

J A X A 航 空 マ ガ ジ ン

# FLIGHT PATH

新たな空へ 夢をかたちに  
*Shaping Dreams for Future Skies*

JAXA

2014  
SPRING

No.4

航空本部  
[www.aero.jaxa.jp](http://www.aero.jaxa.jp)

特集

航空新分野  
創造  
プログラム

《座談会》

JAXAの研究者が描く近未来の飛行機

化石燃料を使わない新しい形の航空機を目指す

航空機用電動推進システム技術の飛行実証 (FEATHER)



# FLIGHT PATH

2014 SPRING No.4

今号は、航空輸送のさらなる可能性に挑戦する航空新分野創造プログラム(Sky Frontier)を紹介します。

表紙画像は、次世代超音速旅客機のイメージ画像です。JAXAでは、機首をカモノハシのくちばしのような形状にして、ソニックブームを大幅に低減した静粛超音速旅客機を研究しています。

## CONTENTS

P.3

新生JAXA ー宇宙と空を生かし、安全で豊かな社会を実現するー  
理事長 奥村直樹

P.4-7

特集 航空新分野創造プログラム  
JAXA研究者が描く 近未来の飛行機

P.8-9

化石燃料を使わない新しい形の航空機を目指す  
航空機用電動推進システム技術の飛行実証 (FEATHER)

P.10-11

庄内空港で行われた低層風擾乱アドバイザリーシステムLOTAS試験運用  
参加した全日空の評価は？

全日本空輸株式会社総合安全推進室室長 田中龍郎氏 インタビュー

P.12

ロケットや航空機における音響振動を解析する

P.13

-JAXA航空本部「公募型研究制度」-  
産学官連携で日本の航空科学技術を推進

P.14

旅客機パイロットから宇宙飛行士へ③大西卓哉宇宙飛行士インタビュー

P.15

マンガ航空技術・用語解説④「電動飛行機」

P.16

【Flight Path Topics】  
・放射線モニタリング無人機システム、福島で飛行試験  
・脱オートクレーブ複合材成形法を用いて製造したCFRP製スピードブレーキを飛行実証  
・ウェザーニューズとD-NETで共同研究を開始  
・3Dプリンターで試作した部品を組み込んだ小型ターボファンエンジンでエンジン運転試験

P.3



P.4-7



P.8-9



P.10-11



P.12



P.13



P.14



P.15



P.16



## 新生JAXA

ー宇宙と空を生かし、安全で豊かな社会を実現するー

JAXAは、2013年10月1日に創立10周年を迎えました。

イプシロンロケットの打ち上げや「はやぶさ」に象徴される世界初となる試みは国際的にも評価され、日本の研究開発力や国力の向上に貢献するとともに世界を牽引しています。

この間、JAXA法の改正をはじめとする新しい体制が整備されるなど、JAXAを取り巻く環境は、大きく変化をしております。2013年1月に改正された宇宙基本計画では、「宇宙利用の拡大」「自律性の確保」を軸に据え、「安全保障・防災」、「産業振興」、「宇宙科学等のフロンティア」が重要分野とされています。そして、JAXAには、「政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核的な実施機関」という重要な役割が期待されています。

こうした状況を踏まえ、我々JAXAは、「新生JAXA」として歩みを進めます。

経営理念を「宇宙と空を生かし、安全で豊かな社会を実現する」と定め、コーポレートスローガンに「Explore to Realize」を掲げました。JAXAの役割が多様化するなか、活動の原点である「Explore (探求)」と、「新生JAXA」の経営理念である「実現する」組織へ生まれ変わろうとする決意を込めたスローガンです。JAXAはこれまで研究開発組織として技術実証を行い技術基盤の獲得を行ってまいりましたが、「新生JAXA」では技術の発展・先導を行うとともに、技術実証にとどまらず社会の課題解決など具体的価値の創造によって新しい時代を切り拓きます。

昨年4月に発足した航空本部もこうしたJAXAをとりまく環境の変化を踏まえ、新生JAXAの経営理念のもと、「実現する」組織として、これまで以上に産業界の方々と戦略的パートナーとして研究開発シナリオを共有し、将来の航空機の実用化を共に推進する姿を描いてまいりたいと考えています。

航空本部では、アウトカムを意識し産業界を出口とした成果を創出する観点から航空環境技術と航空安全技術に重点化した研究開発を進めています。

航空環境技術では、国産旅客機の低騒音化やエンジンの燃費向上により国際競争力強化を目指しています。また、航空安全技術では、乱気流事故防止や災害時の航空機利用の拡大を目指し新たな技術開発に取り組んでいます。特に、これまでに研究開発を進めてきた災害救援航空機情報共有ネットワーク(D-NET)は、その規格の採用が総務省消防庁で決まっており、今後、全国の消防防災ヘリコプターにD-NETが搭載されていくことになるでしょう。また、JAXAでは宇宙と航空の新たな連携の姿として、人工衛星や無人航空機を組み合わせたシステムも検討しています。JAXAの強みを生かし、より有効な災害救援活動を可能とする技術の研究開発を進めてまいります。

このように、JAXAは、宇宙と空を活かし、安全で豊かな社会を実現するため、邁進する所存ですので、これからも皆様のご支援、ご協力をお願いいたします。

宇宙航空研究開発機構(JAXA)  
理事長 奥村 直樹

新しい航空機は  
これまでにないような  
新しい価値を創造すると思います。  
—— 渡辺



静粛超音速旅客機



JAXAで今研究している静粛超音速旅客機は、ソニックブームを大幅に低減させることができます。機首をカモノハシのくちばしのような形にしています。これにより地上に到達する衝撃波が分散されて、ソニック

その先端にダクトファンをつけた将来型回転翼機(図参照)にすることによって高速化を図ります。機体後部には、やはり飛行機のような水平安定板と垂直安定板をつけます。ダクトファンで、巡航中の推力を捕い、高速化を実現します。テールロータは無くして、ダクトファンによって水平回転をコントロールします。ダクトファンは電動にすることも考えています。ドクターヘリを2倍高速化すれば一定時間あたりの到達距離が短縮され、緊急を要する患者などをいち早くピックアップし、地域の基幹病院へ運ぶことが可能になります。

ブームを小さくすることができます。田口 私が考えているのは、マッハ5で飛ぶ飛行機です。コンコルドの2倍以上の速度で飛ぶため、極超音速旅客機と呼んでいます。マッハ5で飛ぶと、太平洋を約2時間で横断することが可能です。現在研究中の極超音速旅客機は、マッハ5で飛行すると空気の温度が1000℃程になるんです。そこで、マイナス253℃の液体水素燃料を使って、エンジンに入る前の空気を冷やす方法の研究を進めています。杉浦 私が研究しているのは、高速化を目指したヘリコプターです。ヘリコプターは離着陸するのに長い滑走路が不要で、ホバリングできるので、特に日本のような山岳地が多い地域の捜索救難や災害監視などに欠かせない乗り物ですが、高速で飛行できないという欠点があります。通常ヘリの速度は、時速200kmくらいですが、通常のヘリコプターと同じメインローターの他に、飛行機のような主翼と

機は空気の中を飛ぶので動きが予測できない面があります。そこに興味を惹かれました。村岡 私は、最初はパイロット志望でした。しかし、大学で機械工学を勉強するうちに、飛ぶ機械である飛行機に興味を持つようになりました。渡辺 機体システム工学を専攻していて、その頃から、衝撃波や超音速に興味がありました。ですから自然と少しでも速い飛行機をつくりたいという方向にいきましたね。それで、航空技術の研究者になりました。田口 私は、子供の頃、「宇宙戦艦ヤマト」や「スターウォーズ」を見て、空を飛ぶことに憧れました。その後、スペースシャトルの初飛行をテレビの生中継で見てから、航空宇宙を仕事にしようと決意しました。

### 高速化がもたらす新しい価値

編集部: 超音速旅客機コンコルドは2003年に運航が終了しました。超音速旅客機はもう開発されないのでしょうか?

渡辺 全然そんなことはありません。超音速旅客機の可能性はまだあると思います。私の研究の一つが、次世代の超音速旅客機です。コンコルドは、ソニックブームが大きくて、海上でしか超音速飛行ができないなどいくつかの課題がありましたが、



4発ティルト・ウィングVTOLビジネス機

## 《座談会》 JAXA研究者が描く Sky Frontier 近未来の飛行機

飛行機は、大量の旅客と貨物を「遠く」まで「速く」届けるという目的をもって発達してきました。飛行機の課題であった騒音や環境負荷という問題も徐々に改善され、現在のように便利で安全な航空輸送が実現しています。しかし航空技術は完成したかに見えますがそうではありません。さらなる安全と利便性を求めて、これまでになかったような、新しい航空機の価値・利用法を見い出していくことも大切なのではないのでしょうか。そこで、JAXAの研究者に、各自が描いている新しいコンセプトの近未来航空機について語っていただきました。

<b>出席者</b> (編集部 白鳥敬)	田口秀之 推進システム研究グループ 極超音速技術セッションリーダー
渡辺 安 機体システム研究グループ システム概念セッションリーダー	村岡浩治 航空技術実証研究開発室 UARMSチームリーダー
杉浦正彦 機体システム研究グループ 回転翼機セッション	神田 淳 構造技術研究グループ 構造機能性セッションリーダー

編集部: 本日は、みなさんが日頃考えている、新しい航空機のコンセプトなどを出していただきながら、航空技術と航空機の近未来について語っていただきたいと思ひます。まずは、簡単に自己紹介と航空技術の研究を志したきっかけをお話してください。

神田 私は、大学では船舶・海洋を専攻していましたが、航空宇宙に将来性があると思ひましたのでこの仕事を選びました。学生の頃までは飛行機には乗ったこともなかったので少し怖いな、と思ひていましたが、飛行機の研究を始めてから、飛行機は安全に設計さ

れているものだと理解しました。杉浦 中学・高校の頃からロケットに興味があったのですが、大学に入ってから、飛行機の方が面白いと思うようになりました。ロケットは、決められた軌道を計算どおりに飛びますが、飛行



将来型回転翼機

通常、ヘリの速度は時速200kmくらいですが、2倍高速化を目指しています。  
—— 杉浦



4発ティルト・ウィングVTOLビジネス機、高速飛行が可能です。  
—— 村岡



## Feature 特集 ▶▶ 航空新分野創造プログラム

編集部:どのような利用形態が考えられるのでしょうか?

**村岡** 例えば、自宅の近くのスポットから羽田空港まで飛んで、スポットに直接降り、そのままエアラインの旅客機に乗って海外に向かうといった使用が考えられます。こうすれば旅行に伴う無駄な時間を大幅に短縮できます。また、滑走路が短い、飛行場が無いといった離島への輸送やレスキューに使えると考えています。  
**渡辺** まさに高速性というのは非常に有用でして、たとえば、臓器移植など、急いで運ばなければならない用途で力を発揮します。日本国内だけであれば、現状のビジネスジェットだけでもよいのですが、これが例えばインドで移植を待っている人がいるとすると、日本から臓器を緊急輸送することが可能になります。太平洋の遠方で遭難した船舶を救助する場合でも、真先に高速機を飛ばして、救命ボートや食糧を投下することで、人命を救うことができます。このようにさまざまなサービスの適用エリアが拡

がるということが高速機や超音速機の大きなメリットですね。

**田口** 高速性について付け加えると、マッハ5の極超音速旅客機なら太平洋横断飛行が片道2時間ですから、現在の飛行機が片道で10時間飛んでいる間に2往復できます。そうするとエアラインの収益も単純に言えば4倍になるということですから、航空輸送のビジネスモデルが変わっていくと思います。極超音速機の市場調査を行ったことがあります。利用したいという人は主にファーストクラスを利用する層だと予想していたのですが、一般の方々もかなり興味を示してくれました。そこで現在、JAXAとヨーロッパの航空機メーカーで連携して構想を練っているのが、極超音速旅客機とサブオービタル宇宙機です。前者は、先ほどお話しした太平洋を2時間で飛ぶマッハ5の極超音速機で、全長40m、パイロット2人と乗客10人が搭乗できる小型ビジネス機です(図参照)。離陸したら高度25kmくらいまで上昇してマッハ5で巡航します。サブオービタ

極超音速旅客機



サブオービタル宇宙機



ル宇宙機(図参照)は、極超音速ジェットエンジンとロケットエンジンを装備したもので、垂直に近い角度で加速して高度100kmの宇宙空間まで到達することができます。宇宙観光ビジネスに使用すし、微小重力環境を活かした科学実験にも使うことができます。

### 航空機の新しい価値とは

**神田** そこはやはり自動制御ということが重要になってきますね。自動制御技術が進んでいけば、究極は、パイロットの乗らない無人航空機ということになるでしょう。しかし、旅客機まで無人操縦になるというのは安全性の面でまだ難しいでしょうね。

私が構想している飛行機は、高速飛行かつ静かで安定した飛行ができる機能化構造技術を利用した飛行機です。これはどういうことかといいますと、従来の飛行機は、翼は硬くて強く軽量にということで設計されていましたが、逆に翼を柔らかい柔構造にするのです。そして翼内部に設けたアクチュエーターで翼面の形状を変え、荷重を分担しようというものです。

編集部:モーフィング翼ですか?

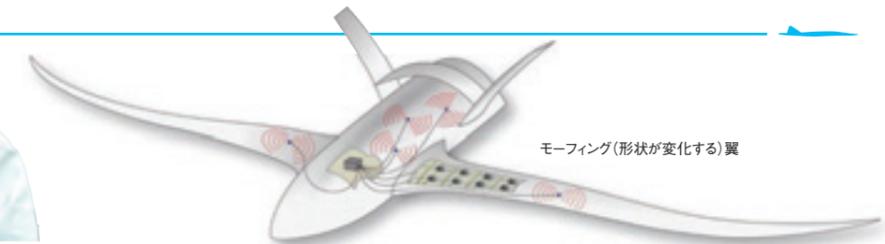
**神田** まさに、モーフィング(形状が変化する)翼です。たとえば飛行機はある速度を超えると翼の一部などがフラッターという振動を起こしますが、翼面をコントロールすることで、フラッターを抑えることができます。つまりより高速で飛ばすことができるということです。また、機体にかかる荷重を分散できますから、従来の飛行機ではできなかったような高い荷重を伴うマニューバが可能になります。飛行機の運用プロファイル(運動範囲)を大きく広げることができるのです。また、翼全体をしならせることでエルロンなどの舵面が無くなり構造が単純になるのでメンテナンス負担が軽減されます。

効率的に水素を製造できるようになれば、化石燃料に頼らない時代に。

—— 田口

機能化構造技術、20年~30年後には海外勢をはるかにリードしたいですね。

—— 神田



モーフィング(形状が変化する)翼

編集部:柔らかくて強く軽い材料が必要だと思いますが、どんな材料を使うのですか?

**神田** 調査を始めたところですが、金属系でより強く軽い素材の開発が進んでいます。その上で柔らかい素材がよいと思っています。機体デザインや制御系を含めてこれから検討していく段階ですが、最初は無人機で実績を積み、20年~30年後には、海外勢をはるかにリードする技術に育てていきたいですね。

編集部:飛行機は、高速・大量輸送ということも大切ですが、安全性も重要だと思います。そのあたりで未来の航空機を示唆する技術トレンドはありますか?

**神田** 飛行機は失速すると墜落するのですが、固定翼である限り失速を無くすことはできませんが遅らせるという意味では機能化構造技術を適用した航空機がまさにそれと言えます。翼面全体を制御できるので、従来では失速してしまう領域でも問題なく飛行できる可能性もあります。安全性が高まるのではないかと考えます。

**渡辺** A380のような総2階建ての大型機が登場するなど、大量輸送が一つの方向性ではありますが、「大量輸送には必ず大型機が必要なのか」という議論もありますね。航空機のデザインも、現在のものにこだわる必要はないと思います。たとえば、ボーイングが構想を発表していますが、BWB(ブレンデッドウイングボディ)などは一つの方向性でしょうね。胴体と翼が一体になった全翼機です。これだと、キャビンが広くとれるので、大量のお客さんを乗せることが可能になります。

編集部:でも、中程の席のお客さんは、外が見えないですね。

**渡辺** そこは、映画でも見てもらうとして(笑) まあそれは冗談として、われわれは、現在の航空機のように、A地点からB地点まで行くというだけでなく、移動に関わらない価値というものがあるのではないかと考えています。たとえば、田口さんのサブオービタルプレーンも村岡さんのVTOLティルト機も、地点間の移動だけに価値があるのではないと思います。これまでに無かったような高速性、エアタクシーのような新しい価値を作り出すことで、新しいビジネスモデルが生まれるのではないのでしょうか。新しい航空機はこれまでにないような新しい価値を創造すると思います。

**田口** その通りだと思います。化石燃料もいつかは枯渇しますから航空機の新しい推進システムについても考えていかないといけないと思います。たとえば極超音速機は液体水素を燃料にしているのですが、これは二酸化炭素を出さないで環境負荷がきわめて少ないです。航空需要が数倍になっても、地球環境は汚れない。だとすればこの液体水素エンジンを、亜音

速機にも搭載するという可能性が出てきます。また、水素は水を電気分解してつくることができ、効率的に水素を製造できるようになれば、化石燃料に頼らずに100年、200年と使えるようになるかもしれません。最近ではシェールガスが安く手に入るようになってきましたが、シェールガスを液化メタンにしてそのまま燃料として使うことも考えています。まさに新しい技術が新しい価値を生み出していくと思います。

編集部:電動化も新しいトレンドを進めていくのではないのでしょうか。まだ、バッテリーの性能が足りませんが、その問題が解決されれば、飛行機が一気に変わりますね。

**渡辺** 現在の技術予測では電動飛行機は20年後には15,6人乗りの小型機ならビジネスとして成り立つと言われてはいますからね。JAXAでも有人電動飛行機の実証飛行をします。

**神田** 構造の面から言っても、構造を軽く作ることが燃費向上に役立つので現在は複合材の使用による軽量化が主流になっています。材料だけでなく構造様式でいかに軽く作るかで軽量化に寄与できれば良いと思っています。

今回研究者が紹介した飛行機は、まだ基礎研究段階で、本格的な研究開発が始まっていないものもありますが、JAXAの研究者たちは、航空輸送の新たな世界を切り開くべく、「航空新分野」へチャレンジし続けています。JAXA航空本部では、このようなまだまだ多くの可能性を持っている航空輸送分野に対し、「航空新分野創造プログラム(Sky Frontier)」で、長期的視点に立った研究を進めています。未来の空で日本が世界に後れを取らないために、航空輸送の新しい可能性に挑戦する今後の「Sky Frontier」に注目してください。

化石燃料を使わない新しい形の航空機を目指す

# 航空機用電動推進システム技術の飛行実証 (FEATHER)

現在、航空機のほとんどは、プロペラ付きのレシプロエンジンがジェットエンジンを動力源としています。しかし今、にわかにクローズアップされているのがバッテリーと電気モーターを動力源とする電動航空機です。JAXAでも、電動航空機を研究しており、いよいよ2014年度には有人飛行試験を行う予定です。JAXAが提案する電動航空機とは、どのようなものなのでしょうか？

## 電動航空機とは何か？

電動航空機とは、内燃機関ではなく電気モーターで飛ぶ航空機のことです。人が乗ることができる最初の電動航空機は、1980年代にアメリカで作られました。この電動航空機は一人乗りで太陽電池を動力源とし、ごく小出力のモーターで飛ぶものでした。1990年代半ばには、ドイツでニッケルカドミウム電池を搭載した電動モーターグライダーが作られました。モーターグライダーは自力で離陸した後、上空で動力をカットして滑空によって飛行する乗り物です。

2000年代になると、エネルギー密度の大きなリチウムイオン電池と、ネオジム磁石を使ったパワフルな永久磁石同期モーターが使えようになったため、電動航空機の性能は飛



開発された推進システム(電動モーターシステム)

躍的に向上しました。2006年には、ドイツでリチウムイオン電池を搭載した高性能モーターグライダーが型式を取得し、2008年にはボーイング社が燃料電池を搭載した電動航空機の飛行実証試験を行っています。

JAXAでも2004年から要素研究に着手。人が乗って操縦できる電動航空機の基礎技術の確立をめざして研究を重ねてきました。

そして2014年度、モーターグライダーに、60kW級の電動推進システムを搭載して、有人で飛行実証を行うのが、FEATHER (Flight demonstration of Electric Aircraft Technology for Harmonized Ecological Revolution)です。

## 電動航空機の利点と課題

電動航空機はレシプロエンジンの航空機と比べて、いくつかの利点があります。その最も優れた点としては、エネルギー変換効率の高さが挙げられます。レシプロエンジンの効率は20パーセント程度ですが、電気モーターの効率は90パーセント以上もあります。電気が航空用ガソリンに比べ、単位エネルギー当たり

のコストが低い点もエネルギーコストの削減に大きく寄与します。また構造が簡単なので整備が容易で、レシプロエンジンのような一定時間ごとのオーバーホールは不要です(法令の整備が必要)。そのため、エネルギーコストと整備コストを大幅に低下させることができ、レシプロ機と比べてトータルで40パーセント近いコスト削減を実現することができます。

また、レシプロエンジンのようなオイル系統が不要で、周囲の配管等が非常に少なくなるので、製造が容易で低コストという製造者側の利点もあります。また、それにより量産できるようになると価格を大幅に下げることがも可能になります。さらに、飛行時にCO<sub>2</sub>を出さず騒音と振動も少ないので、環境適合性が高く、乗り心地の良さという利点も生まれます。

このように利点の多い電動航空機ですが、課題もあります。リチウムイオン電池といえども、重量あたりのエネルギー容量が化石燃料に比べて十分ではないため航続時間が短く、電池の搭載量を増やして航続時間を長くしようとしても重くなってしまい飛ぶことができません。また、充電に時間を要する点や、電池が高価であることも課題となっています。



JAXAが構想している外周駆動電動ファン搭載の飛行機

そのため電動航空機は、いまのところ数席クラスの小型機までしか成立していません。もう少し技術革新が起これば20席程度の小型機までは成り立つ可能性が出てくるでしょう。

## FEATHERの電動化モーターグライダー

FEATHERでは、2014年度に、航空自衛隊岐阜基地等で飛行実証を行う予定になっています。

原型機は、ダイヤモンド・エアクラフト社のHK36TTC-ECOというレシプロエンジン搭載の2人乗りモーターグライダー。この機体のエンジンをJAXA開発の電動推進システムに置き換えます。

電動モーターは永久磁石同期モーター、電力源はリチウムイオン電池(75Ah、128V、32直列)で、電動モーターの最大出力は60kW(約82馬力)。IGBT型のインバーターを搭載し、トルク制御により電動モーターの出力を制御します。出力は、レシプロエンジンと同様にスロットルレバーで制御できます。

原型機搭載のレシプロエンジンの最大出力は、60kWから86kW程度(シリーズによって異なる)なので、電動モーターは、レシプロエンジン機と同等のパワーを出せることになります。また、モーターの回転数は最大で毎分8000回転もあるので、減速ギアを介してプロペラの回転が適正になるようにしています。プロペラは可変ピッチプロペラですが、今回は固定ピッチで運用します。重量約120kgのバッテリーを両主翼の下に装着したポッドの中に格納します。

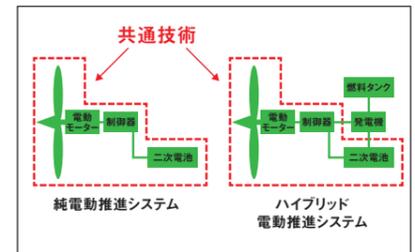


飛行試験を行う予定のモーターグライダー(原型機)

飛行実証試験では、約1~2分間フルパワーを発生させて離陸上昇し、高度約300mで飛行場の周囲を巡るような経路(場周経路)を20~30kW程度のパワーで巡航した後に着陸します。

巡航速度は100~150km/h。離陸時に2分程度のフルパワーを使っても、1回のフル充電で、離陸・巡航・着陸のトータルで15分程度の飛行が可能です。飛行実証試験では、1回5、6分程度を要する場周経路飛行を行い、着陸するたびにフル充電してから再度飛び立つことになっています。

この飛行試験は、離陸滑走中や上昇中に万が一動力が停止しても、滑空して安全に滑走路に戻ることが可能な長い滑走路で行う予定です。



電動航空機のシステム構成

## 電動航空機の可能性

バッテリー性能の限界からくる航続時間の短さを克服し、より大型の航空機を視野に入れ、JAXAではFEATHERのさらに先を目指してハイブリッド推進システムも検討しています。ハイブリッド自動車には、エンジンと電動モーターをパラレルにつないで双方を同時に使うものが多いですが、JAXAで検討中のハイブリッド推進システムの場合は、燃料電池とガスタービンエンジンのハイブリッド発電機により電動モーターに電力を送り、ファンを駆動させます。

中型機・大型機の電動化はまだ当分先とはいえ、小型機ではビジネスとして成立する可

能性が見えてきました。航空技術実証研究開発室FEATHERチームの西沢啓リーダーは「将来的にニーズのある電動航空機の核となる技術を作り出していくのが我々の仕事。日本のメーカーが市場を狙えるように技術を実証したい」と抱負を語っています。

電動航空機は、飛行機開発史上、大きなイノベーションの一つです。レシプロエンジンとは違い、電動モーターはデジタル技術との親和性が高く、電機メーカーや素材メーカーなど異業種が参入しやすいとも言えます。西沢リーダーは「モビリティが発達していくと個人ユースに行き着く。航空機は自動車の次に来る最後のパーソナルモビリティ候補。だから、ビジネスチャンスとしてはものすごく大きいのです」と言う。

電動航空機は、産業並びに社会への波及効果が大きい。小型電動飛行機が、自動車のように低コストで気楽に使える社会になったら、私たちの生活は大きく変わることでしょう。



航空技術実証研究開発室  
FEATHERチームリーダー  
西沢啓

# 庄内空港で行われた 低層風擾乱アドバイザリーシステム LOTAS試験運用 参加した全日空の評価は？

全日本空輸株式会社  
総合安全推進室室長  
田中龍郎氏 インタビュー



山形県の庄内空港において、2012年12月から2013年2月にかけてJAXA開発の低層風擾乱アドバイザリーシステムLOTASの運用評価試験が行われました。庄内空港、気象庁、全日空の協力を得た評価試験で、実際に定期便のパイロットに進入コースの風とエコーの情報を提供し有効性を確認しました。LOTAS評価試験に参加した全日空の総合安全推進室室長・田中龍郎氏に話をお聞きしました。

## ロータス LOTASとは？

「低層風擾乱アドバイザリーシステムLOTAS(Low-Level Turbulence Advisory System)」とは、空港に設置した従来のものより小型・低コストのレーダー・ライダーによって進入経路上の風の擾乱を検知し、パイロットに対して警報を出すとともに、10分後の進入経路上の風を予測し、着陸復行(ゴーアラウンド)の低減をはかり、安全で効率的な運航を目指すシステム。

### — LOTASの評価試験に参加されたきっかけは？

JAXAとは、その前身である航空宇宙技術研究所(NAL)の時代から、いろいろと連携した評価試験を行ってきました。古くは、昭和54年から60年頃にかけて、滑走路が山に挟まれて気流の状態が悪い八丈島空港で、風の乱れと運航方式の相関について調査したことがあります。また同じ頃、滑走路面に雪氷がある場合の摩擦係数に関する仕事も一緒に行いました。

庄内空港での試験評価に参加したのは、庄内空港では風の乱れに起因して運航に苦勞をする場面があり、何かしら改善はできないものか、というところがきっかけでした。一方、3月より始まる成田空港での評価試験は、2012年6月に弊社の飛行機が成田空港でおこしたハードランディング(硬着陸)が一つのきっかけとなっています。成田でも強風による風向風速の乱れがあり、社内で調査研究を進める中、庄

内空港での試験に参加してきたこともあって、弊社も参加させていただくことにしました。

### — 庄内空港ではどのような試験を？

庄内空港は、東西に向けてR/W27とR/W09の滑走路があります。R/W27の末端付近の北側には丘があり、冬期に北西風が吹くと、丘を越えてきた乱れた気流がちょうど進入経路にぶつかります。LOTASのレーダー・ライダー装置は、R/W27の末端付近の南側に設



置され、進入経路上の風向風速を高度10フィート刻みで測定し、空港周辺約20km範囲内のレーダーエコー(降水域)を探知します。そして10分後に空港にかかるかどうかを予測してくれます。

進入経路上の風向風速は、操縦席のパイロットに、ACARSというデータリンク装置で知らされます。また、レーダーエコー等を含めた総合的な情報も、地上の運航支援者から無線でパイロットにアドバイスされる仕組みになっています。

### — パイロットの感想はいかがでしたか？

フライト後にパイロットに細かなアンケートをとって解析しましたが、非常に有用であるとの感触を得ています。

ただ、ACARSでパイロットに伝えたデータは、進入経路上のHeadWind(向い風)とTailWind(背風)及び10分後に回復に向かうのか、さらに悪化するのかの予測情報だけです。パイロットからは横風の情報も必要だと

いう意見が出されました。着陸進入のときに問題になるのは、乱気流と横風なのです。

そこで、今年3月に成田空港で行う、改良型LOTASの評価試験では、横風のデータが表示される機能をつけてもらいました。

成田空港では、風の強い日に、横風・突風・乱気流による翼端やエンジンポッドの接触事故が発生していることから、たいへん有用な機能だと考えています。

### — 多くの空港に、ドップラーレーダー・ライダーが設置され、乱気流を検知していますが、LOTASとの違いは？

飛行機自体にも、乱気流検知システムが搭載されています。これは機体についたセンサーで対気速度・対地速度・機体の動きなどを検知して、乱気流を予測するものです。また、乱気流を検知するためのレーダーも搭載しています。しかし、搭載されているこれらの機器で検知できるのは、大きな風の偏移だけで、スケールの小さな乱気流は検知できません。また、空港に設置されているドップラーレーダー・ライダーも、小さな乱れや、地表近くの低い高度の擾乱を検知することができません。それに対してLOTASは風の動きを細かく、低コストで検知することができます。

### — システムの使用感は？

地上で使用するLOTAS端末は、タブレットタイプの小型のもので、風やレーダーエコーの情報がわかりやすく整理されて表示されます。運航支援者には、ユーザーインターフェースもよく考えられていて、とても使いやすかったと好評でした。また、パイロットからも風の情報などグラフィカルな表示が好評でした。

### — パイロットの評価は良好とのことですが、何か具体的な意見はありましたか？

先ほども言いましたように、横風の情報も欲しいということが一つ。もう一つは、着陸10分前くらいにACARSで情報を伝えた後、最終進入中にも運航支援者からボイス(無線による音声)で、風の変化の度合いをアドバイスして欲しいという意見が多く寄せられました。

最終進入時のパイロットは忙しいので、ボイスによる連絡の方が素早いからです。

### — 風の乱れ・レーダーエコーの10分予測の精度は？

運航支援者からは、LOTASの予測情報は、概ねこれまでの経験から予測したもの一致しており、それを、目に見える形で数値で表示されるので、これまでよりも自信を持ってパイロットにアドバイスできるという声寄せられました。

また、パイロットの方は、LOTASの情報をあくまでも、ひとつのアドバイザリー(助言)として捉えています。実際の操縦においては、リアルタイムの風に対処していかなければならないからです。しかし、地上が天候不良のため回復を待つ上空でホールディング(待機)しているときは、10分後の予測データは、進入を開始するかどうかを判断する上で非常に有効であるという意見でした。

### — LOTASに追加して欲しい機能は？

高度50フィート(15m)以下の風の情報が欲しいですね。接地直前の風の状態がわかると、パイロットはあらかじめ心構えができます。飛行機は横風に弱いので、機種ごとに横風成分の限界値が決められています。たとえばボーイング767ですと滑走路が乾いた状態で横風限界は30ノットです。これを超える強風が吹いているときは、着陸できません。

パイロットは、管制塔から通知される風向風速を参考にして、横風成分が30ノットを超えている場合は着陸をとりやめ、上空で待機して風が弱

まるのを待つか、近くの代替空港に向かいます。

しかし乱気流の運航上の限界については決められていません。通常、パイロットは、風向と風速の変動からだいたいの見当をつけて、着陸を試み、駄目ならゴーアラウンドします。このときパイロットは常に安全サイドで判断し、うまく着陸できそうにないなら、早めにゴーアラウンドします。このとき50フィート以下の風の状況が事前に予測できれば、無駄なゴーアラウンドをせずに済むというわけです。

### — 3月に成田空港での改良型LOTASの評価試験が行われますが、どのような成果を期待されますか？

庄内空港の試験では、参加したエアラインは全日空だけでしたが、今度は日本航空さんも参加されます。国際線も入りますので、より実際に即した試験が行えると思います。

成田空港は内陸部にあって、周囲の地形に緩いアップダウンがあるため、もともと気流はあまりよくありません。また最近では航空気象の専門家による研究によって、南西方向から強い風が吹いているときは、水平ロール対流という乱気流が発生し、それが低層ウインドシアを引き起こすことがわかってきました。

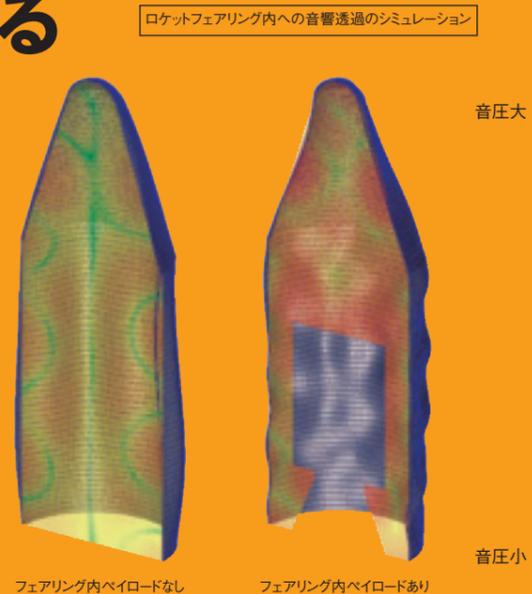
成田空港で、システム設計者、気象の専門家、そして運航者が連携して評価試験をやることで、乱気流と飛行機の運動の関係を解析するためのさらに詳しいデータが取れるのではないかと期待しています。

### — 最後にJAXA航空本部へのメッセージをお願いします。

JAXA航空本部とは航空宇宙技術研究所(NAL)の時代から、民間のエアラインだけでは決して出来ない技術協力をいただいております。今後も連絡を密にして、より安全で効率的な運航にご協力いただきたいと思います。

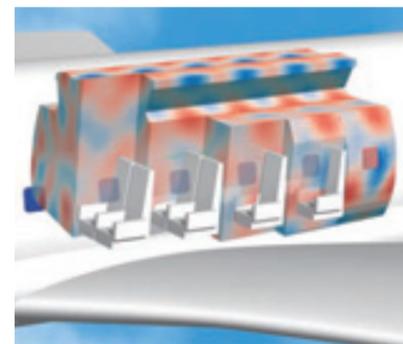
# ロケットや航空機における音響振動を解析する

ロケット打ち上げ時の轟音は振動となって、ロケット先端のフェアリング内に搭載された人工衛星まで伝わります。精密に組み立てられた人工衛星を守るために、不要な振動を与えないようにしなければなりません。航空機の場合も客室内を静かにするため、振動によって発生する騒音を下げることがあります。航空本部数値解析技術研究グループでは、音に起因する構造物の振動や内部への音の透過を、コンピューターを使って解析する手法を研究しています。



## 音響振動とは何か？

音は、音源で発生した空気の圧力の小刻みな変化です。音が伝搬する時の空気の圧力変動は、小さな音では小さく、大きな音では大きくなります。この圧力変動が構造物にもたらす振動が音響振動です。この振動は、物の大きさ(質量や剛性など)によって固有の振動数を持っています。短い振り子は速く振れ、長い振り子はゆっくり振れることから分かるように、長い物の固有振動数は低く、短い物の固有振動数は高いのです。この固有振動数に近い振動を与えると物体の揺れが拡大し、最悪の場合、壊れてしまいます。例えばロケットの打ち上げ時には、ロケットエンジンの噴射によって大きな音が発生します。この音がフェアリングを透過して人工衛星に伝わると、人工衛星が振動して、最悪の場合には故障してしまいます。そのため、一定以上の大きさの振動が加わらないように前もって振動の状態を知り対策しておく必要があります。



航空機キャビンの音響解析図

これを行うのが、コンピューターを使用した数値解析です。数値解析技術研究グループでは、ロケットエンジンから出る音が、ロケットのフェアリング内へどのように伝搬していくのかについて解析する手法を研究し、コンピューター上でその手法を使うためのツール開発を行っています。

## 中間周波数帯を解析できる新しい手法

音には様々な異なる波長の成分が含まれ、フェアリングまで透過しやすい成分と透過しにくい成分があります。そのため、広範囲の周波数を解析しなければなりません。既に、低い周波数(波長が長い)については、解析対象を細かなメッシュに分解して解析する有限要素法(FEM)があり、高い周波数(波長が短い)については統計的エネルギー解析(SEA)という解析手法が確立されています。しかし、その中間の周波数帯を精度良く解析する手法はまだ確立しておらず、様々な手法が提案されているのが現状です。そこでJAXAでは、波動ベース法(WBM)に着目しています。これは波動関数(物体の状態を表現するもの)の重ね合わせで解を表す手法で、低周波から中間周波数帯までの音響振動を高精度で解析することができます。WBMでは空間を適当な大きさの領域に分割して計算する必要がありますが、それぞれの領域が引っ張っていないと解析できないという特徴があります。人工衛星を搭載したフェアリング内の空間のような凹みのある部分

には適用できません。そこで、フェアリング内部を分割し、凸形の単純な形状の領域はWBM、人工衛星まわりの複雑な形状の領域はFEMを使用するハイブリッド有限要素-波動ベース法(HF-WBM)を研究しています。JAXAでは、ベルギーのルーヴェン・カトリック大学が提案した手法をベースにして、ロケットの音響解析に使えるようにツール化・検証してきました。

ロケットは日々進化しています。将来のロケットをターゲットに、様々な材質や構造のフェアリングや、吸音材が適用された場合にも、この手法が適用できるように拡張を続けています。

## 様々な場面で使えるツールを目指す

音響振動は、ロケットだけでなく、航空機の客室や自動車、鉄道など、大きな音が物体に影響を与える様々な場面で問題になります。このツールは多方面の分野への応用が期待できます。

音響・振動セクションの高橋孝リーダーは「この音響解析の手法を、ワークステーションで実用的な処理速度で使えるように改良し、数値解析の専門家でない一般の設計者でも簡単に使えるツールとして提供していきたい」と今後の目標を語っています。

音響・振動セクションリーダー 高橋孝



# 産学官連携で日本の航空科学技術を推進 -JAXA航空本部「公募型研究制度」-

現在、JAXA航空本部で取り組んでいる研究開発には、主に次の3つがあります。

- ①「10年後に必要な機体性能の全体像」を見据えた研究開発」、「出口指向の研究開発」を念頭に、実用化を目指し、産業界と連携・協力した研究開発
- ②将来必要になる可能性が高いが、企業が着手し切れない先進的・革新的な技術・コンセプトに関する研究開発
- ③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基盤技術の研究を着実に推進し、技術を蓄積することで研究開発プログラムを支える試験・解析のための共通の技術を高める研究

JAXA航空本部は、このように我が国の航空分野における研究開発の中核機関として、成長産業である世界の航空産業にお

公募年度	研究分野	採択件数
22年度	静粛超音速機技術	10
23年度	環境適合機体技術	9
24年度	運航・安全技術	7
25年度	25年度合計	25
<b>研究開発プログラム</b>		
	エコウィング技術	2
	次世代運航システム技術	1
	静粛超音速機技術	6
	基礎基盤技術	
	推進システム技術	6
	運航システム・安全技術	2
	機体システム技術	5
	構造技術	2
	風洞関連技術	1
<b>4年間合計</b>		<b>51</b>

表1:過去4年間の採択件数内訳

る日本のシェア拡大に貢献すべく、これまで以上に産学連携を意識して研究開発に取り組んでいます。一方で、こうした研究開発を一層加速させるためには産学官連携により研究コミュニティを拡大して、オールジャパン体制での効果的・効率的な研究成果創出を図るとともに、イノベーション研究を推進することが必要です。その一環として、JAXA航空本部では平成22年度から公募型研究制度を実施しています。

公募型研究制度は、①JAXAの保有技術・能力とJAXA外のそれらとを融合し連携を強化することで、JAXA航空の研究開発における効果的・効率的な成果を創出すること、および、②大学等における航空分野のイノベーション研究の振興とその研究を通じて学生教育に資すること、を目的として課題を設定してパートナーを公募し、外部委員らによる審査を経て、最長で3年間の共同研究を推進します。

平成22年度は静粛超音速機技術、23年度は環境適合機体技術、24年度は運航・安全技術をテーマにした研究課題について公募を実施しました。そして、25年度には、推進システム技術、機体システム技術、静粛超音速機技術、構造技術、運航システム・安全技

術など、基礎基盤研究領域を含めた幅広い分野での公募を実施しました。この4年間で、51件の課題を採択し研究を進め、着実に成果をあげています。(内訳は表1参照)

平成24年8月に、航空科学技術委員会により「航空科学技術に関する研究開発の推進のためのロードマップ」が策定され、我が国の航空科学技術のあるべき姿とそれを実現するために求められる方向性、強化すべき技術とその優先度が示されました。これは我が国の航空に関する産学官の意見が集約されたもので、JAXAもこのロードマップに基づいて研究開発を推進しています。この航空科学技術ロードマップを着実に推進するためには、産学連携の加速・強化による強力な推進が必要であり、そのためのツールの1つとして公募型研究制度は極めて有効です。

JAXAは、この公募型研究制度を通じて、新しい知見、新しいアプローチ手法を取り入れた研究開発を推進することによって、我が国の航空分野の研究開発の中核機関として研究コミュニティを拡大して効果的・効率的な研究成果創出を図るとともに、イノベーション研究を推進して、我が国の航空科学技術分野における研究開発力の強化とイノベーション研究の振興に貢献していきます。



成果報告会

公募型研究制度では、毎年、各課題の研究成果を紹介する成果報告会を実施しています。今年度は2014年2月28日に調布航空宇宙センターで開催されました。38件の課題についての報告がなされ、活発な意見交換も行われました。



**大西卓哉 (おおにし たくや)**  
 1975年東京都出身。東京大学工学部航空宇宙工学科卒業後、全日本空輸株式会社入社。2009年2月、JAXAよりISSに搭乗する日本人宇宙飛行士として選抜。2011年7月、ISS搭乗宇宙飛行士として油井亀美也、金井宣茂と共に認定される。2016年6月から約6か月間、国際宇宙ステーション(ISS)に第48次/第49次長期滞在搭乗員として滞在予定。

# 「次世代飛行機の 操縦用インターフェイスに、 宇宙機の成果を 取り込みたい」

最終回となる今回のインタビューでは、  
旅客機パイロット出身の大西卓哉宇宙飛行士に、  
宇宙飛行士としての視点から捉えた次世代飛行機の  
操縦用インターフェイスについて詳しく語っていただきました。

— 次世代の飛行機は、どのように操縦する  
ようになると考えますか？

将来は、飛行に必要な情報はすべてデジタル化され、一元化されてコックピットに表示されるようになるでしょう。機体、気象、飛行場情報などフライトに必要な情報がすべて集約され、それと操縦がリンクされるのが次世代のコックピットの姿だと思います。

現在でもデータリンクで運航に関する情報がデジタル化され、それをコックピットで見ることができですが、まだ一部の情報のみです。飛行中に、他の飛行機がどのあたりにいるのか、自分が航空交通の全体の流れのどのあたりにいるのかということまで、ビジュアルとして情報を得ることができれば、運航効率は大幅に向上するでしょう。

また、そのようなシステムが実現すれば、航空交通流(トラフィック)の状況・機体重量、外気温、風向風速などのデータを基に、最も低燃費で飛べる高度とルートを自動的に選択し、それがオートパイロットとリンクして飛行することができるようになるかもしれません。

宇宙機の場合のように、飛行に必要な情報のすべてを地上で一元化し、それを飛行機に送るといった考え方です。つまり、飛行機の運航方式と管制方式が大きく変わるのではないのでしょうか。

— トラフィックの状況が操縦席でビジュアル的に把握できれば、運航効率が上がりますね。

今は管制官が1機ずつ他の飛行機の場所

を無線で教えていますが、多くの飛行機が同じ空域内を飛んでいるので、パイロットとしてはなるべく全体の動きを知りたいのです。全体のトラフィックをビジュアルとして表示してくれる装置があれば、パイロットは、どのような進路と高度、速度を管制官に要求すればよいのか、一目でわかるようになります。

現状では、それぞれの飛行機の機長の判断の部分が大きくて、管制はそういったパイロットの個性を吸収しながら管制をやっているのですが、やはり、全体を見ないと効率向上は望めないと思います。フライト情報を一元化するという事は非常に大切なことだと思います。

— 最後は、無人機に行き着くということでしょうか？

いつかは旅客機も、離陸から着陸まですべてを自動化することになると思います。ただ、何かあったとき、飛行機は墜落する恐れがありますから、最低でも1人はパイロットが乗っている必要があるのではないのでしょうか。その1人も、突然、倒れるかもしれません。そういうときのために、完全に自動着陸できるようなシステムも必要だと思います。

— 次世代の操縦用デバイスとして、タッチパネルでの操縦というのは、どうですか？

人間にはフィードバックということがとても大切です。いま操縦桿をどれくらい動かし舵をどれくらい使っているかを直感的に理解できることが大切なのです。

ですから、現在のように操縦桿またはスティックを使って、エルロン、ラダー、エレベーターの3舵を動かす操縦方法は、将来も変わらないと思います。タッチパネルにすると、手(指)に返ってくるフィードバックがありませんので操縦しにくいと思います。

— 完全自動制御によって、ヒューマンエラーを減らすことは可能でしょうか？

人間は必ずミスをするものなので、ヒューマンエラーを完全に無くすことはできないと思います。ですから、ヒューマンエラーが起きたときでも、事故につながらないようなバックアップシステムの構築が必要だと思います。人間は訓練することでヒューマンエラーを減らすことはできますが、ゼロにすることはできません。これは、宇宙飛行士も同じことです。いくら自動化を進めても、そのシステムに命令を送るのが人間である限り、ヒューマンエラーは残ると思います。

— 次世代の宇宙機や飛行機と、どのように関わっていきたくて考えていますか？

実は民間のパイロット出身の宇宙飛行士というのは、世界に2人(もう1人はフランス人飛行士)しかいないのです。旅客機のパイロット出身で宇宙飛行士という経験を活かして、自分が宇宙機と次世代飛行機をつなぐ接点となって、少しでもお役に立てればと考えています。

このコーナーでは、JAXAで研究している最先端の航空技術や用語を、マンガで詳しく解説します。

最新鋭の旅客機ボーイング787。この飛行機は、エンジンから導入するブリードエア(圧縮空気)や一部の油圧を廃して、機器の電力使用量を従来よりも大幅に増加している。たとえば車輪のブレーキやエアコンなどが電気で作動する。

そんな最新鋭の飛行機でも、電力は化石燃料で動くエンジンで発電している。

排ガスは以前よりずっとクリーンになったとはいえ、化石燃料を使ってる限り二酸化炭素は出てしまう

石油だっていつかはなくなるしね…

そうだ！自動車にハイブリッド自動車や電気自動車が登場してるけど、飛行機も電気で飛ばせば問題は解決するんじゃない？

うん！だから

電動飛行機の研究が世界各国で行われ始めてるんだ

電動飛行機には、従来の飛行機と違う大きな利点が3つある！

- ① 電動飛行機  $CO_2$ 

二酸化炭素を出さないので環境に優しい！
- ② ガソリンエンジンのプロペラ機

コスト
- ③ 従来の飛行機

電動飛行機

効率がよく信頼性が高く、整備も楽なんだ。だから運航コストが40%も下がる！！

稼働音が小さいので騒音被害が少なく振動が少ないので乗り心地がよくなる！

※ガソリンエンジン機との比較。ガソリン価格、電気価格、運用方法等によって削減率は変動。

電動飛行機は、燃料の代わりにバッテリー、エンジンの代わりに電動モーターを使ってプロペラを回して飛ぶんだよ

電動推進システム

リチウムイオン二次電池が使えるようになって従来の電池に比べるとより軽量・大出力になったこと、

飛行機は軽量化が何より大事だもんね日本でも開発してるの？

もちろん！JAXAでは小型高効率電動モーターの開発に成功したんだ

電動推進システムの風洞試験の様子

電動航空機用モーター

ネオジウム磁石を使ったモーターが登場し、小型軽量でありながら出力が大きく向上したことで小型飛行機の電動化に見通しがついてきたんだよ

これがJAXAが開発した電動プロペラ機だ！！実際のモーターグライダーのエンジンを電動モーターに付け替えたものだよ。パイロットが乗って操縦できるんだ※2

原型機	ダイヤモンド・エアクラフト式 HK36TTC-ECO
全幅	16.33m
最大離陸重量	850kgf
電力源	Li-Ion 二次電池 (75Ah, 128V, 32 直列)
電動モーター形式	永久磁石同期モーター
電動モーター最大出力	60kW
インバーター	IGBT
冷却	水冷式
乗員	1名

パイロットが乗って操縦する

航空機用 Li-Ion 二次電池

航空機用 Li-Ion 二次電池

電動モーター (60kW)

今年度内には、実機による飛行試験を行う予定です。くわしくは本誌 8-9 ページをご覧ください。

※2 この研究開発事業は FEATHER (Flight demonstration of Electric Aircraft Technology for Harmonized Ecological Revolution) と呼ばれている。

しかしまだ課題はあって、よりパワーのあるモーターとエネルギー密度の大きな電池が開発されないと長距離を運航する大型旅客機を電動化するのは難しいんだよ

まだまだ技術革新は必要なんだね

JAXAでは大口径で効率的な運用が可能な外周駆動電動ファンを提案するなど長期的視点に立った基礎研究も行っています。

将来は、電動飛行機や、発電用の小型エンジンを搭載した、ハイブリッド車ならぬハイブリッド飛行機が登場し、誰もが自由に空を飛べるようになるかもしれません。

# Flight Path Topics

## 放射線モニタリング無人機システム、福島で飛行試験

日本原子力研究開発機構(JAEA)と共同研究している放射線モニタリング無人機システム(UARMS)の飛行試験を、1月24日に福島県浪江町で行いました。これまで北海道のJAXA大樹航空宇宙実験場や鹿部飛行場で飛行試験を重ね、飛行性能、モニタリング性能を確認してきました。今回、福島第一原子力発電所周辺で安全に飛行試験を行うことができる状況になったため、避難指示解除準備区域の浪江町で機体システムの評価試験を行いました。

今回はJAXAが開発した試作段階のベース機に、JAEAが開発した無人機用放射線検出器を搭載し、高度約150mを飛行し、約1km<sup>2</sup>の範囲で試験飛行を行いました。今回の飛行評価で得られたデータ・知見を開発中の機能向上機に反映し、より実用的な放射線モニタリング無人機システムの実現を目指します。



離陸前のUARMSベース機

## ウェザーニュースとD-NETで共同研究を開始

株式会社ウェザーニュース(以下、「ウェザーニュース」と)とJAXAは、大規模災害時に多数集結する災害救援航空機の迅速な救援活動及び安全運航を実現するためのシステム構築に向けた共同研究を平成26年1月より開始しました。

JAXAでは、災害時に飛行中の複数の航空機と地上施設との間で運航情報や機体情報、任務等を共有できる「D-NET(災害救援航空機情報共有ネットワーク)」を開発しています。株式会社ウェザーニュースでは、低コストで導入可能な機内持ち込み型の動態管理システム「FOSTER-copilot」を開発し、既に45機のヘリコプターに搭載されているそうです。

今回の共同研究では、この2つのシステム間で情報を相互共有できるようにすることで、「FOSTER-copilot」や「D-NET」対応システムを搭載しているドクターヘリや消防防災ヘリコプターなど災害救援航空機を一元的に管理できる技術の研究開発を目指します。これにより、多数の航空機が集まる大規模災害発生時において、地上の災害対策本部や運航拠点などの各拠点間でのさらなる円滑な連携と、医療搬送・災害救援活動にあたる災害救援航空機の安全かつ効率的な運航判断による迅速な救護・救援活動への貢献が期待されます。



FOSTER-copilot実物 (提供:ウェザーニュース)

## 脱オートクレーブ複合材成形法を用いて製造したCFRP製スピードブレーキを飛行実証

JAXAではCFRP(炭素繊維強化プラスチック)の新しい成形法として、従来のオートクレーブ成形法より安価に製造できるVaRTM成形法やVPH(VaRTM Prepreg Hybrid)成形法の研究・評価を行っています。

2013年11月、アメリカのフェニックス・グッドイヤー空港で、アルミ合金製(実物中古品)、CFRP製(VaRTM及びVPH製)のスピードブレーキを取り付けたセーバーライナー65小型双発ビジネスジェット機を実際に飛行させ、性能評価を行いました。

従来のアルミ合金製に比べ、CFRPは重量を軽くすることができます。今回はVaRTM成形法やVPH成形法により、部品重量がアルミ合金製より軽くなった(従来の60%)にもかかわらず、従来品と同じ強度・機能が維持できることが確認されました。

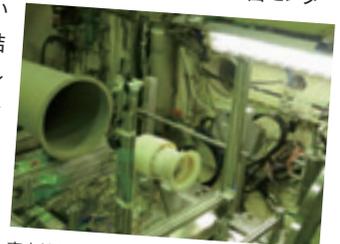


飛行試験中のVPH複合材製スピードブレーキ

## 3Dプリンターで試作した部品を組み込んだ小型ターボファンエンジンでエンジン運転試験

JAXAでは、ターボファンエンジンのナセル(エンジンの外殻部分)設計に適用できる、最適化アルゴリズム、形状モーフィング(変形)ツール、解析ソルバー(流れ場の性能を解析できる機能)が一体となったツールを開発しています。ターボファンエンジンは、燃料費の高騰、環境配慮の観点から高バイパス比(燃焼に使用する空気流入量に対しファンのみを通過する空気流入量の比率が大きくなること)化が進み、従来機体部品として考えられていたナセルについてもエンジンと同様に最適形状で設計することが求められています。この最適化設計ツールの評価のために、様々な形状のナセルを試作してエンジンと組み合わせて試験を行う予定です。そのためJAXAでは、小型ターボファンエンジンのナセル部品やファン部品を3Dプリンターで試作し、実際にエンジン試験設備に取り付け運転試験を行っています。3Dプリンターを活用することで、耐久性は低いですが、安価に短時間で試作エンジンを改良することができます。繰り返し試験を行うことができます。

今年度からは小型ターボファンエンジンを活用したエンジン制御の研究なども始めました。この研究では一部のエンジン部品を3Dプリンターで製作し、2013年10月から2月にかけて調布航空宇宙センターの高空性能試験設備を用いて試験を行いました。その結果、小型ターボファンエンジンのシミュレーションモデルを作り、性能を推定することを可能にするフィルタ(検証ソフト)を製作することができました。



高空性能試験設備での運転試験