



## 被雷防御技術 (耐雷複合材料・着雷制御)

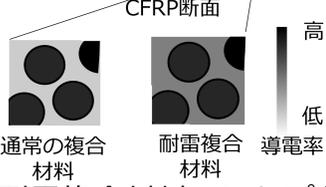
### 被雷時の損傷/航空機の被雷数を減らす

- 被雷による遅延/欠航の低減
- 被雷損傷修理によるダウンタイムの低減
- 被雷損傷の修理コスト削減

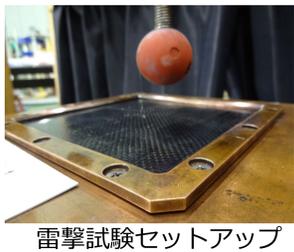
#### 耐雷複合材料

樹脂の導電性を向上させ、被雷損傷を低減させる  
導電率の比較 (S/cm) (高いほど雷撃損傷が小さくなる)

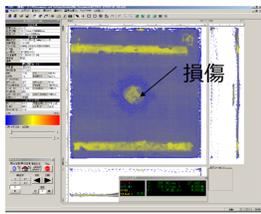
アルミ、銅	複合材料-繊維方向	複合材料-横方向	複合材料-板厚方向	耐雷複合材料-板厚方向
$10^5$	$10^2$	$10^{-2}$	$10^{-4}$	$10^0 \sim 10^0$



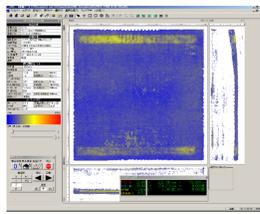
耐雷複合材料コンセプト



雷撃試験セットアップ



通常複合材料

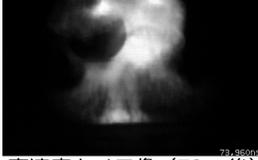


耐雷複合材料

雷撃試験後の非破壊検査結果



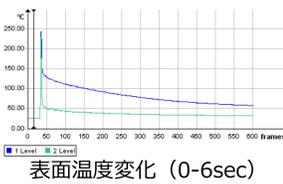
高速度カメラ像 (着雷時)



高速度カメラ像 (73μs後)



赤外線カメラ像 (36ms後)



表面温度変化 (0-6sec)

### 【キーとなる技術】

#### 耐雷複合材料

- 複合材料の被雷損傷を低減する耐雷性樹脂

#### 着雷制御

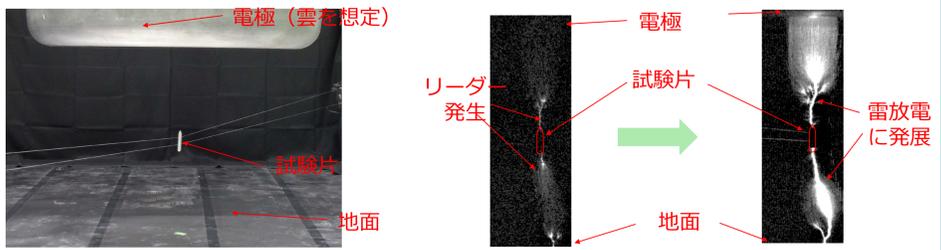
- 電界計測センサーによる航空機周りの電界計測
- 電荷制御デバイスによる機体への電荷付与
- リーダー発生を抑制する機体周囲の電界制御

### 着雷制御



着雷制御コンセプト

雷発生の再現 → 雷発生の抑制の検証 → 着雷制御システムの構築



放電試験セットアップ

放電試験による雷発生の再現

## エンジン防除氷技術

### ジェットエンジンのファンの着氷を抑制する

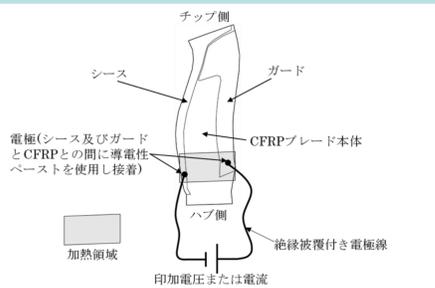
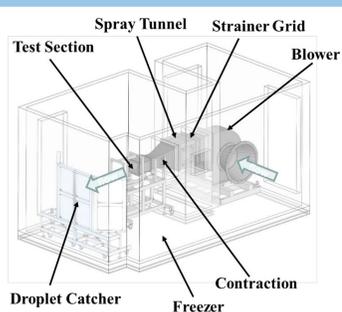
- ファン効率低下の抑制
- 推力低下の抑制
- 氷の剥離による物理的損傷の抑制

### 【キーとなる技術】

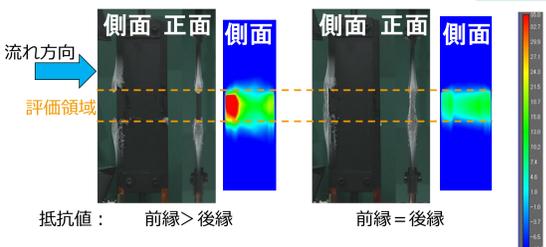
#### アクティブ、パッシブ双方による防除氷方式

- CFRPの発熱特性を活用したアクティブ (エネルギー投入有り) な防除氷ファン
- 翼型形状の工夫によるパッシブ (エネルギー投入無し) な防除氷ファン

#### 防除氷ファン (アクティブ)



ヒーティング防除氷ファン コンセプト



前後縁導電性ペースト抵抗値違いによる防氷試験結果と側面表面温度分布

Maximum Airflow Speed [m/s]	50
Temperature [°C]	-30 ~ -5
Refrigeration Room [mm <sup>3</sup> ]	2500 × 4500 × 2400
Spray Tunnel [mm <sup>2</sup> ]	400 × 400
Air outlet [mm <sup>2</sup> ]	200 × 200

着氷風洞

## エンジン砂塵防御技術

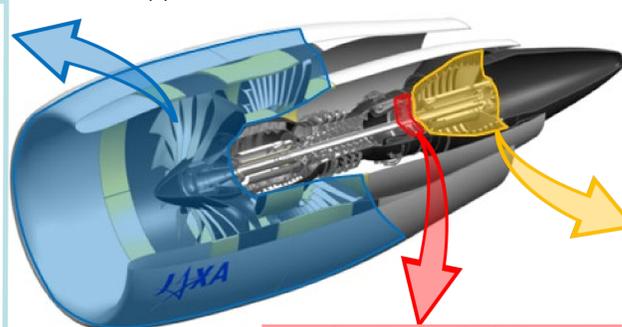
### ジェットエンジンのタービンを砂塵から守る

- 損傷や付着を抑制することによる安全性向上、長寿命化  
=> MRO (Maintenance, Repair and Overhaul) コストの削減
- 損傷や付着が発生しても空力性能や冷却効率の低下を抑制  
=> 長期運用時の燃費を削減

### 【キーとなる技術】

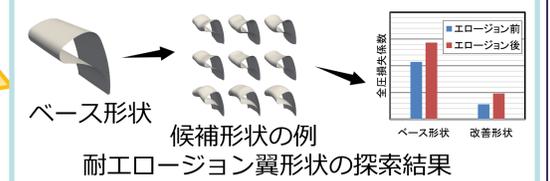
#### 耐エロージョン・耐デポジション設計技術

- マルチフィジックスCFDによる3D翼設計技術
- 流体伝熱連成シミュレーションによる冷却設計技術
- 実環境 (高温高速流れ) を模擬可能な実証試験技術



#### 低圧タービンで発生する課題

- ・ 硬い砂塵が高速で部材に衝突し、損傷させる (エロージョン現象)
- ・ 流路形状が変化し、空力性能が低下する



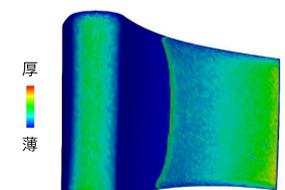
耐エロージョン翼形状の探索結果

#### 高圧タービンで発生する課題

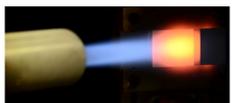
- ・ 高温の砂塵が溶融し、部材表面に付着する (デポジション現象)
- ・ 冷却空気流路を閉塞させると極めて危険



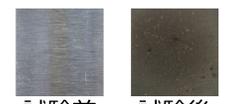
Rolls-Royce 砂塵による粒子付着



解析による付着厚さ予測



試験写真



試験前 試験後 材料劣化の評価試験

次世代航空イノベーションハブ

○岡田孝雄、守田克彰、吉川栄一、井之口浜木、宮木博光、水野拓哉、鈴木正也

## 火山灰・氷晶検知技術

### 運航に影響を及ぼす大気中の危険物質を検知 世界初の搭載用火山灰・氷晶遠隔計測

- 航空路上の浮遊物質(火山灰・氷晶)の識別と質量濃度算出による安全情報の提供
- 火山灰・氷晶領域の過剰な迂回による経済損失の削減

#### 【キーとなる技術】

#### 搭載型遠隔測定技術 (ライダー)

- 偏光状態測定による浮遊物質の識別技術
- 受信光強度から浮遊物質の質量濃度への変換技術
- アイセーフティと入手容易性を備えた1.5μm帯レーザを採用した新しいセンシング技術

#### 発生している現象の概要

- ★ エンジンが火山灰・氷晶を吸引することによる推力低下
- ★ ピトー管に大量の氷晶が付着し、誤動作を誘発

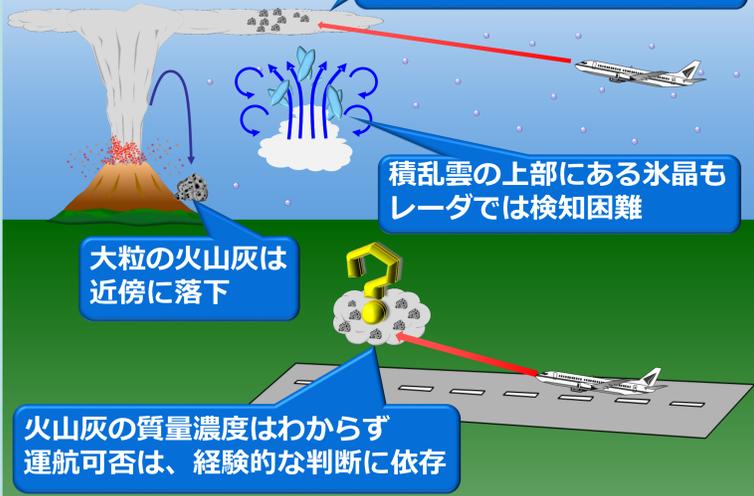
★ 夜間はもちろん、日中でも目視判断はできない

小粒の火山灰は成層圏下部等の逆転層部で遠方各地へ拡散

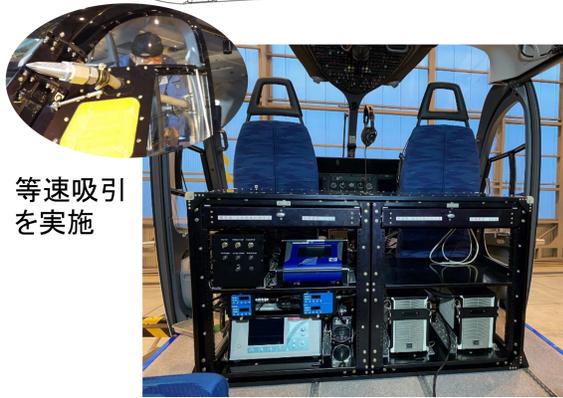
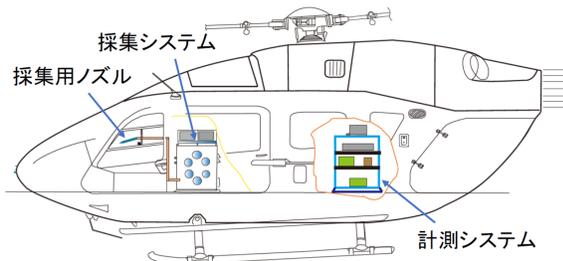
積乱雲の上部にある氷晶もレーダでは検知困難

大粒の火山灰は近傍に落下

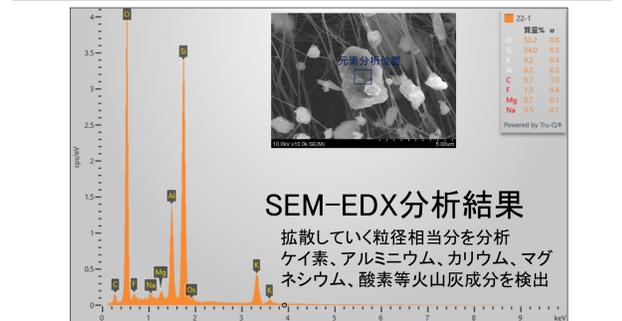
火山灰の質量濃度はわからず  
運航可否は、経験的な判断に依存



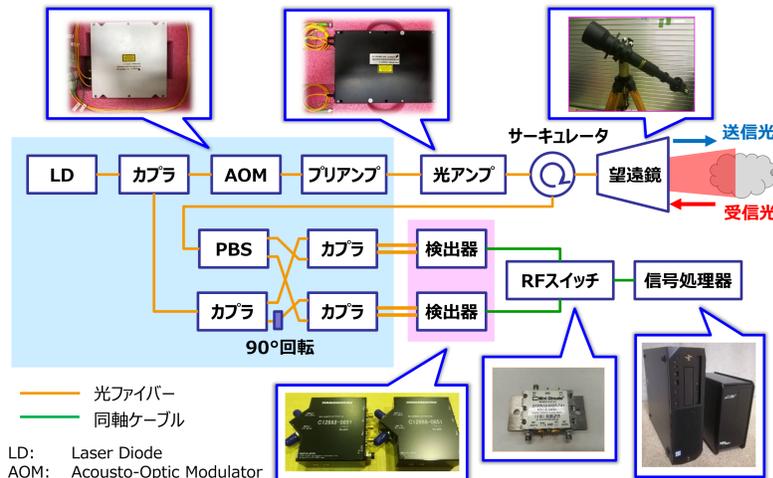
### 火山灰の観測飛行：ライダーの較正・評価用にサンプリング装置をヘリに搭載



等速吸引を実施



### 検知技術：レーザの散乱光を受信して対象の識別と質量濃度の算出



- LD: Laser Diode
- AOM: Acousto-Optic Modulator
- PBS: Polarizing beam splitter
- RF: Radio Frequency

検知ライダーブロック図

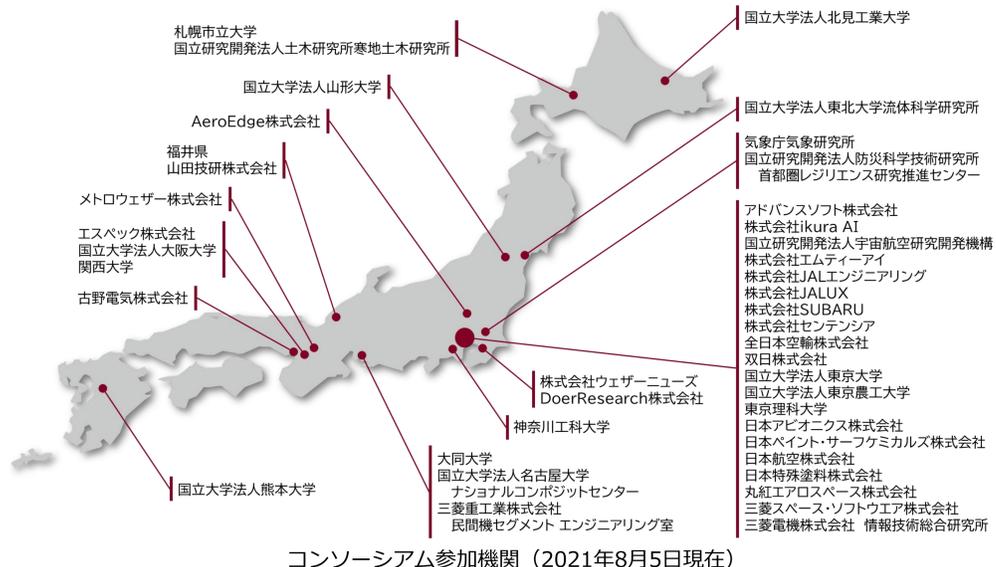
偏光検知による目標識別  
・ 対象の形状 (球形/非球形) により散乱光の偏光状態が変化  
↓  
偏光を検出することで火山灰や氷晶を識別

実測によるモデル構築  
・ 空中の火山灰や氷晶の粒形分布を実測し、散乱強度モデルのDBを構築  
・ 本DBにより、散乱光強度から質量濃度を算出

## WEATHER-Eye

### WEATHER-Eyeコンソーシアム

航空工学の枠を超え、産官学42機関 (ステアリング機関23機関、パートナー機関19機関) が参画



コンソーシアム参加機関 (2021年8月5日現在)



気象影響防御技術 (WEATHER-Eye) コンソーシアム  
<https://www.weather-eye.jp/>



気象影響防御技術 (WEATHER-Eye) の研究開発  
<https://www.aero.jaxa.jp/research/star/safety/>

### 開催のご案内

## 第6回 WEATHER-Eyeオープンフォーラム

参加費無料 / 定員500名

2021年12月14日 (火) 13:00-17:00頃  
オンライン開催 (Zoomウェビナー)

参加方法：公式HPにて事前参加登録 (ページ開設は10月下旬予定)  
<https://www.weather-eye.jp/event/weye2021.html>

問い合わせ先：WEATHER-Eyeコンソーシアム事務局  
[info@weather-eye.jp](mailto:info@weather-eye.jp)