

運航安全・環境保全技術の研究開発 の進捗状況について

宇宙航空研究開発機構

平成18年8月1日

第18回航空科学技術委員会

中期目標・計画及び進捗状況

(平成15年度～平成19年度)

中期目標

中期計画

進捗状況

< 運航安全 >

航空輸送の安全性の向上並びに航空需要の増大に対応する技術として、

- ▶ ヒューマンエラー防止技術 ● → 運用試験に着手
- ▶ 乱気流検出装置 ● → 飛行実証
- ▶ 衛星利用航法誘導システム ● → 飛行実証

の研究開発を行う。

順調
概ね順調
概ね順調

分野別推進戦略 社会基盤分野 (平成18年3月22日 総合科学技術会議)

戦略重点科学技術

研究開発目標 (○: 計画期間中の研究開発目標、◇: 最終の研究開発目標)

○2010年度までに小型航空機の全天候・高密度運航システムを実現する低コストな国産アビオニクス(航空用電子機器)と運航システムの技術を実証する。【文部科学省】

◇2015年度までに各機体に機能分散した運航システムの技術開発により、安全性・利便性に優れた小型航空輸送システムを構築する。【文部科学省】

成果目標

◆2012年までに、離島コンピュータや災害救援機が悪天候時においても運航可能なシステムを構築し、国際的に勧告されている就航率95%を目指す。また、航空機(特に小型機)の更なる安全運航を可能にする。【文部科学省、国土交通省】

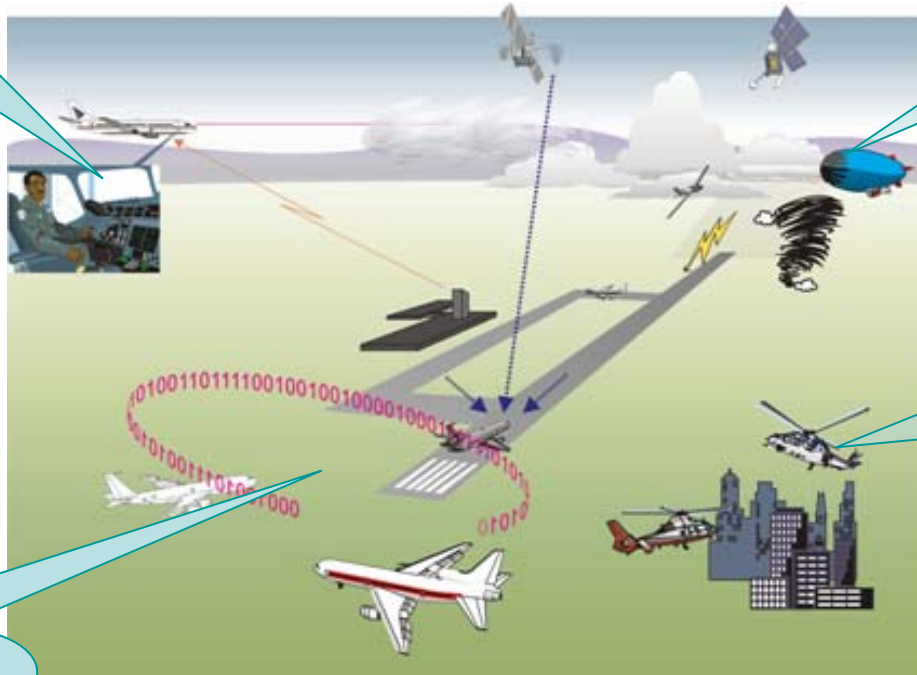
資金計画(戦略重点科学技術関連)

平成16～18年度 8億円、平成19年～24年度 TBD(20年度プロジェクト立ち上げ予定のため検討中)

運航安全・環境保全技術に関する研究課題

運航安全・環境保全技術が目指す世界

(最終成果目標)



1. 航空事故の防止

- 1-1 ヒューマンエラー防止技術の研究
- 1-2 乱気流事故防止技術の研究

管制を含むCRM訓練による
ヒューマンエラーの防止

人的要因による事故大幅減

ライダーによる晴天乱気流検知

客室内事故の50%減

2. 運航安全技術

- 2-1 要素技術の研究 (衛星航法、誘導・制御)
- 2-2 次世代運航システム (DREAMS) 研究

衛星航法による高精度進入・着陸、全天候運航

小型機の就航率95%に向上

データリンクを使った情報共有による全天候・高密度運航

災害救難ヘリの高密度運航実現

小型航空機によるネットワーク型の輸送システム創出

(参考) 5. 環境保全技術

5-1 地球観測のための
無人機技術の開発

気象等の観測、監視

災害監視無人機の実現

(参考) 5. 環境保全技術

5-2 回転翼騒音低減技術の研究

ヘリコプタの低騒音進入

着陸時の騒音6dB低減

1. 航空事故の防止

1-1 ヒューマンエラー防止技術の研究

中期計画中の目標

ヒューマンエラー防止に有効なCRM訓練に関する技術の研究開発を行い、運航会社を含めた運用試験に着手する

成果

- 従来、客観的な指標がなく経験で実施されてきたCRM¹⁾訓練に、**効果を定量的に測定できるCRMスキル計測指標を提案・開発し**、これに基づくLOFT²⁾を実施して計測指標の妥当性を検証した。今後、運航会社での運用によりCRM訓練プログラムの改善等、事故防止に役立つ。
- パイロット自らが容易に操作できる日常運航データ再生ツール(DRAP³⁾)を開発し**、JAL、ANA、JEX、ANKで評価・運用中である。今年度さらにAir DO社が運用に加わった。パイロット自らが操縦の改善点を把握して事故を未然に防ぐことに寄与している。

今後の課題、展開

CRM計測指標は運航会社を含めた運用試験の実施
DRAPの中小運航会社への普及

Cruise				
Takeoff/Climb				
Predeparture/Taxi-out				
1	2	3	4	
ほとんど実践されていない	時々実践(実践はされているが、効果が見えない)	効果的に実践	大変効果的に実践	

計測指標	計測ポイント	評点			
		1	2	3	4
状況認識 マネージメント	乗人が得た運航状況(例:システム、コックピット内外のコミュニケーション)の共有化	○	○	○	○
警戒	一点集中や思い込みを避けた状況認識力の維持	○	○	○	○
予測	状況の変化・Threat・潜在的な危険性・自分たちの陥りやすい環境の予測	○	○	○	○
問題点の分析	あらゆるリソースを活用した情報の収集・問題点の可能性の検討・客観的解析	○	○	○	○

JAXA-CRMスキル
計測指標



LOFT実験



DRAP

1) CRM (Crew Resource Management): 安全で効率的な運航を達成するために全ての利用可能な資源(ハードウェア、人間や情報)を活用すること。CRMスキルとはCRMを実践する能力のことであり、JAXAはCRMスキルとしてコミュニケーション、意思決定など5つのスキルを基本とした分類を提案している。

2) LOFT (Line Oriented Flight Training): CRMスキルの向上を目的として、シミュレータを利用して、路線運航におけるさまざまな事態を模擬して行う訓練。

3) DRAP (Data Review and Analysis Program): 飛行機に搭載されているデータ記録装置で取得されたデータをわかりやすく表示するソフトウェアで、飛行データをアニメーションとして可視化することなどにより、パイロットが自分の飛行の様子を直感的にレビューすることが可能となり、運航会社の安全性向上活動に寄与する。

1. 航空事故の防止

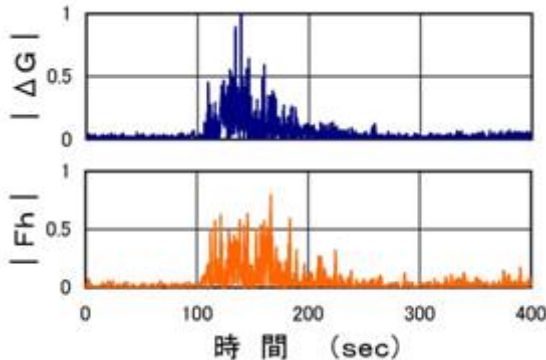
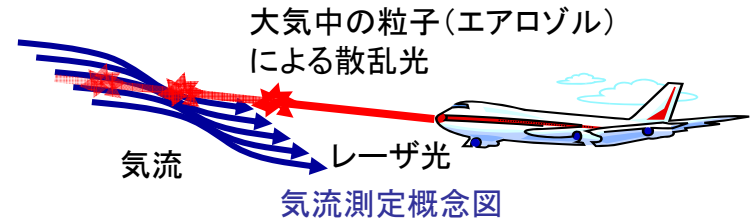
1-2 乱気流事故防止技術の研究

中期計画中の目標

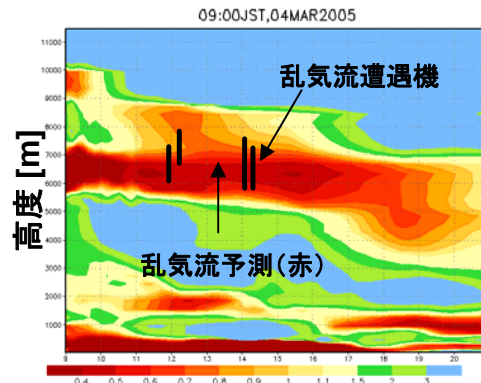
航空機搭載型乱気流検出装置(ライダ¹⁾)の研究開発を行い、飛行実証する

成果

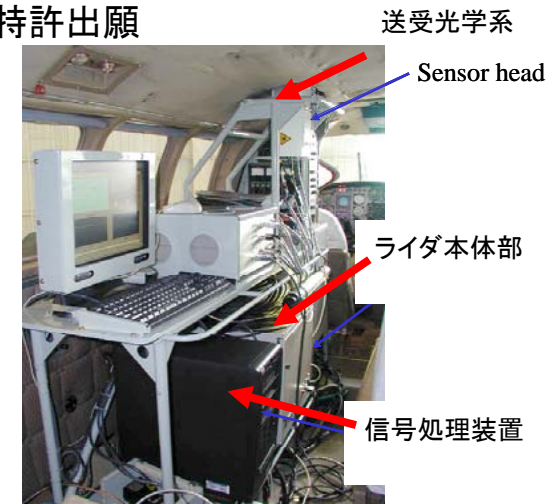
- 約1NM (1.8 km)遠方の気流を測定できる**世界最小**の機能モデルを試作し、飛行実証に成功。17年度に約3NM(5.5 km) 遠方の気流を測定できる**光ファイバ型**の装置を試作し、18年度飛行実証を目指す。
(NASA開発のライダ(固体レーザ方式でレンジ2.5kmを実証)より航空機への搭載性が良い。)
- ライダ開発に必要な大気中のエアロゾル濃度の計測飛行を実施し、データ蓄積中
- 乱気流の危険評価指数**Fhファクタ**を用いた警報アルゴリズムを開発し、特許出願
- 晴天乱気流を予報する地上システムの試作



Fhファクタと垂直加速度Gとの相関



晴天乱気流の予報



ライダの航空機搭載の状況

今後の課題、展開

- ・ ライダ高出力化による測定レンジ拡大(3NM→5NM)、およびその飛行実証
- ・ Fhファクタの改良と妥当性評価および乱気流中の機体運動模擬
- ・ 晴天乱気流予報地上システムの高速度化と予測精度評価

1) 風計測ライダ: 飛行機の前方にパルス状のレーザ光を放射し、大気中に浮遊する粒子による散乱光のスペクトルを測定することにより、風速を求める装置。

2. 運航安全技術

2-1 要素技術の研究(1/3) GAIA¹⁾

中期計画中の目標

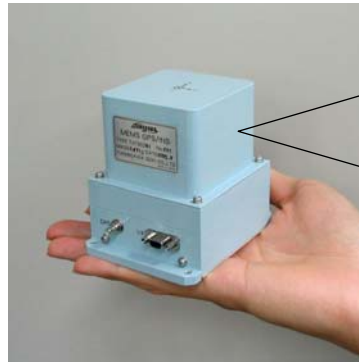
全天候・高精度運航を目的とした衛星利用航法システムの研究開発を行い、飛行実証を行う

成果

- GPSと慣性航法装置(INS)を複合化させ、精度・信頼性を向上する技術を開発し、小型航空機用としてMEMS²⁾センサを用いたシステム(Micro-GAIA)を開発した



中・大型機用MSAS-GAIA



小型機用Micro-GAIA



ジャイロ



加速度計

誤差は従来センサ(リングレーザジャイロ)の
1000倍



GAIA技術で精度補償

現時点でMEMS-GPS/INSとして世界最高レベルの精度を達成
(姿勢角 0.05 deg rms, GPS遮断60秒後の位置誤差 35m)

今後の課題と計画

さらなる精度向上と、有人機搭載を目指した信頼度向上アルゴリズムの搭載

1) GAIA: GPS Aided Inertial-navigation Avionics (GPS補強型慣性航法装置)

2) MEMS: Micro Electro Mechanical Systems (半導体製造技術によるマイクロマシン)

2. 運航安全技術

2-1 要素技術の研究(2/3) NOCTARN¹⁾

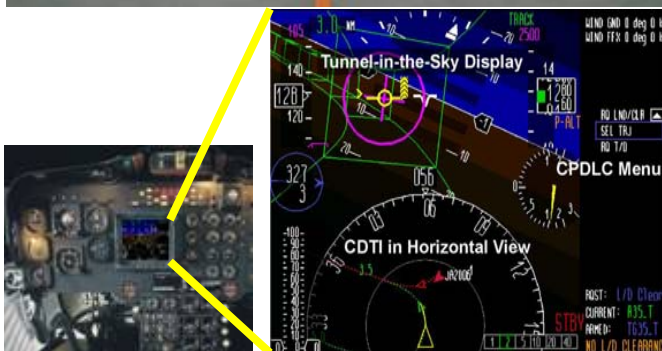
中期計画中の目標(再掲)

全天候・高精度運航を目的とした衛星利用航法システムの研究開発を行い、飛行実証を行う

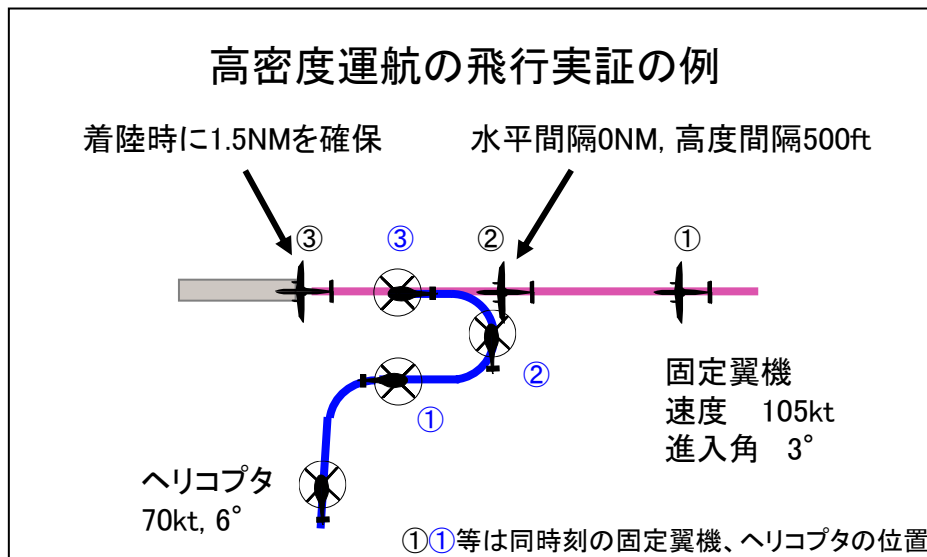
成果

- データリンクを使った情報共有により適応型経路誘導を実施し、分散型(地上管制局を必要としない)高密度運航の飛行実証に世界で初めて成功

(米国プロジェクト(SATS)で開発中のシステムに比してより高密度な運航を同等以下のパイロット・ワークロードで実現可能)



飛行実証に用いた実験用航空機(上)とトンネル型経路誘導装置(下)



(1NM = 1852 m, 1kt = 0.5144 m/s, 1ft = 0.3048 m)

今後の課題と計画

データリンク部分をJAXA独自規格(高性能)から世界標準規格(高信頼性)に変更して実用化を目指す

1) NOCTARN : 3次元適応型経路を用いた次世代運航方式 (New Operational Concept Using Three-dimensional Adaptable Route Navigation)

2. 運航安全技術

2-1 要素技術の研究(3/3) i-PILOT

H18年度より
新規着手

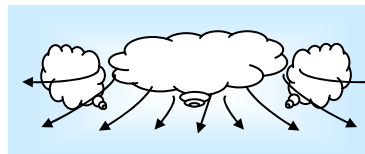
中期計画中の目標(再掲)

全天候・高精度運航を目的とした衛星利用航法システムの研究開発を行い、飛行実証を行う

i-PILOTとは… 「i」は *intelligent & imaginary* (賢い架空のパイロット)パイロットの判断・操作を支援・自動化するシステム。

飛行経路周辺のお機や気象情報を考慮して、最適経路の誘導を行う。

目的地までの最適経路を自動誘導



悪天候領域を自動回避

認知・判断・操作の支援・自動化によるワークロード低減・安全性向上

平常時



ボタン1つで安全な場所に自動着陸
有視界飛行時：完全自律飛行
計器飛行時：管制に基づく自動飛行

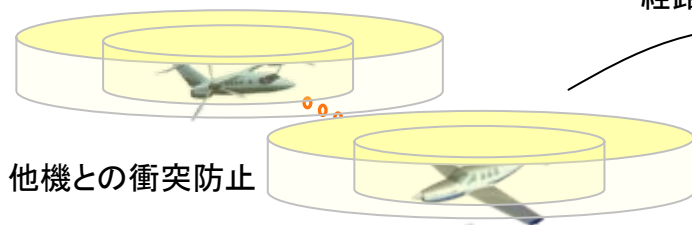
緊急時



緊急時



平常時



他機との衝突防止

最適誘導アルゴリズムの飛行実証が中期計画中の目標であるが、最終的にはパイロット1名で2名搭乗時と同等の安全性の実現を目標とする

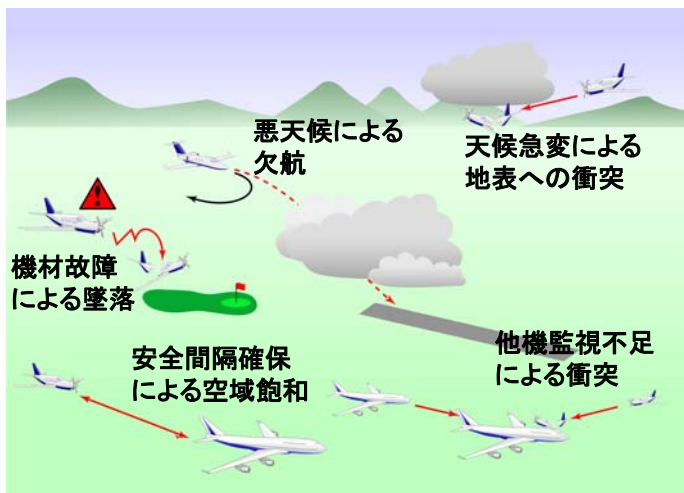
2. 運航安全技術

2-2 次世代運航システム(DREAMS¹⁾)研究開発

DREAMSのねらい、目標

本中期計画で培った要素技術をもとに次世代の運航技術を開発し、飛行の安全性・利便性を向上させることで革新的な航空輸送システムの発展を実現することをねらいとする。

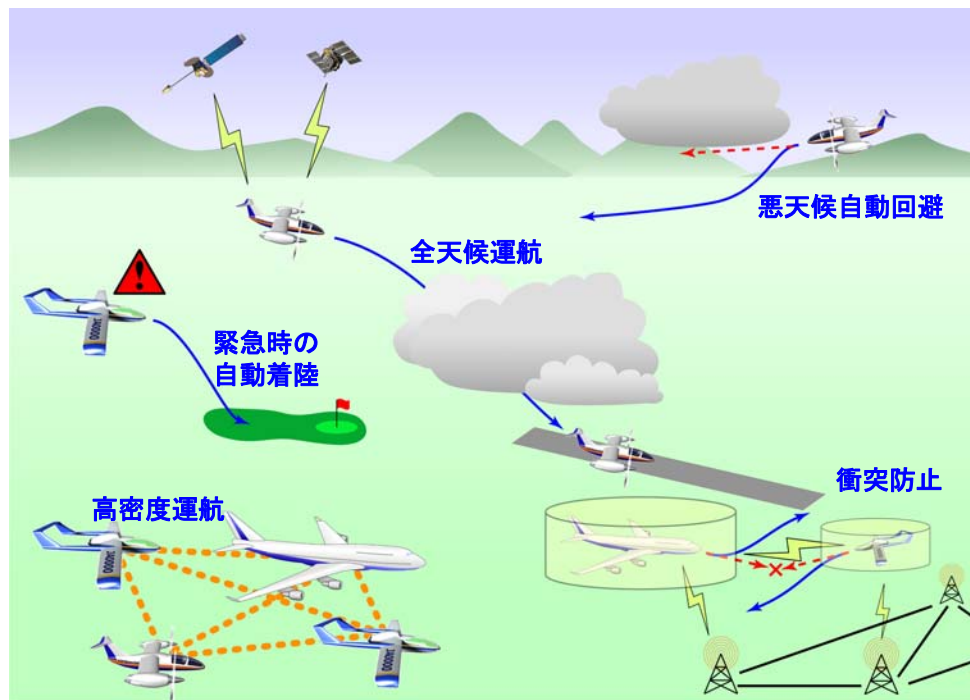
目標を、事故率削減、運航効率向上におくとともに、飛躍的な発展が期待される小型航空機市場において、国産アビオニクス産業の育成、小規模離着陸場を活用したDoor-to-doorの近距離航空交通システムの創生に寄与するとする。



現状のさまざまな問題



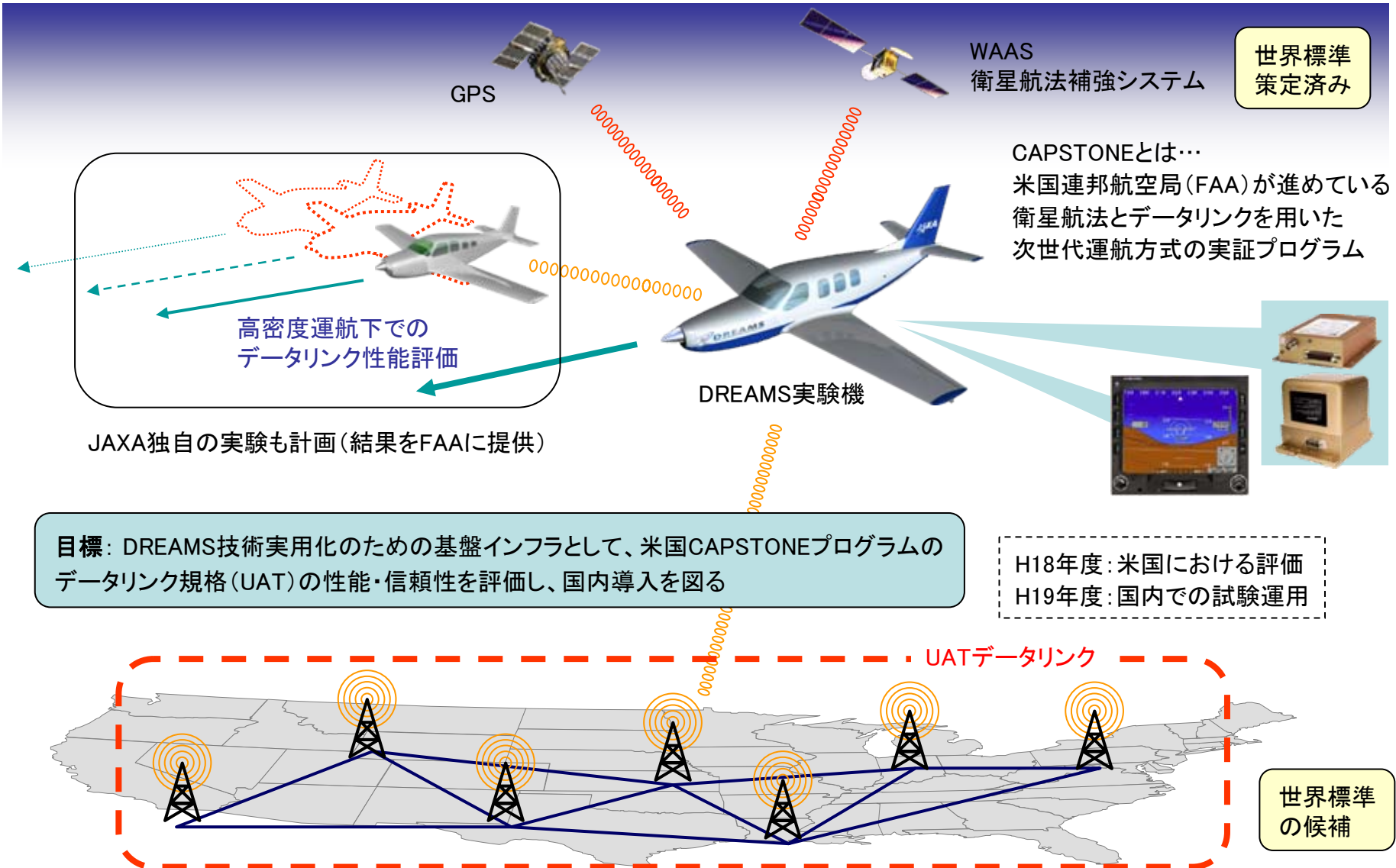
DREAMSが実現する世界



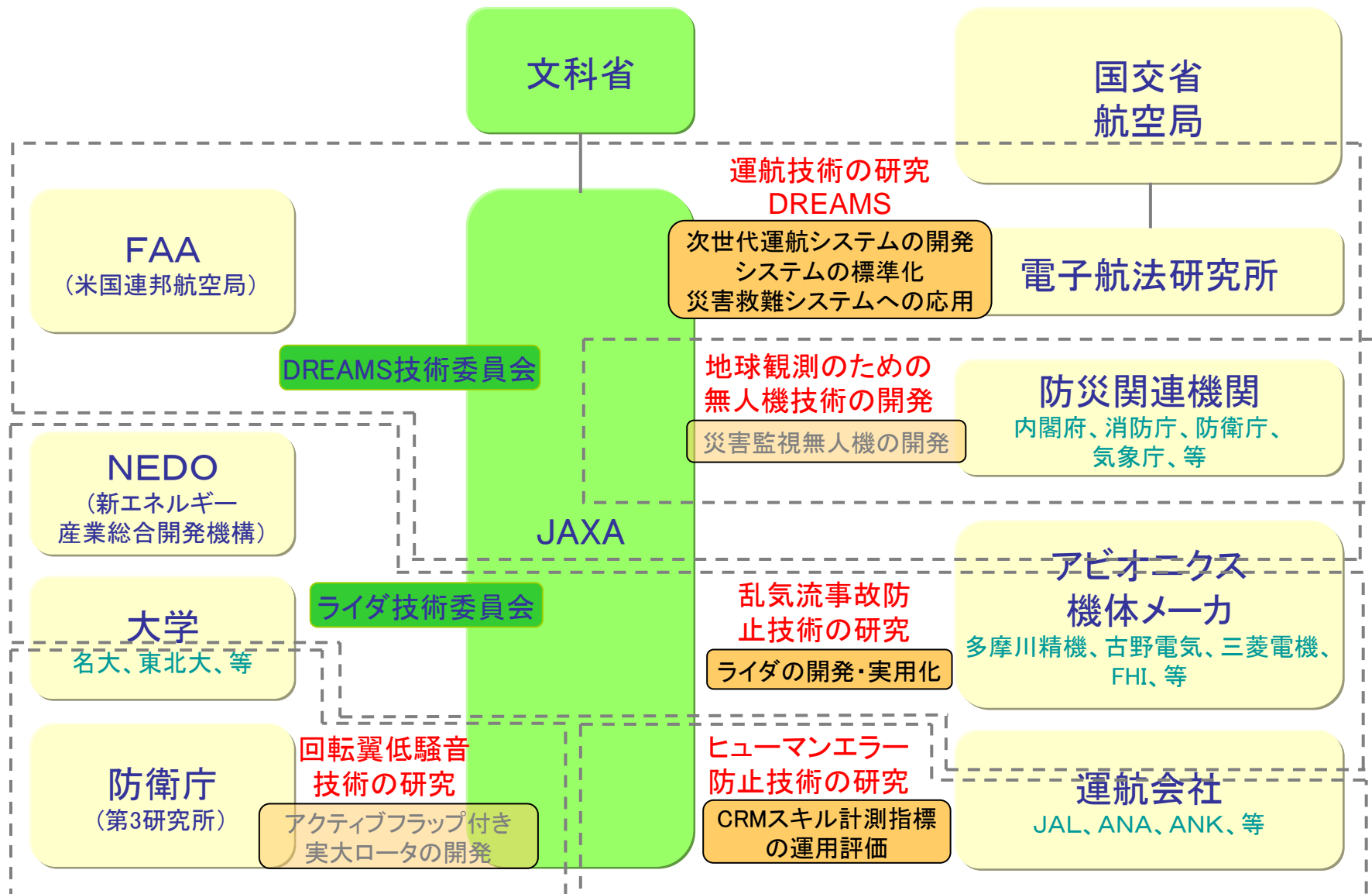
1) DREAMS : 分散型高効率安全運航システム (Distributed and Revolutionary Efficient Air-safety Management System)
必要な機能を(従来のような地上集中ではなく)機体側に分散させることによって、(大規模な地上インフラを整備することなく)利便性と安全性を革新的に向上する運航システム。

2. 運航安全技術

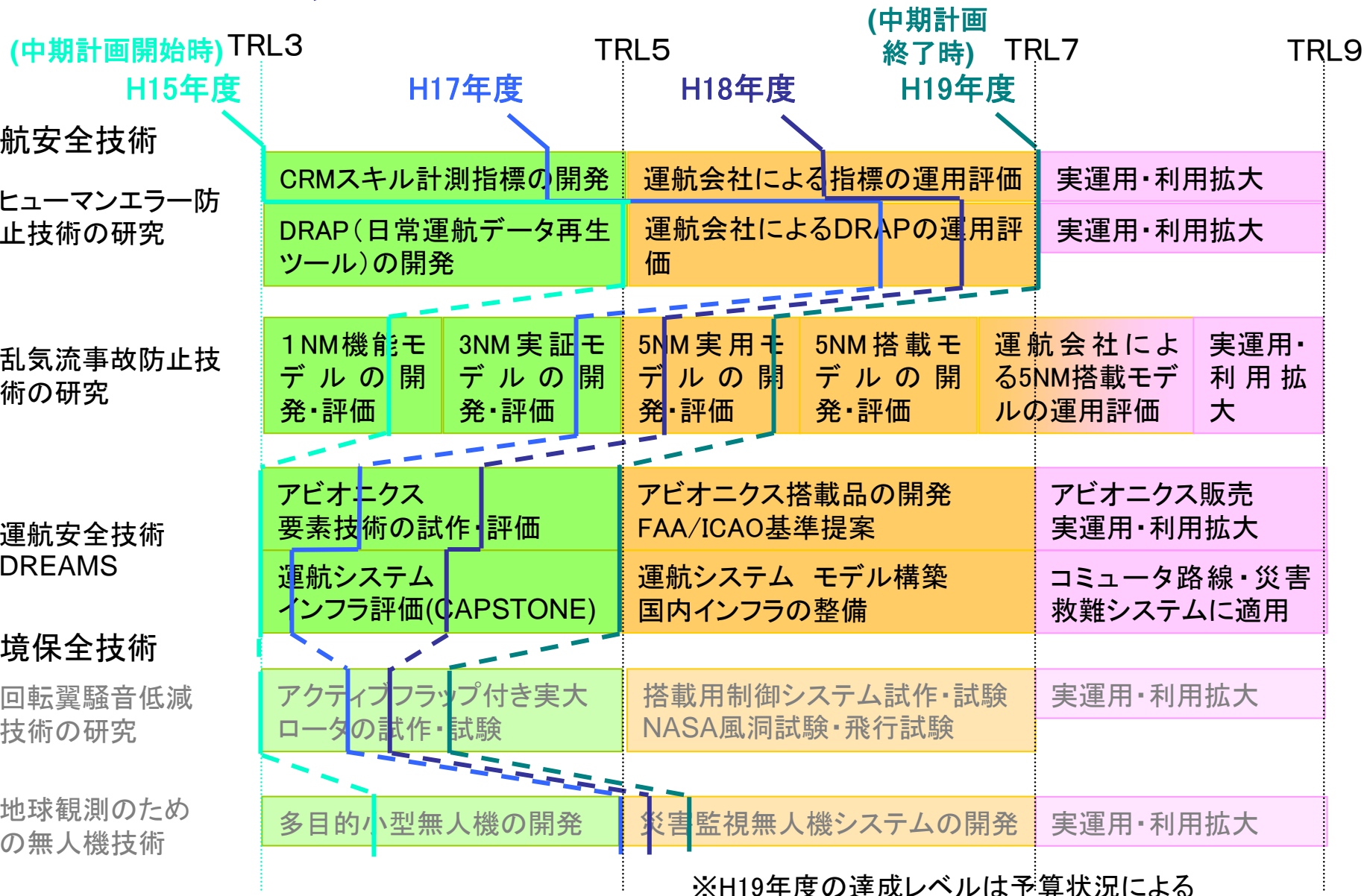
2-2 DREAMS研究の現状－米国CAPSTONEプログラムへの参加



3. 実施体制



4. ロードマップ



(参考) 5 環境保全技術

5-1 地球観測のための無人機技術の開発

中期計画中の目標

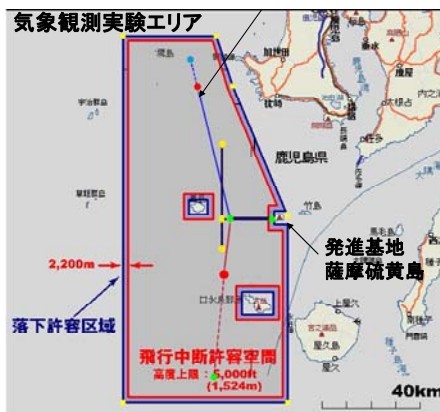
気象等の観測／監視に貢献する航空機利用技術の研究開発を行う。
この一環として、無人機技術の研究開発を行い、飛行実証を行う。



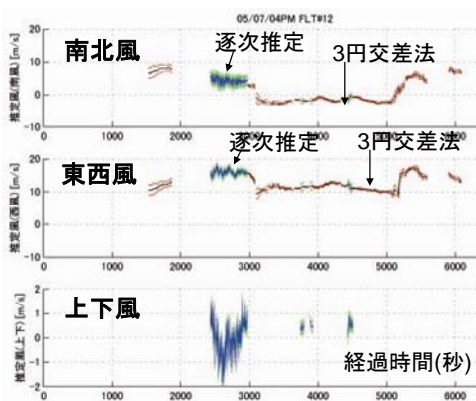
多目的小型無人機

- 成果**
- ・翼幅3.3m、全備重量約20kgの自律飛行が可能な多目的小型無人機を開発。
 - ・低高度で65kmの行動半径、航続時間5時間、3次元の風計測が可能という特徴をもつ。
 - ・H17.6月の梅雨時期に薩摩硫黄島を基地として65km以上進出、高度300m～1500mの範囲で気象観測データ(風向風速、温度、湿度)取得に成功。
 - ・海上安全技術研究所との共同研究により、カメラ搭載型の飛行実験を実施。鮮明なリアルタイム伝送画像の取得に成功。
 - ・「災害監視無人機システム」に関する調査を実施。

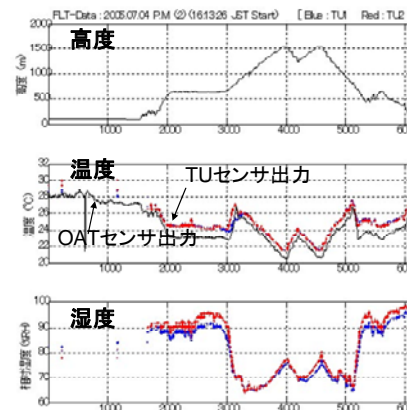
TUセンサ...気象庁仕様の温度湿度センサ



気象観測実験エリア



風計測結果



温度湿度計測結果



リアルタイム伝送画像

今後の課題・展開

航法系改善による誘導制御精度・信頼性の向上とその飛行実証、発進・回収システムの改修による運用性向上を行う。災害監視無人機システムの概念検討を行う。

→ 災害監視無人航空機システムの研究開発等として実施

(参考) 5. 環境保全技術

5-2 回転翼騒音低減技術の研究

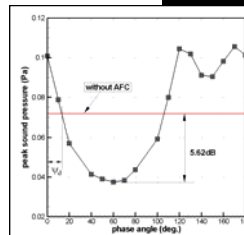
中期計画中の目標

- ・次世代ヘリコプタ開発に適用できる新しい騒音低減技術の確立を目指す。
- ・ヘリコプタの緩降下時に発生するBVI騒音をアクティブ・デバイスを用いて5~6dB低減する。

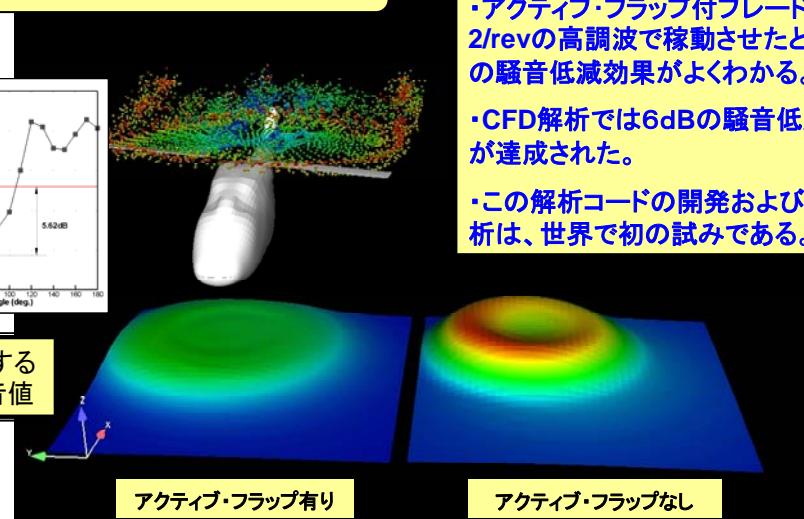
全機周りの騒音解析

成果

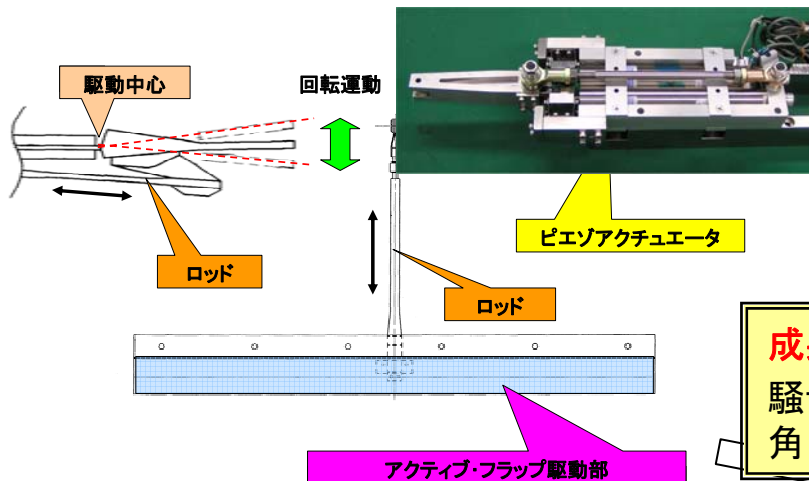
- ・アクティブ・フラップ付ブレードを2/revの高調波で稼働させたときの騒音低減効果がよくわかる。
- ・CFD解析では6dBの騒音低減が達成された。
- ・この解析コードの開発および解析は、世界で初の試みである。



位相に対する Peak 騒音値

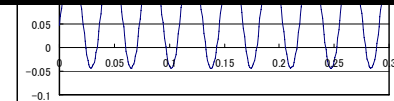


アクティブフラップの製作

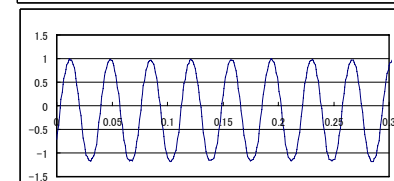


成果

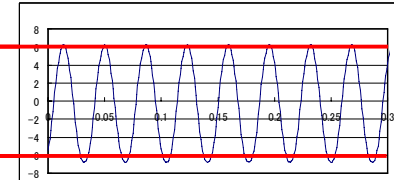
騒音低減に必要な舵角目標値: $\pm 6\text{deg}$ を達成



変位 (mm)



変位拡大機構
作動量 (mm)



アクティブ・
フラップ舵角
(deg)

今後の課題

効果的な騒音低減用制御則の構築