

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*

2016  
WINTER

No.15  
航空技術部門  
www.aero.jaxa.jp



特集

## 社会に役立つ航空技術を目指し、成果を出していく段階に 次世代航空イノベーションハブの挑戦

2 特集

社会に役立つ航空技術を目指し、成果を出していく段階に  
次世代航空イノベーションハブの挑戦

7 リレーインタビュー

「装備品の認証で日本企業を支援し将来につなげたい」

8 航空技術部門へのメッセージ

空の安全のために取り組んできた技術をWEATHER-EYEコンソーシアムで社会実装へ

10 基礎・基盤技術 FaSTAR-Move

11 「JAXA航空シンポジウム2016」を開催

6 特集 関連技術

雷の発生を検知し被害のリスクを伝える技術  
気象事前検知技術

12 FLIGHT PATH TOPICS





JAXAの「次世代航空イノベーションハブ」は、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です。2015年度にスタートした次世代航空イノベーションハブは、いまや、成果を出していく段階に入っています。渡辺重哉ハブ長に、その目指すところと研究の進捗状況を聞きました。

## 渡辺 重哉

次世代航空イノベーションハブ  
ハブ長

Feature  
特集

# 社会に役立つ航空技術を目指し、 成果を出していく段階に

# 次世代航空イノベーションハブの挑戦

## 気象現象による航空機事故を防ぐWEATHER-Eye

——次世代航空イノベーションハブの研究テーマの中で、気象現象による航空機の事故や遅延を防ぐ気象影響防御技術がいち早く立ち上がり、「気象影響防御技術コンソーシアム(WEATHER-Eyeコンソーシアム)」がスタートしましたね。

イノベーションハブでの研究開発について基本的な方針が三つあります。一つ目は社会や産業に役に立つテーマを選ぶこと、二つ目は異分野異業種を含む人材や知識の融合によりイノベーションを起こす「オープンイノベーション」という仕組みを使って成果を出していくこと、三つ目はインパクトの高い成果を生み出し、社会に還元していくということです。気象影響防御技術に関しては、JAXAはこれまで多くの研究を行ってきました。しかし一方で、JAXAだけでは解決できない問題であるという認識も持っていました。

気象影響防御技術は社会や産業への貢献と

いう点で非常に重要な技術であり、またオープンイノベーションという枠組みを使うのに適した、イノベーションハブで取り組むべきテーマであると考えています。

——WEATHER-Eyeではどのような研究を行っていますか。

雪氷、雷、そして火山灰に関する技術を中心に取り組んでいます。雪氷に関しては、まず、滑走路の雪氷の状態を検知する技術があります。滑走路に雪氷があると着陸できなかったり、オーバーランの原因になったりします。JAXAでは雪氷の状態を検知するセンサーの開発をセンサーメーカーとともに進めてきました。WEATHER-Eyeでは2016年の冬に、このセンサー\*を北見工業大学の敷地内に埋め込んで性能を評価する屋外試験を行うことにしています。

——評価の結果が出た後はどうなりますか。

実際の成果が出てくると、それを使っただけエアラインや空港、国土交通省からは一歩踏み込んだ要求が出てくると思います。そうしたご要望も取り込んでセンサーを改良

し、2018年度から道路上での試験、その後、滑走路での技術実証試験を行う計画です。コンソーシアム内にユーザーがいつもいるという意味は非常に大きいですね。緊張感もありますが、フィードバックをもらいながら頑張れば社会実装への道筋が見えてくると思います。

——この技術に対するエアラインの期待は大きいですね。

その通りです。ぜひその期待にしっかり応えていきたいと思っています。

それから、雪氷のある滑走路の状態を段階分けする新しい国際的な規程が2020年11月から適用されることになっています。これまでは滑走路の摩擦係数を計測して、それを旅客機上のパイロットに知らせていたのですが、着陸してみると滑走路の状態が違っていたというケースがよくあります。そこで、滑走路の状態を雪氷の種類、深さ、外気温などにより総合的に評価して段階分けしようとしているのです。そこで、問題となるのが、どういう情報に基づいてこの段階分けをしていくかです。私たちとしては、現在開発中のセンサーの

\*雪氷モニタリングセンサー。空港の滑走路上の積雪をリアルタイムで把握するセンサー。詳細はFLIGHT PATH No.11参照

計測データを用いれば段階分けに役立つ情報が提供できると考えており、国土交通省のお役に立てるものと思っています。

## スピード感を持って研究に取り組む

### — 雪氷に関するもう一つは何でしょうか。

機体への着氷を防止する技術です。飛行中の航空機に氷が付着すると飛行性能が落ちたり、最悪、事故につながったりすることがあります。WEATHER-Eyeでは、着氷を防止するコーティングと、ヒーターで着氷を防ぐ技術を組み合わせたハイブリッド防除氷システムを開発しています。この技術は、日欧の協力で行われたJEDI-ACEというコンソーシアムの活動によって多くの成果が得られました。これを日本で製品化するところまで持っていきたいと考え、WEATHER-Eyeのテーマとして取り上げました。

### — どのようなところから始めるのでしょうか。

JAXAは富士重工業株式会社とともに、着氷を防止するコーティングを開発してきました。現在、JAXAの実験用航空機「飛翔」の機体の一部にJAXAが開発した塗料と富士重工業が開発した塗料を塗り、日光に当たったり、飛行中の低温や低い気圧の環境でも劣化が起らないかどうかを調べており、2018年度まで継続します。また2017年3月までに、神奈川工科大学にある着氷風洞を使って、コーティングとヒーターの技術を組み合わせた小型システムについて実験を行います。2017年には、できれば海外の大きな着氷風洞

を使って、実用化に近いシステムで性能を確認したいと考えています。段階的に技術を確認するデータが出てきますので、社会実装への大きなきっかけになるとしており、しっかり取り組んでいきます。

### — かなりスピード感がありますね。

雪氷モニタリングセンサーと機体防着氷技術は、WEATHER-Eyeの中でも特に研究を加速させるテーマとして取り上げています。それというのも、海外と競争している部分もあり、成果を早く出し、ユーザーに発信したいからです。

## イノベーションハブではニーズを把握することが重要

### — 雷についてはどうでしょうか。

雷を事前に予測する技術、それから雷が機体に落ちた時の損傷を減らす技術に取り組んでいます。

雷の予測には雷に関するデータの蓄積が必要です。ところが、国内における雷に特化した気象データがまだ十分ではないので、JAXAは気象庁気象研究所と一緒にデータを集めています。

日本海側では冬季雷と呼ばれる冬の雷が問題になっていますし、夏には太平洋側で雷が多く発生します。2015年の冬には庄内空港で、2016年の夏は関東地区で気象レーダーと雷監視システムを使って、データを集めました。今後も、データを蓄積し続けることにしており、2016年の冬も庄内空港で観測を行いま

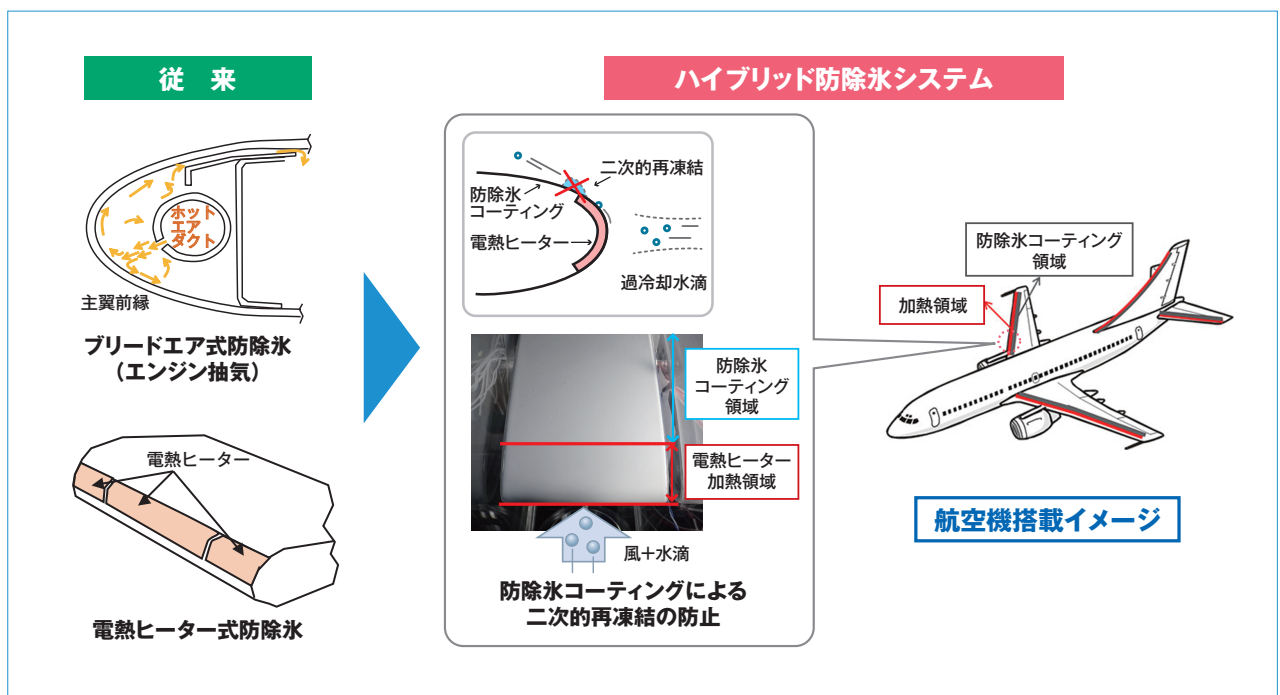


埋設準備中の雪氷モニタリングセンサー（北見工業大学）  
（上：工事の様子、下：埋設部全景）

す。それと並行して、こういった気象条件の時に落雷があるのかを予測するソフトウェアを気象研究所と一緒に作っていく予定です。落雷を予測して、旅客機がその領域を回避できるようにすることが、この研究の目的です。

### — もう一つは火山灰ですね。

日本には火山が多く、エアラインの方からは、噴火があると非常に気を使うという話がありました。火山灰を多く吸い込むと、エンジンを損傷させることになります。火山灰についてJAXAではこれまでほとんど研究をされてきませんでしたが、WEATHER-Eyeの議論の中で、重要な課題であることが分かりました。火山灰に対しては、噴煙を回避することが原







実物大航空機模型への  
塗装型リプレットの施工状況  
(首都大学東京との共同研究；  
赤い四角の部分が塗装範囲)



則となりますが、実際に火山灰を吸い込むとエンジン内で何が起るのかを、シミュレーションで予測することに取り組んでいます。

—こうして見てくると、WEATHER-Eyeでの研究テーマにはユーザー側の要望が大きく反映されていますね。

非常に大きいですね。WEATHER-Eyeの特長は、エアラインや国土交通省などのニーズが明確に反映されているということです。ユーザーに役に立つ技術や製品を開発しなければ使われないわけですから、その部分は非常に大事です。

—WEATHER-Eyeの活動で成果が期待できるという手応えはありますか。

はい、期待が持てると思います。オープンイノベーションの活用によって、これまでの一般的なJAXAの取り組みに比べると、社会実装に大きく近づいていると感じます。

## 環境負荷を低減する「エコウイング」にも取り組む

—WEATHER-Eye以外にどのような研究に取り組んでいるのでしょうか。

一つはエコウイングと呼んでいる航空機の環境負荷を低減するための技術です。燃費を良くして、CO<sub>2</sub>の排出を削減したり、騒音を減らしたりするというのですが、これを実現するにもオープンイノベーションが有効です。

二つの例をご紹介します。一つは、「表面摩擦抵抗低減コーティング技術の飛行実証(FINE)」です。空気による摩擦抵抗を減らすことができれば、燃費は良くなります。そのためにはリプレットと呼ばれる非常に微細な縦溝を表面に塗装したり、溝をシート状に成形したものを貼ったりすると効果があることが分かっており、JAXAでもリプレットの最適形状に関する研究を進め、特許を出願しました。しかし、リプレットの最適形状が分かっても、それを機体に施工できなければ意味がありません。この部分は、塗装を専門にしている企業とタッグを組んでいく必要があります。ですから、イノベーションハブの仕組みが社会実装につながるわけです。メーカーやユーザーに見える成果を早く出したいので、2017年から2018年にかけて、「飛翔」に実際に塗装して、抵抗がどのくらい減るのかを試験したいと考えています。

もう一つは「光ファイバー分布センサーによる航空機主翼構造モニタリング技術の飛行実証(HOTALW)」ですが、航空機の翼の歪みを測る技術で、2016年11月に初回の飛行試験を終えたところ(今号FP TOPICS参照)。翼は空気が働くことたわみますが、壊れないように丈夫に作り過ぎると重くなって燃費が悪くなります。翼を最適なものに設計するには、翼の歪みをしっかり把握する必要があります。それができれば、突風などで歪みが大きくなったら形が変わるような、薄くて軽い翼を開発することもできます。光ファイバーを貼って翼の歪みの分布を測るのですが、航空以外の分野でそういう技術を得意としているセンサーメーカーに協力していただいています。

## 日本の航空機産業にとって「装備品認証技術」はきわめて重要

—イノベーションハブでは、装備品認証技術の研究にも取り組むことにしていますね。

日本の装備品メーカーは非常に高い技術を持っています。しかし、その製品が機体に搭載されるためには、認証を取らなければいけません。しかし、中小企業を含む個別のメーカーが製品の認証を取得するための環境を個別に用意していくのは不可能に近いことです。これが装備品メーカーにとって大きな障壁になっています。そこでJAXAとしては、認証取得のために皆さんが共通で使えるソフトウェアのライブラリーなどを作りたいと考えています。また、認証を取る仕組みも非常に複雑で経験がものをいう世界ですので、これもJAXAが装備品メーカーと協力して経験を積み上げて、皆さんと共有化することによって、敷居を下げていきたいと思っています。

—これはJAXAがやらないといけないことですね。

JAXAとしては得意としていなかった分野ですが、イノベーションハブができた時に、こうした分野にも取り組むべきと考えました。日本の航空機産業全体の売上げを大幅に伸ばしていくためには、装備品メーカーの業績拡大が不可欠です。

## 先を見据えた技術の研究も必要

—その他、イノベーションハブで取り組もうとしているテーマはありますか。

遠い将来を見据えた技術にも積極的に挑戦していくべきと考えています。その一つは、エミッションフリーの航空機技術です。最終的には機体を全部電動化して、そのために必要な電力は再生可能エネルギーから作るようにすれば、究極のエミッションフリーになります。社会に与える影響が非常に大きいこのような先端的研究にも多分野とのオープンイノベーションにより取り組んでいきます。最初に挙げた三つの方針の中のハイインパクトという目的にまさに合致するテーマです。

—最後に今後の抱負をお聞かせください。

次世代航空イノベーションハブは、2016年度からは成果を出していく段階に入っています。成果を出していくことによって、新しいニーズも出てくると思います。また、異分野の新たな技術を取り込めば、今までできなかったことが可能になってきます。そういう活動を広げていくことによって、世の中にイノベーションハブが知られていく。それがさらに成果につながり、世の中の役に立つ。そういうプラスの循環を目指していきたいと思っています。

<http://www.aero.jaxa.jp/about/hub.html>



### エアライン

全日本空輸株式会社  
日本航空株式会社  
株式会社JALエンジニアリング

### 製造企業

株式会社センテシア  
日本特殊塗料株式会社  
富士重工株式会社

### 大学

国立大学法人大阪大学  
神奈川工科大学  
関西大学  
国立大学法人北見工業大学  
国立大学法人東京大学  
国立大学法人東京農工大学  
学校法人東京理科大学  
国立大学法人名古屋大学  
ナショナルコンポジットセンター  
国立大学法人山形大学

### 公的研究機関

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構  
気象庁気象研究所  
国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所

18機関(6企業/3研究所/9大学)

WEATHER-Eyeコンソーシアムの参加機関



気象影響防御技術で空の安全と航空機産業の競争力強化を目指す

# WEATHER-Eyeコンソーシアム

「気象影響防御技術コンソーシアム(WEATHER-Eyeコンソーシアム)」は、航空分野にとどまらず、さまざまな分野の知見を集合し、気象の影響から航空機を守る技術の実現を目指しています。

## 気象による航空機への影響を減らすために

JAXAの次世代航空イノベーションハブでは、一つのテーマについて専門分野の垣根を越えて、研究機関やメーカー、大学などが一体となった研究開発を推進しています。JAXAとメーカー、あるいはJAXAと大学が一对一の契約を結んだ上で進めていく従来型の共同研究体制とは異なり、多分野の知見が集合されることで、これまでにない発想による技術を開発し、実用化までの時間を短縮することが期待されます。イノベーションハブの理念を具現化する取り組みの一つが、2016年1月15日に18機関で締結した連携協定に基づいて発足したWEATHER-Eyeコンソーシアムです。

航空機の事故原因の多くは、ウインドシアやマイクロバーストのような気流の急激な変化など、気象に関連したものです。また、運航効率の観点でも、機体への着氷で離陸が遅延したり、滑走路への降雪が欠航やダイバートの原因となったりします。複合材料で作られた部分が落雷で損傷すると金属材料よりも損傷が大きくなる傾向にあり、修理に時間がかかるという問題もあります。気象によるこのような影響を最小限に抑えたり、避けたりできれば、運航の安全性や効率は向上するはずです。

## 今後の指針となるビジョンを策定

現在、WEATHER-Eyeコンソーシアムには、JAXAの他、エアライン、メーカー、気象・土木など多分野・多業種から18機関が参加しています。コンソーシアムは、まずメンバーが大きなビジョンを共有することが重要と考え、特殊気象条件下で発生する問題をリストアップし、それらのリスクを評価することにより、コンソーシアムとして取り組むべき重点課題を抽出しました(表)。さらに、それらの課題について短期(3~5年後)、中期(10年後)、長期(20年程度後)において実現されるべき世界、すなわち「技術開発」から「技術実証」そして「社会実装」にいたるロードマップを作成しました。この将来ビジョンにおいては、気象影響防御技術の研究開発が、わが国の航空機関連産業の競争力強化の源泉となることも改めて確認されました。

### WEATHER-Eyeの重点課題

現象	発生する課題
滑走路上の雪氷	欠航、オーバーラン等
機体着氷	揚力低下、燃料消費増加等
乱気流遭遇	機体制御性低下等
低層ウインドシア遭遇	機体制御性低下等
被雷	構造損傷等
氷晶吸い込み	センサー誤作動、推力低下等
過冷却水滴吸い込み	内部損傷、推力低下等
霧への遭遇	遅延、欠航等
宇宙線	装備品の作動停止等

将来ビジョンは、2016年9月27日に東京大学武田ホールで開催された「第1回WEATHER-Eyeオープンフォーラム~航空輸送を特殊気象(雪氷・雷・火山灰等)から守るために~」(以下、オープンフォーラム)において発表されました。

## 多分野交流の場となったオープンフォーラム

オープンフォーラムは、課題解決に貢献できる新たなパートナーや、ユーザーの潜在的なニーズを見いだすことを目的に開催されたもので、二部構成で行われました。

第一部では、WEATHER-Eyeの将来ビジョンが紹介された他、国土交通省航空局の岡田規男氏は航空行政の視点から、日本航空株式会社運航本部の市川将巳氏はパイロットの立場から、気象影響防御技術への期待が述べられました。第二部では、取り組んでいる課題とそれに対応する技術について、講演が行われました(下記参照)。

航空に加え、情報・通信、建築・土木、電気など多分野からの多くの参加者が集まったオープンフォーラムを通じて、WEATHER-Eyeコンソーシアムのさらなる発展が期待されます。

### オープンフォーラムでの講演内容

- 積雪によるオーバーラン事故を防ぐために  
株式会社センテシア 大前宏和氏
- 着氷予防における安全性を確保するために  
富士重工業株式会社航空宇宙カンパニー 吉田剛士氏
- 乱気流による事故を防ぐために  
JAXA航空技術部門 又吉直樹主幹研究開発員
- 被雷のリスクを下げるために  
気象庁気象研究所 楠研一氏
- 被雷による機体損傷を防ぐために  
東京大学大学院工学系研究科 横関智弘氏
- デブリ(氷晶・火山灰等)の吸い込みからエンジンを守るために  
JAXA航空技術部門 立花繁主幹研究開発員



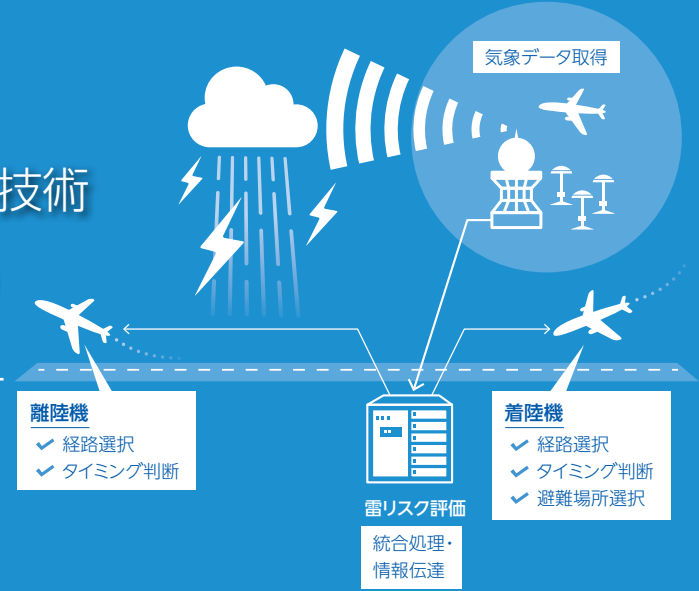
さまざまな業種から184名もの方が参加したオープンフォーラムでは、講演後の質疑応答では活発な意見交換も行われた。



雷の発生を検知し被害のリスクを伝える技術

# 気象事前検知技術

「気象事前検知技術」は、気象の中でも特に雷に着目し、航空機の雷回避を支援するための事前検知を目指す研究です。WEATHER-Eyeに含まれる本研究について、次世代航空インフォメーションハブの吉川栄一研究開発員に話を聞きました。



## 航空機の運航に影響する雷

ゴロゴロと不気味に鳴動しながら時折激しく光る雷は、そのエネルギーで大樹を真っ二つにしてしまうことすらあります。雷は、電位差によって起きる放電現象です。雲の中にできた氷の粒(霰や氷晶)がお互いに擦れ合うことで電気が生まれ、雲内でプラスとマイナスに分かれて帯電することで放電、すなわち雷が発生するのです。一般的に、雷といえば雷雲から地面に雷が落ちることと思われていますが、雲の内部でも雷は発生しています。また、飛行している航空機も被雷する場合があります。

飛行中の航空機は、雷が発生しそうな積乱雲があれば飛行経路を変更して雷を避けることができます。また、被雷したとしても耐雷性を考慮して設計されているので、墜落のような重大事故に直結することはまずありませんが、一方で「離着陸時に発生している積乱雲を回避することは困難ですし、被雷で損傷した場合は事故に直結しなくても修理しなければならず、機体の運用に支障がでます」と、吉川研究開発員は語ります。

近年になるまで、観測機器の分解能が低かったため、雷雲の詳細な観測はできませんでした。また、民間航空分野でも重大事故に直結することがなかったため、世界的に見ても航空機に対する雷の研究はあまり進んでいませんでした。しかし、近年は航空機に複合材料が多用されるようになっており、機体への被雷を避けることが重要になってきています。複合材料に雷が当たると、金属を使用した部材に比べて非常に長い修理時間がかかるため、効率的な航空機の運航を行うためには、機体への被雷を避けることが必要なのです。

## 3研究機関が連携して研究を進める

JAXAが2015年度まで研究を行っていたDREAMSプロジェクトの一つ、気象情報技

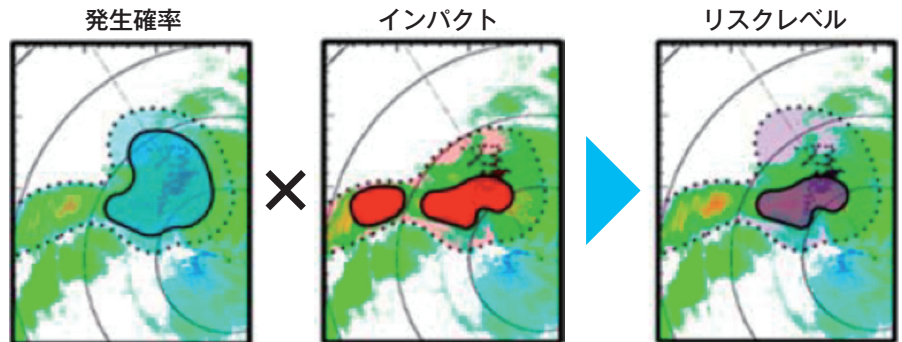
術の研究では、雷の情報は含まれていませんでした。しかし、JAXAは以前から航空機被雷の問題に着目し、エアラインやメーカー、大学や他の研究機関、国土交通省航空局、気象庁などからの情報収集を行ってきました。そして2017年度から、空港周辺の気象を観測し、被雷する危険性の高い状態を検知して情報を提供する技術、すなわち「気象事前検知技術」の研究を開始することとなったのです。

気象事前検知技術研究は、JAXAと気象庁気象研究所、電子航法研究所(ENRI)の3研究機関が協力して行います。気象研究所は雷放電現象を含む各種の大気現象の高度な知見を持っています。JAXAには放電現象の機体および飛行への影響を評価する知見があります。ENRIは気象の航空機運航への影響を評価する知見を有します。この3研究機関が協力することで、初めて航空機被雷の問題に総合的に対処することができます。気象研究所やENRIの他にも、複数の大学と連携して研究を進める計画で、2017年度には技術の実効性に関する検討が行われる予定です。研究は始まったばかりですが、最終的にはさまざまな気象データを統合し、雷の発生予測とそのリスクを地図上に表示するような、専門的な知識がなくても一目で雷の危険性が高い領域を判断できるシステムの構築を目指しています。

## 日本独自の技術を洗練し国際競争力を高める

雷は別名、稲妻とも呼ばれます。稲の花が咲く夏から秋頃の季節に雷が多いことが語源とも言われていますが、日本海沿岸では冬にも多く発生します。冬季雷と呼ばれる冬の雷は、日本海沿岸とノルウェー沿岸の一部にしか発生しない珍しい現象で、夏の雷に比べると数十倍から百倍以上のエネルギーを持っていますから、その分、航空機への影響も大きくなります。「雷検知システムは、日本海側の空港において、特に有効になるでしょう」(吉川研究開発員)。

海外でも空港周辺の気象情報を観測する研究は行われていますが、主に雨や雲(特に積乱雲)の検知であって、雷発生そのものに着目した技術ではありません。航空機は、飛行中に空気の摩擦で静電気が発生し、電荷が蓄積していくことで雷雲を避けて飛行しても、電位差によって被雷する場合があります。現在では、こうした航空機を原因とする雷が非常に多いこともすでに分かっています。そのような条件も考慮しなければなりません。膨大なデータを収集・解析し、信頼性の高いシステムを構築するには非常に高いハードルがいくつもありますが、それらを越えて実用化できれば、日本の独自技術として成長させられるはずで



雷気象情報のイメージ。インパクトとは、雷の強さや被雷時の機体損傷度など、雷が顕在化した際の影響の大きさを示しています。



## 「装備品の認証で 日本企業を支援し 将来につなげたい」

航空技術実証研究開発ユニット 主任研究開発員  
**藤原 健**

1999年、東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻博士課程修了。同年、航空宇宙技術研究所(NAL)入所。2007~2008年、米国スタンフォード大学にて客員研究員を務めた。



GPS実験用レドーム※1前にて

**JAXAに入所したきっかけや現在行っている装備品認証技術などについて、航空技術実証研究開発ユニットの藤原健主任研究開発員に話を聞きました。**

### ——これまでに携わった業務を教えてください。

私はガンダム世代で、子どもの頃から宇宙工学かロボット工学をやりたいと考えていました。大学では、航空宇宙工学科で人工衛星の運動や惑星探査機の軌道などを学び、博士論文では人工衛星の状態推定について書きました。JAXA(当時はNAL)に入ってから、航空機の航法、つまり「今、どこを飛んでいるのか」を知る技術の研究を行っています。

また、兼任という形で小型超音速実験機(NEXST-1)※2実験にも参加して、実験機の飛行データからどのように飛んだのかを解析しました。オーストラリアのウーメラ実験場で行った実験が、一番印象に残っていますね。その後、DREAMSプロジェクト※3に関わりました。現在はDREAMSで生み出した技術を社会に広げていくための活動を行っています。私たちが目指しているのは、世界共通のルールづくりで、今はアメリカの民間非営利団体である航空無線技術委員会(RTCA)に提案を行っています。

また、次世代航空イノベーションハブとして、装備品認証に関する活動にも参画しています。

### ——装備品認証とはどのような活動なのでしょう。

航空機に搭載される装備品も、国土交通省やアメリカ連邦航空局(FAA)などから認証を取らなければなりません。現在、JAXAが民間を支援して認証を取ろうとしている装備品は、衛星航法と慣性航法を組み合わせた航法装置

です。この航法装置に搭載されているソフトウェアのアルゴリズムは、もともとJAXAが無人の実験機向けに開発したものです。

この認証を受けようとしている装備品には、まだ認証のためのルールがないのですが、実は先ほど説明したJAXAも参画してRTCAで作ろうとしているルールが、まさにこの装備品の認証に関わるものです。自分たちでルールを作りながら製品も作ろうとしているということになります。こうした動きは海外では珍しいことではなく、欧米の企業はルールづくりにも参画しています。日本もルールづくりに参画できるようになりつつあるということです。

ただし、日本の装備品メーカーは海外メーカーに比べて規模が小さく、その発言力も小さくなってしまいます。そこをJAXAが後押しして、日本が不利にならないようなルールにしていかなければなりません。

### ——海外との折衝ではいろいろな苦労があると思います。

最大の苦労は言葉ですね。認証についてはこれからののですが、「ソフトウェアの信頼性を保証すること」が一番高いハードルだと思っています。これまでも日本企業がトライしたことがありますが、ほとんどがうまくいきませんでした。ソフトウェアの信頼性保証は、アメリカのルールに従って行うのですが、こうすれば良いという明確なチェックリストのようなものは存在しません。基準となるルールの記述も非常に抽象的で、認証を受けた実績を多く持つ欧米の企業は次々認証を得ることができそうですが、実績のほとんどな

い日本企業が認証を得ることは困難なのです。今回の装備品については、まだルールが存在しない製品であり、なおかつJAXAが技術を持っている航法装置なので、海外企業と同じスタートラインに立てると考えています。

### ——航法装置研究の面白さ、やりがいはどこにありますか。

例えば、慣性航法では加速度や角速度など間接的な情報を集めることで、位置や姿勢が分かるところが面白いです。しかも工夫すればするほどより精度良く知ることができるので、工夫しがいがあるところでですね。

現在の航法は、通常の飛行技術としては十分に成熟した技術で、新しい技術が出にくい分野ですが、GPSによる衛星航法が登場したように、新しい技術によって世界が大きく変化する可能性もあります。

### ——今後、取り組みたい研究はありますか。

やはり航法装置の性能向上、使い勝手の向上の研究は続けていきたいですね。加えて利用者のニーズに応えられるような、さまざまな条件に対応した航法装置も開発したいと思っています。

※1 半球状のドームがGPS信号を透過する素材でできていたため、内部で天候に左右されずにGPSを利用した実験が可能。

※2 超音速旅客機実現を目指し、空気抵抗の小さい機体設計を実証する研究。2002年、2005年に実験を行った。

※3 次世代の航空交通管理システムで求められるキー技術の研究開発を行ったプロジェクト。詳細はFLIGHT PATH No.8 参照



# 空の安全のために取り組んできた技術を WEATHER-Eyeコンソーシアムで 社会実装へ

富士重工業株式会社  
航空宇宙カンパニー  
研究部次長兼材料研究課長  
荻巣 敏充 氏



富士重工業株式会社航空宇宙カンパニーは「WEATHER-Eyeコンソーシアム<sup>\*</sup>」に参加し、主翼などへの着氷を防止する技術や雷による損傷を自動的に検知する技術の社会実装を目指しています。空の安全を目指す同社の取り組みやコンソーシアムへの期待を、荻巣敏充氏に伺いました。

## 空の安全を目指す 三つの取り組み

— WEATHER-Eyeコンソーシアムに参加された目的は何ですか。

航空機産業が直面している特殊気象という問題について、研究開発機関や大学、企業などの皆さんが課題を共有し、解決に導くということに意義を感じて参加させていただきました。WEATHER-Eyeコンソーシアムでは18機関が連携協定を結び、JAXAも皆さんと同じ立ち位置で情報を共有しています。私たちは皆さんと一緒に課題に取り組み、社会実装に向けた技術開発を行いたいと考えています。

それともう一つ、当社が進めてきた空の安全を実現するための研究テーマと、コンソーシアムで取り組むべき課題が共通であったこともその理由です。

私たちが考えている空の安全への取り組みは大きく三つからなっています。一つ目はパッシブセーフティ、すなわち被害を軽減するた

めの技術です。二つ目はアクティブセーフティで、予防安全のための技術です。三つ目はフェイルセーフコントロール、すなわち万が一に備える技術です。これらを統合し、センサーなどで得た情報をAI(人工知能)およびネットワーク技術を駆使してパイロット支援を行い、効率良い運航を実現する思想がコンソーシアムの考え方と一致しました。コンソーシアムの中で当社が取り組ませていただくのは、パッシブセーフティ技術のうちの、主翼に氷が着かないようにする技術、そして被雷で損傷した箇所を見つける技術です。私たちは企業です。最終的には社会実装を目的としています。この枠組みの中で、早く成果を出していきたいと考えています。さらに、忘れてはいけない本コンソーシアムの特徴は、知的財産の取り

扱いについてです。連携協定によって、企業側にも参画しやすい仕組みとなっています。

## 超撥水塗料とヒーターを 組み合わせたハイブリッド システムで着氷を防止する

— それでは、WEATHER-Eyeコンソーシアムで取り組む技術の開発について具体的に伺います。まず、着氷防止技術についてご説明ください。

飛行中の翼に氷が着くと、飛行特性が悪化し、極端な場合は墜落にいたることもあります。したがって、主翼に氷が着かないようにする技術は世界的に課題となっています。現在は、氷を機械的に壊して取り除く方法や、エンジンからの空気を使って氷を溶かす方法など



空の安全への取り組み

図 ©富士重工業株式会社

※詳細は今号5ページを参照





超撥水塗料を塗布した場合と、従来の塗料の撥水状況の比較  
 左：一般的な自動車用撥水塗料  
 右：超撥水性コーティング(FH1-4)  
 写真 ©富士重工株式会社

で対策がとられて安全を確保していますが、どれも十分とは言えません。

私たちが開発中のシステムは、主翼にシート状のヒーターを組み込み、表面に超撥水コーティングをしたハイブリッド防除氷システムです。氷は電熱ヒーターで溶けて水滴となり、超撥水塗料の上を気流の力によって後方に飛ばされるため、主翼に氷は着きません。超撥水塗料を塗布してない場合、水滴はヒーターのないところですぐに再氷結してしまいます。これまでは、主翼全面にヒーターを組み込んでいましたが、私たちが考えたシステムを実用化すれば、ヒーターの面積は少なくて済むので、消費電力を従来比約70%低減できます。

——この研究は日本とヨーロッパが共同で行っていたものですね。

そうです。日本側はJAXA、神奈川工科大学、そして当社が参加していました。この共同研究の中で、当社とJAXAはそれぞれ超撥水塗料を開発しました。先日、JAXAの実験用航空機「飛翔」を使った光ファイバー計測技術の飛行実証(今号FP TOPICS参照)の際に、「飛翔」に両者の塗料を塗って試験を行いました。ファーストフライトではタイミングが良かったというか、フライトが始まる時は曇りだったのですが、戻って来た時はちょうど雨になっており、目視ですぐに効果が確認できました。塗料を塗った場所は整備員の方が驚かれるくらいの撥水効果を示しており、初めてのフライトとしては十分な成果を得ることができました。JAXAも超撥水塗料に対する知見をお持ちですので、コンソーシアム内の活動でさらに良い塗料にしていきたいと思っています。

——エアラインからの期待も大きいでしょうね。

非常に興味を持っていただいています。着氷防止技術は近年、日本だけでなく、世界各国で関心が高まってきています。

## 被雷による損傷を自動的に検出する

——損傷検知技術とはどんな技術ですか。

航空機は飛行中に雷撃を受けることがあります。雷撃を受けると機体に損傷が残るケー

スがありますが、複合材料の場合は、特に外から見て何も変化がなくても、実際には内部が損傷している場合があります。これを人が検査しているのは、大変な時間がかかってしまいます。そこで、当社では被雷などを初めとする外部要因による損傷を簡単に見つけられる健全性診断システムを開発してきました。WEATHER-Eyeコンソーシアムでは雷に関する情報交換がすでに始まっています。私たちはその中で、雷の検知技術とこの診断システム技術を社会実装したいと考えています。

——診断システムはどのような仕組みですか。

機体にアクチュエーターとなる素子と、センサーとして光ファイバーを設置しておきます。この素子から超音波を発信し、光ファイバーで超音波を受信します。仮に構造に損傷があると超音波の波形が変化しますので、「このあたりに傷がある」ということが分かる技術です。こういった自動化技術を使うことによって、エアラインの作業工数がかかり減ってくるのではないかと考えています。

この技術についても、先日JAXAが開発中の健全性診断システムを「飛翔」で飛行実証するプロジェクトに相乗りする形で、当社の診断システムも一緒に実証させていただき、良いデータを取ることができました。この技術はかなり前から研究を続けてきたのですが、開発時間がかかり、飛行実証も実現できない状態でした。今回、次世代航空イノベーションハブ、さらにその中にWEATHER-Eyeコンソーシアムという枠組みができ、この枠組みの中の共同研究で飛行実証ができたことは、当社にとって非常に大きな意味があります。

私たちはこうしたセンサーデバイスを航空機に設置しておき、そのセンサーで取得した情報を基に安全運航につなげるところまで持っていきたいと考えています。個別の技術をまとめて、先ほどお話しした「空の安全」の実現を目指したいわけです。

——雷が多い日本で研究を進めなくてはならない技術ですね。

はい。おっしゃる通りでして、日本で冬に発生する雷のエネルギーについてはアメリカやヨーロッパではあまり意識されていませんでした。しかし、国内に限らずエアラインにとって大きな問題ですので、日本がリードして解決

していかなければいけない領域であると考えます。

## 競争力のある技術を作っていきたい

——WEATHER-Eyeコンソーシアムの「ステアリング会議」の副議長もされています。コンソーシアムに参加されたメンバーの方の意気込みを感じられていますか。

とても強く感じています。コンソーシアムの大きな方針を決めていく会議体がステアリング会議になります。「WEATHER-Eyeビジョン」をワーキンググループ内でまとめた時にも、ステアリング会議で最終的に承認させていただきました。コンソーシアムに参加の皆さんは、日本に存在している特殊気象に関わる課題をいかに解決していくかということに大きなモチベーションを持っておられます。当社は参加された皆さんの経験と知恵をうまくつないで、日本独自の競争力のある技術に仕立てていかなければいけないと考えています。

——コンソーシアムではビジョンだけでなく、ロードマップも作っています。これも非常に大事だと思いますが、いかがでしょうか。

おっしゃる通りです。研究開発に時間軸の意識を持つということは企業としては当然ですが、これだけのメンバーが集まった中で時間軸を設定することは非常に意味があることだと考えています。社会実装を成し遂げたいというモチベーションにもなると思います。

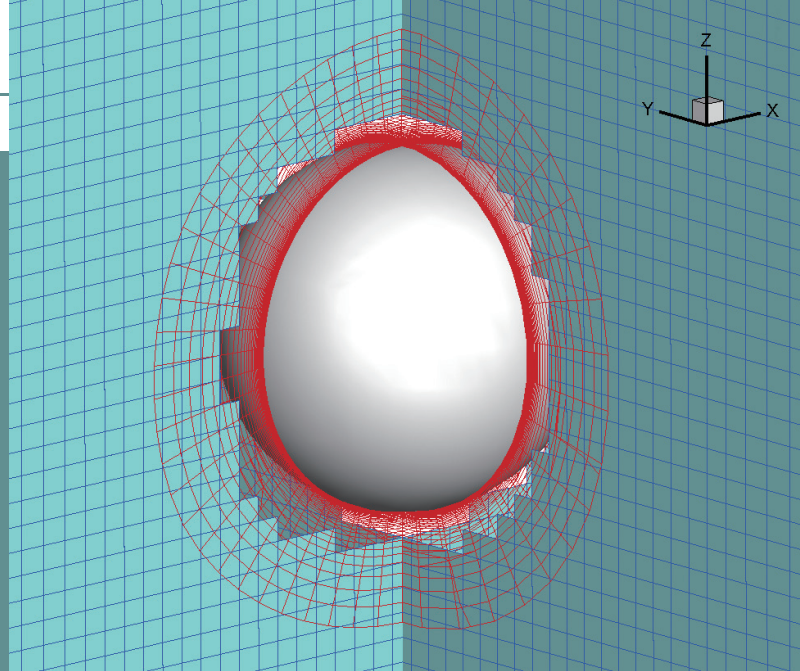
——イノベーションハブやWEATHER-Eyeコンソーシアムの話題を離れ、JAXAについてどんな期待や要望をお持ちでしょうか。

まず、こうしたオープンコンソーシアムの中心的な役割を担っていただきたいと思っています。それ以外について申し上げれば、日本唯一の航空機関連の国立研究開発法人として、標準化とか、国際舞台での日本の技術のアピールといったところも担っていただければと思っています。さらに、今回JAXAが保有する「飛翔」でいろいろな技術実証が可能ということを改めて感じました。この資産を有効に活用して、日本の力を高める技術を育てていただきたいと思っています。

また、私たち企業は本当の意味での基礎研究をすることはなかなかできません。JAXAや大学などに基礎的なところを固めていただき、それに私たちが経験と知見を加えて実用化する。そのようなチーム日本としての「一致団結」をリードする機関としての役割を期待しています。

# 移動・変形を伴う物体周りの 流れの解析に対応した FaSTAR-Move

実際の飛行では、脚やフラップなどの高揚力装置のように機体の一部が移動したり変形したりすることは珍しいことではありません。しかし、その際に生じる流れをコンピューターで解析することは困難でした。現在、JAXAで開発を進めている移動・変形を伴う物体周りの流れの解析に対応した「FaSTAR-Move」について、次世代航空イノベーションハブ石田崇研究開発員に話を聞きました。



FaSTAR-Moveで解析に用いる重合格子の例。

## ■移動・変形を伴う物体周りの流れの 解析ニーズに応える

近代の航空機開発において、コンピューター上で飛行特性を模擬できる数値流体力学(CFD: Computational Fluid Dynamics)の必要性は非常に高くなっています。JAXAでは、世界でもトップクラスとなる高速な自動格子生成ツール「HexaGrid」と高速流体解析ツール「FaSTAR」(FLIGHT PATH No.8を参照)を開発し、JAXA内だけではなく大学などの教育機関や企業の開発部門などにも広く提供してきました。一方、実際に航空機開発を行う企業には、CFDで移動・変形を伴う物体周りの流れの解析も行いたいというニーズがありますが、FaSTARでは、そのような状態の解析には対応していません。海外の商用ソフトでは、対応したものも存在しますが、非常に高価であり、解析速度が遅いなどの欠点もあります。

「FaSTAR-Move」はFaSTARの拡張機能として、FaSTARの高速性はそのままに対象が移動・変形するような状態でも精度良く解析することを目指す流体解析ツールです。FaSTAR-Moveを利用することで、「例えば、ヘリコプターやティルトローター機/ティルトウィング機、あるいはモーフィング翼などのような、機体の一部が移動・変形するような状態の解析を行うことができますように」(石田研究開発員)。

## ■重合格子法で移動・変形を伴う物体周りの 流れを解析する

CFDでは、対象となる空間を四面体や六面体といった要素(セル)で埋め尽くすことで計算格子を作成し、計算を行います。格子には、格子線が直交している直交格子、セルが規則的に並んだ構造格子、セルが不規則に並んだ非構造格子の3種類があり、格子の種類・品質(精密さなど)によって、解析の精度は変わってきます。FaSTAR-Moveでは、これらの直交・構造・非構造といった複数の格子を重ね合わせて計算する「重合格子法」を採用しています。例えば、ヘリコプターの飛行状態を一つの計算格子で模擬することは非常に難しいですが、回転するブレード部分と静止している胴体部分をそれぞれ個別に格子を生成して重ね合わせることで、解析の難易度が下がります。このように、重合格子法は移動・変形する物体周りの流れの解析に威力を発揮します。また、物体の後ろに発生する渦を解析する場合、構造格子や非構造格子では格子が粗くなるような領域に直交格子を重ね合わ

せることで、局所的に高解像度な解析を行うことができるのも重合格子法の特徴です(下図参照)。

重合格子法では、重なった格子の間で情報のやり取りが必要になります。特に格子が不規則に並ぶ非構造格子では、重なり具合を短時間で探索することが難しく、ここがFaSTAR-Moveを開発する上で最も高度な技術を要する部分になります。

## ■Ver.1は2017年度内の完成を目指す

FaSTAR-Moveは、移動・変形する物体周りの流れの解析を行う「移動・変形物体解析モジュール」と、エンジンのファン・圧縮機・タービンなどの翼列の解析を行う「エンジン解析モジュール」で構成されますが、現在は「移動・変形物体解析モジュール」をVer.1として先行開発しています。なお、「エンジン解析モジュール」はVer.2として、2018年度から開発を行う計画となっています。Ver.1の開発開始は2015年度で、2017年度内の完成を目指しています。初年度は単一物体のみの対応でしたが、2016年度時点では複数物体の解析が可能となっており、今後は計算速度の向上やユーザーインターフェースの改善などを行う予定です。並行して現在JAXAではHexaGridの後継として物体の形状をより正確に捉えられ、セル数が億を超える大規模な格子生成に対応した「BOXFUN」を開発中で、FaSTAR-Moveと合わせて高性能で使いやすい流体解析ツールとしての完成を目指します。

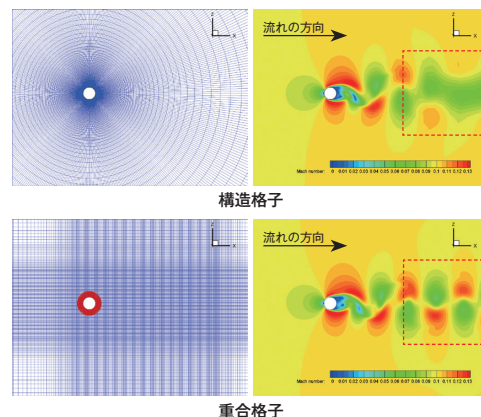


図 流れの中にある円柱を構造格子(上)と重合格子(下)で解析した場合の比較。構造格子では物体から離れた場所(点線で囲った部分)の解像度が粗くなってしまいが、重合格子であれば高い解像度で解析でき、流れの様子が明確に分かる(左図:計算格子 右図:マッシュ数分布)。



# JAXA 航空シンポジウム 2016 を開催

「JAXA 航空シンポジウム」を、東京ビッグサイトにて開催しました。キーワードは「技術力×連携」。講演とパネルトークで、JAXA 航空技術部門が研究している技術や、大学、企業などとの連携について紹介しました。

伊藤部門長による講演の様子



## 高度な技術研究を進めつつ、 出口指向で社会貢献を目指す

2016年10月13日、東京ビッグサイト会議棟において「JAXA航空シンポジウム2016 技術力×連携が目指す新たなステップ」を開催しました。

今回は、「技術力×連携」をキーワードに、高い技術へのチャレンジと研究の成果をすばやく、実用化して社会や産業に貢献するJAXAの取り組みを紹介しました。

三部構成の第一部は、伊藤文和航空技術部門長による講演でした。この「JAXA航空技術部門が目指すもの～高い技術にチャレンジ、社会・産業へスピーディに貢献～」と題した講演では、D-NET<sup>※1</sup>、D-SENDプロジェクト<sup>※2</sup>などのこれまでの実績、及び、現在進めているFQUROHプロジェクト<sup>※3</sup>やSafeAvioプロジェクト<sup>※4</sup>などの研究について紹介されました。また、「産業・社会に役立つ研究開発を推進」、「航空の枠を越えた連携による高い水準の技術を育成する研究開発の推進」という今後の研究戦略方針も示されました。

## 航空分野でのイノベーションを 起こすために

続いての第二部では、「航空分野におけるオープンイノベーションへの挑戦」と題し、WEATHER-Eyeコンソーシアム<sup>※5</sup>の活動を中心にした以下の三つの講演が行われました。

次世代航空イノベーションハブ渡辺重哉ハブ長は「JAXA次世代航空イノベーションハブにおける取組」と題した講演で、まず「産業・社会に役立つテーマの選択」「オープンイノベーションの推進」「ハイインパクトな成果の創出」という次世代航空イノベーションハブの基本方針を紹介しました。さらにWEATHER-Eyeなどの既存活動に加えて、社会のニーズも高くインパクトも大きい技術としてJAXAが新たに取り組む装備品認証技術

の研究についても説明しました。

日本航空株式会社整備本部の北田裕一副本部長による「航空輸送における特殊気象の影響と技術的課題」と題した講演では、エアラインの立場から実際のデータを挙げてウインドシアや火山噴火、雷、機体への着氷など特殊気象による飛行への影響と対策が紹介され、特殊気象検知能力や着氷防止能力の性能向上など、気象影響防御技術の研究への期待が語られました。

神奈川工科大学工学部機械工学科の木村茂雄教授による「機体防着氷技術に関わるこれまでの取組と今後の課題」と題した講演では、着氷がどのように発生するのかについて解説されるとともに、防水・除氷・着氷検知など、JAXAやメーカー、大学、ヨーロッパの研究機関との研究状況について紹介されました。

## MRJ開発が拓く 将来の航空産業の中で JAXAが果たすべき役割

第三部は三菱航空機株式会社技術本部の佐倉潔副本部長をお迎えし、JAXA航空技術部門大貫武航空プログラムディレクタとともに「MRJ開発が拓く航空産業の将来とJAXA航

空が果たすべき役割」と題したパネルトークを行いました。

佐倉副本部長は、MRJの開発状況を紹介するとともに、これまでMRJの基本設計段階から、技術・試験等でJAXAと連携して開発を進めてきたことや、JAXAによる革新的技術の研究開発への期待を語りました。また、大貫航空プログラムディレクタは、産業界と連携しニーズをくみ取った研究開発を行っていくことなどを語りました。

その後、事前に参加者から募った質問も交え、航空機の装備品研究の充実や人材育成の重要性などについて意見を交わしました。また、佐倉副本部長から、今の課題を解決する研究と、企業にはできない将来を見据えた研究の両方を進めてほしいとのJAXAへの要望が語られるなど、企業とJAXAの役割分担についての意見交換も行われました。

※1 災害救援航空機情報共有ネットワーク。詳細はFLIGHT PATH No.8参照

※2 低ソニックブーム設計概念実証。詳細はFLIGHT PATH No.11参照

※3 機体騒音低減技術の飛行実証。詳細はFLIGHT PATH No.14参照

※4 乱気流事故防止機体技術の実証。詳細はFLIGHT PATH No.13参照

※5 今号5ページ参照



MRJの開発状況なども語られたパネルトークの様子

## Topic 1

### 韓国デジュン市でIFAR\*サミットが開催されました

2016年9月27日から29日までの間、韓国デジュン市において第7回IFARサミットが開催され、JAXAを初め、アメリカ航空宇宙局(NASA)やドイツ航空宇宙センター(DLR)など加盟26機関中18機関の代表らが顔を揃えました。今回のサミットでは、世界の研究機関が共通して直面する経営的課題の中から「未来の航空を支える将来の人材をいかに航空に惹きつけるか」といったテーマを取り上げ、各機関の代表者の中で活発な意見交換が行われました。また、15の加盟機関によって最新の研究開発動向に関するプレゼンテーションが行われ、特に無人航空機システム(UAS)に関しては集中セッションを開催し、各国の法規制やインフラの整備状況、研究開発状況などが紹介された他、技術的課題についてグループディスカッションが

行われました。UASに関しては、IFAR加盟機関間の研究協力も視野に、今後も意見交換を継続することが合意されました。

今回初めて議長機関としてサミットを主導したJAXAは、2017年10月に南アフリカにおいて南アフリカ科学産業技術研究所(CSIR)による開催が決まった第8回IFARサミットに向けて引き続きリーダーシップを発揮し、JAXAおよびIFAR加盟機関にとって真に価値のある国際協力活動を推進していきます。

\*国際航空研究フォーラム(International Forum for Aviation Research)。世界初の公的航空研究開発機関によって構成される国際組織。



第7回IFARサミット(韓国)

## Topic 2

### 光ファイバーによる歪みセンサーの試験を実施しました

2016年11月8日と11日に、実験用航空機「飛翔」を使った「光ファイバ分布センサによる航空機主翼構造モニタリング技術の飛行実証(HOTALW)」に関する試験を行いました。JAXAが開発を進めてきた「光ファイバ歪み分布計測システム(OFDR-FBG)」\*が、実際の飛行環境下で正常に機能するかを確認するための試験です。

胴体ストリンガー(縦通材)と圧力隔壁の一部に光ファイバーセンサーを設置した「飛翔」は、名古屋空港から飛び立ち、太平洋上でバンク旋回や機体内与圧調整などを行った後、再び名古屋空港へ着陸しました。OFDR-FBGによって計測された離着陸時を含む飛行時に発生した微小な機体の変化は、同時に設置していた従来型の歪みセンサーによる計測データと比較され、計測精度評価が行われます。2017年度は主翼下面にセンサーを設置し、飛行時の主翼

変形を計測する計画です。

OFDR-FBG技術を確立することによって、荷重分布など機体の状態を容易に把握できるようになります。そうやって計測したデータは、将来の機体構造軽量化や燃費向上を目指す機体設計に役立つはずです。また、航空機の機体状況モニタリングも可能になるため、航空機の保守点検作業の効率化、ひいては航空機運用の効率化につながります。

\*技術の詳細については、FLIGHT PATH No.6を参照

名古屋空港飛行研究拠点内ハンガーにて、試験準備の様子



## Topic 3

### JAXAが技術協力を行ったテールローターを搭載した無人ヘリコプターが製品化

JAXAは、2013年度から2014年度の2年間にヤマハ発動機株式会社(以下、ヤマハ)からの依頼を受け、産業用小型無人ヘリコプターのメインローター・テールローターの最適化設計の研究を行いました。研究の成果によって空力特性の改善されたテールローターは、ヤマハの産業用無人ヘリコプター「FAZER R」に搭載されました。

JAXAは、今後も企業との共同研究や連携を通じて、先端技術で社会に貢献していきます。

ヤマハ発動機株式会社「FAZER R」のテールローター



### アンケートのお願い

JAXA航空技術部門では、JAXA航空マガジン「FLIGHT PATH」ならびにJAXA航空技術部門ウェブサイトに関するアンケートを行っております。この機会に読者の皆様が日頃お感じになっているご意見やご要望をお聞かせください。ご協力よろしくお願いたします。

#### ■JAXA航空マガジン「FLIGHT PATH」アンケート

<http://www.aero.jaxa.jp/publication/magazine/>  
(PC・スマートフォン対応)

アンケート実施期間:

2016年12月26日(月)15時から2017年2月28日(火)17時まで



#### ■JAXA航空技術部門ウェブサイトアンケート

<http://www.aero.jaxa.jp/publication/questionnaire/>  
(PC・スマートフォン対応)

\*ウェブサイトアンケートは、通年実施しております。



\*インターネット接続によって発生する通信費は、ご利用された方のご負担となります。

### お詫び

印刷冊子の「FLIGHT PATH」14号において、記載の一部誤りがございました。謹んでお詫び申し上げますとともに、訂正させていただきます。

- 3ページコラム「空港における航空機騒音対策」の2段落目文中(誤)騒音対策のための環境基準は、1973年に制定された(正)騒音対策のための環境基準は、1967年に制定された

表紙画像:「光ファイバ分布センサによる航空機主翼構造モニタリング技術の飛行実証(HOTALW)」試験中の実験用航空機「飛翔」機内。

