

「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」

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

**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**

2022年12月

研究開発項目①(1)ドローンの性能評価手法の開発

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

事業内容

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

- ① 無人航空機の第一種/第二種の機体認証の認証ガイドラインの開発
- 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
- 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
- ④ 無人航空機の運航の安全性の評価法の研究開発

実施体制

提案者：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)、BIRD INITIATIVE 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)、株式会社電通国際情報サービス(①②③)、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)、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(④)

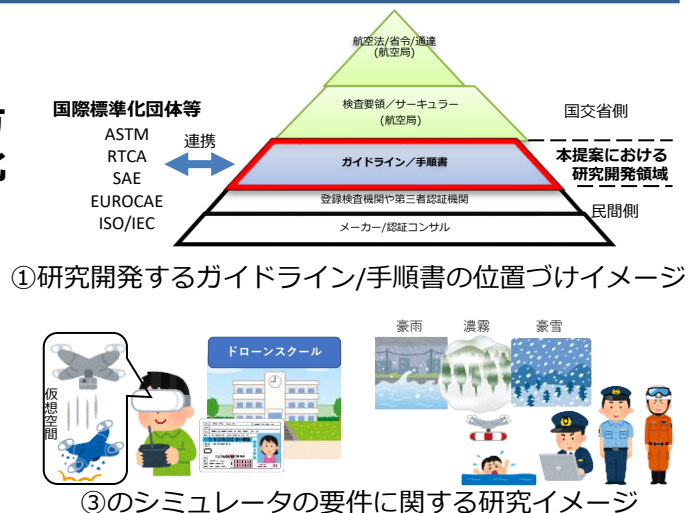
達成目標

中間目標 (2024年度)

- ① 第二種の無人航空機に対応した許可承認のためのガイドラインの完成を目指す
- ② 分野別安全として1例を取り上げ、レベル3に対応するガイドを作成
- ③ 訓練用シミュレータに求められる要件抽出とシミュレータ試作を完了する
- ④ 「1対1 (操縦者1人に対して1機の無人航空機) の運航」から「1対多 (操縦者1人に対して複数機の無人航空機) の運航」への対応

最終目標 (2026年度)

- ① 第一種の無人航空機に対応した許可承認のためのガイドラインの完成を目指す
- ② 分野別安全として災害対応、測量、点検、物流、農業等に対応した、無人航空機のレベル4に対応するガイドを作成
- ③ 実証実験を行い、抽出した要件の妥当性確認を完了する
- ④ 「m対n (複数人の操縦者で複数機の無人航空機) の運航」への対応



研究開発項目①(1)ドローンの性能評価手法の開発

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： テーマ①-1 無人航空機の第一種/第二種の機体認証の認証ガイドラインの開発

事業内容

- 無人航空機の許可承認に関わる証明方法のガイドラインを研究開発する
- 航空機の機体の設計経験が乏しい国内企業には我が国において、機体設計の安全性の証明ノウハウも少なく、標準的な文書が必要
- 委員会/WGを立上げ、国交省側と民間側の橋渡しを目指した、ガイドラインや手順書作成を目指す

活動想定場所： ASTM、RTCA、SAE、EUROCAE（※ 他のコンソと最適化調整予定）

実施体制

東京大学、日本海事協会、電通国際情報サービス

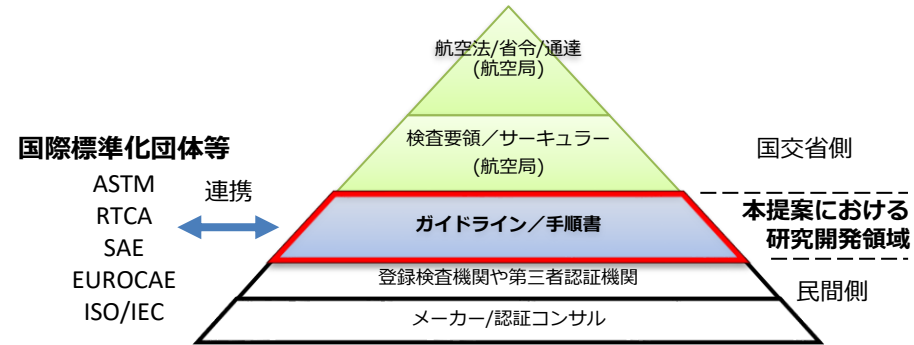
達成目標

中間目標（2024年度）

- 第二種の無人航空機に対応した許可承認のためのガイドラインの完成を目指す

最終目標（2026年度）

- 第一種の無人航空機に対応した許可承認のためのガイドラインの完成を目指す



①研究開発するガイドライン/手順書の位置づけイメージ

研究開発項目①(1)ドローンの性能評価手法の開発

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： テーマ①-2 次世代空モビリティに必要なソフトウェア/セキュリティの調査研究

事業内容

- 航空先進国の欧米でも、ソフトウェアやセキュリティは発展途上であり、標準化活動を通じて情報収集と国内の状況に対応したガイドライン等の作成を目指す
- 有人航空機のソフトウェア(RTCA DO-178)やセキュリティ(RTCA DO-326/355等)は標準化されているが、無人機航空機には過剰であり、セキュリティについても発展途上分野
- 海外動向を見据えながら、ガイドライン等を検討する
- 活動想定場所：
 - SAE S-18(Aircraft and System Development and Safety Assessment Committee)
 - RTCA SC-240(Topics on Software Advancement)

実施体制

会津大学、電通国際情報サービス、東京大学

達成目標

中間目標（2024年度）

- 第二種の無人航空機に対応したソフトウェアとセキュリティのガイドライン/手順書の完成を目指す

最終目標（2026年度）

- 第一種の無人航空機に対応したソフトウェアとセキュリティのガイドライン/手順書の完成を目指す

研究開発項目①(1)ドローンの性能評価手法の開発

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： テーマ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

事業内容

(1) 機体/運航/整備等のガイドラインの整備（担当：長岡技術科学大学、東京大学、電通国際情報サービス）

- ガイドラインの整備では、航空法を主とする飛行に関連する情報と、産業毎の個別情報を俯瞰的・系統的に統合する必要がある。ここでは、Model Based Systems Engineering (MBSE) 等の手法を用いて、俯瞰的・系統的に情報をガイドラインに統合していく
- 商用のMBSEソフトウェアを用いる事で、スケーラブルでカスタマイズ可能なガイドラインを提供する
- 整備したガイドラインの有効性を評価するため、各機体メーカーや飛行従事者や運航管理者などに対して、講演会等を実施しフィードバックを得る

【活動を想定する国際標準化の委員会等】

- 我が国の国状に合わせたガイドラインという性格上、国際標準化でなく国内でのデファクトスタンダードを目指す

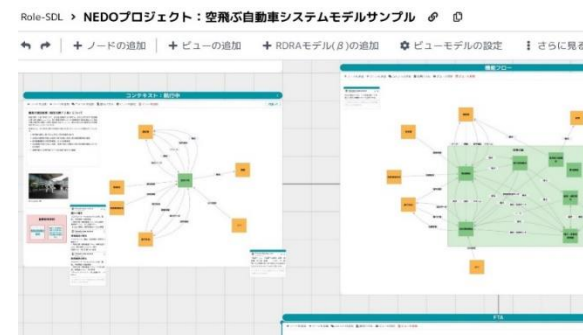


図. MBSEのイメージ

達成目標

中間目標（2024年度）

- 1分野で無人航空機レベル3飛行相当の申請に対応するガイドラインを作成

最終目標（2026年度）

- 主要分野（災害対応、測量、点検、物流、農業）に対応した、無人航空機レベル4飛行相当の申請に対応するガイドラインを作成

研究開発項目①(1)ドローンの性能評価手法の開発

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：
テーマ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

事業内容

(2) 各種リスクの実態調査 (担当：長岡技術科学大学、東京大学)

- 産業化で必須な労働安全の基本情報として、個人保護具の有効性調査を行う
- 大きなリスクに繋がる衝突着火性の調査や実験を行う
- 調査結果を踏まえリスクアセスメント手法の開発を実施するアセスメント手法の開発では、例えば、サービスロボット分野のリスクアセスメント手法を参考として、多様性の系統的考慮を行う

【活動を想定する国際標準化の委員会等】

- 各種個人保護具に関わる国際標準化委員会
- ASTM E54 Homeland Security

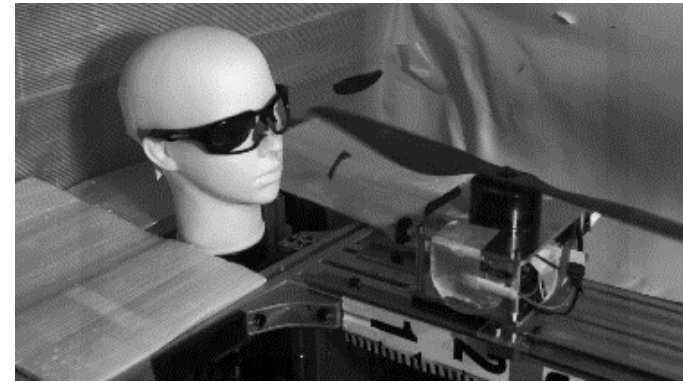


図. プロペラに対する保護メガネの有効性調査実験 (イメージ)

達成目標

中間目標 (2024年度)

- 対人安全性の評価基準等をまとめる
- 衝突着火性等の調査実験を行う

最終目標 (2026年度)

- 個人保護具の有効性評価実験結果を元に、標準化提案を行う
- 衝突着火性等の調査をまとめ、ドローンの衝突着火性を明確化する

研究開発項目①(1)ドローンの性能評価手法の開発

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：
テーマ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

事業内容

(3) 社会受容性と妥当性確認（担当：慶應義塾大学、長岡技術科学大学、一橋大学、東京大学）

- ・ 地方自治体と協力し、大規模災害（例：地震・津波、台風・大雨）発生後の調査活動を想定した、ドローン利用の社会受容性について調査・分析を行う
- ・ ドローンの災害時における利活用をテーマに国際的な標準化活動を推進するための事例研究を、公開情報を中心に調査・分析を行う
- ・ 以上を踏まえて、政府・自治体の危機管理・災害対応部門が装備する機体・システムについて、標準的な要件を提言することを目指す
- ・ これらの結果を整備したガイドラインと比較する事で、ガイドラインの有効性の妥当性確認 (Validation)とする

達成目標

中間目標（2024年度）

- ・ 災害時を想定したユースケースをテーマに、社会受容性と妥当性確認について検証を行う

最終目標（2026年度）

- ・ 災害時を想定したユースケースについて、国際標準化活動を推進するための調査・分析活動を展開する

研究開発項目①(1)ドローンの性能評価手法の開発

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： テーマ③ 無人航空機と空飛ぶクルマ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

事業内容

担当：筑波大学、東京大学、電通国際情報サービス

- 無人航空機／空飛ぶクルマの緊急時のオペレータの対応に必要なスキルを身に着けるためのトレーニングについて、シミュレータを用いる訓練の在り方を明らかにする
- 自律飛行が基本となるが、緊急時の対応時には、外部からヒトがシステムに介入することが必要となり、介入の仕方や介入のための特殊なトレーニングが必要
- 研究テーマ④で導出される故障モードやリスクのシナリオなどを踏まえてパイロットの有すべきスキルを検討し、トレーニングに必要な要件についての基礎研究を実施
- 本研究開発ではシミュレータの開発は目的とせず、シミュレータに求められる要件を整理
既存の販売済みや開発中のシミュレータの評価を中心とし、製造メーカーとの連携を目指す

【活動を想定する国際標準化の委員会等】

- ASTM F38 Unmanned Aircraft Systems
- ASTM E54 Homeland Security Applications
- ISO TC20/SC16 Unmanned aircraft systems
- ASSURE



研究開発項目①(1)ドローンの性能評価手法の開発

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： テーマ③-1 無人航空機のパイロットのライセンス付与のシミュレータ研究開発

事業内容

担当：東京大学、電通国際情報サービス、筑波大学

- 無人航空機の訓練用シミュレータが複数存在しているが、それぞれが独自に開発を実施しており、無人航空機の機体以上に性能評価や比較が困難
- ライセンス付与に必要なシミュレータであれば、各メーカーが各国の航空局と調整し開発が理想
- 無人航空機の一等／二等ライセンスを取得に特化した、操縦技能維持に必要な最低限の評価用シミュレータの要件や機能、性能の抽出と標準化に関する研究開発を実施する

達成目標

中間目標（2024年度）

- 緊急時におけるオペレータの果たすべき役割を検討する

最終目標（2026年度）

- シミュレータに組み込む訓練シナリオと訓練方法を検討する



(1)ライセンス取得時のシミュレータ

研究開発項目①(1)ドローンの性能評価手法の開発

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： テーマ③-2 無人航空機のパイロットの業務訓練用のシミュレータ研究開発

事業内容

担当：筑波大学、電通国際情報サービス

- 大型や高価な機体の運用や、雨や霧環境での飛行や、障害物回避が必要な用途では事前に訓練が必要だが、実機での訓練は困難
- 特に官公庁（消防・警察・海保等）や重要施設（発電施設等）のインフラ点検等向けにおいては実環境での訓練は困難であり専用のシミュレータ環境が必要
- 警察や消防などの官公庁やインフラ点検の業務で用いる訓練用のシミュレータとして、どんな要件が必要かの抽出と、標準化に関する研究を実施する
- 研究開発項目①(1)「制約環境下におけるドローンの性能評価法の研究開発」の実施者（名古屋工業大学コンソ）と、共同で意見交換会や、悪天候を模擬した試験設備での飛行試験を模索
- 標準化活動：ASTM E54.09などでも活動を検討

達成目標

中間目標（2024年度）

- 訓練用シミュレータに求められる要件を抽出する

最終目標（2026年度）

- 訓練用シミュレータを活用した実証実験を行う
- 抽出した要件の妥当性を確認する



(2)官公庁(消防・警察・海保等)や点検事業者
向けの悪天候時等の訓練用シミュレータ

研究開発項目①(1)ドローンの性能評価手法の開発

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： テーマ④ 無人航空機の運航の安全性の評価法の研究開発

事業内容

実施体制

アウトプット		運航リスクのモデル化			運航リスク評価手法の実用化	
事業内容 (サブテーマ)		地上リスク のモデル化 & 評価	空中リスク のモデル 化& 評価	統合	諸外国の標準的 手法の調査およ び標準規格化動 向の調査	成果の国内外展 開
1. 安全に効果的で効率的な実装が可能な無人航空機の運航の安全性の評価法研究開発	東京大学			○	○	○
2. 離散的な解析を伴う無人航空機の地上および空中リスク評価法開発	BIRD INITIATIVE	○	○	○	○	○
3. 地上リスクの定量化におけるシミュレーションの開発	国立情報学研究所	○				
4. ホーア論理に基づくリスク分析リスク評価モデルの検証を行うシミュレーターの開発	産総研人工知能研究センター		○			
5. 有人航空機のアプローチを伴う無人航空機の空中リスク評価法開発	電子航法研		○			
6. リスク評価モデルの検証を行うシミュレーター及び複数の実機を運航させる大空間実証システムの開発	産総研インダストリアルCPS研		○			

東大・BIRD INITIATIVEが定例会を開催し、国際的な動向の共有と研究の目的のすり合わせ、研究結果の汲み取りを行い、サブテーマ間での連携と研究の発展を促す。

達成目標

■ 中間目標 (2024年度)

操縦者1人に対して多数機の運航の安全評価に資するモデルを構築し、シミュレータおよび一部のシナリオに対して実機を利用した飛行試験を行うことでモデルの検証を行う。検証の過程において、規制当局や国内産業団体、国際標準団体に知見を共有する。

この中期目標を実現するために、以下の通り実施する。

- 2022年度：1対1の運航安全性評価モデル実装の前提となる市場・標準化・研究動向の調査と各リスク計算の前提となる運用要件調査の実施
- 2023年度前半：1対1の計算条件の検討
- 2023年度後半：各リスクモデルの構築と統合した形での検証
- 2024年度前半：1対多の計算条件の設定
- 2024年度後半：各リスクモデルの構築と統合した形での特定のシナリオの飛行検証

■ 最終目標 (2026年度)

操縦者m人に対してn機の運航の安全評価に資するモデルを構築し、シミュレータおよび一部のシナリオに対して実機を利用した飛行試験を行うことでモデルの検証を行う。検証の過程において、規制当局や国内産業団体、国際標準団体に知見を共有する。

東京大学（再委託：電子航法研究所、産業技術総合研究所）、
BIRD INITIATIVE（再委託：産業技術総合研究所、国立情報学研究所）