

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



2018
SPRING

No.20
航空技術部門
www.aero.jaxa.jp



特集

第3期中期計画を振り返る

2 特集

第3期中期計画を振り返る

5 特集関連

JAXAの研究は、
どのように活かされているのか

10 Kármán line

12 FLIGHT PATH TOPICS

11 リレーインタビュー

「研究を通じて世の中のちょっとした仕組みを変えていきたい」



立花 繁
事業推進部
計画マネージャ

環境や安全に対するニーズの高まりや、日本の航空産業を取り巻く環境の変化などの中で、JAXA 航空技術部門が果たすべき役割も時代とともに変わってきました。2013年度から始まった第3期中期計画において、JAXA航空技術部門は何を目指し、何を実現したか。立花繁計画マネージャが5年間の活動を振り返ります。

高いレベルの技術実証から成果の活用促進までを追い続けた5年間

第3期中期計画を振り返る

技術実証にとどまらず、研究の出口を見据える

——第3期中期計画でJAXAの航空科学技術研究が目指したものは何だったのでしょうか。

2013年に国が定めた中期目標を受けて策定されたJAXAの第3期中期計画で航空技術部門では、「環境と安全に重点化した研究開発」、「航空科学技術の利用促進」、「技術基盤の強化および産業競争力の強化への貢献」の三つの方針に沿って、具体的な研究開発を進めてきました。第2期に比べて、研究開発成果の出口をより強く見据えて計画を推進した点が、大きな変化です。技術実証では終わらずに、私たちの研究成果が世の中にどう役立つかを強く意識してきました。

——研究者にとって、自分の研究が社会で使われるようになれば、こんなにうれしいことはないでしょうね。

自分たちが育ててきた先進的な技術の性能を実証するだけでなく、それを成果の受け手に渡して使われる状態まで持っていくことは、学会で研究成果を発表するのはまた違った喜びや充足感があります。この5年間、私たちはそうした喜びも感じながら研究を続けてきたというふう

に感じています。

——第3期中期計画では「航空環境技術 (ECAT)」「航空安全技術 (STAR)」「航空新分野創造 (Sky Frontier)」とそれを支える基礎的・基盤的技術の研究という形で、プログラムとして研究開発を進めていますね。

はい、その通りです。第3期の開始に先立ち、第2期の総括やJAXAを取り巻く社会情勢変化などの考察を行った上で、三本柱とそれを支える基礎的・基盤的技術の研究というプログラム体制の構築につながりました。

「ECAT」と「STAR」の領域はまさに中期目標における「環境と安全への重点化」や「利用の促進」を実現するためのものです。日本の航空機産業の規模は2011年には約1兆円でしたが、現在は約1.7兆円にまで拡大しています。また、航空交通量は、15年間で倍増すると予測されています。そういった社会の動向を受けて、JAXAはさらに航空産業の成長や安全性の向上を後押しするために、環境と安全の二つの領域に重点化した研究開発を行ってきました。

「Sky Frontier」領域は10年後、20年後の将来必要となる先端的な技術の研究開発ですが、これも将来の産業競争力強化や安全性の向上につながるものであり、JAXAの役割が大きく期待される領域です。

日本の航空産業の国際競争力強化を目指す

——まず「ECAT」領域の成果を伺います。

民間航空機用エンジンは国際共同体制で開発されますが、その中で日本が開発シェアを確実なものとしているのは、低圧系と呼ばれる部位(ファン、低圧圧縮機、低圧タービンなど)です。ファンブレードなどの低圧系部品について、実用化に必須の安全性を担保しつつ、燃費向上につながる軽量化や空力性能向上を実現したのが「高効率軽量ファン・タービン技術実証 (aFJR)」です。日本の得意とする複合材料技術やCFD (数値流体力学) 技術が活かされました。

「機体騒音低減技術の飛行実証 (FQUROH)」は静かな機体を実現する技術の開発です。この分野では、JAXAにはCFDや風洞試験で蓄積してきた設計のコア技術がありました。それらに基づいて設計した低騒音化デバイスをJAXAの実験用航空機「飛翔」に装着して飛行試験を行いました。先進的な騒音計測技術も駆使することで、実際、狙ったように機体騒音が低減されることを実証しています。

aFJRやFQUROHの成果は、共同研究を通して、民間企業の製品開発に活かされ、今後日本の産業界が国際的な市場でシェ

アを拡大していくための大きなセールスポイントになることが期待されます。またJAXAにおいては、これらプロジェクトで獲得した実用性の高い設計技術を基に、今後、さらなる先進技術の開発へと応用展開することも期待できます。こういった形で日本の航空産業を盛り上げていくことが、JAXAの大事な役割だと考えています。

——開発した技術をメーカーに渡すという点では、「STAR」の領域でも大きな成果が出ていますね。

大型航空機の事故の約半数が乱気流によるものという報告があります。従来のレーダーでは検知しにくい晴天時の乱気流を、JAXAが開発した機体搭載型のドップラーライダー技術を使うことで検知できるようにしたのが「乱気流事故防止機体技術の実証(SafeAvio)」プロジェクトです。航空機に搭載した重量約84kgの小型軽量の装置で、平均値でおよそ17.5km先の乱気流を検知できるという成果を得ています。これは世界でもずばぬけた性能です。これだけ先の晴天乱気流を検知できれば約70秒間の時間的な余裕が生まれ、シートベルト着用などの安全対策に用いる時間を確保することができます。このシステムの実用化を目指す国内装備品メーカーとともに装置の開発に取り組んでいます。米国ボーイング社のエコデモンストレーター・プログラム2018において、この晴天乱気流検知システムを大型機に搭載して2018年春に飛行試験を実施します。本技術の実用化に向けた大きな一歩と言えます。

開発した技術の社会実装が進んだ

——第2期中期計画から研究開発を進め、第3期で成果を出した事例を教えてください。

JAXAと気象庁が共同で開発した「空港低層風情報(ALWIN)」という空港周辺の低層風擾乱検知システムがあります。2017年4月から東京国際空港(羽田)と成田国際空港において、同システムの実運用が開始

されました。これは「次世代運航システム(DREAMS)」プロジェクトから派生したものです。DREAMS自体がもともと空港やエアラインなど航空機運用に近い分野で進めてきたプロジェクトですが、その成果をもう一步進めて社会実装したという点で特筆すべき例だと思えます。

——出口指向の意識を持つことは大事ですね。「災害救援航空機情報共有ネットワーク(D-NET)」についてはいかがでしょうか。

D-NETは大規模災害時にヘリコプターの飛行状況や災害情報を、現地対策本部をはじめとして関係者間で広く共有できるシステムです。2016年度には、総務省消防庁の消防防災科学技術賞を受賞しました。また「平成29年7月九州北部豪雨」の緊急消防援助隊の活動支援と人命の救助および被害の軽減への貢献に対して、消防庁長官から感謝状をいただきました。実利用を意識し努力してきた活動を評価いただき、とてもありがたいと思っています。

日本の技術の強みを活かす

——「Sky Frontier」の領域では、将来の超音速機の機体設計につながる研究を進めました。

2015年7月にスウェーデンの試験場で「低ソニックブーム設計概念実証(D-SEND)」プロジェクトの第2フェーズ試験を行いました。JAXAが設計した実験機による飛行試験を行い、超音速旅客機実現の大きな課題の一つとなっているソニックブームの低減効果を実証しました。例えて言えば、これまで落雷音のレベルだったソニックブームをドアノックのレベルにまで低減する技術です。飛行実証によるこの結果自体、JAXAの研究が世界のトップを走っている証しですが、合わせて大事なこととして、国際民間航空機関(ICAO)におけるソニックブーム基準策定検討において、JAXAがタスクグループのメンバーとして活動し、D-SENDの成果を基に技術的な貢献を続けていることが挙げられます。先端的な

技術の開発でありながら、現実の利用促進にもしっかり貢献している点が、この飛行試験の大きな成果の一つです。2015年2月に成功させた「航空機用電動推進システム技術の飛行実証(FASTAR)」もそうですが、JAXAだからこそその世界に誇れる新技術について、システムレベルの飛行実証を成功させた好例と言えます。

——基礎的・基盤的技術の研究での成果についてはいかがですか。

JAXAが開発した世界トップレベルの高速性を持つ流体解析ツールである「FaSTAR」が大きな成果を上げました。数年前には1日かかっていた数値計算を2分間で行うくらいの性能向上を実現しました。数値計算技術はJAXAが持っている優位技術の一つであり、産業競争力の強化に貢献する基盤技術です。FaSTARはライセンス契約を結んで機体メーカーなどに使っていただいています。

また、F7-10エンジン^{*}の導入も大きな意味を持っています。航空機エンジンの開発は国際共同で行われますが、エンジンシステム実証によって、シェア獲得に向けた技術提案の説得力が大きく増します。日本のメーカーの国際競争力の強化につながるよう、着実にエンジン導入の準備を進めているところです。

課題解決に異分野のパートナーと一緒に取り組む

——第3期中期計画に次世代航空イノベーションハブがスタートしました。

次世代航空イノベーションハブでは、異分野の技術・知見の糾合によって、航空分野の抱える課題の解決や、より広く社会の課題解決につながるような、新たな成果を生み出すことを目指しています。その第一例として、WEATHER-EYEコンソーシアムを立ち上げ、雪氷、雷、火山灰などの特殊気象に起因する諸問題の解決に取り組んでいます。現在、18機関がコンソーシアムを組み、それぞれの専門分野を活かしながら技術開発を進めています。今後さらに参加機関が増える見込みです。特殊気象対策に

^{*} 防衛装備庁が開発した純国産ターボファンエンジン。民間転用されることになり、技術実証用エンジンとしてJAXAでの導入が決まった。

とどまらず、別の分野においてもこのような活動を進めていきたいと考えています。
——外部とのさまざまな連携について伺います。

国際的な連携では、26カ国の航空研究機関の長が集まる国際航空研究フォーラム(IFAR)において、JAXAが議長を2年間務め、より強固な運営体制づくりにおいてリーダーシップを発揮したことは大きな成果でした。またアメリカ航空宇宙局(NASA)との協力関係の強化、ドイツ航空宇宙センター(DLR)、フランス国立航空宇宙研究所(ONERA)との3機関会合、ボーイング社との共同研究など、各国を代表する研究機関や企業とさまざまな形の連携協力を進めてきました。このような連携によって各機関との強い信頼関係が醸成されていますし、今後、JAXAの研究開発成果の最大化につなげていければと思います。

産業界との連携では、やはりMRJに関する協力が大きいですね。もちろん公的機関として協力できる範囲というものはありますが、第3期に始まったことではなく、それ以前から技術的な協力が続いてきました。MRJ開発のさまざまな場面でJAXAの技術が貢献しています。JAXAにおいて風洞試験が3,000時間以上行われていますし、型式認証の試験、尾翼の強度

試験などへも技術的に貢献しています。国産旅客機開発という非常に大事なプロジェクトに、私たちも可能な限り貢献できるように努力しています。

第4期中長期計画へ

——この5年間の総括をお話してください。

第2期からの継続プロジェクトであったDREAMSとD-SENDでは技術実証を成功させ、その後継事業において社会への実装や基準検討等利用促進のための活動を進めました。一方、aFJR、FQUROH、SafeAvioという三つの新規プロジェクトを着実に推進し、産業界への技術移転へと結び付けてきました。加えてプロジェクトや産業界・学界を広く支える基礎的・基盤的技術においてもFaSTARを代表として広く利用される技術を仕上げました。人的・資金的なリソースの制約がある中、重点化の大方針に則って、研究者やスタッフ一人一人が努力してきました。その努力が結実した5年間であるとともに、今後さらに成果の社会実装が加速されることを予見させる5年間でもあると言えます。主務大臣による評価においても、航空科学技術分野は、2015、2016年度の2年連続で最高のS評価をいただいております。私たちとしても確かな手応えを感じているところです。

——これからの課題としては、どのようなことがあるのでしょうか。

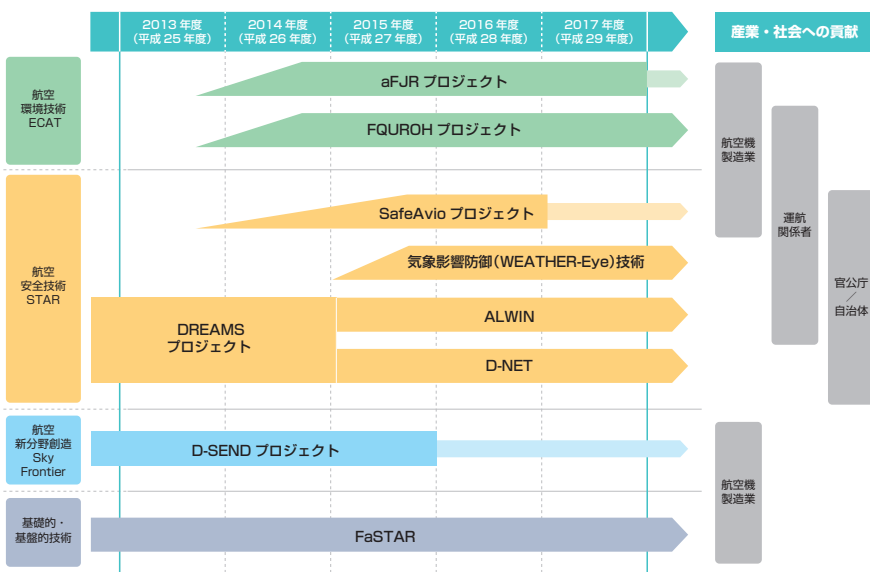
第3期は、従来から培ってきたJAXAのコア技術がある塊として育て、花開かせたという点で大きな成果がありましたし、引き続き成果の社会実装に向けた取り組みを進めることには変わりありません。一方で、全く新しい技術の芽を育てる活動が犠牲になってきた部分があると思っています。このような問題意識を起点として、少しずつ新たな研究テーマを創出するための取り組みや仕組みづくりに着手しています。JAXAの研究者も連携パートナーの方々も、一緒にワクワクするような活動を進めたいですね。

——第4期中長期計画の主要テーマとして考えていることはどんなことでしょうか。

第4期中長期計画は7年間とこれまでより長いわけですが、少なくとも前半の研究開発テーマとして大きな柱は三つあります。一つ目はエンジンです。これまでは低圧系部位に注力してきましたが、第4期中長期計画では、コアエンジンという、より難易度の高い高温高圧部位の技術開発に踏み込んでいきたいと考えています。二つ目は超音速機です。D-SENDプロジェクトでは、ソニックブーム低減技術の飛行実証を通じて、国際的に優位な技術を獲得しました。このソニックブーム低減技術を核とした全機統合設計技術を確立し、技術実証によってメーカーが成果を受け取れるような技術を成熟させることが、第4期の課題となります。三つ目はJAXAの強みである基礎的・基盤的技術のさらなる強化です。挑戦的な目標を設定し、ワクワク・ドキドキ、果敢に研究開発に取り組む風土を醸成するとともに、技術の成熟段階に応じて、社会基盤の強化や産業競争力の強化に直接つながるような貢献を進めたいと考えます。いずれも共通して、国際的な競争環境の中で日本の航空産業の発展に貢献するためには何が必要かという観点を引き続き重要であることは変わりありません。

第3期中期計画で構築したプログラム体制は、こちらをご覧ください。

<http://www.aero.jaxa.jp/research/>



図：本特集で言及した研究開発における第3期中期目標期間(5年)の動き

JAXAの研究は、どのように活かされているのか

機体騒音を低減させる技術はエアラインも期待

— 全日本空輸株式会社 —

海外では、夜間離着陸ができない空港があるのはもちろんですが、騒音レベルによって日中でも離着陸ができない空港もあります。ヨーロッパの空港では、1年間における騒音の総量に制限を設ける考え方が中心です。離着陸ごとに騒音レベル

の低い飛行機は0.5回、騒音の大きな飛行機は1回というように数えますので、騒音の少ない飛行機はその空港をたくさん使えますが、騒音の大きな飛行機は離着陸数を少なくしなければなりません。

飛行機の騒音は、離陸時はエンジンからの音がメインですが、着陸時になりますと、機体から出てくる騒音とエンジンの騒音がほぼ同じレベルになります。ですから、いかにして機体から出る騒音を低くして飛ぶかが、私たちエアラインにとって課題になっています。

FQUROHプロジェクトの目指す技術が、車輪やフラップの機能を損なわず、バランスを取りながら騒音を低減していくことは、本当に歓迎すべきことで、エアラインとしても期待しています。(本田清貴 性能技術チームリーダー)

FQUROHプロジェクトの研究は、素晴らしいものと思っています。機体騒音は機種によって異なってきますので、何が



近藤 隆

全日本空輸株式会社
オペレーションサポートセンター
フライトオペレーション推進部
副部長兼業務推進チームリーダー

最適か、難しいところもあると思います。そこを解決して、できるだけ早く実現していただきたいと思います。

またJAXAには、夢がある技術に取り組んでほしいですね。ただ夢に終わらせるのではなく、ぜひ実現させていただきたい。例えば、JAXAが研究している環境に負荷をかけない超音速旅客機が現実のものになれば、飛行時間は大幅に短縮されて利用はどんどん広がると思います。(近藤隆副部長兼業務推進チームリーダー)



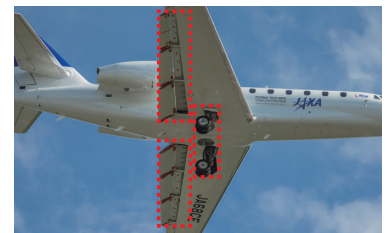
本田 清貴

全日本空輸株式会社
オペレーションサポートセンター
フライトオペレーション推進部
性能技術チームリーダー

機体騒音低減技術の飛行実証 (FQUROH) プロジェクト

FQUROHプロジェクトでは、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ます。機体騒音の主な原因となる高揚力装置(フラップやスラット)、降着装置(脚)に対する低騒音化技術を開発して飛行試験によって実証することにより、低騒音航空機の設計技術確立と航空産業の技術向上支援を目指しています。

2016年に行った飛行実証試験は、フラップに対する騒音低減効果を確認した世界初の事例となりました。また2017年には低騒音化設計の改良によりさらに騒音低減を図り、設計通りの低騒音性能を得られることが飛行実証試験で確認できました。



飛行実証試験で低騒音化のために改造された(点線囲み部分) JAXAの実験用航空機「飛翔」

パイロットが日々直面する問題を解決する技術開発を

— 日本航空株式会社 —



市川 将巳

日本航空株式会社
運航本部運航部

パイロットが出発前に行うブリーフィングでは、気象情報の確認が約3分の1を占めます。気象情報の中でも、特にパイロットが注目するのが、飛行経路上に乱気流があるか、そして離着陸が可能であるかという二つの点です。

乱気流に関しては、気象情報によって発生が予測できる場合もありますが、晴

天乱気流と呼ばれる雲を伴わない乱気流は予測が難しく、遭遇した場合には機内の事故につながることもあります。

晴天乱気流が発生しそうな空域は、気象情報とパイロットリポート(他の航空機が遭遇した揺れの情報)から予測します。気象予測は高度化していますが、現在は予想範囲のスケールが大きく、その空域に入った時に揺れのポテンシャルがあるという情報です。SafeAvioは、ドップラーライダーにより実際の擾乱をとらえ、晴天乱気流の発生を直接的に教えてください。

緊急地震速報と同じで、その事象が起きる数秒前でも、その情報があるかないかでは対応が違います。実際の揺れが来ることを知ることができれば、シートベルト着用サインを点灯させ、お客さまと客室乗務員に注意喚起が可能になります。

日本の上空は、世界的にみると晴天乱気流を含めた難しい気象現象の多発地域です。一日も早く、SafeAvioの技術を実用化していただきたいと思います。

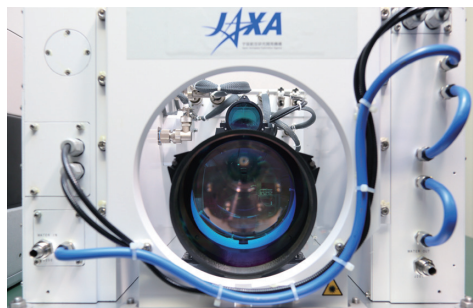
世界の航空機輸送量は増加の一途にあり、航空路、空港は非常に混み合ってきました。そのため気象現象による乱気流以外に、航空機の後方乱気流に起因する事故も起きています。この問題は今後、さらに顕著になっていくのではないかと思います。

DREAMSプロジェクトで研究されたALWINは、羽田空港と成田空港で実運用が開始され、有用な情報として運航に活かされています。

基礎研究や先端研究にも非常に強く期待しています。私たちパイロットが日々の運航で直面する問題を解決できる技術の実現をぜひお願いします。

乱気流事故防止機体技術の実証(SafeAvio)プロジェクト

SafeAvioは、検知の難しい晴天乱気流をドップラーライダーによって検知し、突発的な機体の揺れを回避する技術の実証を行うプロジェクトです。レーザー光を航空機前方に照射し、大気中に浮遊する微細なエアロゾル粒子によって散乱した光を計測することで、気流の流れを調べることができます。JAXAは、高性能なドップラーライダーを航空機に搭載できるサイズまでコンパクト化しました。2017年には気流の検知距離としては世界トップとなる17.5km(全フライト平均値)先にある気流の動きを観測しました。これは、前方にある乱気流を、約70秒前に検知できることを意味します。2018年3月～4月に行われる米国ボーイング社のエコデモンストレータープログラムの中でも試験が行われます。



旅客機に搭載可能な小型軽量化を図ったドップラーライダーの試験装置

空港低層風情報(ALWIN: Airport Low-level Wind INformation)

ALWINとは、航空機の着陸経路上における風の情報(風向・風速、ウインドシア^{*1}や乱気流など)を提供するサービスです。地上に設置された空港気象ドップラーレーダーおよびドップラーライダーなどの観測データから、ウインドシアや空港周辺の地形、建築物の影響などによる乱気流を自動的に検出し、その情報を画像やテキストデータとして運航会社および航空機に送信します。音声通信による情報提供に比べ、風の状態変化をリアルタイムでより詳細かつ正確に把握できるため、より安全に着陸することが可能になります。

ALWINは、2017年4月から羽田空港および成田空港で実運用が開始されています。



ALWIN情報を基にアプローチブリーフィング
(撮影協力: 日本航空株式会社)

※1: 大気中の2点間における風のベクトル差。シアは“ずれ”を意味する言葉。水平方向を水平シア、鉛直方向を鉛直シアと呼ぶ

雪氷モニタリングセンサーの実用化に協力します

— 新千歳空港 —



相磯 典孝

国土交通省東京航空局
新千歳空港事務所 管制保安部
航空管制運航情報官
次席航空管制運航情報官

冬季の空港では、滑走路の積雪や凍結が航空機の離着陸に大きな影響を与えます。これらの影響を最小限とするため、航空機の離着陸を一時的に制限し、特殊車両を走行させて積雪の種類、割合、深さおよび摩擦係数を測定しており、必要に応じ除雪を行います。測定の結果、航空会社が定めている基準を満たしていない場合には運航が制限されることとなります。JAXAが研究開発を進

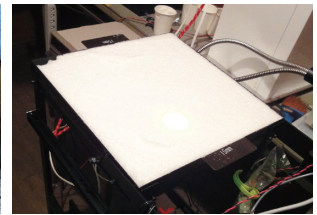
めている雪氷モニタリングセンサーが実用化され、リアルタイムに積雪の状況を知ることができるになれば、滑走路に立ち入ることなく、常に滑走路の状態をモニターできるため、最小限の離着陸制限により効率的に安全運航に不可欠な情報を提供できることが期待されます。雪氷モニタリングセンサーの実用化のために協力します。

雪氷モニタリングセンサー

地面に埋設した装置から、透明なガラス面の上に積もった雪にレーザー光を照射し、その散乱光を受光部で受けることによって、積雪量や雪の質を計測するセンサーです。滑走路や誘導路などに埋設することで、常に積雪の状態を把握することが可能になります。現在、北見工業大学や株式会社センテナリアなどと共同で実験を行っています。



雪氷モニタリングセンサーを設置する様子



雪氷モニタリングセンサーによる人工雪の観測

共同研究の相乗効果でシステムや製品の実用化へ

— 株式会社ソニック —

ソニックは、気象観測機器や魚群探知機など、超音波を使った計測機器の開発と製造販売を行っています。その技術を使って、航空用の低層ウインドシア観測装置を2012年に開発しました。これは、空港に配置して滑走路端上空の気流を数分ごとに計測するというものですが、情報を運航管理者やパイロットに伝える手段が乏しいものでした。そのような時、JAXAの開発したLOTAS^{※2}を耳にし、2015年10月からオープンラボ^{※3}としてSOLWINの共同研究を開始しました。

JAXAとしてもLOTASで使用するレー

ダーやライダーが非常に高価で、地方空港への展開は難しいと思われていたようです。双方が共同研究を行うことで相乗効果が生まれ、地方空港にとっても導入しやすい、センシングから情報提供までを行うシステムとして組み上げることができました。

2017年3月から2018年3月まで、大分空港での検証試験運用を行っており、今後は、複数の地方空港で実証試験運用を行う予定です。さまざまな条件下の実証試験を経て、2019年度の本格運用を目指しています。地方空港に導入しやすい低



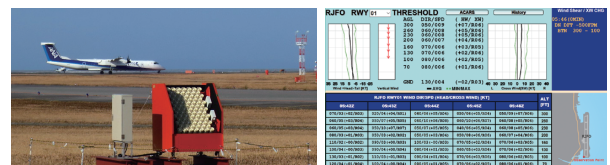
伊藤 芳樹

株式会社ソニック
取締役

価格な低層風情報提供システムの実用化への道筋が見えてきたのも、JAXAと一緒にやったからこそだと思っています。

SOLWIN: S0dar-based Low-level Wind INformation

ALWINで培った情報提供システムと、株式会社ソニックが開発した音波を使ったリモートセンシング装置(ソーダー)を組み合わせ、低層風情報提供システム。ソーダーは、天候に左右されず計測が可能という特長を持っている。またレーザーやライダーに比べて価格が安いというメリットもある。主に地方空港などへの導入を目指している。



左：大分空港に試験設置した SOLWIN用ソーダーの受信機（手前中央の赤いBOX）、右：SOLWIN がインターネット上で提供する風情報の例（風向・風速、上下風の現在の数値、グラフ（上部）や過去の履歴（下部）を表示）

※2：低層風擾乱アドバイザーシステム。FLIGHT PATH No.8参照

※3：JAXAオープンラボ公募。国内の企業・大学などを対象に、航空宇宙に関連する製品・サービスの創出を目指す研究を促進するための公募型共同研究制度
<http://aerospacebiz.jaxa.jp/solution/open-labo/>

消防防災ヘリの安全かつ効率的な運用を可能にする技術を

— 消防庁 —

消防庁では、2014年からJAXAの開発したD-NETに対応した「集中管理型消防防災ヘリコプター動態管理システム」の運用を開始し、段階的に導入を進めた結果、現在では国内の消防防災ヘリコプター(全75機)が本システムに対応しています。当初は災害時のみの運用としていましたが、2017年からはヘリコプターの安全運航のため、飛行する際には常に動態管理システムを起動するようにしています。

また2017年7月に発生した九州北部豪雨では、被災地や中央省庁の災害対策本

部において、JAXAが新たに開発したインタラクティブ・プロジェクターを使用したD-NET IPシステムを活用することにより、自治体や地方の消防本部、内閣府など22の機関が情報を効率的に共有することができました。例えば、捜索・救助区域を各地の消防、警察、自衛隊で分担し、地図上にプロットすることで効率的な活動が行えました。実際にD-NET IPを使ってみて感じた改善すべき点などは、JAXAにフィードバックしています。

今後も、D-NETの高度化をはじめ、計器飛行/夜間飛行における安全性向上技術



井本 登巳彦

消防庁広域応援室
航空専門官

など、消防防災ヘリコプターをより有効かつ安全に活用するための技術の開発を期待しています。

災害救援航空機情報共有ネットワーク(D-NET)

従来は、災害発生時において、拠点と救援航空機間では航空無線による音声通信、拠点と災害対策本部間は電話やFAXで情報交換が行われていました。また収集した情報の共有には、ホワイトボードなどが使われていました。

D-NETは、災害時における情報伝達をデータ通信化することで、情報共有をよりスムーズに行うとともに、救援航空機の運用をより効率的かつ安全に行うための技術、規格、システムの構築を目指して研究開発を進めています。

日本全国で行われる防災訓練で、防災機関による評価を繰り返し行って改良を進め、実用レベルに達した技術から成果を民間企業へ移転して製品化しています。2018年には、D-NET IPシステムの製品化が予定されています。



防災訓練におけるD-NET IPの評価



吉本 稔

三菱重工業株式会社
総合研究所 流体研究部 空力研究室
主席研究員

従来はできなかった予測を可能にする技術の研究開発を

— 三菱重工業株式会社 —

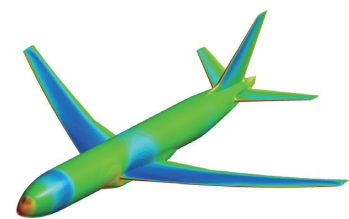
FaSTARの魅力は、その名が示す通り解析の高速性です。高速で解析できれば、それだけ解析にかかる時間も短くなり、結果的に設計の効率化につながります。FaSTARには物体が静止した状態だけでなく流れの中で動く「物体運動」や空気力によって形状が変化する「構造変形」と組み合わせた解析に対応した機能もあるので、非常に有効なCFDツールであり、適用可能な研究や事業を見極めた上で活

用していきたいと思っています。今後も、ユーザーニーズを踏まえたっその機能強化に取り組んでほしいですね。

またJAXAが持つ風洞や実験用航空機、そしてFaSTARをはじめとするCFDツールといった風洞試験・飛行試験・CFD解析の3手段を駆使し、従来の方法では予測が困難であった現象でも、容易に予測できるような技術構築の研究を進めてほしいと思っています。

高速流体解析ツール「FaSTAR」

FaSTARは、JAXAが開発した世界トップレベルの高速性を持つ流体解析ツールです。非構造格子(任意形状のメッシュ)に対応した圧縮性流体解析ソルバーで、特に航空機や宇宙機などの空力解析に適しています。効率的なデータ構造と計算アルゴリズムで世界最高レベルの高速化に成功しました。今後、さらなる高速化や非定常状態の解析機能対応などの機能向上を図り、高速・高度なCFDツールを目指して開発を進めて行く予定です。



FaSTARで計算した機体表面の圧力分布

将来を見据えた国際競争力のある技術開発支援をお願いしたい

— 株式会社IHI —



今成 邦之

株式会社IHI
航空・宇宙・防衛事業領域
技術開発センター副所長

IHIは、2025年から2030年頃を目標とした、IHIが得意な低圧系の複合材料を挙げ、ファンに関しては CFRP(炭素繊維強化プラスチック)を中心に空力、構造、騒音などの技術を統合した形で、および低圧タービンについてはCMC(セラミック基複合材料: Ceramic Matrix Composites)の競争力向上に資する翼の構造設計に関わる技術について、aFJRプロジェクトに参加させていただきました。

本プロジェクトも最終年度を迎え、IHIが狙い通りの低圧系のファンや低圧タービン技術の競争力向上に資する成果を得る

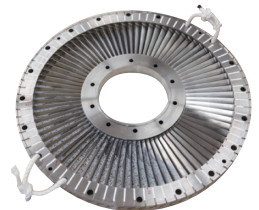
ことができ、今後の実用化に向けた検討を進められるようになりました。

今後は、aFJRの成果、IHI独自で開発している研究成果、また、いろいろなメーカーの独自の研究成果など、JAXAに導入されることが決まったF7-10エンジンで実証し、欧米のエンジンメーカーに提案するというモデルを作りたいと考えております。

また将来を見据えたさらなる研究開発支援、および、技術を実証するための研究試験設備について、欧米と同等レベルの規模を確保いただきたいと思います。

高効率軽量ファン・タービン技術実証(aFJR)プロジェクト

航空機エンジンは、燃費の改善や二酸化炭素(CO₂)や窒素酸化物(NOx)といった排出ガスの削減、エンジン騒音の低減などが求められています。aFJRプロジェクトは、次世代エンジン技術の開発によって環境負荷の低減に貢献することを目指した研究の一つです。国内のエンジンメーカーの実績が豊富な「ファン」および「低圧タービン」について環境適合性を向上するための技術を開発・実証するもので、次世代航空エンジンの国際共同開発において日本が設計分担を担える技術レベルを目指します。



フラッター試験用の低圧タービン供試体

飛行実証プログラムの継続が航空技術分野の人材を育てます

— 株式会社 SUBARU —

当初からD-SENDプロジェクトに参加しており、D-SEND#2では超音速試験機(S3CM)の製造と、システムに仕上げる部分を担当しました。複雑な翼の形状など、JAXAの高度な設計要求に応えることができたのは、無人機製造のノウハウや加工技術の積み重ねがあったからだと思います。

JAXAが持つ強みの一つは、実験用航空機「飛翔」をはじめとした飛行実証プログラムを持っていることでしょう。実証プログラムを共に行ってきた成果の一つに、人材が育ったということがあります。D-SENDの飛行実証試験に

参加できたのは、非常に良い経験でした。航空分野の研究開発では、実際に機体を造って飛ばし、そのデータを解析するという活動を経験しないと得られない技術や育たない人材があります。企業の人材を育てるという意味でも、JAXAには小さい規模でもいいため飛行実証プログラムを続けてほしいと思います。

またグローバルな競争を行っているメーカーは、短期的に成果の上がる技術開発が優先されますが、革新的な技術には投資しにくい状況です。メーカーがなかなか踏み込めないような基礎研究を含めた革



若井 洋

株式会社SUBARU
航空宇宙カンパニー
ヴァイスプレジデント 兼 技術開発センター長

新たな技術分野の研究開発は、JAXAのような研究機関に期待するところです。

低ソニックブーム設計概念実証(D-SEND)プロジェクト

将来の超音速旅客機実現の重要課題の一つである「ソニックブーム」を低減させるための機体形状の設計概念及び手法を実証・評価するプロジェクトです。2015年7月に行ったD-SEND第2フェーズ試験(D-SEND#2)では、超音速試験機のソニックブーム計測に成功しました。これは、機体全体に「低ソニックブーム設計概念」を適用した航空機形状の世界初となる飛行実証です。

現在、国際民間航空機関(ICAO)が進めている次世代超音速機のソニックブーム基準検討に、JAXAはD-SENDプロジェクトで得られたソニックブーム低減設計技術や計測・評価法で貢献しています。



D-SEND#2試験機

Kármán line

プラズマの流れを解析する手法を応用し、滑走路の水が航空機に与える影響を解析する

現在、開発中の「技術試験衛星9号機」には、ホールスラスタという電気推進装置が搭載されます。ホールスラスタの技術開発では、数値シミュレーションによる解析が行われ、設計の最適化が図られました。このホールスラスタ技術開発で培った解析手法を用いて航空分野のニーズに応えるべく研究を進めている、航空技術部門数値解析技術研究ユニットの窪田健一研究開発員に話を聞きました。

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)

電動推進を数値シミュレーションで解析

JAXA第一宇宙技術部門が進める人工衛星プロジェクトの一つに「技術試験衛星9号機」があります。技術試験衛星9号機は、低コスト通信技術と通信機器を搭載・運用できる技術を実証して、大容量化が進む衛星通信の分野で国際競争力のある衛星システムの実現を目指した全電化衛星です。技術試験衛星9号機では、電気推進技術の一つであるホールスラスタの実証が、大きな目標の一つになっています。

ホールスラスタとは、プラズマ化したキセノンを排出することで推力を得るエンジンです。燃費(比推力)に優れているイオンエンジンに対し、ホールスラスタは比推力を抑え、より大きな推力を得ることが可能な推進方式です。ホールスラスタの研究は、海外では盛んに行われていましたが、これまでJAXAではあまり研究されてこなかった技術です。航空技術部門数値解析技術研究ユニットの窪田健一研究開発員は、航空分野で発展したCFD(数値流体力学)技術を使ってホールスラスタの数値シミュレーションを行い、技術試験衛星9号機の研究開発に貢献しています。

実験で検証しながら複雑現象の解析に挑む

ホールスラスタの数値シミュレーションでは、高速で噴射されるプラズマ粒子の動きを解析します。ホールスラスタの寿命は数千時間といわれており、その寿命の中でチャンネルと呼ばれるスラスタ内部がプラズマによってどの程度削られていくのか、他の機器に影響を与えないかなどを調べます。その結果によって、ホールスラスタにける磁場の強さや向きを調整します。

しかし、プラズマの解析では「正確な結果を予測できるモデルはまだ確立されていません」(窪田研究開発員)。ホールスラスタは、その原理上、磁場の中で荷電粒子が複雑に相互作用するため、プラズマの挙動を正確に予測することは非常に難しく、さまざまなモデル化が必要です。また地上試験では宇宙のような真空環境を作ることは難しく、宇宙環境とのずれを考慮する必要があります。そのため、実験結果との比較による検証を重ねながらプラズマの流れを予測しなければなりません。

現在、宇宙科学研究所(ISAS)には、

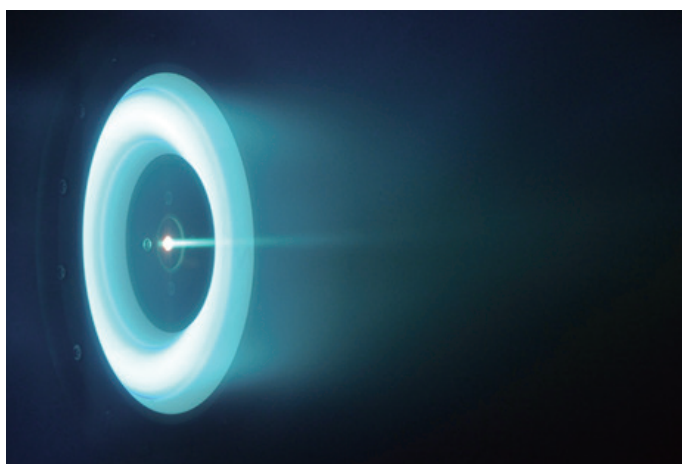
ホールスラスタの放電実験を行えるチャンバーを構築中で、このチャンバーでホールスラスタの寿命試験も行われます。

電気推進の解析技術を航空分野に活かす

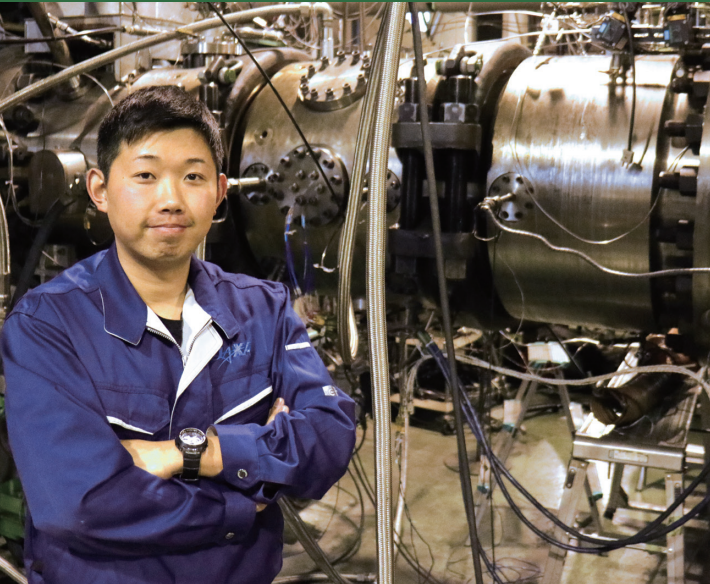
窪田研究開発員は現在、電気推進で培った技術を航空に応用しようと研究を行っています。電気推進機の研究では、希薄なプラズマを連続した媒質ととらえるのではなく粒子一つ一つの動きを追跡して計算する手法(粒子法)を用いています。一方、航空分野では、機体まわりの空間を格子で区切り、連続した流れ場として計算を行う格子法による数値シミュレーションが一般的ですが、航空分野でも粒子法に適した研究対象があります。例えば、雨天時に滑走路に存在する水たまりです。航空機が離着陸する際に、水たまりが航空機の加減速特性に与える影響や、飛散した水がエンジンに与える影響などを、プラズマの解析に用いたプログラムを基に開発した粒子法プログラムで解析しようとしています。

移動物体と水たまりの干渉解析は、自動車などではよく知られていますが、航空分野ではあまり研究対象とはなっていませんでした。しかし、機体メーカーには加速特性や減速特性の変化を定量的に評価したいというニーズがあったのです。「車とはスケールの違う航空機では、微小な水の粒子が、巨大な構造物とどのように関連し合うのかを計算することは非常に難しいことですが、とても挑戦しがいのある研究です」(窪田研究開発員)。海外でもあまり研究されていない分野なので、この解析技術を確立できれば、日本の航空産業に大きく貢献できるでしょう。

「基盤技術には、分野による壁はありません。私の研究も航空分野と宇宙分野での、技術の共同利用と言えるでしょう」(窪田研究開発員)。社会の幅広いニーズに応えるためにも、部門の壁を越えた基盤技術連携を一層進めていきます。



ホールスラスタから放出されるプラズマ
(画像提供: JAXA/IA)



高温高圧燃焼試験設備の前で

「研究を通じて世の中のちょっとした仕組みを変えていきたい」

推進技術研究ユニット 燃焼技術セクション
研究開発員

加藤 昂大

1988年生まれ。2011年3月東海大学工学部航空宇宙学科卒業。2014年3月東北大学大学院工学研究科博士前期課程を経て、2017年宇宙航空研究開発機構入社。大学では燃焼工学、特に高圧環境下での液体燃料微粒化、噴霧燃焼に関する研究に従事。入社後、航空機エンジン用リーンバーン燃焼技術に関する研究に従事。

燃焼の研究に取り組む加藤昂大研究開発員に、JAXAを目指したきっかけや今後取り組みたい研究などについて話を聞きました。

——現在の研究内容について教えてください。

ジェットエンジン用希薄燃焼(リーンバーン)方式燃焼器の研究開発^{※1}を行っています。希薄燃焼方式は、燃費を向上させるとともに窒素酸化物(NO_x)やススなどの環境汚染物質の排出量を減らせます。一方で燃焼振動と呼ばれる、圧力と炎が変動を強め合うように働く不安定な状態になりやすいというデメリットがあります。この燃焼振動状態にある火炎を対象にレーザーを用いた可視化試験などを通じて、安定燃焼させる手法の確立を目指し研究開発を行っています。

——JAXAを選んだ理由は何ですか。

JAXAであれば、メーカーを支援して国産ジェットエンジンの開発を促すことができるからです。学生時代に将来の宇宙往還機用エンジンの着火やジェットエンジンの燃料噴霧、燃焼に関する研究を行ってきたこともあって「いつか日本企業が主導で民間機用エンジン全体の開発を手掛けられるようにしたい」と考えていました。今日のエンジン開発は、海外企業主導のもとに日本企業を含め世界の複数企業が、共同で一つのエンジンを作り上げています。日本企業が主導で国際競争の場で選ばれるエンジンを作るには、システムインテグレーションする技術に加え、これまでになく先進的な技術といった日本独自の強みが

必要です。10年、20年先において日本独自の強みがある先進的な技術を自ら創造して、国産エンジンの開発を支えることができるJAXAを選んだという感じですね。

——実際に入社して感じたこと、以前と変わったことはありますか。

大学とはスケールが異なる要素試験から完成品での実証試験までできる環境があることに驚きました。エンジン設備だけでも、環状燃焼試験設備、高空性能試験設備、今後導入されるF7-10エンジン^{※2}などがあります。これらの設備がある強みを活かして、日本独自のエンジン技術を生み出せればと思います。変わった点を挙げるとすれば、JAXAの役割や使命を意識し、社会に還元されるまでを考えた明確な出口を設定して研究成果を出そうという姿勢になったことです。明確な出口設定のために、将来ニーズの調査に加え、JAXAとして実施すべき研究の取捨選択、研究成果から生まれる技術、実現時のインパクトを時間軸に沿って考慮し、研究開発に取り組む点は入社して変わったところだと思っています。

——将来どのような研究をしてみたいですか。

いろいろな新しいことをしたい野望がありますが、誰も見たことがない将来の航空機エンジンを作ってみたいですね。その

ようなエンジンでは、従来とは全く異なるコンセプトの燃焼方式や燃焼器形状になるはずなので、燃費や環境性能などの基準を満足する新しいからくりを考えて、研究開発を行いたいです。

具体的ではないですが、研究を通して世の中のちょっとした仕組みを変えてみたいと思うところもあります。例えば、極超音速旅客機の実現によって世界中どこへでも短時間でいけるようになれば、ビジネスや観光のかたちが変わり、新しい市場を生み出せるかもしれません。考えるとワクワクしますが、そのような世の中のちょっとした仕組みを変えることができる研究開発を行っていきたくです。

——航空分野を目指す後輩たちへのメッセージをお願いします。

JAXAの航空技術部門はとても面白いところですよ。航空産業は市場規模の成長が見込まれる背景もあって、求められる技術や研究は国際競争に勝てるものや新規性があるものです。国際競争の場で優位性や新規性が認められる内容であれば、自分が興味を持った研究を実施させてもらえる環境は魅力的です。航空機に乗り込めば、研究成果を目の当たりにできることもモチベーションになります。

JAXAに入りたいと思ったら、途中で諦めることなく、チャレンジしてほしいと思います。

※1 リーンバーン燃焼器の燃焼振動発生を抑制するための研究開発。FLIGHT PATH No.13参照

※2 本誌3ページ参照

Topic 1

「平成29年7月九州北部豪雨」における技術協力に対し、消防庁長官より感謝状をいただきました

「平成29年7月九州北部豪雨」において、総務省消防庁との技術協力の推進に係る取り決めに基づき、JAXA職員を現地災害対策本部、および消防庁（霞が関）に派遣し、消防防災活動でのD-NET/D-NET2（災害救援航空機情報共有ネットワーク/統合運用システム）に関する技術協力を実施しました。

これにより、緊急消防援助隊の活動を支援し、人命の救助および被害の軽減に貢献したとして2018年2月8日に消防庁長官より感謝状をいただきました。

今後、従来のD-NETを基に、災害への対応だけでなく、より幅広い危機管理への利用拡大や府省庁間連携機能の強化、次世代の人工衛星によるインフラへの対応などを見据えた機能・性能拡張により、各防災機関へのさらなる普及促進を目指していきます。



2018年2月8日に行われた消防庁長官感謝状贈呈式

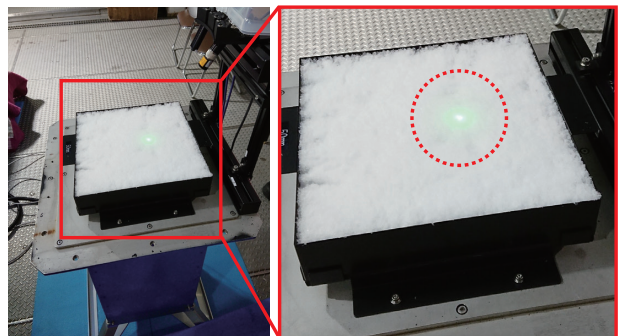
Topic 2

雪氷モニタリングセンサーの評価試験を行いました

2017年10月30日から11月2日までの4日間、山形県新庄市にある防災科学技術研究所新庄雪氷環境実験所において、同研究所の協力を得て人工降雪装置による雪氷モニタリングセンサー*の観測試験を行いました。さまざまな条件で人工的に作り出した雪を観測することで、積雪の状態による光散乱画像の変化を確認するとともに、雪氷モニタリングセンサーの性能評価を行いました。

この評価試験の結果、雪質や積もった雪の厚さ、雪の密度などの変化によって、センサーの光散乱画像の変化傾向を取得することができました。また、今回の試験で明らかになったいくつかの課題などについては、引き続き、防災科学技術研究所にご協力いただき、長岡市の施設で観測試験を行う予定です。

※FLIGHT PATH No.11参照



雪氷モニタリングセンサーによる人工雪の観測

観測試料ケース(点線囲み部分:光源からのレーザー照射による光散乱)

Topic 3

実験用ヘリコプター「MuPAL-ε」のパーツ展示を開始しました

調布航空宇宙センターの展示室において、JAXAの先代の実験用ヘリコプター「MuPAL-ε(三菱重工工業社製MH-2000A)」の計器パネルおよびテールローターブレードの展示を開始しました。見るだけでなく、触ることができる展示です。この機会にぜひ調布航空宇宙センター展示室にお越しください。

なおJAXAより譲渡したMuPAL-εの実機は、名古屋空港にある航空機をテーマとした「あいち航空ミュージアム」(2017年11月30日にオープン)にて展示されています。



展示室ではMuPAL-εのコックピットの計器(写真左)やテールローター(写真右)などに触ることができます

あいち航空ミュージアムに展示されているMuPAL-εの実機

表紙画像解説: 2013年度から始まったJAXA航空技術部門の第3期中期計画において進めたプロジェクトなどのうちの5つ。左から、超音速機のソニックブームを低減する設計概念実証「D-SEND」の試験機、「FQUROH」で低騒音化のために改造されたJAXAの実験用航空機「飛翔」、「SafeAvio」で機内への搭載を目指した小型軽量のライダーの受光部、「aFJR」のフラッター試験で用いた低圧タービン供試体、(上)大規模災害時にヘリコプターの情報を共有できるシステムである「D-NET」の機内持ち込み用端末(下)「ALWIN」を使って空港周辺の低層風の擾乱を確認するパイロット(撮影協力:日本航空株式会社)

