



国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構  
航空技術部門

〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7-44-1 TEL:050-3362-8036  
2020年10月発行

STAR Safety Technology for Aviation and Disaster-Relief Program  
ECAT Environment-Conscious Aircraft Technology Program  
Sky Frontier Sky Frontier Program  
Science & Basic Tech Aeronautical Science and Basic Technology Research

新たな空へ 夢をかたちに

JAXA ホームページ <https://www.jaxa.jp/>

航空技術部門ホームページ <http://www.aero.jaxa.jp/>

SHAPING DREAMS FOR FUTURE SKIES

宇宙航空研究開発機構  
航空技術部門  
Aeronautical Technology Directorate



## ごあいさつ

航空技術部門では、文部科学省 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会が策定した「研究開発計画」(2017年2月)に則り、我が国航空産業の振興、国際競争力強化に資するため、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および航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発を実施しています。

研究開発を実施するにあたり、以下の3つの目標を掲げます。

- 航空産業を支える産業界の方々と緊密な連携をとり、10年先を見越した革新的なシステムを実現するためのキー技術を見極め、国際競争力のある先進技術と航空機の安全性を向上する技術を創造することを目指します。
- 創造した技術を知的財産として適切に民間に移転することで、研究開発成果を活用する事業創出およびオープンイノベーションを喚起する取組を強化し、世界的に期待される航空産業の拡大を我が国の経済成長に最大限取り込むことを目指します。
- 異分野異業種も含む国内外の人材・英知を結集し研究活動を実施する拠点となるべく、産官学が参加するコンソーシアムの構築、海外研究機関との効率的な国際的互惠関係の構築、国際民間航空機関 (ICAO) や国際標準化機構 (ISO) などでの国際標準化活動および大学・学協会と連携し航空科学技術を担う人材の育成の推進を目指します。

上記の目標を達成するために、職員一同全力で取り組んでまいります。引き続き、皆様のご支援、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。



航空技術部門長  
張替 正敏

## JAXAの理念

### 経営理念

宇宙と空を活かし、安全で豊かな社会を実現します。

私たちは、先導的な技術開発を行い、幅広い英知と共に生み出した成果を、人類社会に展開します。

### 行動宣言

#### ●人びとの喜び

私たちは、人類社会の生活を進化させることで、人びとの喜びや驚きを生み出します。

#### ●創造する志

私たちは、常に高みを目指し、どんな困難にも立ち向かう創造する志を持ち続けます。

#### ●責任と誇り

私たちは、社会からの信頼と期待に応えるため、責任と誇りをもって誠実に行動します。

## CONTENTS

### 04 事業概要

### 05 研究開発ロードマップ

### 06 航空環境技術の研究開発プログラム **ECAT**

aFJRプロジェクトの成果活用

#### 07 コアエンジン技術実証【En-Core】

#### 08 革新環境航空機技術の研究開発

#### 09 機体騒音低減技術の研究開発

次世代ジェットエンジンの設計・解析技術開発

### 10 航空安全技術の研究開発プログラム **STAR**

SafeAvioプロジェクトの成果活用

#### 11 気象影響防御技術の研究開発

#### 12 スマートフライト（高度判断支援）技術の研究開発

災害対応航空機技術の研究開発

#### 13 状況認識支援システムの研究開発

高速回転翼機設計技術の研究開発

無人航空機技術の研究開発

### 14 航空新分野創造プログラム **Sky Frontier**

#### 15 エミッションフリー航空機技術の研究開発

#### 16 静粛超音速機統合設計技術の研究開発

#### 17 極超音速機技術の研究開発

### 18 基礎的・基盤的技術の研究 **Science & Basic Tech**

#### 19 統合シミュレーション技術

#### 20 空力技術

数値解析技術

飛行技術

#### 21 推進技術

構造・複合材技術

装備品認証基盤技術

### 22 異分野・異業種との連携強化

運航安全のために行政と連携

海外との連携

### 23 主な施設設備

# 事業概要

航空科学技術の研究開発活動を通じて、  
安心で豊かな社会の実現に貢献します。

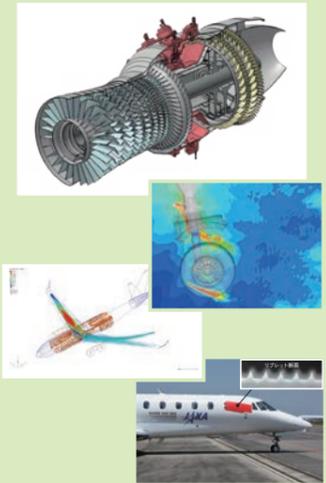
航空技術部門は以下の目的に沿って事業を推進します。

- 航空産業の国際競争力強化への貢献
- 航空輸送の安全と航空機利用による安心な社会への貢献
- 将来航空輸送のブレークスルーへの貢献

このため、我が国の方針や社会ニーズに基づいた3つの研究開発プログラムを推進するとともに、これらを支える基礎的・基盤的技術の研究にも取り組みます。

### 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



### Sky Frontier

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



# 研究開発ロードマップ

	第4期中長期計画 (2018 ~ 2024)	第5期中長期計画 (2025 ~)
<b>ECAT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>aFJR 成果利用 (技術実用化検討)</li> <li>コアエンジン技術 (En-Core)</li> <li>機体騒音低減技術 (FQUROH など)</li> <li>エコウィング技術</li> <li>革新環境航空機技術 (軽量化 / 低抵抗化)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空産業の国際競争力強化▼</li> <li>超高バイパス比 / 超小型コアシステム技術</li> </ul> 
<b>STAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SafeAvio 成果活用 (大型機搭載)</li> <li>搭載用ライダー (標準化)</li> <li>安全・装備品技術 (気象影響防御など)</li> <li>スマートフライト (高度判断支援) 技術</li> <li>災害対応航空技術・航空機利用拡大技術 (無人航空機技術など)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空容量増、事故低減▼</li> <li>▼ 運航 / 空港での実用化</li> <li>標準化 / 規格化、システム化</li> </ul>
<b>Sky Frontier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>静粛超音速機統合設計技術</li> <li>静粛超音速機統合設計技術実証</li> <li>エミッションフリー航空機技術 (航空機電動化)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸上超音速飛行可能な技術の実現</li> <li>電動旅客機のキー技術獲得</li> </ul>  
<b>Science &amp; Basic Tech</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>解析ツール・計測パッケージ・統合データベース</li> <li>▼ V.1 版</li> <li>統合シミュレーション技術 (機体統合)</li> <li>マルチスケール構造最適化技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>統合シミュレーション技術 (機体 / エンジン統合)</li> <li>多機能軽量構造・材料技術</li> </ul>

# ECAT

Environment-Conscious Aircraft Technology Program

## 航空環境技術の研究開発プログラム

航空輸送は、年間45億人以上が利用し、その輸送量は毎年4%増、今後20年間で2.2倍になると試算されています\*。一方では、それに伴い、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出や空港周辺の騒音など、航空機による環境負荷の増大も懸念されています。このため、経済性に優れるとともに、これまで以上に環境に優しい航空機が求められています。特に、民間航空機では、経済性と環境性能が市場競争力を決める重要な指標になっています。

本プログラムでは、産業界などと協力して、これまでの研究開発成果をベースに、超高バイパス比エンジンについて特に高温高圧のコアエンジン技術、複合材料の適用拡大による軽量化技術、機体の低抵抗低騒音技術、脚・高揚力装置からの機体騒音や、エンジン騒音の低減技術の研究開発を行い、持続的で豊かな社会の実現に貢献するとともに、日本の航空産業の国際競争力を高めてその成長に貢献します。

\*一般財団法人 日本航空機開発協会「民間航空機に関する市場予測2020-2039」、「令和元年度版 民間航空機関連データ集」(令和2年3月)

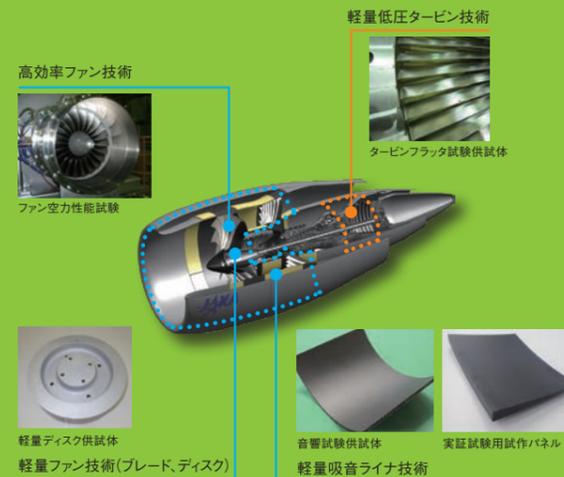
### aFJRプロジェクトの成果活用

#### ジェットエンジンの国際競争を勝ち抜く

「高効率軽量ファン・タービン技術実証(aFJR)」プロジェクト(2018年終了)では、国内のエンジンメーカーが実績豊富な「ファン」および「低圧タービン」について環境適合性を向上する技術を開発・実証し、次世代ジェットエンジンの国際共同開発において設計分担を狙える技術レベルを目指した研究開発を行いました。

得られた成果のうち軽量吸音ライナ技術は、国産エンジンを用いたシステム実証により技術成熟度を向上させます。さらに、次世代ジェットエンジン国際共同開発に参画を可能とすることを目的として、国内メーカーが進める実用化検討に対する技術的な支援を行います。

aFJR: Advanced Fan Jet Research

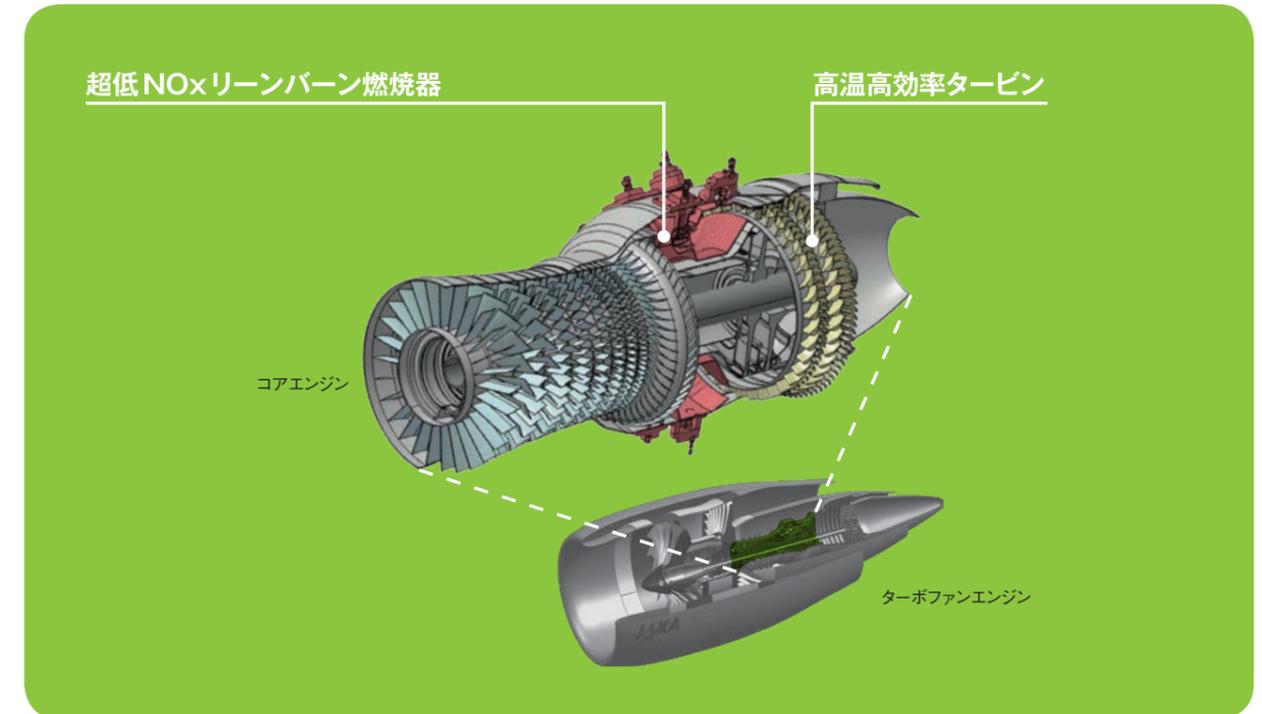


## コアエンジン技術実証【En-Core】

### 環境技術でジェットエンジンの競争力強化

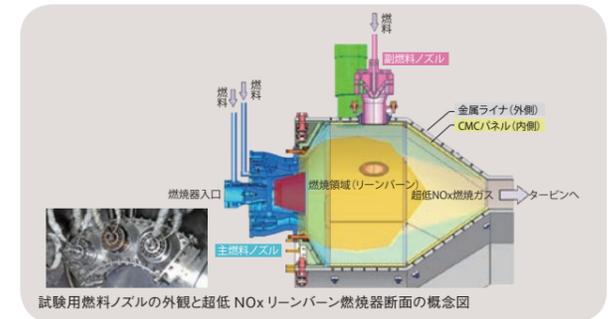
ターボファンエンジンでファンが推力を生み出すための動力源であるコアエンジンのうち、特に燃焼器と高圧タービンは、エンジンの中でも最も高温・高圧で、海外メーカーが強みを持つ部分です。国内メーカーはエンジンの低温・低圧部で一定の分担を獲得していますが、航空機エンジン産業におけるさらなる飛躍のためには、高圧部分の分担の獲得が期待されます。そこでJAXAでは、NO<sub>x</sub>(窒素酸化物)やCO<sub>2</sub>の排出量を減らす新たな研究開発プロジェクトを開始し、国内メーカーと共同で競争力のある技術の獲得を目指しています。

En-Core (アン・コア): Environment (環境) を重視した Core (コア) エンジン



### 超低温NOxリーンバーン燃焼器技術

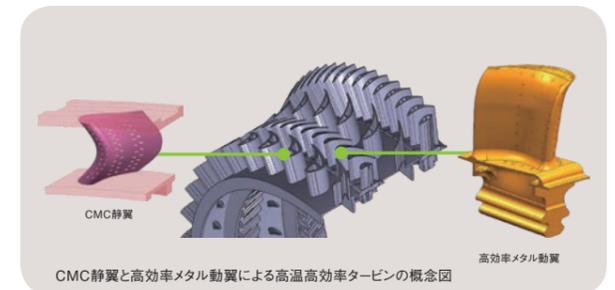
世界で最もNO<sub>x</sub>の排出が少ない燃焼器性能の実証を目指しています。最新鋭のエンジンをしのご低NO<sub>x</sub>性能を実現することで、世界の航空エンジン市場の中で将来にわたる競争力を獲得することができます。そのために、セラミックス基複合材料(CMC)の耐熱性を活かして燃焼器の冷却空気を減らすことで、低NO<sub>x</sub>化に欠かせないリーンバーンに必要な空気量を増やすとともに、発生しやすくなる燃焼振動を抑制します。同時に燃料ノズルの熱対策や燃料制御など、実用化に必要な性能を確保します。



試験用燃料ノズルの外観と超低温NOxリーンバーン燃焼器断面の概念図

### 高温高効率タービン技術

世界最高レベルのタービン効率の実証を目指しています。豊富な実績で優位に立つ海外メーカーに対抗できる技術を結集することで、航空エンジン市場での国内メーカーのシェアの拡大に貢献します。そのために、現行の耐熱超合金よりも約200℃高い耐熱性を持つ最先端のCMC材料によるCMC静翼、先進的な冷却構造による冷却空気の削減と三次元空力設計による損失低減を実現する高効率メタル動翼で構成する高温高効率タービンを実現します。



CMC静翼と高効率メタル動翼による高温高効率タービンの概念図

# 革新環境航空機技術の研究開発

## 環境性能を飛躍的に向上させた低燃費・低騒音な機体の実現を目指す

これからの航空機には、燃費削減と空港周辺の騒音低減が求められています。JAXAは、これまでに培ってきた空気抵抗低減と構造軽量化による燃費削減技術、および機体形状の工夫による空港騒音低減技術を用いて、環境性能を飛躍的に向上させる将来航空機コンセプトの創出を目指し革新環境航空機技術(iGreen)の研究開発を進めています。

燃費削減では、リブレットコーティングや層流翼設計などの摩擦抵抗を低減する技術、複合材構造の最適設計・製造による軽量化技術の実用化に向けて、飛行試験や地上試験による技術実証を進めています。空港騒音低減では、エンジンから出る騒音を胴体や尾翼などで遮蔽する、新しい機体形状設計技術の研究開発を進めています。さらに、生物を模倣した構造様式や段差なく機体形状を変形させるモーフィング機構を適用した、将来航空機の理想的な形状を提示していきます。 iGreen : Innovative Green Aircraft Technology

### 実用化に向けた低燃費技術

#### リブレット技術

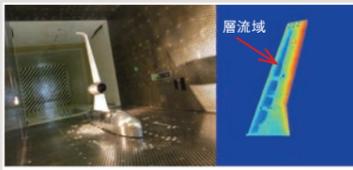
リブレットにより乱流境界層を抑制し摩擦抵抗を低減



リブレットコーティング技術の飛行実証

#### 自然層流翼設計技術

主翼の流れを層流化し摩擦抵抗を低減

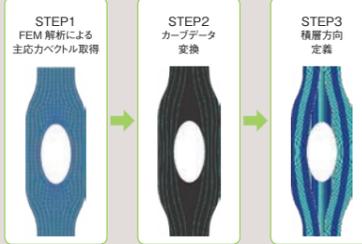


層流翼設計効果確認風洞試験(2m×2m遷音速風洞)

#### 最適構造設計技術



自動積層装置を利用して内部荷重に沿った最適な複合材積層構造を実現

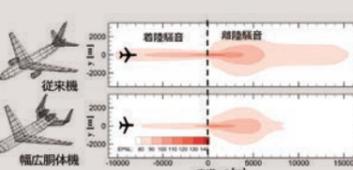


JAXA 技術参照機体 TRA2022

### 将来航空機技術

#### 革新機体形状設計技術

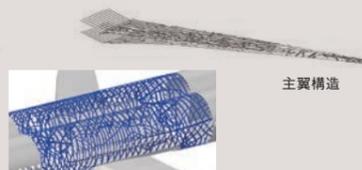
機体によりエンジン騒音を遮蔽し空港騒音を低減



空港騒音フットプリント比較

#### 生物模倣構造設計技術

トポロジー最適化による新しい構造様式の設計技術



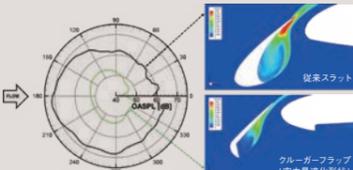
胴体構造



JAXA 技術参照機体 TRA2035A

#### クーラーフラップ設計技術

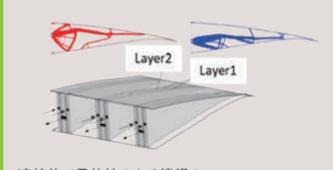
低燃費層流翼と低騒音性能を両立した高揚力装置設計



騒音レベルの比較

#### モーフィング舵面設計技術

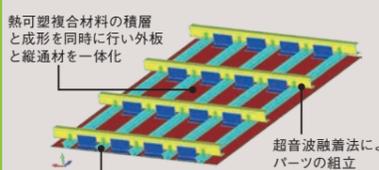
モーフィング技術を適用した尾翼設計による軽量化



連続体で柔軟性のある機構のモーフィング舵面例(提供:大阪府立大学)

#### 一体成形・ファスナレス構造

熱可塑性複合材を用いた製造プロセスの確立



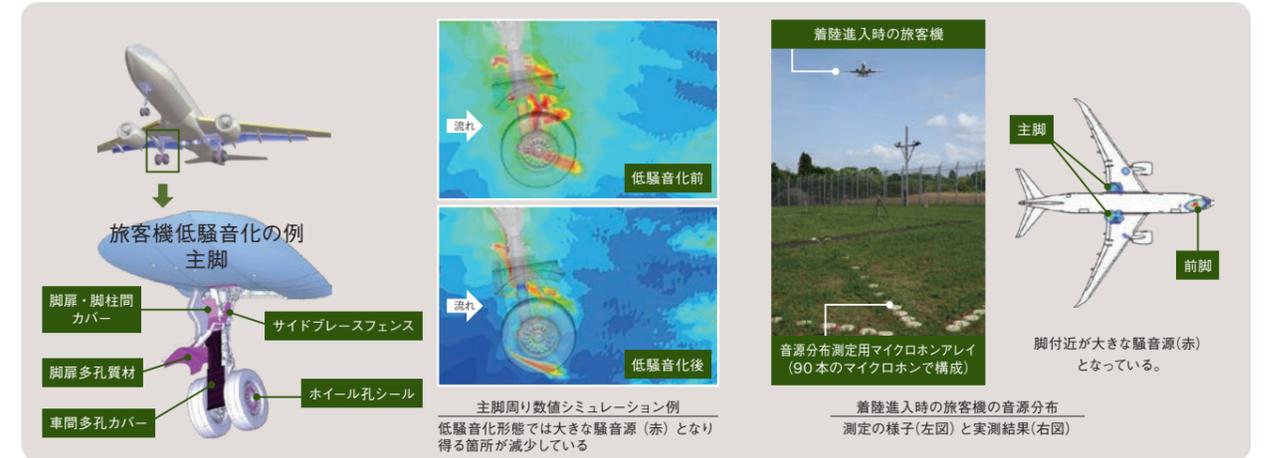
複合材連続成形法による長尺縦通材成形

# 機体騒音低減技術の研究開発

## 静かな次世代旅客機の実現を目指して

都市圏を中心とした空港周辺の騒音を軽減していくためには、旅客機から発生する騒音源の低減対策と、地上での騒音値を正確に予測できる手法の開発が必要不可欠です。

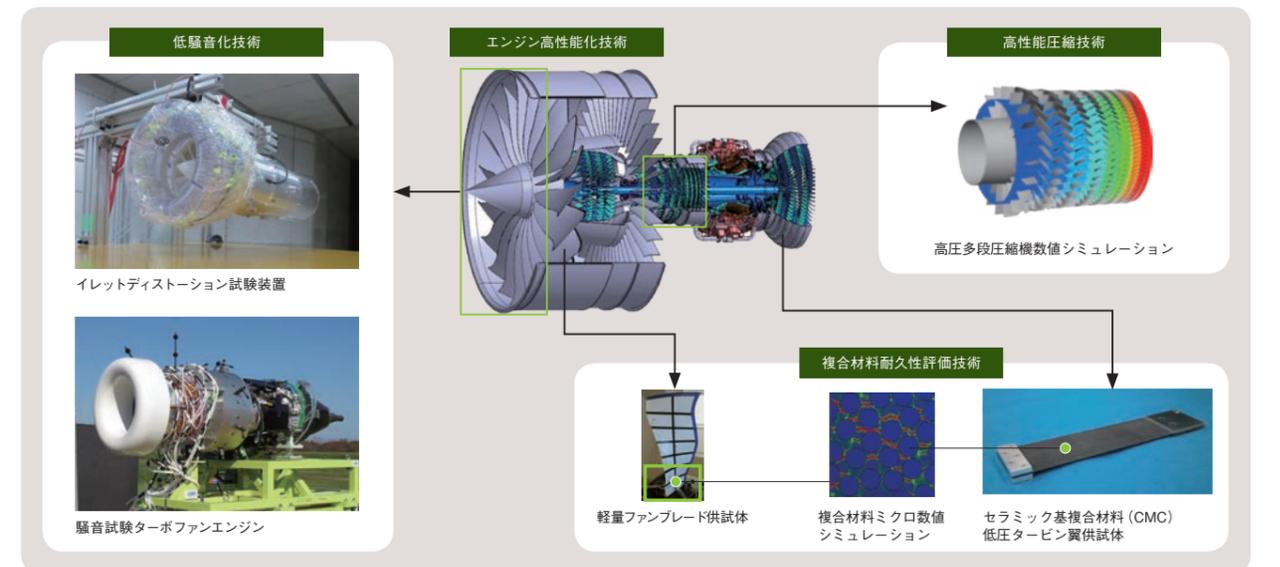
本研究では、エンジンの低騒音化に伴い近年問題になってきている、着陸進入時に展開する高揚力装置(フラップやスラット)および脚から発生する風切り音(機体騒音)に着目し、企業とも協力しながら、先進的な数値シミュレーションや風洞試験技術を駆使して、最適な低騒音形状の検討を行っています。その効果や実用性は、実際の旅客機を用いた飛行試験で、今後実証する計画です。また、着陸進入時の旅客機の音源分布の実測結果に基づき、将来の空港騒音を正確に予測するためのシミュレーション手法の研究開発を進めています。



# 次世代ジェットエンジンの設計・解析技術開発

## ジェットエンジンの設計・解析技術を強化

航空エンジンの開発においては、環境適合性、安全性、利便性および整備性を考慮した複合的な性能向上が求められます。次世代ジェットエンジンの設計・解析技術の研究は、エンジンの多様なニーズに応える設計に貢献するべく、高圧圧縮機、低騒音、複合材料、システム性能の4つの研究課題に取り組みます。高圧圧縮機の作動を正確に予測して、エンジンの性能向上を目指します。低騒音化技術はエンジンの高バイパス比に伴う騒音問題に対処します。複合材料の耐久性評価はエンジン要素の寿命改善に貢献します。これらの新技術や電動要素などをジェットエンジンに組み込むことで、燃料消費、騒音、重量などの改善を目指しています。



## STAR

Safety Technology for Aviation and Disaster-Relief Program

## 航空安全技術の研究開発プログラム

航空輸送量の増加に伴い、航空機事故も増加する可能性があります。これを防ぐには、航空機の安全性のさらなる向上が必要です。一方頻発する自然災害や多様化する危機管理ニーズに柔軟・迅速に対応するため、無人機を含む航空機のさらなる活用が求められています。

本プログラムでは、航空機運航の安全性向上とともに、航空機を使った安全・安心の創出に資する研究開発を推進します。具体的には、航空機事故の大きな要因である特殊気象（雪氷、雷、乱気流、火山灰など）とヒューマンエラーの予測・検知・防御技術の研究開発を進め、航空機運航の安全性や効率性を向上させるとともに、その成果の技術移転を通じて日本の装備品産業の国際競争力を高めることに貢献します。一方、航空宇宙機器の統合的な運用により自然災害対応や警備・警戒などの危機管理能力の大幅な向上を実現する災害・危機管理対応統合運用システムの研究開発やヘリコプタ・無人機などの利用拡大に向けた運航管理・支援技術の研究開発などを進め、安全で安心な社会と生活に貢献します。

## SafeAvio プロジェクトの成果活用

## 晴天乱気流事故低減に必要な技術の実用化に向けて

「乱気流事故防止技術の実証(SafeAvio)」プロジェクト(2017年終了)において、晴天乱気流検知・情報提供システムの研究開発を行い、2016年度までにシステムの機能・性能について飛行実証を行いました。2018年には米国ボーイング社のecoDemonstratorプログラムにおいて、晴天乱気流検知システムを大型機に搭載した飛行試験を実施し、ボーイング社から、実用化に向けた評価を得られたほか、航空機への搭載、搭載後の調整および運用に関する技術課題などの知見が得られました。さらに、米国の航空機用電子装備品標準文書を作成している民間標準団体である米国航空無線技術委員会(RTCA)において航空機搭載型晴天乱気流検知装置に関する技術標準作成に向けた調査・検討プロセスが開始されることとなり、成果の社会実装に向けた大きな一歩を踏み出しました。

SafeAvio: R&D of onboard safety avionics technology to prevent turbulence-induced aircraft accidents



飛行試験に用いた乱気流検知装置

## 気象影響防御技術の研究開発

## 特殊気象に強い航空機を目指して

世界の航空機事故の最大要因は様々な特殊気象であり、これらへの対策が求められています。特に日本は、冬季における滑りやすいシャーベット状の雪質や夏に比べて強いエネルギーを持つ冬季雷、さらに、乱気流や火山灰など、航空機にとって世界的に見ても厳しい環境(特殊気象)にあります。JAXAは、航空機の運航安全性・効率性を格段に向上させるために、機体・滑走路の状態や気象状況を検知・予測し、特殊気象を回避・防御することのできる「気象影響防御技術(WEATHER-Eye)」の研究開発を進めています。

WEATHER-Eye: Weather-Endurance Aircraft Technology to Hold, Evade and Recover by Eye



気象影響防御技術の概念図

## 機体動揺低減技術

SafeAvioプロジェクトで開発した、晴天乱気流の検知が可能な乱気流検知システムからの情報を使って、推定した気流ベクトルデータをもとに舵面(航空機の姿勢をコントロールする動翼)を自動で制御することで、機体の揺れを低減させる機体動揺低減技術(STABLE)を実証します。この技術により、運航の安全性を高めることが期待できます。

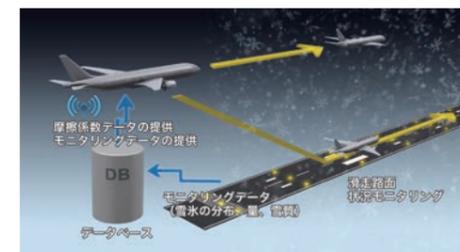
STABLE: System for Turbulence Alleviation By Lidar Employed controller



機体動揺低減技術の概念図

## 滑走路雪氷検知技術

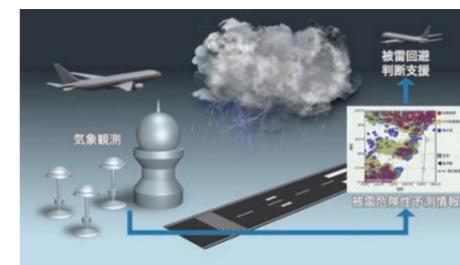
滑走路雪氷検知技術は、滑走路や誘導路における積雪氷の状況を、埋設した光学センサによりリアルタイムで検知する世界初の技術です。状況に応じた運航や除雪が可能になり、冬季の運航の安全性や効率性の向上に寄与します。



滑走路雪氷検知技術の概念図

## 被雷危険性予測技術

被雷危険性予測技術は、航空機被雷が発生するリスクが高い領域を検出することができる世界初の技術です。高リスク領域を避けて飛行することで航空機被雷を削減し、より安心して安全かつ効率的な航空機運航の実現が期待できます。



被雷危険性予測技術の概念図

## スマートフライト（高度判断支援）技術の研究開発

### 運航の自動化により航空交通量の増大に対応

航空交通量は年率4～5%で増加しており、15年間で倍増する勢いです\*。これに伴い、空港・空域の容量拡大、環境負荷（CO<sub>2</sub>、騒音など）の低減、航空事故の削減が求められています。本研究では、パイロットや管制官の運航上のタスクを自動化、最適化することにより、航空機運航（飛び方）の効率性、安全性の向上に貢献することを目指しています。

具体的には、次の技術課題に取り組めます。

- 1) 飛行経路の最適化などにより空域容量の拡大と環境負荷の低減を両立する「低燃費4D飛行技術」
- 2) パイロットタスクの自動モニタリングにより航空事故の主要因であるヒューマンエラーを低減する「パイロットモニタリング技術（E-Crew）」
- 3) 電波干渉・妨害などの影響の低減により自動化に必要な高信頼性航法を提供する「耐障害高信頼性航法技術」

\*ICAO Doc 9750 Global Air Navigation Plan 6th Edition 2019



スマートフライト技術の概念図

## 災害対応航空技術の研究開発

### 自然災害対応からより幅広い危機管理対応へ

JAXAでは、災害時にヘリコプタと地上の災害対策本部などで情報共有を行うことにより、より効率的な救援活動を実現するための「災害救援航空機情報共有ネットワーク（D-NET）」の研究開発を進めてきました。2013年度からは、衛星や無人機などの航空宇宙機器を統合的に運用する「災害救援航空機統合運用システム（D-NET2）」の研究開発を行い、その成果は熊本地震（2016年4月）や九州北部豪雨（2017年7月）などで活用されました。2018年度からは、自然災害だけでなく、国家的イベントの警備・警戒にも対応可能な「災害・危機管理対応統合運用システム（D-NET3）」の研究開発に着手し、その成果が防災機関（内閣府、防衛省、消防庁、警察庁、海上保安庁、厚生労働省など）に活用されるよう、各機関のニーズに応じた技術の開発と成果の普及促進に努めています。

D-NET3: Integrated aircraft operation system for disaster relief and crisis management



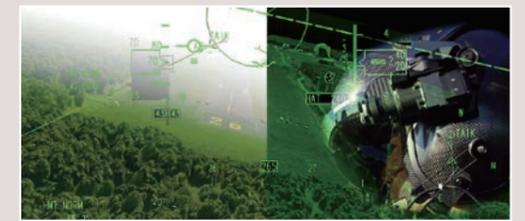
災害対応航空技術の概念図

## 状況認識支援システムの研究開発

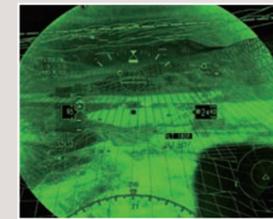
### ヘリコプタの安全：見えないものを見るために

いつでも、どこでも、安全に飛行し、任務を達成できるようにする技術が求められています。雲、霧、雪や砂塵などによる一時的な視程の低下、夜間の飛行、パイロットの視野外に障害物などが存在する状況においては、パイロットの状況認識が著しく低下し、ワークロードが増加し、エラーやそれに起因する事故が発生しやすくなります。一方、災害発生時や緊急時の輸送などにおいてヘリコプタへの期待が強まっており、捜索、救助、輸送などを天候や気象によらず実施できることが必要です。そこで、このようなパイロットの視覚情報が制限された環境（DVE: Degraded Visual Environment）におけるヘリコプタの安全性を向上させ、かつ任務の達成を支援するため、画像センサや距離センサなど各種センサの情報を適切なシンボルなどを用いてパイロットに表示提供する視覚情報支援技術（SAVERH-PRO）の研究を進めています。

SAVERH-PRO: Situational Awareness and Visual Enhancer for Rescue Helicopter-Prototype



SAVERH-PRO (イメージ図)



HMD (Helmet Mounted Display) 表示例 (提供: 島津製作所)



実験用ヘリコプタの機首に搭載されたセンサーポッド

## 高速回転翼機設計技術の研究開発

### ドクターヘリの高速化により救命率の向上を目指す

中央に高い山があり、細長い国土を有している日本にとっては、ヘリコプタが防災や救難などに欠かせない航空機です。また医療救急においては、いかに早く救急搬送できるかが救命率向上の鍵となっており、仮に現在のドクターヘリより2倍速く飛行できるヘリコプタが実現できれば、既存の拠点病院から15分以内での到達圏がほぼ日本全国をカバーすることになります。

JAXAでは、独自提案のロータと固定翼を併せ持つ複合ヘリコプタについて、風洞試験や数値シミュレーション、および縮小模型を用いた飛行試験により、機体システムの成立性を確認しています。特に、重要な技術課題であるローターと固定翼の干渉や高速飛行に最適なローターブレードの形状などについて航空機メーカーと共同研究を実施しています。



JAXA 独自提案の高速複合ヘリコプタ (イメージ図)



ホバリング性能と高速性能を両立するローターブレード設計

## 無人航空機技術の研究開発

### 「空の産業革命」の実現を目指して

無人航空機の有用性が広く認識され、様々な分野における利活用が期待されています。先般、航空法が改正され、許可・承認なく飛行できる空域・方法などの飛行ルールが規定されたところですが、さらなる安全確保とともに、その利活用によって新たな産業・サービスの創出、国民生活の利便や質の向上に資するため、官民連携による取り組みが始まっています。

JAXAは産業界と連携して無人航空機の目視外飛行を実現するための運航管理/UTM (Unmanned aircraft system Traffic Management) システムの開発とその社会実装を推進し、無人航空機の利用拡大に貢献するとともに、広域の観測や長距離の物資輸送を可能にする固定翼型/有翼VTOL (Vertical Take-Off and Landing) 型無人航空機の自動飛行・ミッション性能向上技術の開発によって、特に災害対応分野における利活用の促進を目指しています。



「空の産業革命に向けたロードマップ2018」(2018年6月15日、小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会)に示された無人航空機の利活用の姿



固定翼型無人航空機 (UARMS)



有翼VTOL型無人航空機 (JAXA技術を適用した静岡県の実用実証機)



Sky Frontier Program

## 航空新分野創造プログラム

航空輸送は、その高速性と機動性から、長距離移動において欠くことのできない輸送手段になっています。そして、「もっと速く、もっと遠くに移動したい」、「もっと時間と場所にとらわれず自由に航空機を利用したい」といった利用者の要求に応える航空輸送システムの実現が期待される一方、最近の持続可能な開発目標（SDGs）に見られるような持続可能な社会を目指す動きに合わせ、革新的に環境に優しい航空輸送システムの出現も求められています。

本プログラムでは、こうした多様な要求に対して長期的視点に立った研究を進め、航空分野の新たな世界を切り拓くべく航空輸送のさらなる可能性に挑戦します。具体的には、超音速旅客機や極超音速機のような速さの追求、脱化石燃料や電動推進のような新エネルギーの適用といった航空輸送システムの技術革新を目指した航空機概念とそれを実現するためのキー技術を創出します。

## エミッションフリー航空機技術の研究開発

### 電動化が切り拓く航空の新しい未来

航空輸送需要は今後20年間で約2.2倍になり\*、抜本的な技術革新がなければ航空機が排出するCO<sub>2</sub>の割合は増加し続けると予想されています。エンジンの電動化技術は、航空機のCO<sub>2</sub>排出量を飛躍的に削減できるだけでなく、小型の垂直離着陸機やエアタクシーの成立の鍵となる技術であり、近年特に注目が集まっています。

JAXAでは、航空機におけるエミッションフリー（排出物ゼロ）の実現を電動化の最終的な目標として、電動ハイブリッド推進システムやそれを適用した新しい形態の電動航空機の研究などを行っています。特に2018年には「航空機電動化（ECLAIR）コンソーシアム」を国内企業などと共同で設立しました。我が国が優位性を持つ異分野の技術を航空分野に積極的に適用し、電動航空機技術の着実なレベルアップと社会実装を目指していきます。

ECLAIR：Electrification Challenge for Aircraft

\*一般財団法人 日本航空機開発協会「令和元年度版 民間航空機関連データ集」（令和2年3月）



CO<sub>2</sub>排出量を抜本的に削減するエミッションフリー航空機（イメージ図）



小型電動航空機による新しい輸送システム（イメージ図）

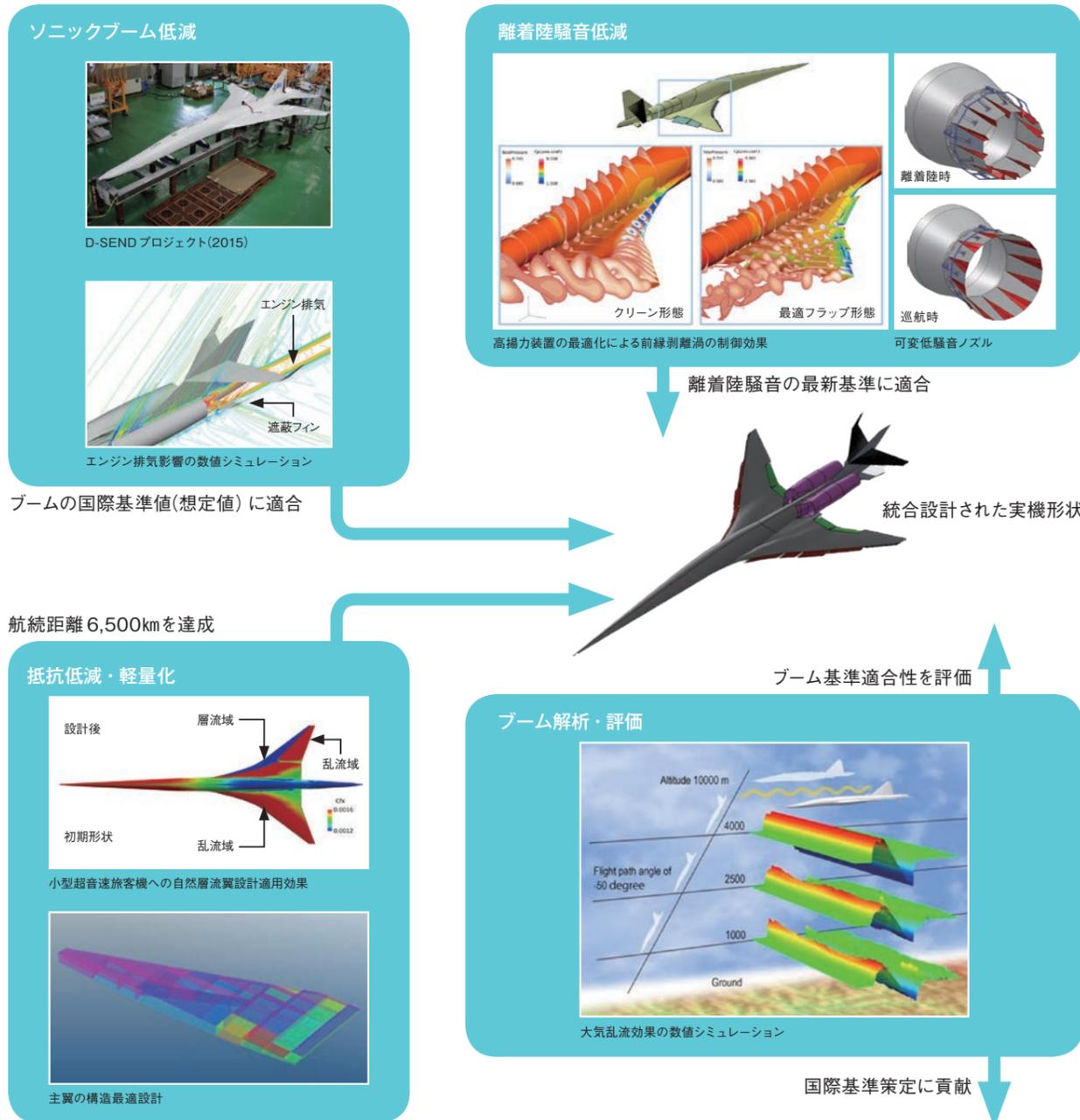
# 静粛超音速機統合設計技術の研究開発

## 静かな超音速機の実現に向けて

飛行時間を大幅に短縮し航空輸送に大きな変革をもたらす、経済的で環境にも優しい静かな超音速旅客機の実現に必要な先進技術の獲得を目指して、静粛超音速機統合設計技術 (S4) の研究開発を進めています。

2015年には超音速飛行時の課題であった衝撃波に起因する騒音 (ソニックブーム) を半減し得る全機設計コンセプトを世界で初めて飛行実証しました (D-SEND プロジェクト)。先のプロジェクトの成果を基に、国際民間航空機関 (ICAO) においてソニックブームの国際基準策定に貢献するとともに、ソニックブーム低減 / 抵抗低減 / 離着陸騒音低減 / 軽量化を同時に満たすシステム統合設計技術に取り組むことで、我が国の国際競争力向上を目指しています。

S4: R&D for System integration of Silent Supersonic airplane technologies  
D-SEND: Drop test for Simplified Evaluation of Non-symmetrically Distributed sonic boom



# 経済的で環境にも優しい静かな超音速旅客機の実現へ



低ソニックブーム設計を適用した小型超音速旅客機 (イメージ図)

# 極超音速機技術の研究開発

## 太平洋を2時間で横断する旅客機を目指して

太平洋を2時間で横断できるマッハ5クラスの極超音速旅客機の実用化を目指して、離陸からマッハ5まで連続作動できる「極超音速予冷ターボジェット」の研究開発を進めています。これまでに、世界に先駆けてマッハ4飛行環境でのエンジン運転実験を実施し、推進性能を取得しました。また、国内の大学と連携して、極超音速飛行実験 (マッハ5) に向けた実験機の空力形状設計 (風洞試験、数値シミュレーション)、耐熱構造設計、飛行軌道解析などを進めています。さらに、液化水素燃料を効率的にエンジンに供給するための要素技術を研究しています。





Aeronautical Science and Basic Technology Research

## 基礎的・基盤的技術の研究

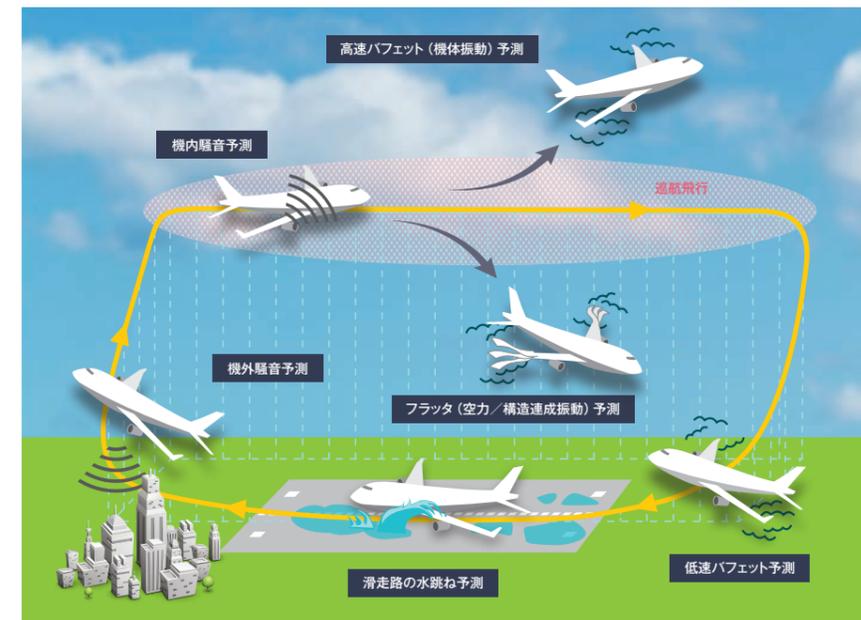
将来に向けた新しい技術を創り出すための基礎的な研究や、試験・解析のための基盤技術の向上も航空技術部門の大きな役割です。航空分野のみならず宇宙分野でも、JAXA のプロジェクトや産業界などの活動を支えるため、空気力学、エンジン、材料・構造、数値解析、飛行力学などの基礎的・基盤的技術の研究、日本有数の大型試験設備の維持・向上や試験法の開発などを行い、航空から宇宙まで、多様な研究開発のニーズにえています。

## 統合シミュレーション技術

### 専門家集団のシナジーを発揮

航空機の性能向上のために数値シミュレーション技術を中心に、風洞、エンジン、構造などの試験も含めた幅広いシミュレーション技術を分野横断的に統合した「統合シミュレーション技術」によって効率的に問題を解決することを目指しています。第一歩として、現在は巡航飛行以外も含めた航空機の全飛行領域をカバーする多分野統合基盤システム (ISSAC) を構築しています。具体的には、ISSAC では実験と数値解析の専門家が連携するシナジーによって、高度なシミュレーション技術の構築を目指しています。

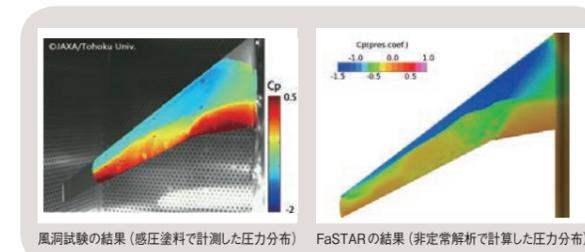
ISSAC: Integrated Simulation System of Aerospace vehiCles



多分野統合基盤システム (ISSAC) で取り組む主要技術課題

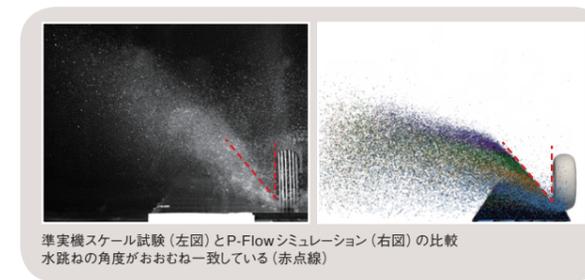
### 高速バフェット予測技術

航空機の急旋回などでは、翼上の衝撃波が振動する高速バフェットが発生して、航空機が振動する危険な飛行条件があります。安全な飛行領域の限界を設計の初期から精度良く予測することが重要であり、高速流体ソルバ FaSTAR を拡張した非定常解析可能な数値シミュレーションツールを開発しています。ツール検証のために、感圧塗料計測を用いて風洞試験での圧力データも取得しています。



### 滑走路の水跳ね予測技術

大雨の滑走路での離着陸では、タイヤが跳ねた水のエンジンへの流入や、水しぶきの抵抗で離陸距離が長くなるリスクがあります。水跳ねについても機体開発の初期から精度良く予測するために数値シミュレーションツール P-Flow (Particle Flow simulator) を開発しています。ツール検証には、レール走行台車と航空機用タイヤによる独自装置を用いた準実機スケール試験で実験データも取得しています。

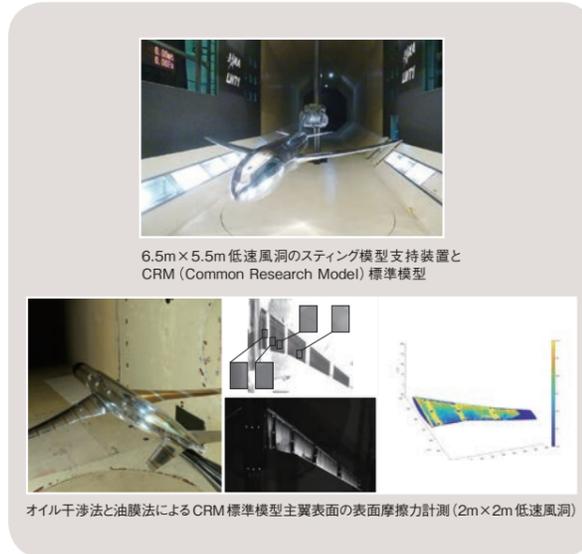


## 空力技術

### 空気の流れを見る、測る、利用する先進技術

空力技術分野の研究開発では、航空機や大気圏突入カプセルなどの宇宙機の飛行中の空力特性を実験や解析で明らかにするとともに、性能向上のための技術と知識の創出を目指しています。

JAXAは、航空機・宇宙機の空力特性を実験的に調べるための試験設備である大型風洞群を保有し、JAXA内外の航空機・宇宙機開発に試験データを提供しています。風洞においては空気の流れを細かく観察し、空気力や圧力などを高い精度で測るための試験技術・計測技術の開発に取り組んでいます。それらの技術を駆使し、空気の流れを利用して空力性能を向上させるための研究を進めることで、空力技術分野における世界をリードする先進技術の確立、知識の獲得、そして基盤の強化を図っています。

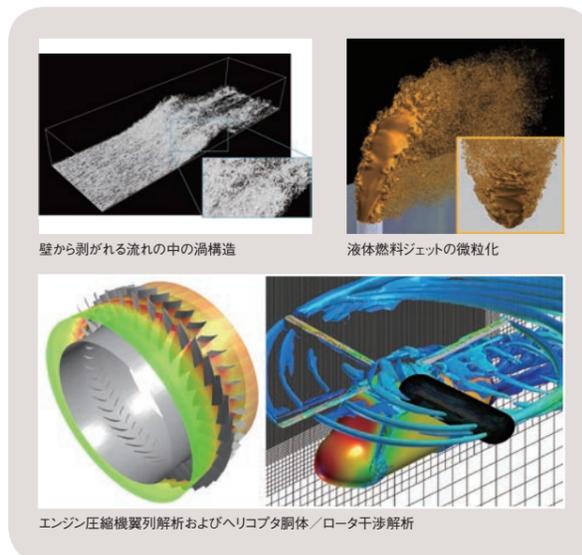


## 数値解析技術

### 新たな価値を世の中へ

高い価値をもつ研究成果を創出するとともに、世の中で役立つレベルにまで成熟させて社会実装する幅広い活動を実施しています。

具体的には、燃焼器などの実機シミュレーションのためにモデル化が必要な現象（壁から剥がれる流れ、液体燃料の微粒化、噴霧燃焼など）について、大規模シミュレーションによる現象説明およびモデル化を行っています。また、世界最高速の流体解析ソルバー FaSTARを発展させ、エンジン内ファンやヘリコプタロータなどの回転翼、翼の構造振動などを高速に解析できる移動物体流体解析ソルバー FaSTAR-Moveを開発しています。さらに、機械学習技術を導入することで、前処理と呼ばれる形状生成や計算格子生成などの手続きを自動化し、繰返し計算が必要となる設計プロセスの完全自動化に向けた研究も実施しています。



## 飛行技術

### 実際に「飛ぶ」ための飛行システム基盤技術

航空機を安全かつ有効に利用するには、機体を製作する技術だけでは十分ではありません。飛行特性を把握して機体を制御する技術や、操縦士が行う判断や行動を把握し支援する技術も必要です。航空機の安全性や任務能力の一層の向上を目的として、飛行制御技術、操縦支援技術などの飛行システム技術の研究開発を行い、社会に貢献していきます。

航空産業の競争力の強化のためには、新しい技術を、飛行シミュレータによる地上試験や実験用航空機による飛行実証を経て、実用性のある技術に仕上げる必要があります。JAXAはそのための飛行試験設備（実験用航空機、飛行シミュレータなど）と飛行試験技術を保有しています。これらの設備や技術を維持向上させながら研究開発プロジェクトに活用し、我が国の航空技術の技術成熟レベルを向上させるよう貢献しています。

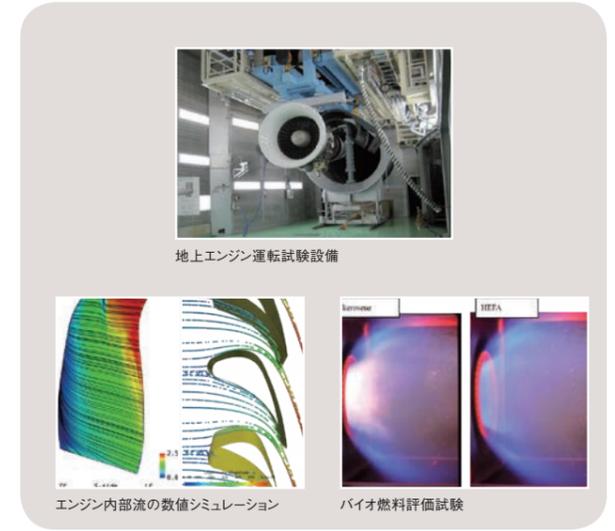


## 推進技術

### 次世代航空機のエンジンを実現する先端技術

次世代の航空機には、環境適合性のさらなる向上が世界的に強く求められており、これらを実現するために、従来のジェットエンジンのさらなる性能向上と、新しい方式のエンジンの実現が期待されています。このため、エンジン運転試験設備、エンジン要素試験設備（回転要素、燃焼要素）、数値シミュレーションプログラムなどの整備と高度化を進め、国内で新規に開発されているジェットエンジン要素、およびジェットエンジン全体の性能評価を行っています。

また、将来の飛躍的な環境適合性の向上を目指して、バイオ燃料・液化水素燃料などの脱化石燃料の適用技術、超大型ファン／プロペラの設計技術、エンジン搭載方法の改良による機体抵抗低減技術、燃焼器の振動防止技術、エンジン材料評価技術などの先端技術開発を進めています。

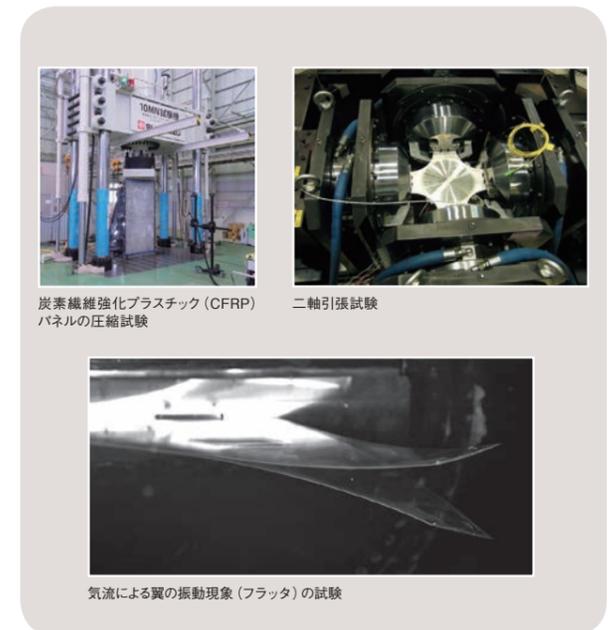


## 構造・複合材技術

### 次世代の材料・構造技術を見据えて

複合材料は、炭素繊維や炭化ケイ素繊維などを強化材料としてプラスチックやセラミックなどと一体化した材料で、これまでの金属材料に比べ、軽量で高強度な構造を創出できます。

JAXAは、超高温や極低温など極限環境で利用可能な複合材料の開発や、複合材料の低コスト化、リサイクル、接着、標準化など、多角的に研究開発を進めています。また、航空機特有の軽量構造の強度や振動特性、空力連成現象の研究に取り組んでいます。産業界のニーズに応えるとともに、次世代の軽くて強靱な構造の創出を目指しています。

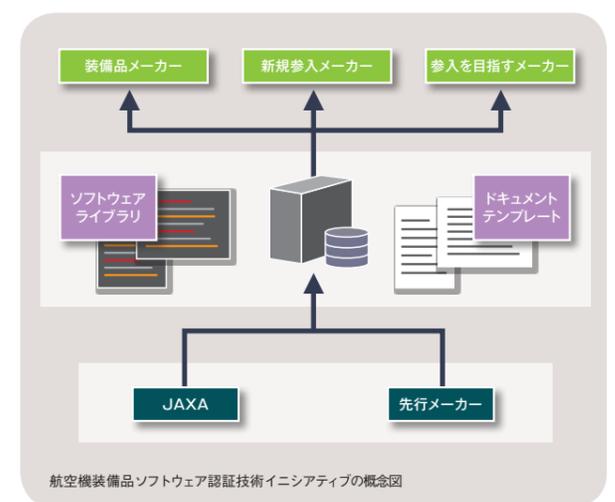


## 装備品認証基盤技術

### 航空産業の国際競争力を装備品から強化

航空機の中核であるアビオニクス（航空用電子機器）などの装備品は、航空機の価格の約4割を占めるほど重要な構成品である一方、そのほとんどは外国製品に依存しています。装備品を航空機に搭載するには安全性などを確認する「認証」が欠かせませんが、なかでもアビオニクスの内部で使われるソフトウェアの認証が、国内メーカーの参入の大きなハードルとなっています。

JAXAでは、これまで培ってきたアビオニクス関連のコア技術や我が国の航空コミュニティのハブ機能を活用し、先行するメーカーなどとの連携により「航空機装備品ソフトウェア認証技術イニシアティブ」を設立しました。蓄積したノウハウや情報を共有することで、ソフトウェア認証を支援し航空産業の国際競争力強化へ貢献します。

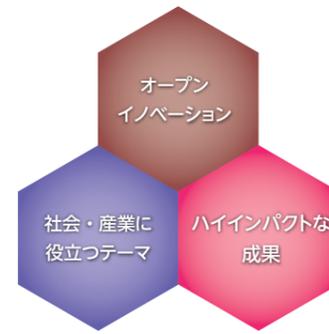


## 異分野・異業種との連携強化

### 航空分野におけるイノベーションを目指して

航空技術部門では、異分野・異業種との連携によるオープンイノベーションを通じた新たな価値の社会への提供を促進するため、「次世代航空イノベーションハブ」が中心となって活動しています。ここでは、ニーズに基づくテーマに取り組み、研究開発成果を社会・産業に橋渡ししつつ、革新的なアイデアやシーズを創出し、社会インパクトの大きな成果の実現を目指しています。

具体的には、気象影響防御技術、エミッションフリー航空機技術、スマートフライト技術、装備品認証技術、災害対応航空技術、無人航空機技術などの新しい研究開発に取り組んでいます。また、異分野・異業種との連携の枠組みとして、「気象影響防御技術(WEATHER-Eye)コンソーシアム」「航空機装備品ソフトウェア認証技術イニシアティブ」「航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム」を設立しました。これらの活動を通じて産学官連携を促進し、人材・知の糾合によるイノベーションの創出を目指します。



オープンイノベーションを通じた  
新たな価値の創出

## 運航安全のために行政と連携

JAXAは、公的な機関の要請に基づく航空事故の調査に関連する協力や型式証明の技術基準の策定、国際民間航空機関(ICA0)などへの国際技術基準の提案などについて技術支援を積極的に行っています。

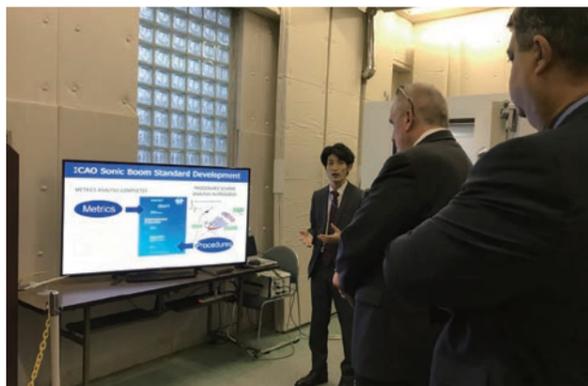
## 海外との連携

### 世界的な視野で動く

JAXAは、技術を育て、社会へ還元するために、海外の公的航空研究開発機関・企業・大学とともに、基礎的・基盤的研究や新技術の実飛行環境における飛行実証など多岐にわたる国際共同研究を実施し、JAXAの技術レベルを強化しています。

米国NASAを始めとする海外機関との連携により、国内における研究協力では得られない貴重な知見を得つつ、航空分野が世界的に直面する技術課題の解決に向けた相乗効果を期待するとともに、国籍や文化の枠を越えた国際的な相互理解の促進とグローバルな人材育成に向けた取り組みとして、これらの海外機関との人材交流を行なっています。

また、JAXAは、世界の26の公的航空研究機関などが加盟する国際組織「国際航空研究フォーラム(IFAR)」に参加しています。IFARの多機関間の枠組みを通し、世界中の研究機関と密な信頼関係を構築し、技術協力に向けた対話や人材育成を推進しています。



海外機関との連携



海外機関との若手人材交流

## 主な試験設備

### ◎風洞設備

- 6.5m×5.5m低速風洞
- 2m×2m低速風洞
- 2m×2m遷音速風洞
- 1m×1m超音速風洞
- 0.5m / 1.27m極超音速風洞
- 高エンタルピ風洞
- 0.6m×0.6m遷音速フラッタ風洞
- デジタル/アナログ/ハイブリッド風洞システム(DAHWIN)

### ◎数値解析設備

- JAXAスーパーコンピュータシステム(JSS3)
- 多分野統合プラットフォーム(ISSAC PLATZ)

### ◎飛行試験設備

- 実験用航空機「飛翔」
- 実験用航空機「MuPAL-α」
- 実験用ヘリコプタ
- 飛行シミュレータ

### ◎航空エンジン試験設備

- 地上エンジン運転試験設備
- 高空性能試験設備
- エンジン騒音試験設備
- 高温高圧燃焼試験設備
- 環状燃焼器試験設備
- 回転要素試験設備
- 回転タービン試験設備
- 実エンジン環境材料試験設備
- エンジン材料構造評価試験設備

### ◎構造・複合材料評価試験設備

- 強度試験設備
- 非破壊評価設備
- 熱物性・材料分析設備
- 構造振動評価設備
- 複合材成形設備

