

「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」

事業原簿【公開】

1. 概要
2. プロジェクト用語集
3. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
4. 目標及び達成状況
5. マネジメント

| | | | |
|--|-----|---|--|
| | 担当部 | 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI部 | |
|--|-----|---|--|

—目次—

内容

・事業原簿 7(1/4)

| | |
|-------------------------------|-----|
| 1. 概要..... | 1-1 |
| 2. プロジェクト用語集..... | 2-1 |
| 3. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋..... | 3-1 |
| 3.1. 事業の位置づけ・意義..... | 3-1 |
| 3.2. アウトカム達成までの道筋..... | 3-8 |
| 3.3. 知的財産・標準化戦略..... | 3-8 |
| 4. 目標及び達成状況..... | 4-1 |
| 4.1. アウトカム目標及び達成見込み..... | 4-1 |
| 4.2. アウトプット目標及び達成状況..... | 4-2 |
| 5. マネジメント..... | 5-1 |
| 5.1. 実施体制..... | 5-1 |
| 5.2. 受益者負担の考え方..... | 5-8 |
| 5.3. 研究開発計画..... | 5-9 |

・事業原簿 7 (2/4)

6. 目標及び達成状況の詳細

6.1. 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」

6.1.1. 性能評価基準等の研究開発

| | |
|--|-------|
| 6.1.1.1 無人航空機等を活用した物流システムの性能評価手法等に関する研究開発 | 6-1 |
| 6.1.1.2 無人航空機等を活用したインフラ点検ロボットシステムの性能評価手法等の研究開発 | 6-31 |
| 6.1.1.3 インフラ維持管理等に資する水中ロボットの性能評価手法等の研究開発 | 6-136 |
| 6.1.1.4 調査用無人航空機の評価手法の研究開発 | 6-181 |
| 6.1.1.5 陸上移動ロボットの防爆性能評価手法等の研究開発 | 6-222 |
| 6.1.1.6 各種ロボットの性能評価基準の策定等の研究開発 | 6-242 |
| 6.1.1.7 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 | 6-269 |

6.1.2. 省エネルギー性能など向上のための研究開発

- 6.1.2.1 特殊環境下における連続稼働等が可能な機体の研究開発 6-487
- 6.1.2.2 長時間作業を実現する燃料電池ドローンの研究開発 6-488
- 6.1.3. 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
- 6.1.3.1 高効率エネルギーマネジメントのための高精度残量計及び高エネルギー密度電池の開発 6-511

・事業原簿7(3/4)

6.2. 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」

6.2.1. 無人航空機の運航管理システムの開発

- 6.2.1.1 1) 運航管理統合機能の開発(物流) : 安心・安全で効率的な物流等のサービスを実現する運航管理システムの研究開発 6-530
- 6.2.1.2 2) 運航管理機能の開発(警備) : 警備業務に対応した運航管理機能の研究開発 6-574
- 6.2.1.3 2) 運航管理機能の開発(災害) : 複数無線通信網を利用した多用途運航管理機能の開発 6-652
- 6.2.1.4 2) 運航管理機能の開発(衛星/災害) : 衛星通信を利用するドローンの運航管理システムの開発 6-688
- 6.2.1.5 3) 運航管理機能の開発(離島対応等) : 準天頂衛星システムを利用した無人航空機の自律的ダイナミック・リルーティング技術の開発 6-719
- 6.2.1.6 4) 情報提供機能の開発—空間情報基盤: 無人航空機の安全航行のための空間情報基盤の開発 6-769
- 6.2.1.7 4) 情報提供機能の開発—気象情報提供機能ドローン向け気象情報提供機能の研究開発 6-790
- 6.2.1.8 5) 運航管理システムの全体設計: 運航管理システムの全体設計に関する研究開発 6-804
- 6.2.1.9 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および有人航空機との空域共有に関する研究開発 6-820
- 6.2.1.10 7) 運航管理統合機能の機能拡張に関する研究開発: 運航管理統合機能の機能拡張に関する研究開発 6-960
- 6.2.1.11 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) : 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) 6-1166
- 6.2.1.12 9) 地域特性に考慮した情報提供機能に関する研究開発) : 空の道を組み込んだ統合型情報提供機能の実用化 6-1209

6.2.1.13 9) 地域特性に考慮した情報提供機能に関する研究開発) :

地域特性を考慮したドローン気象情報提供機能に関する研究開発 6-1222

6.2.1.14 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 :

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 6-1240

・事業原簿7(4/4)

6.2. 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」

6.2.2. 無人航空機の衝突回避技術の開発

6.2.2.1 1) 非協調式 SAA の研究開発 : 電波・光波センサ統合技術の開発 6-1433

6.2.2.2 2) 協調式 SAA の研究開発 : 正確な位置情報を共有するための準天頂衛星対応受信機の研究開発 6-1473

6.2.2.3 2) 協調式 SAA の研究開発 : 準天頂衛星対応受信機の低消費電力化の研究開発 6-1480

6.2.2.4 3) 衝突回避システムの小型化・低消費電力化 :
衝突回避システムの小型化・低消費電力化の研究開発 6-1495

6.2.2.5 4) 準天頂衛星システムの小型化・低消費電力化 : 準天頂衛星システムに対応した受信機、アンテナ小型化・低消費電力化の研究開発 6-1514

6.3. 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」

6.3.1. デジュール・スタンダード 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 6-1532

6.3.2. デファクト・スタンダード 6-1540

6.3.3. ドローンに関する知財・国際標準を活用したグローバル展開に向けた
連携・支援体制の構築に係る調査研究事業 6-1605

6.4. 研究開発項目④「空飛ぶクルマの先導研究調査」

6.4.1 海外における空飛ぶクルマの実証事例調査 :

空飛ぶクルマに関するオペレーション体制・事業モデル調査 6-1614

6.4.2 空飛ぶクルマの社会実装に向けた要素技術調査 :

空飛ぶクルマに関する海外制度及び国際標準化の動向調査 6-1625

7. 添付資料

(添付資料1) プロジェクト基本計画 7-1

(添付資料2) 空の産業革命に向けたロードマップ 7-32

(添付資料3) プロジェクト開始時関連資料 7-35

(添付資料4) 特許論文等リスト 7-43

1. 概要

| | | | |
|-----------------------------------|---|----------|-------------|
| | | 最終更新日 | 2023年11月13日 |
| プロジェクト名 | NEDO プロジェクト名：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 METI 予算要求名称：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 | プロジェクト番号 | P17004 |
| 担当推進部/ PMまたは担当者 及び METI 担当課 | <p>担当推進部：ロボット・AI 部 経済産業省担当課：製造産業局 航空機武器宇宙産業課 次世代空モビリティ政策室 製造産業局 産業機械課 ロボット政策室</p> <p>【研究開発項目①、②、③(1)】 <プロジェクトマネージャー (PM) > 宮本 和彦 (2017年4月～2021年2月) (アドバイザー2021年4月～2023年3月) 弓取 修二 (2021年3月～2021年9月 (PM代行)) 林 成和 (2022年1月～2022年3月 (PM代行)) 梅田 英幸 (2022年5月～2023年3月 (PM代行))</p> <p><プロジェクト担当者> 山中 寛幸 (2017年4月～2018年11月) 永松 純 (2017年4月～2021年3月) 山名 宏昭 (2018年10月～2020年3月) 寺島 政博 (2019年4月～2020年3月) 中里 亮 (2019年4月～2020年12月) 田邊 栄一 (2019年10月～2019年12月、2022年2月～2022年9月) 林 修司 (2019年10月～2019年12月) 野口 恵古 (2020年4月～2022年3月) 大熊 正文 (2020年4月～2023年3月) 森 理人 (2020年5月～2023年3月) 西村 昌之 (2020年12月～2023年3月) 真野 真一郎 (2021年4月～2023年3月) 前田 一秀 (2021年4月～2023年3月) 若山 哲弥 (2021年4月～2023年3月)</p> <p>三浦 辰男 (2021年4月～2022年3月) 佐藤 憲二 (2021年5月～2022年3月) 田沼 浩行 (2021年5月～2022年3月) 岡村 茂則 (2022年2月～2023年3月) 平山 紀之 (2022年4月～2023年3月) 安生 哲也 (2023年2月～2023年3月)</p> <p>【研究開発項目③(2)】 <プロジェクトマネージャー (PM) > 和佐田 健二 (2017年11月～2021年10月 (※2019年2月より PM)) 細谷 克己 (2017年10月～2023年3月 (*2021年11月より PM))</p> <p><プロジェクト担当者> 速水 一行 (2017年4月～2017年9月) 原 大周 (2017年4月～2017年10月) 藤井 祐造 (2017年4月～2018年5月) 金子 智幸 (2017年4月～2018年7月) 井上 麻里 (2017年4月～2018年9月) 石原 拓郎 (2018年4月～2021年10月) 飛塚 雄二 (2018年10月～2021年10月) 直井 理恵 (2019年3月～2019年12月) 神山 和人 (2020年5月～2022年4月)</p> | | |

| | |
|----------------------------|--|
| | <p>弓取 修二 (2021年4月～2021年9月) 千田 和也 (2021年8月～2021年10月) 土井 浩史 (2022年5月～2023年3月)</p> <p>【研究開発項目④】 <プロジェクトマネージャー (PM) > 森 理人 (2021年4月～2022年3月)</p> <p><プロジェクト担当者> 若山 哲弥 (2021年4月～2022年3月) 三浦 辰男 (2021年4月～2022年3月) 佐藤 憲二 (2021年5月～2022年3月) 田沼 浩行 (2021年5月～2022年3月)</p> |
| 0. 事業の概要 | <p>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。</p> <p>また、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。</p> <p>加えて、‘空飛ぶクルマ’を活用した社会の実現にむけて、離着陸時等の安全性と効率性を実現する運航技術の開発などに向けて、先導調査研究を行う。</p> |
| 1. 意義・アウトカム (社会実装) 達成までの道筋 | |
| 1.1 本事業の位置付け・意義 | <p>ドローンについては、無人地帯で目視外飛行が可能になり、荷物配送を実施する事業者も登場したが、他方、老朽化するインフラの点検、市街地の広域巡回警備など、有人地帯での目視外飛行を可能とする必要性は高まっている。</p> <p>2019年6月5日に閣議決定された成長戦略実行計画において、有人地帯での目視外飛行の目標時期を2022年度目処とするとされており、小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会にて設定された「空の産業革命に向けたロードマップ2020」において、2022年度以降有人地帯での目視外飛行の実現にむけたUTMSの社会実装および安全性の高い機体開発について、具体行程として触れられている。</p> <p>ロボットについては、「日本再興戦略」および「ロボット新戦略」において研究開発の促進および早期社会実装実現のための手段として、競技会や実証実験の有用性について触れられている。</p> |
| 1.2 アウトカム達成までの道筋 | <p>本研究開発事業では、4つの研究開発項目を実施する。5年間の事業期間のうち2017年度から2019年度の3年間で「研究開発フェーズ」として定め、各研究開発項目において要素技術開発や実証実験の実施等を進め、2020年度以降は「実用化促進フェーズ」として定め、各研究開発項目成果の実用化・事業化を目指す。</p> <p>また、こうした「研究開発フェーズ」や「実用化促進フェーズ」と併走する形式で、研究開発項目の一つとして国際標準化の活動を一貫して実施し、将来の実用化・事業化を見据えた形でプロジェクトを推進する。</p> |

| | | 2017年度 | 2018年度 | 2019年度 | 2020年度 | 2021年度 | 2022年度 |
|--------------------|---|--|--------|--------|---------------|--------|-------------|
| | 研究開発項目①、② 各種研究開発 | 研究開発フェーズ (要素技術開発、実証実験など) | | | 実用化促進 フェーズ | | |
| | 研究開発項目③ 国際標準化活動の推進 | 国際標準化活動 | | | | | |
| | 研究開発項目④ 空飛ぶクルマの先導調査研究 | | | | | 調査 | |
| 1.3 | 知的財産・標準化戦略 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。 標準化戦略として、委託事業で得られた研究開発成果は、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。また、NEDO として、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し、併せて、本研究開発終了後の国際標準化活動継続のための仕組みについて検討する。 | | | | | | |
| 2. 目標及び達成状況 | | | | | | | |
| 2.1 | アウトカム目標及び達成見込み 【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。 省エネ効果としては、将来の物流分野やインフラ点検分野での無人航空機活用による省エネ効果および CO2 排出削減効果が見込まれる。 市場形成としては、物流、インフラ点検、災害対応、警備等分野のロボット市場が 2030 年には、約 8000 億と推測される中、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。 【達成見込み】 2022 年 12 月に改正航空法が施行され、有人地帯上空での補助無し目視外飛行（レベル 4）が制度として開始に至っている。また、直近での市場予測でも市場が伸びることが期待されている。本事業においては、レベル 4 飛行を実現する機体開発などを円滑に進めるために必要な性能評価手法の開発や、多くのドローンが飛び交うために必要となってくると考えられる運航管理技術や衝突回避技術の開発を進めてきており、アウトカム目標の達成に向けて寄与している。加えて、2022 年度から開始している「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」において、小口のラストワンマイルドローン物流を促す研究開発事業を行っており、他政府施策も活用されながら、機体メーカーや実運航を行う事業者の開発投資、認証取得などが順調に進めば、2030 年のアウトカム目標が達成される見込み。 | | | | | | |
| | 研究開発項目 | アウトプット目標 | | | | | 達成状況 |
| 2.2 | アウトプット目標及び達成状況 <u>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」</u> | ・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 | | | | | ○ |

| | | | |
|-----------|--|---|---|
| | | <p>性及び安全性等の評価手法及び評価基準を開発する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 | |
| | <p><u>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」</u></p> | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | ○ |
| | <p><u>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」</u></p> | <ul style="list-style-type: none"> 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。また、World Robot Summit の継続的な実施に向けた取組や検討を行う。 | ○ |
| | <p><u>研究開発項目④「空飛ぶクルマの先導調査研究」</u></p> | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | ○ |
| 3. マネジメント | | | |
| | <p>プロジェクトリーダー</p> | <p>中央大学 教授 大隅久 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA） 研究領域主幹 原田賢哉 株式会社日刊工業新聞社 執行役員総合事業本部長（総合事業局次長） イベント事業部長 林英雄 玉川大学 教授 岡田浩之 東北大学 教授 田所諭 神戸大学 教授 横小路泰義 カリフォルニア大学サンディエゴ校 准教授 江口愛美</p> | |

| | |
|---|---|
| <p>プロジェクトマネージャー</p> | <p>【研究開発項目①、②、③(1)】 宮本 和彦 (2017年4月～2021年2月) 弓取 修二 (2021年3月～2021年9月 (PM代行)) 林 成和 (2022年1月～2022年3月 (PM代行)) 梅田 英幸 (2022年5月～2023年3月 (PM代行))</p> <p>【研究開発項目③(2)】 和佐田 健二 (2017年11月～2021年10月) 細谷 克己 (2021年11月～2023年3月)</p> <p>【研究開発項目④】 森 理人 (2021年4月～2022年3月)</p> |
| <p>委託先 (助成事業の場合「助成先」とする など適宜変更) (組合が委託先に含まれる場合は、 その参加企業数及び参加企業名も記載) * 下線はコンソ代表</p> | <p>研究開発項目①</p> <p>「ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の開発」</p> <p>(1) 性能評価基準等の研究開発</p> <p>1-1)～1-6) 性能評価手法等の研究開発 (委託、2017年度)</p> <p>1-1) 無人航空機等を活用した物流システムの性能評価手法等に関する研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>株式会社自律制御システム研究所</u> <p>1-2) 無人航空機等を活用したインフラ点検ロボットシステムの性能評価手法等の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>富士通株式会社</u> ・ 日本電気株式会社 ・ 株式会社イクシスリサーチ ・ 株式会社エンルート ・ 株式会社プロドローン <p>1-3) インフラ維持管理等に資する水中ロボットの性能評価手法等の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>パナソニック株式会社</u> ・ 朝日航洋株式会社 ・ パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社 <p>1-4) 調査用無人航空機の評価手法の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>株式会社SUBARU</u> <p>1-5) 陸上移動ロボットの防爆性能評価手法等の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>三菱重工業株式会社</u> <p>1-6) 各種ロボットの性能評価基準の策定等の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>一般財団法人製造科学技術センター</u> <p>1-7) 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 (委託、2018～2019年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>国立研究開発法人産業技術総合研究所</u> ・ 株式会社自律制御システム研究所 ・ 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 ・ 国立大学法人東京大学 |

- ・株式会社プロドローン
 - ・イームズロボティクス株式会社
- 1-8) 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（委託、2020～2022年度）
- ・国立研究開発法人産業技術総合研究所
 - ・国立大学法人東京大学
 - ・独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所
 - ・国立大学法人長岡技術科学大学
 - ・イームズロボティクス株式会社
 - ・株式会社プロドローン
 - ・国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
 - ・東京航空計器株式会社
 - ・本郷飛行機株式会社
- (2) 省エネルギー性能等向上のための研究開発（助成、2017～2019年度）
- 2-1) 特殊環境下における連続稼働等が可能な機体の研究開発
- ・株式会社エンルート
- 2-2) 長時間作業を実現する燃料電池ドローンの研究開発
- ・株式会社プロドローン
- (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（助成、2020～2021年度）
- 3-1) 高効率エネルギーマネジメントのための高精度残量計及び高エネルギー密度電池の開発
- ・マクセル株式会社
 - ・古川電池株式会社

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) 運航管理統合機能の開発（委託、2017～2019年度）
- 1-1) 安心・安全で効率的な物流等のサービスを実現する運航管理システムの研究開発
- ・日本電気株式会社
 - ・株式会社エヌ・ティ・ティ・データ
 - ・株式会社NTTドコモ
 - ・楽天株式会社
 - ・株式会社日立製作所
- 2) 運航管理機能の開発（物流及び災害対応等）（委託、2017～2019年度）

- 2-1) 警備業務に対応した運航管理機能の研究開発
 - ・ KDDI株式会社
 - ・ Terra Drone株式会社
- 2-2) 複数無線通信網を利用した多用途運航管理機能の開発
 - ・ 株式会社日立製作所
 - ・ 国立研究開発法人情報通信研究機構
- 2-3) 衛星通信を利用するドローンの運航管理システムの開発
 - ・ スカパーJSAT株式会社
- 3) 準天頂衛星システムを利用した無人航空機の自律的ダイナミック・リルーティング技術の開発（離島対応）（委託、2017～2019年度）
 - ・ 株式会社SUBARU
 - ・ 日本無線株式会社
 - ・ 日本アビオニクス株式会社
 - ・ 株式会社自律制御システム研究所
 - ・ 三菱電機株式会社
- 4) 情報提供機能の開発（助成、2017～2019年度）
 - 4-1) ドローン向け気象情報提供機能の研究開発
 - ・ 一般財団法人日本気象協会
 - 4-2) 無人航空機の安全航行のための空間情報基盤の開発
 - ・ 株式会社ゼンリン
- 5) 運航管理システムの全体設計に関する研究開発（委託、2017～2019年度）
 - ・ 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
- 6) 遠隔からの機体識別に関する研究開発（委託、2020～2021年度）
 - ・ 日本電気株式会社
 - ・ 株式会社日立製作所
 - ・ 株式会社NTTドコモ
 - ・ KDDI株式会社
 - ・ Terra Drone株式会社
 - ・ 株式会社エヌ・ティ・ティ・データ
 - ・ 国立研究開発法人情報通信研究機構
 - ・ 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
 - ・ 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
- 7) 運航管理統合機能の機能拡張に関する研究開発（委託、2020～2021年度）
 - ・ 日本電気株式会社
 - ・ 株式会社エヌ・ティ・ティ・データ

- ・株式会社日立製作所
 - ・株式会社ウェザーニューズ
- 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）
（委託、2020～2021年度）
- ・株式会社SUBARU
 - ・日本無線株式会社
 - ・日本アビオニクス株式会社
 - ・株式会社自律制御システム研究所
 - ・マゼランシステムズジャパン株式会社
- 9) 地域特性を考慮した情報提供機能に関する研究開発（助成、
2020～2021年度）
- 9-1) 空の道を組み込んだ統合型情報提供機能の実用化
- ・株式会社ゼンリン
- 9-2) 地域特性に考慮したドローン気象情報提供機能に関する研究
開発
- ・一般財団法人日本気象協会
- 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（委
託、2020～2021年度）
- ・KDDI株式会社
 - ・パーソルプロセス&テクノロジー株式会社
- (2) 無人航空機の衝突回避システムの開発
- 1) 非協調式 SAA（助成、2017～2019年度）
- ・日本無線株式会社
 - ・株式会社SUBARU
 - ・日本アビオニクス株式会社
 - ・株式会社自律制御システム研究所
- 2) 協調式 SAA（助成、2017～2019年度）
- 2-1) 正確な位置情報を共有するための準天頂衛星対応受信機の研
究開発
- ・マゼランシステムズジャパン株式会社
- 2-2) 準天頂衛星対応受信機の低消費電力化の研究開発
- ・三菱電機株式会社
- 3) 衝突回避システムの小型化・低消費電力化（助成、2020～2021
年度）
- ・日本無線株式会社
 - ・日本アビオニクス株式会社
 - ・株式会社自律制御システム研究所

| | | | | | | | | |
|--|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | <p>4) 準天頂衛星システムの小型化・低消費電力化の研究開発（助成、2020～2021年度）</p> <p>・マゼランシステムズジャパン株式会社</p> <p>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」</p> <p>(1) デジュール・スタンダード（委託、2017～2022年度）</p> <p>・PwCコンサルティング合同会社</p> <p>(2) デファクト・スタンダード（委託、2017～2022年度）</p> <p>・株式会社日刊工業新聞社</p> <p>・国立研究開発法人産業技術総合研究所</p> <p>・国立大学法人神戸大学</p> <p>・特定非営利活動法人国際レスキューシステム研究機構</p> <p>・学校法人玉川学園玉川大学</p> <p>研究開発項目④空飛ぶクルマの先導調査研究（委託、2021年度）</p> <p>(1) 海外における空飛ぶクルマの実証事例調査、空飛ぶクルマに関するオペレーション体制・事業モデル調査</p> <p>・日本航空株式会社</p> <p>(2) 空飛ぶクルマの社会実装に向けた要素技術調査、空飛ぶクルマに関する海外制度及び国際標準化の動向調査</p> <p>・株式会社三菱総合研究所</p> | | | | | | |
| 3.2 受益者負担の考え方 事業費推移 (会計・勘定別にNEDOが負担した実績額（評価実施年度については予算額）を記載） (単位:百万円) | 会計・勘定 | 2017fy | 2018fy | 2019fy | 2020fy | 2021fy | 2022fy | 総額 |
| | エネルギー特別会計 | 3,144 | 3,180 | 3,718 | 3,267 | 4,994 | 416 | 18,719 |
| | うち、開発成果促進財源 | — | 102 | 72 | 500 | 400 | — | 1,074 |
| | 総NEDO負担額 | 3,144 | 3,180 | 3,718 | 3,267 | 4,994 | 416 | 18,719 |
| | 委託 | 2,627 | 2,677 | 3,338 | 3,076 | 4,782 | 416 | 16,916 |
| | 助成：助成率1/2または2/3 | 517 | 503 | 380 | 191 | 212 | — | 1,803 |
| | 事業取り消しなどによる返還 | — | — | — | 197 | — | — | 197 |
| 3.3 研究開発計画 | | | | | | | | |
| 情勢変化への対応 | <p>事業全体を通じて、社会情勢の変化、プロジェクトの進捗状況や技術推進委員会の結果を踏まえ、研究開発テーマの見直しや、新規テーマの導入を随時検討、実施した。</p> <p>例えば、新型コロナウイルス感染拡大の影響を踏まえ、World robot summit（以下、WRS）は開催年を後ろ倒し、適切な感染症対策および開催形態をバーチャル空間と並行開催として、2021年に開催した。その他、「空の移動革命に向けたロードマップ」の公表に伴い、空飛ぶ</p> | | | | | | | |

| | | |
|----------------|--|-------------------------|
| | <p>クルマ等の普及において官民が取り組んでいくべき技術開発や制度整備等が整理された背景を踏まえ、空飛ぶクルマ等次世代エアモビリティに関するテーマを新たに実施した。</p> <p>また、改正航空法（2021/6 公布）の 2022/12 までの施行に向けて、国交省航空局による機体認証関連検討を促進し、連携を図っていくため研究開発項目①の「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」を期間延長した。同時に、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、WRS の継続的な実施に向けた運営コミュニティの再構築、計画立案、競技種目再設定と概略設計の実施、成果普及の為のセミナーやフォーラムの実施、人材育成プログラムの実施、WRS 成果を中心にした研究者や技術者等のネットワーク構築の為の人的交流事業等の実施をするため、1 年事業期間を延長し、事業を推進した。</p> <p>なお、研究開発項目①「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」（2）「省エネルギー性能等の向上のための研究開発」2-1）「特殊環境下における連続稼働等が可能な機体の研究開発」については、不正が生じたため 2020 年度に交付決定の取り消しを行い、取り消した補助金については全額返還済みとなっている。</p> | |
| 中間評価結果への対応 | <p>中間評価の「ロボット・ドローン技術は、期待される機能を発揮するための技術開発と、安全性確保を含めた運航システムの確立が極めて重要であり、国内の公的機関との連携、さらには国際的な協力が必要である。様々な利用における期待が大きいため、慎重にかつ迅速に研究開発を進めていただければと思う。」という指摘に対して、評価基準の規格化、技術開発（長時間飛行、運航管理の機能拡張、衝突回避システム等の小型化）として、委託 4 事業・助成 5 事業を 2020 年度からの研究開発小項目として追加した。また、国交省の改正航空法施行に向けて、研究開発項目①（①-(1)-8）「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」の期間延長もを行い、航空局や業界関係者とも連携し、具体的な照明手法の事例検討などを行った。研究開発項目②（1）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（委託、2020～2021 年度）等においては、国内の多くの方々と連携を図り、実運用にむけての課題の整理、官民競技会運航管理WG 等への情報提供などをおこなった。</p> <p>研究開発項目③（2）について、中間評価結果への「競技会を通じてどのように研究開発成果を世界のデファクト・スタンダードにつなげようとするのかについてしっかり考えてほしい。」という指摘に対して、WRS 災害対応ロボット競技で用いられた STM の評価手法の 1 つである Negotiate が、NIST と連携して、2022 年 6 月の ASTM(世界最大の標準化団体) E54.09 Robotics 委員会で、規格化の対象として議題に挙げられ、現在 ASTM の規格として再現性や運用性等の総合的評価が行われている。他の STM についても、NIST との意見交換を継続している。</p> | |
| 評価に関する事項 | 事前評価 | 2016 年度実施 担当部 ロボット・AI 部 |
| | 中間評価 | 2019 年度 中間評価実施 |
| | 終了時評価 | 2023 年度 終了時評価実施 |
| 別添 | | |
| d o 投稿論文 | 「査読付き」12 件、「その他」48 件 | |
| 特 許 | 出願特許：25 件 うち外国特許：6 件 特記事項：なし | |

| | | |
|--------|------------------------------|--|
| k u | <p>その他の外部発表 (プレス発表等)</p> | <p>●プレス発表：23件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2018年5月30日：インフラ点検や災害対応に活用する「ロボット性能評価手順書」を公表 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100962.html ・2018年5月30日：無人航空機の新たな安全評価基準の開発に着手 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100963.html ・2018年7月26日：インフラ点検・災害対応ロボットの普及拡大を目指した人材育成事業に着手 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101001.html ・2018年12月14日：世界初、無人航空機に搭載した衝突回避システムの探知性能試験を実施。 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101048.html ・2019年3月1日：同一空域・複数ドローン事業者のための運航管理システムを実証 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101072.html ・2019年4月10日：NEDOと南相馬市がロボット関連人材育成などに関する協力協定を締結 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101100.html ・2019年5月30日：衛生ドローンによる産学遭難者救助活動の実証実験に成功 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101127.html ・2019年6月27日：無人航空機の遠隔からの機体識別技術などの研究開発に着手 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101143.html ・2019年6月28日：「World Robot Summit 2020」を開催へ https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101148.html ・2019年6月28日：同一空域・複数ドローン事業者のための運航管理システムのAPI仕様書を公開 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101147.html ・2019年7月25日：世界初、相対速度100km/hでの無人航空機の衝突回避試験を実施 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101167.html ・2019年10月3日：同一空域・複数事業者のドローン運航管理システムとの相互接続試験の環境を構築 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101208.html ・2019年10月30日：一般のドローン事業者も参画したドローン運航管理システムの相互接続試験に成功 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101228.html ・2019年12月25日：無人航空機が緊急時でも自律的に危険を回避できる技術を実証 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101257.html ・2020年2月12日：World Robot Summit 2020アンバサダーにディーン・フジオカさんが就任 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101284.html ・2020年5月29日：第三者上空飛行のための無人航空機の性能評価手順書を公表 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101313.html ・2020年8月7日：ドローンの社会実装に向けた新たな研究開発に着手 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101343.html ・2020年11月17日：無人航空機を遠隔から識別できるブロードキャスト型通信評価試験を実施 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101378.html ・2020年11月30日：ドローンの社会実装に向け、複数の地域で実環境に合わせた実証試験に着手 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101385.html ・2021年4月15日：複数拠点で接続した運航管理統合機能の実証試験に成功 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101420.html ・2021年11月24日：国内最大規模、全国13地域で同時に飛行するドローンの運航管理に成功 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101494.html ・2022年2月24日：ドローンが安全に飛び交う社会の実現を促進させる研究成果を発表 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101519.html <p>2022年3月31日：無人航空機を対象としたサイバーセキュリティガイドラインを策定 https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101529.html</p> |
| | | <p>作成時期 2017年1月 作成</p> |

| | | | |
|--|------------|------|--|
| | 基本計画に関する事項 | 変更履歴 | <p>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</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>2020年4月 World Robot Summit の開催延期に伴う改訂</p> <p>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</p> <p>2022年1月 研究開発項目①及び PRISM 予算執行のための期間延長等に伴う改訂</p> <p>2022年2月 研究開発項目③(2)の内容追加および期間延長等に伴う改訂</p> |
|--|------------|------|--|

2. プロジェクト用語集

| 用語 | 意味 |
|-------|---|
| ADS-B | Automatic Dependent Surveillance-Broadcast の略。有人航空機の位置情報を取得する装置のこと。 |
| AIS | Automatic Identification System の略。呼出符号、船名、位置、針路、速力、目的地などの船舶情報を VHF 帯電波で自動的に送受信し、船舶局相互間、船舶局と陸上局間で情報の交換を行うシステムのこと。 |
| API | Application Programming Interface の略。ソフトウェアコンポーネントが互いにやり取りするために使用するインターフェースの仕様のこと。 |
| CLAS | Centi-meter Level Augmentation Service の略。センチメートル級測位補強サービスのこと。GPS の 10 メータ級の測位誤差を補正する測位補強信号を準天頂衛星から無償配信する。 |
| DAA | Detect And Avoid の略。 |
| DIPS | Drone/UAS Information Platform System の略。国土交通省が管理するドローン情報基盤システムのこと。 |
| FAA | Federal Aviation Administration の略。アメリカ連邦航空局のこと。 |
| FI | Flight Information の略。飛行情報のこと。 |
| FIMS | Flight Information Management System の略。運航管理統合機能のこと。 |
| GCS | Grand Control Station の略。地上局のこと。 |
| GNSS | Global Navigation Satellite System の略。全球測位衛星システムのこと。GPS、GLONASS、Galileo、準天頂衛星 (QZSS) 等の衛星測位システムの総称である。 |
| GPS | Global Positioning System の略。アメリカ合衆国によって運用される衛星測位システムを指す。 |
| HIC | Head Injury Criteria の略。頭部損傷基準値のこと。 |
| ICAO | International Civil Aviation Organization の略。国際民間航空機関のこと。国際航空運送の安全・保安等に関する国際標準・勧告方式やガイドラインの作成等を行う。 |
| I/F | Interface の略。 |
| ISO | International Organization for Standardization の略。国際標準化機構のこと。 |

| | |
|---------|---|
| JARUS | Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems の略。有志国の航空当局により無人機システムに関する規制の国際標準化について議論するために発足された。 |
| Ku バンド | 無線通信で用いられる周波数帯域のうち、12～18GHz の帯域のこと。 |
| LIDAR | Light Detection And Ranging の略。光を用いたリモートセンシング技術の一つであり、光を使用してさまざまな周囲環境を 2 次元的または 3 次元的にセンシングするテクノロジーおよび機器の総称である。 |
| LSI | Large-Scale Integration の略。大規模集積回路のこと。 |
| Lバンド | マイクロ波の周波数帯域の一つのこと。1GHz 帯の極超短波であり、通信やレーダーなどに用いられる。 |
| MEMS | Micro Electro Mechanical Systems の略。微小な電気機械システムのことであり、半導体のシリコン基板・ガラス基板・有機材料などに、機械要素部品のセンサ・アクチュエータ・電子回路などをひとまとめにしたミクロンレベル構造を持つデバイスを指す。 |
| NIST | National Institute of Standards and Technology の略。 米国国立標準技術研究所 |
| NTP サーバ | Network Time Protocol の略。正しい時刻情報を取得・配信しているサーバーのこと。 |
| PPP | Precise Point Positioning の略。高精度単独測位のこと。近接の基準局のデータを利用せずに、搬送波位相で数 cm の精度を達成する方式である。 |
| QZSS | Quali-Zenith Satellite System の略。準天頂衛星システムのこと。 |
| RF | Radio Frequency の略。電磁波や電気信号のうち、無線信号に利用できる周波数のこと。 |
| SAA | Sense And Avoid の略。 |
| SC16 | Sub Committee の略。分科委員会のことであり、SC16 は無人航空機システムを対象とする。 |
| SDSP | Supplemental Data Service Provider の略。情報提供機能のこと。 |
| STM | Standard Test Methods の略。標準性能試験法 (STM) は米国の研究機関で試験方法が研究され主に消防・防衛関連の災害時の訓練手法として活用され機体性能の評価法 |
| TC20 | Technical Committee の略。技術委員会のことであり、TC20 は航空機および宇宙機を対象とする。 |
| UAS | Unmanned Aircraft System の略。無人航空およびその制御システムの総称。 |
| UASO | UAS Operator の略。UASO が管理する無人航空機を安全に飛行させる責任を持つ。 |

| | |
|-----------|---|
| UASSP | UAS Service Provider の略。の UASO を安全に飛行させるため、運航管理サブシステムにおいて、UASO に対する運航管理サービスを提供する。 |
| UTM | Unmanned Traffic Management の略。無人航空機管制のこと。 |
| 高高度無人機 | パイロットが搭乗せずに無人で高度 20,000m 程度を飛行可能な航空機のこと。防災、監視、気象・環境観測、情報収集などの分野や用途で利活用が進むことが期待されている。 |
| 光波センサ | 主として近傍の対象を課し映像より検知／識別可能な映像処理装置のこと。 |
| コンフリクト | 複数の同種の何かが同じ資源を同時に利用しようとし、競合状態になってしまうこと。 |
| 準天頂衛星 | 特定の一地域の上空に長時間とどまる軌道（準天頂軌道）をとる人工衛星のこと。高い測位精度が特徴。 |
| 第三者上空飛行 | 無人航空機の運航に関与しない第三者の上空を飛行すること。 |
| ダウンウォッシュ | ヘリコプターが飛ぶためにローター（回転翼）により作り出される、下方に吹き下ろされる風のこと。 |
| 通信衛星 | 静止衛星及び周回衛星があり、広域性、同報性、耐災害性等の特長を生かして、企業内回線、地上回線の利用が困難な山間地・離島との通信、船舶・航空機等に対する移動通信サービスのほか、非常災害時の通信手段確保等に活用されている。 |
| テレメトリ | 遠隔測定法のこと。観測対象から離れた地点から様々な観測を行い、そのデータを取得する技術のこと。 |
| 電波センサ | 主として遠方の対象を検知可能なレーダのこと。 |
| ドップラーソーダ | 音波を上空に発射し、空気の密度（温度）の違いによる反射波を受信して風向・風速を計測する手法のこと。地上から上空 1km 程度までの大気の成層状態の測定も可能とする。 |
| ドップラーライダー | レーザー光を上空に発射し、エアロゾルからの散乱光を受信して風向・風速を計測する手法のこと。従来型の風向風速計では計測できなかった上空や前方の離れた地点の計測を可能とする。 |
| トラヒック | LAN、電話回線などの回線利用量または送られる情報量のこと。 |
| ハンドオーバー | 移動中に無線端末で通信する際に、交信する基地局を切り替える動作のこと。 |
| 福島 RTF | 福島ロボットテストフィールドの略。物流やインフラ点検、大規模災害などに対応する陸・海・空のロボットの一大拠点として、福島県南相馬市・浪江町に整備されている。 |
| ペイロード | 主に航空機を対象に、実際に搭載した旅客、貨物、郵便物等の重量のこと。 |
| ベースバンド信号 | 圧縮信号に対する、圧縮前の信号のこと。 |

| | |
|-------------|---|
| ヘカトンケイルシステム | 各種無人機による能動的情報収集やフィードバックを半自律的に統合するシステムのこと。 |
| マルチコプター | ヘリコプターのように回転翼を用いて飛行する機体のうち、3 つ以上のモーターを持つものこと。 |
| マルチホップ | 無線機に備え付けられたセンサを中継器として利用し、長距離通信を可能とするネットワーク技術のこと。通信経路とも呼ばれる。 |
| メッシュデータ | 地図上で格子状に区切ったデータのこと。 |
| 目視外飛行 | 無人航空機の操縦者が、自分の目によって無人航空機の位置や姿勢及び航行の安全性を確認できない飛行のこと。 |
| ラストワンマイル | 通信や物流の業界において、利用者の最寄りに位置する基地局から受け取るユーザーまでを結ぶ最後の区間のこと。 |
| ローラ方式 | LPWA (Low Power, Wide Area) という少ない消費電力で広いエリアをカバーする無線通信方式の一つのこと。 |

3. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

3.1. 事業の位置づけ・意義

(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ているとともに、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 2020 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、CO2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CO2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。

世界各国で機体開発が進む空飛ぶクルマにおいては、耐空性等の規制に係る検討や社会受容性の調査等、社会実装に向けた活動が活発

化している。特に米国と欧州においては、機体及び周辺領域における技術開発・成熟や社会実装を見据えたオペレーションの確立・慣熟等を目的とした実証実験が計画・実行されており、2020年代中盤以降のサービスローンチに向けた動きを加速させている。

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ならい、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

物流やインフラ点検分野等の省エネルギー化の実現に向けて、小口輸送や点検作業を行うロボット・ドローンの活躍が期待されている。

そのため本事業では、物流やインフラ点検等の分野で活用できるロボット・ドローンの社会実装を世界に先駆けて進めるため、分野に応じて求められる機体性能の評価手法や運航管理と衝突回避の技術開発を行う。

また、開発されたロボット・ドローン技術やシステムの今後の国際標準化に向けた取組を併せて実施することで、世界の省エネに貢献するとともに、我が国発の省エネ製品・システムの市場創造・拡大を実現する。

さらに、ドローンが大型化し人が乗ることが可能な、いわゆる“空飛ぶクルマ”を活用した社会の実現に向け、離着陸時等の安全性と効率性を実現する運航技術の開発および落下時の安全システム等の開発に向け、先導調査研究を実施する。

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

令和3年度予算額 **40.0億円（40.0億円）**

事業の内容

事業目的・概要

- 物流やインフラ点検分野等の省エネルギー化の実現に向けて、小口輸送や点検作業を行うロボット・ドローンの活躍が期待されています。
- そのため本事業では、物流やインフラ点検等の分野で活用できるロボット・ドローンの社会実装を世界に先駆けて進めるため、分野に応じて求められる機体性能の評価手法や運航管理と衝突回避の技術開発を行います。
- 開発されたロボット・ドローン技術やシステムの今後の国際標準化に向けた取組を併せて実施することで、世界の省エネに貢献するとともに、我が国発の省エネ製品・システムの市場創造・拡大を実現します。
- また、ドローンが大規模化し人が乗ることが可能ないわゆる“空飛ぶクルマ”を活用した社会の実現に向け、離着陸時等の安全性と効率性を実現する運航技術の開発及び落下時の安全システム等の開発に向け、先導調査研究を行います。

成果目標

- 2022年（令和4年）の有人地帯での目視外飛行（レベル4）の実現を目指し、令和3年度は、福島ロボットテストフィールド等を活用した実証等を行い、ロボットやドローンの社会実装に向けた事業環境整備や国際標準の獲得を推進します。（事業期間：平成29年度～令和3年度）
条件（対象者、対象行為、補助率等）

| | | | |
|----|---|---------|-------|
| 交付 | 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術 総合開発機構(NEDO) | ①委託・補助※ | 民間企業等 |
| 国 | | ②委託・補助※ | 民間企業等 |
| → | | ③委託 | 民間企業等 |
| → | | ④委託 | 民間企業等 |

※大企業1/2補助、中小企業2/3補助

事業イメージ

- 性能評価基準等の開発**
 - 物流やインフラ点検等の各分野の特性に応じた機体の性能やセキュリティ対策を評価する手法や、その基準を満たすためのドローンの省エネルギー技術等の開発を行います。
- 運航管理と衝突回避の技術開発**
 - 同じ空域を飛行する多数のドローンの運航を管理するシステムの社会実装に向けた開発・実証、飛行する機体を遠隔から識別・把握するための技術、他の機体や地上の建物等との衝突を回避する技術等の開発を行います。
- 国際標準化の推進**
 - 上記開発成果の海外発信を進め、今後の国際標準化活動につなげます。
 - 技術開発スピードが速く、デファクトスタンダード獲得が鍵を握るロボットについては、世界の最新技術を日本に集め、日本発のルールで開発競争が加速する仕掛けを構築します（World Robot Summit等）。
- 空飛ぶクルマの先導調査研究**
 - 離着陸時等の安全性と効率性を実現する運航技術の開発及び落下時の安全システム等の開発に向け、先導調査研究を行います。

運航管理システム

物流 災害対応 インフラ点検

実証拠点 衝突回避技術

福島ロボットテストフィールド

性能評価基準
国際標準化

図 1-1 経済産業省令和3年度予算要求資料

ドローン

多くの物流無人航空機が都市部で飛行できる社会

出所：株式会社ゼンリン提供

有人ヘリコプター等と「同一空域」で安全に飛行できる社会

出所：株式会社SUBARU提供

ロボット

人とロボットが共生し、協働する社会の実現

空飛ぶクルマ

空飛ぶクルマが安全に飛行できる社会

| 流通での活用 | 離島や中山間地域での活用 | 災害時の活用 |
|--|--|--------------------------------|
| モノの移動がよりスマートに 運転手不足の物流課題の課題や 新たな空域の活用により渋滞等を解決 | 移動が不便な地域での 移動を可能に 過疎地での活用、観光需要の創出も | インフラの復旧等を待たずに 人命救助、物資支援が可能に |

図 1-2 本事業を通じて実現したい将来像

(5) NEDO が関与する意義

日本再興戦略 2016 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」が掲げられており、これら環境整備には、ロボット・ドローンが安全・安心に活躍する社会の実現が重要である。

複数のドローンが安全に空を飛び交うためには、ドローン単体の安全性能の確立だけでなく、ドローン同士を安全に運航させる仕組みづくりが必要となり、仕組み作り構築のため、研究開発型ベンチャーを含むオールジャパン体制にて、先進的な社会実装を進める必要がある。航空機の運航管理の仕組み同様、資金・開発期間の両面において民間活動のみでは達成できないため、本事業は公共性が高い事業である。

上記の通り、「小型無人機の産業利用拡大に向けた環境整備」のためには、国（NEDO）がイニシアティブを取り、将来の運航管理システムを想定し、安全性・信頼性を確保しながら、法・制度的課題等を整理し、国際標準化をマネジメントしながら、本プロジェクトを推進していくことが必要である。

また、ロボット分野において、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の研究開発は、日本政府（経済産業省および NEDO）が主催する競技会と展示会の講演会で実施することで、我が国の研究開発力を促進させるとともに、イニシアティブを取り得る。特に、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産業の競争力強化のため、世界の最新技術動向を日本に集め、日本初のルールで開発競争が加速する手法を開発することが必要であり、他国においても、政府機関主導で競技会方式に拠って研究開発の促進を図っていることを鑑み、NEDO がこれまで持つ知識、実績を活かして推進すべきである。

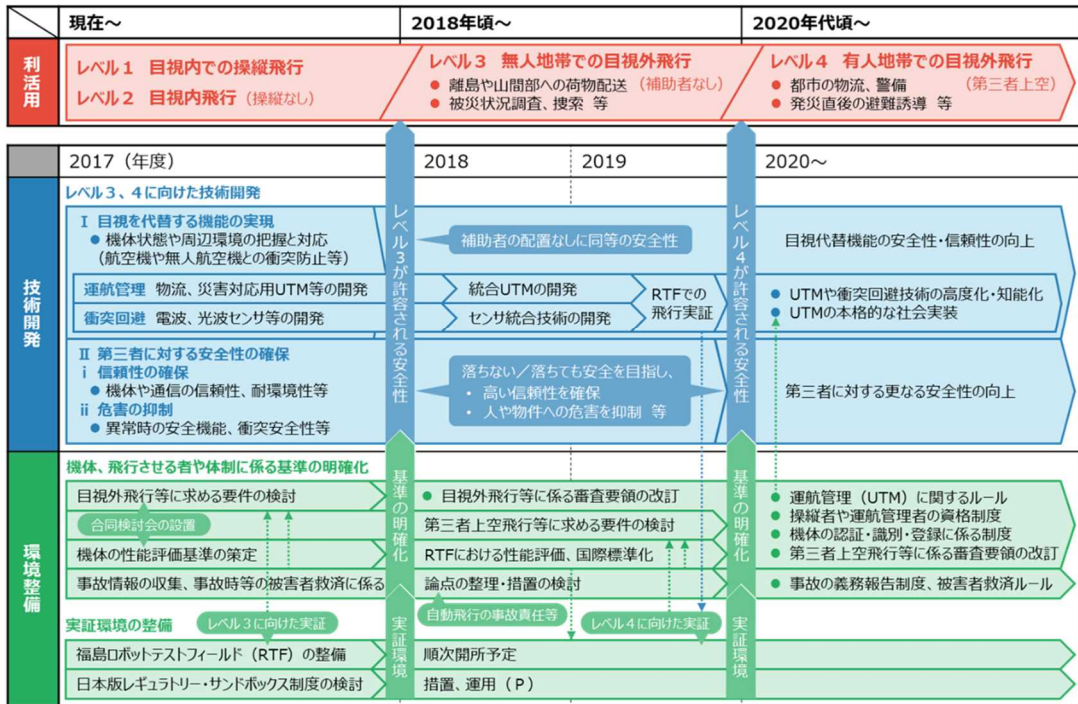


図 1-2 空の産業革命に向けたロードマップ 2017 年公表

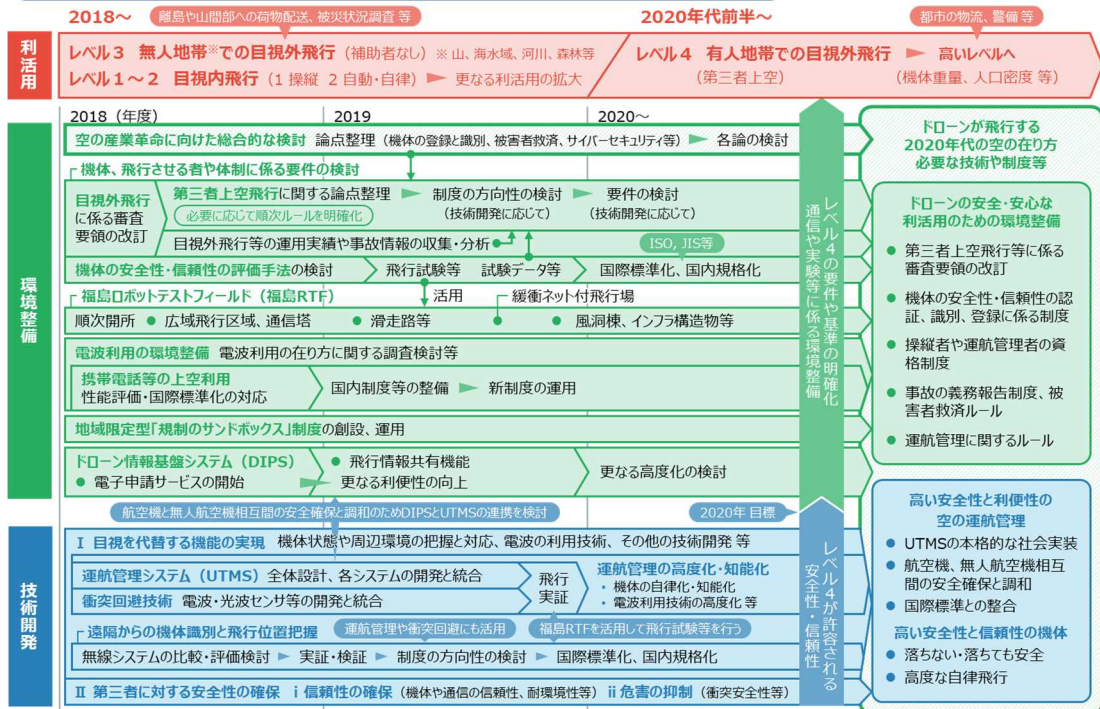


図 2-2 空の産業革命に向けたロードマップ 2018 年公表

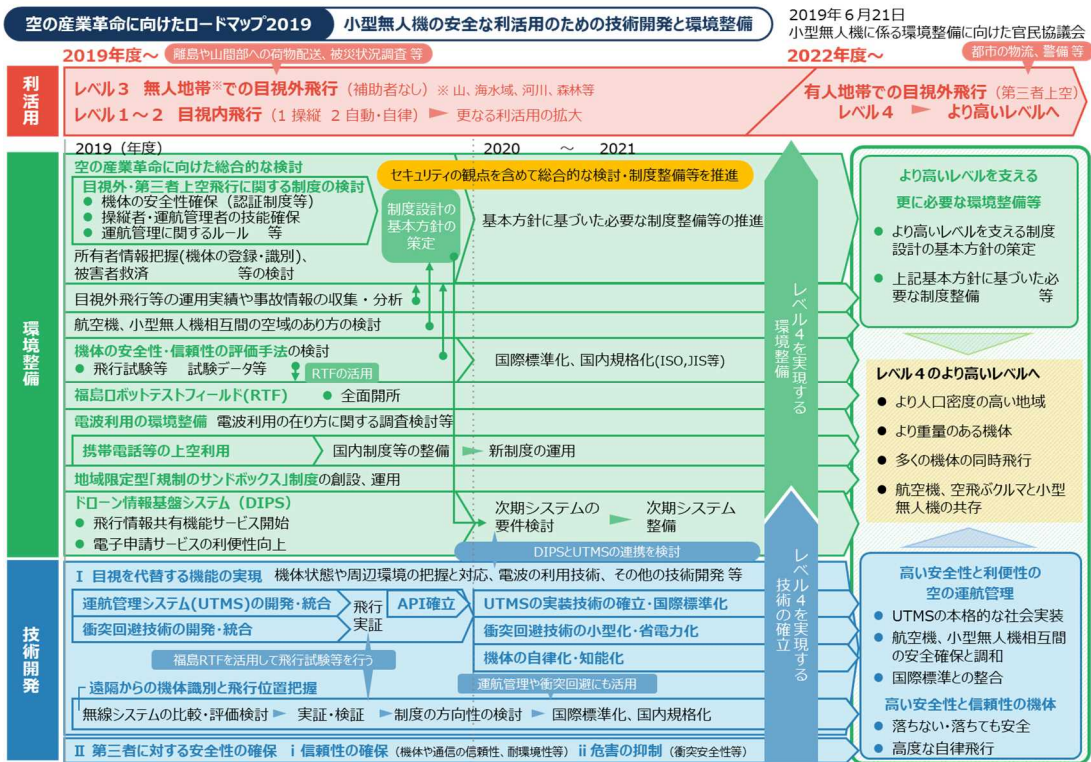


図 2-3 空の産業革命に向けたロードマップ 2019 年公表

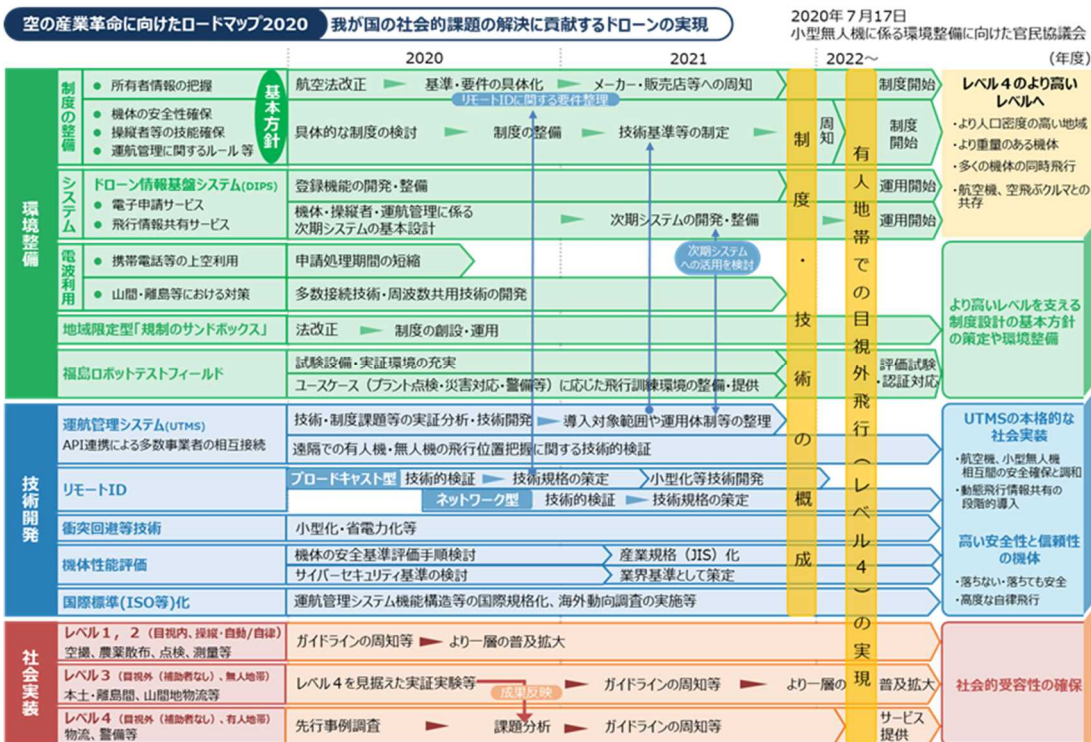


図 2-4 空の産業革命に向けたロードマップ 2020 年公表

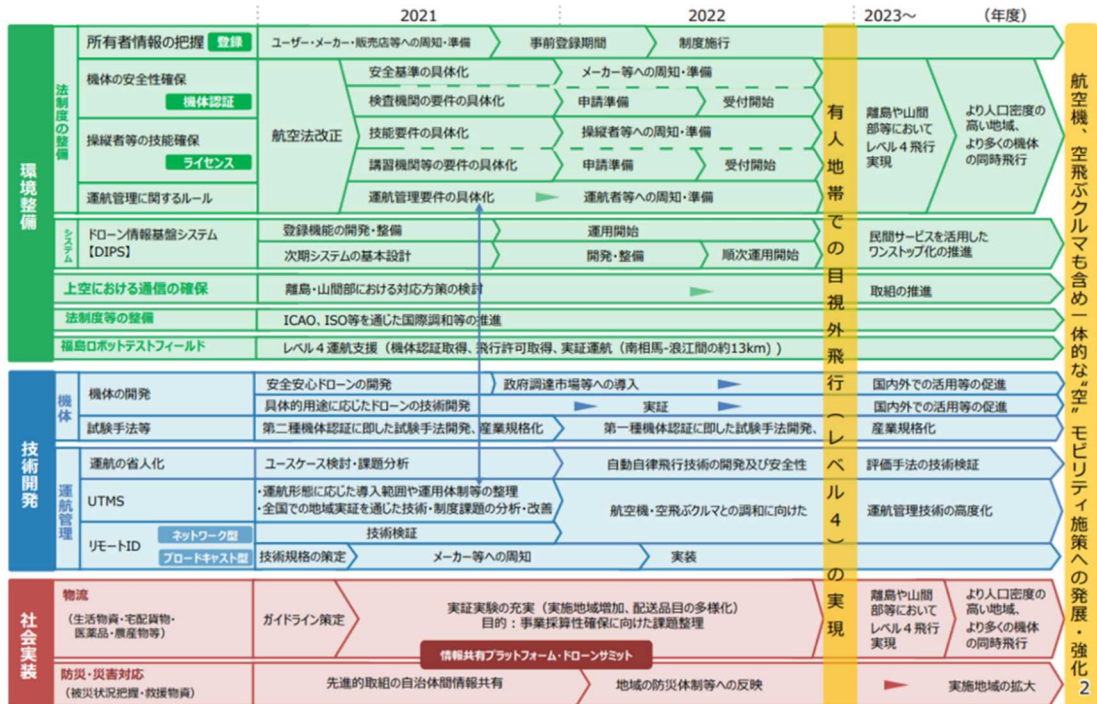


図 2-5 空の産業革命に向けたロードマップ 2021 年公表

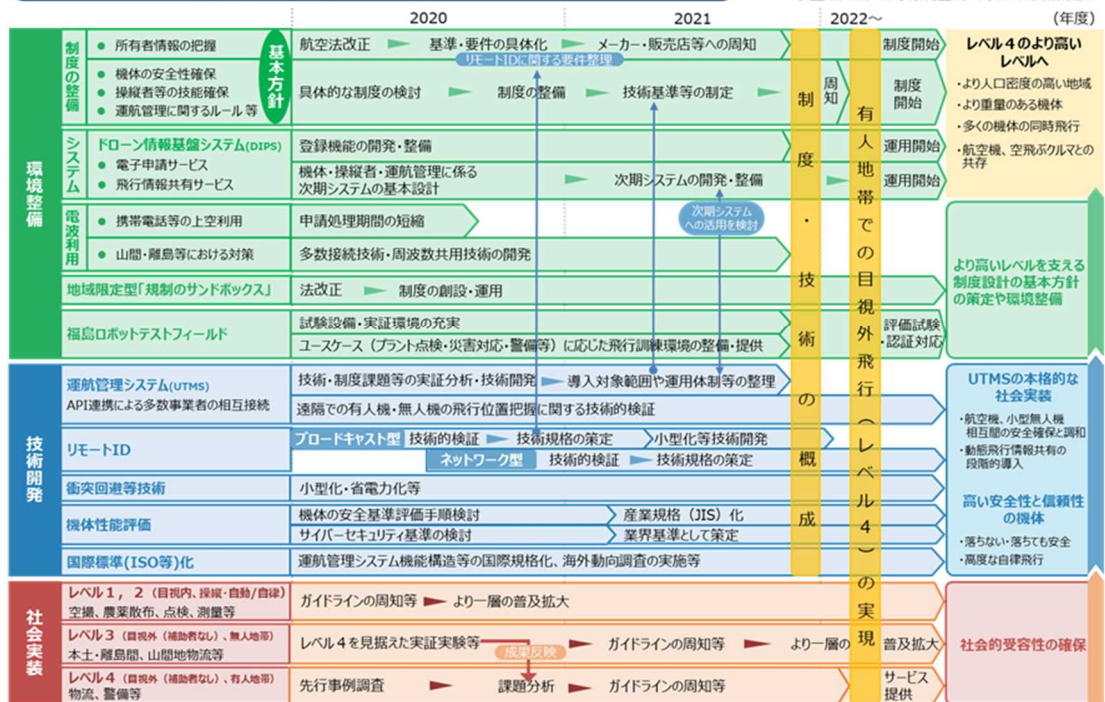


図 2-6 空の産業革命に向けたロードマップ 2022 年公表

3.2. アウトカム達成までの道筋

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。

3.3. 知的財産・標準化戦略

(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。

また、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、標準化団体へと引き継ぐことをアウトプット目標として設定している。

(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。

4. 目標及び達成状況

4.1. アウトカム目標及び達成見込み

(1) 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、早ければ2018年頃に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(平成28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。

また、次世代空モビリティについては、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り、24時間配送サービスが実現することで、2030年に約8.6万トンのCO₂削減効果が期待される。

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。

また、次世代空モビリティについては、順調に技術・インフラが整備され、従来のタクシー・バスなどの交通手段を空飛ぶクルマが代替されると、2030年に機体約500億円、サービス約6,000億円の国内市場規模の形成が期待される。

(2) 達成見込み

ア) 省エネ効果

2022年12月には、改正航空法が施行され、第三者上空補助者無し目視外飛行が制度として開始された。本事業を通じ、機体の安全性を評価する証明手法事例を具体化し、多数の無人航空機が飛び交う時代に備えた、運航管理技術や衝突回避技術の開発を行った。2022年度から開始している「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」小口のラストワンマイルドローン物流の開発導入促す研究開発事業を行っており、他政府施策も活用されながら、機体メーカーや実運航を行う事業者の開発投資、認証取得などが順調に進むことで、非効率な物流から代替が始まることなどにより、2030年頃には想定省エネ効果が達成される見込み。

イ) 市場形成

2022年12月には、改正航空法が施行され、第三者上空補助者無し目視外飛行が制度として開始され、今後更なる市場の拡大が期待されている。インプレス総合研究所作成の国内ドローンビジネス市場規模の予測（2023年3月公表）によれば、2027年度事典で、市場全体が8000億円を超えるという試算がなされており、当初想定されたアウトカム目標の達成はなされる見込み。

4.2. アウトプット目標及び達成状況

(1) アウトプット目標

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。

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) 達成状況

(2-1) 事業全体

目標達成度について、下表に示す。なお、◎は大きく上回って達成を、○は達成を、△は達成見込みもしくは一部達成を、×は未達を示す。

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（委託、2017～2022年度）

| 最終目標 | 成果 | 達成度 |
|---|---|-----|
| 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）毎に必要なとなる性能や安全性に関する性能評価基準と検証方法を定め、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。 | ・福島RTFで各種ロボット（無人航空機、陸上ロボット、水中ロボット）の性能評価基準を検証し、分野（物流・インフラ点検・災害調査）及びロボット毎に「ロボット性能評価手順書」を策定し、経産省HPで公開した。 | ○ |
| 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 | ・【音響特性計測試験の開発】ドローンの音響特性評価手法として、残響室法を用いる新しい試験評価法を開発した。 | ○ |

| | | |
|---|---|---|
| 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。 | <ul style="list-style-type: none"> ・2018～2019 年度の成果の一部を「無人航空機性能評価手順書」として経済産業省ホームページより公開した。 ・2021/12/15-17 に開催された第 22 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会において、DRESS プロジェクトにおける研究項目（4. 非 GPS 環境下での飛行可能な小型機体に求められる性能評価基準の研究開発）の成果についての『非 GPS 環境下での性能評価手法開発』と題した論文投稿・講演がなされ、優秀講演賞を受賞した。 | ○ |
| 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。 | <ul style="list-style-type: none"> ・2022/03 に「無人航空機分野 サイバーセキュリティガイドライン」を策定し、公表した。 ・2023/7 に「無人航空機の第二種認証に対応した証明手法の事例検討 WG 活動報告書」を、証明手法の論点整理と今後の課題についてとりまとめ、公表を行った。 | ○ |

(2) 省エネルギー性能等向上のための研究開発（助成、2017～2019 年度）

| 最終目標 | 成果 | 達成度 |
|--|---|-----|
| 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。 | <ul style="list-style-type: none"> ・SOFC システムを用いた燃料電池ドローンを開発し、300Hr の長時間稼働と 100 回の起動終了で劣化しない性能を確認した。 | ○ |

(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（助成、2020～2021 年度）

| 最終目標 | 成果 | 達成度 |
|---|---|-----|
| 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。 | <ul style="list-style-type: none"> ・バッテリー残量を高精度に把握するアルゴリズムを開発し、適切なエネルギーマネジメントを行うことで、福島 RTF にて 10km 以上の飛行を行った。 ・また、ドローン用に高エネルギー密度電池（液系 280Wh/h）を試作し安全性を確認した。 | ○ |

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（委託、2017～2021 年度）

| 最終目標 | 成果 | 達成度 |
|--|---|-----|
| 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 | <ul style="list-style-type: none"> ・福島県のロボット・テストフィールドや浜通り地区での同一空域・ドローン事業者の運航管理システムの研究開発、実証を実施した。実証にあたり、福島県に関する情報収集を踏まえて開発したマップを活用した。 | △ |

| | | |
|--|--|---|
| <p>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。</p> <p>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量した 3D 可視化マップを活用して設定する。</p> | <ul style="list-style-type: none"> マルチGNSSによる高精度な位置情報を活用した自律制御及び衝突回避技術を搭載した無人航空機の飛行実証を遂行した。 | |
| <p>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。</p> | <ul style="list-style-type: none"> 仕様および共通 IF 等の策定においては、外部有識者の意見や各種会議、シンポジウムにおいて検討を実施し、策定した。 またその仕様を活用し、実際のユースケースを想定し、接続実証も実施した。 | ○ |
| <p>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。</p> | <ul style="list-style-type: none"> 仕様および共通 IF 等の策定においては、外部有識者の意見や各種会議、シンポジウム等において検討を実施し、API を公開した。 地域特性を考慮した、運航管理システムの実証も行い、実用に向けた適用課題の整理を行い、官民協議会下のWGで検証結果等の提示も行った。 | ○ |

(2) 無人航空機の衝突回避システムの開発 (助成、2017～2021 年度)

| 最終目標 | 成果 | 達成度 |
|--|--|-----|
| <p>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。</p> | <ul style="list-style-type: none"> 光波センサを搭載するハードウェアと衝突回避のアルゴリズムを開発した。 福島 RTF において高速移動する対象機の探知試験を実施し、100km/h で飛行する有人航空機を自動検知することに成功した。また、衝突回避試験も実施し、衝突回避に成功した。 | ○ |
| <p>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。</p> | <ul style="list-style-type: none"> 開発した自律的ダイナミック・ルーティング技術の開発を行い、実装した無人航空機を用いて、福島ロボット・テストフィールド等にて飛行実証を行い、実環境下での技術の有効性を検証した。 | ○ |
| <p>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。</p> <p>光波センサは全方位をセンシングするものと</p> <p>1 し、サイズ・重量・消費電力は 2250 cm³ /0.8kg/25w 以下を目指す。</p> <p>電波センサは全方位をセンシングするものと</p> | <ul style="list-style-type: none"> 無人航空機が緊急時でも自律的に危険を回避できる技術を実証する飛行試験を実施した。 個別技術の成果は以下の通り。 有人機を離隔距離 1km で安定的に探知可能な光波センサを目標サイズ内で開発した。 離隔距離 500m で「有人機」/「有人機以外」を識別可能であることをシミュレーションにより確認し | ○ |

| | | |
|---|---|---|
| <p>し、サイズ・重量・消費電力は 2400 cm³/1.2kg/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 cm³/0.3kg/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 cm³/0.5kg/2w 以下を目指す。</p> | <p>た。 ・全方位センシング可能なセンサを目標サイズ内で開発した。 ・相対速度 200km/h で飛行する有人ヘリコプターを 1km 以遠で探知し衝突回避するためのセンサの有効性を検証した。 ・対有人機相対速度 200km/h、対無人機相対速度 100km/h の衝突回避において、光波・電波センサからの情報をもとに回避を行う自律管理装置を開発し、動作検証を実施した。 ・半導体不足により小型モジュール開発が間に合わなかったが、既存受信機を小型無人機に搭載し、協調式 SAA による衝突回避の飛行試験を委託枠で実施した。</p> | |
| <p>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。</p> | <p>衝突回避分野について技術調査を行い、他標準化団体との役割分担を整理し、日本特有の ADS-B (out) 非搭載ヘリなどが存在する環境下でも有効な衝突回避技術の開発及び飛行実証を行い、機能評価を実施した。</p> | ○ |

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) デジタル・スタンダード（委託、2017～2022 年度）

| 最終目標 | 成果 | 達成度 |
|---|--|-----|
| <p>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。</p> | <p>・ ISO/TC20/SC16 へ規格提案し、2023 年 11 月時点で、3 件がすでに国際標準として公開され、1 件が委員会ドラフト段階となっている。 ・ ISO TC20/SC16 議長や米国の性能評価基準専門家等を招聘してシンポジウムを開催、標準化担当者への手続き・文書策定支援を実施した。</p> | ○ |

(2) デファクト・スタンダード（委託、2017～2022 年度）

| 最終目標 | 成果 | 達成度 |
|---|--|-----|
| <p>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</p> | <p>・プレ大会 World Robot Summit を開催（2019） ・ World Robot Summit を開催（2021）</p> | ○ |

| | | |
|--|--|--|
| ニア)で実施する。また、国際標準化を推進するための継続的な実施に向けた取組や検討を行う。 | ・STM の評価手法の1つである Negotiate は ASTM において規格化の対象として議題に挙げられ(2022)、現在、再現性や運用性等の総合的評価中。 | |
|--|--|--|

研究開発項目④空飛ぶクルマの先導調査研究 (委託、2021 年度)

| 最終目標 | 成果 | 達成度 |
|---|---|-----|
| 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。 | ・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。 | ○ |

(2-2) 個別テーマ

個別テーマについては、事業原簿 第IV章を参照。



図 3-2 NEDO 内におけるプロジェクトの実施体制 (2021 年度)

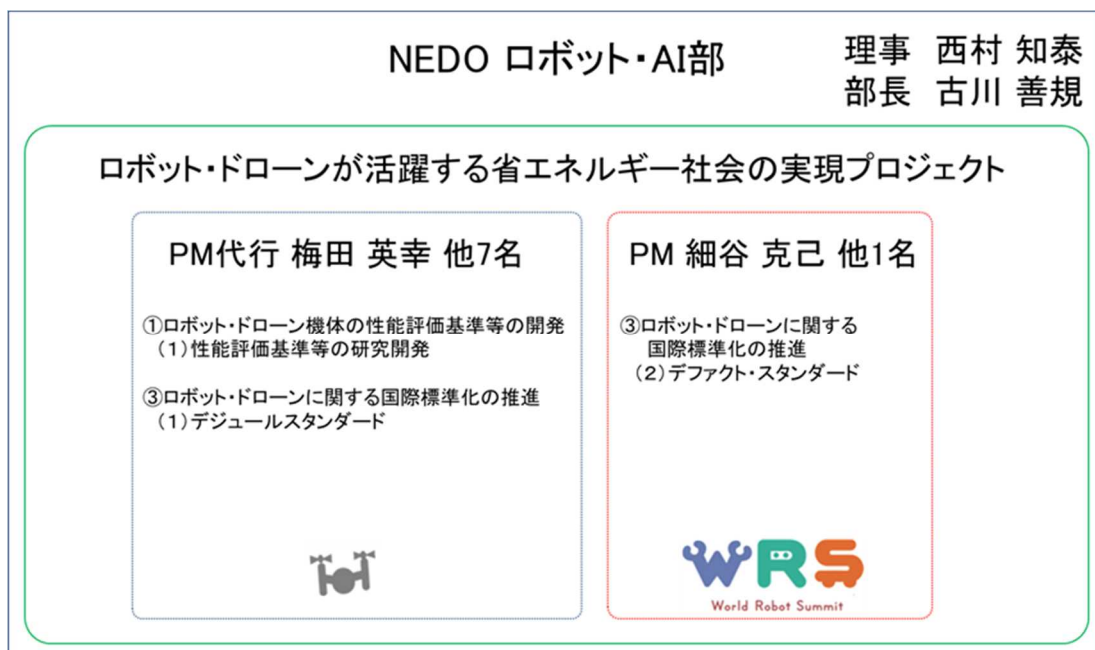


図 3-3 NEDO 内におけるプロジェクトの実施体制 (2022 年度)

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、玉川大学教授 岡田 浩之 氏、東北大学教授 田所 諭 氏、神戸大学教授 横小路 泰義 氏、カリフォルニア大学サンディエゴ校 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。



図 3-4 プロジェクト全体体制図（2017 年度）

| | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|
| NEEDO ①PL 中央大学 大隅教授 | PM ロボット・A-I部 宮本主査 | ① ロボット・ドローン機種の性能評価基準等の開発 | ①-(1) 性能評価手法等の研究開発 【①-(1)-7】 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 : 産総研・労安研・東京大学・イームズロボティクス(株)・(株)自律研・(株)プロドローン |
| | | 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-(2) 省エネルギー性能等向上のための研究開発 【①-(2)】 特殊環境下(火災)における連続稼働 : (株)エンルート 【①-(2)】 燃料電池ドローン : (株)プロドローン【再】 AIST・(株)アミテック |
| | | ③ 国際標準化 | ③-(1) デジュール・スタンダード: PwCコンサルティング合同会社 ③-(2) デファクト・スタンダード: (株)日刊工業新聞社・AIST・国際レスポンス研・神戸大学・玉川大学 |
| PM ロボット・A-I部 宮本主査 | PL JAXA 航空技術部門 研究領域主幹 原田氏 | ②-(1) 無人航空機の運航管理システムの開発 | 【②-(1)-1)+2】 運航管理統合機能+物流 : (株)日本電気・(株)NTTデータ・(株)NTTコム・楽天(株)・(株)日立 【②-(1)-2】 運航管理システム(警備) : KDDI(株)・ Terra Drone(株)【再】 セコム(株) 【②-(1)-2】 運航管理システム(災害) : (株)日立・NICT 【②-(1)-2】 運航管理システム(衛星/災害) : スカパーJSAT(株)【再】 JAXA・NICT・東海大学 【②-(1)-3】 運航管理システム(離島) : (株)SUBARU・日本無線(株)・日本テレコム(株)自律制御研・三菱電機(株) 【②-(1)-4】 空間情報基盤 : (株)ゼンリン 【②-(1)-4】 気象情報提供機能 : (一財)日本気象協会 【②-(1)-5】 運航管理システムの全体設計 : JAXA【再】 NICT・AIST・NII |
| | | ②-(2) 航空機及び無人航空機、無人航空機同士の衝突回避のための開発 | 【②-(2)-1】 電波・光波センサ統合技術 : JRC(株)・(株)SUBARU・日本テレコム(株)・(株)自律制御研 【②-(2)-2】 準天頂衛星対応受信機の低消費電力化: 三菱電機(株) 【②-(2)-2】 準天頂衛星対応受信機の位置情報共有: マゼランシステムズジャパン(株) |
| | | ③ ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進 | 【③-(1)】 デジュール・スタンダード: PwCコンサルティング合同会社 【③-(2)】 デファクト・スタンダード: (株)日刊工業新聞社・AIST・国際レスポンス研・神戸大学・玉川大学 |
| PM ロボット・A-I部 宮本主査 | PL JAXA 航空技術部門 研究領域主幹 原田氏 | ③(2)PL 刊工業新聞社 林氏 神戸大学 橋小路教授 東北大学 田所教授 玉川大学 田所教授 カリフォルニア大学 江口准教授 | ③(2)PL 刊工業新聞社 林氏 神戸大学 橋小路教授 東北大学 田所教授 玉川大学 田所教授 カリフォルニア大学 江口准教授 |

図 3-5 プロジェクト全体体制図 (2018 年度)

| | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|
| NEEDO ①PL 中央大学 大隅教授 | PM ロボット・A-I部 宮本主査 | ① ロボット・ドローン機種の性能評価基準等の開発 | ①-(1) 性能評価手法等の研究開発 【①-(1)-7】 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 : 産総研・労安研・東京大学・イームズロボティクス(株)・(株)自律研・(株)プロドローン |
| | | 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-(2) 省エネルギー性能等向上のための研究開発 【①-(2)】 特殊環境下(火災)における連続稼働 : (株)エンルート 【①-(2)】 燃料電池ドローン : (株)プロドローン【再】 AIST・(株)アミテック |
| | | ③ 国際標準化 | ③-(1) デジュール・スタンダード: PwCコンサルティング合同会社 ③-(2) デファクト・スタンダード: (株)日刊工業新聞社・AIST・国際レスポンス研・神戸大学・玉川大学 |
| PM ロボット・A-I部 宮本主査 | PL JAXA 航空技術部門 研究領域主幹 原田氏 | ②-(1) 無人航空機の運航管理システムの開発 | 【②-(1)-1)+2】 運航管理統合機能+物流 : (株)日本電気・(株)NTTデータ・(株)NTTコム・楽天(株)・(株)日立 【②-(1)-2】 運航管理システム(警備) : KDDI(株)・ Terra Drone(株)【再】 セコム(株) 【②-(1)-2】 運航管理システム(災害) : (株)日立・NICT 【②-(1)-2】 運航管理システム(衛星/災害) : スカパーJSAT(株)【再】 JAXA・NICT・東海大学 【②-(1)-3】 運航管理システム(離島) : (株)SUBARU・日本無線(株)・日本テレコム(株)自律制御研・三菱電機(株) 【②-(1)-4】 空間情報基盤 : (株)ゼンリン 【②-(1)-4】 気象情報提供機能 : (一財)日本気象協会 【②-(1)-5】 運航管理システムの全体設計 : JAXA【再】 NICT・AIST・NII 【②-(1)-6】 運航管理システム(機体識別) : (株)日本電気・(株)日立・(株)NTTデータ・(株)NTTコム・KDDI(株)・ Terra Drone(株)・NICT・MPAT・JAXA |
| | | ②-(2) 航空機及び無人航空機、無人航空機同士の衝突回避のための開発 | 【②-(2)-1】 電波・光波センサ統合技術 : JRC(株)・(株)SUBARU・日本テレコム(株)・(株)自律制御研 【②-(2)-2】 準天頂衛星対応受信機の低消費電力化: 三菱電機(株) 【②-(2)-2】 準天頂衛星対応受信機の位置情報共有: マゼランシステムズジャパン(株) |
| | | ③ ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進 | 【③-(1)】 デジュール・スタンダード: PwCコンサルティング合同会社 【③-(2)】 デファクト・スタンダード: (株)日刊工業新聞社・AIST・国際レスポンス研・神戸大学・玉川大学 |
| PM ロボット・A-I部 宮本主査 | PL JAXA 航空技術部門 研究領域主幹 原田氏 | ③(2)PL 刊工業新聞社 林氏 神戸大学 橋小路教授 東北大学 田所教授 玉川大学 田所教授 カリフォルニア大学 江口准教授 | ③(2)PL 刊工業新聞社 林氏 神戸大学 橋小路教授 東北大学 田所教授 玉川大学 田所教授 カリフォルニア大学 江口准教授 |

図 3-6 プロジェクト全体体制図 (2019 年度)



図 3-7 プロジェクト全体体制図 (2020 年度)



図 3-8 プロジェクト全体体制図 (2021 年度)



図 3-9 プロジェクト全体体制図 (2022 年度)

(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。加えて、外部有識者で構成する「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」技術委員会を組織し、プロジェクト全体の方向性、妥当性について議論を行うほか、全実施者間の交流によって協調、連携活動を促進する全体会議を開催する。

表 3-1 技術委員会の構成メンバー

| 委員名 | 所属 | 役職 |
|-------|---|--------------------|
| 浅間 一 | 国立大学法人 東京大学 工学系研究科 精密工学専攻科 | 教授 |
| 青木 義満 | 慶應義塾大学 理工学部 電子工学科 | 教授 |
| 梅田 和昇 | 中央大学 理工学部 精密機械工学科 | 教授 |
| 大橋 正良 | 福岡大学 工学部電子情報工学科 | 教授 |
| 小林 正啓 | 花水木法律事務所 | 弁護士 |
| 佐藤 亨 | 国立大学法人京都大学 国際高等教育院 | 特定教授 |
| 中島 徳頭 | 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所航空交通管理領域 | 領域長 |
| 舟木 剛 | 国立大学法人 大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報通信工学専攻 システム・制御工学講座 | 教授 |
| 森井 昌克 | 国立大学法人神戸大学 工学研究科 電気電子工学専攻 | 教授 |
| 藤島 実 | 国立大学法人広島大学 大学院先端物質科学研究科 半導体集積科学専攻 | 教授 |
| 屋代 眞 | 公立大学法人会津大学 復興支援センター | 特任教授(統括プログラムマネージャ) |
| 米沢 晋 | 福井大学 産学官連携本部 | 教授 |

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。

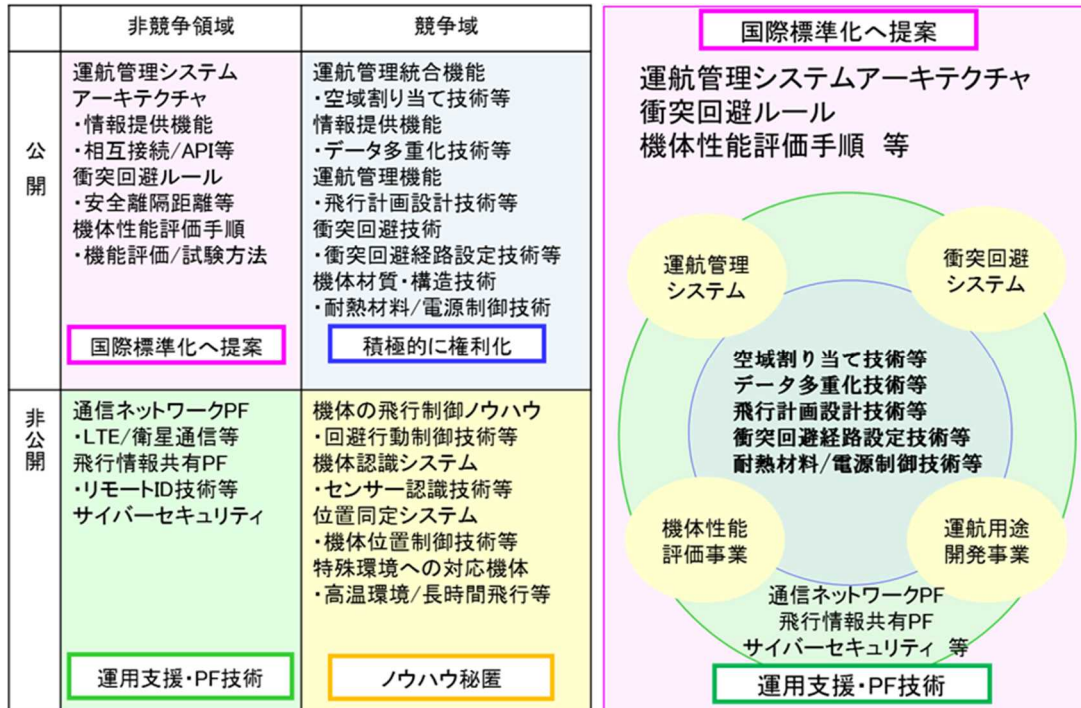


図 3-10 各技術分野における動向の把握・分析（模式図）

5.2. 受益者負担の考え方

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」
- ・研究開発項目④「空飛ぶクルマの先導調査研究」

【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)
 - (2) 無人航空機の衝突回避技術の開発

5.3. 研究開発計画

(1) 研究開発の内容

本プロジェクトでは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中、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。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。

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。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。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。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。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。

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。



図 3-11 プロジェクト全体スケジュール

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

目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

構造物及び点検箇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) 各種ロボットの性能評価基準の策定等の研究開発

(i) 性能評価基準の開発、評価

1)～5)の個別活動に対し、ロボット性能評価委員会及びワーキンググループを運営し共通目線で性能評価基準を策定する。性能評価基準の妥当性は福島県のロボットテストフィールドにおいて確認する。

(ii) 国内外有識者との議論の場の形成

国内外の関連活動や関連組織から最新情報を入手し、性能評価基準へ反映する。性能評価基準は、国際標準化を目指す。

7) 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、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「無人航空機の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。

8) 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。

図 3-12 「性能評価基準の研究開発」の狙い

| 対象分野 | 対象ロボット |
|---------------|----------|
| 橋梁点検 | 無人航空機 |
| ダムおよび河川点検 | 水中点検ロボット |
| トンネル災害/プラント災害 | 陸上移動ロボット |

- ① ロボットの性能及び安全性の**評価軸**
- ② 評価軸に沿った**性能レベル (数値)**
- ③ これを評価するための**標準的な試験方法**

各種試験

試験用橋梁 完成予想図

屋内水槽試験棟 完成予想図

試験用トンネル 完成予想図

試験用プラント 完成予想図

【出所】福島県HPより抜粋

福島県 商工労働部 ロボット産業推進室
〒960-8672 福島県福島市千原町2-14
TEL:024-521-8058
E-mail:robot@pref.fukushima.lg.jp

(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。

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」

物流や災害対応等の無人航空機の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。

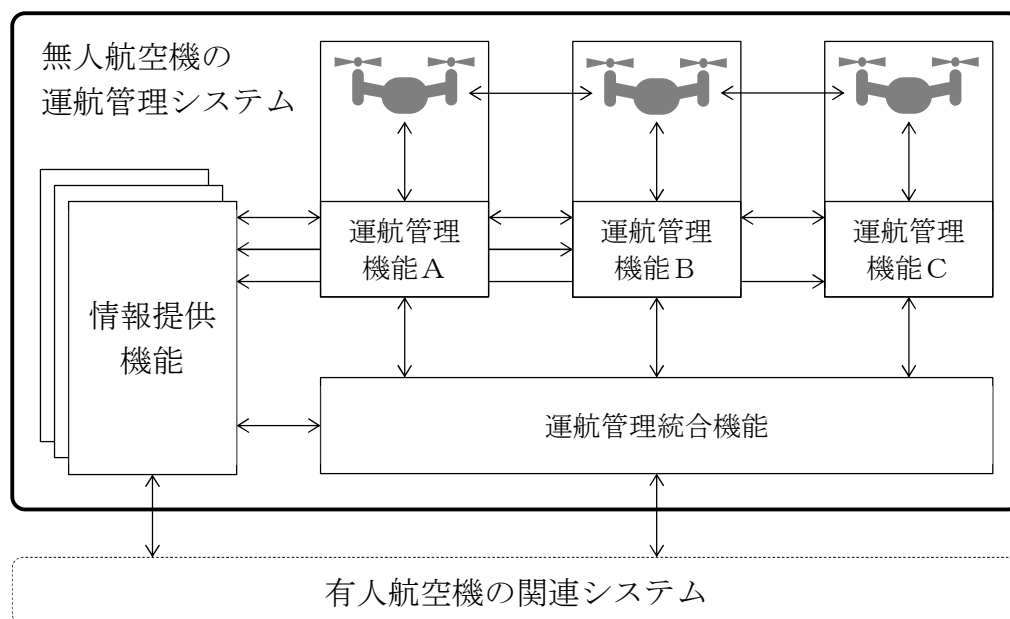


図 3-13 無人航空機の運航管理イメージ

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ものである。

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、異常時の対処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の実用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る、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ものである。

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。

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」

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、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）デジュール・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。

また、海外の標準化・制度整備動向や国内開発動向の把握を行い、国内プレイヤーのグローバルな産業競争力の強化に向けた提案を行う。

【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（平成 31 年度実施予定）を目途に施策を立案する。
- ・関連動向の調査・分析を行い、今後の取り組み提案を行う。
欧米の民間標準化団体も含めた標準化・制度整備の動向や国内主要プレイヤーの開発動向等を調査分析し、施策案の提案を行う。

(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、平成 32 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。

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。

(2) 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性

(2-1) 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメント

本プロジェクトでは、NEDOに技術委員会を設置し、事業進ちょくを報告、フィードバックを受けながら取り組みを進めた。

具体的な取り組みは以下の通り。

- 「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／ 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」

委託先 9 者、再委託先 8 者の大規模なコンソーシアムであり、検討事項が多岐にわたり、また、経済産業省、国土交通省航空局や有識者、業界など適切なステークホルダーとの意見交換、連携を図りながら進めていく必要があるため、適切な委員を選定し、「無人航空機の性能評価検討委員会」を設置し、本事業の円滑な推進に資するよう、研究の計画、進ちょく状況、成果等の審議を行うこととし、その下位に具体的な検討を行うWGを設置し進めた。2021年度の委員会構成の一例は以下のとおり。



図 3-14 無人航空機の性能評価検討委員会構成（2021年度）

また、各WGにおいて、適切なメンバー選定を行いながら議論を実施した。性能評価試験WGについては、適合性証明手段としての対人安全、騒音評価、センサー評価など具体的な選択肢を提示していく必要性から、研究の進ちょくについて、毎年度成果報告を実施するなど、対外的な情報連携などを促した。

- 「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」うち、運航管理システム

複数の研究開発コンソーシアムを並行し、適宜連携をする形で検討を進めた。主なトピックとしては、①運航管理システムの機能拡張、②地域特性運航管理システムの実証、③無人航空機の遠隔識別技術（リモートID）、④有人機の位置情報共有技術の開発などがあげられる。運航管理技術については、下記のロードマップに記載のとおり、

リモートID技術を開発し、無人航空機の登録制度の構築に貢献すること、運航管理システム関連技術については、運航管理関連の制度との連携・貢献が求められていた。

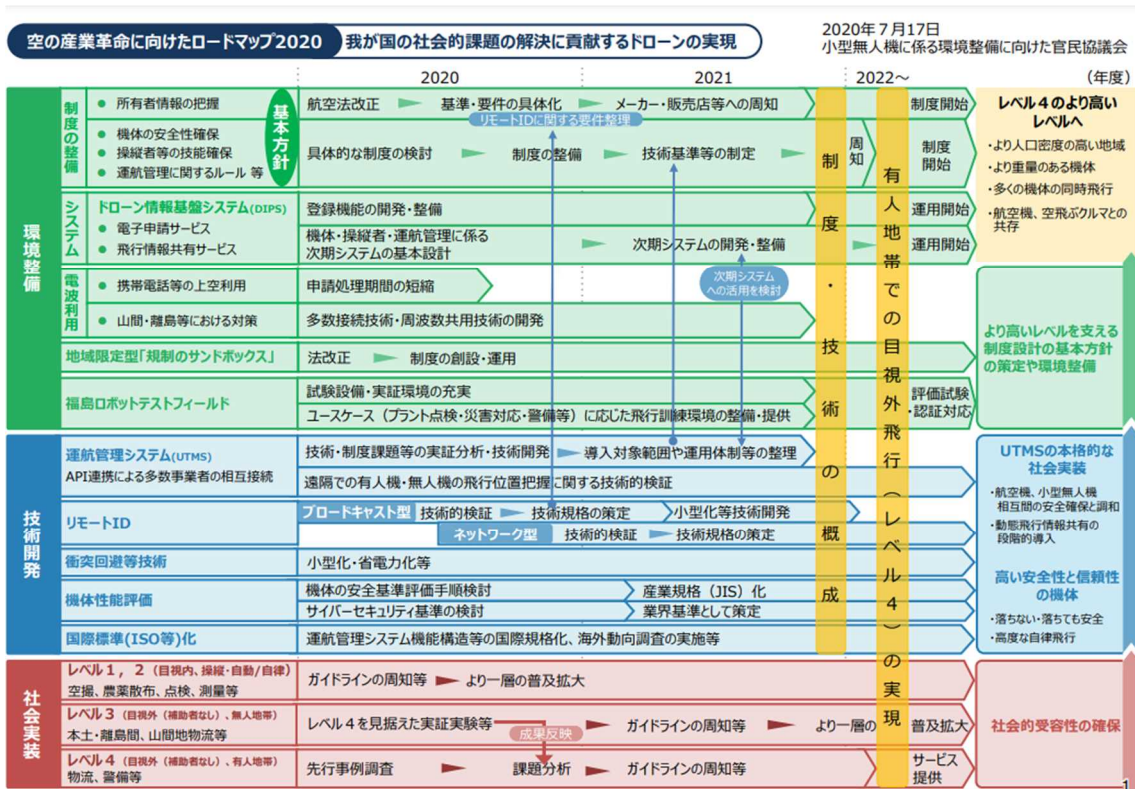


図 3-15 空の産業革命にむけたロードマップ2020（2020年7月官民協議会決定）

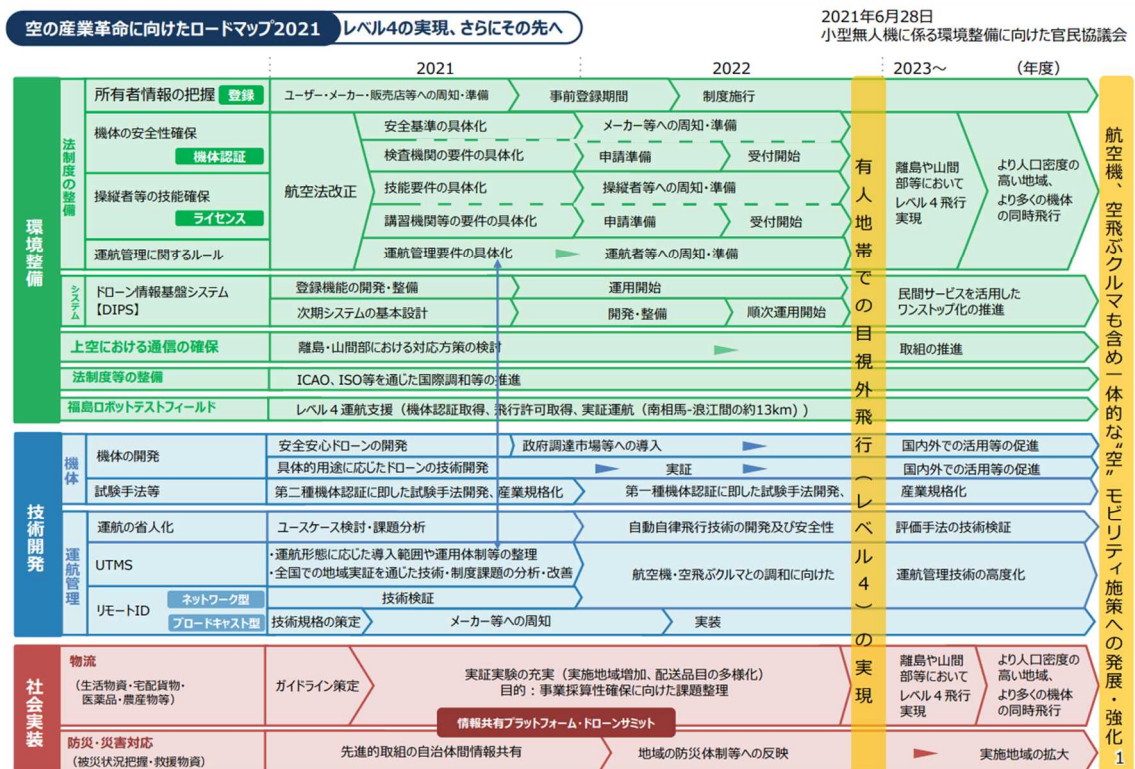


図 3-16 空の産業革命にむけたロードマップ 2021（2021年6月官民協議会決定）

そのような状況を踏まえ、研究の進捗については、経済産業省製造産業局産業機械課や国土交通省航空局等の政府当局と連携、情報共有をし、更に、随時、小型無人航空機に係る官民協議会、無人航空機の目視外及び第三者上空等での飛行に関する検討会及び下部WGに、NEDOとしても参加しながら、情報提供・連携などを図った。同様に、無人航空機の遠隔識別技術及び有人航空機の位置情報の共有の開発においては、有識者委員会を組織し、関係ステークホルダーの意見、指導を受けながら、研究開発を進める体制とした。

リモートIDの技術開発について



1. 実証実験概要（2021年3月）

ブロードキャスト型リモートID小型試作送信機の通信性能の技術評価を実施



南相馬市東興工業団地
送信端末を搭載
無人航空機エリア
研究棟
入口
開発基盤エリア
インフラ耐機・災害対応エリア



なお、ドローンが高度150mを飛行し、水平距離300mの時、送信・受信端末間距離はおよそ336m。

送信端末
搭載ドローン
高度
150m
送信・受信端末間距離
※水平距離が300mなら
およそ336m
受信端末
水平距離
300m

- 送信端末：ブロードキャスト型リモートID小型試作送信機（外付け型、内蔵型）
ドローンに搭載し高度150mを飛行、機体の向きを変えて測定
- 無線方式：Bluetooth5.0
- 受信端末：地上の中央通路を移動
- 試験条件：ブロードキャスト型通信評価仕様書^{※1}に準じて実施
- 発信情報：144byte（リモートIDの基本設計（案）^{※2}に基づく）
- 評価指標：通信成功率^{※1}
- 試験結果：外付け、内蔵型ともに水平距離300mにて通信の成功を確認

※1 NEDOプレスリリース（無人航空機を遠隔から識別できるブロードキャスト型通信評価試験を実施）（2020.11.17）
<https://www.nedo.go.jp/news/press/2020/11/17/2020111701.html>

※2 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会（第15回）（2020.12.10）資料3（資料）リモートID基本設計（案）
https://www.kantei.go.jp/joukyu/keijaku/jinko/kaminakyougou_061121steyou2_besshi.pdf

9

図 3-17 リモートID技術の開発結果の官民協議会報告状況（例①）

出典：令和3年6月 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会（第16回資料）

2. リモートID試作デバイスの仕様概要

(参考) 2020年10月実証 (外付け型)

◆デバイスサイズ
75.0mm (W) x 80.0mm (H) x 15.0mm (D)
◆ユニット質量 約134g
(電池約31g, 基板約30g, ケース約73g)

2021年3月実証 (外付け型)

◆デバイスサイズ
36.3 mm(W) x 92.85mm(H) x 14.4mm(D)
◆ユニット質量 約100g
(電池約31g, 基板約14g, ケース約55g)

2021年3月実証 (内蔵型)

◆基板サイズ
36.3 mm(W) x 36.2mm(H) x 9.8mm(D)
◆ユニット質量 約29g
(基板約7g, アンテナ約22g)

基板関連仕様

| 分類 | 項目 | 外付け型・内蔵型に共通 |
|-----|--------|------------------------|
| 無線 | 無線方式 | BLE (Bluetooth v5.0) |
| CPU | プロセッサ | Cortex-M4 (TI CC2642R) |
| メモリ | RAM | 20kbyte/ROM:352kbyte |
| センサ | 温度 | TI TMP112 |
| | Motion | ICM-42605 |
| | GPS | ublox NEO-M8Q |
| | 追加 | 気圧:コンパス (ASTM (オプション)) |

アンテナ、電源、機構等関連仕様

| 分類 | 項目 | 外付け型仕様 | 内蔵型仕様 |
|------|--------|--|------------------------|
| アンテナ | 送信出力 | 3.3mW/2MHz (5.19dBm) | 3.3mW/2MHz (5.19dBm) |
| | アンテナ利得 | 3.5dBi (アンテナ数1、基板にパターン組み込み) | 3.24dBi (外付けダイポールアンテナ) |
| 電源 | 電池 | リチウムイオン二次電池 3.8V/1670mAh (7時間以上) | 機体内電池に接続 |
| | スイッチ方式 | メカニカルスイッチ (タクトスイッチ) | - |
| 機構 | 筐体材質 | ナイロン12 (3D Printer品) (機能安全等非対応) | - |
| | 工具 | 筐体ネジは特殊ネジ (トルクスネジ) を使用 (電波法) 電池交換部は十字穴付ネジ | - |
| 法令 | 電波法 | 認証番号: 003 200276 | 認証番号: 003 200277 |

図 3-18 リモートID技術の開発結果の官民協議会報告状況 (例②)

出典: 令和3年6月 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会 (第16回資料)

また、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においては、技術・制度課題等の実証分析・技術開発を進めることを目的に、全国13地域での大規模な実証を進める技術的な検証を実施するとともに、海外制度・技術標準動向も調査の上、実証参加者を中心に運航管理システム技術実装に係る制度課題、ニーズのヒアリングを行った。NEDOは実施者及び政府当局との連携を円滑にするほか、実施者が実施する調査内容、分析の進め方について、定期的に打合せを実施し、マネジメントを進めた。

(2-2) 研究成果の公表・ポータルサイトの開設

研究開発成果を公表する場として、2018年9月25日に外部ポータルサイト (<https://nedo-dress.jp/>) を開設し、プロジェクトの内容、研究開発の進捗・成果状況、リリース・イベント状況を掲載した。国内外からのアクセスがあり、ロボット・ドローン事業への関心度の高さを裏付けることができた。

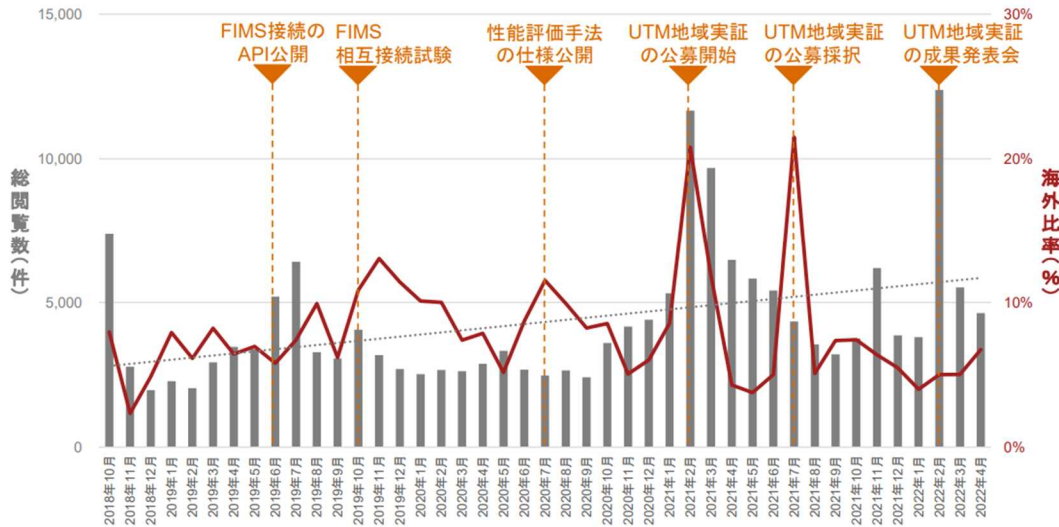
また、本ポータルサイトにてAPI仕様の公開を行い、一般事業者の参画するオープン飛行環境で1時間・1平方km・100機飛行を模擬するデモを実施することにより、相互接続試験参加者より広く意見を収集し、運航管理システムの実用化を目指した。



図 3-19 プロジェクトポータルサイト

また、日本語版・英語版ページを作成し、継続的に運営を続け、事業終了にかけて、各月毎のアクセス数は増加傾向にあった。

Webサイトの閲覧数推移



(3) 情勢変化への対応

2017年度に研究開発項目①「ロボット・ドローン機体の性能評価基準などの開発」で委託6事業・助成2事業、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」で委託7事業・助成5事業、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」で委託2事業の合計22事業について研究開発に着手した。

研究開発項目①

- ・ (①-1)-1) 無人航空機等を活用した物流システムの性能評価手法等に関する研究開発 [委託]
- ・ (①-1)-2) 無人航空機等を活用したインフラ点検ロボットシステムの性能評価手法等の研究開発 [委託]
- ・ (①-1)-3) インフラ維持管理等に資する水中ロボットの性能評価手法等の研究開発 [委託]
- ・ (①-1)-4) 調査用無人航空機の評価手法の研究開発 [委託]
- ・ (①-1)-5) 陸上移動ロボットの防爆性能評価手法等の研究開発 [委託]
- ・ (①-1)-6) 各種ロボットの性能評価基準の策定等の研究開発 [委託]
- ・ (①-2)-1) 特殊環境下における連続稼働等が可能な機体の研究開発 [助成]
- ・ (①-2)-2) 長時間作業を実現する燃料電池ドローンの研究開発 [助成]

研究開発項目②

- ・ (②-1)-1, 2) 安心・安全で効率的な物流等のサービスを実現する運航管理システムの研究開発 [委託]
- ・ (②-1)-2) 警備業務に対応した運航管理機能の研究開発 [委託]
- ・ (②-1)-2) 複数無線通信網を利用した多用途運航管理機能の開発 [委託]
- ・ (②-1)-2) 衛星通信を利用するドローンの運航管理システムの開発 [委託]
- ・ (②-1)-3) 準天頂衛星システムを利用した無人航空機の自律的ダイナミック・リルーティング技術の開発 [委託]

- ・ (②-(1)-4-1) 情報提供機能の開発／無人航空機の安全航行のための空間情報基盤の開発 [助成]
- ・ (②-(1)-4-2) 情報提供機能の開発／ドローン向け気象情報提供機能の研究開発 [助成]
- ・ (②-(1)-5) 運航管理システムの全体設計に関する研究開発 [委託]
- ・ (②-(2)-1) 非協調式SAAの研究開発／電波・光波センサ統合技術の開発 [助成]
- ・ (②-(2)-2) 協調式SAA／正確な位置情報を共有するための準天頂衛星対応受信機の研究開発 [助成]
- ・ (②-(2)-2) 協調式SAA／準天頂衛星対応受信機の低消費電力化の研究開発 [助成]

研究開発項目③

- ・ (③-(1)) 国内外の動向把握とプロジェクト成果の世界への発信 [委託]
- ・ (③-(2)) デファクト・スタンダード [委託]

2018年度には、小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会が取りまとめる「空の産業改革に向けたロードマップ」において示されたレベル4（有人地帯での目視外飛行）の実現を見据え、研究開発項目①について委託1事業を追加した。

研究開発項目①追加

- ・ (①-(1)-7) 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 [委託]

また、状況の変化に対応し、3事業に対する加速予算を執行した。

- ・ (②-(1)-3) 準天頂衛星システムを利用した無人航空機の自律的ダイナミック・リルーティング技術の開発

有人航空機との実証試験を2019年度に実施する予定であったが、衝突回避に必要な機材を搭載した大型無人航空機を予定よりも早く完成させたことにより、有人航空機との実証試験を前倒しで行える状況となった。

また、当該技術分野においては国際的な議論が進む中、無人航空機の目視外飛行を実社会で実現することは、日本がプレゼンスを示し、日本企業・経済発展に寄与するものとなると考えた。

有人航空機側から見た無人航空機の接近検知や問題点なども含めた実証データを世界に先駆けて取得するため、加速予算により研究開発を前倒しした。

- ・ (②-(1)-1, 2) 安心・安全で効率的な物流等のサービスを実現する運航管理システムの研究開発

当該分野で世界初の国際標準形成（ISO獲得）を行うことは、無人航空機分野で日本が主導できる分野の一つである。各国が国際標準を提案できていない状況の中、本実証実験の成果をいち早くNP提案に反映し当該技術分野における日本の主導権獲得につなげることは急務である。

そこで、複数ドローンや準天頂衛星システムと連結していない無人航空機を用いた実証試験を行いシステムに関する立証データの精度を高めるため、加速予算により研究開発を前倒しした。

- ・ (③-(1)) 国内外の動向把握とプロジェクト成果の世界への発信
無人航空機が産業用途で飛行するためには、政府主導での法的整備が必須であり、2018年3月、航空法において「無人航空機の目視外飛行に関する要件」が取りまとめ・公表された。本要件は「無人航空機の目視外及び第三者上空等での飛行に関する検討会」にて議論され、当該プロジェクトの一部成果が反映されている。
無人航空機の飛行に伴う法的解釈に関しては更なる議論が必要で早急に取りまとめる必要があるため、加速予算により「ドローンの飛行に伴う法的解釈に関する検討会」(国交省・経産省・民間団体)を設置し、国内外の関連する法制度の調査を実施した。

2019年度には、ドローンの普及に伴い、機体の登録や識別方法、セキュリティなどに関する議論が喚起される中、その制度設計の前提となる「機体を遠隔から識別する技術(Remote-ID)」の確立が重要となった。また、開発を進める運航管理システム(UTMS)と平行して、ドローンを遠隔から識別するための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などの開発が必要になったことから、研究開発項目②について、委託1事業を追加した。

研究開発項目②追加

- ・ (②-(1)-6) 遠隔からの機体識別および有人航空機との空域共有に関する研究開発 [委託]

また、状況の変化に対応し、2事業に対する加速予算を執行した。

- ・ (②-(1)-3) 準天頂衛星システムを利用した無人航空機の自律的ダイナミック・リルーティング技術の開発

これまで開発してきた衝突回避技術は、極めて重要な基本特許が含まれ国際標準の確立が有望であり、国際競争上の優位性が確立できることが期待された。衝突回避技術を“日本からの新たなNP提案”としてISO/TC20/SC16総会で提案を行うため、加速予算により海外調査や技術レポートの作成を短時間で進めた。

- ・ (②-(1)-6) 遠隔からの機体識別および有人航空機との空域共有に関する研究開発

ドローンにおける遠隔からの機体識別のユースケースのひとつとして管理システムでの利用が想定されるが、地上にいる人が飛行中のドローンを視認して機体情報を照会し、機体の運航者の身元を確認することで、不正な飛行を行うドローンの取締りに活用するには、導入・運用コスト、利便性の観点で汎用端末が必要である。

加速予算により、ASTM規格の評価/海外方式と日本方式の組合せ検討、当初実施計画にないRemote IDを活用した管理ソリューションの開発(スマートフォンアプリを活用した無人航空機の機体識別に関する研究開発)を行った。

2020年度には、2019年度の間評価の結果を反映し、社会実装フェーズの研究開発として、評価基準の規格化、長時間飛行、運航管理の機能拡張、衝突回避機器類の小型化に着手すべく、研究開発項目①で委託1事業・助成1事業、研究開発項目②で委託3事業・助成4事業を追加した。

研究開発項目①追加

- ・ (①-(1)-8) 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 [委託]
- ・ (①-(3)) 高効率エネルギーマネジメントのための高精度残量計及び高エネルギー密度電池の開発 [助成]

研究開発項目②追加

- ・ (②-(1)-7) 運航管理統合機能の機能拡張に関する研究開発 [委託]
- ・ (②-(1)-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) [委託]
- ・ (②-(1)-9) -1) 空の道を組み込んだ統合型情報提供機能の実用化 [助成]
- ・ (②-(1)-9) -2) 地域特性に考慮したドローン気象情報提供機能に関する研究開発 [助成]
- ・ (②-(1)-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 [委託]
- ・ (②-(2)-3) 衝突回避システムの小型化・低消費電力化 [助成]
- ・ (②-(2)-4) 準天頂衛星システムに対応した受信機、アンテナの小型化・低消費電力化の研究開発 [助成]

また、状況変化に対し、2事業に対する加速予算を執行した。

- ・ (③-(2)) デファクト・スタンダード
2020年8月に開催が予定されている World Robot Summit (WRS) について広く周知するとともに、開催地である福島ロボットテストフィールドに世界中から関連する専門家を広く集める。クローズドな競技実演会からオープン会場への設計変更及び来場者拡大に対応するための追加的措置を行った。
WRSは新型コロナウイルスのため、開催を2021年に延期した。
- ・ (②-(1)-6) 遠隔からの機体識別および有人航空機との空域共有に関する研究開発
2019年度の加速申請によって有益なリモートID技術に関する研究成果が得られたことから、2022年度に向けた国内の制度ルールとの整合性・ASTM等の国際規格への対応等を視野に、速やかな社会実装を実現することを目的にした追加的措置を行った。

2021年度には、“空飛ぶクルマ”を活用した社会の実現に向け、日本での実証計画、段階的シナリオ等の検討、将来的な社会実装に向けた必要な要素技術の調査・適用可能性等の検証などの先導調査研究として、研究開発項目④「空飛ぶクルマの先導調査研究」の委託2事業を追加した。

研究開発項目④追加

- ・ (④-(1)) 海外における空飛ぶクルマの実証事例調査、空飛ぶクルマに関するオペレーション体制・事業モデル調査 [委託]

- ・ (④-②) 空飛ぶクルマの社会実装に向けた要素技術調査、空飛ぶクルマに関する海外制度及び国際標準化の動向調査 [委託]

また、状況の変化に対応し、2事業に対する加速予算を執行した。

- ・ (②-①-6) 遠隔からの機体識別および有人航空機との空域共有に関する研究開発

2020年度に引き続き、国際的に影響のある ASTM にて策定・改訂議論が進められていたリモート ID のブロードキャスト型/ネットワーク型単独及び併用の技術検証を行い、国際調和を前提にブロードキャスト方式の技術諸元・性能評価基準を定義することや国内制度策定に必要な技術情報を提供することを目的に追加的措置を行った。

- ・ (②-①-10) 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
運航管理システムの社会実装にむけて、全国10地域以上との接続実証を行う場を活用し、どのような機能がどのような段階で必要か、運用する上でのどのような機能が必要なのか、実装課題、段階的なシナリオを整理することを目的に追加的措置を行った。

1年延期していた WRS を開催。開催に当たっては、感染症対策としてバーチャル空間の WRS も開発し、リアルとバーチャルの並行開催を行った。

2022年度には、S I P ガバニングボードの実施方針決定を踏まえ、研究開発項目③で1事業を追加した。また、改正航空法(2021/6公布)の2022/12までの施行スケジュールを踏まえて、機体メーカー等が機体安全性を円滑に証明活動を進められるよう、研究開発項目①(①-①-8)「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」の期間延長を行った。

研究開発項目③追加

- ・ (③-①-2) ドローンに関する知財・国際標準を活用したグローバル展開に向けた連携・支援体制の構築に係る調査研究事業 [委託]

令和3年度の官民研究開発投資拡大プログラム(P R I S M)のうち、システム改革型、標準活用加速化支援事業実施方針(令和3年度10月7日 S I P ガバニングボード決定)にドローンに関する国際標準化が対象施策として追加がなされた。世界の標準化動向を踏まえ、技術開発成果(機体安全性、運航管理等)の強みを活かした国際標準化を加速するため、ドローン分野で ISO の提案等を既に行っている本プロジェクトに組み込んで実施することが効率的と判断し、研究開発項目③に組み込む形で、2022年度調査実施を行った。

研究開発項目①(期間延長)

- ・ (①-①-8) 「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」 [委託]

第三者上空補助者なし目視外飛行（レベル4飛行）を実現する改正航空法（2021年6月公布）は、2022年12月までに法施行を予定しており、国交省が政省令等の具体内容を検討していた状況。航空局は2022年3月までを目処に第1種及び第2種機体認証の審査要領を作成するため、WG等で審議していた。

本事業において、産業規格の案の検討を業界関係者を交えて検討を進めていたところ、2021年中頃以降に、欧米等の検討状況などを加味し、更なる検討を進める必要性が生じていた。

本事業で検討してきた産業企画の案開発は順調に進捗していたが、航空局の規制方針変更により、更なる検討を進め、業界の振興に資する体制が必要となったことから、基本計画を延長し、議論に供されていたD&R（Durability & Reliability）プロセスを国内メーカーが対応し、証明していくにあたっての具体事例（飛行実証による耐久性の証明や、起こりうる故障が生じた場合の安全性の証明など）を示していく必要性が生じた。具体的には、証明手法の案として産業規格の検討に関連した委託先（産総研、東大）に絞って、予算を本事業予算から捻出し、施行時期（2022/12）を踏まえ、飛行実証を伴った事例研究ができるよう期間延長した。

なお、事業（①-（2）-1）「特殊環境下における連続稼働等が可能な機体の研究開発」（事業期間2017～2019年度）については不正のため、2020年度に交付決定を取り消し、全額返還済みとなっている。

事業延長に伴い、事後評価時期を2022年度から2023年度へ変更した。

本研究開発には、6年間で延べ35事業・91事業実施者が参画している。ひとつの研究開発項目の実現には、複数の事業実施者がコンソーシアムを組み対応することが必須であるため、研究開発には実証試験も含め複数年の期間が必要となった。

また、運航管理システムの開発では、研究開発項目間の連携が必要であり、事業実施者が一体となり確実な成果が得られるようマネジメントをする必要があった。

（4）中間評価結果への対応

第60回研究評価委員会（2019年12月20日開催）に諮り、以下の研究評価委員会コメントを得た。

- ロボット・ドローン技術は、期待される機能を発揮するための技術開発と、安全性確保を含めた運航システムの確立が極めて重要であり、国内の公的機関との連携、さらには国際的な協力が必要である。様々な利用における期待が大きいため、慎重にかつ迅速に研究開発を進めていただければと思う。

上記コメントに対する対応状況は以下の通り。

- 機体される無人航空機の機能を発揮する趣旨で、2020年度より助成事業を4テーマ開始し、事業化に進める一方、運航管理システムに関しては、国内政府、研究機関、民間事業者、関連団体とも連携した。迅速に取り組むべき事項については、研究内容の追加なども図り、事業を進めた。

表 3-2 中間評価結果の反映について

| 指摘 | 対応 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 研究開発の実施内容については、最終目標へ向けた開発スケジュールや具体的開発項目をより明確化することを望む。 ・ 最初に示されている全体計画は明確なもの、個別の成果それぞれが全体計画にどのように寄与できたかのまとめが必要である。 ・ 今後については、研究開発の運営管理を行う技術委員会に、ドローン技術の現状に精通した上でユーザーの立場からの意見を反映できる常任の外部有識者を含めると更に良い。 ・ また、国内外の動向を注視し、技術の進歩や社会・経済情勢の変化に応じて、新たな技術開発項目の追加の要否について、今後も定期的に検討が行われると良い。 ・ なお、実用化・事業化に向けては、民間企業だけでは実証実験からの壁があるため、NEDOが制度設計や実用化のステップを構築していくことが必要である。 ・ 短期で開始可能なビジネスモデルを複数・同時並行して準備、推進、育成していけるような戦略の準備を期待する。 | <p>2020 年度から開始した研究項目において、レベル4の実現にむけて必要な要素技術開発、システム、飛行等の実証を実施することとし、公募を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 運航管理システムや遠隔識別技術の検討にあたっては、委員会の設置を行い、ドローン関連団体、全航連、操縦者団体などの意見を伺いながら、最終的な実証試験の行い方などを検討し、事業を実施した。 ・ 各年度、途中に、技術進歩や社会情勢を踏まえ、研究内容の追加などを行い、また、一部項目については、期間延長の措置もおこなった。 ・ 性能評価、運航管理の両項目ともに、本事業を終了するに当たって、技術課題・制度課題の整理をおこない、経済産業省や航空局等との議論を行い、制度整備の方向性などの議論を行った。 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 多くの人が行き交う都市部の頭上を多数のドローンが飛行することを指すのであれば、安全面を最大の課題とすべきであると考えられる。 ・ 安全な社会実装を実現するためには、様々な環境下における自立性、フェールセーフなどシステムとしての安全性、悪意ある第三者を想定したセキュリティなどについて、さらなる検討が必要である。 ・ 無人航空機の安全性・騒音などの性能評価について、社会的利用の価値を高めるために、人を意識した研究開発も実施されることを期待する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 2020 年度には研究開発項目①（1）8）「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」を追加公募し、安全面に考慮した性能評価基準を研究開発した。 ・ 産業規格化 WG を主催（航空局や関係ステークホルダが一同に会する）し、安全性の証明方法を議論した。 ・ 労働安全観点でプロペラガード、ゴーグルの安全性を検証した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 機体セキュリティのほか、情報セキュリティ観点での、無人航空機分野におけるセキュリティガイドラインの策定を行い、経済産業省とともにリリースを行った。 ・ 研究開発項目②（1）6）「遠隔からの機体識別に関する研究開発」において、2022年6月に開始したリモート ID で想定される脅威（なりすましなど）に対する暗号方式の検討・作動環境の確認等を実施し、業界・政府の制度策定議論や運用開始へ貢献した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 騒音の測定法の確立や、第三者のみならず、ドローンのパイロットなどの安全を鑑み、安全ゴーグルやプロペラガードなどの危害に関する評価などを実施した |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ ここでの研究開発成果は、国際標準化されないと実用化を完了したとは言えないので、それぞれの研究開発毎に検討を強化していただきたい | <ul style="list-style-type: none"> ・ 国際標準化については、2019 年度に③（1）デジュール・スタンダードの国際標準推進活動にて中期的な研究開発戦略として PDCA を構築し、ISO/TC20/SC16 への提案を通じ、4 件の研究開発テーマの標準化活動を推進支援している。 ・ この成果として 2021 年 9 月に“ドローン用の地理空間情報に関 |

| | |
|---|---|
| | <p>する国際標準が発行”されている。引き続き、3 テーマの国際標準発行に向けた活動支援を実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 国際標準化は短期間では達成できないことから、後継事業（ReAMo）で継続支援している。また、航空局とともに、ICAO Drone Enable に参加するなど、普及に向けた取り組みを並行して実施している。 |
| <ul style="list-style-type: none"> なお、実用化・事業化に向けては、民間企業だけでは実証実験からの壁があるため、NEDO が制度設計や実用化のステップを構築していくことが必要である。 短期で開始可能なビジネスモデルを複数・同時並行して準備、推進、育成していけるような戦略の準備を期待する。 | <ul style="list-style-type: none"> 「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」との活動を通じて、関係組織との連携を図りながら制度設計や実用化ステップ構築を目指した。2019 年度に②（1）7）遠隔からの機体識別に関する研究開発を追加、2020 年度にドローンなど無人航空機の安心・安全な運航の制度設計に関連する、ブロードキャスト型通信システムによるドローンを遠隔から識別する研究開発及び評価試験を実施公表し、2021 年度に実証実験成果等を「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」へ報告している。 その他、運航管理システムの開発については、制度整備及び官民の役割分担が明確化されることが不可欠なため、経済産業省のみならず、航空局・内閣官房ドローン室と連携を図り、実際の実装の絵姿や、開発状況の議論や実証の場へ参画していただく など、具体的な制度整備、実装に向けた議論を進めている。 2020 年度に追加公募した②（1）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において、全国的な実証実験を公募し、運航管理システムへの接続を事業者・自治体のマイルストーンに設定させることで、ユースケース開発レベルを一気に向上させる戦略を建てた。 このような事業設計を行うことで、運航管理システムの実証のみならず、複数地域・複数事業者・複数ユースケースでのビジネスモデル検討に貢献した。 |

(5) 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 2023 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。

事前評価（2017 年度）

①評価の実施時期：2016 年

②評価手法：外部評価

③評価事務局：評価部

④評価項目・基準：評価部

⑤評価委員：安宅委員、稲葉委員、亀山委員、五内川委員、佐藤委員、宝田委員、平尾委員、丸山委員、古川委員

中間評価（2019 年度）

- ①評価時期：2019年9月
- ②評価手法：外部評価
- ③評価事務局：評価部
- ④評価項目・基準：標準の評価項目・基準
- ⑤評価委員：小林委員、李家委員、貝應委員、春原委員、長谷川委員、長谷川委員、宮内委員