

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

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

5カ年の目標

2022年度から2026年度までの5年間で**福島県**の**ロボットテストフィールド**等を活用した本プロジェクトを通じ、ドローン・空飛ぶクルマの**性能評価手法**の開発及び低高度空域を飛行するドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機がより安全で効率的な飛行を実現できる統合的な**運航管理技術**を開発します。

次世代空モビリティの実現に向け、複数のPJを推進

本プロジェクトを通じて、ドローン・空飛ぶクルマのビジネス化、社会実装に向けた取り組みを進めていきます。

9プロジェクトの研究開発概要

【研究開発項目①】 性能評価手法の開発	(1) ドローンの性能評価手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 制約環境下におけるドローンの性能評価法の研究開発 ・ 次世代空モビリティの安全認証および社会実装に求められる性能評価手法に関する研究開発
	(2) 空飛ぶクルマの性能評価手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次世代空モビリティの電動推進システムの設計・製造承認に向けた環境試験技術の研究開発
	(3) ドローンの1対多運航を実現する適合性証明手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ ドローンの1対多運航を実現する適合性証明手法の開発
	(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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 複数ドローンの同時運航実現に向けた運用要件の策定および運航管理システムの開発 ・ ドローン物流における1対多運航を安全に実現するための遠隔監視システム等の研究開発 ・ リモートID を利用したドローンの1対多運航制御システム及び要素技術開発
【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・既存航空機がより安全で効率的な飛行を実現できる統合的な運航管理技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高密度飛行を目指したエッジとクラウドのAI・最適化による衝突回避と運航管理の研究
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 低高度空域共有に向けた運航管理技術の研究開発

次世代空モビリティの社会実装に向けた実現PJ紹介

本プロジェクトの事業・概要をご紹介します。

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



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/事業概要紹介



ReAMo 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プロジェクト事業紹介動画



NEDOの役割

技術戦略の策定・プロジェクトの企画・立案を行い、プロジェクトマネジメントとして、産学官の強みを結集した体制構築や運営、評価、資金配分等を通じて技術開発を推進し、成果の社会実装を促進することで、社会課題の解決を目指します。



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 制約環境下における ドローンの性能評価法の研究開発

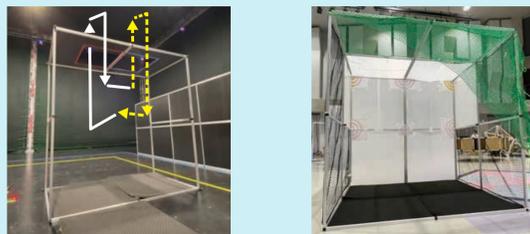
研究開発内容

本事業では、インフラ点検や災害対応でのドローンの活用を想定し、環境制約として狭隘空間、低視程環境、非GPS環境を対象に、それぞれ飛行性能・空力性能、障害物検知性能、自己位置推定性能に関する性能評価手法を研究開発することを目的とする

研究開発成果

各種性能評価試験手順書の作成に向けて、基本現象の理解と確認・定式化を踏まえ、性能評価試験法の3要素(試験供試体・試験実施プロシージャ・試験記録票)を開発中

①狭隘空間における飛行性能



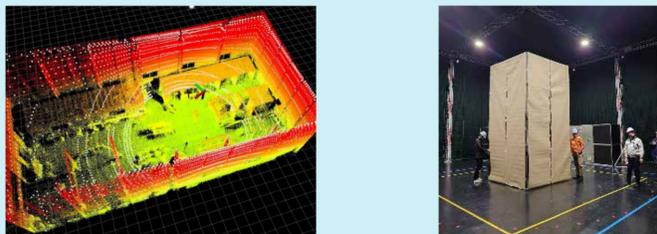
試験供試体と試験プロシージャの策定

②狭隘空間における空力性能



試験環境と評価用プラットフォームの開発

③非GPSにおける位置推定性能



試験環境と飛行経路の策定と実機検証

④低視程環境における障害物検知性能



降雨試験による低視程の定量化と試験装置開発

標準化活動



年2回の意見交換会の実施



各種展示会での情報発信



ASTM E54.09との意見交換

今後の取り組み

- 2024年度末までに試験手順書(供試体、プロシージャ、記録票)のドラフト版を開発
- 意見交換会、展示会出展、学会活動を通じた性能評価法のアジャイル的な改善

体制

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 次世代空モビリティの安全認証および 社会実装に求められる性能評価手法に関する研究開発

研究開発内容

次世代空モビリティの許可承認や運用に必要な安全性に関する証明／認証方法を研究開発し、航空業界の標準化のコミュニティと協調し、国内外で標準化活動を実施する

研究開発成果

- ①無人航空機の第一種/第二種の機体の認証に関する文書開発
- 航空局ガイドライン(第2種)の解説書を発行(2024年3月)



解説書作成のためにワークショップ等を実施



解説書ダウンロードWeb

- ②無人航空機の運用に必要な安全管理に関する研究開発
- 個人保護具の有効性調査を実施
 - 必要性能を産業界と議論

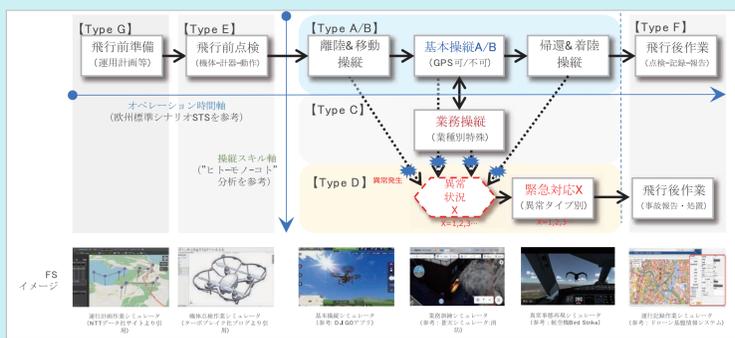


ドローン運用に必要な個人用保護具の実験実施

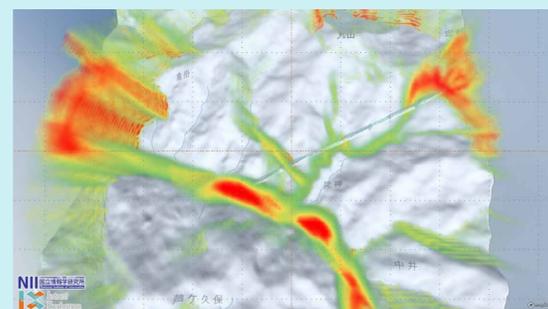


実験動画

- ③無人航空機のフライトシミュレータの安全認証に必要な要件の研究開発
- 業務フレームワークを整理し、シミュレータに必要な要件を抽出



- ④無人航空機の運航の安全性の評価法の研究開発
- 地上リスク評価のデジタル化
 - 空中リスクのモデル検討



地上リスク評価の三次元表示例

今後の取り組み

無人航空機の合理的な安全確保による社会課題解決と産業拡大の同時達成を目指す

- リスクに応じた各要素の要求を統合した標準シナリオを開発
- ユースケースを設定し、具体的なリスク事例を元に統合的な安全管理、適切な制度の探究を実施

体制

- 【委託】 国立大学法人東京大学(①②③④)、国立大学法人長岡技術科学大学(②)、国立大学法人筑波大学(③)、Intent Exchange株式会社(④)
- 【再委託】 一般財団法人日本海事協会(①)、公立大学法人会津大学(①)、株式会社電通総研(①③)、国立大学法人一橋大学(②)、学校法人慶應義塾(②)、国立研究開発法人産業技術総合研究所(④)、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(④)、国立情報学研究所(④)

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 次世代空モビリティの電動推進システムの 設計・製造承認に向けた環境試験技術の研究開発

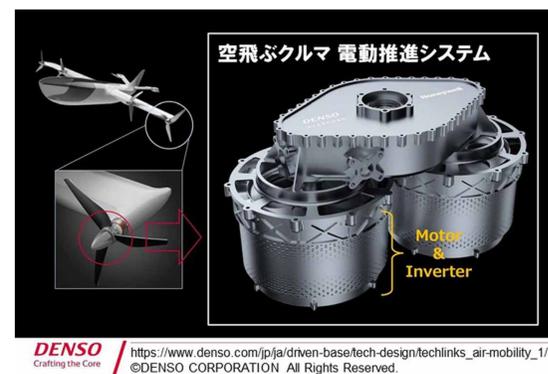
研究開発内容

空飛ぶクルマ実用化のキー技術であり、安全に大きな影響を持つ電動推進システムに対し、実際の飛行環境を模擬した条件下で性能評価することで安全性を証明

目標：空飛ぶクルマ電動推進システムを対象として、

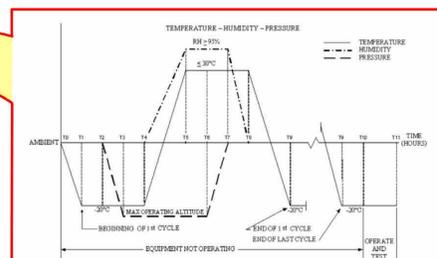
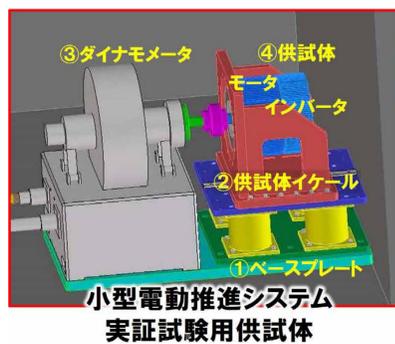
- a) 環境試験技術の確立と国際標準化及びノウハウのデータベース化・蓄積と国内企業への開示
- b) 数学モデルベース設計/認証技術(MBD/CbA)の向上

MBD: Model Based Design CbA: Certification by Analysis



研究開発成果

- a) ・大型電動推進システム用環境試験設備(福島)を整備中(2024年度中に稼働開始予定)
温度・高度試験手順策定中(上記設備稼働開始までに第1次案確定)
- ・小型電動推進システム用環境試験設備(飯田)の整備完了(2023/12)
着氷試験手順に関する実証試験を経て、国際標準として提案(2024/4)



策定した着氷試験手順のイメージ
(RTCA DO-160 Rev. G Section 24 Figure 24-2より引用)

- b) 数学モデル精度向上に向けた課題を抽出、課題解決に向けた研究開発を実施中

今後の取り組み

- a) ・大型システム用設備整備を完了、温度・高度試験の実証試験を経て、国際標準として提案
・着氷試験手順の国際標準化に向けた活動を継続、制定に向けた活動を推進
- b) 長期ロードマップ策定、数学モデル精度向上研究を継続

体制

- | | | |
|--------|--|--|
| 【委託先】 | (国大) 信州大学
(株) デンソー
多摩川精機(株) | ： 全体取り纏め、国際標準化、MBD/CbA技術
： 大型電動推進システム環境試験技術
： 小型電動推進システム環境試験技術 |
| 【再委託先】 | (公財) 南信州・飯田産業センター
(公財) 福島イノベーション・コースト構想推進機構 | ： 小型環境試験設備、環境試験技術
： 大型環境試験設備、MBD/CbA技術 |



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 ドローンの1対多運航を実現する適合性証明手法の 開発及び機体・システムの要素技術開発

研究開発内容

研究開発項目①(3) ドローンの1対多運航を実現する適合性証明手法の開発 (PwCコンサルティング)

1対多運航に関する国内外の規制・飛行事例の調査を行い、①(4)の実証結果と合わせ国内法下で対応すべき適合性証明手法を関係者と協議の上で策定する。また、勉強会を開催し、調査・協議結果を①(4)事業者へ共有することで、サービス社会実装の促進を図る。

研究開発項目①(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

[KDDI株式会社・日本航空株式会社]

複数ドローンの同時運航実現に向けた運用要件の策定および運航管理システムの開発

- ①1対多運航システム要件及びオペレーション要件の検討
- ②1対多運航に対応した運航管理システム開発
- ③飛行実証に向けた許可承認の取得
- ④複数空域における複数機同時飛行を想定した飛行実証
- ⑤1対多運航の事業性検証
- ⑥成果取りまとめ

[楽天グループ株式会社]

ドローン物流における1対多運航を安全に実現するための遠隔監視システム等の研究開発

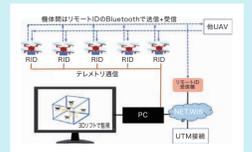
- ①複数ドローンとの同時連携機能
- ②飛行エリアに関わる情報連携機能
- ③ドローン拠点と連携する機能
- ④1対多運航に最適なGCS機能
- ⑤1対多運航による飛行実証



[イームズロボティクス株式会社]

リモートIDを利用したドローンの1対多運航制御システム及び要素技術開発

- ①1対多運航制御システムの検討
- ②リモートID通信を応用した機体間通信システムの構築
- ③自律分散手法を用いた長距離テレメトリシステムの開発
- ④グローバル位置情報とローカル位置情報の相互補完による自律群制御システムの開発
- ⑤型式認証対応の試作機開発、型式認証取得 (第一種、第二種)
- ⑥1対多運航実証試験の実施



研究開発成果

研究開発項目①(3) ドローンの1対多運航を実現する適合性証明手法の開発 (PwCコンサルティング)

1対多運航の社会実装が先行する米国と日本の制度を比較し、現行制度を前提とした場合の1対多運航に対する法解釈や運用の論点を特定した。また、国内外の調査結果を踏まえ、1対多運航の国内事例集および海外調査レポートをドラフトした。

研究開発項目①(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

[KDDI株式会社・日本航空株式会社]

警備及び物流のユースケースにおいて、同一空域での1対多運航実証を実施。

■ 警備

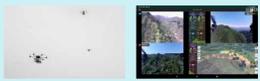
昨年度の1/2の福島ロボットテストフィールドでの実証から、実際の施設現場での警備実証を実施。また仮想的に現地のスキル人材の配置を無くし、イレギュラーシナリオを含むすべてのオペレーションを遠隔運航室から制御し、1/2での同時飛行実証を成功させた。



2024年2月に千葉県船橋市で行われた警備実証の様子

■ 物流

昨年度の1/2の奄美での実証から、秩父市1/3での同時飛行実証(レベル3.5含む)を実施。警備同様、仮想的に現地のスキル人材の配置を無くし、イレギュラーシナリオを含むすべてのオペレーションを遠隔運航室から制御し、1/3での同時飛行実証を成功させた。



2024年5月に埼玉県秩父市で行われた物流実証の様子

[楽天グループ株式会社]

1対多運航を安全に実現するための遠隔監視システム等を研究開発し、遠隔からの1対3運航の実証実験に成功

東京にある遠隔運用拠点から、福島ロボットテストフィールドに配置されたドローンを用いて、物流ユースケース(小口配送)を想定した1対3運航を実現。



遠隔運用拠点@東京



ドローン拠点@福島

[イームズロボティクス株式会社]

- ・リモートID通信を応用した機体間通信と、自律分散衝突回避アルゴリズムにより、1対3、1対5の1対多運航飛行の実証を実施。
- ・イームズ式E6150 TC型機で第二種型式認証取得。併せて、イームズ式E600-100型で第一種を申請中。



イームズ式E6150 TC型機

今後の取り組み

研究開発項目①(3) ドローンの1対多運航を実現する適合性証明手法の開発

[PwCコンサルティング]

海外情報を参考に考案した1対多運航時の安全対策案について航空局様と協議し、その結果を成果物に含め公開する(図は安全対策案として海外の手法を参考としたもの)



研究開発項目①(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

[KDDI株式会社・日本航空株式会社]

2024年度は、複数空域での1対多運航の実現に向け、更なる運用要件の検討及び運航管理システム開発を行い、実フィールドでの実証実験を実施予定。



[イームズロボティクス株式会社]

- ・2024年度は10機体での1対多運航試験を、第一種型式認証取得機体、第二種型式認証取得機体で実施する予定。
- ・複数機体が1地点から時系列で複数目的地に荷物を配送する運用を目指す
- ・災害時には捜索と医薬品物流など、時間差で多用途の役割をこなす。

体制



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

高密度飛行を目指したエッジとクラウドのAI・最適化による衝突回避と運航管理の研究

研究開発内容

高度な自律性を備え、冗長性に基づく
高信頼性を有する智能型オートパイロットの研究開発

Stage-1(2022-23年度)

冗長型オートパイロットの開発

・AIによる不時着地点判別・誘導 ・ワンフェイルオペラティブ飛行

Stage-2(2024年度)

智能型オートパイロットの開発

・AIによる障害物認識、経路生成 ・障害物との衝突回避飛行制御

Stage-3(2025年度)

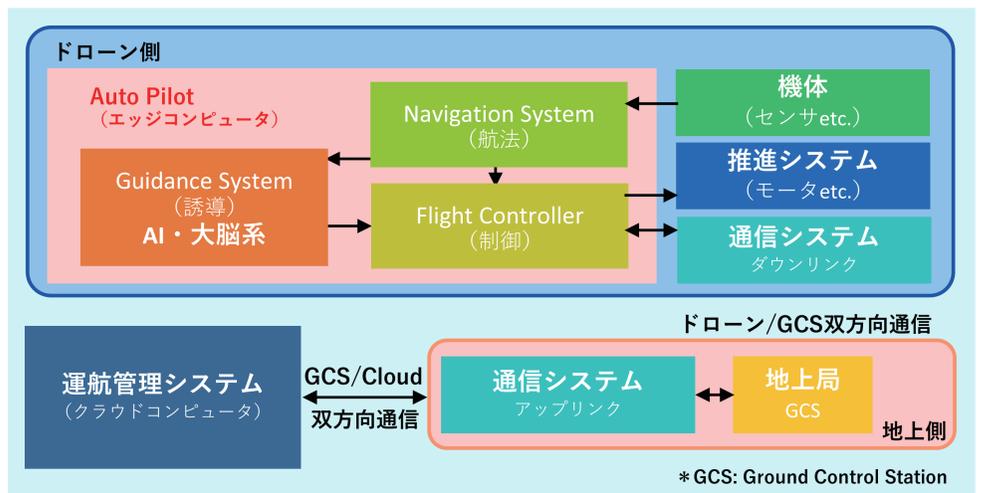
統合型オートパイロットの開発

・ダイナミックマップ対応機能

Stage-4(2026年度)

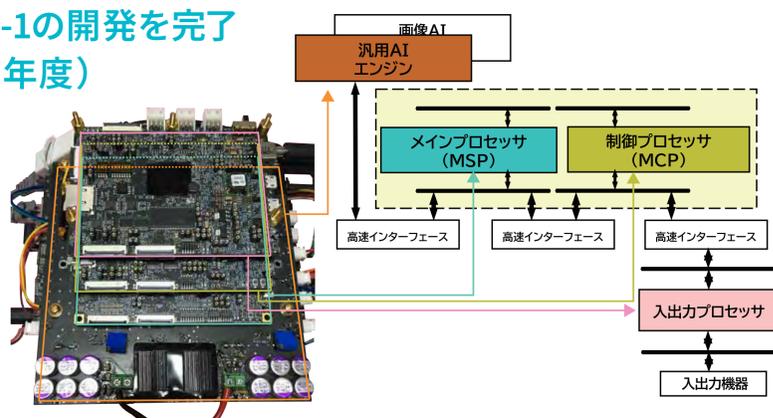
拡張型オートパイロットの開発

・エッジ・クラウド協調システム

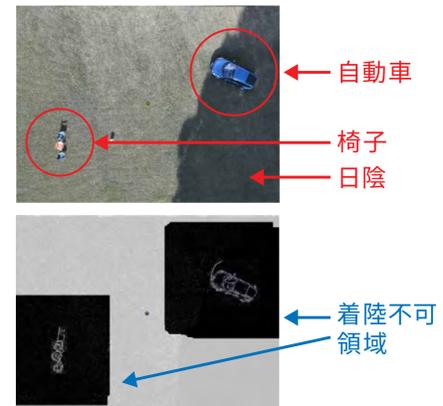


研究開発成果

Stage-1の開発を完了
(2023年度)



開発した冗長型Auto Pilotとそのアーキテクチャ
・誘導、航法、制御の各々にプロセッサを割り当てるとともに、
異常時には相互に代替させることを可能とし、信頼性を向上



AIを用いた不時着地点の認識と自動着陸
・物体を認識して着陸可能地点を判別

今後の取り組み

2024年度は、障害物との衝突回避飛行制御等のAI機能開発 (Stage-2) を進め、Stage-1で開発した冗長型Auto Pilotに組み込み、智能型Auto Pilotとして完成させる。その後は、ダイナミックマップ*への対応 (Stage-3)、エッジ・クラウド協調型運航管理**への拡張 (Stage-4) 等、ドローンが高密度で飛び交う社会の実現に向けて技術開発を進めていく予定

Stage-1		
機体異常・突発的天候異変のAIによるヘルスチェック・判別 異常発生時のAIベース制御による不時着地点判断・誘導 冗長系を用いた異常発生時の制御 (one Fail Operative Control) レベル4への第一種型式認証・機体認証のためのAI実装と冗長AP		
Stage-2	Stage-3	Stage-4
衝突回避 (DAA) (AI・深層学習により 日々賢くなる飛行)	最適飛行ルート生成 ダイナミックマップ対応 (エネルギー最適化探索)	エッジ・クラウド協調 運航管理 (高密度飛行の実現)

体制



一般財団法人 先端ロボティクス財団: 大脳型Auto Pilot

【再委託】 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構
(国立情報学研究所): AI関連技術

【再委託】 国立大学法人 千葉大学: 自律飛行制御技術

* 高精度3次元地図情報と時間とともに変化する位置特定可能な動的データとを、ルールを定めて 整合的に活用する概念

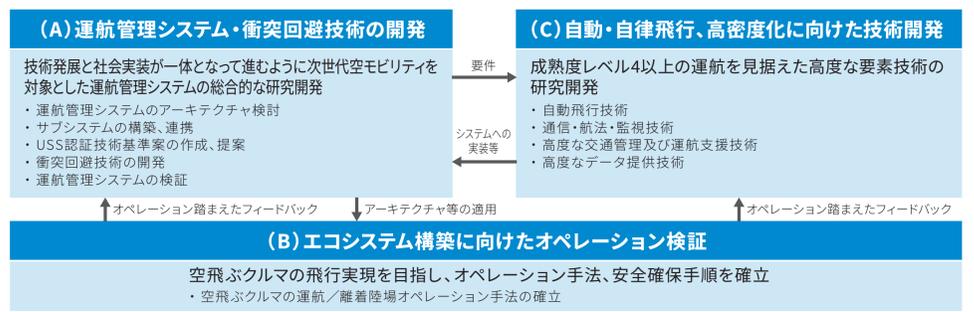
** ドローン機体(エッジ)に搭載した知能とネットワーク型運航管理システム(クラウド)との連携による安全・効率化

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

低高度空域共有に向けた 運航管理技術の研究開発

研究開発内容

既存航空機、ドローン、空飛ぶクルマの間で共有された飛行計画/飛行意図、ならびに飛行中の動態情報に基づき調整を行い低高度空域における運航管理システムを開発・検証し、総合的な運航管理技術の確立を目指す



研究開発成果

運航調整・飛行計画調整を実現するUATM/アーキテクチャ案の策定

AAM導入フェーズ2で想定される運航調整・飛行計画調整を実現するUATMアーキテクチャ案を策定。
FY2025の万博実証に向けた情報共有基盤を構築

UTMプロバイダ認定要件案の提案

UTM認定要件のベースとなるReAMo UTM ConOps案を作成し、認定要件における想定アーキテクチャについて検証を実施

空飛ぶクルマの標準オペレーション手法の作成

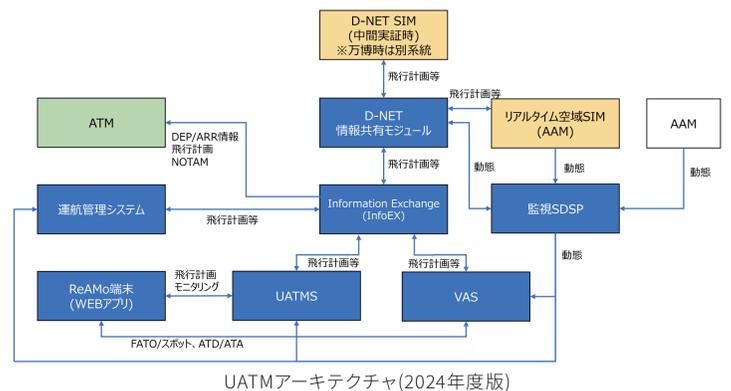
ノーマルシナリオによるeVTOL運航特有の地上オペレーション確認。
イレギュラー事象が発生した場合の業務フローを検証・課題の抽出。

成熟度レベル4を見据えた要素技術の標準化活動

標準化対象とする成果を特定し、標準化活動の目標・活動の進め方・スケジュール等の方向性を整理。

海外への情報発信

・ SESARとのワークショップ開催 ・ drone enable2023出展および講演

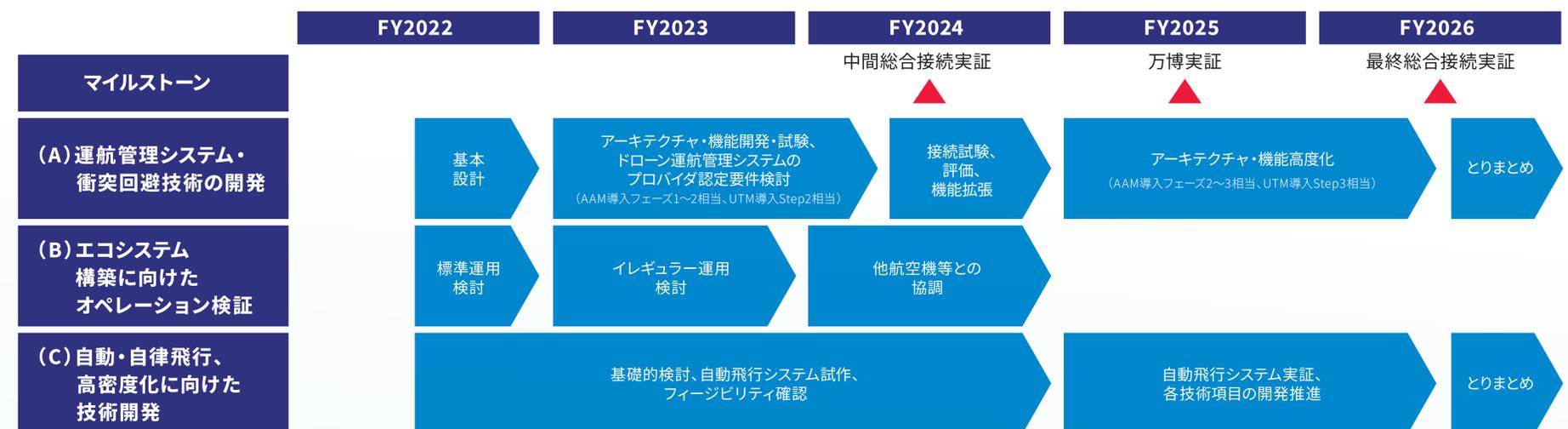


飛行実施日: 2023年12月11日
実証場所: 大阪ヘリポート周辺上空(高度 ~40m程度)
使用機体: Volocopter 2X(試験機:パイロット1名搭乗)
飛行方式: 搭乗パイロットによるVFR飛行
飛行時間: 10分程度の飛行

空飛ぶクルマオペレーション実証の様子(2023年11月時点)

今後の取り組み

2024年度以降の各年で大規模な実証を行い、研究開発成果の社会実装に向けた評価を進める予定。



体制

Orchestrating a brighter world

NEC

JAXA

NTT DATA

KDDI

Intent Exchange

JAPAN AIRLINES

ORIX