

「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」(終了時評価)

2017年度～2022年度 6年間

プロジェクトの概要(公開版)

2023年12月

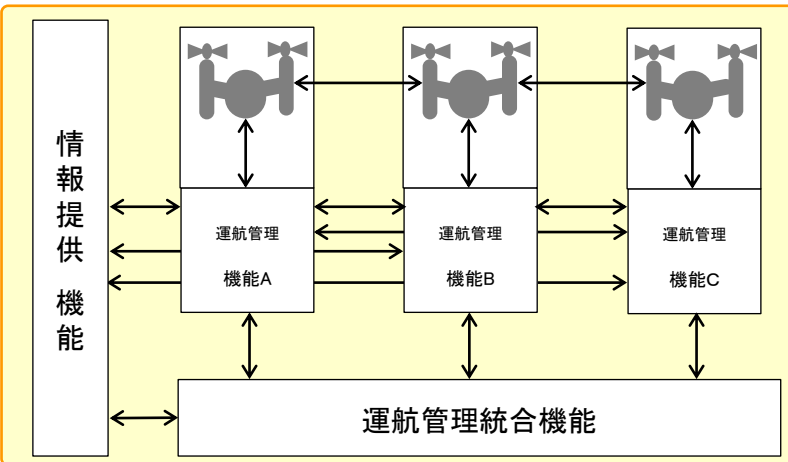
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

ロボット・AI部

「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」全体概要

プロジェクト概要 (2017-2022:6年間)

- 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活用による省エネルギー化の実現**が期待されている。
- 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。



無人航空機の運航管理システムのイメージ

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(2016-2017)+(2018-2019)+(2020-2021)
※2022まで一部延長
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。
- (2)省エネルギー性能等向上のための研究開発(2017-2019)
各種ロボットの連続稼働時間の向上等に資する**高効率エネルギーシステム技術開発**を実施する。
- (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(2020-2021)
各種ロボットの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。

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(2017-2019)+(2019-2021)
本プロジェクトにおける**運航管理システムは、情報提供機能、運航管理機能、運航管理統合機能**から構成されるものとし、無人航空機の安全な運航をサポートする各種機能・システムを開発する。
- (2)無人航空機の衝突回避技術の開発(2017-2019)+(2020-2021)
無人航空機が地上及び**空中の物体等を検知**し、即時に当該物体等との**衝突を回避**し飛行するための技術を開発する。

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(2017-2021)※2022まで延長
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、本プロジェクトの成果を国際標準化に繋げるための活動を実施する。
- (2)デファクト・スタンダード(2017-2020)※2022まで一部延長
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。

④空飛ぶクルマの先導調査研究(2021)

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、先導調査研究を行う。

経済産業省

NEDO ロボット・AI部

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

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
- (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

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
- (2)無人航空機の衝突回避技術の開発

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

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



④空飛ぶクルマの先導調査研究



社会的背景



写真:首相官邸ホームページより

- 2014年5月、安倍総理が「2020年には世界中のロボットを集めた、ロボットの技能を競うロボットのオリンピックを目指していきたい」と発言。
- その後、「日本再興戦略」(2014年6月)、及び「ロボット新戦略」(2015年2月日本経済再生本部決定)に盛り込まれた。

■ 「日本再興戦略」改定(2014)

3. (3) iii) ロボットによる新たな産業革命の実現 (抜粋)

「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に合せたロボットオリンピック(仮称)の開催を視野に入れるなど、ロボットスーツや災害対応ロボットをはじめとした様々な分野のロボットやユニバーサルデザインなどの日本の最先端技術を世界に発信する。」

■ 「ロボット新戦略」(2015)

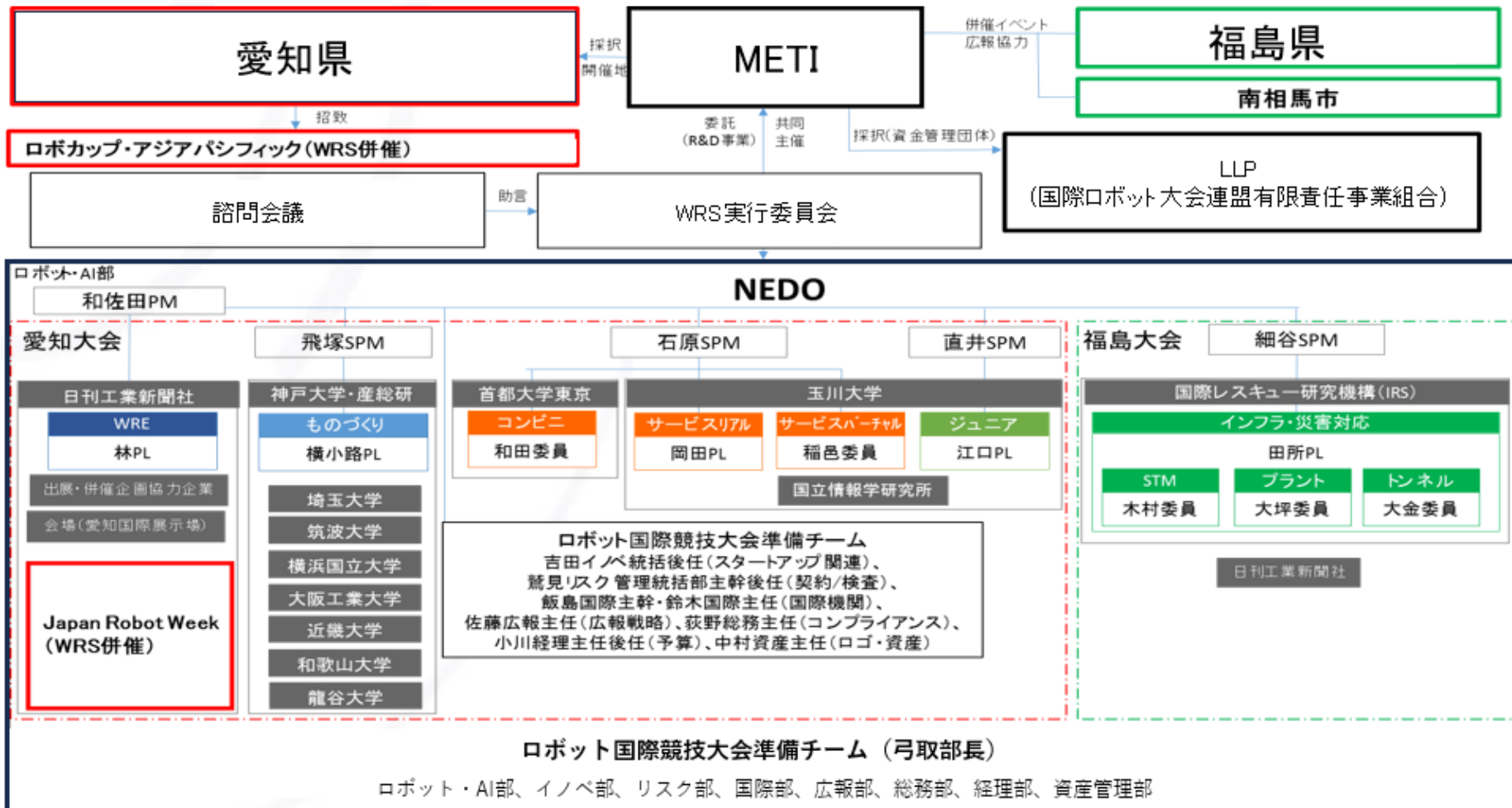
第2部 第1章 第8節ロボットオリンピック(仮称)の検討(抜粋)

「ロボットの研究開発を加速し、実社会への導入・普及を図る、すなわち社会実装を進める一つの方法として、様々なロボットを対象とした競技会や実証実験、デモンストレーション、すなわちロボットオリンピック(仮称)を実施する。」

事業の目的

デファクト・スタンダードの取組において、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:World Robot Summit)を設定する。

◆ 実施体制（2021年10月時点の体制）



後援: 総務省、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、国土交通省

協力団体: IROS、日本ロボット学会、人工知能学会、日本機械学会、日本計測学会、RoboCup

◆ アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	目標	成果（実績） （2023年11月）	達成度	達成の根拠／解決方針
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	・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。	・コロナ禍中に、独自の感染症対策を行い、当初予定より1年遅れの2021年に「World Robot Summit」の開催。継続的な実施にむけた課題の整理も実施。	○	・新型コロナ禍でも対応できるリアルとリモートのハイブリッド協議会・展示会を実施。海外ロボット関係者から次回開催が切望され、デファクトスタンダードとしての地位を獲得。

WRS
2020



◆ 波及効果・副次的効果

- ◆ 災害対応ロボット分野で有力な、米国NIST（国立標準技術研究所）との連携を競技設計段階から進めた。国際的な標準化団体であるASTMでの規格化への道筋を立て、E54委員会（Homeland Security Applications）のロボット小委員会での検討が開始されている状況。
- ◆ WRS開催を通じて、国内で研究開発、社会実装を推し進める競技内容の設計・競技会を運営するノウハウの蓄積が進み、関連人材育成が順調に進行



- ◆ 次期WRSの2025年開催に向け、経産省の取組や、一部民間主導での継続開催の準備が進められている状況

空飛ぶクルマ 先導調査研究①

④ 空飛ぶクルマの先導調査研究(関連次期プロジェクトの立ち上げに必要な情報の整理)

調査研究項目詳細

空飛ぶクルマの発展段階の整理(シナリオ作成)を行い、2025年頃までの飛行に向けた実証のための課題整理、実証計画の作成、2025年以降の自動・自律飛行、高密度運航の実現に向けた要素技術の抽出と具体的な検証項目、ルール動向の調査、整理を実施

①海外における空飛ぶクルマの実証事例調査

空飛ぶクルマの先行実証事例について、NASA AAM National Campaign(米)、Re.Invent Air Mobility(仏)、UAM initiative(欧)など複数の海外動向を調査し、日本での実証計画及び段階的シナリオを策定

②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

空飛ぶクルマの社会実装に向けた具体的な実証地やオペレーション体制、事業モデルについて調査・検討

③空飛ぶクルマの社会実装に向けた要素技術調査

空飛ぶクルマの将来的な社会実装に向けて必要となる要素技術を調査・適用可能性等の技術検証

④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

空飛ぶクルマに関する最新の国際的な制度や海外制度、国際的標準化の動向の調査、整理

◆ アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	目標 (2022年3月)	成果(実績)	達成度	達成の根拠/解決方針
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。	・空飛ぶクルマの発展シナリオ(成熟度レベル)やそれに向けた技術ロードマップなどを策定。 ・前提となる制度・標準化動向も整理。 ・初期の飛行に必要な実証コンセプト、発展段階での技術検証項目を整理し、次期プロジェクトの公募、基本計画等に反映を行った。	○	・先導調査研究として求められる成果を達成し、新規プロジェクト立ち上げに貢献。 ・また副次的効果として、業界の発展を促進する、ロードマップ等を策定。

空飛ぶクルマ 先導調査研究②

成熟度レベルの策定

成熟度レベルのフレームワーク検討 MRI

成熟度レベルに対応した実現イメージ

成熟度レベルの向上により、運航に対する人の関与が低減し、特に都市部では運航密度が向上。より身近な、日常生活に近い場所における利用が進展。

- 商用運航の開始
- 空港からの2次交通等への活用
- 機上のパイロットが操縦、低頻度な運航
- 離着陸場は人口密集地の外部が中心

成熟度レベル4のイメージ

- 都市部での高密度な運航の実現、空飛ぶクルマ専用区域の飛行
- 自動化が進展し、パイロットは搭乗せず遠隔から監視・制御
- ビル屋上に離着陸場が多数設置、大規模空港にも効率的に乗り入れ

成熟度レベル6のイメージ

- 人の関与が不要な自律飛行が可能となり、自由な空の移動が実現
- 住宅近隣など、身近な場所からいつでも空飛ぶクルマの利用が可能
- 旅客輸送サービスに加え、個人による家用機の利用も進展

技術ロードマップの策定

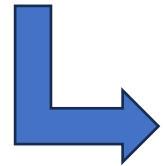
要素技術のロードマップ検討 MRI

機体のロードマップ

- 成熟度レベル4以降は移動距離の延伸(非常時対応を含む)や乗客数の増加への対応を考慮。
- 成熟度に対応した自動化レベルの定義を踏まえてパイロットタスクの自動化レベルを整理。

機体要求仕様(概略)	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
マルチロータ	座席数 2人 航続距離 10km	2人 50km	5人 100km	←	←	←
チルトロータ	座席数 - 航続距離 -	5人 50km	5人 100km	5人/16人 200km	5人/16人 400km	5人/16人 600km
自動化機能	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6
テクニカルスキル	Secondary	Primary	Primary	FA	FA	FA
周辺監視・回避	-	Secondary	Primary	Primary	FA	FA
航法	Secondary	Secondary	Primary	FA	FA	FA
機体システム管理	Secondary	Secondary	Primary	Primary	FA	FA
飛行計画	-	Secondary	Primary	Primary	FA	FA
運航判断	-	-	Secondary	Primary	FA	FA
離着陸判断・操作	Secondary	Secondary	Primary	Primary	FA	FA
緊急操作手順	-	Secondary	Secondary	Primary	FA	FA
飛行前確認	-	-	-	Secondary	Primary	FA
通信	-	-	Secondary	Primary	Primary	FA
離着陸手順(管制とのやり取り)	-	-	Secondary	Primary	Primary	FA
乗客管理	-	-	Secondary	Primary	FA	FA

※FA:Fully Automated



- ◆ 国内主要関係者を巻き込みながら策定。技術成熟度の共通認識作り。
- ◆ 次世代空モビリティの社会実装にむけた実現プロジェクトの開発目標作りに貢献。
- ◆ 広く参照できるように委託成果報告書としてとりまとめ、関係者の研究開発ターゲットの見える化。

経済産業省

NEDO ロボット・AI部

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

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
- (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

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
- (2)無人航空機の衝突回避技術の開発

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

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



④空飛ぶクルマの先導調査研究



本日主にご評価頂きたい項目

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋



(※)本事業の位置づけ・意義
 (1)アウトカム(社会実装)達成までの道筋
 (2)知的財産・標準化戦略

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 国内外の動向と比較
- 他事業との関係
- アウトカム(社会実装)達成までの道筋
- 知的財産・標準化戦略
- 知的財産管理

2. 目標及び達成状況(概要)



(1)アウトカム目標と達成見込み
 (2)アウトプット目標と達成状況

- アウトカム目標の設定及び根拠
- 本事業における「実用化・事業化」の考え方及び見込み
- 費用対効果
- アウトプット(研究開発成果)のイメージ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 副次的成果及び波及効果
- 特許出願及び論文発表

3. マネジメント



(1)実施体制
 (※)受益者負担の考え方
 (2)研究開発計画

(※) 評価対象外

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 受益者負担
- アウトプット(研究開発成果)のイメージ(再掲)
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理: 中間評価結果への対応
- 進捗管理: 動向・情勢変化への対応
- 進捗管理: 開発促進財源投入実績
- モティベーションを高める仕組み(該当事業のみ)

2. 目標及び達成状況(詳細)※

(1)アウトカム目標と達成見込み
 (2)アウトプット目標と達成状況

(塗りつぶしなし)評価対象外

<評価項目1>意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(※)本事業の位置づけ・意義 * 終了時評価においては対象外

(1)アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(2)知的財産・標準化戦略

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(※)本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム(社会実装)達成
までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 国内外の動向と比較
- 他事業との関係
- アウトカム(社会実装)達成までの道筋
- 知的財産・標準化戦略
- 知的財産管理

2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標と達成見込み
(2)アウトプット目標と達成状況

3. マネジメント

(1)実施体制
(※)受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

2. 目標及び達成状況(詳細)※

(1)アウトカム目標と達成見込み
(2)アウトプット目標と達成状況

事業の背景・目的・将来像

◆事業の将来像

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

事業の背景・目的・将来像

製造産業局 産業機械課
03-3501-1691

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）

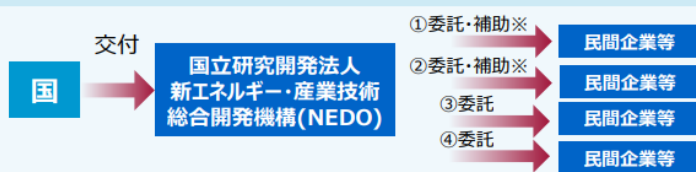
事業の内容

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、ドローンが大型化し人が乗ることができないいわゆる“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）



※大企業1/2補助、中小企業2/3補助

事業イメージ

(1) 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。

(2) 運航管理と衝突回避の技術開発

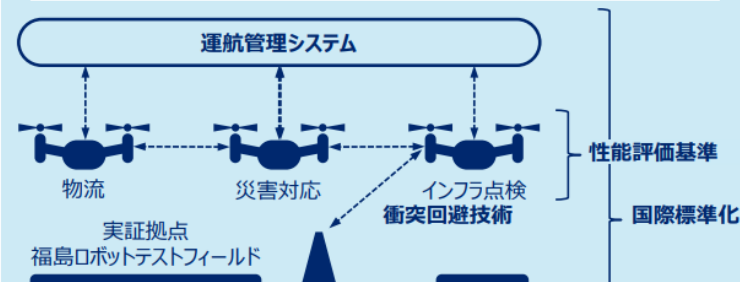
- 同じ空域を飛行する多数のドローンの運航を管理するシステムの社会実装に向けた開発・実証、飛行する機体を遠隔から識別・把握するための技術、他の機体や地上の建物等との衝突を回避する技術等の開発を行います。

(3) 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）。

(4) 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。



政策・施策における位置づけ

■ 経済産業省 施策名 6-2 新エネルギー・省エネルギー

・施策の概要:新エネルギー・省エネルギーの推進

・達成すべき目標:徹底した省エネの更なる追及、蓄電池等の分散型エネルギーリソースの有効活用など二次エネルギー構造の高度化、水素社会の実現、再エネの主力電源化を徹底し、再エネに最優先の原則で取り組む、カーボンニュートラルに向けた米欧等先進国との間での連携・協力及びアジアの現実的なエネルギー・トランジションに向けた支援

・目標設定の考え方・根拠:第6次エネルギー基本計画(令和3年10月閣議決定)

・達成手段17: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

・測定指標7:最終エネルギー消費量<運輸部門>(原油換算百万kl):目標値 60百万kl(2030年度)

省エネルギーについては、長期エネルギー需給見通しにおいて、最終エネルギー消費で6,200万kl程度の省エネルギーを実施することにより、2030年度のエネルギー需要を280百万kl程度と見込んでいることから、部門ごとのエネルギー消費量を測定指標として設定。また、エネルギー消費効率についても、徹底した省エネルギーの推進により、2021年度比で40%程度の改善を見込んでいることから、当該数値を測定指標として設定。

【測定指標】

測定指標 (定量的)		基準値		目標値		年度ごとの目標値					
						年度ごとの実績値					
		基準年度		目標年度		30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度
7	最終エネルギー消費量 <運輸部門> (原油換算百万kl)			60	2030	-	-	-	-	-	-
						79	78	70	測定中		

出所: 令和4年度実施施策に係る政策評価の事前分析表(経済産業省)
 施策名 6-2 新エネルギー・省エネルギー

https://www.meti.go.jp/policy/policy_management/seisaku_hyoka/index.html

政策・施策における位置づけ

未来投資会議

成長戦略実行計画案 2019年6月5日閣議決定／24頁

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/dai28/siryou1.pdf>

===

3. モビリティ

(3) ドローンの有人地帯での目視外飛行

① 現状

ドローンについては、無人地帯での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、地方の配達困難地域での配送、農作物の生育状況の把握、**老朽化するインフラの点検**、高齢化が進む**市街地の広域巡回警備**などを可能とするためには、**有人地帯での目視外飛行を可能とする必要がある**。

有人地帯におけるドローンの活用例としては、

- (a) 陸上輸送が困難な地域での生活物品や医薬品などの配送、
- (b) 散在する農地の作物の生育や害虫・病害の発生を空からまとめて広域的に確認、
- (c) 人の手で確認しにくい街中の橋、建物や道を広域的に点検、
- (d) 高齢化が進む地方の市街地などでの広域巡回警備、などが想定される。

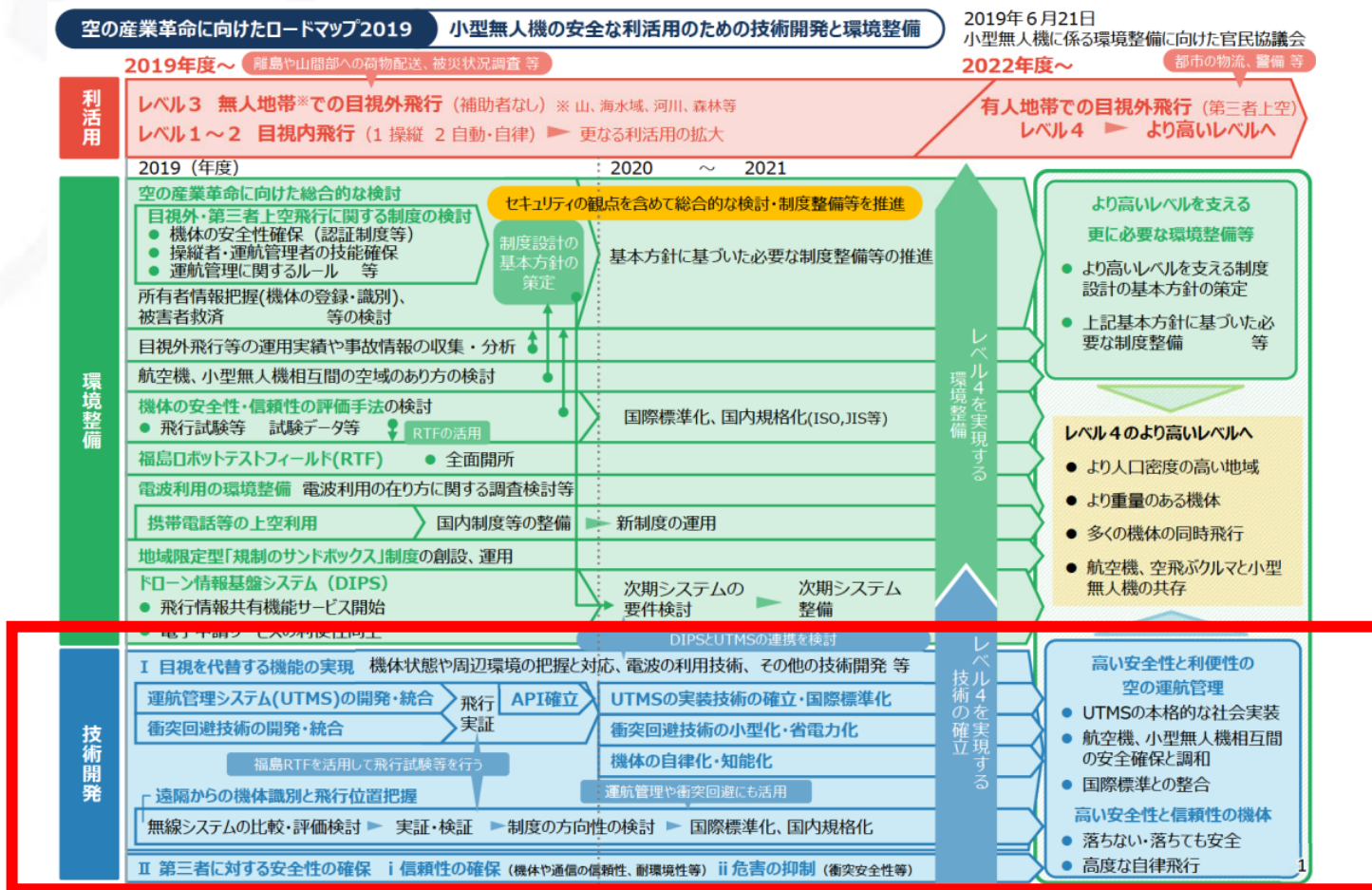
② 対応の方向性

飛行禁止区域を除き、飛行ルートของ 安全性確保を前提として、**有人地帯での目視外飛行の目標時期を2022年度目途**とし、それに向けて、本年度中に制度設計の基本方針を決定するなど、具体的な工程を示す。

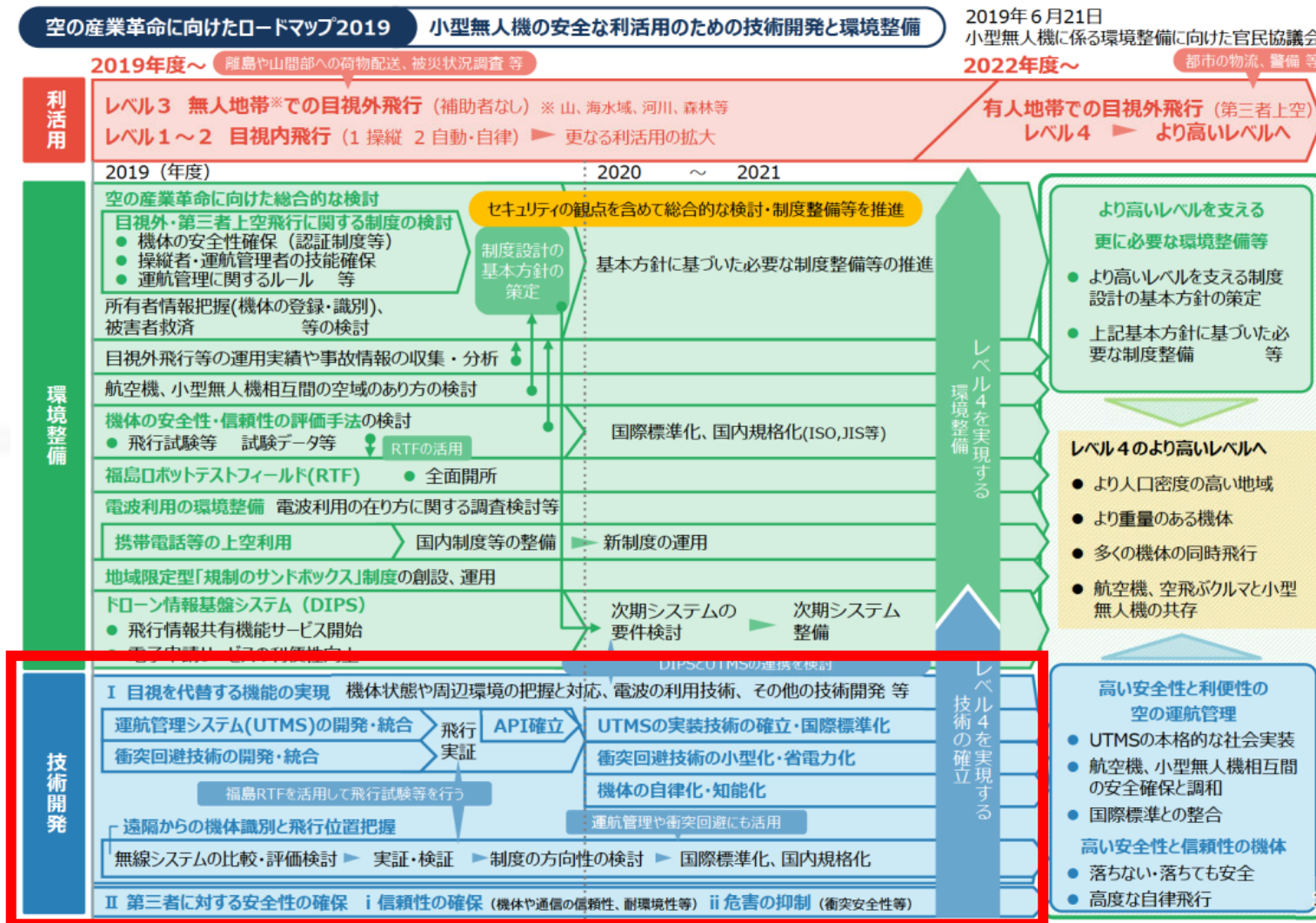
===

政策・施策における位置づけ

- ✓ 本事業で取り組むべき事項、方向について、ロードマップ上位置付けられている（赤囲み部分）。



技術戦略上の位置づけ



出所：中間評価時資料から引用 <https://www.nedo.go.jp/content/100898605.pdf>

国内外の動向と比較

- ✓ 国内外のプロジェクトにおいては、利活用の推進か、特化した研究開発プロジェクトを実施
- ✓ 一方で、本プロジェクトは、利活用の創出を見据えつつ機体性能基準、運航管理、衝突回避、国際標準化まで統合的な研究開発を実施

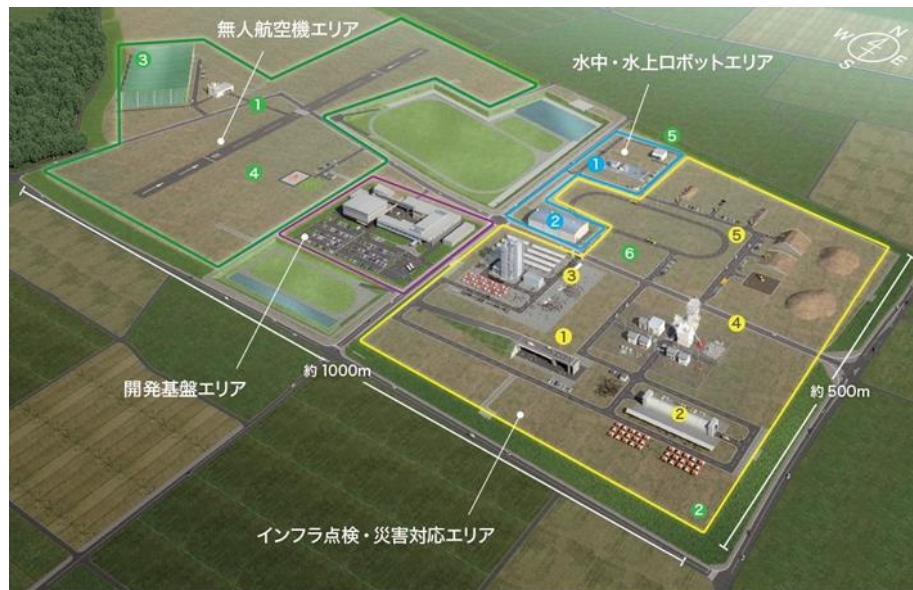
	組織・プロジェクト名	プロジェクトの目的・概要
海外	アメリカ航空宇宙局(NASA) The Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the National Airspace System Project (17-20年度 (フェーズ2))	無人航空機と有人機が安全に運航するための技術的障壁を解消するための研究を実施 (有人機と無人機の衝突回避(固定翼、150m以上)、C2通信技術及びそれらの実証実験)
	NASA UTM (2014年-2019年)	運航管理システム、無人機同士の衝突回避技術、機体ID管理、通信技術、サイバーセキュリティ、ジオフェンシング等に関する研究・開発
	SESAR Joint Undertaking (欧州委員会と欧州航空航法安全機構が設立) U-Space (2017年-期間未定)	無人航空機と有人機が安全に運航できる環境を整備するための技術開発を実施 CORUS: U-Spaceのオペレーションコンセプトを確立し、実現に必要な技術開発を特定 PercEvite: 地上と空中の協調的および非協調的な障害物の検出に関し、ドローンの自動化レベルを高めるためのセンサー・通信・および情報処理機能の開発 TERRA: U-Spaceのコンセプトに沿ったドローン運航のための性能要件を定義し、その要件を満たす地上設備技術の有無を特定
国内	農林水産省 農業分野における補助者なし目視外飛行実証PJ(令和元年度)	農業用ドローンの普及拡大に向けた官民協議会の枠組みを活用し、 農業分野における補助者なし目視外飛行による取組事例を早期に創出し 、横展開を図ることにより、農業現場への普及拡大を加速。
	スマート農業技術の開発・実証プロジェクト(平成30年度)	省力化・高品質生産等を実現するためのスマート農業の普及・実装。ドローンにおいては、農薬散布・営農・生育診断等の事例を創出。
	国土交通省 CO2排出量削減に資する過疎地域等における無人航空機を使用した配送実用化推進調査 (平成30年度)	過疎地域等におけるドローン物流モデルの構築を行うもの 。5つの実証地域において、協議会を主体とするドローン物流の検証実験により必要なデータ等を取得。各実証の課題整理・分析を横断的に行い、 ドローン物流の実用化に求められる要件及び過疎地域等におけるCO2排出量削減効果のあるドローン物流の基本モデルの評価・改善を実施 。
	NEDO DRESSプロジェクト (平成29年～平成33年度)	物流、インフラ点検、災害対応等の様々な分野 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。具体的には、 機体性能評価基準等の開発、運航管理システムの開発、有人機・無人航空機(150m以下)の衝突回避技術の開発、国際標準化の推進まで一連の研究開発を行い、統合的な飛行試験等を実施 。

他事業との関係

- ✓ 福島イノベーションコースト構想への貢献に向け、福島RTFとの設立支援、活用など図ってきた

福島ロボットテストフィールド(南相馬市・浪江町)

- ・建設期間: 2016年度～2019年度
(2018年度より順次開所し、2020年4月全面開所)
- ・南相馬市・復興工業団地内の東西約1000m×南北約500m(約50ha)
- ・浪江町・棚塩産業団地内に長距離飛行試験滑走路(約13km)



出所: 福島イノベーションコースト構想推進機構ホームページ (中間評価当時)

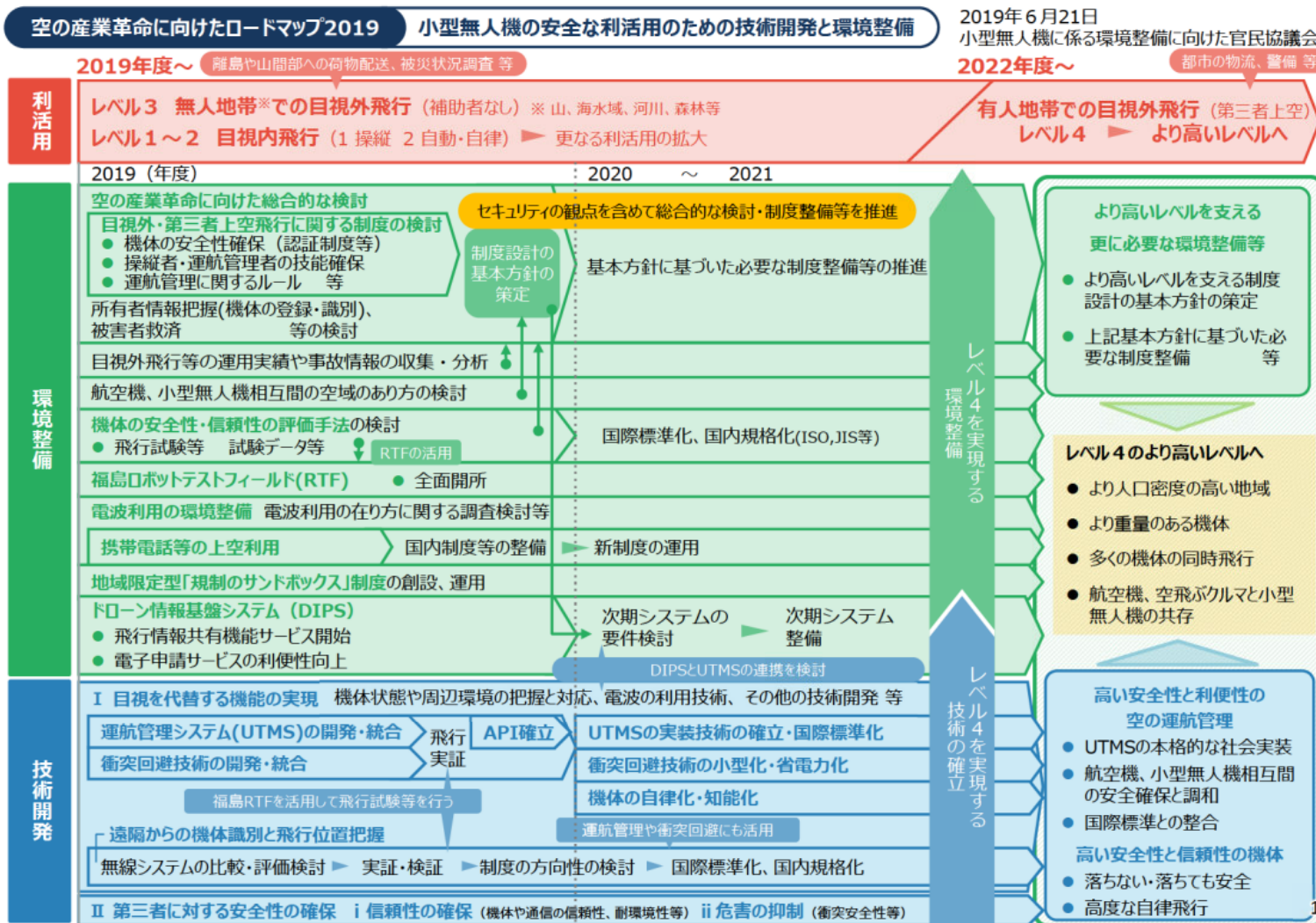


出所: 福島県ホームページ (中間評価当時)

(※)福島イノベーション・コースト構想とは東日本大震災及び原子力災害によって失われた福島県浜通り地域等の産業を回復するため、当該地域の新たな産業基盤の構築を目指す国家プロジェクト(経済産業省、復興庁)

出所: 中間評価資料抜粋

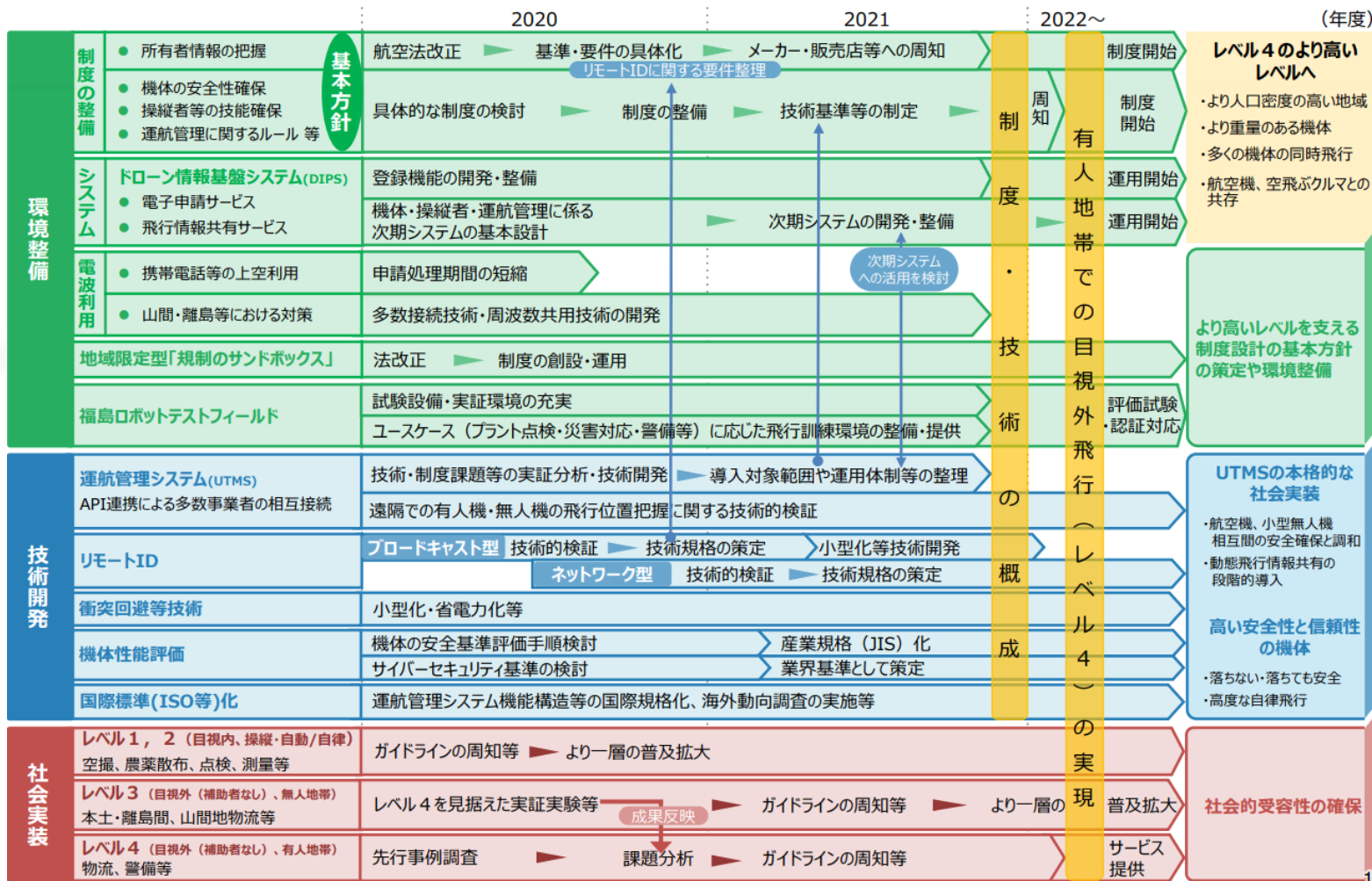
アウトカム（社会実装）までの道筋



アウトカム（社会実装）までの道筋

空の産業革命に向けたロードマップ2020 我が国の社会的課題の解決に貢献するドローンの実現

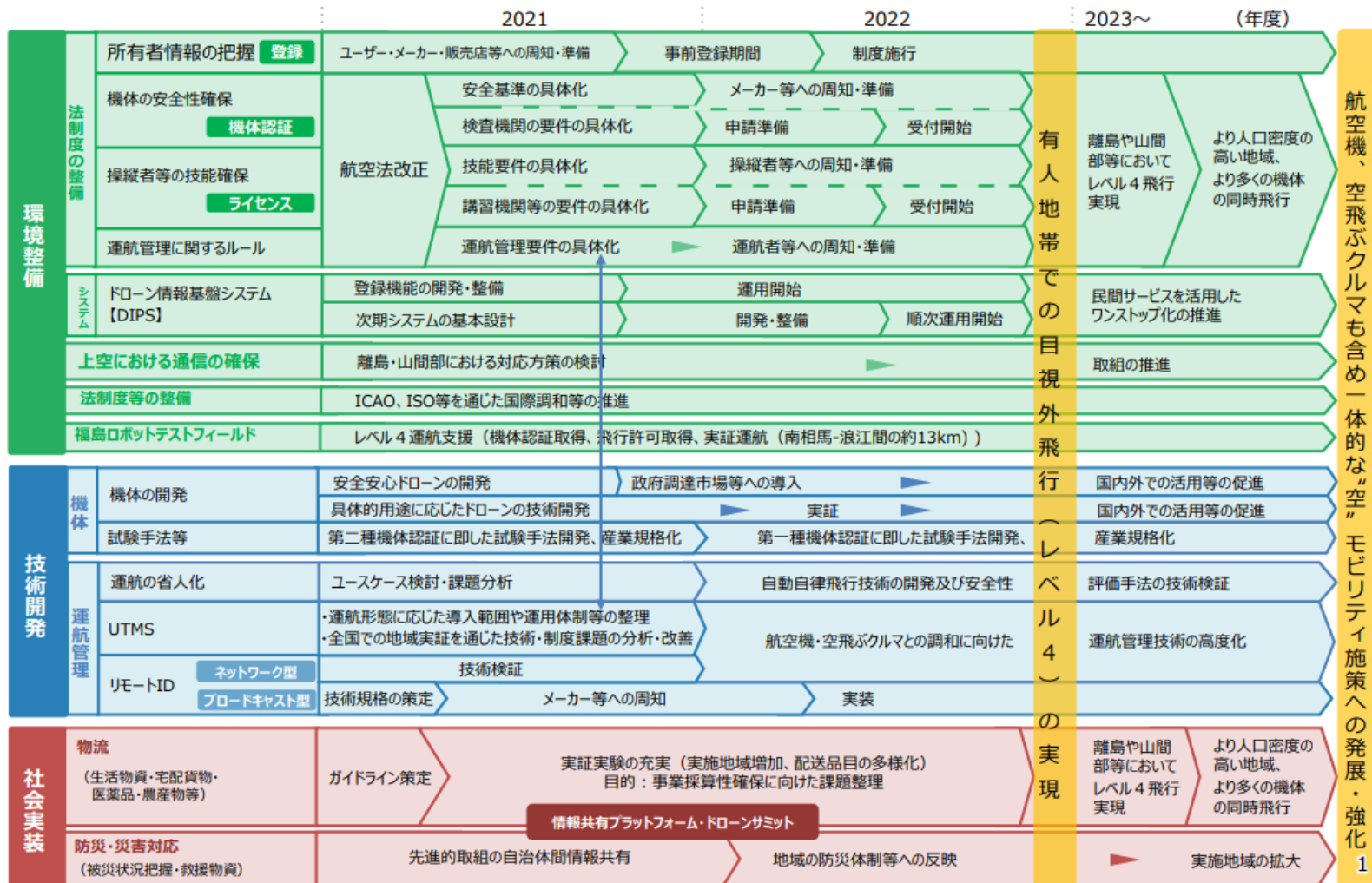
2020年7月17日
小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会



アウトカム（社会実装）までの道筋

空の産業革命に向けたロードマップ2021 レベル4の実現、さらにその先へ

2021年6月28日
小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会



アウトカム（社会実装）までの道筋（参考）

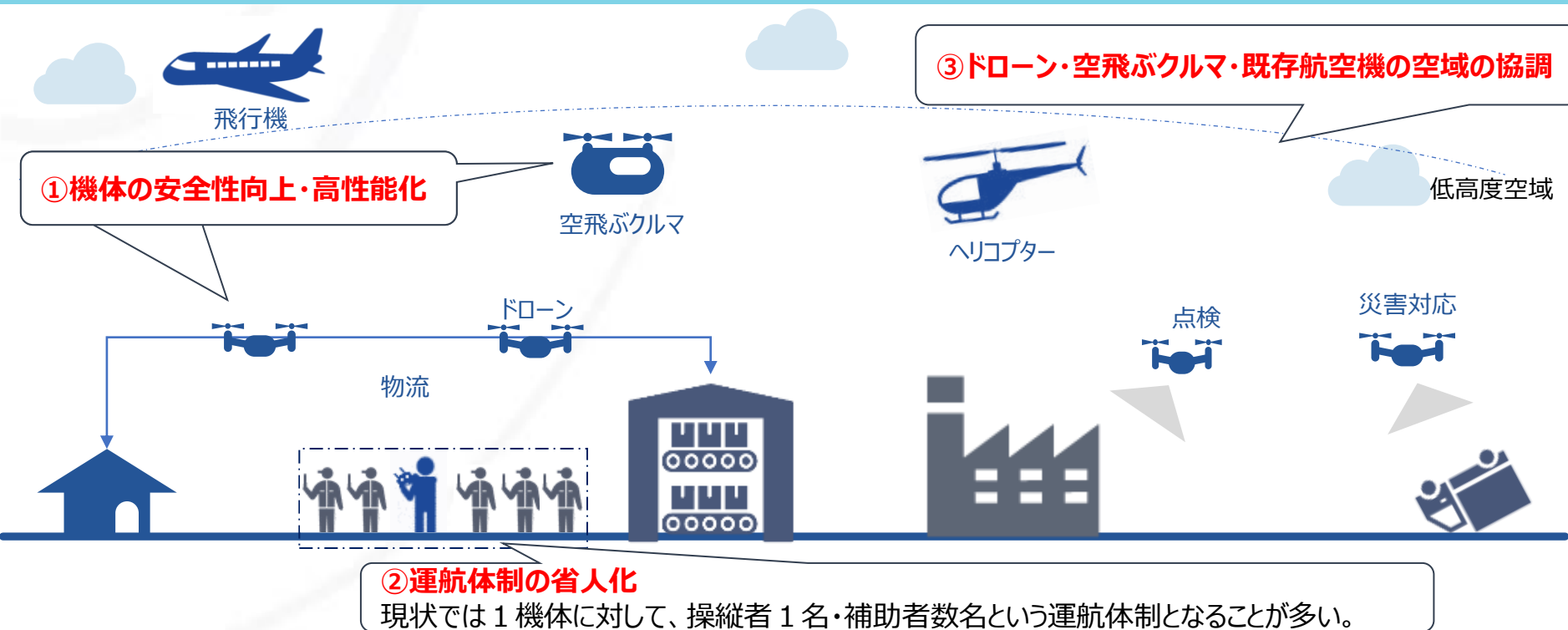
		2022		2023		2024～ (年度)		
		レベル4の実現、さらにその先へ						
		レベル4 飛行を段階的に人口密度の高いエリアへ拡大						
環境整備	法制度等の整備	運航管理	運航管理システム（UTMS）の導入に向けた検討	Step 1 ^{※1} UTMSの利用を推奨 <small>※1 早期のUTMS利用の例：災害時等</small>	制度整備の方針の策定	Step 2 ^{※2} <2025年頃>	Step 3 ^{※3}	
	機体の認証	新制度詳細決定	リスク評価ガイドラインの策定	リスク評価	運航管理におけるリスク評価手法の改良とその適切な実施の促進、事故等の情報収集・分析	<small>※2 認定UTMプロバイダの利用により、複数の運航者による近接した運航を可能とする。併せて認定UTMプロバイダ間の接続のための環境整備を実施する。</small> <small>※3 指定空域内のすべてのドローンが認定UTMプロバイダを利用すること等により、航空機や空飛ぶクルマも含めた高密度運航を可能とする。</small>		
	操縦ライセンス	試験準備	メーカーと情報共有 検査機関の登録	認証	機体の認証取得促進、整備・検査人材の育成、認証機の継続的な安全確保			
	登録・リモートID	講習準備、登録	試験準備	試験	操縦ライセンス取得促進、操縦者の育成・技量確保			
	申請システム【DIPS】	講習準備、登録	講習準備、登録	講習	登録講習機関の登録促進と適切な監督、講習内容の充実、講師の育成支援			
	上空における通信の確保	継続的に登録・リモートID搭載の徹底	継続的に登録・リモートID搭載の徹底		UTMSでの利用に適したリモートIDの検討			
	標準化の推進	新制度への対応等	新制度への対応等	運用	利活用の更なる促進等を図る観点から、システムを改善			
福島ロケットテストフィールド	・高度150m以上でのLTEの利用等を可能とするための技術条件や手続の簡素化を検討 ・衛星通信等の代替策を検討	・高度150m以上でのLTEの利用等を可能とするための技術条件や手続の簡素化を検討 ・衛星通信等の代替策を検討		制度化、更なる対応を検討・実施				
		ICA0、ISO等を通じた国際標準化、事業者のサービス品質に係る産業規格化の推進等		ICAO、ISO等を通じた国際標準化、事業者のサービス品質に係る産業規格化の推進等				
		レベル4 運航支援（機体認証取得、リスク評価、実証運航（南相馬・浪江間））		レベル4 運航支援（機体認証取得、リスク評価、実証運航（南相馬・浪江間））		災害対応などドローンの社会実装に貢献するための施設の整備・提供		
技術開発	機体	機体等の開発	行政の現場を活用したドローンの実証実験	行政ニーズに対応するために必要な標準機体の性能仕様を策定	国内企業の開発を促進	順次実装		
		試験手法の開発	機体等の開発	具体的用途に応じたドローンの技術開発	SBIR制度の活用による支援の検討	市場投入・活用促進		
	運航管理	運航の省人化	第一種機体認証の安全基準に対応した機体の試験手法の開発	第一種機体認証の安全基準に対応した機体の試験手法の開発			一操縦者多数機同時運航のための性能評価手法の開発	
		運航管理技術	一操縦者による多数機同時運航を実現するために必要な機体・要素技術の開発・実証	一操縦者による多数機同時運航を実現するために必要な機体・要素技術の開発・実証			大阪・関西万博で実証	
社会実装	物流・医療（生活物資・医薬品等）	ドローン物流の実用化に向けた実証を支援	医薬品配送ガイドラインの改定検討 荷物等配送ガイドラインの改定	レベル4 飛行によるドローン物流の課題の整理、物流サービスの実装を促進 河川での発着拠点の設置等に対する支援強化	河川利用ルール等のマニュアルを策定	人口密度の高い地域、多数機運航		
	インフラ・プラント点検（産業保安）	ドローン物流の実用化に向けた実証を支援	ドローン物流の実用化に向けた実証を支援			制度の施行		
	防災・災害対応	スマート保安を推進するための認定制度の創設・制度詳細の具体化	スマート保安を推進するための認定制度の創設・制度詳細の具体化			地域の防災体制等への反映 ドローンを活用した防災訓練の推進		
	地域との連携強化	・防災基本計画において、航空運用調整の対象としてドローンを位置づけ ・先進的取組の自治体間情報共有	・防災基本計画において、航空運用調整の対象としてドローンを位置づけ ・先進的取組の自治体間情報共有			災害現場での活用拡大		
		ドローンサミットの開催	情報共有プラットフォームを通じた情報発信の強化	ドローンサミットの開催	更なる地域との連携促進			

アウトカム（社会実装）までの道筋（参考）

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(ReAMoプロジェクト)概要

今後の産業拡大を見据え、

- ① **試験方法の標準化**や**産業規格化**により、「**機体の安全性向上・高性能化**」を進め、**ドローンの活用の幅を拡大し、空飛ぶクルマの市場を創造**する。
- ② 「**運航体制の省人化**」によって**1人の操縦者が複数の機体を操縦**できるようにし、**ドローン利活用のポテンシャルをさらに引き出す**。
- ③ また、空飛ぶクルマが登場することも見据え、**ドローンと空飛ぶクルマ、既存航空機が空域を協調し、より安全で効率的な航行を行うための技術の確立**を目指す。



知的財産・標準化戦略

公開/非公開、及び競争領域/非競争領域を想定し、設定

	非競争領域	競争域
公開	運航管理システム アーキテクチャ ・情報提供機能 ・相互接続/API等 衝突回避ルール ・安全離隔距離等 機体性能評価手順 ・機能評価/試験方法 <div style="border: 2px solid magenta; padding: 2px; display: inline-block;">国際標準化へ提案</div>	運航管理統合機能 ・空域割り当て技術等 情報提供機能 ・データ多重化技術等 運航管理機能 ・飛行計画設計技術等 衝突回避技術 ・衝突回避経路設定技術等 機体材質・構造技術 ・耐熱材料/電源制御技術 <div style="border: 2px solid blue; padding: 2px; display: inline-block;">積極的に権利化</div>
非公開	通信ネットワークPF ・LTE/衛星通信等 飛行情報共有PF ・リモートID技術等 サイバーセキュリティ <div style="border: 2px solid green; padding: 2px; display: inline-block;">運用支援・PF技術</div>	機体の飛行制御ノウハウ ・回避行動制御技術等 機体認識システム ・センサー認識技術等 位置同定システム ・機体位置制御技術等 特殊環境への対応機体 ・高温環境/長時間飛行等 <div style="border: 2px solid orange; padding: 2px; display: inline-block;">ノウハウ秘匿</div>

○「公開×非競争領域」にかかる基本計画の記載ぶり

基本計画(抄)

1. 研究開発の目的・目標・内容

(2) 研究開発の目標

① アウトプット目標

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。

5. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

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。

知的財産管理

●知的財産権に関する事項

項目	委託(共同研究含む)	助成
事業の主体	NEDO	事業者
事業の実施者	委託先	事業者
取得資産の帰属	NEDO(約款20条1項該当)	事業者
事業成果(知的財産権)の帰属	NEDO バイドール条項(※)遵守の場合は 委託先帰属	事業者
収益納付	—	あり

(※)産業技術力強化法第17条第1項に規定する4項目及びNEDOが実施する知的財産権の状況調査(バイドール調査)に対する回答を条件として、知的財産権はすべて発明等をなした機関に帰属

●知財マネジメント基本方針(「NEDO知財方針」)に関する事項

NEDO知財方針に記載された「全実施機関で構成する知財委員会(又は同機能)」を整備し、「知財の取扱いに関する合意書」を作成

●データマネジメントに係る基本方針(NEDOデータ方針)に関する事項

NEDOデータ方針に記載された「全実施機関で構成する知財委員会(又は同機能)」を整備し、「データの取扱いに関する合意書」を作成

ロボット・ドローンが活躍する省エネルギー社会に向けた実現プロジェクト 基本計画 5. その他重要事項(抜粋)

(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(略)

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。

＜評価項目 2＞目標及び達成状況

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(※)本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム(社会実装)達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略

2. 目標及び達成状況(概要)

(1)アウトカム目標と達成見込み
(2)アウトプット目標と達成状況

- アウトカム目標の設定及び根拠
- 本事業における「実用化・事業化」の考え方及び見込み
- 費用対効果
- アウトプット(研究開発成果)のイメージ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 副次的成果及び波及効果
- 特許出願及び論文発表

□ (塗りつぶしなし)評価対象外

3. マネジメント

(1)実施体制
(※)受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

(※) 評価対象外

2. 目標及び達成状況(詳細)※

(1)アウトカム目標と達成見込み
(2)アウトプット目標と達成状況

アウトカム目標の設定および達成見込み

➤ 省エネ効果及びCO2削減ポテンシャル

将来の物流分野の無人航空機活用による省エネ効果及びCO2排出削減効果が期待

	期待されるCO2の削減効果	想定
2020年	約260トン	ベンチャー企業等による試験的な無人航空機による配送
2030年	約8.6万トン	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

➡ 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。本事業のアウトプット目標については概ね達成をしているところ。そのほか、既存モビリティとの運用コストが比較優位になること目指した多数機同時運航に向けたNEDOプロジェクトや必要な実証や事業環境整備が進められており、2030年時点でのCO2削減効果目標は、達成される見込み

➤ 市場形成

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8,000億円と推測される中、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

➡ 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。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年度時点で、市場全体が8000億円を越えるとの試算がなされている。

本事業における「実用化・事業化」の考え方

本プロジェクトにおける「実用化・事業化」とは、当該研究開発に係る試作品、システム等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、また当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動に貢献することをいう

費用対効果(本項目については、評価対象外)

【インプット】

- ・プロジェクト費用の総額 約180億円(6年)

2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	総額
33億円	32.2億円	36億円	40億円	40億円	0.4億	約180億円



【アウトカム】

- ・ドローン市場規模予測(2030年) 8000億円/年

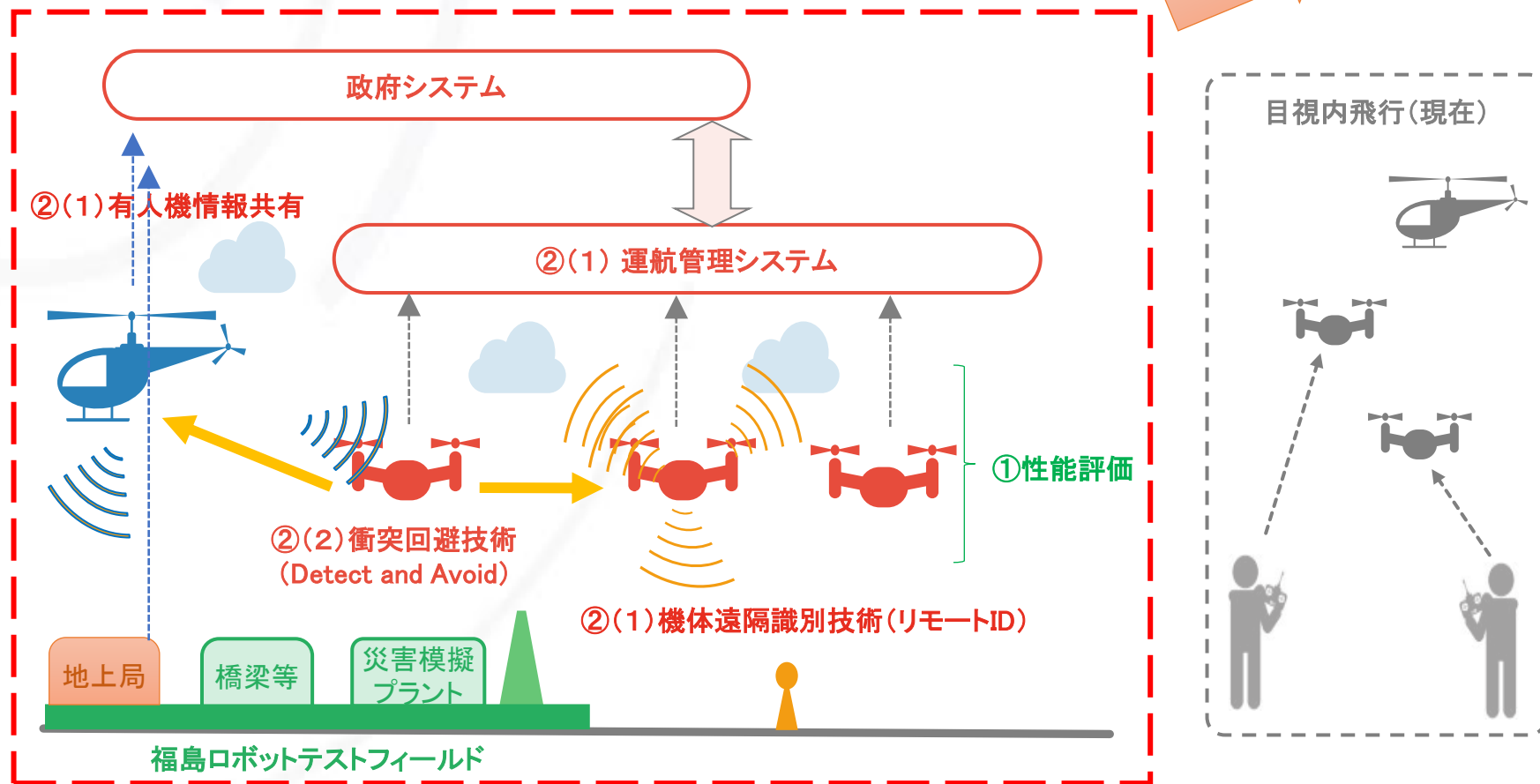
➤ 市場形成

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8,000億円と推測される中、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

アウトプット(研究開発成果)のイメージ

- ① 無人航空機機体の性能評価手法
- ②(1) 無人航空機運航管理技術の開発
- ②(2) 無人航空機の衝突回避技術の開発
- ③(1) 上記成果の国際標準化への橋渡し

③(1)
国際標準化



アウトプット目標の設定・達成状況

研究開発項目	目標 (2022年3月)	成果(実績) (2023年12月)	達成度	達成の根拠/解決方針
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」	<ul style="list-style-type: none"> ・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・「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」活動報告の公表 ・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の策定 など 	○	無人航空機を対象分野としたサイバーセキュリティガイドライン等を策定。第二種機体認証等の証明手法の検討は課題を残し、2022年度から開始事業への引継ぎ
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」	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・無人航空機の運航管理システムについては一定の検討が行われ、全国13地域での実証を実施し、評価を実施。また、実装に向けた技術課題・制度課題を整理。 ・遠隔識別に必要な試験法、要素技術開発などを行い、リモートID制度構築に貢献。また、運航管理システムとの統合実証も実施。 ・200km/hの相対速度で、10kg級の無人航空機に搭載するセンサーの開発・統合した衝突回避システム技術の飛行実証を実施し、機能の検証の実施。 	○	概ね、アウトプット目標として設定していた技術課題の機能検証・飛行実証を実施。実際の社会実装に向けた制度の構築への貢献や、制度検討に向けた技術・制度課題の整理を実施し、社会実装に向けた議論開始に貢献を行った。

アウトプット目標の設定・達成状況

研究開発項目	目標 (2022年3月)	成果(実績) (2023年11月)	達成度(見込み※)	達成の根拠/解決方針
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」	<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。 	<ul style="list-style-type: none"> 無人航空機の運航管理システムの共通IFのAPIサイトでの公開を実施。 無人航空機の運航管理システムの機能構造(ISO 23629-5)や衝突回避の運用手順が追加された運航手順(ISO 21384-3)など規格発行済。その他、関連規格の開発が引き続きISOで進行中。 	○	<ul style="list-style-type: none"> ISOでの無人航空機システム関連の議論を進めるため、本事業を通じ、得られた技術成果をベースに国内審議団体と連携しながら、規格の策定作業を進め、複数の規格発行にこぎつけた。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

アウトプット(研究開発成果)の波及効果・副次的成果

<波及効果>

- ◆ できるだけ早期に機体情報と所有者等の情報を把握する仕組みを構築する必要がある中、本事業における技術開発等の結果を官民協議会等への報告等を通じ、無人航空機の所有者等を把握するための制度(2022年6月施行)構築に貢献。

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)

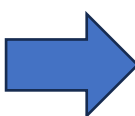
ブロードキャスト型リモートID小型試作送信機の通信性能の技術評価を実施

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) 2021年3月実証 (外付け型) 2021年3月実証 (内蔵型)

項目	外付け型-内蔵型共通	アンテナ、電源、機構等関連仕様
無線	BLE (Bluetooth v5.0)	アンテナ 送信出力 3.3mW/2MHz (S.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)
CPU	Cortex-M4 (TI CC2642R)	電源 リチウムイオン二次電池 3.8V/1670mAh (7時間以上)
メモリ	RAM: 20kByte/ROM: 352kByte	スイッチ方式 メカニカルスイッチ (タクトスイッチ)
センサ	TI TMP112	機構 筐体材質 ナイロン12 (3D Printer品) (機能安全等対応) 工具 筐体ネジは特殊ネジ (トルクスネジ) を使用 (電波法)、 GPS ublox NEO-M8Q 追加 気圧コンパス (ASTM (オフショ))
法規		法令 電波法 認証番号: 003 200276 認証番号: 003 200277

10



リモートIDの技術要件 (概要)

- 来年6月の登録制度の施行に向け、施行と同時に搭載が義務付けられるリモートIDが満たすべき具体的な要件を「技術規格書」(案)としてとりまとめ
- これにより、来年6月の制度施行までのリモートIDの開発・普及を加速化

【要件①】
国が規定する方法により「書き込み」を行うことができるようにすること
※ 詳細は、別添1参照

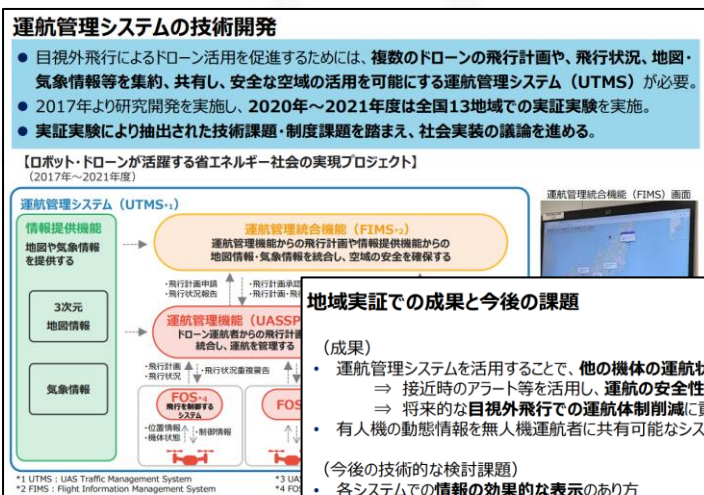
【要件②】
 <発信情報> 登録番号・製造番号・位置情報・時刻・認証情報 <発信周期> 1秒に1回以上とすること
 を発信すること
 (原則、ASTM規格で規定された形式により、1つのデータとしてまとめて発信)
 <その他> 飛行前に、作動状況の点検を可能とすること
 等
 <通信方式> 「Bluetooth 5.x」「Wifi Aware」「Wifi Beacon」を用いること
 ※ 詳細は、別添1参照

アウトプット(研究開発成果)の波及効果・副次的成果

<波及効果>

◆ レベル4飛行の実現等に伴って無人航空機の運航頻度が上がるにつれて、空域内でのコンフリクト回避が必要。そのため、運航管理システム(UTM)の導入が必要。本事業を通じ、検討課題を整理し、官民協議会に提示。

◆ UTMの段階的な導入にむけた方向性検討への貢献



地域実証での成果と今後の課題

(成果)

- 運航管理システムを活用することで、他の機体の運航状況がリアルタイムに把握できた。
⇒ 接近時のアラート等を活用し、運航の安全性が向上することを確認できた。
⇒ 将来的な目視外飛行での運航体制削減に貢献する見通しがたつた。
- 有人機の動態情報を無人機運航者に共有可能なシステムの接続性について確認できた。

(今後の技術的な検討課題)

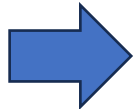
- 各システムでの情報の効果的な表示のあり方
- 通信遅延・通信の途絶への対応

(今後の事業視点での検討課題)

- アラートが出た後の伝達方法など、衝突回避のための具体的オペレーション構築

(今後の制度的な検討課題)

- 運航計画重複時の調整方法、用途に応じた飛行の優先度の設定
- コンフリクト判定の際の回避行動のルールの設定
- 有人機の動態情報の共有の仕組みの検討
- 運航管理システムへの接続を必須とする用途や空域の明確化



特許出願及び論文発表

	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	計
特許出願(うち外国出願)	4(2)	3(0)	2(0)	2(0)	10(2)	4(2)	25(6)
論文	2	4	21	17	12	4	60
研究発表・講演	50	72	74	20	61	24	301
受賞実績	0	0	0	0	0	0	0
新聞・雑誌等への掲載	7	721	14	2	453	27	1224
展示会への出展	9	30	30	16	22	12	119

※2023年3月31日現在

●規格提案活動を円滑を進めるために主要ステークホルダが集う場での成果発表、ブース出展なども実施。

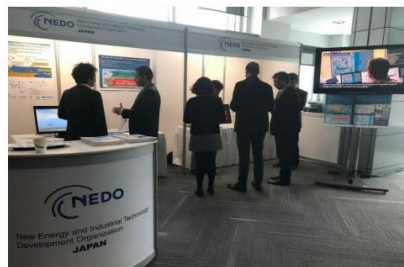
ISO/TC20/SC16総会での成果発表

- 総会において、他国に先行して運航管理システムや衝突回避技術の成果をPRすることで、その後の標準化提案を日本主導で実施できるようにした

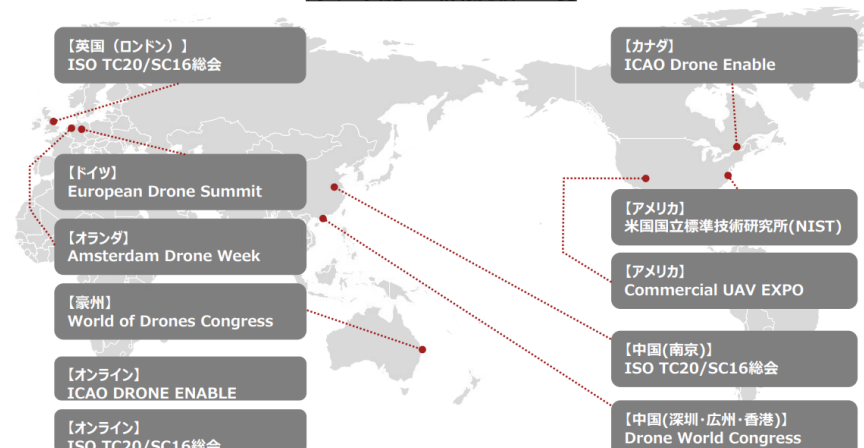


ICAO Drone Enableでのブース出展

- ICAO本部で開催されたドローンに関する国際シンポジウム会場で、DRESSプロジェクトの情報発信ブースを設置した
- 海外での情報発信の中で、最も多くの航空局・企業トップ層と対話を実現



海外で実施した情報発信の一覧



＜評価項目3＞マネジメント

(1) 実施体制

(※) 受益者負担の考え方 * 終了時評価においては対象外

(2) 研究開発計画

1. 意義・アウトカム(社会実装)達成までの道筋

(※)本事業の位置づけ・意義
 (1)アウトカム(社会実装)達成までの道筋
 (2)知的財産・標準化戦略

2. 目標及び達成状況(概要)

(1)アウトカム目標と達成見込み
 (2)アウトプット目標と達成状況

3. マネジメント

(1)実施体制
 (※)受益者負担の考え方
 (2)研究開発計画

(※) 評価対象外

2. 目標及び達成状況(詳細)※

(1)アウトカム目標と達成見込み
 (2)アウトプット目標と達成状況

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 受益者負担
- アウトプット(研究開発成果)のイメージ(再掲)
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理: 中間評価結果への対応
- 進捗管理: 動向・情勢変化への対応
- 進捗管理: 開発促進財源投入実績

□ (塗りつぶしなし) 評価対象外

NEDOが実施する意義(中間評価時点)

I. 事業の位置付け・必要性 (2)NEDOの事業としての妥当性

◆NEDOが関与する意義

自律制御無人機による長距離荷物配送



少量荷物を約12km配送(2017.1.12)

有人機と無人機の同一空域飛行



有人機から無人機の視認性を確認(2017.12.15)
衝突回避システムの探知性能を確認(2018.12.14)

同一空域・複数事業者の同時飛行



災害調査、警備、物流、郵便、合計10機のドローンを目視外自律飛行(2019.3.1)

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

- ✓ 福島ロボットテストフィールド等を活用した飛行試験
 - 研究開発型ベンチャー含むオールジャパン体制(現在のべ42組織)で、先進的な社会実装を進める。
- ✓ 運航管理システムのAPIなどを公開し、国内外の人材が集う環境を整備
 - 現在参画しているドローン事業者以外の国内外のドローン事業者が活用できる環境づくりを進める。
 - 福島県及び南相馬市と協力協定を締結し、福島ロボットテストフィールドの活用を進める。

NEDOが実施する意義

- ◆ ドローン分野については、市場の伸びが大きく期待されていたものの、制度については、発展している途上であり、安全性などに関するハードルが具体化されるまでは、企業単体にとっては、事業化リスクは依然として高く、国家プロジェクトとして進め、資金を提供する仕組みが必要。
- ◆ また、市場の立ち上がり、拡大に必要となる、機体の安全性に関する評価手法や、運航管理システムなどの技術開発については、多様な機関(アカデミア、公的研究機関、企業等)が連携し、取り組む必要があり、さらに、官民協議会などを含めて、政府や関係する企業等と、委託先のみならず、関係ステークホルダーを巻き込んだ活動を進めていく必要がある。
- ◆ このような中で、NEDOが実施することで、多様な機関が連携した体制を組むことが可能となった。また、官民協議会などとの連携観点でも、NEDOが運営するプロジェクトだからこそ、技術開発・検証から得られた知見を提供することが可能となる。
- ◆ 制度構築のために必要な技術エビデンスの提供についても、NEDOの委託事業として実施することで柔軟に対応ができるようになり、また、制度側からの検証要望などにも柔軟に対応を行って、研究開発内容の変更・追加なども容易となっている。
- ◆ 加えて、NEDOが、福島県、及び南相馬市と連携協定を結んでおり、実証に係る自治体との調整などについては、中立的な立場として調整を行い、円滑な飛行実証などに取り組むことが可能。

実施体制 (ドローン:2020年度以降)

経済産業省

小型無人機に係る環境整備に向けた
官民協議会

航空局等

NEDO
ロボット・AI部

連携/研究報告

進捗評価

技術委員会

※2021年度以降実施課題のみ記載

連携協定

福島県

南相馬市

①性能評価基準等の開発	<委託> ※一部2022まで延長 無人航空機に求められる安全基準策定	産総研・東大・プロドローン・イームズロボティクス他
	<助成> 無人航空機のエネルギーマネジメント	マクセル・古河電池
②運航管理と衝突回避の技術開発	<委託> 運航管理統合機能の機能拡張	NEC・日立・NTTデータ・ウェザーニューズ
	<委託> 単独長距離飛行を実現する運航管理機能	SUBARU・日本無線 日本アビオニクス 自律研・マゼランシステムズ ジャパン
	<委託> 【2019から継続】 遠隔からの機体識別 (リモートID) 及び有人機からの位置情報共有	NEC・日立・NTTデータ・NTTド コム・KDDI・JAXA・ENRI・ NICT
	<委託> 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	KDDI・パーソルプロセス&テ クノロジー
	<助成> 地域特性に考慮した情報提供機能	ゼンリン
	<助成> 地域特性に考慮した情報提供機能	日本気象協会
	<助成> 衝突回避システムの小型化・低消費電力化	日本無線・日本アビオニクス・ 自律研
③国際標準化の推進	<助成> 準天頂衛星システムの小型化・低消費電力化	マゼランシステムズジャパン
	<委託> 【2017から継続】※ 2022まで延長 デジュール・スタンダード	PwCコンサルティング

個別事業の採択プロセス

2020年以降開始の採択テーマについては以下のスケジュールで実施。公正なプロセスを進めた。

採択テーマ	公募予告	公募開始期間	採択数
研究開発項目①ロボット・ドローン期待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 (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 7) 運航管理統合機能の機能拡張に関する研究開発 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) 9) 地域特性に考慮した情報提供機能に関する研究開発 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 (2) 無人航空機の衝突回避技術の開発 3) 衝突回避システムの小型・低消費電力化 4) 準天頂衛星システムの小型化・低消費電力化	2020年3月3日	2020年5月7日～2020年6月27日	研究開発項目① (1) 1件 (3) 1件 研究開発項目② (1) 2件 (2) 2件
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 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	2020年7月31日	2020年9月16日～2020年10月16日	1件
研究開発項目④空飛ぶクルマの先導調査研究 (1) 海外における空飛ぶクルマの実証事例調査 (2) 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 (3) 空飛ぶクルマの社会実装に向けた要素技術調査 (4) 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	2021年4月5日	テーマ①、③、④ 2021年6月7日～7月7日 テーマ② 2021年6月7日～7月19日	研究開発項目④ (1) 1件 (2) 1件 (3) 1件 (4) 1件

例: 公募Aの場合の進め方

【公募】

公募予告(3月3日)⇒公募(5月7日)⇒公募〆切(6月22日)

【採択】

採択審査意見交換会(7月13日)

採択審査項目; NEDOの標準的採択審査項目にて実施された。

留意事項;

研究の健全性・公平性の確保に係る取組; 公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した。

(参考: 公募要領の留意事項(8))

受益者負担

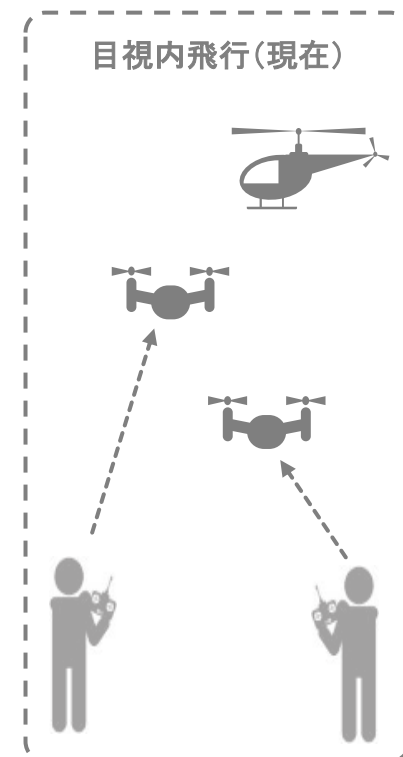
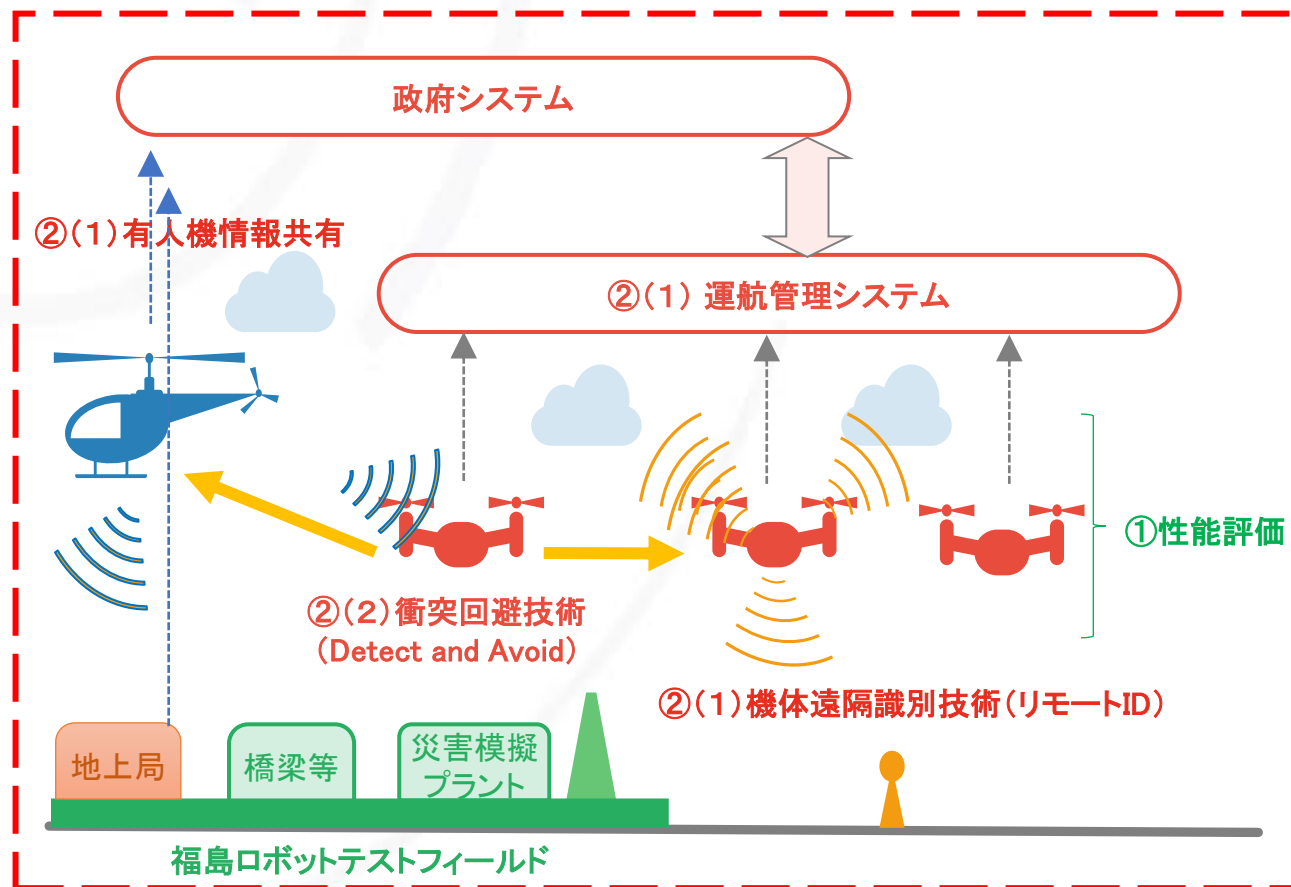
- ◆ 有人地帯での目視外飛行を実現するために必要な性能評価基準等の策定 や、協調的な仕組みで制度としても位置付けられなければ機能しない運航管理システム関連開発などについては、政策実施に必要なデータ等の取得、分析又は提供を目的としていることから、委託にて実施。
- ◆ また、バッテリーのエネルギーマネジメントや、各種センサーの小型化・小電力化などの要素技術開発については、助成(大企業 1/2、中堅・中小・ベンチャー企業 2/3)とされた。

研究開発項目(大項目)	研究開発項目(中・小項目)	委託/助成
①ロボット・ドローン機体の性能評価基準等の研究開発	(1)性能評価基準等の研究開発 無人航空機に求められる安全基準策定	委託
	(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 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
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 運航管理統合機能の機能拡張に関する研究開発	委託
	(1)無人航空機の運航管理システムの開発 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
	(1)無人航空機の運航管理システムの開発 <委託>【2019から継続】 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
	(1)無人航空機の運航管理システムの開発 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
	(1)無人航空機の運航管理システムの開発 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)無人航空機の衝突回避技術の開発 衝突回避システムの小型化・低消費電力化	助成
	(2)無人航空機の衝突回避技術の開発 準天頂衛星システムの小型化・低消費電力化	助成
③国際標準化の推進	(1)ロボット・ドローンに関する国際標準化の推進 デジュール・スタンダード	委託

アウトプット(研究開発成果)のイメージ(再掲)

- ① 無人航空機機体の性能評価手法
- ②(1) 無人航空機運航管理技術の開発
- ②(2) 無人航空機の衝突回避技術の開発
- ③(1) 上記成果の国際標準化への橋渡し

③(1)
国際標準化



研究開発のスケジュール

- ◆ 2020年度からは2年間を基本とし、委託/助成事業を進めてきた。
- ◆ 例えば衝突回避技術の開発については、要素技術の開発（助成）と統合実証の実施（委託）など、各項目間の連携を図りながら実施。
- ◆ また、一部、基本計画の延長を行い、社会情勢などを鑑み、後継プロジェクトにスムーズにつなげるためにも、切れ目のない取り組みを進めた。

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
①(1)	→			→		→	
①(3)	→			→			
②	→			→			
			→				
③(1)	→					→	→
						→	

進捗管理

◆ NEDOに技術委員会を設置(年1, 2回程度の進捗確認、アドバイス)

◆ その他、各研究項目に合わせて、進捗管理を実施。

例) 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」

においては、主要関係者での専門的な知見での議論を行うため、WGを設置し、全体進捗を確認するため、委員会を設置する形とした。



図: 2021年度の有識者委員会の構成

進捗管理：中間評価結果への対応

2019年度中間評価での指摘事項と対応状況

指摘事項	対応状況
<p>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。</p>	<p>期待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テーマを開始し、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進めた、</p>

進捗管理：中間評価結果への対応

2019年度中間評価時の指摘とそれへの対応は以下のとおり

カテゴリ	指摘	対応
全体マネジメント	<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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。
安全	<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目指すのであれば、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。 <ul style="list-style-type: none"> -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。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。 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。

進捗管理：中間評価結果への対応

2019年度中間評価時の指摘とそれへの対応は以下のとおり

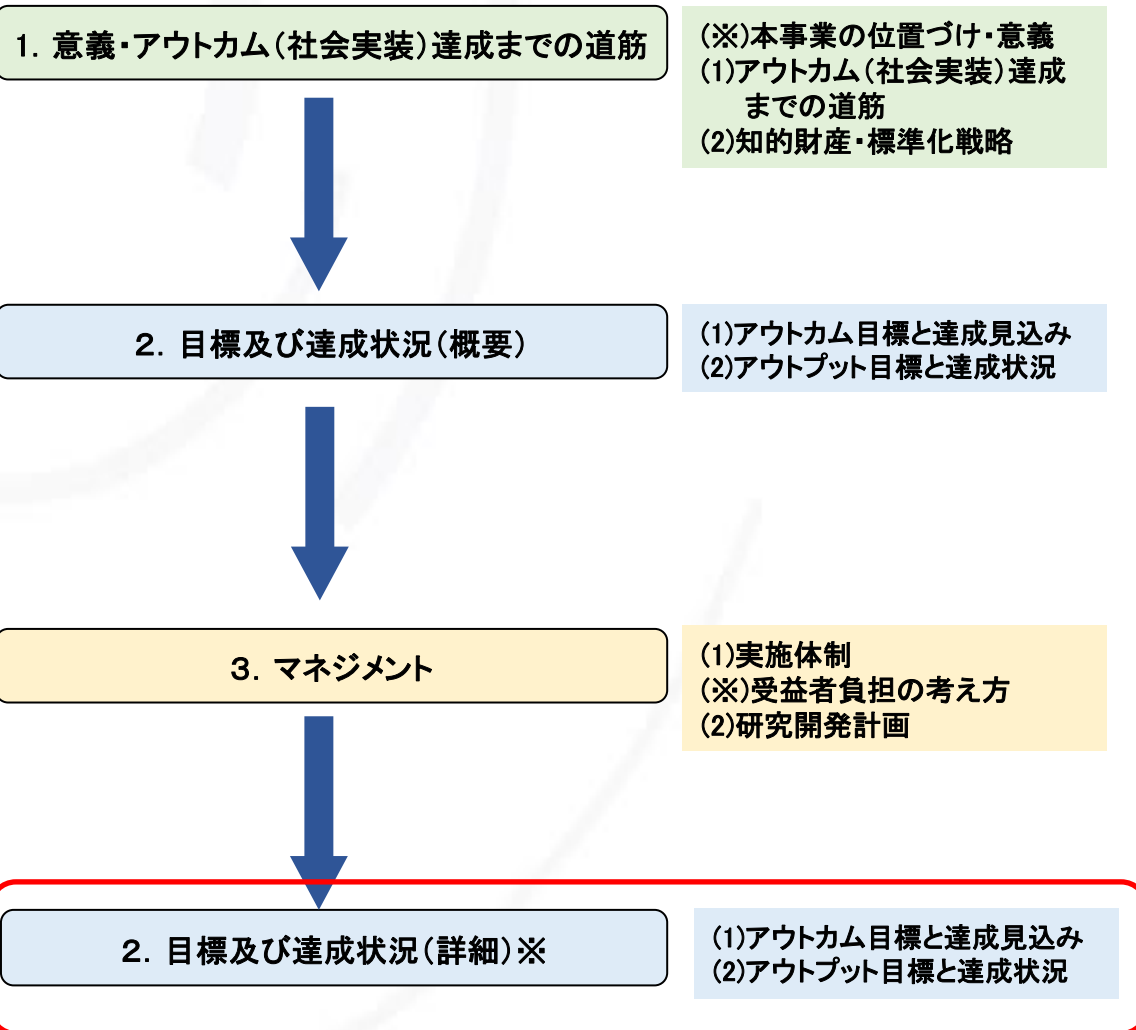
カテゴリ	指摘	対応
国際標準化	<ul style="list-style-type: none"> ここでの研究開発成果は、国際標準化されないと実用化を完了したとは言えないので、それぞれの研究開発毎に検討を強化していただきたい 	<ul style="list-style-type: none"> 国際標準化については、2019年度に③(1)デジュール・スタンダードの国際標準推進活動にて中期的な研究開発戦略としてPDCAを構築し、ISO/TC20/SC16への提案を通じ、4件の研究開発テーマの標準化活動を推進支援している。 この成果として2021年9月に“ドローン用の地理空間情報に関する国際標準が発行”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。 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 DroneEnable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。
実用化・事業化	<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。

進捗管理：開発促進財源投入実績

主な開発促進財源投入実績は以下のとおり。

欧米の規制当局や標準化機関の動き等を踏まえて、日本での制度構築に向けて、機動的に手当てを実施。

	テーマ名（委託先）	加速内容	効果・成果	金額 (百万円)
1	(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 (株式会社SUBARUほか)	無人航空機の衝突回避技術に関する国際標準への提案の為に海外調査や技術レポート作成業務 (2020年度)	・各国が提案できていない状況の中、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た。	20
2	(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 (KDDI株式会社、日本電気株式会社、国立研究開発法人情報通信研究機構、ほか)	例) 政府のロードマップ改訂踏まえ、関係省庁との意見交換を経て、顕在化したブロードキャストタイプのセキュリティ技術や、Wifi及びBLE5の比較可能な通信性能評価手法の開発を追加(2020年度)	・リモートIDの制度化に向けての課題であった、複数の直接放送方式リモートIDの通信手法を比較する性能評価手法などを開発し、制度の裏付けとなる性能評価手法の妥当性検証・実証を実施。プレスリリースなどを行い、広く周知できるものにし、官民協議会などへの報告、制度策定に貢献した。	30
3	(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(KDDI株式会社、パーソル&プロセステクノロジー株式会社)	・運航管理システムの制度実装に向けての課題を深く特定するための体制強化するための追加措置 (2021年度)	・得られた成果を元に、官民協議会等に報告を行い、運航管理システムの導入のステップの検討、政府からの官民協議会での報告へとつなげた。	50



「(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」の成果と意義

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

国土交通省航空局発行「安全基準(※1)」「認証ガイドライン(※2)」を元に、

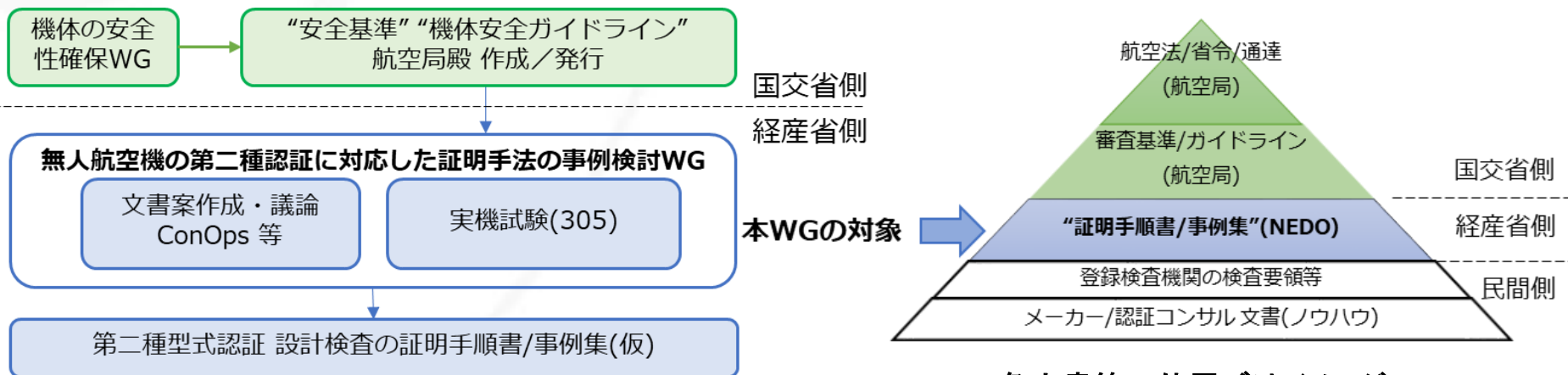
第二種型式認証 設計検査の証明手順書・事例集を検討する。

※1 無人航空機の型式認証等における安全基準及び均一性基準に対する検査要領(2022/9/7 制定, 2022/12/2 一部改正)

<https://www.mlit.go.jp/koku/content/001520547.pdf>

※2 無人航空機の型式認証等の取得のためのガイドライン

<https://www.mlit.go.jp/common/001574425.pdf>



国土交通省と経済産業省との役割分担イメージ

各文書等の位置づけイメージ

「(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」の成果と意義

主な成果

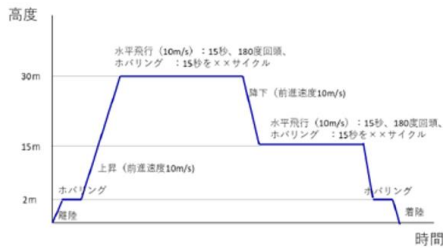


図5 「空機」における飛行プロファイル

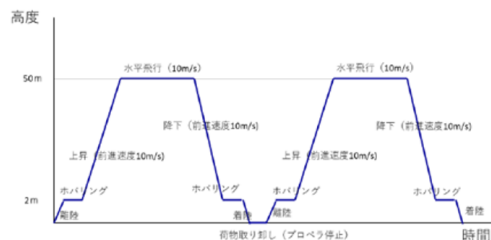
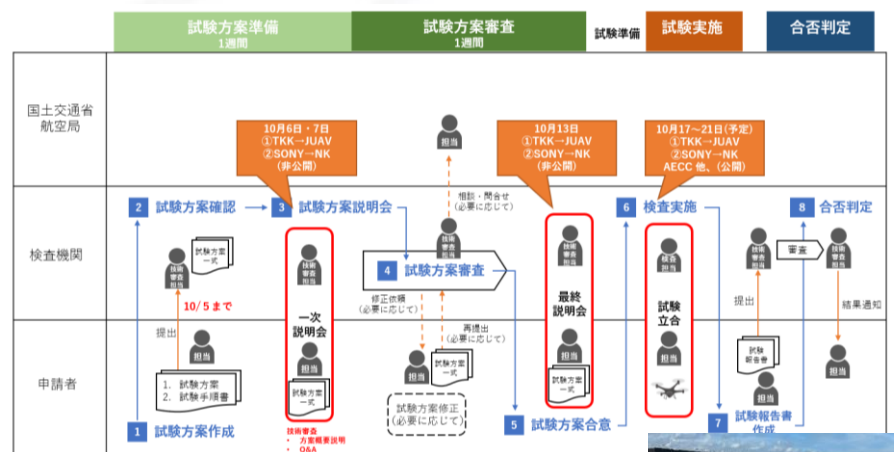


図6 「輸送・宅配」における飛行プロファイル

2021年度「飛行試験法案開発」に使用された飛行プロファイル



主な課題や意義

- ◆ 研究期間の都合などにより、基準案に対する、証明手法案の検討に留まり、論点整理と今後の課題の整理にとどまったこと。
- ◆ 実地での模擬検査等を通じて、機体認証のプロセスをドローン業界関係者の理解を深めたこと。

2022年度「305起こりうる故障」模擬検査試験の実施プロセス及び試験 (福島RTF)



「(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」の成果と意義

研究開発内容及び成果

福島ロボットテストフィールドを含む、各種試験場で実施可能な無人航空機の新しい性能評価試験法を開発

- 飛行、構造、動力装備、装備品、通信等、**無人航空機の安全性の確認に必要な性能項目**を中心に設定。
- 飛行性能、対人安全、騒音評価、センサ評価などの新たな試験法開発を実施、基礎データを取得

<研究開発の事例>

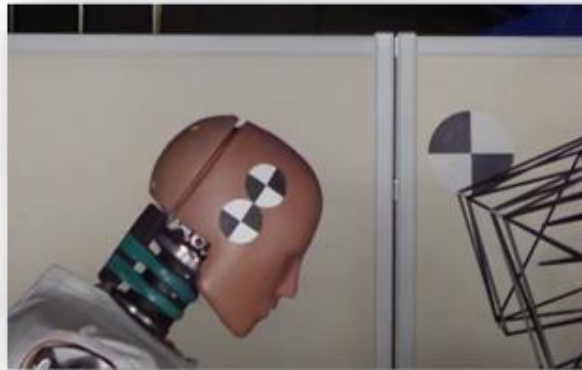
事例①

墜落・衝突時の衝撃力、部品の飛散状況の確認実験



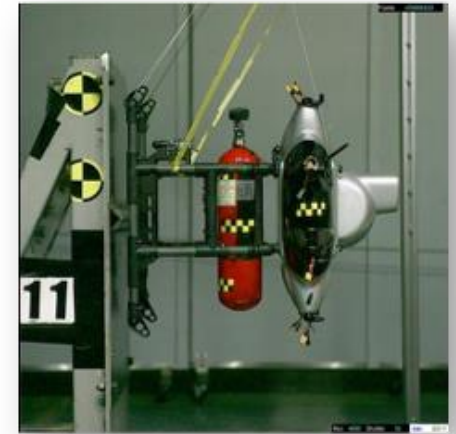
事例②

プロペラガードの有効性に関する検討



事例③ “HYGE衝撃試験装置”を用いた

ドローン搭載用水素タンクの安全性確認試験



意義

- ◆ 新たな機体開発・製品化時の性能評価に資する新たな試験法の開発・提案を行い、各メーカーの各種認証取得、社内試験等へ参考となる情報の提供。

「(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」の成果と意義

研究開発内容

無人航空機システムが活用されるユースケース及びそれぞれで扱われる情報などの特性を踏まえ、機体メーカー・サービス事業者が活用可能な**セキュリティガイドライン**を策定

- 無人航空機システムが遂行すべきミッション・扱う情報について、社会的、経済的な影響や安全や人命に対する影響の観点から4つのセキュリティクラスを設定
- Common Criteria(CC: ISO15408) 等を参考に、セキュリティ要件の対策内容の詳細化
- 機体メーカーやサービス事業者へのヒアリングを実施し、実ビジネスを踏まえ、チェックリスト含むガイドライン案を作成

セキュリティクラス	用途	概要
クラス1	一般利用	ホビー利用を想定した領域
クラス2	産業利用	ビジネス資料を想定した領域
クラス3	産業／公共利用	人命や安全にかかわる領域
クラス4	防衛など	軍事や国防を想定した領域

主な成果と意義

- 無人航空機システムで扱う情報の性質や漏洩リスクなどに基づくセキュリティクラス2,3への適合性を示す際に活用可能なセキュリティガイドライン
- 機体メーカーやサービス事業者が本ガイドラインに沿ったセキュリティ要件を活用し対策を行うことで、利用目的に応じたセキュリティ基準に適合していることを容易に示すことができる。

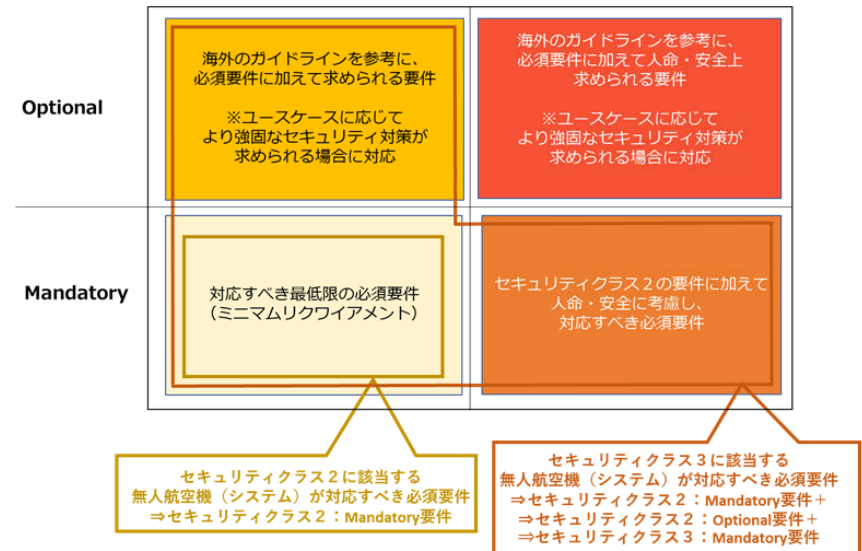


図2 各クラス区分に対するセキュリティ要件

「(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」の成果と意義

研究開発内容

- 非GPS環境下(※)で要求される要素機能の性能を定量的に評価するための試験法(試験供試体と試験実施方法)の開発
※GPS等の外部リファレンスに基づいた位置測位系からのデータ受信が遮断された環境や状況
- 狭隘環境下の飛行制御、飛行中の環境計測を性能評価の対象として選択
- 議論・開発・試験のサイクルを回す活動の基盤づくり
 - JAEA櫛葉遠隔技術開発センターにおいて、2021年5月・8月・11月に意見公開会を実施
 - 第1回意見交換会の様子：<https://youtu.be/KhLwxArkhIM>



主な成果と意義

非GPS環境の性能評価法に関して手順書としてまとめる



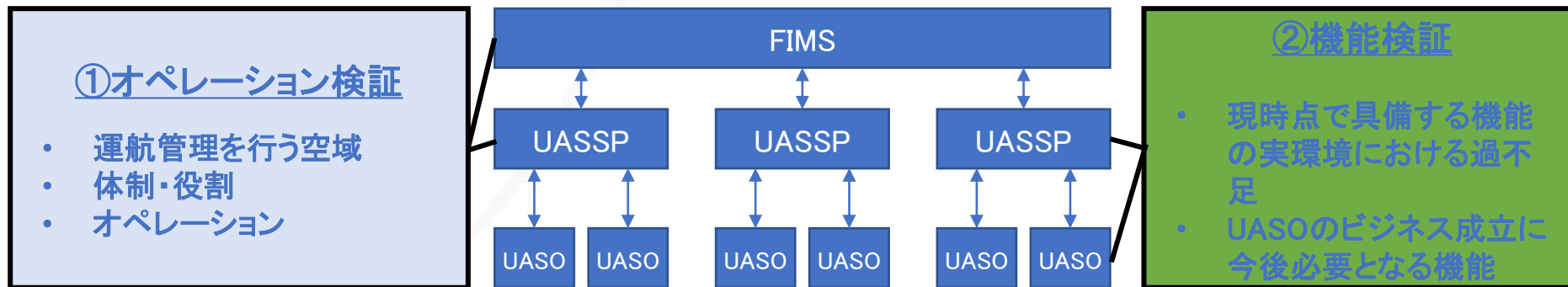
非GPS環境下を飛行する小型機体の技術開発の促進

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

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の成果と意義

研究開発内容

- DRESSプロジェクトでは、レベル4飛行の実現によって様々な産業分野におけるドローンの利用が増えることによって多数のドローンが一定のエリア内を同時に飛行する将来に備え、飛行計画と動態情報の両方を管理するために必要な運航管理システムが開発されてきた。
- その一方で、運航管理システムにおいて「実環境利用に向けたオペレーション体制・内容」、「現時点具備する機能の実環境における過不足」ならびに「UASOのビジネス成立に今後必要となる機能」は、まだ明らかになっていない。この2点を明確にすることを目的として運航管理システムの「①体制オペレーション検証」「②機能検証」を全国実証で実施



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

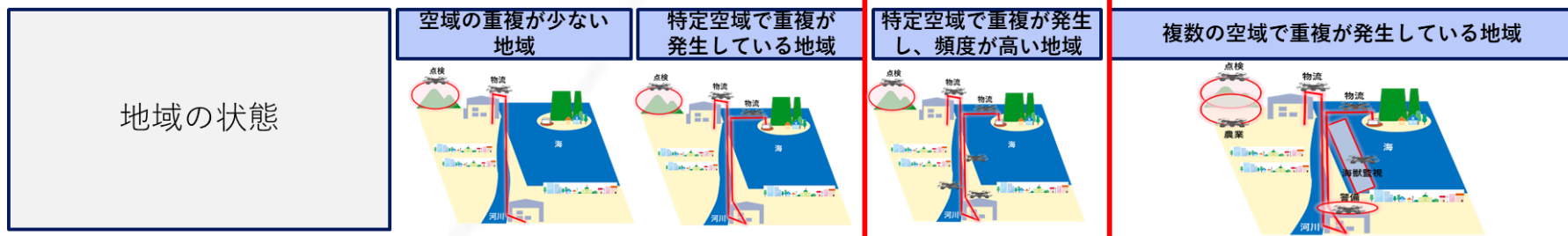
10) 地域特性・拡張性を考慮した運航管理システムの実証事業の成果と意義

主な成果と意義

＜地域の状態に応じて必要な機能の検討＞

「空域の重複が少ない地域」では、計画段階の調整、「特定空域で重複が発生している地域」では計画の直接交渉や動態管理、「複数の空域で重複が発生している地域」では計画の自動交渉や回避方法の指示が必要。3年後は、Step3の動態管理を実現することを目標とし、重複が頻発する地域で実装すべきと整理。

			Step1	Step2	Step3	Step4	Step5
無人機の管理	Pre-Flight	計画調整	○	○	○	○	○
		計画交渉（直接）		○	○	○	○
	計画交渉（自動）				○	○	○
	In-Flight	動態情報提供			○	○	○
回避方法提案						○	
有人機の管理	Pre-Flight	計画調整	有人機（特にVFR機）の飛行計画に詳細ルートが含まれないため、共有はできない				
	In-Flight	動態情報提供	○	○	○	○	○
		回避方法提案					○



官民協議会や関連WG等に、報告を行い、運航管理システムに関する具体的な検討へとつなげた。

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) 遠隔からの機体識別に関する研究開発の成果と意義

主な成果と意義

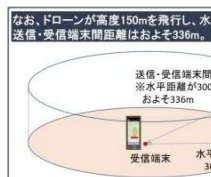
- 2021年6月の小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会において、以下のようにNEDOよりも資料の提示。
- リモートIDの制度化の基盤となる情報提供を業界団体等含めて実施し、制度化に貢献。

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



- 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

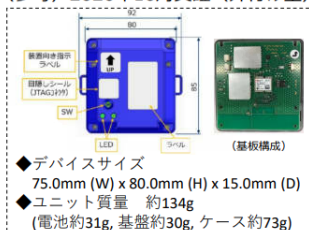
^{*1} NEDOプレスリリース「無人航空機を遠隔から識別できるブロードキャスト型通信規格」
^{*2} 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会 (第15回) (2020.12.10) 資料3

リモートIDの技術開発について



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)

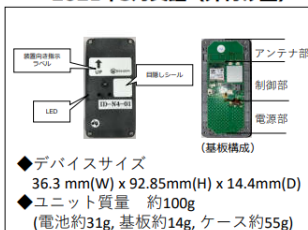


- ◆デバイスサイズ
75.0mm (W) x 80.0mm (H) x 15.0mm (D)
- ◆ユニット質量 約134g
(電池約31g, 基盤約30g, ケース約73g)

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		u-blox NEO-M8Q
追加		気圧・コンパス (ASTM (オプション))

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, 基盤約14g, ケース約55g)

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、基板上にパターン組み込み)	3.24dBi (外付けタイプールアンテナ)
電源	電池	リチウムイオン二次電池 3.8V/1670mAh (7時間以上)	機体バッテリーに接続
	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

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)

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) 遠隔からの機体識別に関する研究開発の成果と意義

主な成果と意義

2019年時点



相対速度200 km/hでの
有人ヘリコプタとの衝突回避

小型化、軽量化、低消費電力化

2021年時点



		2019年度実績	開発目標	低減率
サイズ (cm ³)	光波センサ	13,100	2,250	-83%
	電波センサ(レーダ)	30,000	2,400	-92%
	89%低減	自律管理装置	465	270
トータル		43,565	4,920	-89%
重量 (kg)	光波センサ	5.0	0.8	-84%
	電波センサ(レーダ)	5.0	1.2	-76%
	78%低減	自律管理装置	0.5	0.3
トータル		10.5	2.3	-78%
消費電力 (W)	光学センサ	80.0	25.0	-69%
	電波センサ(レーダ)	70.0	45.0	-36%
	53%低減	自律管理装置	14.6	8.0
トータル		164.6	78.0	-53%



10kgクラス無人航空機搭載可能なセンサー等の開発
目視外飛行に必須な有人機との衝突回避技術の提案

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) 遠隔からの機体識別に関する研究開発の成果と意義

主な成果と意義

② **定量的な評価試験：有人航空機に対する相対速度200km/hの自律的な衝突回避機能を実証するとともにニュースリリースを実施した。**

News Release
2021.11.08

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
マゼランシステムズジャパン株式会社
株式会社ACSL

**世界初、相対速度 200km/h での小型無人航空機の自律的な衝突回避に成功
—小型化／低消費電力化したセンサで有人ヘリコプターを自律的に衝突回避—**

(株)SUBARU、日本無線(株)、日本アビオニクス(株)、(株)ACSL、マゼランシステムズジャパン(株)は、9月9日から10日、広域飛行空域(福島県南相馬市)で、小型化／低消費電力化したセンサを10kgクラス無人航空機に搭載して、自律的な衝突回避試験を実運用速度域である相対速度200km/hで実施し、世界で初めて成功しました。これは小型無人航空機を社会実装するための目途立てとして、大きな前進となるものです。

一般にドローンと呼ばれる小型の無人航空機や、それよりも一回り大きく、より大きなセンサなどを搭載できる中型の無人航空機は、既に農業分野などで利用が広がり、さらには災害時の物資運搬や避難者捜索、物流インフラなどの用途に大いに期待され、運用数は増加しています。

しかし、無人航空機とドクターヘリなどの有人航空機のニアミス事例[※]が国内で報告されるなど、衝突回避技術は、安全利用のための喫緊の課題となっています。また、衝突回避技術は、無人航空機の実用化に必要な、「目視外飛行[※]」および「第三者上空飛行[※]」の実現に欠かせない技術です。

今後、本成果を活用して衝突回避システムを確立し、無人航空機の社会実装推進に努めます。

なお、本試験は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「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／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／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)」の一環として実施されたものです。

図1 衝突回避飛行試験イメージ

③ **実環境での飛行実証：「小型化・低消費電力化の衝突回避技術」と「離島対応の運航管理機能」を組み合わせて、本研究開発の技術の有効性を確認した。**

【試験場所】
約6km
三河大島
愛知県豊川市御津町
小型無人航空機
有人航空機 (衝突回避対象)

三河大島
離着陸場所の御津町から三河大島方面を撮影

【試験実施イメージ】
有人航空機 (衝突回避対象)
「小型化・低消費電力化の衝突回避技術」搭載小型無人航空機
【回避行動中の試験状況】

- 衝突回避対象
- 小型無人航空機：速度 50km/h
- 有人航空機：速度 150km/h
- 衝突回避対象
- 衝突回避対象
- 「小型化・低消費電力化の衝突回避技術」搭載小型無人航空機：速度 50km/h
- 運航管理統合機能 (機能拡張)



技術の有効性を示し、ISO等への提案の根拠へとつなげた。
(詳細は非公開プレゼンにて。)

アウトカム(社会実装)までの道筋(参考)

		2022		2023		2024~ (年度)		
		レベル4の実現、さらにその先へ						
		レベル4 飛行を段階的に人口密度の高いエリアへ拡大						
環境整備	法制度等の整備	運航管理	運航管理システム (UTMS) の導入に向けた検討	Step 1 ^{※1} UTMSの利用を推奨 <small>※1 早期のUTMS利用の例: 災害時等</small>	制度整備の方針の策定	Step 2 ^{※2} <2025年頃>	Step 3 ^{※3}	
	機体の認証	新制度詳細決定	リスク評価ガイドラインの策定	リスク評価	運航管理におけるリスク評価手法の改良とその適切な実施の促進、事故等の情報収集・分析	<small>※2 認定UTMプロバイダの利用により、複数の運航者による近接した運航を可能とする。併せて認定UTMプロバイダ間の接続のための環境整備を実施する。</small> <small>※3 指定空域内のすべてのドローンが認定UTMプロバイダを利用すること等により、航空機や空飛ぶクルマも含めた高密度運航を可能とする。</small>		
	操縦ライセンス	試験準備	メーカーと情報共有 検査機関の登録	認証	機体の認証取得促進、整備・検査人材の育成、認証機の継続的な安全確保			
	登録・リモートID	講習準備、登録	試験準備	試験	操縦ライセンス取得促進、操縦者の育成・技量確保			
	申請システム【DIPS】	講習準備、登録	講習準備、登録	講習	登録講習機関の登録促進と適切な監督、講習内容の充実、講師の育成支援			
	上空における通信の確保	継続的に登録・リモートID搭載の徹底	継続的に登録・リモートID搭載の徹底		UTMSでの利用に適したリモートIDの検討			
	標準化の推進	新制度への対応等	新制度への対応等	運用	利活用の更なる促進等を図る観点から、システムを改善			
福島ロボットテストフィールド	・高度150m以上でのLTEの利用等を可能とするための技術条件や手続の簡素化を検討 ・衛星通信等の代替策を検討	・高度150m以上でのLTEの利用等を可能とするための技術条件や手続の簡素化を検討 ・衛星通信等の代替策を検討		制度化、更なる対応を検討・実施				
		ICAQ, ISO等を通じた国際標準化、事業者のサービス品質に係る産業規格化の推進等		福島4 運航支援 (機体認証取得、リスク評価、実証運航 (南相馬・浪江間))		災害対応などドローンの社会実装に貢献するための施設の整備・提供		
技術開発	機体	機体等の開発	行政の現場を活用したドローンの実証実験	行政ニーズに対応するために必要な標準機体の性能仕様を策定	国内企業の開発を促進	順次実装		
		試験手法の開発	具体的用途に応じたドローンの技術開発	SBIR制度の活用による支援の検討		市場投入・活用促進		
	運航管理	運航の省人化	大積載量・長距離飛行の実現に資するモータ技術等の開発	第一種機体認証の安全基準に対応した機体の試験手法の開発			一操縦者多数機同時運航のための性能評価手法の開発	
		運航管理技術	一操縦者による多数機同時運航を実現するために必要な機体・要素技術の開発・実証				大阪・関西万博で実証	
社会実装	物流・医療 (生活物資・医薬品等)	ドローン物流の実用化に向けた実証を支援	医薬品配送ガイドラインの改定検討 荷物等配送ガイドラインの改定	レベル4 飛行によるドローン物流の課題の整理、物流サービスの実装を促進 河川での発着拠点の設置等に対する支援強化	河川利用ルール等のマニュアルを策定	人口密度の高い地域、多数機運航		
	インフラ・プラント点検 (産業保安)	スマート保安を推進するための認定制度の創設・制度詳細の具体化				制度の施行		
	防災・災害対応	・防災基本計画において、航空運用調整の対象としてドローンを位置づけ ・先進的取組の自治体間情報共有			・地域の防災体制等への反映 ・ドローンを活用した防災訓練の推進	災害現場での活用拡大		
	地域との連携強化	ドローンサミットの開催	情報共有プラットフォームを通じた情報発信の強化		更なる地域との連携促進			

アウトカム(社会実装)までの道筋(参考)

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(ReAMoプロジェクト)概要

今後の産業拡大を見据え、

- ① **試験方法の標準化**や**産業規格化**により、「**機体の安全性向上・高性能化**」を進め、**ドローンの活用の幅を拡大し、空飛ぶクルマの市場を創造**する。
- ② 「**運航体制の省人化**」によって**1人の操縦者が複数の機体を操縦**できるようにし、**ドローン利活用のポテンシャルをさらに引き出す**。
- ③ また、空飛ぶクルマが登場することも見据え、**ドローンと空飛ぶクルマ、既存航空機が空域を協調し、より安全で効率的な航行を行うための技術の確立**を目指す。

