

次世代空モビリティの社会受容性向上 に資する研究のご紹介

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）

航空技術部門 航空機ライフサイクルイノベーションハブ
エアモビリティデジタル設計技術チーム

保江 かな子

☆次世代空モビリティに関する国内外の動向

☆技術課題および当チームで扱う研究課題

☆研究概要紹介

① 性能評価・推定技術

② 高度化・機体成立性評価技術

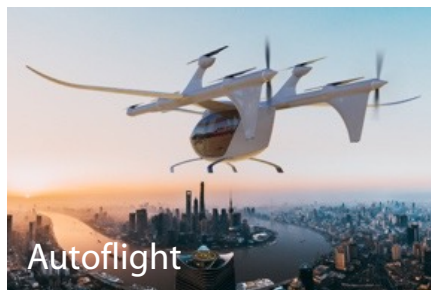
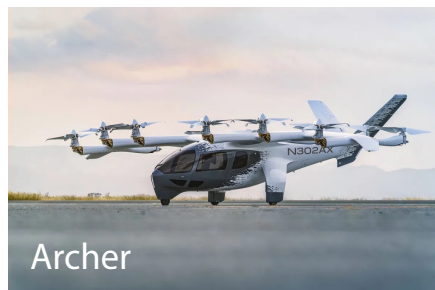
☆イノベチャレンジ提案への期待

☆まとめ

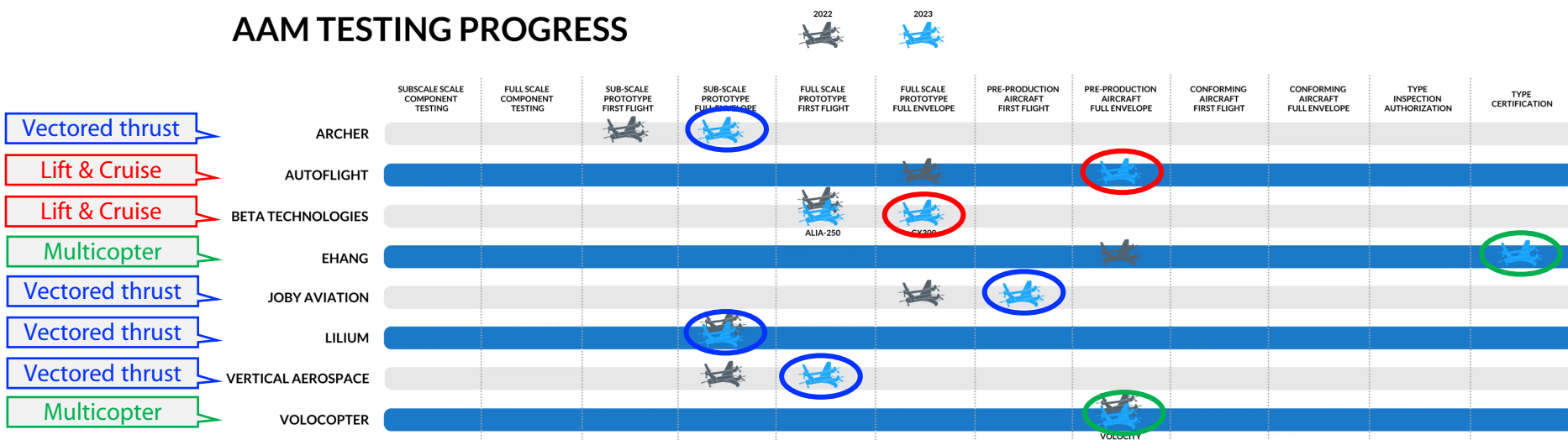
☆【ご参考】本研究の文献

次世代空モビリティに関する海外の動き

☆世界各国で次世代空モビリティの開発競争が繰り広げられている



AAM TESTING PROGRESS



次世代空モビリティに関する国内の動き



☆我が国でも、2018年に「空の移動革命に向けた官民協議会」が設置され、次世代空モビリティの実用化に向けたロードマップが策定されるなど議論が活発化していると共に、機体開発、法整備、環境整備に向けた取り組みが進んでいる



空の移動革命に向けたロードマップ(改訂案)		このロードマップは、いわゆる“空飛ぶクルマ”、電動・垂直離着陸型・自動操縦の航空機などによる身近で手軽な空の移動手段の実現が、都市や地方における課題の解決につながる可能性に着目し、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まとめたものである。							
2022年度		2023年度	2024年度	2025年度	2020年代後半		2030年代以降		
試験飛行から商用運航の開始					商用運航の拡大		サービスエリア、路線・便数の拡大		
利活用	人の移動	試験飛行・実証実験等			大阪・関西万博	都市：二次交通 → 都市内・都市間交通 → 都市圏交通への拡大(ネットワーク化)			
	物の移動					地方：観光・二次交通 → 域内交通・離島交通 → 地方都市間交通への拡大			
	ビジネス波及					航空関連事業			
					自家用運航の開始		救急：医師派遣 → 患者搬送		
					離島・山岳の荷物輸送 → 都市部での荷物輸送 → 輸送網の拡大				
					ポート設置・運営、不動産、保険、観光、MaaS、医療、新たなビジネス等				
環境整備	機体の安全性の基準整備	基準整備（座席数9席以下、操縦者の搭乗有り・無し）			需要に応じた多様な機体の基準整備（自律飛行等）		機体多様化・自律化・高密度化・就航率向上等への対応	技術動向等に応じた制度の見直し	
	技能証明の基準整備	操縦者・整備者の基準整備（遠隔操縦を含む）			多様な機体に対応した制度整備			技術動向等に応じた制度の見直し	
	空域・運航	低高度における安全・円滑な航空交通のための体制整備（万博における空飛ぶクルマに対する空域管理等）			運航拡大に対応した体制整備			利活用の動向等に応じた制度の見直し	
		運航安全に関する基準のガイドライン（荷物輸送、万博における旅客輸送等を想定）			高度な運航に対応したガイドライン改訂（自律飛行、高密度化等への対応）			技術動向等に応じた制度の見直し	
	事業の制度整備	航空運送事業の基準整備（荷物輸送、万博における旅客輸送等を想定）			高度な事業に対応した基準・制度整備（操縦者の搭乗しない旅客輸送等）			利活用の動向等に応じた制度の見直し	
	離着陸場	既存空港等・場外離着陸場の要件整理			既存制度に基づく空港等・場外離着陸場の利用				
		制度整備	国際標準に沿った空飛ぶクルマ専用離着陸場の基準整備			空飛ぶクルマ専用離着陸場の利用			
		社会実装のための環境整備	課題整理 ・建物屋上への設置 ・屋上緊急離着陸場の活用可否の整理 ・市街地等への設置等	環境整備 ・建物屋上設置の基準整備 ・環境アセスメント方法の整備等	建物の建設計画、都市計画、地域計画等への反映				
					建物屋上への設置（既存の建物屋上の利用 → 新規建設・設置）				
								市街地への展開の本格化	
社会受容性	実証地域での住民理解の獲得			万博を通じた認知度向上		受益者の増加、社会課題解決等を通じた受容性向上			
試験環境	福島ロボットテストフィールドの試験飛行拠点としての活用・整備、研究・人材育成等の機能拡充								
技術開発	安全性・信頼性	安全性・信頼性の確保、機体・部品の性能評価手法の開発					安全性・信頼性の更なる向上、低コスト化		
	運航管理	航空機・ドローン・空飛ぶクルマの空域共有技術の開発					本格的な空飛ぶクルマの高度な運航を実現する運航管理技術の開発		
		悪気象条件・高密度・自律運航等に対応した基礎的な通信・航法・監視技術の開発							
電動推進等	モーター・バッテリー・ハイブリッド・水素燃料電池・騒音低減技術等の要素技術開発								
日常生活における自由な空の移動という新たな価値提供と社会課題解決の実現									

日常生活における自由な空の移動という新たな価値提供と社会課題解決の実現

<https://evtol.news/aircraft>
<https://www.subaru.jp/jms/>

https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/air_mobility/pdf/008_01_02.pdf

次世代空モビリティの技術的な課題

☆次世代空モビリティ実用化には、多岐に渡る技術課題が存在する

☆社会受容性を向上する上で重要であり、尚且つJAXAコア技術を活かせる課題を選定して実施する

Power Management

- ✓ Battery power consumption
- ✓ Light weight wirings
- ✓ Redundancy
- ✓ Hybrid power unit
- ✓ Hydrogen fuel cell

Use cases and Operation

- ✓ Autonomy
- ✓ Infrastructure
- ✓ MRO

Aerodynamic design

- ✓ Low noise (inside/outside)
- ✓ Optimal aerodynamic design
- ✓ Interaction between aero components

Flight control

- ✓ Safety gliding/landing
- ✓ Emergency landing
- ✓ Crash worthiness
- ✓ Weather limits
- ✓ System Redundancy
- ✓ Flight dynamics
- ✓ Navigation
- ✓ Data-links

Structural design

- ✓ Low Vibration
- ✓ Optimal structural design
- ✓ High cycle fatigue
- ✓ Bird striking

Technology demonstration

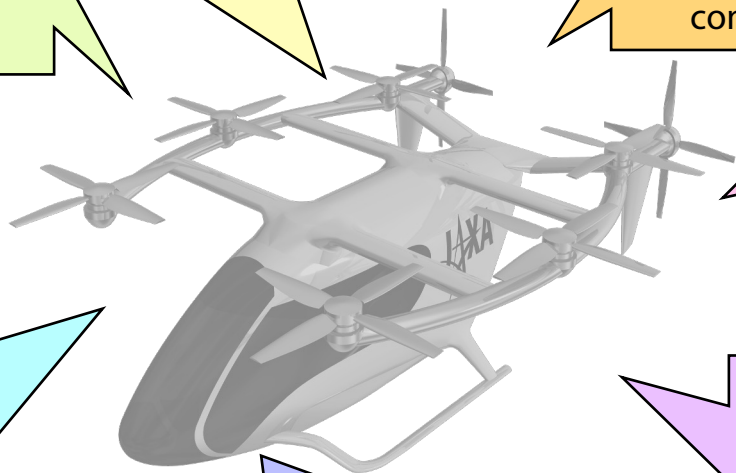
- ✓ Scale model wind tunnel test
- ✓ Scale model flight test
- ✓ Full scale flight test

Simulation

- ✓ Conceptual design
- ✓ Aerodynamic prediction
- ✓ Acoustic prediction
- ✓ Aeroelastic prediction
- ✓ Flight dynamics modeling

Test and evaluation

- ✓ Noise signatures
- ✓ Flight performance
- ✓ Type certification
- ✓ Fail safe demonstration
- ✓ Vibration levels at pax seats



活用可能なJAXAコア技術

概念設計



スケールモデル
飛行試験



JAXA High- μ blades

Baseline



Forward (Best)



Backward



最適設計

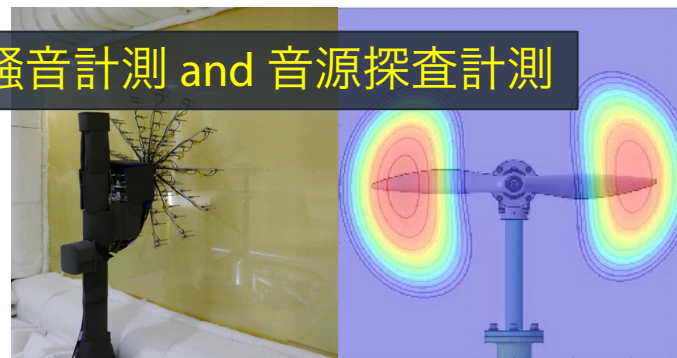
風洞試験



非定常空力計測/変形計測



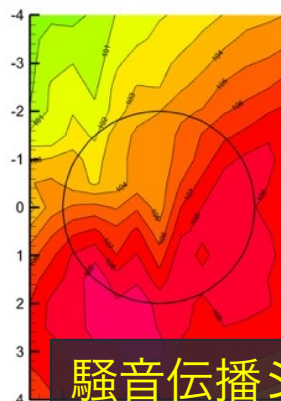
騒音計測 and 音源探査計測



騒音伝播シミュレーション

FW-H based solver : rNoise

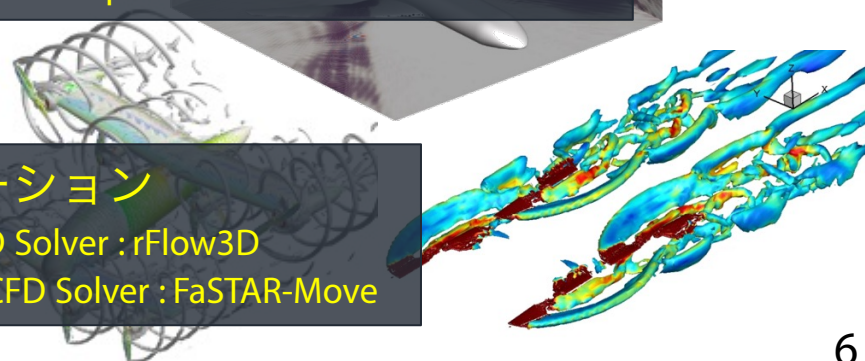
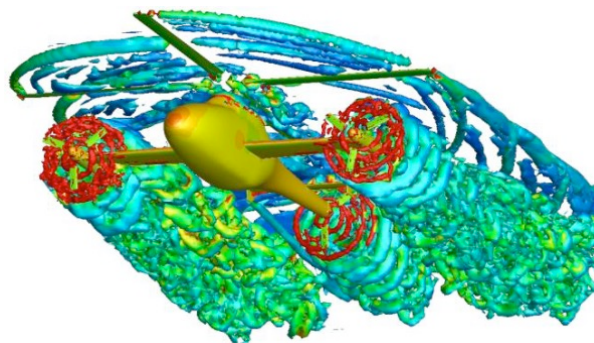
Wave equation based solver : iAWESOME



数値シミュレーション

Structured CFD Solver : rFlow3D

Unstructured CFD Solver : FaSTAR-Move

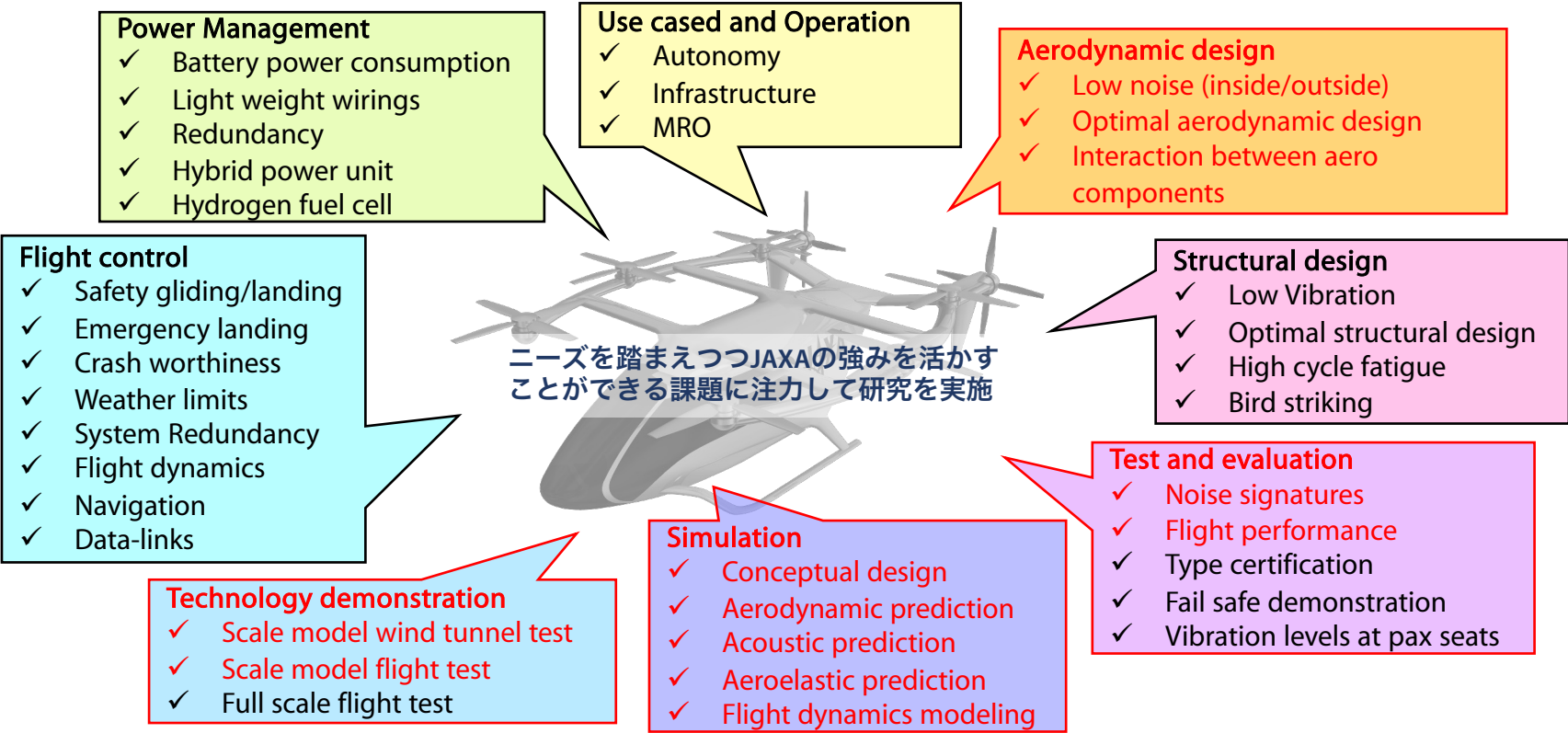


研究目的

今後、中長期的に必要な**騒音環境性の向上や性能向上に資する研究開発を実施し、次世代空モビリティの実用化に貢献**

- ① 機体開発のみならず，認証（基準策定含む）や実運用フェーズにも適用可能な**空力・騒音特性の評価・推定技術**を構築
- ② 高性能化や低騒音化といった**高度化技術および機体成立性評価技術**を構築

※赤字が当チームで実施中/実施予定の内容



①空力・騒音特性の評価・推定概要

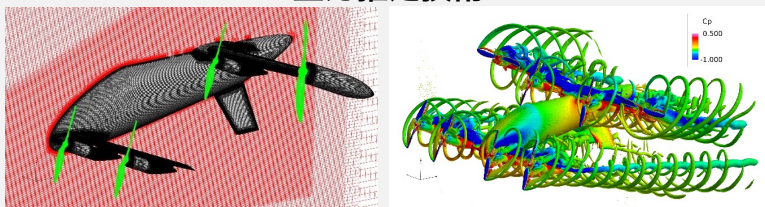
目的

空力・騒音解析/計測技術を構築し，設計開発や実運用時に必要となる機体特性の把握・推定・評価に関する研究開発を行い**受容性向上・運用環境拡大**を目指す

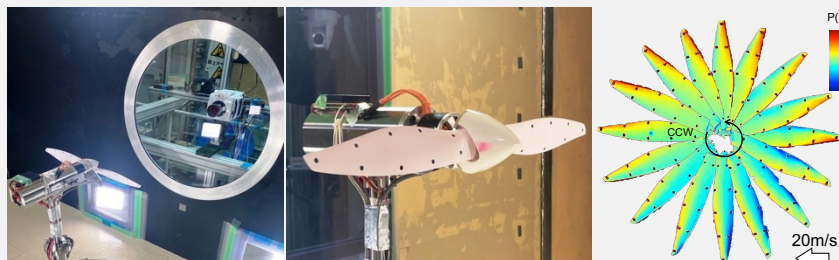
内容

JAXAコア技術である**解析・計測技術の実機/実運用への拡張**を行い，eVTOL関連メーカー/運航事業者/自治体ニーズに対応した**空力・騒音評価ツール**を構築する

空力推定技術

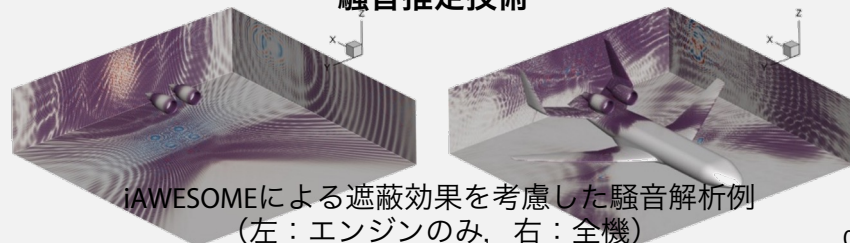


FaSTAR-Moveによる空力解析例

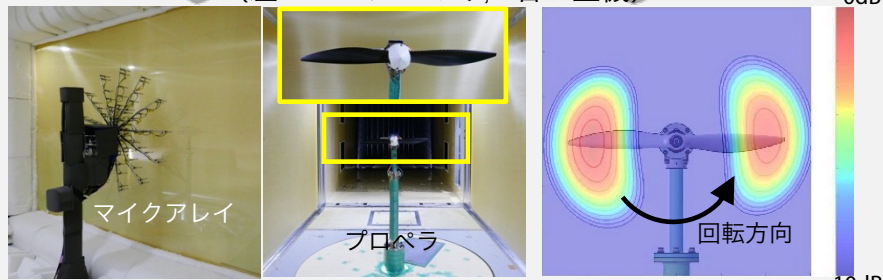


非定常PSPの回転体への適用例

騒音推定技術



iAWESOMEによる遮蔽効果を考慮した騒音解析例
(左：エンジンのみ，右：全機)



音源探査計測技術の回転体への適用例

アウトプット

- 空力/騒音解析ツールFaSTAR-Move, rNoise, iAWESOME
- 空力計測技術（回転体PSP，回転体変形）
- 騒音計測/音源探査計測技術

アウトカム

- 【国/自治体】制度設計や認証基準策定の指針獲得
- 【運航事業者】運航ルートを策定する上での指針獲得
- 【eVTOL関連メーカー】設計開発や認証取得を高度化・効率化

②高度化および機体成立性評価概要

目的

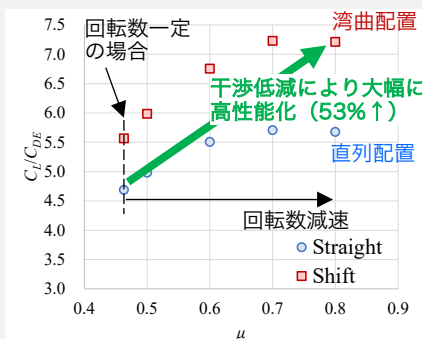
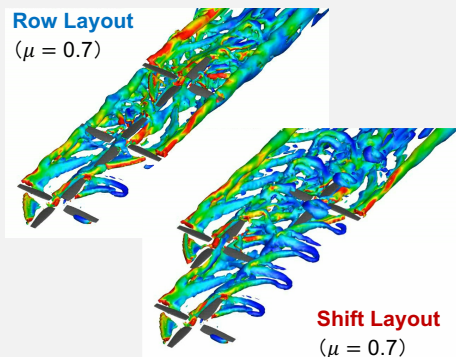
解析・計測技術を活用して、機体システムの高性能化・低騒音化※¹に関する研究開発・実証を行い、我が国機体メーカーの国際競争力向上に資することを目指す

内容

機体高性能化・低騒音化技術開発や、キー技術の機体成立性評価および技術実証（プラットフォーム構築※²を含む）を実施する

マルチロータ高性能化技術

ロータの配置，回転方向，回転数を適切に設定することで流れ場干渉を回避しつつ，空力性能を大幅に高性能化するJAXA独自技術を開発



本研究で目指す技術実証プロセス

段階的に実証・社会実装し
技術力・国際競争力の向上
に貢献



アウトプット

- マルチロータ用飛行安定性ツール (rFlight)
- Multi Rotor Lift Offset技術および機体コンセプト【特願2023-094449】
- 設計/解析ツール (rFlow3D, FaSTAR-Move等)

アウトカム

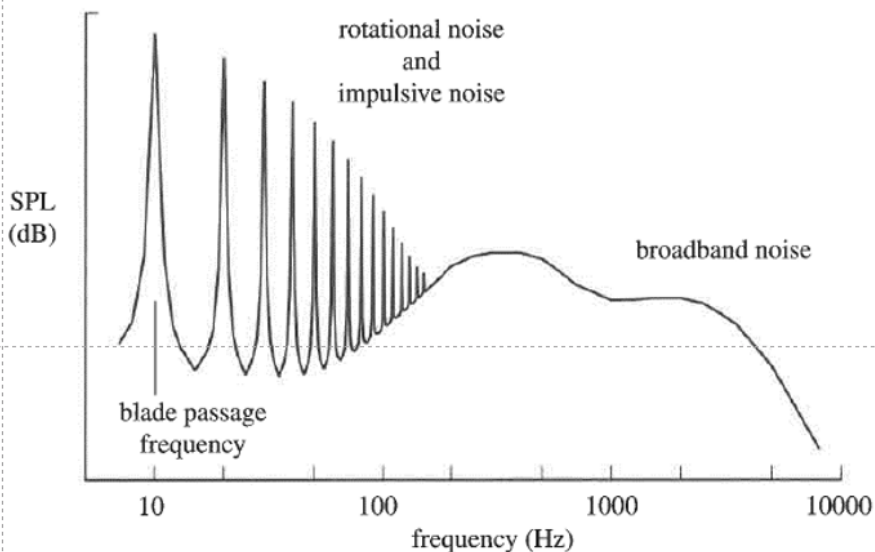
- 【eVTOL関連メーカー】高性能化・低騒音化の設計指針及び技術実証機会の獲得により，国際競争力向上
- 【国・自治体】制度設計や認証基準を策定する上で必要となる情報取得ができ，基準策定を加速

※¹ 低騒音化技術については，JAXAイノベーション・チャレンジの枠組みにて実施（超軽量吸音・遮音材料を用いた次世代エアモビリティの低騒音化技術）

※² 実証機，連携体制の両方の意味を持つ

低騒音化技術 (JAXA航空イノベーションチャレンジ Powered by DBJでの採択されたテーマとの共研)

- ☆次世代空モビリティの騒音を低減する, 超軽量吸音・遮音材料技術の研究開発を実施 (名古屋大学・上野智永先生との共同研究)
- ☆名大にてこれまでに開発した超軽量素材を次世代空モビリティの騒音低減に活用するために, 超軽量吸音・遮音材料技術を開発し, 次世代空モビリティへの適用可能性を評価予定
- ☆従来航空機への適用可能性や要求仕様についても調査予定



ロータ騒音の周波数分布

参考: Wayne Johnson, "Rotorcraft Aeromechanics"



イノベチャレンジ提案への期待

☆○○ × 航空（次世代空モビリティ）

※次世代空モビリティシステムは、機体に限らず、運航システムやインフラなど、広い意味でのシステムを指す

● 社会デザイン

✓ 次世代空モビリティシステム（※）を真に活用できる社会を創造する

● 安全・安心

✓ どんな状況でも確実に着陸できる次世代空モビリティシステムを考案する

● サステナビリティ

✓ 完全再使用可能な次世代空モビリティシステムを模索する

● インクルーシブデザイン

✓ 誰もが利用できる次世代空モビリティシステムをデザインする

● メンテナンスフリー/省人化

✓ 革新的にシンプルなブレードコントロール機構を創出する

● 日本（環境・文化・伝統・技術）

✓ 日本の優位性を発揮できる次世代空モビリティシステムを探索する

「こんな提案があったら面白いな」というお題について、メンバーと共に色々考えてはみたものの...長らく航空分野に従事しているが故のバイアスからか、なかなか "Out-of-the-box" な具体的アイディアが浮かばず恐縮です...
#だからこそ、イノベチャレンジという制度が存在しているとも言える！？

まとめ

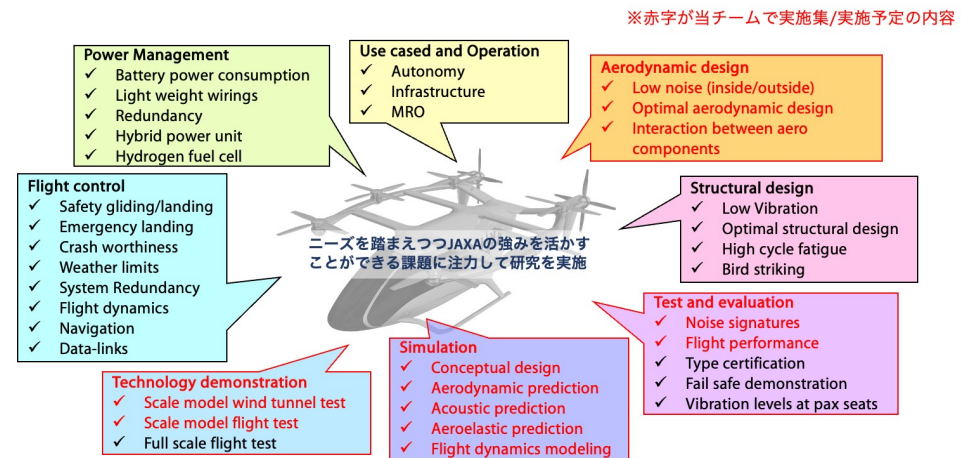
☆航空機ライフサイクルイノベーションハブでは次世代空モビリティの社会受容性向上，実用化加速に貢献するため，空力・騒音特性推定技術や高度化技術の研究を実施している

- ① 機体開発のみならず，認証（基準策定含む）や実運用フェーズにも適用可能な**空力・騒音特性の評価・推定技術**を構築
- ② 高性能化や低騒音化といった**高度化技術および機体成立性評価技術**を構築

☆次世代空モビリティを実用化するためには，解決すべき課題が多岐に渡るため，次世代空モビリティ技術開発の裾野拡大も重要となる

☆航空分野以外の方も含めて，連携しながら，少しでも我が国の航空産業発展に貢献したい

☆イノベチャレンジの制度をご活用頂くことで，皆様にとってのメリットになればなお嬉しい



【ご参考】 本研究に関する文献

- ☆ 保江, 浦, 菅原, 池田, 中北, 林, 飯島, 中島, 杉岡, 岸, 田辺, 杉浦, 木村, 小曳, “次世代エアモビリティの社会受容性向上に向けた取り組み,” 第61回飛行機シンポジウム, 2023.
- ☆ 中北, 中島, 杉岡, 岩本, “非定常PSPによる高速回転プロペラの圧力分布計測,” 第61回飛行機シンポジウム, 2023.
- ☆ 浦, 中北, “非定常PSPと時系列音源探査を用いた空力音の相関解析,” 第54回流体力学講演会/第40回航空数値シミュレーション技術シンポジウム, 2022.
- ☆ 篠塚, 保江, 福地, 大山, “タンデムテイルトウイングeVTOL機の遷移飛行における空力特性解析,” 第61回飛行機シンポジウム, 2023.
- ☆ 保江, 金山, 菅原, 田辺, “非構造流体解析ソルバ非構造格子ソルバによる回転翼機騒音推定に向けた検討,” 第55回流体力学講演会/第41回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム論文集, 2023.
- ☆ 菅原, 田辺, 保江, 弓野, 亀田, “電動垂直離着陸機 の概念検討モデルの構築,” 第61回飛行機シンポジウム, 2023.
- ☆ 弓野, 菅原, 田辺, 亀田, “Multirotor Lift Offset (MRLO)を用いたマルチロータの空力性能解析,” 第61回飛行機シンポジウム, 2023.
- ☆ Y. Tanabe, H. Sugawara, K. Yasue, T. Yumino and M. Kameda, “A Compact and Efficient eVTOL Design Utilizing Multirotor Lift-Offset During,” Transformative Vertical Flight 2024, 6th Decennial Aeromechanics Specialists’ Conference, 2024

見上げるは，空の先．



航空技術部門
Aviation Technology Directorate