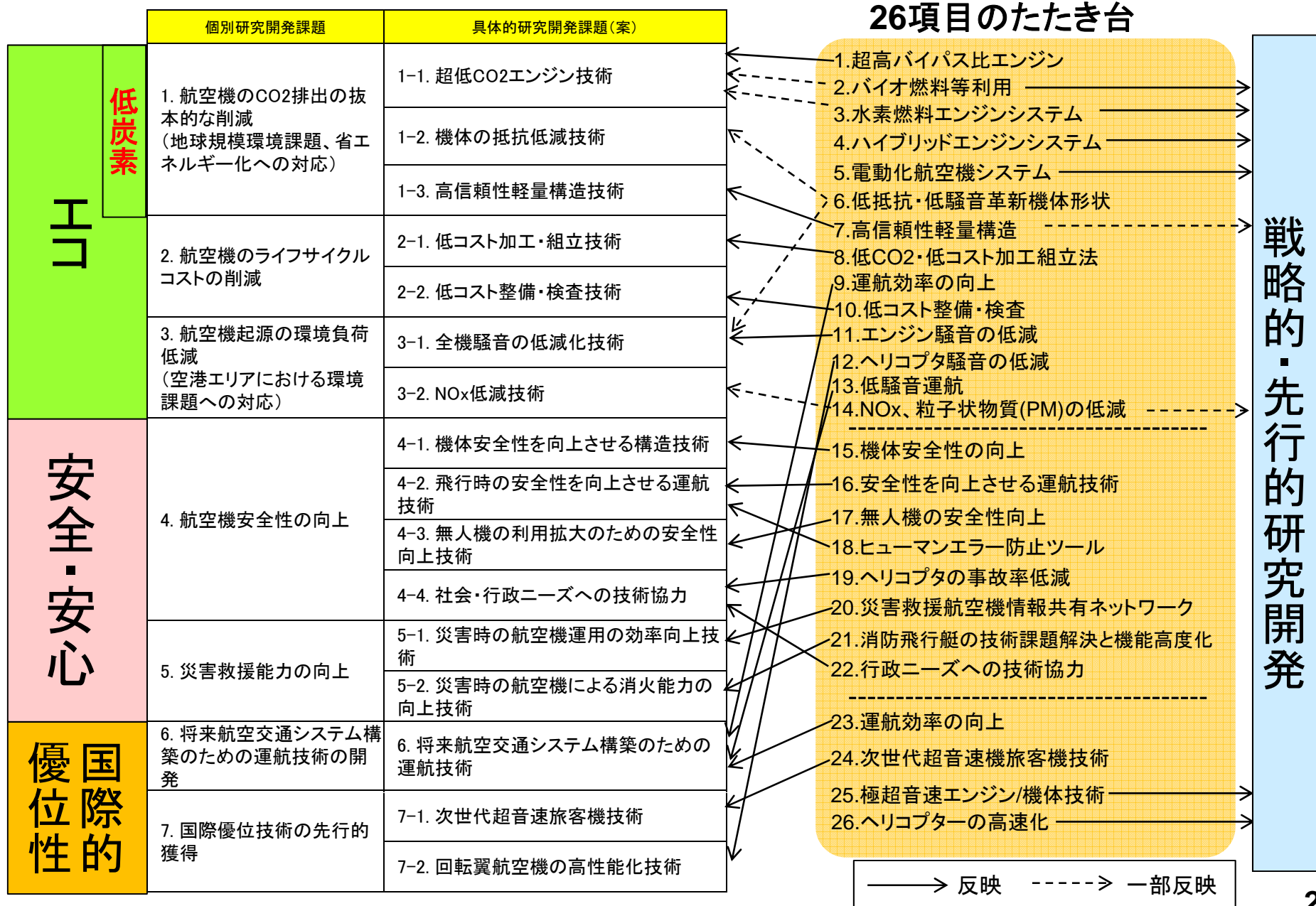


個別研究開発課題	具体的研究開発課題(案)	成果の出口	成果の時期と内容(成果受け手の観点からの技術成熟度)
1. 航空機のCO2排出の抜本的な削減 (地球規模環境課題、省エネルギー化への対応)	1-1. 超低CO2エンジン技術	製造者	・2017年までに、CO2の抜本的削減につながる超高バイパス比エンジン技術や石油燃料に依存しない燃料多様化エンジン技術について、実環境条件における技術成立性を実証(成熟度C) ・2022年までに、製造者と協力して、超低CO2エンジン実機実証(成熟度D)
	1-2. 機体の抵抗低減技術	製造者	・2017年までに、機体-エンジンインテグレーションも含めた抵抗・騒音低減技術について、技術成立性を実証(成熟度B) ・2022年までに、製造者と協力して、実環境条件において技術実証(成熟度C)
	1-3. 高信頼性軽量構造技術	製造者	・2017年までに、複合材の実機への適用拡大技術、構造健全性維持技術を確立(成熟度C-D) ・2022年までに、製造者と協力して、複合材の実機への適用拡大(成熟度D)
2. 航空機のライフサイクルコストの削減	2-1. 低コスト加工・組立技術	製造者	・2017年までに低コスト複合材製造、接合技術(金属含む)について、要素技術を確立(成熟度B) ・2022年までに、製造者等への技術移転(成熟度D)
	2-2. 低コスト整備・検査技術	製造者、 運航者	・2017年までに、実機適用レベルの低コスト複合材構造検査・修理技術、および、金属構造に対する腐食対策技術を確立(成熟度C-D) ・2022年までに、運航者等への技術移転(成熟度C-D)
3. 航空機起源の環境負荷低減 (空港エリアにおける環境課題への対応)	3-1. 全機騒音の低減化技術	製造者	・2017年までに、フライト条件での騒音計測・予測法の確立、騒音低減技術の実環境試験実証(成熟度B-C) ・2022年までに、製造者と協力して、騒音低減技術の飛行実証(成熟度D)
	3-2. NOx低減技術	製造者	・2017年までに、低NOx燃焼性能を実環境条件での要素技術成立性実証(成熟度B) ・2022年までに、製造者と協力して、実機実証(成熟度D)
4. 航空機安全性の向上	4-1. 機体安全性を向上させる構造技術	製造者	・2017年までに、製造者と協力して、鳥衝突、異物衝突、非常着陸状態における機体および客室安全性の試験解析技術を確立(成熟度D)
	4-2. 飛行時の安全性を向上させる運航技術	製造者 運航者	・2017年までに、乱気流事故防止技術を、ユーザーと共同で実機実証(成熟度C-D) ・2017年までに、ヒューマンエラー防止技術をユーザーと共同で実運用(成熟度C-D)
	4-3. 無人機の利用拡大のための安全性向上技術	行政機関	・2017年までに、産学官連携体制を整え、その体制の中で、小型無人機安全性向上技術の確立(成熟度B) ・2022年までに小型無人機安全基準策定への技術的貢献(成熟度C)
	4-4. 社会・行政ニーズへの技術協力	製造者、運航者、行政機 関	継続的に実施
5. 災害救援能力の向上	5-1. 災害時の航空機運用の効率向上技術	行政機関	・2017年までに、ユーザーによる情報共有ネットワークの利用実証(成熟度D) ・2017年までに、製造者と共同で、災害時の消防防災ヘリコプタの安全確実な運航につながる技術を実証(成熟度D)
	5-2. 災害時の航空機による消火能力の向上技術	行政機関、製造者	・2017年までに、飛行機(例えば、消防飛行艇)の技術課題解決と機能高度化を実現(成熟度C)
6. 将来航空交通システム構築のための運航技術の開発	6. 将来航空交通システム構築のための運航技術	運航者、 行政機関	・2017年までに、ICAOグローバルATM運用概念で必要とされるキー技術を国際基準として提供(成熟度D)
7. 国際優位技術の先行的獲得	7-1. 次世代超音速旅客機技術	製造者、 行政機関	・2017年までに、小型超音速旅客機の実現を可能とするキー技術(例えば、ソニックブーム低減技術)の実証(成熟度C) ・2022年までに、大型超音速旅客機の実現を可能とするキー技術(例えば、離着陸性能)の実証(成熟度B)
	7-2. 回転翼航空機の高性能化技術	製造者、運航者	・2017年までに、実機を用いた騒音低減化技術の飛行実証(成熟度C-D)

	具体的研究開発課題(案)	成果の出口	内容
戦略的・先行的研究開発	極超音速エンジン/機体技術	極超音速機	超音速機の次のターゲットとして、キー技術の研究開発を実施し、次々期にプロジェクト化を狙う。
	革新機体コンセプト	将来機体・エンジン	革新機体概念の技術的成立性を実証
	高信頼性軽量材料・構造技術	将来機体・エンジン	次世代加工技術、エンジンへの複合材適用、多機能材、スマート構造モニタリングの実環境実証
	バイオ燃料のライフサイクル解析技術	将来エンジン	バイオ燃料のライフサイクル解析や燃料生成の持続性検証。他分野(学界、燃料業界、エアライン)と連携協力した研究開発。(一部は、超低CO2エンジン技術に融合)
	水素燃料供給・利用技術	将来エンジン	水素供給インフラや液体水素燃料の利用技術等、他分野の水素利用技術と相補的な研究開発。水素航空機システムとしての技術課題も踏まえた検討を実施。(一部は、超低CO2エンジン技術に融合)
	ハイブリッドエンジンシステム技術	将来エンジン	モータ技術、ハイブリッドシステム技術等の個別技術は、幅広い選択肢を意識しながら、着実に研究。10年以降先での実用化をにらんだ戦略的な研究開発。(一部は、超低CO2エンジン技術に融合)
	電動化航空機システム技術	将来機体・エンジン	将来の航空機の国際競争力向上に貢献する新コンセプト技術を先行して獲得する。他分野との連携を密にして電動推進系技術や電動化システム技術を高度化。
	ヘリコプタの高速化技術	製造者、行政機関、 運航者	ヘリコプタの高速化技術実証を通して飛行領域を拡大し、新たなヘリコプタ利用を開拓することを狙いとした研究開発
	粒子状物質(PM)の低減技術	将来エンジン	PMの計測技術について、自動車など他分野の技術動向をふまえた研究開発。PM低減技術については、ガスタービンエンジン燃焼器の固有性を考慮した研究開発。

# 具体的研究課題案の概要

# 課題解決型の個別研究課題案(26項目課題との対応)



# 【1. 航空機のCO2排出の抜本的な削減】 1-1. 超低CO2エンジン技術

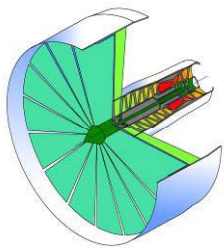
26項目との関連性  
1, 2, 3

狙い： 国際競争力の高い低燃費技術の実エンジンによる実証、カーボンニュートラルやCO2排出ゼロにつながる燃料多様化技術の実証

- ・2017年までに、CO2の抜本的削減につながる超高バイパス比エンジン技術や石油燃料に依存しない燃料多様化エンジン技術について、実環境条件における技術成立性を実証
- ・2022年までに、製造者と協力して、超低CO2エンジン実機実証

## ■推進効率向上技術

超高BP比エンジンシステム解析技術、軽量大口径ファン設計・複合材適用技術、可変サイクル制御を中心に高効率化・低CO<sub>2</sub>化を実現



超高BP比エンジンシステム概念図



複合材ファン技術

## ■高出力コア技術

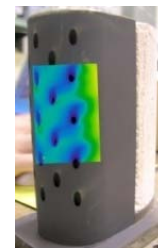
先進評価技術と要素試験を駆使して超高BPファンを駆動する小型で高出力のコアエンジンの要素(圧縮機、タービン)技術を実用化。超耐熱材料の高温タービンへの適用技術。



高負荷圧縮機技術



先進材料評価技術



高温タービン冷却技術

## ■燃料多様化技術

化石燃料だけに頼らない熱エネルギー供給システムの構築、バイオ燃料や水素燃料など多様な燃料に対応できるガスタービン技術の開発と実用化。JAXAが研究開発を進めてきた小型水素ジェットエンジンを雛形にして、水素ジェットエンジンの技術を確立する。



JAXA小型水素ジェットエンジン

# 【1. 航空機のCO2排出の抜本的な削減】

## 1-1. 超低CO2エンジン技術

26項目との関連性  
1, 2, 3

### 背景、補足事項

○気象変動への危機感から、国際機関(ICAO)において、(機体、エンジン含めた)全機に対するCO2基準が数年内に策定される見通し。

○低CO2技術は、低燃費化だけでなく、低騒音・低NOx技術にも密接に関連する。これまで戦略的に進めてきた先行先端研究の技術成熟度を向上させるとともに、クリーンエンジンで培った小型エンジン用技術を将来の中型機向けに発展させる。

○V2500に続く、次世代中型エンジンの国際共同開発を想定し、社会、エアラインの大幅な低燃費・低CO2性能の要求に応える、国際競争力の高い超高バイパス(BP)比エンジン技術の開発。

○実エンジンでの技術実証のためのデモエンジンの整備および、エンジンシステム試験技術の維持発展に努める。実機実証のような実用に近いところはメーカーとの協力により実施。

○バイオ燃料や水素燃料など多様な燃料に対応できるエンジン技術の研究開発。JAXAが研究開発を進めてきた小型水素ジェットエンジンを雛形にして、水素ジェットエンジンの技術を発展させる。

○新概念(GTF、オープンロータ、ハイブリッドエンジン等)については動静を注視しつつ、戦略的に研究。機体とエンジンを合わせたパフォーマンスの評価が必須。

# 【1. 航空機のCO2排出の抜本的な削減】

## 1-2. 機体の抵抗低減技術

26項目との関連性  
6

狙い：空力・騒音要素技術の実機適用ならびに革新機体概念を追求し、環境適合性の向上を目指す。

- ・2017年までに、機体-エンジンインテグレーションも含めた抵抗・騒音低減技術について、技術成立性を実証
- ・2022年までに、製造者と協力して、実環境条件において技術実証

### ■ 空力・騒音要素技術の実機適用技術

- 要素研究から得られるコンセプトのTRL向上
- 摩擦抵抗低減技術(自然層流翼, 境界層制御技術など)
- 機体騒音/脚騒音の低減技術のTRL向上. 機体-エンジン干渉騒音低減技術の研究開発を実施

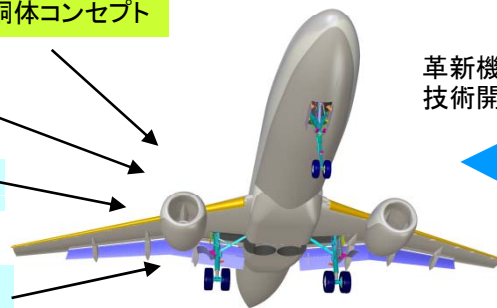
自然層流翼, 自然層流胴体コンセプト

境界層制御技術

高揚力装置・脚騒音低減技術

機体-エンジン干渉騒音の低減

機体システムとしての評価



革新機体検討と要素技術開発の連携

### ■ 新規コンセプト機体の検討例

- 150席クラスを想定
- 超高バイパス比エンジンによる燃費低減と, 機体による騒音遮蔽効果の積極的活用のために, エンジンをアッパーマウント
- 客室快適性とターンアラウンド時間短縮を狙った2通路の機体を実現するために, 非円形胴体を採用



戦略的・先行的研究開発

## 【1. 航空機のCO2排出の抜本的な削減】 1-2. 機体の抵抗低減技術

26項目との関連性  
6

### 背景、補足事項

○気象変動への危機感から、国際機関(ICAO)において、(機体、エンジン含めた)全機に対するCO2基準が数年内に策定される見通し。

○低CO2技術は、低燃費化だけでなく、低騒音・低NOx技術にも密接に関連する。これまでTRL<3の要素技術として行われてきた抵抗低減、騒音低減のコンセプトを実機に適用可能にするための研究を推進。要素技術の実現性の評価と改良、機体-エンジンインテグレーションによる低減効果や干渉の把握、機体システムとしての評価を進めTRL~6の技術確立を行う。さらに、革新機体検討とも連携して新たなコンセプトの創出を狙う。

○従来の航空機形態では実現が難しい低騒音化、抵抗低減の目標に対して、我が国での開発を想定した小・中型旅客機における様々な新規コンセプトを検討し、有望な革新機体を追求する。要素技術の研究開発(空力設計技術、騒音低減技術、複合材構造技術、操縦制御技術等)と連携し、産官学で取り組むことによって我が国の航空基盤技術強化も狙う。

○課題3-1とも密接に関連している。



# 【1. 航空機のCO2排出の抜本的な削減】

## 1-3. 高信頼性軽量構造技術

26項目との関連性  
7

狙い： 我が国の複合材技術等得意技術を発展させ、国際的優位性を一層高めるとともに、低燃費化、CO2排出削減、安全性向上に貢献する。

- ・2017年までに、複合材の実機への適用拡大技術、構造健全性維持技術を確立
- ・2022年までに、製造者と協力して、複合材の実機への適用拡大

### ■ 複合材適用拡大

基礎的強度試験から実大強度試験までを体系的に実施することにより、複合材の特性を最大限に活かした構造設計法と評価法を確立



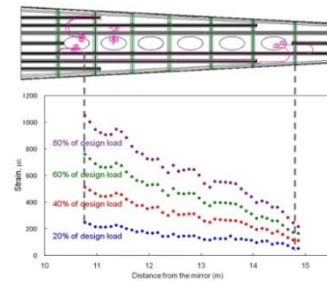
強度特性取得試験



実大構造試験

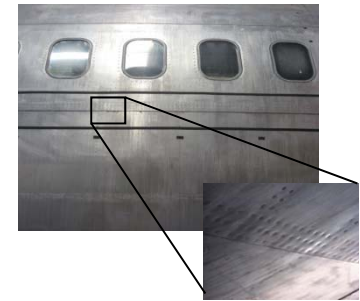
### ■ 構造健全性維持

構造信頼性向上と運用コスト低減に貢献すると期待される構造モニタリングに必要な、荷重や損傷を検知する構造・材料技術の実証

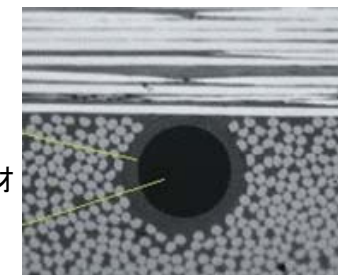


光ファイバひずみセンサ  
の実大構造試験適用

光ファイバを埋め込んだ複合材  
(断面顕微鏡写真)



懸案となっている継手部広域  
疲労損傷(WFD)の検知



## 【1. 航空機のCO2排出の抜本的な削減】 1-3. 高信頼性軽量構造技術

26項目との関連性  
7

### 背景、補足事項

○機体構造の軽量化は燃料消費削減・CO2等排出削減に直結するため、世界的に複合材料の適用が進められている。B787やA350XWBでは機体重量の50%以上が複合材である。

○複合材は金属材料に比べて耐久性に優れているため、整備コスト削減効果もあり、ライフサイクル全体でのコスト低減にも有効。複合材の適用拡大における、コスト、設計法などの技術課題の解決、さらに、先進的な多機能材料やスマート構造の実用化等について、研究開発本部の進めた先行先端研究の技術実証を見据えた発展的研究を実施。

○軽量化のための適材適所により金属・金属、金属・複合材、複合材・複合材の各接合部における健全性維持のためには、整備コスト削減の観点からも非破壊検査だけでなくモニタリング技術の確立が必要となる。エアラインのニーズと効果、技術の実現性、実用化可能性を考慮して研究を進める。

## 【2. 航空機のライフサイクルコストの削減】 2-1. 低コスト加工・組立技術

26項目との関連性  
8

狙い： 複合材技術を含めて我が国の機体構造製造技術は世界的に高い水準にあるが、その国際的優位性を一層高める。

- ・2017年までに低コスト複合材製造、接合技術(金属含む)について、要素技術を確立
- ・2022年までに、製造者等への技術移転

### ■低コスト化技術

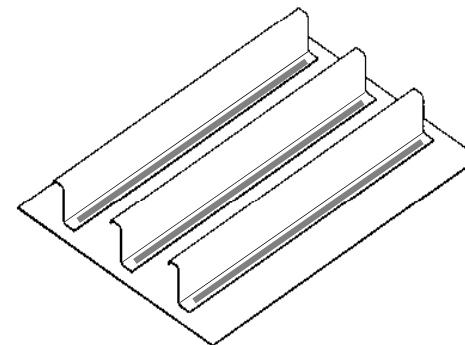
従来(プリプレグ)技術とVaRTM(真空樹脂含浸)技術を組み合わせたハイブリッド複合材構造製造技術を中心に低コスト化を実現、適用拡大にも貢献



ハイブリッド複合材による実大胴体模型

### ■低コスト接合技術

構造の軽量化と信頼性を左右する継手部へ新しい技術を適用する場合の評価手法、証明手法の確立



摩擦攪拌接合を適用した補強パネルのイメージ

## 【2. 航空機のライフサイクルコストの削減】 2-1. 低コスト加工・組立技術

26項目との関連性  
8

### 背景、補足事項

○複合材の適用拡大における、製造コストの技術課題の解決のための研究開発および技術実証を実施。

○軽量化のための適材適所により出てくる金属・金属各接合部の低コスト組立には、摩擦攪拌接合に代表される新しい加工方法の実用化、および、強度評価手法、加工技術および安全基準への適合性証明手法の確立が必要である。

## 【2. 航空機のライフサイクルコストの削減】 2-2. 低コスト整備・検査技術

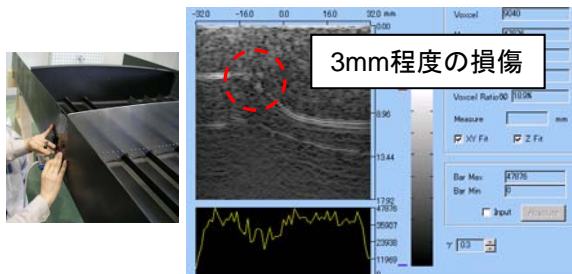
26項目との関連性  
10

■ 狙い： 航空機構造の検査技術、修理技術、腐食対策技術の研究開発によって、整備コスト低減を狙う。

- ・2017年までに、実機適用レベルの低コスト複合材構造検査・修理技術、および、金属構造に対する腐食対策技術を確立
- ・2022年までに、運航者等への技術移転

### ■ 構造検査技術

サーモグラフィ、フェーズドアレイなど金属および複合材構造の各部位に適した非破壊検査技術を実機／実機規模構造へ適用、データと適用ノウハウを蓄積・整備



フェーズドアレイによる複合材内部損傷の探査

### ■ 構造修理技術

金属構造および複合材構造の修理方法に対する強度データの整備と修理技術の確立



複合材修理部強度試験

### ■ 腐食対策技術

金属構造の防食、塗装、腐食検知の各研究開発を行い、最終的に整備プログラムへの反映を目指す



腐食により凹凸のある胴体下部のリベット継手

## 【2. 航空機のライフサイクルコストの削減】 2-2. 低コスト整備・検査技術

26項目との関連性  
10

### 背景、補足事項

○民間旅客機は当初設定された設計寿命を超えて運航されて来ており、20～30年の運航を前提とした寿命設定が必要である。従来の金属主体の構造では、既存機においては整備段階でのコスト削減が必須であり、また今後開発される機体においては低コスト整備プログラムを前提とした設計が必要であり、下記の技術課題に対する研究開発を行う。

○複合材構造製造技術の発展にあわせてその航空機への適用は確実に進む見通しであるが、そのためには運用中における整備・点検技術の確立が必須。複合材の損傷機構は金属材料と異なるため、複合材構造に適した損傷検査技術と修復技術を確立する必要があり、複合材に適した非破壊検査技術の開発を行う。運航会社と連携し、研開本部の進めた先行先端研究の実機規模の実証も見据えた実践的研究を行う。

# 【 3. 航空機起源の環境負荷低減】 3-1. 全機騒音の低減化技術

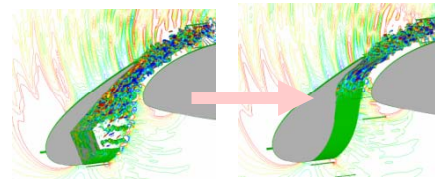
26項目との関連性  
6, 11

狙い: 航空エンジン・機体の低騒音化による低環境負荷を狙う。

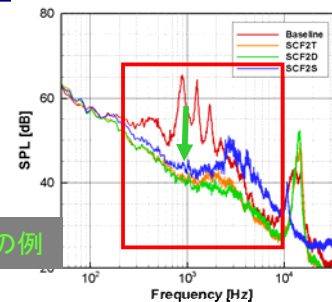
- ・2017年までに、フライト条件での騒音計測・予測法の確立、騒音低減技術の実環境試験実証
- ・2022年までに、製造者と協力して、騒音低減技術の飛行実証

## ■騒音低減技術

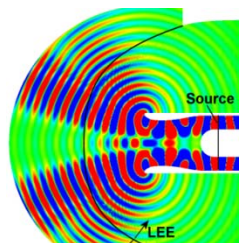
予測技術, 騒音計測・診断技術を活用して、エンジンや航空機の騒音を低減するコンセプトの創出や技術を開発



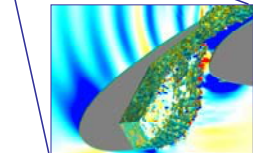
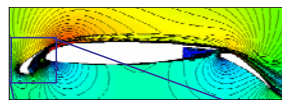
高揚力装置形状の修正による騒音低減の例



## ■騒音予測技術



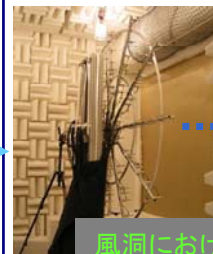
ファン騒音の伝播解析



スラット騒音のLES解析

CAA(計算空力音響)技術による複雑な騒音発生メカニズムの解明と騒音レベルの予測技術を開発

## ■騒音計測技術・診断技術



風洞における騒音計測技術



エンジン騒音・機体騒音計測技術の確立と設備の整備



エンジンや航空機の騒音を地上・飛行状態で試験・評価する技術の確立

## 【3. 航空機起源の環境負荷低減】 3-1. 全機騒音の低減化技術

26項目との関連性  
6, 11

### 背景、補足事項

○今後、10年から20年のさらなる航空機騒音規制強化の情勢の下、エンジンおよび機体の大幅な騒音低減技術の開発が求められている。新規機体、新開発エンジンの低騒音化、また既存・開発機体の騒音対策の基盤となる技術開発を行う。

○産官学の連携によって、騒音予測、騒音計測、騒音低減に関する三つの技術力を向上させることにより、国産のエンジン・機体開発の国際的な競争力向上やメーカー・エアラインへの技術支援や、技術移転と普及による新産業創出を図る。

○課題1-2とも密接に関連している。



## 【 3. 航空機起源の環境負荷低減】 3-2. NOx低減技術

26項目との関連性  
14

狙い： NOx排出の低減技術において、技術成熟度の向上、および、国際的優位性のある技術の獲得を狙う。

- ・2017年までに、低NOx燃焼性能を実環境条件での要素技術成立性実証
- ・2022年までに、製造者と協力して、実機実証

### ■低NOx燃焼技術

クリーンエンジンで開発したリッチ・リーン燃焼技術、希薄予混合燃焼技術を適用し、高圧力比エンジンの低NOx化を実現。



リッチ・リーン型環状燃焼器



希薄予混合ステージング型  
マルチセクタ燃焼器

## 【 3. 航空機起源の環境負荷低減】 3-2. NOx低減技術

26項目との関連性  
14

### 背景、補足事項

○エンジンの熱効率向上(低燃費化)を図るためには圧力比を高めることが必要である。高圧力比化により燃焼ガス温度が上昇すると、NOxが大量に発生する傾向にあり、これを抑制するための低NOx技術の開発が重要である。

○低NOx化に伴って問題となる振動燃焼を抑制するための燃焼安定化技術の向上を図る。

○航空機エンジンでは煙に対する規制が実施されているが、それよりも微小なPMについては未だ検討段階であり、排出されるPMについても明らかになっていない。エンジンから排出されるPMの濃度、粒度分布を明らかにし、これを抑制するための燃焼技術の開発が重要である。ICAOにおける議論の動向を注視しながら研究として進める。

## 【4. 航空機安全性の向上】 4-1. 機体安全性を向上させる構造技術

26項目との関連性  
15

狙い： 鳥衝突、異物衝突、非常着陸状態における機体および客室安全性の向上を狙う。

・2017年までに、製造者と協力して、鳥衝突、異物衝突、非常着陸状態における機体および客室安全性の試験解析技術を確立

### ■耐衝撃性向上胴体構造

新規材料や新規機体形状に適応した座席を含めた耐衝撃向上胴体様式の創出及び材料や部材の開発



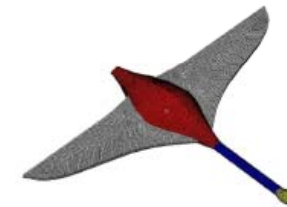
胴体の垂直落下試験の試験後の様子

### ■新規材料の異物衝突への対応・模擬鳥の開発

新規に適用される材料による異物衝突への対応と、効率性・公平性及び動物愛護の立場から模擬鳥の開発を国際的な枠組みで進める



主翼前縁供試体への鳥衝突試験の様子



模擬鳥の解析モデル例

## 【4. 航空機安全性の向上】 4-1. 機体安全性を向上させる構造技術

26項目との関連性  
15

### 背景、補足事項

○高速で飛行する航空機は、緊急着陸・着水時や、鳥などの飛来物との衝突で大きな衝撃荷重を被る危険性を常に孕んでいる。よって、機体の耐衝撃性能の向上は、機体安全性向上に大きく寄与する。そこで、衝撃解析技術を向上・利用し、最小限の試験実証により、耐衝撃性能を向上した構造様式の創出や新規材料の実機適用を視野に進める。

○緊急着陸・着水時の衝撃を緩和するため、座席を含めた航空機胴体床下構造様式の開発を行うとともに、機体安全性向上に寄与する。また、衝突頻度の増加や大型化が懸念されている鳥衝突に対し、新規材料適用に際し安全性の確保が不可欠であり、実証に際しては模擬鳥による実証(試験の効率性・データの公平性・動物愛護)を可能にすることが望まれる。

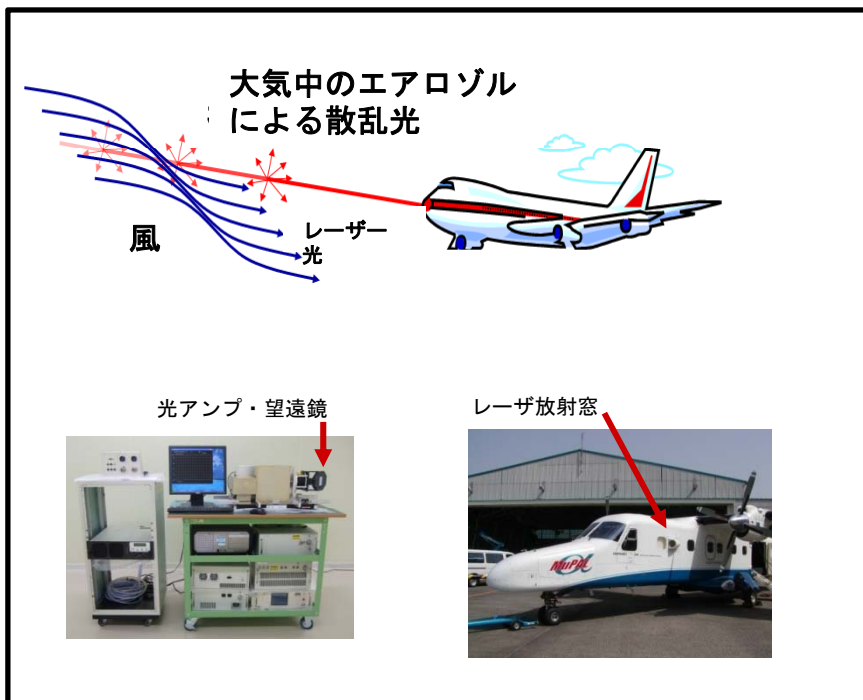
○解析技術による実証技術向上により、開発コストの低減を実現する。新規材料や新規構造様式に対しても機体安全性の維持は不可欠

# 【4. 航空機安全性の向上】 4-2. 飛行時の安全性を向上させる運航技術

26項目との関連性  
16,18

狙い： 乱気流による航空機の事故を低減し、運航の安全性向上を実現する。また、  
ヒューマンエラーによる航空機の事故を低減し、運航の安全性向上を実現する。

- ・2017年までに、乱気流事故防止技術を、ユーザーと共同で実機実証
- ・2017年までに、ヒューマンエラー防止技術をユーザーと共同で実運用



JAXA 5NM級ライダー



ヒューマンエラー防止ツール

## 【 4. 航空機安全性の向上】 4-2. 飛行時の安全性を向上させる運航技術

26項目との関連性  
16,18

### 背景、補足事項

○高度3万ft程度の高高度で、5NM遠方の気流計測を実現する搭載型ライダーおよび警報システムの開発と実証を行う。また、短レンジ計測エアータ・センサーとしてガスト軽減制御技術の研究開発も行う。

○ヒューマンエラーを防止するための、乗員訓練ツール、運航品質評価ツール、コックピット・ワークロード推算ツール等、ヒューマンエラー防止ツールの開発、技術移転を行う。

○衛星航法による計器飛行方式(IFR)運航技術の開発等により、低高度空域における小型航空機の運航の効率性・安全性を向上する。(課題6:「将来航空交通システム構築のための運航技術」内での取り組み)

## 【4. 航空機安全性の向上】

### 4-3. 無人機の利用拡大のための安全性向上技術

26項目との関連性  
17

狙い：我が国における無人航空機産業の発展を支援するとともに、小型無人航空機を用いた災害監視無人機システムの開発を通し安心・安全な社会の実現に貢献する。

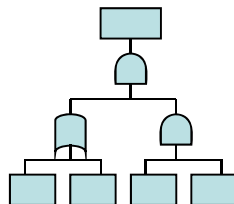
- ・2017年までに、産学官連携体制を整え、その体制の中で、小型無人機安全性向上技術の確立
- ・2022年までに小型無人機安全基準策定への技術的貢献

#### ■ 耐空性

耐久試験や部品信頼性解析など航空機設計手法の導入し、同時に小型無人航空機の特徴である低価格性を実現



推進装置性能  
耐久性等計測試験



故障解析

#### ■ 対衝突安全

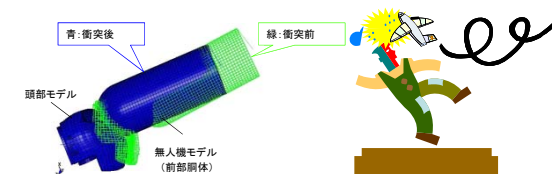
ロボット分野などを参考にして、小型航空機間情報通信や軽量機器を使い、民間航空機の運航に支障を与えずかつ低高度飛行時における山や建造物などとの衝突を回避する技術の実用化



搭載センサによる障害物検知・衝突回避

#### ■ 対地安全

衝突時における衝撃解析や簡易な試験方法の開発、万が一の落下時における信頼性の高い速度低減装置や衝突時における衝撃緩和構造などの技術の検討を行い、落下時における対地安全を保証



対人衝突時衝撃解析

## 【4. 航空機安全性の向上】 4-3. 無人機の利用拡大のための安全性向上技術

26項目との関連性  
17

### 背景、補足事項

○無人航空機を実社会において運用する上で重要となる安全性を向上させるために必要な基盤技術の開発及び実用化を行う。

○欧米で整備されつつある基準では大型無人航空機は(有人)航空機と同等の安全性が要求されている。国内で主に実用化が期待される小型無人航空機についても基準の整備が不可欠であり、先行先端技術の実用化とともに、無人機安全基準の制定に資する技術データの提供を行う。

○災害監視無人機システムの開発・実証飛行等を通し、上記安全性向上技術の実用化を目指す。

○無人機関連の省庁/大学/団体/メーカー等との連携をとりつつ進める。

○通信や環境観測など、無人機の利用技術についての検討も進める。



# 【 4. 航空機安全性の向上】 4-4. 社会・行政ニーズへの技術協力

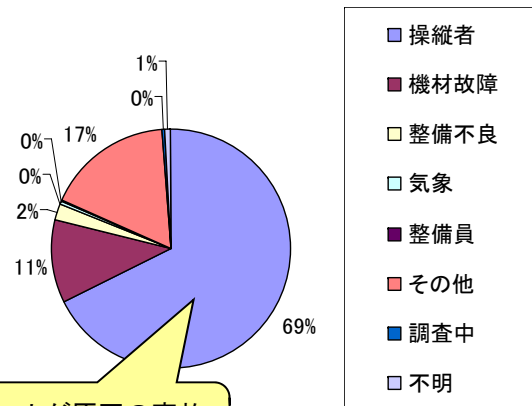
26項目との関連性  
19

狙い:

- 試験技術/評価法の先行開発、詳細基準・ガイドライン策定支援
- ICAOのCAEP等の活動(WG等)への参画
- 世界規模でのヘリコプタの事故率を、現在の状況から10年間で1/5に低減する活動(IHST)に貢献する。

・継続的に実施

事故、重大インシデントの原因

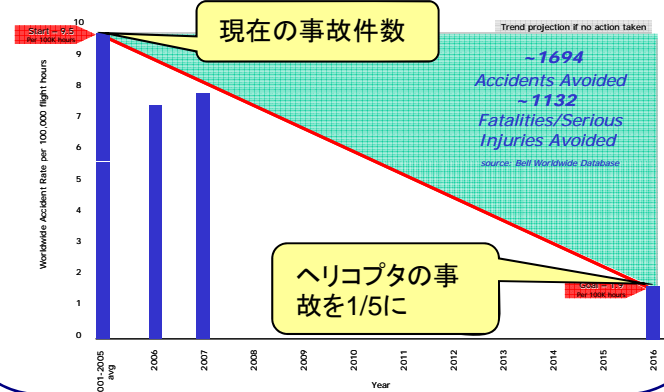


パイロットが原因の事故が多い



事故分析を通じて技術的・心理的な改善提言を目指す(技術的な課題の抽出・SMSの改善など)

世界規模でのヘリコプタ事故の低減目標



## 【4. 航空機安全性の向上】 4-4. 社会・行政ニーズへの技術協力

26項目との関連性  
19

### 背景、補足事項

○ヘリコプタは救難・人命救助等地上付近で活動するケースが多く、そのため事故が発生することが多い。今まで発生したヘリコプタの事故例を類型別に整理し、その原因となる要因を取り除くための提言をヘリコプタ製造者、運航者へ行う。

○米国FAA、欧州ではCAAが民間ヘリコプタ製造者・運航者と一体となってチームを結成し個々の国におけるヘリコプタの事故例の類型別整理に着手。その結果を国際的な場において議論し、包括的な提言策をまとめる活動を継続中。我が国もこの世界的な活動の一翼を担い、国際的な立場での役割を果たす。

○我が国におけるヘリコプタの事故率を画期的に低減する可能性があり、また、固定翼機におけるCASTプロジェクトのヘリコプタ・バージョンとして、世界的な活動への貢献ができる。

# 【 5. 災害救援能力の向上】

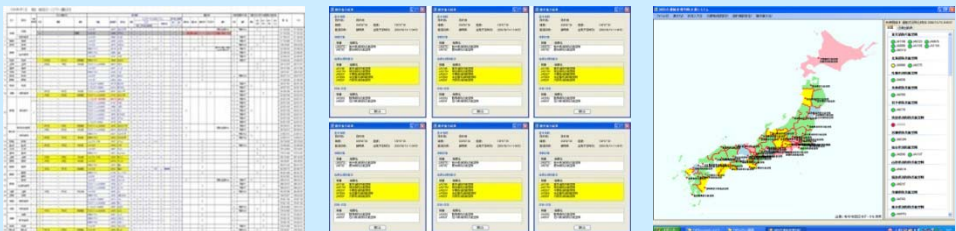
## 5-1. 災害時の航空機運用の効率向上技術

26項目との関連性  
20

狙い： 災害時に消防防災ヘリコプタ等の航空機と地上の対策本部等の間で情報(ミッション、機材等)共有を行い、最適な運航管理によって効率性・安全性を向上する。また、災害時に消防防災ヘリコプタ等の夜間や悪天候下での安全・確実な運航を支援する。

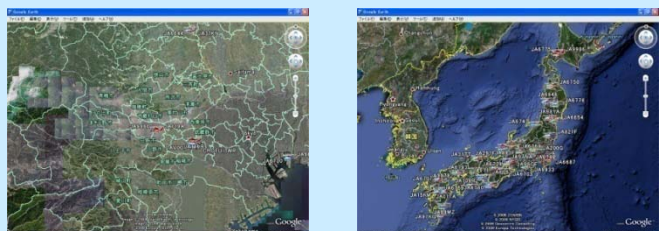
- ・2017年までに、ユーザーによる情報共有ネットワークの利用実証
- ・2017年までに、製造者と共同で、災害時の消防防災ヘリコプタの安全確実な運航につながる技術を実証

### 広域用運航管理システム




全国の消防防災ヘリ (72機)のデータベース      被災地ヘリベース への機体配置状況      広域応援状況 (他の災害への備え)

### 現地用運航管理システム




各機体の運航状況 (被災地周辺)      各機体の運航状況 (全国)

### 情報共有ネットワーク



### HMDによる精密誘導飛行



### 赤外線カメラによる状況認識向上

### 災害救援ヘリコプタの能力向上

## 【 5. 災害救援能力の向上】 5-1. 災害時の航空機運用の効率向上技術

26項目との関連性  
20

### 背景、補足事項

- ユーザ・ニーズに適合した情報共有・データベース規格、最適運航管理アルゴリズムおよび無人機と連携したシステムの研究開発および消防庁等への技術移転を行う。
- 災害地点まで行くこと(IFR運航)、目視VFR運航が可能な地点まで降りること(ポイント・イン・スペース)、曲線誘導を山間地等でできること(SVS、EVSによる誘導)を可能とする研究開発を行う。

# 【5. 災害救援能力の向上】

## 5-2. 災害時の航空機による消火能力の向上技術

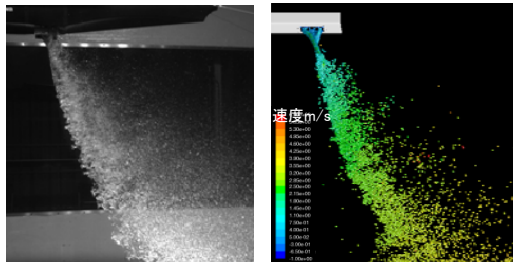
26項目との関連性  
21

■ 狙い： 大規模災害の一つである林野火災や、大震災時の都市火災などに対する消火能力を確保する。

・2017年までに、飛行機(例えば、消防飛行艇)の技術課題解決と機能高度化を実現

### ■放水空力技術

投下した水塊の変形、分裂、飛散の現象解明・予測と、飛行速度や高度による放水散布の制御、消火効率の向上



風洞放水試験による現象把握と、CFD解析による予測

### ■飛行制御・パイロット支援

高々度、低速での安全な放水飛行制御と、火災への正確なアプローチおよび水投下のパイロット支援



フライトシミュレータによる放水飛行のパイロット評価

### ■構造健全性の確保

消火飛行におけるミッションプロファイルの設定や、火災上空の飛行および放水時の荷重予測



火災上空の飛行時の各種の影響把握が必要

JAXA/新明和/JADC共同研究として実施中

### ○課題例

- ・実機スケールでの消火技術実証
- ・特殊運用を念頭に置いたレギュレーション設定
- ・実運用機のTC取得に向けた法規上の問題



## 【5. 災害救援能力の向上】 5-2. 災害時の航空機による消火能力の向上技術

26項目との関連性  
21

### 背景、補足事項

○地球温暖化に伴い、高温乾燥した森林で大規模な火災が増加しており、防災の観点から喫緊の課題

○林野火災によって発生する大量のCO<sub>2</sub>は無視できない量となりつつあり、火災の大規模化の防止が重要

○大容量の空中放水消火を可能とする消防飛行艇の実現に向け、効果的で安全な空中消火技術を確立するための課題解決と機能の高度化を図る。

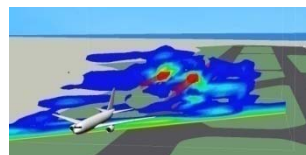
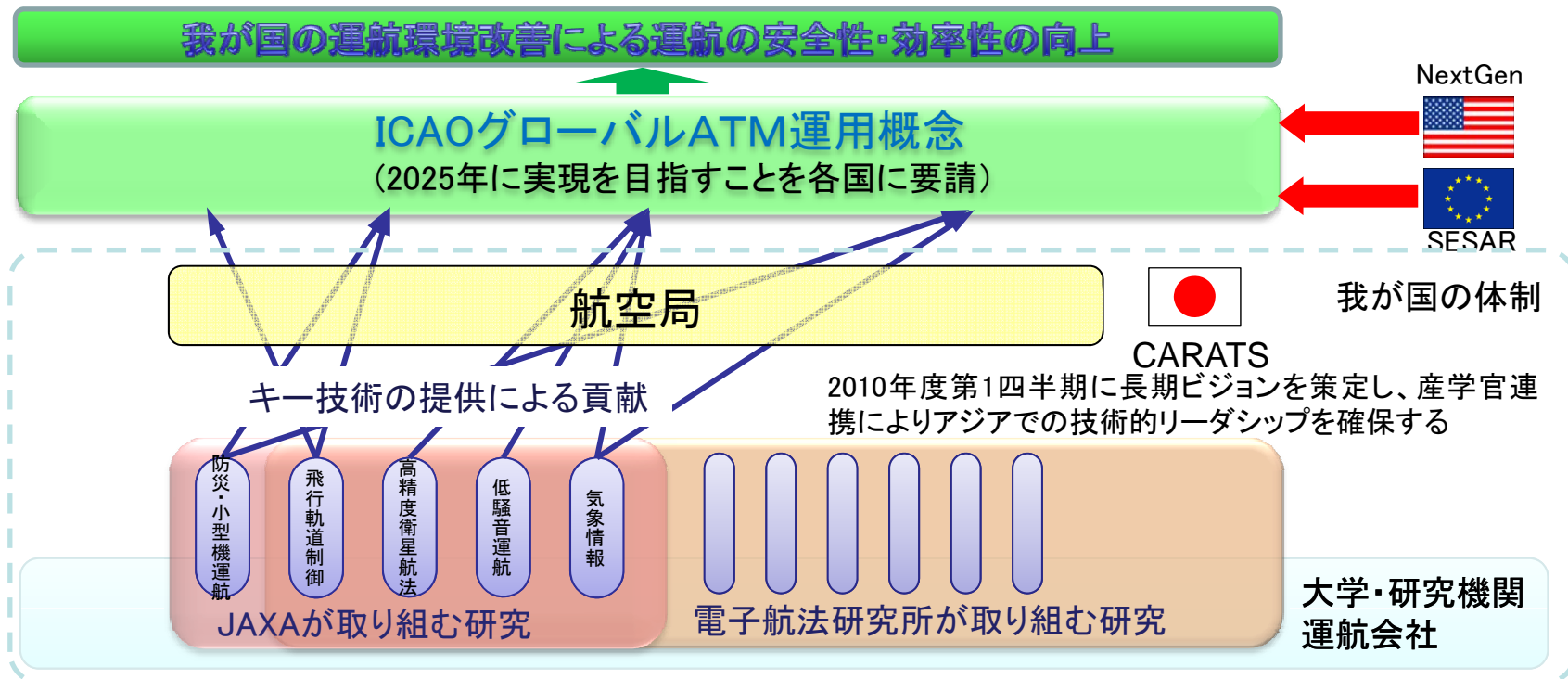
○救難飛行艇US-2の搭載能力、低速飛行性能、フライバイワイヤ技術などを生かし、効果的で安全な空中消火を実現すべく、これらを発展させるとともに密接に連携させた技術開発により、消防飛行艇としての高い性能を獲得

# 【6. 将来航空交通システム構築のための運航技術の開発】 6. 将来航空交通システム構築のための運航技術

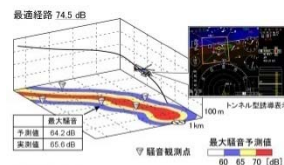
26項目との関連性  
9, 13, 23

狙い: 主に機上装置に関する研究開発により運航の安全性・効率性の向上を実現する技術を確立し、国土交通省の策定する長期ビジョンCARATSを通じてICAOグローバルATM運用概念で必要とされるキー技術の国際基準策定へ貢献するとともに、我が国の運航環境改善により運航会社・ユーザへ利益をもたらす。

・2017年までに、ICAOグローバルATM運用概念で必要とされるキー技術を国際基準として提供



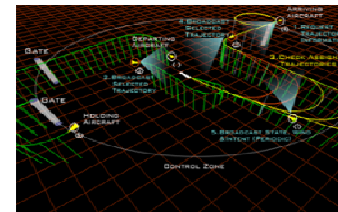
気象情報



低騒音運航



防災・小型機運航



飛行軌道制御



高精度衛星航法

## 【6. 将来航空交通システム構築のための運航技術の開発】 6. 将来航空交通システム構築のための運航技術

26項目との関連性  
9, 13, 23

### 背景、補足事項

○ 電子航法研究所等、産学官と連携し、飛行実証を通じてJAXA優位技術(5技術課題)の実用化への目処付けをする。



# 【7. 国際優位技術の先行的獲得】

## 7. 1. 次世代超音速旅客機技術

26項目との関連性  
24

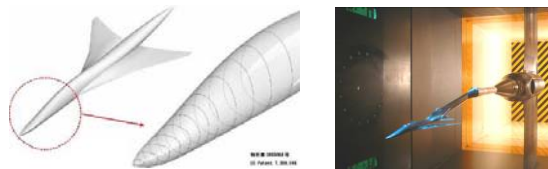
■ 狙い： 次世代超音速旅客機の国際共同開発への主体的参画を視野に入れ、「環境適合性」と「経済性」の両立を実現する世界的な優位技術の獲得を目指す。またICAOのソニックブーム基準策定(2013年～)への技術的貢献を果たす。

- ・2017年までに、小型超音速旅客機の実現を可能とするキー技術(例えば、ソニックブーム低減技術)の実証
- ・2022年までに、大型超音速旅客機の実現を可能とするキー技術(例えば、離着陸性能)の実証

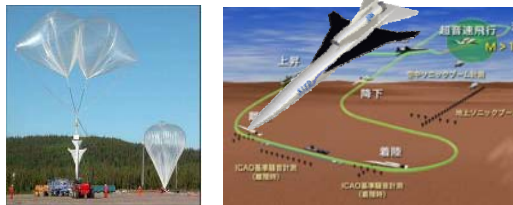
### 優位技術の獲得による競争力強化

#### ■ 低ソニックブーム/低抵抗設計技術

世界的優位技術獲得の一環として、独自設計コンセプトの実証(D-SEND)を行うとともに、多分野融合多目的最適設計手法等の先進的数値シミュレーション技術を駆使した低ソニックブーム/低抵抗機体形状設計技術の飛行実証(S3TD)を目指した技術開発を実施し、その技術成熟を図る。



低先端ブーム/低抵抗設計コンセプト (特許第3855064号/US Pat.7,309046) 風洞試験での確認



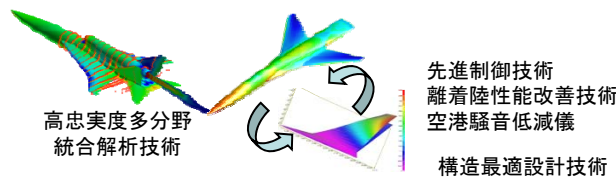
コンセプト確認落下試験 (D-SEND:2012年) 設計技術の飛行実証 (S3TD:2017年)

#### ■ 複合材構造技術等の基盤技術

次世代超音速旅客機の実現の鍵となる技術であって亜音速旅客機等への波及性も高い基盤技術、特に世界的技術優位を確保し得る複合材構造技術や先進コンピュータ設計技術等の高度化、技術成熟を図る。(ジェットFTBの利活用による技術検証等も含む。)



高精度・低コスト複合材 構造成形技術 耐熱複合材料 長期耐久性評価



高忠実度多分野 統合解析技術 先進制御技術 離着陸性能改善技術 空港騒音低減儀 構造最適設計技術

多分野融合多目的最適設計技術

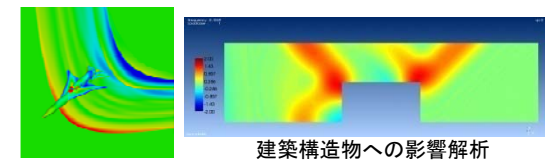
### 国際環境基準策定への貢献

#### ■ ソニックブーム計測・評価技術

国際民間航空機関(ICAO)におけるソニックブームの国際環境基準策定の検討に資するソニックブームの許容性評価手法等評価技術、伝播解析/予測技術や計測技術の開発を実施し、得られた技術データや科学データをICAOに提供する。



ブームシミュレータによる 被験者試験 音響振動試験装置を用いた基礎試験 ソニックブーム計測技術



高精度ブーム解析 建築構造物への影響解析 ソニックブーム伝播解析/予測技術

## 【 7. 国際優位技術の先行的獲得】 7. 1. 次世代超音速旅客機技術

26項目との関連性  
24

### 背景、補足事項

○鍵であるソニックブーム低減技術を中心とした「環境適合性」と「経済性」の両立を実現する技術を開発・実証する。

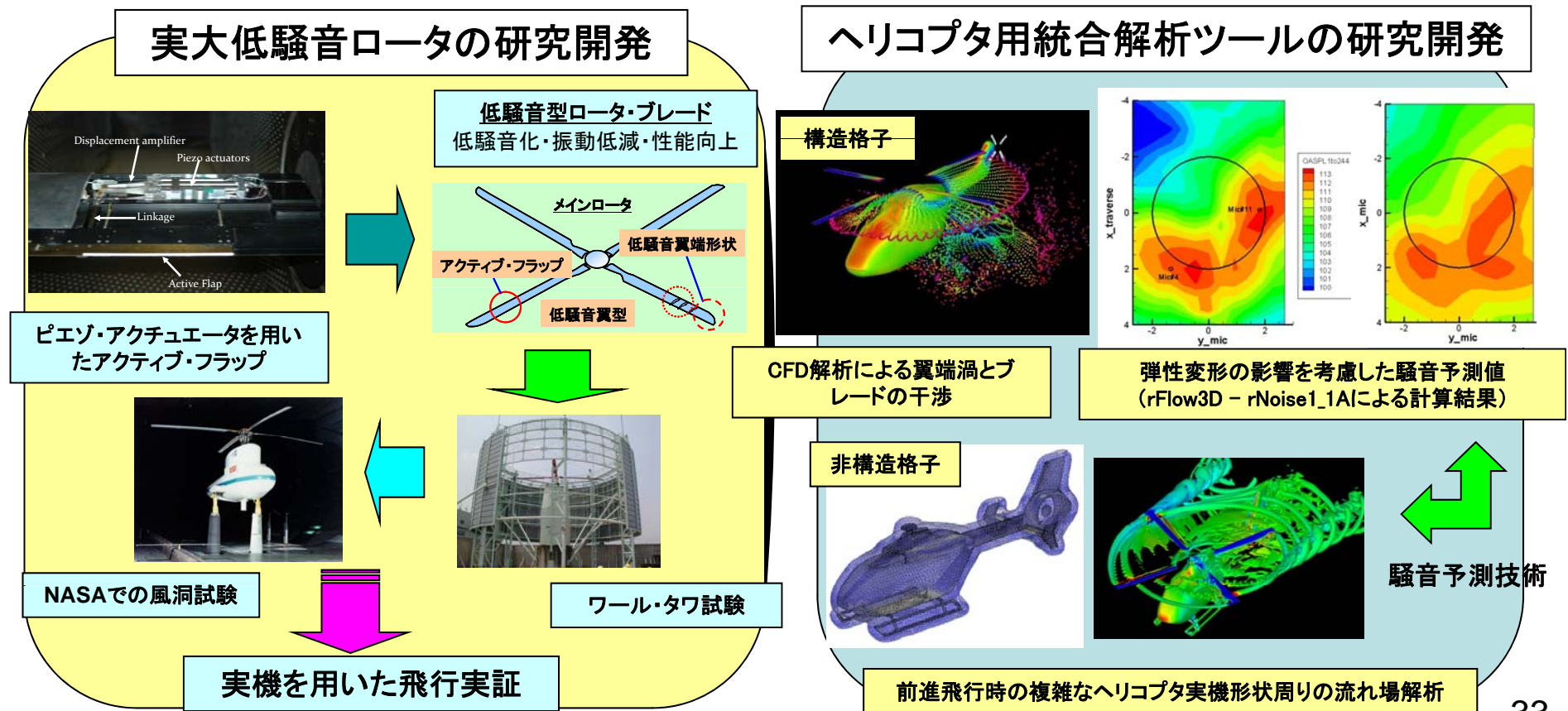
○次世代超音速旅客機の実現に必要な重要技術課題を克服する技術を獲得することの一環として、2015年頃までに小型超音速旅客機の実現を可能とする技術目標を達成する。2020年頃までに大型超音速旅客機実現の鍵となる重要技術分野で優位技術を獲得し、技術移転可能なレベルまでの技術成熟を行う。

# 【7. 国際優位技術の先行的獲得】 7. 2. 回転翼航空機の高性能化技術

26項目との関連性  
12

狙い:ヘリコプタから発生する騒音(回転翼騒音(ブレード・渦干渉騒音、高速衝撃騒音等))を大幅に低減する技術の実証。

・2017年までに、実機を用いた騒音低減化技術の飛行実証



## 【7. 国際優位技術の先行的獲得】 7. 2. 回転翼航空機の高性能化技術

26項目との関連性  
12

### 背景、補足事項

- 市街地等で活躍するヘリコプタの騒音に対する苦情やICAOにおけるヘリコプタ騒音新基準の策定など、近年ヘリコプタ騒音の低減に対する国民(地域住民)の関心が高まりつつある。
- この様な背景から、平成12年度、旧NAL時代における「フロンティア研究」において、騒音低減技術に関する各種アクティブ・デバイスの比較検討を行い最終的にアクティブ・フラップが妥当という結論を得た。
- この検討の結果、騒音低減化技術に関しては、アクティブ・フラップを用いて、-6dBのBVI騒音低減を図る。他方、翼平面形や翼型、翼端形状などの改良によりICAOの現行騒音基準に比して総合的に-10dBの騒音低減効果を目指すことが目標となっている。
- 具体的には、BVI騒音を低減するためにアクティブ・フラップを用いたアクティブ・デバイスにより騒音低減化技術の開発を目指す。実証方法としては、特にCFD技術を用いた騒音推算解析技術(ヘリコプタ用統合解析技術)の確立及び他機関との研究協力による飛行試験等の実験的手法によって実証する。
- この結果、本技術を開発することにより、ドクター・ヘリや消防・防災、警察、報道などに広く用いられているヘリコプタの普及拡大を可能とする。
- アクティブ・デバイスには、フラップだけでなくJAXA特許であるタブ形式、モーフィング技術を用いたツイスト形式などがある。これら技術については、他機関との間でそれぞれのテーマで共同研究等で研究を進める。
- 我が国におけるヘリコプタ製造メーカーとの協力が不可欠のため、連携関係の構築に努める。

# 戰略的・先行的研究開発

■ 狙い： 極超音速エンジン技術と極超音速機体技術を確立し、世界における技術的優位性を確保する。

○太平洋を2時間で横断できる極超音速旅客機の実現に向けて、極超音速エンジン技術と極超音速機体技術を確立し、これらを適用した無人極超音速実験機の飛行実証する。また、極超音速システム設計技術を適用して、有人極超音速実験機によるマッハ5飛行実証を行い、極超音速旅客機の実用化を目指す。

○無人極超音速実験機を用いて、主要技術の飛行実証を行う。固体ロケット等を利用してマッハ5まで加速し、巡航時の性能データを取得する。(2011～2020年)

○有人極超音速実験機を用いて、極超音速旅客機の要求仕様を満たすシステム設計、安全性、信頼性に関する技術を確立する。(2021～2030年)

## ■ 極超音速エンジン技術

液体水素燃料を用いた予冷却サイクルの極超音速エンジンについて、離陸からマッハ5の高空環境風洞実験と飛行実験によって、エンジン運転技術を確立する。



極超音速エンジン燃焼実験  
(地上静止、液体水素燃料)

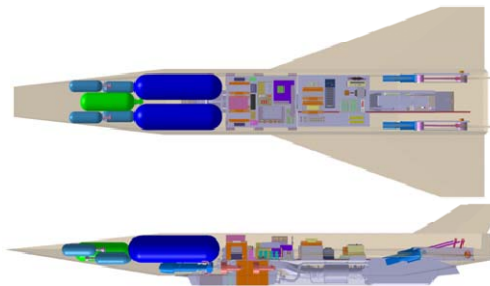


極超音速ターボジェットエンジン

## ■ 極超音速機体技術

離陸からマッハ5まで、高い揚抗比を実現するとともに、巡航時の空力加熱を低減するための空力設計技術を確立する。

マッハ5巡航時の1000℃の温度環境に耐える軽量遮熱構造と、液体水素燃料を用いて機体への熱侵入を防ぐ熱管理システム技術を確立する。



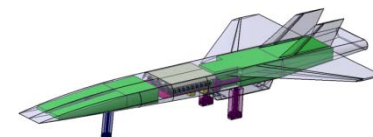
無人極超音速実験機(マッハ5)

## ■ 極超音速システム設計技術

液体水素を用いた極超音速旅客機を実現するために、多分野統合最適化解析技術と信頼性設計技術を確立する。



有人極超音速実験機(マッハ5)



極超音速旅客機の機装設計

# 【戦略的な先行的研究開発】 革新機体コンセプト

26項目との関連性  
6

## 狙い: 革新機体概念の技術的成立性を実証

### ■ 空力・騒音要素技術の実機適用技術

- 要素研究から得られるコンセプトのTRL向上
- 摩擦抵抗低減技術(自然層流翼, 境界層制御技術など)
- 機体騒音/脚騒音の低減技術のTRL向上. 機体-エンジン干渉騒音低減技術の研究開発を実施

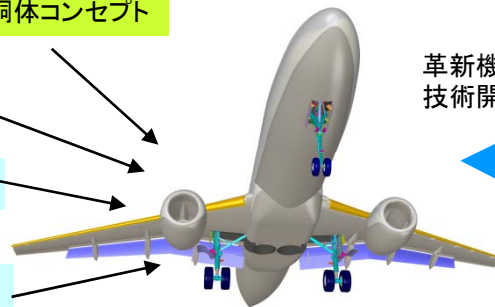
自然層流翼, 自然層流胴体コンセプト

境界層制御技術

高揚力装置・脚騒音低減技術

機体-エンジン干渉騒音の低減

機体システムとしての評価



革新機体検討と要素  
技術開発の連携

### ■ 新規コンセプト機体の検討例

- 150席クラスを想定
- 超高バイパス比エンジンによる燃費低減と, 機体による騒音遮蔽効果の積極的活用のために, エンジンをアッパーマウント
- 客室快適性とターンアラウンド時間短縮を狙った2通路の機体を実現するために, 非円形胴体を採用



戦略的な基礎・基盤研究

# 【戦略的な先行的研究開発】 高信頼性軽量材料・構造技術

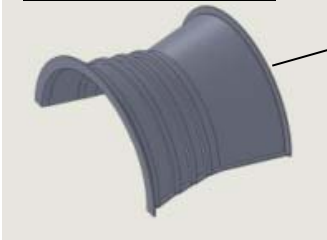
26項目との関連性  
7

狙い：我が国の複合材技術等得意技術を発展させ、国際的優位性を一層高めるとともに、低燃費化、CO2排出削減、安全性向上に貢献する。

## エンジンへの複合材適用拡大、多機能材、スマート構造、次世代加工技術

### ■エンジンへの複合材適用拡大

#### 耐熱FRPケーシング

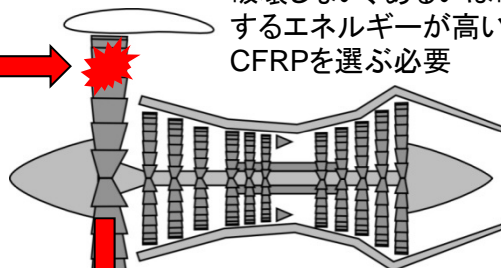


圧縮機への適用を目的とした耐熱FRPケーシングの例

**~500 m/sの速度での、CFRP積層板の高速飛翔体衝突特性が重要。** ファンブレード

軟体の異物が衝突しても、破壊しない、あるいは破壊するエネルギーが高いCFRPを選ぶ必要

ファンブレード異物の衝突機速 (~300 m/s)

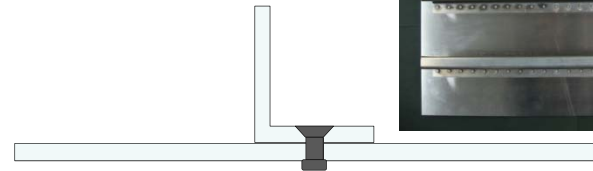


ファンケース  
破損したファンの衝突チップの周速 (~450 m/s)

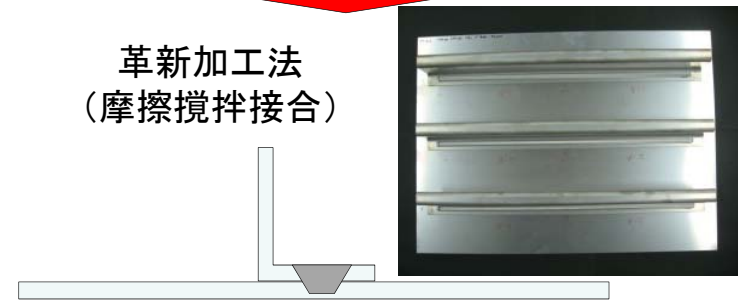
ファンケース  
硬体が衝突しても、貫通しない、貫通エネルギーが高いCFRPを選ぶ必要

### ■次世代加工技術

従来加工法  
(リベット接合)



革新加工法  
(摩擦攪拌接合)



次世代加工技術

加工技術の革新化のイメージ



【戦略的な先行的研究開発】  
バイオ燃料のライフサイクル解析技術  
水素燃料供給・利用技術  
ハイブリッドエンジンシステム技術

26項目との関連性  
2, 3, 4

- バイオ燃料のライフサイクル解析や燃料生成の持続性検証。他分野(学界、燃料業界、エアライン)と連携協力した研究開発。
- 水素供給インフラや液体水素燃料の利用技術等、他分野の水素利用技術と相補的な研究開発。水素航空機システムとしての技術課題も踏まえた検討を実施。
- モータ技術、ハイブリッドシステム技術等の個別技術は、幅広い選択肢を意識しながら、着実に研究。10年以降先での実用化をにらんだ戦略的な研究開発。

■ バイオ燃料ライフサイクル解析

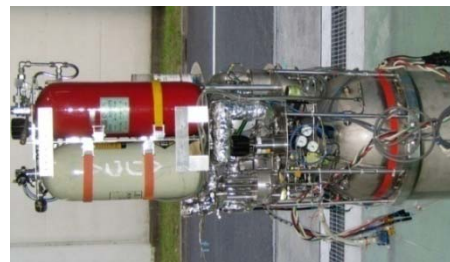
バイオ燃料のライフサイクル解析や燃料生成の持続性検証。他分野(学界、燃料業界、エアライン)と連携協力した研究開発。



第2世代航空用バイオ燃料原料植物

■ 水素燃料管理技術

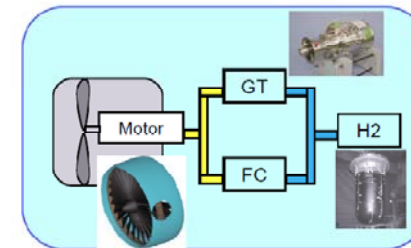
液体水素の貯蔵・供給まで含めた安全で効率的な管理技術を獲得し、広く水素社会の実現に向けて貢献する。



液化水素供給系

■ ハイブリッドエンジン

燃料電池と電動ファンの導入によって高効率を実現する、ハイブリッドエンジンの技術を開発する。



ハイブリッドエンジン  
(ガスタービン／燃料電池／電動ファン)

■ 狙い: 将来の航空機の国際競争力向上に貢献する新コンセプト技術を先行して獲得する。

○脱化石燃料化技術の有力候補の一つである電動化航空機システム技術の研究開発に取り組み、電動化の短所(小さなエネルギー密度と出力密度)を克服すると同時に、電動化の長所を積極活用して高度な機能を創出する。

○動力源

電動化航空機技術の重要な要素技術である2次電池と燃料電池システムについては、今後、電気/ハイブリッド/燃料電池自動車、水素ステーションの普及状況に応じて飛躍的に進歩する可能性があるため、航空機システム適用への課題解決を図りつつ、産業界との連携によって逐次最新技術を取り入れることを目指す。

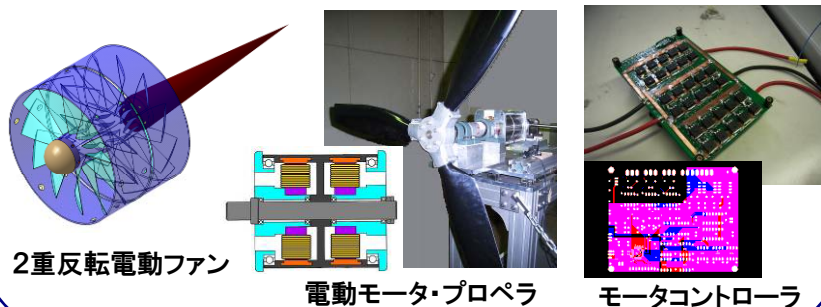
○航空機システム(アクチュエータ、空調、補助動力装置等)の電化

抽気システムや油圧システムを電気システムに置き換えることは軽量化・簡素化のみならず高効率化ももたらすため、次世代の航空機は電化(More Electric Aircraft)の方向に向かう(例:A380, B787)。電動化航空機システム技術の研究開発によって獲得した技術を、逐次航空機システムの電化にも適用することを目指す。

○モーター技術の波及先としてヘリコプターのローター回転数制御に適したエンジンのハイブリッド化の検討も視野に入れる。

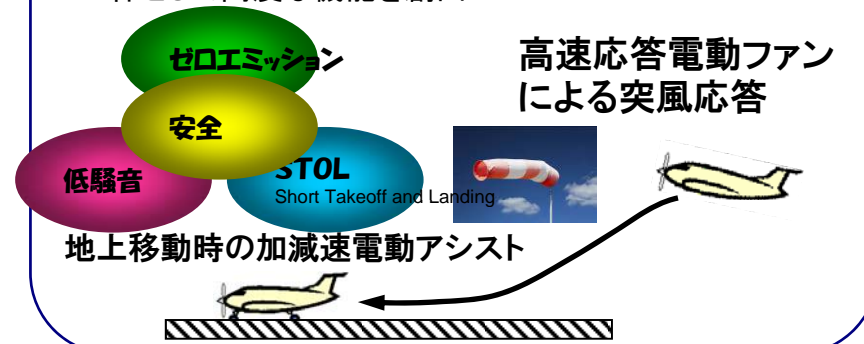
■ 電動推進系技術

センサレスDCブラシレスモータ制御技術、モータ・コントローラ設計・評価技術、ファン/モータ特性マッチング技術を中心に高効率化・軽量化・高機能化を実現



■ 電動化システム技術

電動推進系の長所(制御性、高速応答、高効率、クリーン、低騒音等)を活用し、航空機システム全体として高度な機能を創出



# 【戦略的な先行的研究開発】 ヘリコプタの高速化技術

26項目との関連性  
26

狙い：ヘリコプタの高速化技術実証を通して飛行領域を拡大し、新たなヘリコプタ利用を開拓すること

- 将来、コンベンショナルなヘリコプタの市場を席巻する可能性のあるコンパウンドヘリコプタの開発技術を確立し、外国による市場の独占を阻止する。
- 先進技術を適用したコンパウンドヘリコプタの技術実証機を開発し、飛行実証によって開発技術を確立した後、メーカーへの技術移転を図る
- 行政や民間との連携のもと、ドクターヘリのカバー領域拡大など、新たな利用の開拓に取り組む。

## ■技術課題1(概念設計)

- ・M/R形態、アンチ・トルク・システム、推力低減要素(翼など)

## ■技術課題2(システム技術)

- ・機体システム設計技術
- ・安全性・耐空性技術

## ■技術課題3(要素技術)

- ・空力・騒音技術：高速化を可能とするロータ、騒音・振動低減
- ・構造・機構・材料技術：ロータとプロペラを作動させるパワー供給システム、軽量化
- ・制御技術：従来のヘリコプタとは異なる制御、FBW/PBW
- ・推進技術：高性能プロペラ



## 【戦略的な先行的研究開発】 粒子状物質(PM)の低減技術

26項目との関連性  
14

狙い: PM (Particulate Matter) の計測技術および排出低減技術において国際的優位性のある技術の獲得を狙う。

○航空機エンジンでは煙に対する規制が実施されているが、それよりも微小なPMについては未だ検討段階であり、排出されるPMについても明らかになっていない。エンジンから排出されるPMの濃度、粒度分布を明らかにし、これを抑制するための燃焼技術の開発が重要である。ICAOにおけるPM基準策定に向けた取り組みに関する動向を注視しながら進める。

### ■ 粒子状物質 (PM (Particulate Matter)) 低減

燃焼器試験におけるPMの計測技術を開発。燃料微粒化技術の高度化、予混合予蒸発燃焼により低PM化を実現。



航空機エンジン用排煙濃度計 (JAXA開発)