

JAXA 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

2018
WINTER

No.22
航空技術部門
www.aero.jaxa.jp



特集

戦略ワーキンググループは何を考えたのか 第4期中長期計画に込めた思い

2 特集

戦略ワーキンググループは何を考えたのか
第4期中長期計画に込めた思い

7

航空技術部門へのメッセージ特別編

ボーイングとエアバスが語る
JAXAへの期待
JAXA航空シンポジウム2018開催

10 Kármán line

11

リレーインタビュー

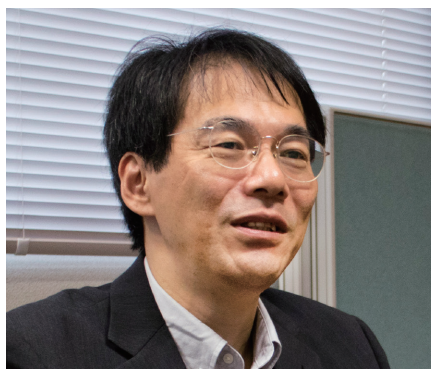
世の中の新たな潮流を生み出す「わくわくプロジェクト」

戦略ワーキンググループは何を考えたのか

Feature
特集

第4期中長期計画 に込めた思い

JAXAの航空事業が目指す方向性や指針を示す第4期中長期計画は、航空技術部門が当期の7年間に何を行うかの意思表示です。この第4期中長期計画の骨組みをつくるために奮闘したメンバーが「戦略ワーキンググループ」に招集された職員たちでした。第4期中長期計画に向けた事業方針、研究開発計画を組み立てるにあたり、戦略ワーキンググループは何を考え、どのような思いを込めたのでしょうか。検討を担った主なメンバーに振り返ってもらいました。



社会実装のさらなる推進、 基礎的・基盤的技術の研究の強化、 新たな価値創出で 抜本的な課題解決を目指した

伊藤 健

次世代航空イノベーションハブ ハブマネージャ
企画連携チーム長/ 装備品認証基盤技術チーム長

2015年の暮れから 戦略立案を開始

——戦略ワーキンググループの動きはいつ頃から始まりましたか。

第4期中長期計画の検討に向けた航空技術部門の動きは、JAXAの中でも非常に早いものでした。戦略ワーキンググループの開始は2017年3月でしたが、その前年の2016年6月頃には部門全体での事前検討活動（戦略コアメンバー会合）に着手しました。また、それ以前に個別の技術分野（構造・材料、統合シミュレーション技術、超音速機技術）についての戦略ワーキンググループも2015年12月から活動しており、これらの検討結果も踏まえて航空技術部門としての戦略検討を進めました。

——かなり早い段階から、先のことを見据えて動いている印象を受けます。

こうした早い時期からの動きの背景には、「今後のJAXA航空事業をいかに展開し、進めていくか」という問題意識を航空技術部門が常に持っていた点が挙げられます。第3期中期計画事業で進めてきた活動を通

じて、計画レベル、現場レベルなどでどのような課題が生まれているのか、航空産業の将来動向はどのように変化しているのかなどについて、部門全体として常に考える土壌ができていたからこそ、第4期中長期計画に向けた検討も効果的に行えたのです。

第4期中長期計画に向けた検討のポイントの一つは、JAXA航空事業の大きな特長である「産業界への貢献」でした。第3期中期計画では「研究成果をいかに航空産業につなげられるか」を念頭に置いて研究開発を進めてきました。そのため航空技術部門では、航空産業界とは日頃から対話・意見交換を積み重ねてきています。さらに2015年から次世代航空イノベーションハブ^{※1}が始まったことにより、その対話先は航空産業以外の異分野異業種にも広がりました。これらの活動の中で、研究機関としての先を見据える中長期的な観点に加え、広く社会の課題解決を目指す幅広い視点が要求され、これまで以上に外部を意識して考える必要性が生じてきたのです。

戦略ワーキンググループのコアメンバーは、第4期中長期計画で柱となるべき具体的な

事業方針、研究開発計画を組み立てるという命題を果たすため、第3期中期計画で進められていた事業の客観的な分析、航空分野の国内外の将来動向調査なども行いました。

これらを踏まえ、航空技術部門としての基礎的・基盤的技術の研究から要素技術の研究開発、そして将来の実用化までを意識した研究開発に取り組む基本姿勢を基に、これからの戦略を検討してきました。これらは言うならば、かつての航空宇宙技術研究所（NAL）の時代からJAXA航空技術部門に至るまで連続と受け継がれてきた、常に先を見据えて取り組んできた航空技術の研究開発の方向性を、将来に向けて新たに示していくものだと考えています。

過去の研究開発を 継続しつつ さらに新しいチャレンジを 目指した

——戦略ワーキンググループの目的は何でしたか。

戦略コアメンバー会合などで事前に検討

※1：航空技術のイノベーションを創出するために多分野の人材や技術が集まる産学官の垣根を越えた拠点として2015年度にスタートした。詳細はFLIGHT PATH No.15参照。

されていた意見を集約し、今後、航空技術部門として採るべき総合戦略の策定と柱となる事業の立案を行うことでした。今後7年間、私たちがまとめた方針を踏まえて研究が行われるわけですから、非常に重要な仕事だと認識していました。

——どのような検討から始まったのでしょうか。

航空技術部門として本当に何が必要か、何が問題なのかという点について、第3期中期計画を振り返り、成果と課題を抽出するところから始めました。第3期中期計画では研究を三本柱（ECAT、STAR、Sky Frontier^{※2}）と基礎的・基盤的技術の研究という構成で整理し、出口指向で社会実装を目指しました。技術で産業界に寄与することを最大の目的に事業を進めたわけです。この方針に関しては成果が出ましたし、組織も強くなったと考えています。継続性を持たせることで息の長い研究ができるわけですから、第4期中長期計画を検討するにあたっては、この三本柱と基礎的・基盤的技術の研究という構成は変えずに、それぞれを分析して今後どのように事業を進めていくかを検討しました。

——第4期中長期計画ではどのような点が新たな取り組みになるのでしょうか。

大事なポイントが三つありました。一つ目のポイントは、これまでの三本柱の活動を発展させて、出口指向での社会実装をさらに進めるということです。第3期中期計画で成功したaFJRプロジェクト^{※3}は、エンジン技術によって産業界への貢献を実現しました。第4期中長期計画でも、引き続きエンジン技術への取り組みは重要と考えています。特に、技術分野ではこれまで困難とされていたコアエンジンの領域が課題でした。ここに踏み込むことで、より高い国際競争力を獲得する

ことを目指します。また、これまでの研究開発を継続しつつ、さらに新しいチャレンジもしていきます。例えば、海外では超音速ビジネスジェット機や超音速旅客機など、超音速機に対する新しい動きが活発です。JAXAでは第3期中期計画のD-SENDプロジェクト^{※4}の成果を、第4期中長期計画の大きなテーマの一つとして、超音速機技術の取り組みをさらに進めたいと考えています。

また研究開発によっては、三本柱と基礎的・基盤的技術の研究という構成の枠を超えて、密接に連携する必要も出てくるでしょう。それも新しいチャレンジとして、戦略ワーキンググループのメンバーと意識を共有できました。

——第3期中期計画の振り返りから新しい課題も出てきたと思いますが。

実は、社会実装に向けて人材を投入した結果、基礎的・基盤的技術の研究の足腰が弱くなっているのではないかとこの危惧がありました。ここが二つ目のポイントで、そこを強化するために、先を見据えた長期的な研究にもう一度力を入れようと考えました。長期的な研究がなぜ必要なのか例を挙げると、JAXAにはずっと以前から取り組んできたジェットエンジン燃焼器の研究が高い成果を出しています。世界トップレベルの低窒素酸化物（低NOx）を実現できる燃焼器で、これがあれば世界に勝てるという技術です。第4期中長期計画で取り組むコアエンジンの研究開発では、いよいよこの燃焼器を使うことになります。しかし、こうした技術を生み出すには、特に規模の大きな航空技術の分野では非常に時間がかかるのです。これが長期的な基礎的・基盤的技術の研究の強化を目指す理由であり、その一つである統合シミュレーションの活動などにつながっています。

——世界で勝負できる技術を今から仕込んでおくということですね。

時間をかけて基礎から研究するわけですから、時間がかかります。その研究をライフワークにする人がいて初めて実現できる技術なのです。そのための新しいネタ探しが極めて大事だと考えています。

——三つ目のポイントは何ですか。

新たな価値創出、抜本的な課題解決を目指すことです。第3期中期計画に異分野・異業種と提携する次世代航空イノベーションハブがスタートしました。航空技術部門のプロジェクトは社会実装そのものを目的として進めていますが、イノベーションハブがやろうとしている社会実装は、もっと先を見据えてこれまでにない方法や価値を生み出すことを目指しています。このため、ハブとしての異分野異業種との幅広い協力や、ハブ内の連携によるシナジー効果を生かした活動が重要であり、第4期中長期計画では、このハブの活動を強化していくことも重要なポイントとなります。

——WEATHER- Eyeのコンソーシアムがイノベーションハブの中でいち早く立ち上がりましたね。

さらに航空機電動化と装備品ソフトウェアのコンソーシアムもスタートしました。電動化は昨今注目を浴びていますし、航空機の装備品も産業界からの要請が強い分野です。戦略ワーキンググループで検討を進める中で、JAXAがこれを先導する必要があり、早急に取り組むべきと考えました。この二つはこれまでJAXAがやってこなかった技術であり、イノベーションハブで取り組む課題となりました。

また、イノベーションハブの活動は社会実装を目指すだけでなく、オープンイノベーションによって新たな基盤技術を生み出す可能性も持っています。先述の基礎的・基盤的技術の研究の強化も念頭に、航空技術部門にとって、極めて重要な存在であると思います。

——外部との連携がさらに重要になるわけですね。

イノベーションハブの活動でみると、JAXAが持つ高いレベルの技術だけでなく、JAXA外部にある光る技術と組み合わせることで、先ほど挙げた航空機の電動化などのような新しい航空の動きを生み出したいと考えています。それらを実現するには、やはりNAL時代から継続している研究開発を、今後の将来を見据えてさらに続けていくことで、さまざまなチャレンジができる、航空産業界への貢献が広がると考えています。



第4期中長期計画を検討するにあたって、戦略ワーキンググループが検討に使った途中経過の図版。三本柱と基礎的・基盤的技術の研究という構成は変えずに、今後どのように事業を進めればよいかを検討した

※2: ECAT: Environment-Conscious Aircraft Technology Program (航空環境技術の研究開発プログラム)、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)、Sky Frontier Program (航空新分野創造プログラム)
 ※3: 高効率軽量ファン・タービン技術実証プロジェクト。詳細はFLIGHT PATH No.16参照。
 ※4: 低ソニックブーム設計概念実証プロジェクト。国際民間航空機関 (ICAO) で報告して国際的に高い評価を得たD-SENDの成果は、ソニックブームの基準づくりに貢献している。詳細はFLIGHT PATH No.11参照。



エンジンの心臓部である 高温高圧系コアエンジンの 研究開発を進めたい

山根 敬

コアエンジン技術実証(En-Core)プリプロジェクトチーム長

——第4期中長期計画では、コアエンジンが大きく取り上げられています。

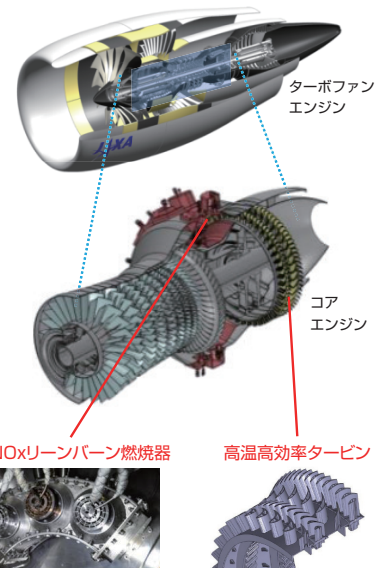
航空技術部門には、NAL時代から続く、長いスパンでの研究の積み重ねがあります。エンジンについてはNAL時代のFJRプロジェクトが代表的ですが、JAXAになってからもグリーンエンジン、aFJRプロジェクトと、エンジン開発のロードマップを描いて研究開発を行ってきました。エンジンの研究は、基礎研究から始まり技術の熟成、プロジェクトというようにいくつかの段階があり、全てをつなぎ合わせると一つのエンジンになるというような、研究集合体だと言えます。例えば燃焼器に関しては、これまでにリーンバーン燃焼技術^{※5}の研究開発を継続して行ってきました。また、私たちと一緒に研究を進めているメーカーには、燃焼器だけでなく、圧縮機やタービンも技術力を高めたいというニーズがあり、第4期中長期計画でいよいよエンジンの心臓部とも言える、高温高圧系のコアエ

ンジンに取り組むことになったのです。結果的に、良いタイミングで戦略ワーキンググループに提案できたと思います。

航空技術部門は、FJRプロジェクト^{※6}の頃から外部の意見も聞きながら一緒に研究を進めてきましたが、第4期中長期計画では、メーカーなどJAXA外部ともさらに連携しながら、これからの航空産業の国際競争力を高めることも見据え、コアエンジンの研究開発を進めていきます。

——コアエンジンの研究目標は何でしょうか。

以前は、超音速機用のHYPR(ハイパー)およびESPR(エスパー)というエンジンの研究、そしてエコエンジンというプロジェクトが国の主導で行われてきましたが、現在、日本国内で民間用航空機エンジンを丸ごと作る計画はありません。だからこそ、JAXAがそれらを引き継ぐプロジェクトを立ち上げる意義があると思っています。燃焼器とタービンの技術をメーカーとともに集結

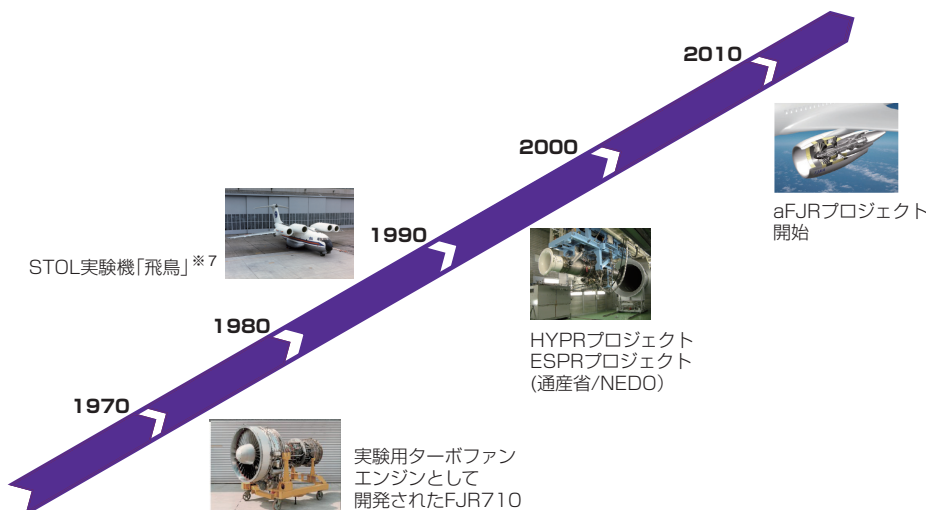


超低温NOxリーンバーン燃焼器 高温高効率タービン

JAXAが行うコアエンジンの技術実証

して、成果を組み合わせればエンジンシステムができるという、実用化一步手前の技術までを確立してメーカーにお渡しする。私たちはその技術を土台にして新しい研究につなげることができれば良いと思います。

推進技術研究ユニットで研究してきた燃焼器とタービンは、それぞれ個別の課題として発展させることもできますが、一つのエンジンとして構成することを見据えて取り組むことで国際競争力の強化につながる技術開発を進めることができると考えています。具体的な計画としては、コアエンジンの技術実証を行う「コアエンジン技術実証(En-Core)」のプロジェクト化があります。En-Coreとは、環境(Environment)を重視したコア(Core)エンジンという意味です。この中で、超低NOxリーンバーン燃焼器と高温高効率タービンという二つの課題にチャレンジしていきます。



JAXA航空技術部門が継続する航空エンジン研究開発の歩み

※5: 燃費を向上させるとともにNOxやすすなどの環境汚染物質の排出量を減らすことができる希薄燃焼方式による技術。詳細はFLIGHT PATH No.13参照。
※6: 当時の通産産業省(現、経済産業省)のプロジェクトで、実験用ターボファンエンジン[FJR710]は日本の高バイパス比ターボファンエンジン開発の最初と言える。最終的にはSTOL実験機「飛鳥」に搭載して飛ばした。
※7: C-1輸送機をベースに、FJR710エンジンを搭載した短距離離着陸(STOL)実験機。1985年から1989年まで、97回の飛行実験を行った。

基礎的・基盤的技術の研究の強化

統合シミュレーション技術で、 多分野にまたがる複雑な 課題を解決したい

青山剛史

数値解析技術研究ユニット長



——第4期中長期計画では、基礎的・基盤的技術の研究の強化に重点が置かれていますね。

基礎的・基盤的な技術というものは、外部からはなかなか見えにくい研究です。ですから、JAXA のさまざまな基盤研究を集めて、「拠点」いわば「プラットフォーム」として“見える化”することを提案しました。それが、「統合シミュレーション技術」という概念の研究を始めるきっかけとなりました。

この概念では、コンピューターによる数値シミュレーション技術を中心に、風洞、エンジン、構造などの地上試験や飛行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することで、航空機性能を向上させるための多分野にまたがる複雑な課題を解決します。風洞試験では、感圧塗料(PSP)^{※8}を使った計測法や粒子の流れを把握する粒子画像流速計測法(PIV)^{※9}など、新しい計測技術が確立していますし、飛行試験でも実験用航空機「飛翔」などの飛行データが蓄積されています。何よりコンピューターの進化や JAXA で開発した高速流体解析

ツール「FaSTAR」^{※10}などによって、CFD(数値流体力学)の計算も速くかつ精度良くなっています。こうした技術の成熟により、いよいよ統合シミュレーション技術を構築する環境が整ったと、私たちは考えました。

実機開発を家造りに例えるなら、基盤技術は金づちやカンナといった家を造るための道具です。基盤技術の強化とは、いわば金づちを自動釘打ち機に進化させることで、進化・強化した道具を使いこなせば、開発スピードも精度も格段に向上するはずです。

——統合シミュレーション技術ではどのような統合を行うのでしょうか。

私たちは二つの方向性を融合した統合を考えています。一つは、数値シミュレーション、地上・飛行試験、データ科学といった科学的手法を同じ目的に向けて統合的に活用すること、もう一つは、多分野にまたがる複雑な問題を解決するために、空力、構造、音響、混相流など、さまざまな学問分野の知見を統合的に活用していくことです。そのためには、さまざまな専門を持つ研究者が協力してシナジー効果を発揮する

ことが肝になります。

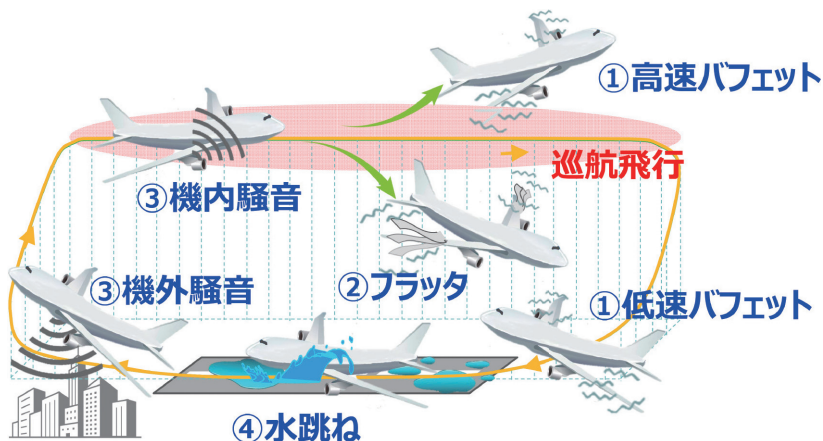
現在その第一歩として、オフデザイン(巡航飛行以外)も含めた航空機の全飛行領域をカバーする多分野統合シミュレーション・システム「ISSAC(Integrated Simulation System of Aerospace vehicles)」を構築しています。具体的には、高速/低速バフェットやフラッタなどの非定常空力現象、あるいは機体内外の騒音、滑走路の水跳ねなどの予測技術の構築を目標にしています。

開発されたシミュレーション・ツール群と試験技術のノウハウは、それぞれサイバーシミュレーターとフィジカルシミュレーターに搭載されます。また、スーパーコンピューターで計算されたシミュレーション・ツール群の結果や試験結果は統合データベースに格納されます。そして、これらがネットワークで連結され、ユーザーはネットワーク上のポータルサーバーを通じていつでもこれらにアクセスできるようになります。

——基礎的・基盤的技術の研究のロードマップはどのようなものですか。

これまで、それぞれの分野でおのの独自の研究開発が行われてきましたが、第4期中長期計画では、ISSACを基盤システムとして、エンジンを除く機体系の技術を統合していきます。その次の段階として第5期中長期計画では、機体とエンジンを統合した基盤システムの構築を目指し、さらに第6期中長期計画では、複数の航空機が飛行している環境、つまり運航にまでシミュレーション技術の適用を拡張したいと考えています。

ISSACは主として、JAXAで生み出された高い価値を持つ研究成果を磨き上げて社会実装する活動ですが、統合シミュレーション技術の中では、それと同時に次の世代で社会実装のネタとなる独創的な成果を生み出す研究も精力的に進めています。



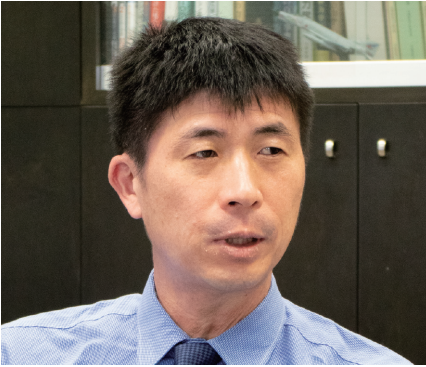
ISSACで取り組む技術課題

①低速/高速バフェット(機体振動)予測、②フラッタ(空力/構造連成振動)予測、③機内/機外騒音予測、④滑走路の水跳ね予測

※8: 風洞実験などで模型表面の圧力計測に利用される。詳細はFLIGHT PATH No.10参照。

※9: 風洞実験などで機体や翼のまわりに発生する空気の流れの動きなどが分かる。詳細はFLIGHT PATH No.5参照。

※10: JAXAが開発した世界トップレベルの高速流体解析ツール。詳細はFLIGHT PATH No.8参照。



新たな価値創出

これまでの成果を活かし、 「静かな超音速旅客機」実現に 向け取り組みたい

牧野好和

航空システム研究ユニット長

——Sky Frontierの大きなテーマの一つとして、第3期中期計画に引き続き超音速旅客機がありますね。

世界では、複数のメーカーが民間超音速機の開発を行っていたり、そこに大手エアラインが資本投入したり、またアメリカ航空宇宙局(NASA)が低ソニックブーム実証機の開発を進めていたり、超音速に関する状況が大きく変化している最中です。航空技術部門はこれまで、世界に先駆けて静粛超音速機の研究開発に取り組んできました。第3期中期計画に行ったD-SENDプロジェクトの解析データは、次の研究開発に活かされるだけでなく、国際民間航空機関(ICAO)にも提供しており、将来制定されるソニックブーム基準の指針づくりに役立てられています。こうした活動により、超音速旅客機市場における技術的優位を獲得して主導権を握ることで、日本の航空産業へ貢献したいと考えています。

このように超音速旅客機は世界的にも注目されており、まさに風が吹いていると言える状況ですが、逆に言えば競争のフェー

ズに入っているとも言えます。したがって第4期中長期計画における超音速旅客機研究の課題は、最後の出口をどうするか、実機開発につなげていくにはどうすべきか、ということになります。JAXAの役割は、新しい技術を育て技術レベルを上げて民間に引き渡すことですが、引き渡す際にメーカーがすぐにも実機開発に臨めるような活動をしなないと、世界に置いていかれる可能性があるという危機感を持っています。

その危機感から、Sky Frontierの内部では、より実用化を目指した新しい研究開発に取り組まなければならないという認識を共有していたので、戦略ワーキンググループではD-SENDプロジェクトで取り組んだ低ソニックブームのほかに、以前から取り組んでいる低抵抗、低騒音といった技術を全て満たすような静粛統合設計技術に挑戦し、研究開発の結果を実証してメーカーに渡す事業活動をしますと説明しました。JAXAがこれまで長い時間をかけて継続して取り組んできた成果を活かし、「静かな超音速旅客機」実現に向けて研究に取り組んでいきたいと考えています。

——静粛統合設計技術以外の第4期中長期計画における研究目標には何がありますか。

Sky Frontierには超音速の静粛統合設計技術以外にも、未来の電動航空機に使われるようなハイブリッド推進システムや、高速ヘリコプターといった将来型回転翼機システムの研究も、第3期中期計画までの成果を踏まえ、引き続き進めていく予定です。

またSky Frontierにとどまらない研究も出てくるでしょう。エコウィング技術^{*11}あるいはFQUROHプロジェクト^{*12}の先にある、低燃費・低騒音の遷音速機、亜音速機の研究もあります。エコウィングは航空環境技術の研究開発プログラムであるECATの研究として位置付けられているのですが、その中でも層流翼やリブレットなどの新技術の適用を含めた低燃費・低騒音の革新形態航空機設計技術といった研究はSky Frontierとも連携して進める必要があります。さらにそのような二つのプログラムの融合した領域では、基礎基盤の研究も欠かせません。これからの新しいチャレンジでは、プログラム同士のみならず、基礎的・基盤的技術の研究との融合も求められていくと考えています。

これまでの航空分野にない新しい技術が生み出され、航空産業に大きなゲームチェンジが起こる可能性があります。そこで世界の航空産業に伍していくためには、ブレークスルーを起こす新しい技術が必要になります。われわれは第4期中長期計画でも継続して、新たな技術開発にチャレンジしていきたいと思っています。



JAXAが研究する小型静粛超音速旅客機(イメージ図)

戦略ワーキンググループの取りまとめを終えて(伊藤 健)

本戦略ワーキンググループのメンバーは、研究開発現場と経営をつなぎ、JAXA航空事業をけん引する役割を担う立場にあってと思っています。各自が研究者・技術者としての自負を持ち、JAXA内外の意見に耳を傾けながら、JAXA航空事業の将来を見据えて議論を重ねました。これから先も、現在の若い研究者・技術者が、第4期中長期計画以降のJAXA航空技術部門について考えつつ、熱い思いを持って自身の研究開発に取り組んでいってもらえればと思っています。



*11: 空力性能の向上と機体構造の軽量化による燃費向上、それらと同時に機体システムとしての性能評価を行う技術の研究を行っている。詳細はFLIGHT PATH No.17参照。

*12: 機体騒音低減技術の飛行実証プロジェクト。今後の旅客機低騒音化において解決が求められている「機体騒音」の低減に関し、最新の数値解析技術や試験技術を積極的に活用した研究開発を進めている。詳細はFLIGHT PATH No.14参照。



JAXA 航空シンポジウム 2018 開催

2018年10月3日、御茶ノ水ソラシティにおいて「JAXA航空シンポジウム2018—社会につなぐ「確かな技術」未来につなぐ「驚きの創造」—」を開催しました。2018年度よりJAXAでは第4期中長期計画がスタートしています。そのため、JAXA航空シンポジウム2018は、航空技術部門の研究開発の大きな節目に行われたシンポジウムとなりました。

佐野久航空技術部門長はこのシンポジウムにおいて、JAXA航空技術部門が第4期中長期計画で、どのようなチャレンジを行うかを報告しました。本シンポジウムのキーワードの一つである「確かな技術」とは、これまで航空技術部門が研究開発してきたいぶし銀のように渋いけれども良質な技術のことです。佐野部門長は今後もこうした研究を継続していくと表明しました。さらにもう一つのキーワード「驚きの創造」について触れ、「皆さまに“Wow”と言っていただけるような、あっと驚きのある、きらりとしたテーマを加えていきたい」と述べました。

今回のシンポジウムではボーイング社のナビード・フセイン(Naveed Hussain)氏とエアバス社のルシー・ラヴェロジャオナ(Lucie Ravelojaona)氏による特別講演も行われ、新たなテクノロジーでいかに

して航空の未来をつくりだしていくのかという観点での講演をいただきました。

JAXAではSafeAvioプロジェクト(晴天乱気流事故防止機体技術の実証)において、レーダーは捕捉できない晴天乱気流をライダー(レーザー光による検知システム)で検知する技術を開発しました。この晴天乱気流検知システムは、ボーイング社のエコデモンストレーター・プログラム2018で試験されました。その様子や意義に関して、フセイン氏の特別講演で紹介されました。

最近、航空機の電動化に大きな期待が寄せられており、JAXAは2018年7月に「航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム」を発足させました。海外でも活発な動きがあります。エアバス社のラヴェロジャオナ氏の特別講演は、まさにその最先端に触れるものでした。



佐野 久
理事 / 航空技術部門長

次ページでは、ボーイング社のフセイン氏とエアバス社のラヴェロジャオナ氏による特別講演の様様をご紹介します。

未来の航空宇宙へのイノベーション



新技術をボーイング社の機体で試験するエコデモンストレータープログラム

「未来の航空宇宙へのイノベーション」と題されたナビード・フセイン氏の特別講演では、ボーイング社のエコデモンストレータープログラム2018(以下、エコデモ)で行われたJAXA開発の晴天乱気流検知システムの試験が、動画を交えて紹介されました。

ボーイング社のエコデモは、航空機の安全飛行と環境性能の向上を実現するため、さまざまなテクノロジーを実際の航空機に搭載して飛行試験を行うものです。2018年春に行われた飛行試験は2012年以来5回目です。今回はボーイング777Fを使い、JAXAの晴天乱気流検知システムをはじめ、30種類以上のテクノロジーに対する飛行試験が行われました。

大型の民間航空機で晴天乱気流を初めて検知

フセイン氏はエコデモでの晴天乱気流検知システムの試験を説明の中で、ボーイング社とJAXAの実験チームの写真を示し、「こうした人たちと仕事ができて光栄です。イノベーションを進めていく。未来をつくっていく。そのために一番大事な人は人です。今回のプレゼンテーションで一番大事なのはこの写真です」と語りました。

エコデモで取得されたデータは現在解析中ですが、フセイン氏は今回の実験の意義について、次のように述べました。

「晴天乱気流検知システムを大型の民間航空機に初めて搭載して、晴天乱気流を検知することができました。このことは、今後、さまざまな可能性のドアを開けることになるでしょう。乗客にとってはより快適な飛行が可能になります。また乱気流を事前に検知できることにより、機体を制御して乱気流の影響を緩和することも可能になるのです。民間航空機の未来が変わることを示す一つの例になったと思います」。

イノベーションを創出し、先端的な研究に取り組む

ボーイング社のイノベーション創出の取り組みとして、同社の二つの組織の活動事例が紹介されました。

ホライゾンXは有望なベンチャー企業への投資を行うほか、新たなパートナーシップの発見や革新的技術による新ビジネスの創出などを行っています。投資先のベンチャー企業の例としては、極超音速機用エンジンを開発しているリアクション・エンジン社や人工衛星での光通信を計画しているブリッジサット社が挙げられていました。ボーイング・ネクストは新たなテクノロジーを現実のものにするための組織で、人とモノを安全かつ効率的に移動させるためのエコシステムを実現することが大きな目標になっています。

マッハ5で飛行する極超音速機や、翼と胴体を一体化させたブレンデッドウィングボディの亜音速機をはじめ、ボーイング社が取り組んでいるいくつもの先端的な研究開発も示されました。数々の新技術を採

用したトラス支持翼遷音速機は、高アスペクト比の翼をもつハイブリッド電動航空機で、機体後部のファンは境界層の空気流を吸い込む仕組みになっています。ファントム・エクスプレスは地球低軌道に小型衛星を運ぶ再利用可能な宇宙機で、ロケットのように打ち上げ、航空機のように帰還します。

フセイン氏は超音速旅客機に関して、市場がどんどん拡大しているという認識を示しました。

グローバルな課題解決にはパートナーシップが重要

将来JAXAとの協働が可能な領域には民間超音速旅客機、高速ヘリコプター、極超音速機、ライダー、騒音の低減などがあります。ライダーに関しては晴天乱気流検知システムの実験を次の段階に進め、航空業界の標準としていくことが重要です。

航空分野のグローバルな課題に取り組むにはパートナーシップが重要であるとフセイン氏は語りました。「JAXAは将来の日本における航空宇宙のニーズにどう応えていくべきかを考えていると思います。さらに世界全体にどうやったらより良いサービスを提供できるかも考えているでしょう。JAXAとボーイングとの協働から、イノベーションを起こせたら良いと思います」。

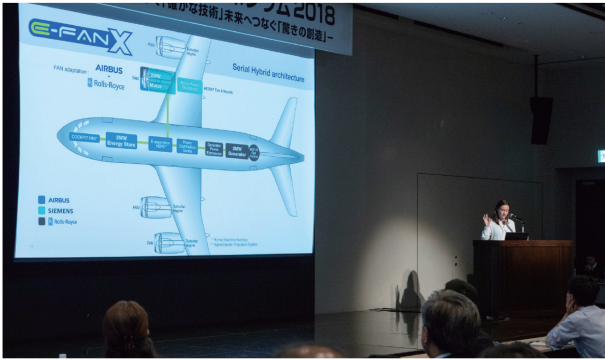


ナビード・フセイン氏 (Naveed Hussain)

ボーイング社の航空力学テクノロジー担当のバイスプレジデントであり、同社リサーチ&テクノロジーの研究所で航空科学や航空機構造を研究している科学者や技術者を統括しています。航空力学テクノロジーのチームは航空機の性能を高める研究の他、次世代航空機のコンセプトや将来における航空宇宙ソリューションも担っています。

BOEING

特別講演

エアバスが描く
電動化への道筋脚光を浴びる
アーバン・エア・モビリティ
分野で研究開発を推進

ルシー・ラヴェロジャオナ氏は、「エアバスが描く電動化への道筋」というテーマで特別講演を行いました。

エアバス社の航空機電動化の取り組みの一つは、ドローンやVTOL（垂直離着陸）機で、ラヴェロジャオナ氏は「スカウエイ」や「ヴァハナ」の例を示しました。スカウエイは「最後の1マイル」の宅配に用いられるドローンで、自律的な荷物の積み下ろしが可能です。現在、シンガポールで実験が行われています。ヴァハナは1人乗りないしは無人貨物輸送用の電動VTOL（eVTOL）機で、ティルトウィングを採用しています。2018年に初飛行を行いました。

アーバン・エア・モビリティ（空飛ぶクルマ）の分野では、「シティ・エアバス」の開発が進んでいます。シティ・エアバスは最大4人乗りの自律型電動VTOL機で、2017年に地上での電気推進システムの検証試験を終えています。初飛行が2019年に行われるとのことです。また、「ポップ・アップ・ネクスト」という空飛ぶクルマのコンセプトも紹介されました。乗客が乗るカーボンファイバー製のカプセルは

アウディ社とイタルデザイン社が担当し、地上では電気自動車として走行します。このカプセルの屋根にエアバス社が担当する8基のローターをもつユニットを取り付けると電動飛行が可能です。

E-Fan Xで
シリーズ・ハイブリッド
技術を実証

これらの新しいタイプの都市内輸送システムとは別に、エアバス社は2010年代始めから従来の航空機の電動化に取り組んできました。小型電動実験機E-Fanが初飛行したのは2014年で、2015年には英仏海峡横断に成功しました。2016年にはシーメンス社と共同開発した小型電動実験機であるシーメンス・エクストラ330LEの飛行試験を行っています。

これらはバッテリーと電動ファンで小型機を飛行させる、いわゆるピュアエレクトリック方式の航空機です。

エアバス社は中型および大型旅客機を電動化するためのシリーズ・ハイブリッド方式の研究も進めています。シリーズ・ハイブリッドとは機体に搭載したガスタービンで発電し、その電力で電動ファンを駆動して飛ぶ方式のことです。

エアバス社はシリーズ・ハイブリッド方式の実証機E-Fan Xの飛行試験を実施する予定であると、ラヴェロジャオナ氏は語りました。E-Fan Xは、エアバス社がシーメンス社、ロールスロイス社と共同で進めてい

るものです。プリティッシュ・エアロスペース社製Bae-146の4基のジェットエンジンのうち1基を電動ファンに置き換えます。シーメンス社のAE2100ガスタービンで2MWを発電し、同社の電動モーターで駆動します。ファンはエアバス社とロールスロイス社が担当しています。

「E-Fan Xはシリーズ・ハイブリッド機の開発にとって大きなマイルストーンになるものです」とラヴェロジャオナ氏は語りました。エアバス社ではハイブリッド機の認証を得るための準備も並行して続けているとのことです。

電動推進は
今後もっとも有望な技術

「電動推進は今後の航空機のもっとも有望な技術です」と、ラヴェロジャオナ氏は語りました。「イギリスのエアライン、イージージェットは10年以内に電動航空機を飛ばすと言っています。ノルウェーでは2040年までに国内線を全て電動に転換するとしています。電動化はエアライン、さらには乗客である皆さまの要望でもあるのです」。

ラヴェロジャオナ氏は最後にJAXAへの期待を込めて次のように語りました。「JAXAにとっても、私たちにとっても、重要なのはイノベーションです。JAXAとはすでに材料領域での共同研究を進めています。JAXAには、ゲームチェンジャーにつながるような革新的な技術を期待します」。

ルシー・ラヴェロジャオナ氏
(Lucie Ravelojaona)

エアバス社のイノベーション・マネージャーで、日本、韓国、東南アジアにおけるイノベーション関連企業の発掘業務を統括しています。有望なスタートアップ企業やインキュベーター、投資家、企業を探し出してネットワークを構築し、地域で発足したプロジェクトを調査しています。

AIRBUS

Kármán line

宇宙機の再突入技術など、 超高速域でCFDのシミュレーション技術を活用する

現代の航空機や宇宙機などの設計では、数値流体力学(CFD)は不可欠の要素です。今後の航空産業や宇宙開発でさらに重要度を増す超高速域でのシミュレーション技術について、航空技術部門数値解析技術研究ユニット燃焼・乱流セクションの松山新吾主任研究開発員に聞きました。

Kármán line(カーマン・ライン)とは、地球の大気圏と宇宙空間とを分ける仮定の境界線です。JAXAでは、航空と宇宙の境界線を越えた連携によって社会に貢献することを目指しています。このコーナーでは、航空技術部門の技術が宇宙分野にも活かされていることを紹介します。

(Image Credit: NASA)

通常とはかけ離れた現象が起きる超高速域の世界

CFD(Computational Fluid Dynamics)とは流体中を移動する物体の周囲に起きる現象を解析・シミュレーションする技術で、航空機などの開発を効率化しつつ性能や安全性を高める研究開発のため、すでに多方面で利用されています。例えばJAXAが開発した「FaSTAR」^{※1}は、世界最速級の処理速度を誇る流体解析ツールとして、多くの航空機や宇宙機の開発で実績を上げてきました。しかし、海外でも研究開発に注目が集まる極超音速旅客機や、地球の周回軌道からの宇宙往還機などには、遷音速機や超音速機で用いられるものとは異なるCFD技術が必要です。「太平洋を2時間で横断可能な極超音速機でのマッハ5クラス、大気圏再突入のマッハ10~30という超高速では、通常とは全く異なる物理現象が起きます」(松山新吾主任研究開発員)。この超高速状態を解析する目的で開発しているのが熱化学非平衡流^{※2}の解析プログラムである「JONATHAN」^{※3}です。

一層の高精度化と、使いやすい汎用化を進める

宇宙機のような非常に高速の流れでは、技術的な難しさもあり、航空分野に比べるとCFDの実利用が遅れていました。超高速領域の現象が解析できないと、機体の周辺で発生する物理現象が十分に予測できず、不測の事態が発生しかねません。かつて1980年代初頭、スペースシャトルで再突入時に姿勢制御の問題が発生

し、その頃から超高速域での流れの研究が急速に進みました。

「非常に高い速度、例えば宇宙からの大気圏突入カプセルは毎秒5~7kmを超える速度になりますが、このような速度域では空気の物理特性が変化して生じる膨大な熱エネルギーを考慮しないと正確なシミュレーションは不可能です」。松山主任研究開発員はJAXAに入社した2004年から開発に着手し、十数年かけてJONATHANの熟成を続けてきました。

「自分の研究だけでなく、JAXAの研究成果を組み込んで有効性を実証するためのプラットフォームとしても活用できるよう、機能を追加しながら一層の高精度化を目指してきました。それと並行して、複雑なプログラムの中身を知らずとも、一部の航空宇宙分野の専門家だけでなく一般企業を含め広く誰もが利用できるツールとして、JONATHANに汎用化を高めるための改良もたいへん苦労しました」。

その成果の一つとして、2018年11月11日(日本時間)、宇宙ステーション補給機「こうのとり」7号機(HTV7)に搭載された小型回収カプセルが、国際宇宙ステーション(ISS)から実験試料を地球に持ち帰りました。JONATHANは、このカプセルの設計や開発にも利用されました。

またJAXA革新的衛星技術実証プログラム^{※4}に採択された、株式会社ALEが提案する人工流星雨の計画^{※5}では、設計や開発のツールとしてJONATHANが有償で利用されています。JAXAの第3期中期計画で目指した出口指向の観点でも、JAXA以外での応用領域が広がっています。



HTV搭載小型回収カプセル(HTV Small Re-entry Capsule: HSRC)の回収の様子(東京都小笠原諸島南鳥島沖にて)

日本の再突入技術を高めるために

「超高速流で生じる現象の中には発生メカニズムが未解明なものも多く、そのような現象をシミュレーションにより解明していく研究の醍醐味があります。現在、その一つとして超高速乱流のシミュレーションに取り組んでいます。発生メカニズムを解明するだけでなく、予測や制御といった流れのコントロール、超高速の流れを思うように操って望ましい特性を持たせるといふ、夢の可能性もあるのではないかと信じています」。JAXAでもすでに火星大気への突入カプセルのシミュレーションなどの研究が進んでいます。将来の月や惑星の有人探査では必須の技術です。宇宙から大気圏に再突入して帰還する技術は、世界でも限られた国しかまだ持っていません。「日本オリジナルのJONATHANが、再突入技術の一翼を担うような高度化を目指し、宇宙開発の活動にも貢献できるように汎用化していきたいです」(松山主任研究開発員)。

※1: FLIGHT PATH No.8参照

※2: 非常に高温な状態により、窒素や酸素分子の回転や振動エネルギーの励起さらには分子の熱解離や電離などの熱化学反応が生じる流れ場。

※3: 秒速10kmを超えるような超高速域で無視できなくなる輻射による加熱を評価するためのツール「SPRADIANT」と組み合わせることで、より高精度の予測が実現した。

詳しくは「大気突入機の熱空力評価システムの高度化」ページ参照。http://www.aero.jaxa.jp/research/basic/aerodynamic/aerothermodynamic/

※4: 民間企業・大学等による超小型の人工衛星を活用した新たな知見の獲得・蓄積、将来ミッション・プロジェクトの創出、宇宙システムの基幹部品や新規要素技術の軌道上実証実験などのための機会を提供するプログラム。http://www.kenkai.jaxa.jp/research/innovative/innovative.html

※5: 地球の周回軌道から小物体を放出して大気圏に突入させ、人工的に流星雨を作る宇宙のエンターテインメント利用の計画。

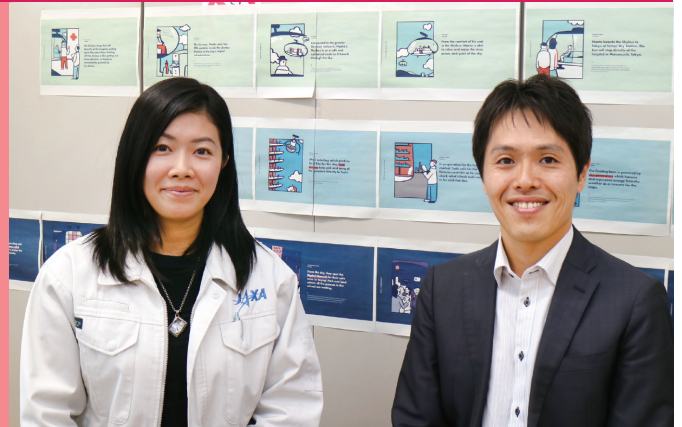
世の中の 新たな潮流を生み出す 「わくわくプロジェクト」

保江かな子 (写真左)

数値解析技術研究ユニット/
次世代航空イノベーションハブ
研究開発員

岡本太陽 (写真右)

事業推進部 主任



航空分野の新しい研究領域を創出するため、「わくわくプロジェクト」が立ち上がったきっかけや活動などについて聞きました。

将来社会で「空」を活用するシナリオを描いた「4つのストーリー」印刷画面の前で。

——わくわくプロジェクトを立ち上げたきっかけは何ですか。

保江 「わくわくプロジェクト」は、JAXA航空技術部門の新しい研究領域を、デザイン思考という手法を使って創出することを目指して、事業推進部の有志^{※1}で始めた活動です。デザイン思考とは「人」を起点として潜在的なニーズを掘り起こし、新しい方向性やプロダクトなどを見いだしていく手法です。航空技術部門には新しい価値創出を目指し、新分野を創造していくために、トップダウンでいくつかの研究ターゲットを設定し、そのターゲットに関連する研究開発を促進する「新分野開拓研究制度」が2017年度から始まりました。しかし、設定される研究ターゲットは、どうしてもこれまでの技術の延長線上や世の中の潮流に沿ったものになりがちだと感じました。そこで、世の中の新たな潮流を生み出すようなアプローチもあっていいのではないかと思い、従来の学問分野や航空機メーカー、エアラインからのニーズなどを超え、直接、「人(生活者)」を起点にして考えてみようというのが、このプロジェクトを始めたきっかけです。

岡本 「わくわく」は“Work creatively, Work cool!”の略ですが、「おっ!」と言われることや、もっとわくわくすることをしたい」という話を当時の上司である立花さん(立花繁 事業推進部計画マネージャ)^{※2}や保江さんとしたことから、3人でこのプロジェクトをスタートしました。

——どういう方がプロジェクトのメンバーになっていますか。

岡本 3人だけではアイデアを広げるのは難しいので、思いを共有する事業推進部にいる同年代の仲間を巻き込み7~8人のメンバーになりました。取り組みを進めると、事業推進部のメンバーだけでも閉じこもった発想しか出てこない状況があり、航空技術部門内の研

究の現場に近い人やJAXAの異なる部門で同じような問題意識や取り組みを持つ人にも声をかけ、現在は20人ぐらいのコミュニティになっています。

保江 研究者だけでなく事務系職員も一緒に活動しているという点も特徴だと思います。

——どのような活動をしてきたのですか。

保江 活動は大きく三つあります。一つは、新しい研究領域を創出する活動そのものです。私たちだけでは、航空や宇宙の「当たり前」を取り払った新しい発想がなかなか出てきません。デザイン思考の生みの親である外部のコンサルタントや既にデザイン思考を積極的に活用している団体や企業と連携できたことがとても重要でした。二つ目は事例研究と呼んでいますが、航空宇宙分野以外も含めてデザイン思考がどのように使われているかという調査です。シリコンバレーでデザイン思考を活用する現場も訪ねて議論しました。もう一つはデザイン思考自体の考え方をJAXA内に普及していく活動です。

岡本 デザイン思考では、さまざまなフェーズで新しいアイデアをブレインストーミングで積み上げていきます。私にとって難しかったのは、アイデアを積み上げていくと、考えがどんどん膨らんで收拾がつかなくなることです。プロジェクトの活動としてそれをどうまとめ、調整するかが個人的には大きな課題となりました。着地点を見越して、そこまでロジックで考え詰めていく仕事ばかりしていたこともあってか、なかなかこうした思考に慣れず悪戦苦闘の連続でしたが、とても良い経験になりました。

——活動の成果を教えてください。

保江 このわくわく活動は、2018年12月で一区切りになります。活動のアウトプットとして、将来社会で「空」を活用するシナリオを描

いた「4つのストーリー」をまとめ、JAXA航空技術部門ホームページに公開^{※3}したところです。

岡本 「4つのストーリー」は、技術的な根拠よりも、空を利用する「人」がどう感じるかに重きを置き、平易な言葉を使ってストーリーを表現しています。これからいろいろなフィードバックをもらい、今回の成果を社内の新分野開拓制度に反映してもらえるようトライしたいと思っています。

保江 今後は、「人」が本当に望む将来の姿を見据えた研究開発テーマを創出し、それを実現するための研究開発を進めていきたいです。

——JAXA航空技術部門を目指す人たちにメッセージをお願いします。

保江 私が航空を目指したきっかけは、映画『スター・ウォーズ』に登場するある宇宙船の機体がとても美しく、将来そういうものを作りたいという気持ちがあったからです。JAXAには新しいことに挑戦したいという気持ちを受け入れてくれる態勢があります。問題意識を持ってやりたいことを話すと応援してくれる人が多い職場だと感じています。

岡本 航空分野にはマーケットがしっかりあり、JAXAには日本の産業界に貢献する研究開発を行うという大きな役割があります。自分が学んできたことをどう活かしていくがイメージしやすい環境だと思います。JAXA職員として留学したアメリカでは航空や宇宙分野のベンチャーが盛んで、とても勉強になりました。航空もこれからイノベーションや新しいサービスがどんどん生まれてきます。JAXA発の航空ベンチャーも出てくるのではないのでしょうか。それをお手伝いする仕事もしたいですね。自分の経験を通して、JAXAは研究者、事務職の両者にとっていろいろなことにチャレンジできる職場だと実感しています。

※1,2: 主なメンバーについては、Work Creatively, Work Cool!(わくわくプロジェクト)ページ参照。http://www.aero.jaxa.jp/wakuwaku/

※3: http://www.aero.jaxa.jp/futurebluesky/



JAXAでは、夜間や視界不良時におけるヘリコプターの安全な運航を支援するために、パイロット視覚情報支援技術「SAVERH (Situational Awareness and Visual Enhancer for Rescue Helicopter)」の研究開発を進めている。(2018年11月にJAXA 大樹航空宇宙実験場で行った飛行実験の様子)

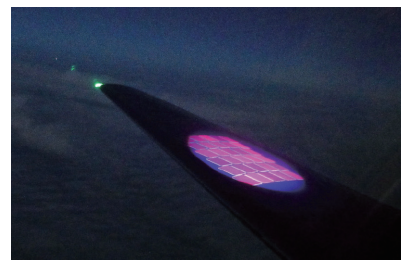
SAVERH

SITUATIONAL AWARENESS AND VISUAL ENHANCER FOR RESCUE HELICOPTER

<http://www.aero.jaxa.jp/research/basic/flight/human/#saverh>

Cover Photo:

JAXA実験用航空機「飛翔」の主翼上に発生する衝撃波の位置を感圧塗料(PSP)を用いて可視化する飛行試験を実施した。PSPを塗布したシートを貼り付け、紫外線を当てることで発生するPSPの赤色発光を計測する。この赤色発光は圧力の違いによって明るさが変化するため、衝撃波前後での圧力差を利用して衝撃波の位置が可視化できる。PSPの赤色発光は非常に微弱なため、飛行試験は日没後の薄明から夜間にかけて行われた。



JAXA航空マガジン
FLIGHT PATH No.22
2018年12月発行

【禁無断複写転載】JAXA航空マガジン「FLIGHT PATH」からの複写もしくは転載を希望される場合は、航空技術部門までご連絡ください。

発行:国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA) 航空技術部門
発行責任者:JAXA航空技術部門事業推進部長 村上 哲
〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1
TEL 050-3362-8036 FAX 0422-40-3281
ホームページ <http://www.aero.jaxa.jp/>



古紙/パルプ配合率80%再生紙を使用



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。



VEGETABLE OIL INK