

「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」基本計画

ロボット・AI部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

① 政策的な重要性

次世代空モビリティ（ドローン・空飛ぶクルマ）は、都市の渋滞を避けた通勤、通学や通園、離島や山間部での新しい移動手段、災害時の救急搬送や迅速な物資輸送、小口輸送の増加や積載率の低下等による効率化が求められる物流分野及び効果的、効率的な点検が求められるインフラ点検分野などの構想として描かれ、様々な分野の関係者によって、機体開発や運航管理・ルール作りなどの研究開発が続けられてきた。2020年代に入り、ドローン・空飛ぶクルマの実証実験が盛んに行われるようになり、次世代空モビリティの産業利用も広がり始めてきた。

例えば、次世代空モビリティは、飛行機やヘリコプターと比べ、機体、運航、インフラにかかるコストが安くなり、速く・安く・便利にヒトとモノが移動できる新たな移動手段の提供が可能となることで、大型インフラや危険個所における点検、都市部でのタクシーサービス等の新たな移動手段、離島や山間部等の過疎地域における物流、災害時の救急搬送など新たな市場、産業を創出するものとして期待されている。また、次世代空モビリティは、完成機販売・メンテナンス等の機体事業のほか、モータ、制御システム、通信モジュール等の装備品事業、地上システム、離着陸設備等のインフラ事業及び物流、警備、点検、空撮等のサービス提供事業などの大きな市場が創出されることが想定され、それぞれの領域について、研究開発が活発化している。

一方で、次世代空モビリティを社会実装するためには、電動化や自動化等の「技術開発」、実証を通じた運航管理や耐空証明等の「インフラ・制度整備」、社会実装を担う「担い手事業者の発掘」、国民の次世代空モビリティに対する理解度の向上いわゆる「社会受容性向上」などの課題も解決していくことが求められる。

2015年にはドローンを対象とした「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会¹」、2018年には空飛ぶクルマを対象とした「空の移動革命に向けた官民協議会²」が発足し、社会実装に向けて、官民が取り組んでいくべき技術開発や制度整備等について協議がなされてきた。

また、「成長戦略フォローアップ（2021年6月18日閣議決定）³」においても、ドローンについて、2022年度中に有人地帯での目視外飛行（以下「レベル4」という。）を実現するための機体安全性認証及び操縦者技能証明の制度等を整備するとともに、これらの制度の実効性確保のため、検査、試験及び講習を担う民間機関に求める要件を策定している。また、2022年度からレベル4の機体や更なる省人化につながる多数機運航に係る性能評価手法を開発することが掲げられている。空飛ぶクルマについては、2025年の大阪・関西万博での「空飛ぶクルマ」の世界発信に向けて、2023年以降、大阪周辺の水上部等での飛行実証を行うことが掲げられている。

¹ 「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」 <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/index.html>

² 「空の移動革命に向けた官民協議会」 https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/air_mobility/index.html

³ 「成長戦略フォローアップ（2021年6月18日閣議決定）」 <https://www.cas.go.jp/seisaku/seicho/pdf/fu2021.pdf>

②我が国の状況

我が国におけるドローンビジネスの市場規模は 2022 年に約 3200 億円規模と予測されており、2025 年には約 6500 億円規模と倍以上の成長が予測されている⁴。また、空飛ぶクルマの市場規模は 2030 年には約 7,000 億円、2040 年には約 2.5 兆円に成長すると予測されている⁵。

ドローンについては、無人地帯での目視外飛行（レベル3）に加え、有人地帯での目視外飛行（レベル4）の実現に向けて制度整備の検討が進められている。2021 年 6 月には一部が改正された航空法が公布され、公布から 1 年半以内に施行される予定である。当該改正航空法において、ドローン機体の安全基準への適合性を検査する機体認証制度、ドローンを飛行させるために必要な知識及び能力を有することを証明する操縦ライセンス制度及び共通運航ルールが創設された。レベル4に向けては、「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」においてドローンの性能評価手法や無人航空機の運航管理システム等の研究開発も行っており、2021 年 10 月には複数の運航管理機能（UASSP）で管理されたドローンの情報を統合する運航管理システムの運航管理統合機能（FIMS）を用い、全国 13 か所での同時運航管理を実証した。こうした実証も踏まえ、2022 年 2 月には運航管理システムを使用して飛行するドローンによるビジネス提供の在り方を示した「運航管理システムを使ったドローン運航ビジネスの姿」及びドローンによる災害対応の在り方を示した「災害におけるドローン活用ガイドライン」を公開した。

2021 年 6 月には「第 16 回小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」にて「空の産業革命に向けたロードマップ 2021」がとりまとめられ、レベル4に向けた取組について整理されるとともに、レベル4実現後のさらなる社会実装への取組が示された。

また、強固なセキュリティを有するドローンの利活用ニーズ拡大に伴い、2020 年度から高性能・高セキュリティな小型ドローンの開発を目指した「安全安心なドローンの基盤技術開発」に取り組み、ISO/IEC15408 に基づくセキュリティ対策を実施した小型軽量のドローン機体、拡張性のあるフライトコントローラ、高性能な主要部品の開発を推進し、2021 年 12 月に製品化が公表された。

空飛ぶクルマについては、2022 年 3 月の「第 8 回空の移動革命に向けた官民協議会」にて機体の安全基準、運航安全基準、操縦者の技能証明などの制度整備及びユースケース検討会の検討結果を踏まえて「空の移動革命に向けたロードマップ」が改訂された。また、国際的な制度整備動向や標準化動向と調和しながら、機体開発や周辺技術開発が加速してきている。

2025 年に開催される大阪・関西万博に向けては、2020 年 5 月に「空の移動革命に向けた官民協議会」の下、「大阪・関西万博×空飛ぶクルマ実装タスクフォース」を設置し、離着陸場の整備や運航等についてより具体的な議論を進めている。また、大阪府では空飛ぶクルマの実現に向けた取組みを加速させていくことを期して、具体的かつ実践的な協議・活動の核となる「空の移動革命社会実装大阪ラウンドテーブル」が設立された。

⁴ 「ドローンビジネス調査報告書 2021」インプレス総合研究所 <https://research.impress.co.jp/drone2021>

⁵ 「空飛ぶクルマ」の産業形成に向けて」PwC コンサルティング合同会社
<https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership/2020/assets/pdf/flying-car.pdf>

③世界の取組状況

次世代空モビリティについては欧米を中心に機体開発や運航コンセプトの検討が進んでおり、今後、機体・サービス市場ともに大きく発展が見込まれ、2040年には約1兆ドル⁶の市場が予想されている。

米国では、2018年に米国航空宇宙局(NASA:National Aeronautics and Space Administration)が「Urban Air Mobility (UAM) Grand Challenge」を発表し、現在では「Advanced Air Mobility (AAM) Project」として「AAM National Campaign」や「AAM Ecosystem」など次世代空モビリティの研究開発や実証実験の支援を行っている。2020年に連邦航空局(FAA:Federal Aviation Administration)がUAMの運航に関する制度設計コンセプトをまとめた「UAM Concept of Operation (ConOps) V1.0」を発行した。2022年中に、更新版である「UAM ConOps V2.0」が発行予定である。また、NASAがUAMの成熟度レベルであるUAM Maturity Levels (UMLs)のフレームワークを開発し、将来のある時点における運用シナリオや実現のための障壁が整理された「UAM Vision ConOps UML-4 V1.0」を発行した。機体開発支援については、米国防総省による「Agility Prime」も提供されており、早期の型式証明取得に向けた動きが加速している。米国におけるドローンの第三者上空飛行については連邦規則集のタイトル14航空宇宙(14 CFR)のPart107及びPart21の区分に応じて可否が判断される。無人航空機の運航管理(UTM:Unmanned Air System Traffic Management)については、FAAやNASAが連携して研究開発を進めており、現時点では複数のUnmanned Air System Service Supplier (USS)が運航を管理する分散型のアーキテクチャにて検討されている。空飛ぶクルマの機体開発については、「AAM National Campaign」や「Agility Prime」などで実証実験が盛んに行われており、すでに複数社がFAAへ型式証明を申請済みで、早ければ2024年頃から商業運航が開始される。

欧州では、欧州連合(EU)のフレームワークプログラムの第8期にあたる「Horizon2020」において2014年から2020年の7年間でドローンや空飛ぶクルマについて多くの研究開発や実証実験が支援されてきた。2021年からは第9期フレームワークプログラム「Horizon Europe」に移行されている。2021年に欧州のAir Traffic Management (ATM)近代化に向けた技術開発を担う官民連携組織である「The Single European Sky ATM Research Joint Undertaking (SESAR)」のプロジェクトであるAir Mobility Urban - Large Experimental Demonstration (AMU-LED)がUAMのU-Spaceへの統合に関する上位文書として、「High Level ConOps - Initial」を発行した。このConOpsでは機体性能やニーズと対応した包括的なカテゴリーとして、低高度空域をHigh performanceとStandard performanceの2つのレイヤーにわけるとを提言している。U-Spaceは有人航空や航空交通管制との調整を含むすべてのクラスの空域及びすべてのタイプの環境に対応するフレームワークであり、U1(登録、実装のシステム化及びジオフェンス)、U2(飛行計画の申請・承認、動態管理、有人航空とのインタフェース)、U3(飛行計画の競合、衝突回避支)、U4(フルサービスの提供、ハイレベル自動化)まで4ステップの実装を提案している。欧州におけるドローンの第三者上空飛行については運航リスクをベースとしたOpen、Specific Operation、Certifiedの区分に応じて可否が判断される。UTMについては、U-Spaceの一部として研究開発が進められている。空飛ぶクルマについては、SESARのVery Largescale Demonstration (VLD)による既存ATMとU-Spaceの統合を目的とした実証実験や、Re. Invent Air Mobilityによるパリ地域へのUAM実装に向けたエコシステム形成を目指した実証実験、地方自治体の座組であるUAM Initiative Cities Community (UIC2)によるUAMの社会受容性向

⁶ Morgan Stanley /May6,2021 “eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update”
https://assets.verticalmag.com/wp-content/uploads/2021/05/Morgan-Stanley-URBAN_20210506_0000.pdf

上を目的とした実証実験などが行われており、2024年のパリオリンピックでの飛行を目指している。

④ 本事業のねらい

労働力不足や物流量の増加に伴う業務効率化、コロナ渦での非接触化が求められる中、次世代空モビリティによる省エネルギー化や人手を介さないヒト・モノの自由な移動が期待されている。その実現には次世代空モビリティの安全性確保と、運航の自動・自律化による効率的な運航の両立が求められる。本事業ではドローン・空飛ぶクルマの性能評価手法の開発及びドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機の低高度での空域共有における統合的な運航管理技術の開発を行うことで省エネルギー化と安全で効率的な空の移動を実現する。

(2) 研究開発の目標

① アウトプット目標

本事業では、次世代空モビリティの社会実装の実現に向けて、ドローン・空飛ぶクルマの性能評価手法の開発及びドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機の低高度での空域共有における統合的な運航管理技術を開発する。

② アウトカム目標

本事業により、ドローン・空飛ぶクルマの性能評価手法の確立や空域共有における統合的な運航管理技術が実用化され、次世代空モビリティの社会実装が実現することで、2035年において約840万tのCO2削減が期待される。また、2035年に1日あたりのドローンの飛行計画通報数4,000件を目標とし、ドローンの日常社会への浸透に貢献、また、1日あたりの空飛ぶクルマの旅客輸送便数2,500便を目標とし、空飛ぶクルマの旅客輸送サービスの実現を目指す。

③ アウトカム目標達成に向けての取組

次世代空モビリティの社会実装に向けて、研究開発成果や海外動向調査結果を関係機関や関連企業と情報共有・意見交換することにより、事業化段階での企業間の協調体制を構築する。また、産業競争力向上のため、研究開発成果は国際標準化団体へ提案していく。

(3) 研究開発の内容

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

【委託事業】

研究開発項目①「性能評価手法の開発」 (1) (2) (3)

研究開発項目②「運航管理技術の開発」

本研究開発は、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業であり、委託事業として実施する。

【助成事業】

研究開発項目①「性能評価手法の開発」 (4)

本研究開発は、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であり、助成事業として実施する（NEDO負担率：大企業 1/2 助成、中小・ベンチャー企業 2/3 助成）。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（以下「PM」という。）にNEDOロボット・AI部 森 理人を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。NEDOは公募により研究開発実施者を選定する。研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の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。

(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、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委員会等を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

②技術分野における動向の把握・分析

PMは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向、標準化動向等について調査し技術の普及方策を分析、検討する。

3. 研究開発の実施期間

2022年度から2026年度までの5年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDOは技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。評価の時期は、中間評価を2024年度、事後評価を2027年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

5. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。

② 標準化施策等との連携

NEDO及び研究開発実施者は、プロジェクト終了後も得られた研究開発成果を標準化活動に役立てることとする。また、プロジェクト中も関連する標準化動向を収集し、国際標準化に向けて積極的に役割を果たしていく。

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、データ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」、「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用する。

(2) 基本計画の変更

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

(3) 根拠法

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

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 2022年4月 制定。

(別紙1) 研究開発計画

研究開発項目① 「性能評価手法の開発」

1. 研究開発の必要性

レベル4飛行を行うドローンは、航空法における第一種機体認証の安全基準に適合する必要がある、機体・装備品の性能を適切に評価し、証明する手法等の開発が必要である。一方、空飛ぶクルマは航空法に則した耐空性証明が必要になるが、主に動力・電源、自動化システム、クラッシュワージネスなど既存航空機とは異なる部分については性能を適切に評価し、証明する手法等の開発が必要である。また、今後、ドローン・空飛ぶクルマを活用した幅広いサービスを実現するためには機体・装備品のみではなく、地上システムやインフラ等、運航を支援する周辺技術についても性能を適切に評価し、証明する手法等の開発が必要である。開発するこれらの性能評価手法は産業競争力向上のため、ISO、ASTM、EUROCAE、RTCA など有力な国際標準化団体へ提案していく必要がある。

今後、ドローンの社会実装を加速するには、省人化・効率化に向け、1操縦者が複数のドローンを同時運航させること（以下「1対多運航」という。）が必要である。また、飛行するために個別の許可・承認が必要なリスクが高い飛行（以下「カテゴリーⅢ飛行」という。）やリスクが比較的高い飛行（以下「カテゴリーⅡ飛行」という。）が求められ、その実現に向けた安全性評価手法の開発や機体・システムの要素技術開発を段階的に進める必要がある。

2. 研究開発の具体的内容

(1) ドローンの性能評価手法の開発（委託）

航空法における第一種機体認証を中心に、機体・装備品や周辺技術の性能を適切に評価し、証明する手法等の開発を行う。

(2) 空飛ぶクルマの性能評価手法の開発（委託）

空飛ぶクルマの耐空性を証明するために、機体・装備品や周辺技術の性能を適切に評価し、証明する手法等の開発を行う。

(3) ドローンの1対多運航を実現する安全性評価手法の開発（委託）

ドローンの1対多運航を実現するために必要なリスクアセスメント手法等を研究開発項目①(4)の飛行実証例を参考にとりまとめ、安全性評価手法を策定する。

(4) ドローンの1対多運航を実現する機体・システムの要素技術開発（助成）

ドローンの1対多運航を実現するために必要な機体・システムの要素技術を開発し、1対多運航でカテゴリーⅢ飛行及びカテゴリーⅡ飛行の実証を行う。

3. 達成目標

【中間目標】2024年度

- ・ドローンの第一種機体認証を中心に機体・装備品や周辺技術の性能を適切に評価し、証明する方法等の検証を行う。
- ・耐空性証明に必要な空飛ぶクルマの機体・装備品や周辺技術の性能を適切に評価し、証明する方法等の検証を行う。
- ・1対多運航を実現する安全性評価手法のガイドラインを策定する。
- ・1対多運航でカテゴリーⅡ飛行の実証例を実現する。

【最終目標】 2026年度

- ・ドローンの第一種機体認証を中心に機体・装備品や周辺技術の性能を適切に評価し、証明する手法等の開発を完了する。
- ・耐空性証明に必要な空飛ぶクルマの機体・装備品や周辺技術の性能を適切に評価し、証明する手法等の開発を完了する。
- ・1対多運航でカテゴリーⅢ飛行の実証例を実現する。

研究開発項目② 「運航管理技術の開発」

1. 研究開発の必要性

次世代空モビリティであるドローン・空飛ぶクルマが安全かつ効率的に飛行するには、開発が進んでいる無人航空機の運航管理技術のみではなく、空飛ぶクルマ・既存航空機を含めた低高度での空域共有における統合的な運航管理技術の開発が必要である。そのためには、ドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機において飛行前の計画調整・交渉のみではなく、飛行中の動態情報共有や衝突回避技術・運航を支援する技術等の実装が必要である。また、将来的に、自動・自律飛行、高密度化が進んでいく中、技術の発展段階に合わせた運航管理技術を構築していく必要がある。

2. 研究開発の具体的内容

ドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機の空域共有のあり方の検討・研究開発（委託）

ドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機の低高度での空域共有における統合的な運航管理技術を開発する。具体的には、空域共有が可能となる運航管理のあり方について海外動向調査や国内の官民協議会等の議論を踏まえたアーキテクチャ設計、シミュレーターや実証等を通じた運航管理システム設計を行う。また、運航管理システムやセンサ等による衝突回避技術の開発、エコシステム構築に向けて実証等を通じたオペレーションの検証、将来的な自動・自律飛行、高密度化に向けた通信・航法・監視技術や運航を支援する地上システム・インフラ・データ提供技術等に関する開発を行う。

3. 達成目標

【中間目標】 2024年度

- ・ドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機の低高度での空域共有における運航管理のあり方について、アーキテクチャを構成する要素技術の開発・検証を実施し、運航管理システム設計を完了する。
- ・アドバイザリーベースの多層的な衝突回避技術を検証し、時期毎の適用可能範囲を決定する。

【最終目標】 2026年度

- ・ドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機の低高度での空域共有についてアーキテクチャ設計に基づく要素技術の開発・検証を完了し、統合的な運航管理技術を確立する。
- ・将来的な自動・自律飛行、高密度化に必要な要素技術の開発・検証を実施し、課題を整理する。また、課題解決に向けたロードマップを作成する。

(別紙2) 研究開発スケジュール

年度	2022	2023	2024	2025	2026	2027
研究開発項目① 性能評価手法の開発	<p>(1) ドローンの性能評価手法の開発</p> <p>(2) 空飛ぶクルマの性能評価手法の開発</p> <p>(3) ドローンの1対多運航を実現する安全性評価手法の開発</p> <p>(4) ドローンの1対多運航を実現する機体・システムの要素技術開発</p>					
研究開発項目② 運航管理技術の開発	ドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機の空域共有のあり方の検討・研究開発					
評価時期			中間評価			事後評価