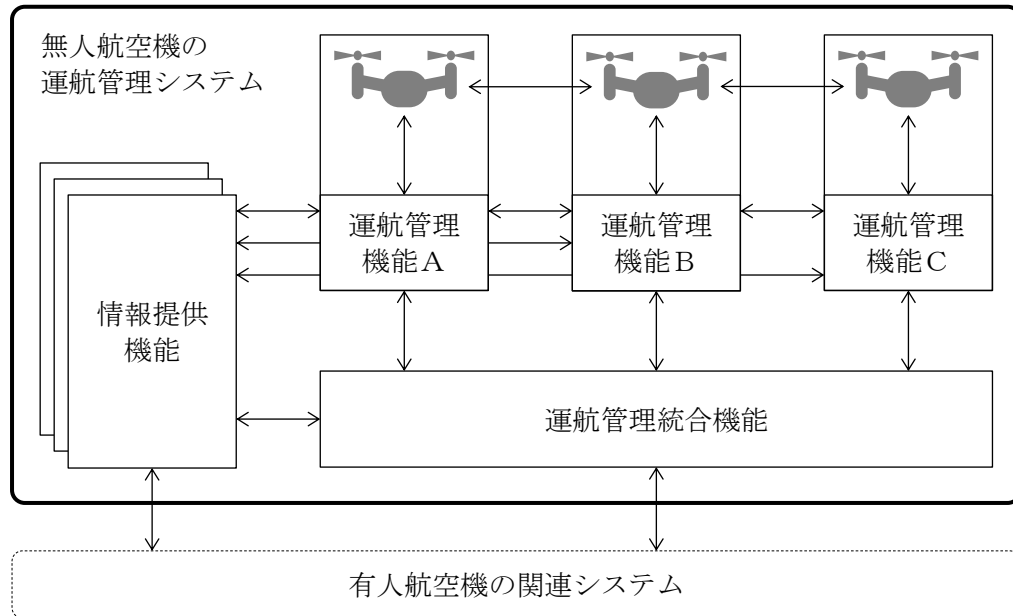


図 無人航空機の運航管理システムのイメージ

なお、2019 年度以降の事業である 7) から 10) の研究開発項目については、2017 年度から 2019 年度の成果に基づき、社会実装に向けた研究開発を行う。

#### 1) 運航管理統合機能の開発

無人航空機による物流や災害対応等においては、複数の運航管理機能が管理する無人航空機が同一の空域を飛行することが想定される。このような状況における無人航空機の安全な飛行を実現するため、例えば、以下のような機能を有する運航管理統合機能を開発する。

なお、運航管理統合機能は、十分なセキュリティ強度を確保するよう必要な対策を講じる。

- ・無人航空機の運用者が運用する無人航空機の機体情報（所有者及び利用者に関する情報を含む）を管理する。
- ・無人航空機の運用者が提出する飛行計画に対して、他の無人航空機及び有人航空機の飛行計画、機体情報及び利用する電波の情報、ならびに地図情報及び気象情報等の様々な情報を統合し、安全の観点から承認又は不承認等を判断して通知する。
- ・承認済みの飛行計画について、状況の変化に伴う変更（例えば、気象の急変に伴う飛行の中止、優先すべき飛行計画の提出に伴う飛行経路の変更等）を指示



する。

- ・飛行中の無人航空機の情報を収集し、安全の観点から適切な指示（例えば、衝突の危険性を検知したときの飛行経路の変更等）を行う。
- ・その他、多数の無人航空機の安全な飛行を実現するために必要な機能。

## 2) 運航管理機能の開発（物流及び災害対応等）

運航管理統合機能及び情報提供機能を利用しつつ、物流や災害対応等（※1）において複数の無人航空機を運用するため、例えば、以下のような機能を有する運航管理機能（無人航空機との間の無線通信（※2）の機能を含む）を開発し、福島県のロボットテストフィールド等を利用した運航管理システムによる無人航空機の飛行試験を行う。

なお、運航管理機能は、十分なセキュリティ強度を確保するよう必要な対策を講じるとともに、1) 運航管理統合機能や4) 情報提供機能との連携は、5) の共通インターフェースを利用して行う。また、運航管理機能は、将来的に用途、無線通信種別又は地域等によって複数のものが共存すると想定されるため、本プロジェクトにおいても多様な運航管理機能を開発する。さらに、我が国で運用される運航管理システムについて国際的な整合を図るため、一部海外事業者の運航管理機能を利用した検証も可能とする。

- ・無人航空機の機体情報（所有者及び利用者に関する情報を含む）を管理する。
- ・情報提供機能を利用し、無人航空機の飛行計画を作成する。
- ・運航管理統合機能に飛行計画を提出し承認等を得る。または、各運航管理機能間で無人航空機の飛行情報等を授受し、飛行計画の見直しを行う。
- ・自らが管理する無人航空機の状態を監視しつつ、飛行に関する指示等を行う。

### (※1)

#### ・物流分野

無人地帯での目視外飛行（レベル3）（例えば、離島や山間部等への荷物配送）及び有人地帯での目視外飛行（レベル4）（例えば、都市を含む地域における荷物配送）を可能とする運航管理機能。なお、無人航空機との通信には、携帯事業者のネットワークに加えて、無人地帯（離島や山間部等）向けには、そのような地域でも利用可能な無線通信を利用できるようにする。

#### ・災害対応

災害発生直後に複数の無人航空機を同時運用することで、速やかな災害対応を可能とする運航管理機能。なお、無人航空機との通信には、災害時には携帯事業者のネットワークが輻輳することも想定し、例えば、可搬型画像伝送システムや衛星通信システム等の無線通信を利用できるようにする。

#### ・その他の分野

必要に応じて、その他の分野における運航管理機能についても開発と各種試験を行う。

### (※2)

- ・携帯事業者ネットワーク、可搬型画像伝送システム、衛星通信システム、その他の周波数帯（特定小電力無線等）の利用による無線通信。

### 3) 運航管理機能の開発（離島対応）

準天頂衛星システムの補強信号を含むマルチ GNSS（Global Navigation Satellite System：全球測位衛星システム）により取得した高精度な位置情報により無人航空機の自律制御を行う。なお、本制御システムは、国内のみならず海外での利用も目指すものとする。

また、安全かつ信頼性の高い目視外での自律飛行を実現するために、(2) 無人航空機の衝突回避技術の開発 において開発された技術を統合し、飛行試験によってその有効性を評価する。

離島間物流のように単独で長距離飛行を行う場合を想定した飛行試験においては、初年度に技術課題抽出のための飛行試験を実施することとし、福島県のロボットテストフィールド等を利用した衝突回避技術を実装した長距離飛行試験を経て本土及び離島間における飛行試験を行う。

### 4) 情報提供機能の開発

無人航空機の安全飛行に関連する情報を、運航管理機能や運航管理統合機能等に対してAPI(Application Programming Interface)等により提供する機能を開発する。

また、無人航空機が安全に飛行するために必要な情報の項目とデータ種別等についても検討し、情報を収集する技術の開発、特に福島県の浜通り地区における可視化情報を整備する。

なお、そのような情報(※3)として、例えば、以下に掲げるものを想定するが、将来的に情報提供システムは複数のものが共存すると考えられるため、外部のシステムに提供するための共通 API 等の実装を考慮した多様な情報提供機能を開発する。

#### (※3)

- 飛行情報

運航管理統合機能に対して事前に提出する飛行計画、飛行中の無人航空機の情報（高度、位置、速度、飛行時間等）及び飛行実績に関する情報（事故情報を含む）等の無人航空機の飛行に関する情報。

- 機体情報

無人航空機の種類、型式、性能に関する情報、個別の機体を識別する記号、所有者及び利用者に関する情報。

- 地図情報

地形及び建造物等の三次元情報、飛行が可能な空域及び飛行が禁止された空域、その他の地図情報として提供されるべき無人航空機の飛行のための情報。

特に福島県の浜通り地区における地図情報を整備する。

- 気象情報

無人航空機が飛行する空域における、風（風向及び風速等）、降水、気温及び気圧等の無人航空機の飛行に影響を与える気象観測情報及び予測情報。

特に福島県の浜通り地区における気象情報を整備する。

- 電波情報

無人航空機が飛行する空域における電波の利用状況に関する情報。

特に福島県の浜通り地区における電波情報を整備する。

- 空域監視情報

無人航空機が飛行する空域における無人航空機や有人航空機等の高度、位置、速度及びサイズ等の情報。

特に福島県の浜通り地区における空域監視情報を整備する。

- ・ドローンポート情報（無人航空機の離着陸地点の情報）

無人航空機が離着陸するドローンポートの満空情報、離着陸の可否に関する情報。

## 5) 運航管理システムの全体設計に関する研究開発

無人航空機の運航管理システム全体のアーキテクチャの設計と共通インターフェース（運航管理システムの各機能間、運航管理システムと有人航空機の関連システム間、無人航空機間（後述する（2）2）協調式SAAを含む上図の矢印を指す）で情報を授受するための共通のAPI（Application Programming Interface）及びデータフォーマット等の策定、セキュリティ対策の検討等を行い運航管理システムの開発及び各種試験に反映させる。

また、シミュレーションにより空域の安全性を評価し、運航管理システムの開発及び各種試験に反映させる。

なお、以上の検討事項については、国際的な検討状況との整合を図りつつ、1）～4）の事業者の他、国内外の関係者を構成員とする委員会を構成し検討する。

## 6) 遠隔からの機体識別に関する研究開発

遠隔からの機体識別（Remote-ID等）に必要な、要件定義・通信方式の選定を行い、データ形式・運用シーケンス等を検討し、機体搭載用の送信機・受信機を具備した無人航空機の機体識別情報、及び位置情報等を共有する通信システムのプラットフォームを開発する。また、有人航空機と無人航空機の空域共有を想定した飛行情報（無人航空機の運航管理者情報機能、飛行計画管理機能、機体情報管理機能等）の情報共有システムを開発する。

さらに、運航管理システムに統合するためのアーキテクチャ設計、API及びデータフォーマット等を策定、セキュリティ対策の検討等を行い、無人航空機の機体情報の遠隔把握や地上の通信インフラを介した情報共有に関する各種試験へ反映させる。

なお、以上の検討事項については、国際的な検討状況との整合を図りつつ、国内外の関係者を構成員とする委員会を構成し検討する。

## 7) 運航管理統合機能の機能拡張に関する研究開発

複数の運航管理機能が管理する多数の無人航空機が同一の空域を飛行するため、運航管理機能間での飛行計画、空域情報、飛行状況を共有するための運航管理統合機能の機能拡張について開発する。

社会実装のためには、将来的に各地域に展開される運航管理機能に対し運航管理統合機能が提供するサービスが、地域特性に応じて柔軟且つ安心して享受されるようにする必要がある。この実現に向け、運航管理統合機能の機能拡張を行う。併せて、運航管理統合機能による無人航空機を扱う事業者向けのサービスのユーザインタフェースを改善する。

また、全国規模で整備されている既存の地図情報と気象情報を活用し、各情報を

運航管理統合機能に取り込み、運航管理機能へのサービス提供を実現する。

加えて、運航管理統合機能の社会実装に向け、異常時の対応処理を拡充して、システムの頑健性を向上するとともに、異常時の対応方針に関する関係者・法制度との要調整事項を明確化する。2020年度に上記の課題抽出と設計を完了させ一部機能については福島ロボットテストフィールドでの機能検証を実施する。2021年度に全ての機能の実装し相互接続試験を実施する。

## 8) 単独長距離飛行を実現する運航管理機能の開発（離島対応）

準天頂衛星システムの補強信号を含むマルチ GNSS（Global Navigation Satellite System：全球測位衛星システム）により取得した高精度な位置情報により、無人航空機の自律制御を行う。なお、本制御システムは、国内のみならず海外での利用も目指すものとする。

また、安全かつ信頼性の高い目視外での自律飛行を実現するために、(2) 無人航空機の衝突回避技術の開発において開発された技術、特に3)～4)の研究開発で小型化された各種センサ等を統合し、飛行試験によってその有効性を評価する。

なお、無人航空機の衝突回避技術の統合に当たっては、7) 運航管理統合機能の機能拡張に関する研究開発との接続性を踏まえつつ、離島間物流のように単独で長距離飛行を行う場合を想定した運航管理機能について開発を行う。

## 9) 地域特性に考慮した情報提供機能に関する研究開発

無人航空機の安全飛行に関連する情報を、運航管理機能や運航管理統合機能等に対して API (Application Programming Interface) 等により提供する機能を開発する。

また、無人航空機が安全に飛行するために必要な情報の項目とデータ種別等についても検討し、情報を収集する技術の開発、特に②(1)10)で指定したエリアに、より実用化に適合させた可視化情報を提供する。

なお、将来的に情報提供システムは複数のものが共存すると考えられるため、外部のシステムに提供するための共通 API 等の実装を考慮した多様な情報提供機能を開発する。

また、福島ロボットテストフィールド広域飛行区域を対象としてプロトタイプを開発し、飛行試験することで開発したルート的安全性を検証し全国展開に向けた実用性の向上を図る。

## 10) 地域特性・拡張性を考慮した運航管理システムの実証事業

運航管理システムは、無人航空機が有人地帯で目視外飛行する環境下（レベル4）を念頭に置いた場合、個人・企業の複数の無人航空機が同時に同じ空域を飛ぶ際には必要不可欠なシステムである。

これまで福島ロボットテストフィールドにおいて、運航管理が可能な技術の確立のため、運航管理システムの開発を行ってきたが、2022年のレベル4社会の実現に向け、2020年～2021年にかけて運航管理システムの実環境における実証を行う必要があり、技術的な検証を十分に行うためには、無人航空機の活用が想定される運航管理システムに接続した実証事業を実施する。実施体制として、これらの実証事業におけるビジネスモデル、地域における環境整備等を検討・立案推進し得る共同実施者を含める。

なお、実証事業の実施に当たっては、実証を行う地域の地域特性を考慮し、且つ

地域産業振興に資するユースケースを複数検証することを目的に、全国の自治体・企業等からの提案・公募を初年度に実施する。また、これらの提案・公募の採択者に対して十分な技術サポートを行う。

提案・公募に際しては、下記のユースケースを明確に示す。

- ・東日本エリアにおける平常時のユースケース
- ・西日本エリアにおける平常時のユースケース
- ・災害対応時のユースケース

本事業を円滑に推進するための委員会を設置し運営する。

## (2) 無人航空機の衝突回避技術の開発

無人航空機が地上及び空中の物件等（地形、樹木、建造物、有人航空機、無人航空機、鳥及び悪天候等）を検知し、即時に当該物件等との衝突を回避し飛行するための技術（いわゆる Sense And Avoid (SAA)に関する技術）を開発する。

なお、開発する技術は無人航空機の機上に搭載できるものとし、他分野で既に確立されている技術も応用しつつ、本プロジェクト終了時までには当該技術を実装した無人航空機の実用化を目指すものとする。また、開発した技術を（1）無人航空機の運航管理システムの開発 3）運航管理機能の開発（離島対応）に提供し、福島県のロボットテストフィールド等を利用した飛行試験に協力する。

なお、3）、4）については2017年度から2019年度の成果に基づき、社会実装に向けた研究開発を行う。

### 1) 非協調式 SAA

無人航空機に搭載された各種センサ（光学カメラ、LIDAR、レーダ等）からの情報をもとに、飛行の妨げとなる物件等の位置等を特定し、他の情報（気象、機体の飛行性能等）も加味した上で、無人航空機自らが最適な飛行経路を生成し、衝突回避する技術を開発する。

例えば、飛行中の有人航空機や他の無人航空機、低高度飛行の妨げとなる送電線（高圧鉄塔間に加えて電柱間等の細径の電線を含む）及び飛行に大きな影響を与える悪天候等を検知するセンサ、ならびに当該センサを用いた物件等の検知、衝突回避の飛行経路生成及び機体の飛行制御を即時に行える無人航空機に搭載可能な演算ボードやフライトコントローラ等を含む非協調式 SAA システムを開発する。

### 2) 協調式 SAA

有人航空機及び無人航空機、無人航空機同士が、飛行中の飛行情報（高度、位置、速度等）を相互に通信し共有することで衝突回避する技術を開発する。

例えば、カメラ等の情報と地図情報の照合等により高精度な測位を実現するための準天頂衛星システムを利用した無人航空機に搭載可能な協調式 SAA システムを開発する。

### 3) 衝突回避システムの小型化・低消費電力化

2017年度から2019年度に実施した研究開発である無人航空機に搭載された各種センサ（光学カメラ、LIDAR、レーダ等）からの情報をもとに、飛行の妨げとなる物件等の位置等を特定し、他の情報（気象、機体の飛行性能等）も加味した上

で、無人航空機自らが最適な飛行経路を生成し、衝突回避する技術において各種センサの小型化、軽量化、低消費電力化を行い、小型無人航空機に搭載し、衝突回避する技術を開発する。

小型無人航空機において飛行中の有人航空機や他の無人航空機、低高度飛行の妨げとなる送電線（高圧鉄塔間に加えて電柱間等の細径の電線を含む）及び飛行に大きな影響を与える悪天候等を検知するセンサ、並びに当該センサを用いた物件等の検知、衝突回避の飛行経路生成及び機体の飛行制御を即時に行える小型無人航空機に搭載可能な演算ボードやフライトコントローラ等を含む非協調式 SAA システムを開発する。

#### 4) 準天頂衛星システムの小型化・低消費電力化

2017 年度から 2019 年度に実施した有人航空機及び無人航空機、無人航空機同士が、飛行中の飛行情報（高度、位置、速度等）を相互に通信し共有することで衝突回避する技術において準天頂衛星システム受信機、アンテナの小型・軽量化、低消費電力化を行い、受信機を小型無人航空機に搭載した衝突回避する技術を開発する。

例えば、カメラ等の情報と地図情報の照合等により高精度な測位を実現するための準天頂衛星システムを利用した小型無人航空機に搭載可能な協調式 SAA システムを開発する。

### 3. 達成目標

#### (1) 無人航空機の運航管理システムの開発

福島県のロボットテストフィールド等に設置された複数の無線基地局等を介した飛行経路を設定し、物流分野等への適応を想定した場合の 10km 以上の目視外試験飛行を実施する。加えて、災害時に商用通信ネットワークの輻輳や回線断が発生する場合での迅速な状況把握を想定し、可搬型画像伝送システムや衛星通信システム等の地上には設置されていない無線通信システムを活用した無人航空機の試験飛行を実施する。さらに、マルチ GNSS による高精度な位置情報を活用した自律制御と後述する衝突回避技術を搭載した無人航空機の本土及び離島間飛行を実施する。

なお、福島県の浜通り地区での試験飛行は、無人航空機の飛行経路の風向及び風速等を含む気象情報や有人機情報等の各種情報を重畳した 3D 可視化マップを活用して設定する。

また、無人航空機の運航管理システムの全体設計、各機能の仕様及び共通 IF 等の策定においては、国内外の関係者を構成員とする委員会を構成し検討及び策定を行った上で、運航管理システムの開発及び各種試験に反映させる。

加えて、複数の有人航空機と無人航空機の空域共有に必要な情報共有システム及び通信システムについて、有人航空機の飛行情報に関する仮想情報シミュレータ等を用いた運航管理システムとの相互接続性の評価を実施し、各システムの仕様及び共通 IF 等の策定においては、国内外の関係者を構成員とする委員会を構成し検討及び策定を行った上で、情報共有システム及び通信システムの開発及び各種試験に反映させる。運航管理システムの社会実装に向け、実証試験を行い、実用に向けた課題を整理する。

## (2) 無人航空機の衝突回避技術の開発

単機による障害物との衝突を回避することに加え、無人航空機同士の衝突の回避までを想定した 200km/h 以上の相対速度での衝突回避システム技術を開発し、福島県のロボットテストフィールド等において相対速度 100km/h 以上での飛行試験を実施することで、主に物流用途を想定した実環境下における当該技術の有効性を検証する。

また、有人航空機と無人航空機、無人航空機相互間で各々の正確な位置情報を共有するための準天頂衛星システム受信装置を開発し、福島県のロボットテストフィールド等において相対速度 200km/h 以上での飛行試験を実施することで、主に物流用途を想定した実環境下における当該技術の有効性を検証する。

なお、小型無人航空機に搭載するために以下の小型化、軽量化、低消費電力化した衝突回避システムの各種センサ、準天頂衛星システム受信機を開発し、実環境下における当該技術の有効性を検証する。

- ・光波センサは全方位をセンシングするものとし、サイズ・重量・消費電力は 2250 cm<sup>3</sup>/0.8kg/25w 以下を目指す
- ・電波センサは全方位をセンシングするものとし、サイズ・重量・消費電力は 2400 cm<sup>3</sup>/1.2kg/45w 以下を目指す
- ・自律管理装置のサイズ・重量・消費電力は 270 cm<sup>3</sup>/0.3kg/8w 以下を目指す
- ・準天頂衛星システム受信機のサイズ・重量・消費電力は 12.5 cm<sup>3</sup>/0.5 kg /2w 以下を目指す

また、衝突回避システムについては、国際的な標準化動向との整合を図りつつ、我が国としての社会実装に資する機能を規定する。

## 研究開発項目③「ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進」

### 1. 研究開発の必要性

無人航空機による「空の産業革命」を早期に実現させるためには、将来的な無人航空機の利活用を見据え、関係者が共通認識を持って研究開発や環境整備を進めていく必要があるが、その要素技術の開発進捗のスピードは極めて速いだけでなく、今後、利活用・研究開発の動向や諸外国の制度設計に関する検討状況等も常に変化していくことが予想されている。

また、無人航空機の機体の認証及び操縦者の資格については、その対象、手法、基準、実施の主体等について、安全の確保を前提として制度の柔軟性の確保、諸外国の制度との協調、効率的な制度運用、段階的な取組の検討を踏まえ、今後慎重な議論がなされていく見通しである。

一方、先般施行された改正航空法により、我が国においても無人航空機の運航に関し欧米先進国と同等のルールが導入されたと言える。しかしながら、無人航空機の機体や操縦者、運航管理体制のルールについては、諸外国でも整備途中の段階にあり、また、ICAO や JARUS、ISO といった場での国際ルールや国際標準化の検討も開始された状況であることから、議論の方向性も現時点では見通せない。

今後、海外市場での我が国関係企業の競争力確保を考えれば、国際協調を念頭に制度設計していく必要性も鑑み、国際的なルール検討の場に積極的に参画し、国際的な動向を把握するとともに、我が国産業の強みが発揮できるよう、我が国の取組や技術開発の動向を国際的議論に反映させる必要がある。

### 2. 研究開発の具体的内容

無人航空機産業の発展には関連する各種技術等の国際的優位性確保が不可欠であるが、我が国が強みを有する分野の技術活用が期待されていることから、コア技術の見極めと取り扱いを決定する体制を構築しながら、各社共通基盤となるデジュール・スタンダードの早期確立を図る。あわせて、我が国発の目標設定に基づいた技術の競争の場（大会）を設定することによりデファクト・スタンダード化を推進する。

なお、デジュール・スタンダードの提案技術の選定に際しては、各企業及び機関が保有する既得知的財産の扱いや、プロジェクト成果として出願を予定するものも含め、権利帰属に関する慎重な取り扱いが必要となるため、知財調査に立脚した知財戦略に基づくライセンス・フリーや条件付き開示等について合意形成を図りながら共通ルールを設定する。また、欧米等の諸外国の標準化動向を把握するために関連する同活動への参画を進め、研究開発項目①（1）及び研究開発項目②の開発成果を国際標準に繋げる。

一方、デファクト・スタンダードの取組においては、有識者を糾合し課題先進国である我が国が世界共通になりうる課題設定を行うこと、技術開発を加速させるために海外からも参加者を募ること、そのためのプラットフォームを用意すること、社会実装を加速させるためにロボットの認知度向上を図ること、を念頭に競争の場（大会）を設定する。



## (1) デジタル・スタンダード

研究開発項目①及び研究開発項目②について、国際機関や諸外国の団体及び事業者等（以下、「海外の関係者等」という。）の動向を把握し国際的な連携を図りながら検討と開発を進め、それらの成果（特に性能評価基準、無人航空機の運航管理システムの全体設計、各機能の仕様及び共通 IF 等）の国際標準化のために、例えば、次のような取組を行う。

### 【取組の例】

- ・ 国際的な検討の状況を把握する。  
海外（特に米国、欧州、イスラエル、ロシア、中国、韓国、東南アジア等。以下同じ。）の関係者等との直接の情報交換や文献調査等を通じて、国際的な動向を把握し定期的（最低でも 4 半期単位）に報告書にまとめ、本プロジェクトの関係者等に共有する。
- ・ 本プロジェクトの検討状況や成果等を世界に発信する。  
国際的な検討の場や海外の展示会等において、本プロジェクトにおける検討の状況を発信する。また、本プロジェクトにおける関連資料（本基本計画、各委員会、報告会等における公開可能な資料）を英訳し、速やかに web 掲載や海外の関係者等への共有を行う。
- ・ 国際的な意見を本プロジェクトに反映する仕組みを構築する。  
海外の関係者等と継続的な情報交換を行うとともに、本プロジェクトの検討内容についての意見交換を行う。また、海外の関係者等を日本に招聘し意見交換できる場を設ける。
- ・ 本プロジェクト終了後の継続的な施策を検討する。  
本プロジェクトの中間評価（2019 年度実施予定）を目途に施策を立案する。

## (2) デファクト・スタンダード

### 1) プラットフォーム

競技種目及び競技ルールに沿ったプラットフォームを活用し、研究開発及び社会実装に資するものとする。

### 2) 競技やデモンストレーションによるイノベーション促進手法研究開発

挑戦的なテーマを設定して参加を募り、参加者によるエネルギー消費削減の観点を含む技術開発課題解決に向けた競争の場（大会）を活用する研究開発手法に取り組む。当該手法により参加者のモチベーションを高めて技術を競いあわすことでイノベーションを促進する。また、ロボット技術の社会実装を促進するためには、ロボットを活用する場を紹介し、一般市民にその有用性を示すことが必要不可欠であることから、ロボット関連のデモンストレーションを行う。なお、2021 年度の本大会を成功に導くため、必要に応じて本大会以前に試行的な取組等を行う。さらに本大会に向け専任の PM を指名し体制を強化する。

## 3. 達成目標

### (1) デジタル・スタンダード

関連する海外の主要標準化団体（ISO 等）の会合への派遣や先行する諸外国の関連団体（例えば、米国の NASA、FAA 等）との研究者との意見交換・交流を通じて、

最新の標準化動向を把握しつつ、国内関係官庁の政策のみでなく制度設計見直しに関する検討活動や、既に活動されている関連団体、協議会等の活動との協調を図り、本プロジェクトの成果（特に性能評価基準、無人航空機の運航管理システムの全体設計、各機能の仕様及び共通 IF 等）の国際標準化を獲得するための具体的な活動計画を国へ提言し、国際標準団体へ引き継ぐ。

なお、グローバル市場の拡大に寄与する技術領域においては、複数分野、異なるロボット領域の研究者及び技術者等により構成されるワーキンググループを設置した上で推進し、知的財産の権利帰属等の合意形成を図りつつ、我が国の国際標準化団体へ技術提案を実施するとともに、標準化活動に資する技術者の育成を行う。

## **(2) デファクト・スタンダード**

福島県のロボットテストフィールド等で、World Robot Summit（日本発のルールに基づいた新たな競技等）を、4 カテゴリー（ものづくり、サービス、インフラ・災害対応、ジュニア）で実施する。

## 研究開発項目④「空飛ぶクルマの先導調査研究」

### 1. 研究開発の必要性

本プロジェクトにおいて、ドローンの社会実装に向けた性能評価手法や運行管理システムの開発等を行ってきた。

その中で、垂直離着陸型無操縦者航空機（いわゆる「空飛ぶクルマ」）の開発が世界各国で進んでおり、災害時の人命救助、物資輸送、離島・過疎地での旅客・物資輸送、渋滞緩和、カーボンニュートラルへの貢献など様々な課題への対応が期待されており、欧米中における機体開発が先行している。

現時点では、欧米先進国においては、規制制度等の考え方が検討されている段階であり、我が国においても空の移動革命に関する官民協議会等で制度整備の検討がなされている状況。日本においても海外に遅れを取ることなく、空飛ぶクルマの社会実装に向けた取り組みを進めていく必要。

### 2. 研究開発等の具体的内容

空飛ぶクルマの発展段階の整理（シナリオ作成）を行い、2025年までに必要な技術的検証要素の抽出と具体的な検証項目、実証のプランの作成、2025年以降の自動・自律飛行、高密度運航の実現に向けた技術的な検証項目の整理を行う。

### 3. 達成目標

空飛ぶクルマの発展シナリオを整理の上、2025年までの実証計画、及び2025年以降の自動・自律飛行、高密度運航に向けた技術的検証項目の提案を行う。

【別紙2】研究開発スケジュール

		2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
【研究開発項目①】 ロボット・ドローン機 体の性能評価基準等の 開発	(1) 性能評 価基準等の研 究開発		1) ~ 6)		7)	
	(2) 省エネ ルギー性能等 向上のための 研究開発					
	(3) 無人航 空機のエネル ギーマネジメ ントに関する 研究開発					
【研究開発項目②】 無人航空機の運航管理 システム及び衝突回避 技術の開発	(1) 無人航 空機の運航管 理システムの 開発		1) ~ 5)		6)	
	(2) 無人航 空機の衝突回 避技術の開発		1) ~ 2)		3) ~ 4)	
【研究開発項目③】 ロボット・ドローンに 関する国際標準化の推 進	(1) デジュ ール・スタン ダード					
	(2) デファ クト・スタン ダード					
【研究開発項目④】 空飛ぶクルマの先導調 査研究						

中間  
評価