

JAXA航空技術部門の研究開発活動の状況

令和2（2020）年1月20日

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

- 0. JAXA航空技術部門の研究開発活動（全体像）
 - 研究開発の概要
 - 主務大臣による業務実績に関する評価結果
- 1. 社会からの要請に応える研究開発
 - （1）安全性向上技術の研究開発
 - 気象影響防御技術
 - 災害・危機管理対応統合運用技術
 - （2）環境適合性・経済性向上技術の研究開発
 - コアエンジン技術（燃焼器、タービン等）
 - 低騒音化技術（航空機）
- 2. 次世代を切り開く先進技術の研究開発
 - （1）静粛超音速機統合設計技術
 - （2）革新的技術の研究開発（エミッションフリー航空機技術）
- 3. 航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発
 - 基盤技術の研究開発（統合シミュレーション技術等）

0. JAXA航空技術部門の研究開発活動（全体像）

(1)社会からの要請に応える研究開発

イ.環境適合性・経済性向上技術の研究開発

ア.安全性向上技術の研究開発

ECAT

航空環境技術の研究開発プログラム
Environment-Conscious Aircraft Technology Program



STAR

航空安全技術の研究開発プログラム
Safety Technology for Aviation and Disaster-Relief Program



(2)次世代を切り開く 先進技術の研究開発

SkyFrontier

航空新分野創造プログラム
Sky Frontier Program



Science & Basic Tech

基礎的・基盤的技術の研究
Aeronautical Science and Basic Technology Research



(3)航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発



JAXA航空の取組み方針

新たな製品の創出

- 技術潮流やニーズの先読み
- 世界トップレベルを担う技術力
- 企業に先駆けた研究開発

次世代製品の競争力強化

- JAXAの研究戦略
(強み技術)
 - 企業のビジネス戦略
(技術、製造、営業、サービス)
- 連携

研究成果の社会実装

- ユーザーとの連携 (運用評価等)
- 研究/教育での連携
- 標準化/規格化での支援

主な取組み

- 気象影響防御技術
- エミッションフリー航空機技術
- 静粛超音速機統合設計技術
- コアエンジン技術 (燃焼器、タービン等)
- 低騒音化技術 (航空機)
- 災害・危機管理対応統合運用技術
- 統合シミュレーション技術等

確実に研究成果の社会実装を進めると同時に、
「驚き」を含む将来技術の仕込みを強化してゆく

【国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構の平成30年度における業務実績に関する評価（令和元年8月）】（抜粋）

年度評価 総合評価様式/ 2. 法人全体に対する評価（抜粋）

特筆すべき事項として、（略）航空科学技術では、機体騒音低減分野など世界最高性能の研究成果が創出されたことなどが、特に顕著な成果の創出であると認められた。

項目別評価調書（研究開発成果の最大化その他業務の質の向上に関する事項）/ Ⅲ. 5 航空科学技術/ 主務大臣による評価（抜粋）

主務大臣による評価

評価 **S**

<評価に至った理由>

以下に示すとおり、国立研究開発法人の中長期目標等に照らし、成果等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められるため。

<評価すべき実績>

機体騒音低減技術における、欧米の実証結果を大きく上回る低騒音デバイスの設計、航空機製造へ応用できるバフェット現象抑制設計技術、離着陸の安全性向上につながる空港低層風情報提供システム等を民間企業と共同で開発した。これらの成果は航空機製造業界における日本の航空機産業の国際競争力の向上に大きく貢献したと考えられ、特に顕著な成果の創出であると認められた。

※参考

【国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 中長期目標期間評価（期間実績評価） 項目別評価総括表（抜粋・加工）

中長期目標（中長期計画）	年度評価					中長期目標期間評価	
	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度	見込評価	期間実績評価
4.航空科学技術							
（1）環境と安全に重点化した研究開発	B	A	S	S	S	S	S
（2）航空科学技術の利用促進	A	B					



1. 社会からの要請に応える研究開発

(1) 安全性向上技術の研究開発

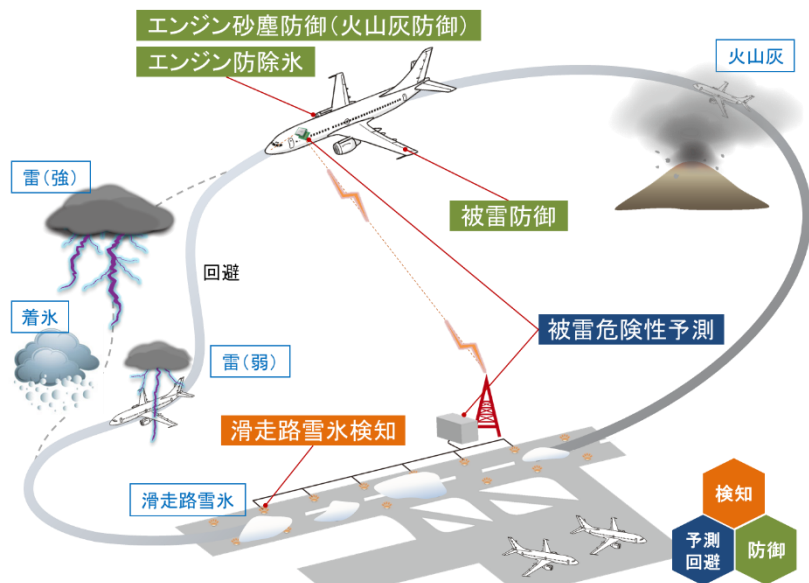
目的：航空事故、運航効率の悪化の主要因である特殊気象（着氷、雷、火山灰等）を予知・検知・防御する気象影響防御技術を確立することで、特殊気象が影響する航空事故の低減／航空機運航の効率向上に貢献する。

目標：気象影響防御技術に関するプロトタイプシステム等を開発し、実環境下で機能及び性能実証する。

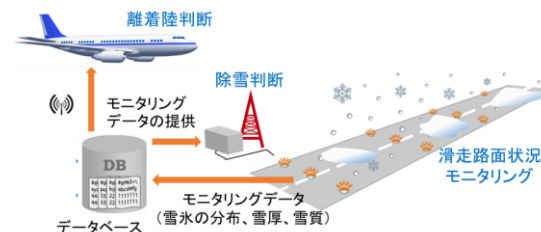
期間：2018～2024年度

昨年度の成果：WEATHER-Eyeコンソーシアムを通じた異分野連携によるオープンイノベーションの推進を継続。滑走路雪氷検知技術について、世界初の滑走路埋没型センサの実環境下での性能実証に向け順調な進捗を上げている他、被雷危険性予測技術は特に危険な冬季雷の被雷危険性を同定することに成功。エンジン防除氷技術については、課題解決に繋がり得る防除氷翼コンセプトを提示。

科学技術基本計画等への貢献：特殊気象の影響を予知・検知・防御する技術の獲得により、研究開発計画に掲げる安全性向上技術に係る取組を推進。航空機運航の安全性・効率性の向上を通じて、科学技術基本計画に掲げる「国民の安全安心の確保」（第3章（2）①）に貢献するとともに、「第10次交通安全基本計画（平成28年3月11日 中央交通安全対策会議）」へも貢献するものである。



開発中の技術



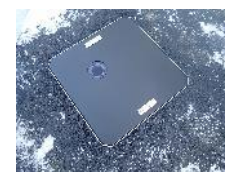
滑走路の雪氷モニタリングセンサ

散乱光の強度分布を利用し、路面上の雪氷の深さや雪質をリアルタイムで検知する世界初の技術

※JAXA/北見工業大学/センテシア/三菱スペース・ソフトウェアの共同開発



雪氷モニタリングセンサ



屋外環境実証（北見）

目的：災害救援航空機情報共有ネットワーク（D-NET）の機能拡張によって多機関連携が求められる災害・危機管理分野のニーズに対応し、防災・危機管理関係機関への普及促進を行うことで、我が国の防災・危機管理能力を向上し、安全・安心な社会の実現に貢献する。

目標：国家的イベントの警備・警戒、災害対応及び平常時における多機関連携を伴う災害・危機管理に有効な機能を開発すると共に、航空宇宙機器（無人機、人工衛星等）との一層の連携により災害対応機能を向上し、防災・危機管理関係機関への普及促進を行う。

期間：2018～2023年度

昨年度の成果：専用端末を要さずブラウザで情報共有できるD-NET WEB が製品化され、防災機関にて実利用された。また、災害時の有人機・無人機の安全かつ効率的な連携を可能にする機能を開発、運用評価において有効性が確認され、愛媛県及び内閣府と原子力災害時等におけるD-NET活用に関する協定の締結へ繋がった。

その他、政府・自治体が実施する防災訓練におけるシステムの評価・改良を通じて、地上車両等の移動体でD-NETを活用するシステム（D-NETi）、小型・軽量化持込型機上システムの開発・改良を進め、技術移転・製品化の見込みを得た。

科学技術基本計画等への貢献：災害対応・警備警戒等の危機管理分野のニーズに対応するD-NETの機能拡張により、研究開発計画に掲げる安全性向上技術に係る取組を推進。我が国の防災・危機管理能力の向上を通じて、科学技術基本計画に掲げる「国民の安全安心の確保」（第3章（2）①）に貢献するとともに、国土強靱化基本計画（平成30年12月14日 閣議決定）へも貢献するものである。



有人機・無人機連携の機能開発/愛媛県の原子力防災訓練での運用評価

1. 社会からの要請に応える研究開発

(2) 環境適合性・経済性向上技術の研究開発

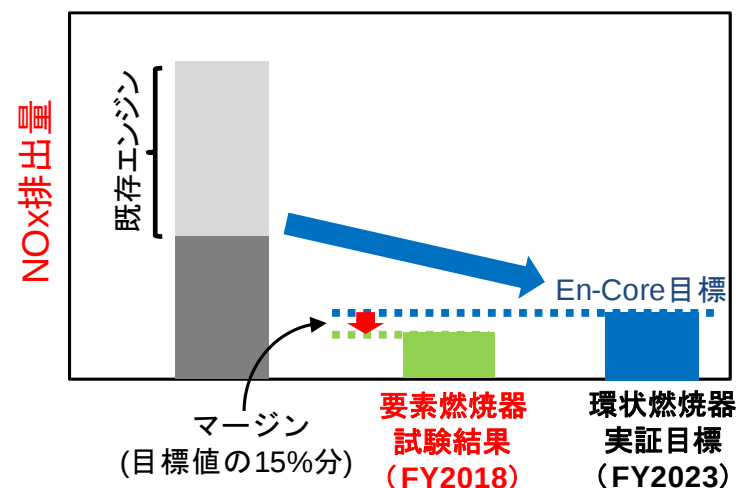
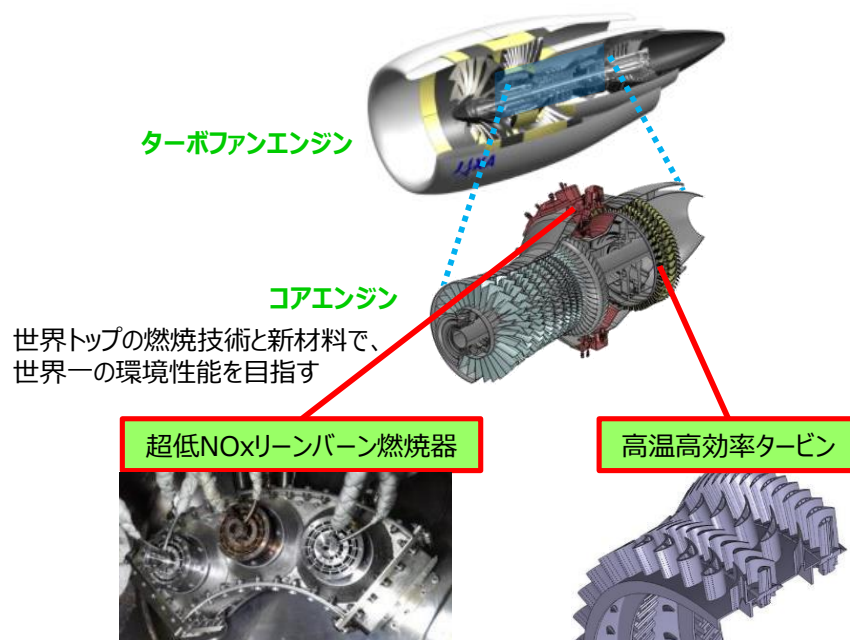
目的：2030年代に就航が予想される次世代航空機用エンジンの鍵技術として、環境適合性と経済性を大幅に改善するコアエンジン技術（燃焼器、タービン等）を獲得することで、国際共同開発において低圧系のみならず、高圧系（コアエンジン）の分担の獲得に貢献する。

目標：燃焼器について、世界で最も少ないNOx排出量を実証することで「超低NOxリーンバーン燃焼器」技術を獲得する。タービンについて、セラミック基複合材料（CMC）静翼の耐熱性と、CMC動翼とメタル動翼の組み合わせによる空力性能（断熱効率）が現行最高性能に匹敵することを実証することで「高温高効率タービン」技術を獲得する。

期間：2018～2023年度

昨年度の成果：超低NOxリーンバーン燃焼器について、シングルセクタでの試験環境でNOx削減目標が達成可能な見込みを得た他、高温高効率タービンについては、CMC翼織物構造や冷却孔加工の試作等によるCMC静翼の成立性を確認するなど順調に進捗している。

科学技術基本計画等への貢献：次世代エンジンの鍵となるコアエンジン技術（超低NOxリーンバーン燃焼器、高温高効率タービン）の獲得により、研究開発計画に掲げる環境適合性・経済性向上技術に係る取組を推進。国内産業界の国際競争力の強化及び航空機エンジンの環境適合性と経済性の大幅な改善を通じて、科学技術基本計画に掲げる「エネルギー利用の効率化」（第3章（1）① i））に貢献するものである。



コアエンジン技術（燃焼器）のNOx削減目標と要素燃焼器試験の結果

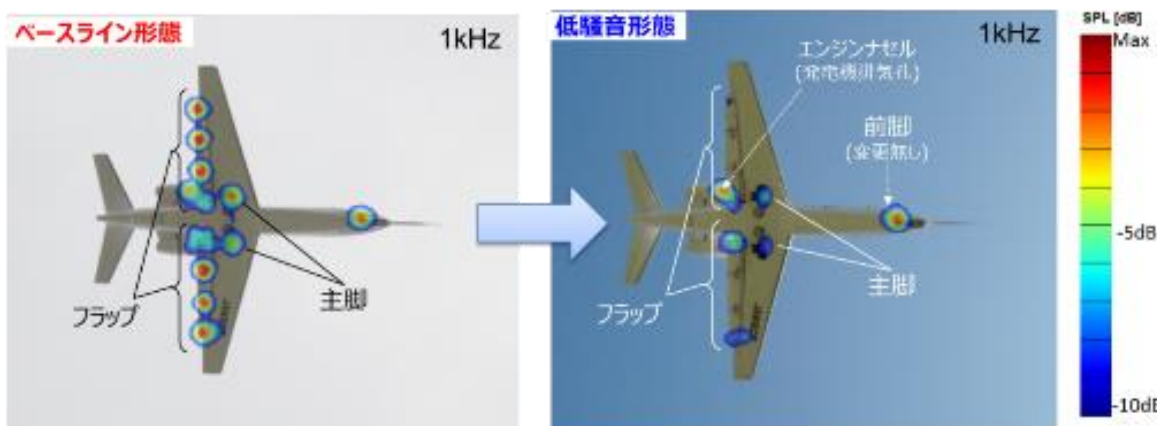
目的：空港周辺地域の騒音低減のボトルネックとなっている機体騒音に対する低騒音化技術を、将来の旅客機開発及び装備品開発に適用可能な段階にまで技術成熟度を高めることで、国内航空産業界における国際競争力強化に貢献するとともに、空港周辺地域社会における騒音被害及びエアラインの運航コスト（着陸料）の軽減に貢献する。

目標：旅客機の機体騒音の主音源である高揚力装置と降着装置それぞれに対する低騒音化技術を実機に適用し、飛行試験により低騒音化効果を実証することで、実用化に必要な設計技術を獲得する。

期間：2013～2020年度

昨年度の成果：過去20年間停滞してきた空港進入時の航空機騒音の大幅な低減を可能とする低騒音化設計の基盤技術を獲得。この機体騒音低減技術を旅客機に適用すると空港進入時の騒音暴露面積をおよそ半分にすることが期待できる。実機データと設計データとの比較により低騒音化効果を詳細に検証した例はこれまで無く、機体低騒音化の分野において国際的にも研究開発をリードしている状況。

科学技術基本計画等への貢献：機体騒音の低騒音化設計技術の獲得により、研究開発計画に掲げる環境適合性・経済性向上技術に係る取組を推進。国内産業界の国際競争力の強化及び空港周辺地域の騒音被害軽減を通じて、科学技術基本計画に掲げる「持続可能な都市及び地域のための社会基盤の実現」（第3章（1）②ii））に貢献するものである。



飛行実証により、フラップと主脚からの騒音の大幅な低減効果（-3～-4dB）を確認



低騒音化設計に基づき改造（赤色箇所）した実験用航空機「飛翔」 12

2. 次世代を切り開く先進技術の研究開発

目的：超音速旅客機が実現するには、環境基準への適合性と経済的成立性の両立が不可欠。その実現に必要な鍵技術を獲得し、国際共同開発における我が国産業界の参画比率の向上に繋げることで、航空機製造産業の発展及び将来航空輸送のブレークスルーに貢献する。

目標：超音速旅客機が成立するための鍵となる三つの課題、ソニックブーム低減／空港騒音基準適合／巡航性能向上（低抵抗と軽量化）を同時に満たす機体設計技術を獲得し、最終的にはシステムとしての実現性を実証することを目指す。

期間：2016～2019年度

昨年度の成果：超音速機市場の開拓に必要な国際民間航空機関（ICAO）のソニックブーム及び離着陸騒音の基準策定に対して技術的に貢献する他、各要素技術及びシステム設計技術について、技術目標達成の見込みを得た。

科学技術基本計画等への貢献：低ブーム超音速機実現の鍵となる要素技術研究及びシステム設計技術の獲得を通じ、技術目標を満足する機体設計技術を獲得することにより、研究開発計画に掲げる静粛超音速機統合設計技術に係る取組を推進。航空機製造産業の発展及び将来航空輸送のブレークスルーへの貢献を通じて、科学技術基本計画に掲げる「超スマート社会の姿」（第2章（2）①）の実現に貢献するものである。

【要求仕様】

乗客 : 50人
巡航速度 : マッハ1.6
航続距離 : 3,500nm (6,500km) 以上

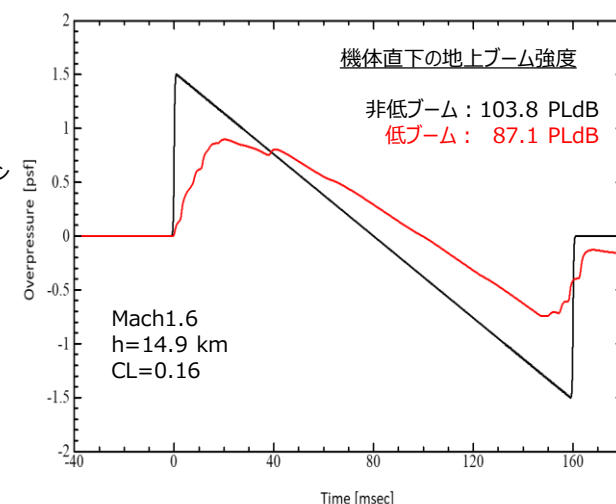
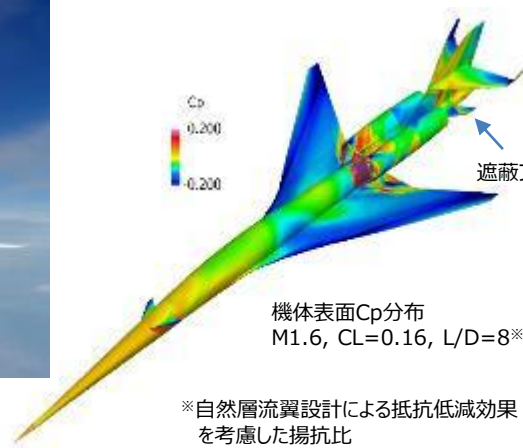
【課題】

ソニックブーム : 85PLdB以下
空港騒音 : ICAO Chapter 14適合
巡航性能 : 巡航揚抗比8以上、構造重量15%減

【技術目標】

ソニックブーム : 85PLdB以下
空港騒音 : ICAO Chapter 14適合
巡航性能 : 巡航揚抗比8以上、構造重量15%減

技術参照機の要求仕様と技術課題



技術参照機のシステム成立性検討

低ソニックブーム／低抵抗の技術目標達成に見通しが得られた

目的：航空機の推進システム電動化の鍵技術の獲得により、航空機の大幅な燃費削減（CO₂排出量削減）の実現に貢献するとともに、国内航空機産業のシェア拡大に貢献する。

目標：燃料電池とガスタービンの高効率複合サイクルによるハイブリッド化、分散ファンや翼胴結合（BWB）等の革新的形態、燃料電池・超電導・液体水素利用等の要素技術の研究開発を通じて、航空機の推進システム電動化の鍵技術を獲得する。また、外部機関との効果的な連携を行うべく、「航空機電動化コンソーシアム」を設立することで、これら研究開発を効果的に推進する。

期間：2018～2020年度

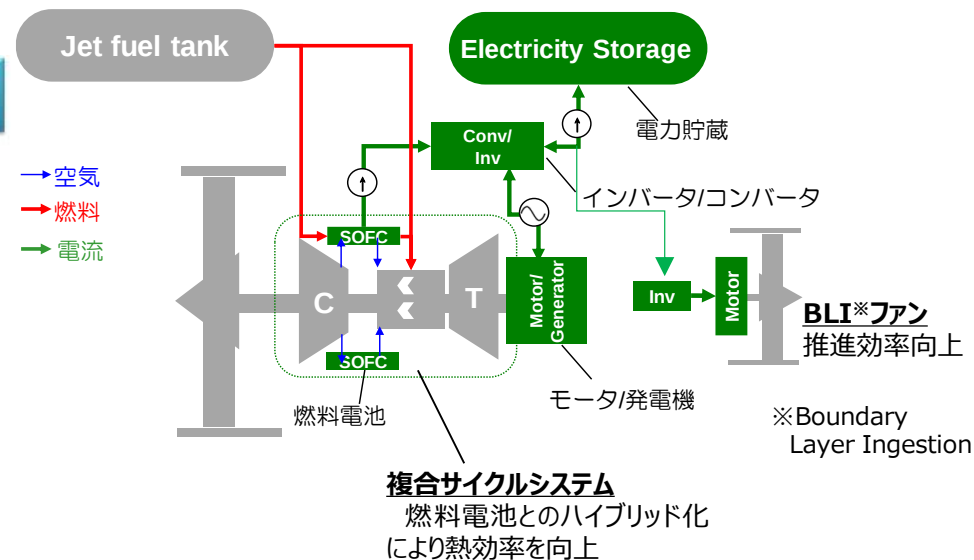
昨年度の成果：産学官連携のオープンイノベーションの場として「航空機電動化（ECLAIR）コンソーシアム」を立ち上げ、航空機電動化将来ビジョンを策定し、航空機電動化および関連技術の社会実装・研究開発計画を産業界と共有した。また、JAXAが優位技術を有する複合サイクルシステムを軸とする電動推進システムのコンセプトを明確化し、世界初の実証に向けた計画を具体化した。

科学技術基本計画等への貢献：航空機の推進システム電動化の鍵技術の獲得により、研究開発計画に掲げる革新的技術の研究開発に係る取組を推進。航空機の大幅な燃費削減（CO₂排出量削減）を通じて、科学技術基本計画に掲げる「エネルギー利用の効率化」（第3章（1）① i））に貢献するとともに、国際航空輸送協会（IATA）が掲げる「2050 年までにCO₂ 排出量半減」の実現へも貢献するものである。

航空産業のみならず、電機産業を始め多方面の国内81機関が参画
(2019年9月時点)



航空機電動化コンソーシアムを通じた技術の展開



JAXA提案の電動推進システムのコンセプト

3. 航空産業の持続的発展につながる 基盤技術の研究開発

目的：基盤技術を維持・強化することで、我が国の航空産業の持続的な発展に貢献する。

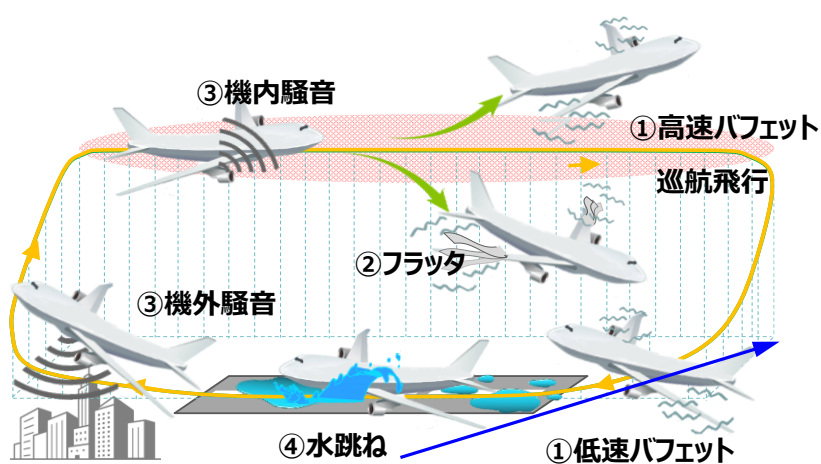
目標：数値流体力学（CFD）等の数値シミュレーション技術を飛躍的に高めるとともに、試験・計測技術、材料等の評価技術等の基盤技術の維持・強化を通じて、航空機開発の高速化、効率化、高精度化に貢献する。

期間：2018～2021年度

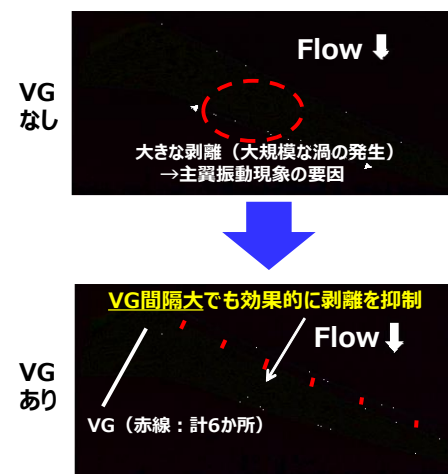
昨年度の成果：統合シミュレーション技術では、実機開発からバックキャストし、社会実装を目指す4分野（左下図①～④）を設定。数値シミュレーション技術、検証データ生産用試験・計測技術、データ科学（迅速化の為のモデル構築）の3者を連携させ、世界最高レベルの信頼性と予測精度を有する解析ツール群を生み出す取組みを進めている。

また、実機空力基盤技術として、安全な運航を阻害する原因となり得る主翼振動現象（バフエット現象）について、微小空力デバイス（Vortex Generator：VG）により効果的に抑制できる設計技術を開発。三菱スペースジェットのVG搭載設計に本技術が活用され、その開発に貢献した。

科学技術基本計画等への貢献：統合シミュレーション技術等の航空機開発の高速化、効率化、高精度化に繋がる航空機設計技術の確立により、研究開発計画に掲げる航空産業の持続的な発展に繋がる基盤技術の研究開発に係る取組を推進。我が国の航空産業の持続的な発展への貢献を通じて、科学技術基本計画に掲げる「共通基盤技術の戦略的強化」（第4章（2）②）に貢献するものである。



統合シミュレーション技術にて社会実装を目指す重点技術課題

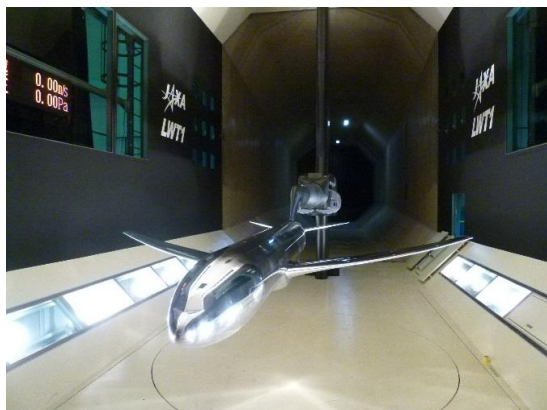


バフエット現象抑制メカニズムの解明により得られた知見に基づき、バフエットを抑制する効率的なVG配置を実現

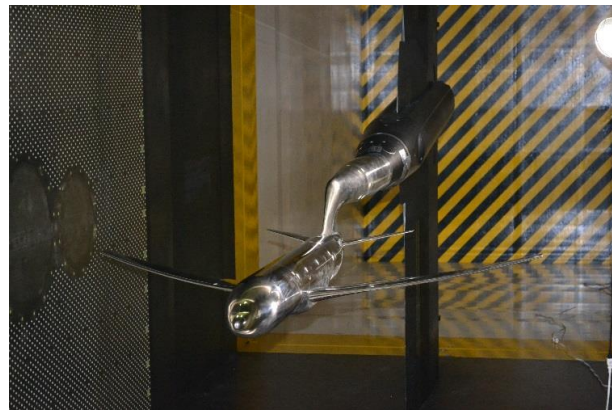
実機空力基盤技術：Vortex Generatorの設計技術 17

(補足 1 : 大型試験設備)

設備名	概要	主要性能 等
6.5m × 5.5m低速風洞	低速領域における航空機／宇宙機の空力特性を取得するための風洞。航空宇宙用の風洞としては国内最大の測定部を持つ	形式：連続循環式 風速：1～70m/s
2m × 2m遷音速風洞	ジェット機の巡航速度を中心に遷音速領域（音速前後の速度領域）における航空機／宇宙機の空力特性等を取得するための風洞	形式：連続循環式 マッハ数：0.1～1.4
1m × 1m超音速風洞	超音速領域における航空機／宇宙機の空力特性等を取得するための風洞	形式：間欠吹き出し式 マッハ数：1.4～4.0
0.5m/1.27m極超音速風洞	マッハ5以上の極超音速領域における宇宙機の空力、熱空力特性を取得するための風洞。φ0.5mとφ1.27mの2つの測定部を有する。	形式：間欠吹き出し／真空吸い込み併用式 マッハ数：5、7(φ0.5m風洞)、10(φ1.27m風洞)
2m × 2m低速風洞	低速領域における航空機／宇宙機の空力特性を取得するための風洞。風路に吸音材が貼られ、測定部を無響室で覆うことで空力騒音計測／音源探査の試験に対応している。	形式：連続循環式 風速：常用3～60m/s(連続)、最高67m/s
750kWアーク加熱風洞	大気圏再突入時等の高エンタルピー状態を模擬し、宇宙機の耐熱材料の性能評価、実在気体効果の確認等の試験を行うための風洞	形式：縮流安定型アーク加熱風洞 マッハ数：約4.8(設計値)
0.6mx0.6m遷音速フラッタ風洞	遷音速領域のフラッタ試験を専用に行う風洞。フラッタ試験に便利な機能(動圧スweep機能等)を備えている	形式：間欠吹出式風洞 マッハ数：0.6～1.2



6.5m × 5.5m低速風洞



2m × 2m遷音速風洞



1m × 1m超音速風洞

実験用航空機と飛行シミュレータ

分野	設備名	概要	主要性能 等
飛行システム	実験用航空機 BK117 (川崎式BK117 C-2型))	回転翼機技術の研究のための実験用ヘリコプタ	双発タービン回転翼機, 8人乗り(実験形態) 最大速度269km/h, 最高高度5,490m 母機データ計測, コックピット表示システム
	実験用航空機 飛翔 (セスナ式C680型)	高空・高速における飛行実証を行うためのジェット飛行実験機(ジェットFTB: Flying Test Bed)	双発ターボファン固定翼機, 6人乗り 最高速度マッハ0.8, 最高高度14.3km, 高精度計測
	実験用航空機 MuPAL- α (ドルニエ式Dornier228-202型)	インフライト・シミュレーション機能を有する実験用FBW(Fly-By-Wire) システムを装備した実験用航空機	双発ターボプロップ固定翼機, 7人乗り フライ・バイ・ワイヤ, イン・フライト・シミュレーション, 高精度計測
	飛行シミュレータ (固定翼機型、回転翼機型)	航空ヒューマンファクタや運航技術の研究のために整備された研究開発用飛行シミュレータ	固定翼コックピット 無限遠ビジュアルシステム 油圧式6自由度モーションシステム 回転翼コックピット 180° × 80° ハーフドームスクリーン 電動式6自由度モーションシステム

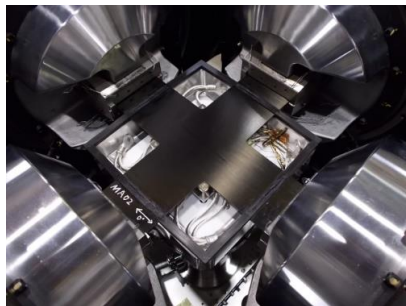


BK117



飛行シミュレータ

分野	設備名	概要	主要性能 等
構造・材料	部分構造油圧疲労試験装置	● 部分構造等の繰返し荷重試験や静荷重試験を行う装置	最大荷重: $\pm 10\text{MN}$, $\pm 2500\text{kN}$, $\pm 500\text{kN}$, $\pm 250\text{kN}$, $\pm 50\text{kN}$
	多軸振動非接触自動計測システム	● 供試体の3次元方向の振動特性を高精度で自動計測できる、航空宇宙分野では世界で唯一のシステム	測定周波数範囲: $0\sim 80\text{kHz}$ 測定速度範囲: $0\sim 10\text{m/s}$
	2軸疲労試験設備	● 材料に2軸荷重を加え、強度特性等を測定する設備	最大荷重: $\pm 250\text{kN}$ 最大変位: $\pm 50\text{mm}$
	強度試験設備群	● さまざまな環境下で各種材料の疲労荷重試験、および引張、圧縮、曲げ等の材料特性値が取得可能な静的荷重試験を行う設備 ● 仕様や設備規模の面で国内で匹敵するものはない	(油圧荷重) 最大荷重: $\pm 100\text{kN}\sim\pm 500\text{kN}$ (ネジ駆動) 最大荷重: $\pm 5\text{kN}\sim\pm 500\text{kN}$
	材料物性測定装置 (熱物性、分析・解析)	● 先進複合材料等の熱物性値の測定や熱特性の定量分析などの基本的な物性を測定する装置群	主にエスベック社製空気循環式環境槽 計20台
	非破壊評価設備群	● 通常の非破壊検査が困難な条件下にある複合材に適用され、各種材料の微細な欠陥、損傷の検出など活用	大型X線CT装置、マイクロX線CT探傷装置、軟X線透過探傷装置、空中超音波装置、パルスサーモグラフィー装置等



2軸疲労試験設備



油圧荷重疲労試験機の一例

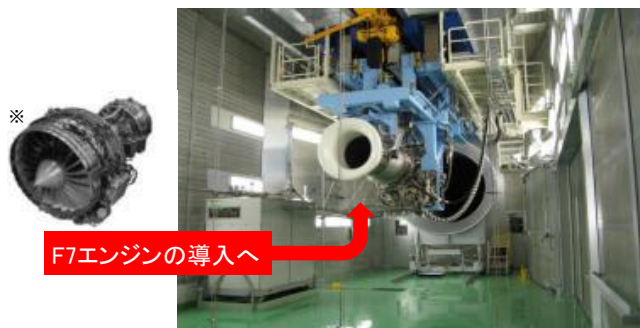


多軸振動非接触自動計測システム

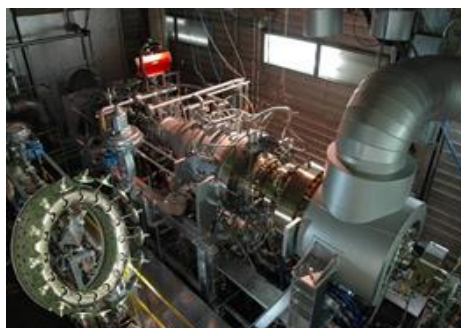


大型X線CT装置の一例

設備名	概要	主要性能等
高空性能試験設備(ATF) (改修中:2020年完了予定)	● 高度・速度等の飛行条件を模擬したエンジン運転が可能な設備 ● 飛行エンベロープ全域でのエンジン性能・特性を取得するための設備	エンジン推力範囲 : 1.5トン 模擬高度範囲 : 0~10,000 (m) 模擬マッハ数範囲 : 0~2.0 消費電力 : 4,000 (kW)
地上エンジン運転試験設備	● 地上におけるエンジン運転を行う設備 ● 商用国産エンジンの開発試験にも対応可能 ● 技術実証用システムとして、F7エンジンを導入(2019年予定)	エンジン型式 : ターボファン/ジェット エンジン推力 : 最大 10トン
高温高圧燃焼試験設備	● 航空機、産業用ガスタービンエンジン燃焼器と要素の試験設備 ● 高温、高圧環境下で燃焼器性能評価が可能な我が国唯一の設備	模擬可能温度 : ~727℃ 模擬可能圧力 : ~50気圧 対応可能燃料 : 灯油、天然ガス、水素
環状燃焼試験設備	● 航空機用ガスタービンエンジンの環状燃焼器環状燃焼器開発と性能評価のための設備 ● 高圧大流量で連続燃焼試験が可能な我が国唯一の設備	模擬可能温度 : ~727℃ 模擬可能圧力 : ~20気圧 模擬可能流量 : ~20kg/sec
回転タービン試験設備	● 高圧タービン回転試験装置の実証試験環境を整備中(2019予定)	主流流量 : 20kg/s 主流全温 : 最大480℃(流量13kg/s時) 膨張比 : 2.8以上



地上エンジン運転試験設備



環状燃焼試験設備



高空性能試験設備(ATF)

(補足 2 : JAXA航空事業の役割とTRLの関連)

JAXA航空技術部門の役割

- 航空機開発は、技術開発に10年以上要し、商品サイクルがおよそ30年という特徴から、長期間にわたる莫大な資金投資が必要となる大規模な事業である。そのため、航空産業は、民間のみでは参入リスクが大きく、BoeingやAirbusを抱える欧米先進国の例をみても、高度な専門性が求められる次世代の先進技術開発は、公的研究機関（NASA（米）、DLR（独）、ONERA（仏）等）が主体となって進めており、わが国では、JAXAがこの役割を担っている。
- JAXAでは、TRL（技術成熟度）と呼ばれる実用性を表す指標を用いて、技術レベルを識別している。
- 民間への技術移転に向けた技術実証フェーズとなるTRL4～6は、実機相当条件で技術実証を行うクリティカルなフェーズであり、死の谷とも呼ばれるが、JAXAの活動の中心はこのフェーズにある。NASA等海外機関も同様であり、開発費として国費を投入する主要なフェーズである。なお、技術領域によってはTRL7以上でもJAXAが関わるケースがあるが、基本的にTRLが高くなるほど民間企業の主体性が高い活動となる。

JAXA成果の出口（民間への技術移転時期）

- JAXA航空では、基盤技術の研究開発（TRL 1 ～ 3 相当）で仕込んだ将来技術をベースに、①社会からの要請に応える研究開発、②次世代を切り開く先進技術の研究開発を進める。
- この際、確実な研究成果の社会実装への橋渡し（TRL 4 ～ 6 相当）として、JAXAの役割を明確にしつつ、民間企業との緊密な研究開発体制の構築、最適な出口（TRL目標や時期、条件等）を定める。
- この出口要素の一つであるTRL目標については、想定される民間企業とあらかじめ共有を図ることとするが、技術特性や技術実証の環境条件等を踏まえ、民間企業との個別調整により決定する。（但し、JAXAが過度の負担を負うことのないよう留意する）

＜参考＞TRL（技術成熟度：Technology Readiness Level）は、1995年にNASAで考案された「特定の技術の成熟度の評価を行い、異なったタイプの技術の成熟度の比較を可能とするシステムティックな定量尺度」。JAXA航空技術部門では、関連するメーカ等の間で、技術成熟度に関するコミュニケーションを図る際の「共通の言語、尺度」として独自のTRL基準を制定している。

JAXA航空事業のTRL（技術成熟度）向上のイメージ

TRL:技術成熟度

民間役割大

民間企業

TRL9

実システムの運用での証明

TRL8

実システムの試験或いは実証通じた飛行認証

TRL7

システムプロトタイプ[※]の相当環境での実証

TRL6

システムモデル或いはプロトタイプ[※]の相当環境での実証

TRL5

相当環境での検証

TRL4

実験室環境での検証

TRL3

コンセプト・アプリケーションの解析・実験による証明

TRL2

コンセプト・アプリケーションの明確化

TRL1

基本原理の観察・報告

JAXA

社会からの要請に応える
研究開発

次世代を切り開く
先進技術の研究開発

技術適用決定（社会実装化、製品化） ※民間企業判断

必要に応じ、社会実装化、製品化などの
フォローアップ支援をJAXAで実施

技術移転（TRL 6 をベースに、事業毎に最適な時期をあらかじめ設定）

共同研究やコンソーシアムなどの枠組みを
活用し、目標や役割分担を明確化

航空環境技術
航空安全技術 等

将来輸送技術
革新機体技術 等

技術価値判断（将来技術の仕込みが完了し、社会実装化への価値判断を行う）

航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発

<注意>

本整理は一例であり、技術特性や技術実証の環境条件、民間企業との個別調整により目標とするTRLや、決定・判断時期は変動する。主に製造メーカを技術移転先とした実機やエンジンへの適用を行う技術については、TRL5の段階で技術移転を行い、メーカ側で他の関連コンポーネントやシステムとの統合を考慮して技術の有効性を実証する場合がある（エンジン技術等）。また、運航システム（関連地上設備含む）や航空機を活用した災害・危機管理対応技術（D-NET等）は、実空港や災害現場などでの運用試行を技術実証機会と見なし、TRL7以上において技術移転を行う場合がある。