

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

2017
SUMMER

No.17
航空技術部門
www.aero.jaxa.jp

特集

Sky Frontierが目指す 未来の航空輸送の可能性



2 特集

Sky Frontierが目指す
未来の航空輸送の可能性

4 特集 関連技術

Sky Frontierで創出されるキー技術

8 航空技術部門へのメッセージ

Dear JAXA Aeronautics Friends

10 Kármán line

11 リレーインタビュー

「研究する余地がたくさんある航空分野に、改めて面白さを感じています」

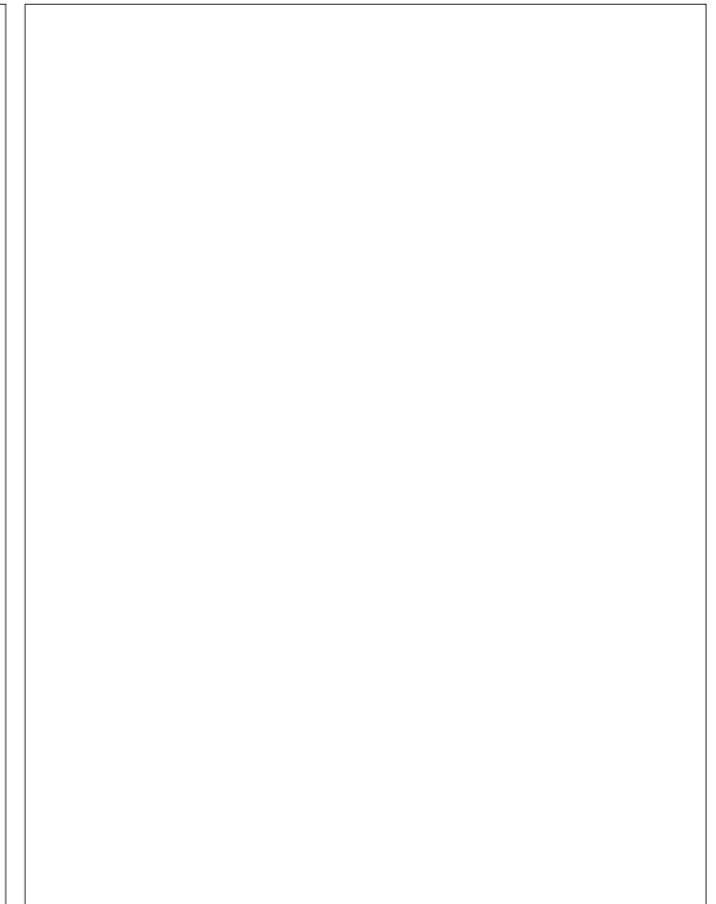
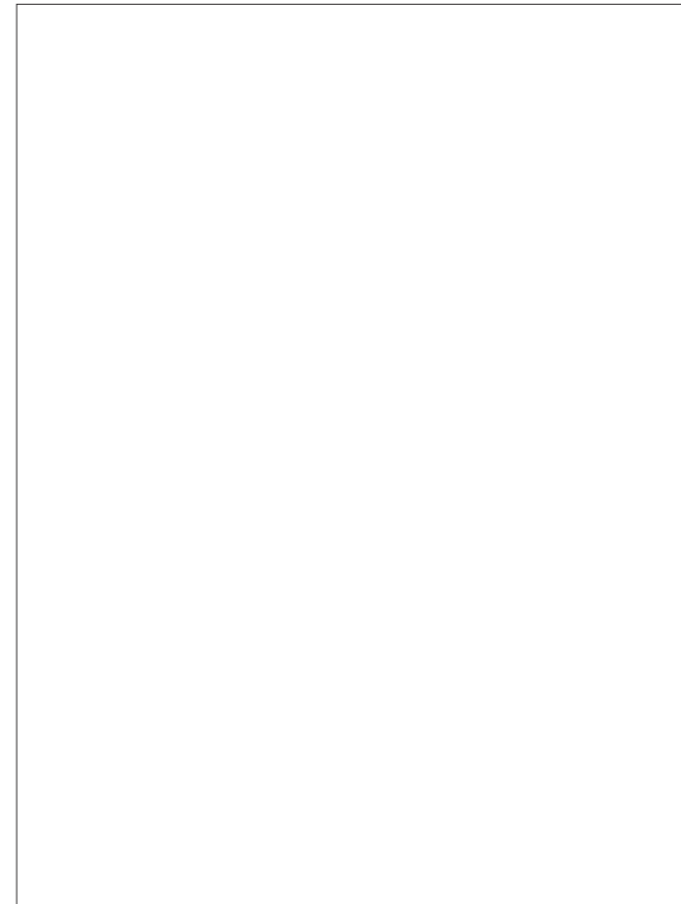
12 FLIGHT PATH TOPICS

Dear JAXA Aeronautics Friends

01
02
03

04
05

06
07



Kármán line

今回は、航空技術の基礎・基盤的技術を支える複合材料技術にスポットを当て、この技術がどのような形で宇宙分野に関係し貢献しているのかを、構造・複合材料技術研究ユニットの岩堀豊ユニット長に聞きました。

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)

JAXAを支える航空技術部門の複合材料技術の研究

「航空技術部門が進める複合材料技術の研究は、宇宙分野でも役立っています」と、岩堀ユニット長は語ります。

その一つは、構造・複合材料技術研究ユニットで培ったCFRP(炭素繊維強化プラスチック)に対する構造解析技術や試験技術の適用です。CFRPは軽量で剛性に優れているため、航空技術部門では長い間、この材料の特性に関する研究を進めてきました。その成果はすでにJAXAのロケットや人工衛星に活かされています。「私たちは水素燃料航空機や宇宙用輸送システムの実用化に向けて極低温タンクのCFRP化に取り組んできました。これらの研究から得られた知見は宇宙環境における構造設計技術として役立つと思われます」(岩堀ユニット長)。

将来のロケットや再使用型宇宙輸送システムでは機体を軽量化するため、液体水素燃料を入れる極低温液体推進剤タンクをCFRPにすることが考えられています。ところがここに大きな課題がありました。CFRP製の推進剤タンクの内部壁は金属製の口金部品と接着されますが、CFRPと金属との熱膨張率には大きな差があるため、極低温環境下では熱変形によって口金部品との接合部の接着が壊れ

てしまうという事象が生じたのです。

「そこで、当該部位のCFRPタンク壁と金属製口金部品の極低温環境下における構造解析を行い、熱膨張率差による熱応力を緩和し、壊れにくい口金部形状と接着条件などを研究開発部門と一緒に考案しました。この部位について構造解析で設計した形状供試体を製作し、極低温下での試験を行ったところ、当該部位が壊れないことが確認できました」(岩堀ユニット長)。

宇宙分野特有の要求に応え、利用分野を広げていく

宇宙分野における開発プロジェクトでは、プロジェクト開始前に、技術開発の方向性を確定させ、めどを付けておくことが必要です。宇宙機器や構造物に複合材料が使用される場合、プロジェクト開始前の検討段階で、これまでの知見をできる限り集め、さまざまな評価試験や解析を行い技術の習熟度を確認しておくことが重要になります。「宇宙分野で用いられる複合材料構造設計は、航空分野とは違った要求があります。当ユニットでは航空用途に限らず、宇宙分野に必要な複合材料の特性取得、技術蓄積や評価設備の利用を通じ、宇宙分野のプロジェクトにも貢献しています」(岩堀ユニット長)。

こうした宇宙分野との連携は、航空技術部門の複合材料の基礎・基盤的研究にとっても、大きなメリットがあります。「宇宙分野で発生し当ユニットに寄せられる相談から、材料の要求、計測・評価方法、設備など、実際に進められているプロジェクトや研究開発現場で何に困っているかが分かると、航空分野の研究からだけでは生まれない新しいテーマを設定し取り組むことができます。またそれがJAXAの強みにもなっていくのではないかと考えています」(岩堀ユニット長)。航空技術部門が宇宙分野の技術ニーズに応えていくことで、航空分野だけでなく、宇宙分野に応用される複合材料の可能性がさらに広がるわけです。

基礎・基盤的な研究と産業化を意識した研究を両輪で

宇宙分野への複合材料技術の研究の展開例としては、もう一つ、宇宙探査イノベーションハブ活動との連携があります。

宇宙探査イノベーションハブでは月や火星での基地建設を見据え、宇宙で使う建設機械(宇宙建機)に関し、建設機械アタッチメントメーカーとの共同研究を行っています。航空技術部門は共同研究初期から宇宙探査イノベーションハブと連携し、宇宙での使用を想定し、地上用と性能が同等で軽量のCFRP製の油圧ショベル用軽量アームおよび軽量ブーム*の設計・製作について協力しました。質量は、従来の油圧ショベルの1/3程度に軽くできました。宇宙用建機の軽量構造部材は、今のところオーダーメイドですが、さらに研究開発が進みコストの課題などが解決されてくれば、地上用の建機等にも応用できる可能性は高いでしょう。

「航空分野のみならず宇宙分野との連携においても、将来的な技術向上を目指した基礎・基盤的な科学技術を突き詰める研究と、比較的近い将来をターゲットに製品化、普及展開を見据え、アウトプットを意識した研究開発の両輪が必要です」と、岩堀ユニット長は語っています。



CFRP製の軽量アームおよびブームを装着した1tクラス油圧ショベル(地上用)
(画像提供:株式会社タグチ工業/JAXA)

「研究する余地がたくさんある航空分野に、改めて面白さを感じています」

次世代航空イノベーションハブ
航空機システム研究チーム
研究開発員

湯原 達規

1985年生まれ。2009年3月、東京大学工学部航空宇宙工学科卒業。2014年3月、東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。2014年、宇宙航空研究開発機構入社。大学での研究テーマは水素燃料超音速旅客機概念設計に関する研究。入社後、主翼空力設計に関する研究に従事。



共同研究で製作した主翼の風洞模型。下向きのウイングレットや新しい発想による主翼形状を検討した

今までにない次世代航空機の主翼に関する研究を担当している航空機システム研究チームの湯原達規研究開発員に、JAXAを目指したきっかけや現在の研究内容、将来の夢などについて聞きました。

——JAXA航空技術部門を目指したきっかけを教えてください。

子どもの頃からレーシングカーや航空機など流線型のものが好きで、大学では航空宇宙工学を専攻し、環境に負荷をかけない未来の航空機を研究しようと空力の研究室を選びました。主な研究のテーマとして「衝撃波(ソニックブーム)を出さない水素燃料超音速旅客機概念設計」を選択し、修士1年生の時にNASAの設計コンテストに投稿して1位に入賞することができ、水素燃料超音速旅客機の研究の面白さを感じました。また学部4年生から博士3年生までの間、技術研修生としてJAXAに来る機会が頻りにありました。研究者の皆さんが超音速旅客機*1の研究について生き生きと話している様子が印象的で、さらに超音速旅客機の世界に関心が高くなり、私もいつかここで世界の潮流から求められる環境性を考えた新しい航空機を研究したいと思いました。

——現在の研究内容について教えてください。

航空機システム研究チームでは、遷音速機の翼端形状(ウイングレット)を担当し、空気抵抗を下げるための設計法や設計の評価手法を研究しています。大学との共同研究の取りまとめ役として、いくつかの概念形状を検討しています。その中で、一般的な上を向いたものでなく、下を向いたウイングレットという発想が生まれ、分析を進めた結果、空力的な面だ

けでなく、構造的な面でもメリットがあることが分かりました。空力と構造の両立を目指す航空機のシステムを最適化するようなアイデアを創出できたことに喜びを感じました。また、環境に優しい超音速旅客機の主翼形状の空力設計も担当しています。離着陸時の空力性能を向上させると同時に巡航時の空気抵抗や超音速で飛ぶことで必然的に発生するソニックブームをいかに小さくするかなど、超音速機の主翼形状を設計するための手法を研究しています。自分の研究が環境性や空港周辺の騒音問題などに役立つ技術として、社会的にどう評価されるかを意識するようにしています。

他にも、空力設計の基盤技術に関する研究に挑戦しています。揚力発生現象を説明する際に流線曲率という概念が使われることがありますが、流線曲率を操作しながら形状を設計する仕組みがあれば、より良い空力性能を得られるのではないかと考えました。そこで、JAXA航空技術部門内の競争的萌芽研究課題として、流線曲率に基づく空力設計という先例があまりないテーマを提案し、採択されました。この研究では、航空分野を含むさまざまな分野から流線曲率を使う空力設計法につながるヒントを得て、曲率に基づく形状生成法という新しい技術を提案しました。競争的萌芽研究としては一区切りしていますが、エコウイング技術*2や超音速機の研究へ活かすために研究を続けています。その技術を使った空力設計の手法は現在特許出願をしており、世の中の航空機開発だけでなく、さまざまな分野においても活用されることを期待しています。

——将来の夢を教えてください。

いずれは、「自分は主翼空力設計の専門家」と自信をもって言えるようになりたいです。ウイングレットに関しては、良いものができればすぐにでも航空機に適用され、現在の航空機開発に役立てられる可能性があるでしょう。一方、超音速旅客機の主翼形状や流線曲率の空力設計に関しては、20年、30年先の遠い将来を見据えた研究です。コツコツと積み重ねていく研究であり、すぐに大きな成果を出すことはできません。日々の研究をまとめて論文発表し、第三者の評価を聞いたり、共同研究のパートナーの自分とは異なる考えを知ることによって、自分自身の研究を見直しながら、少しずつ成果を出していこうと思っています。このような研究の価値を高めるプロセスをイメージしながら、超音速旅客機の実現に向けて研究を続けたいです。

——JAXA航空部門を目指す人たちにメッセージをお願いします。

たくさんの教科書や文献を読み込んで、多くの知識を得ておくことが大切です。研究が行き詰まった時、基本となる知識があればあるほど、何が足りないのかを気付くことができます。航空分野は学術的にはすでに確立されていると思われがちですが、基本に立ち返って研究を見直すたびに、多くの知識があってもまだ研究する余地がたくさんあるのかと気付かされ、改めて航空分野の研究の面白さを感じます。

*JSTイノベーションハブ構築支援事業 JAXA宇宙探査イノベーションハブ共同研究の成果物である

*1:本誌4ページ参照
*2:本誌7ページ参照

Topic 1 ALWINに対して感謝状をいただきました

2017年4月19日より、東京国際空港(羽田)および成田国際空港において「空港低層風情報(ALWIN※1)」の実運用を開始しています。ALWINによってもたらされる風の情報によって、より安全で効率的な運航ができ、また、将来にわたって航空の安全に寄与するとして、ユーザーである日本航空株式会社(JAL)と全日本空輸株式会社(ANA)の両社から感謝状をいただきました。

ALWINとは、気象レーダーとドップラーライダーによって得た航空機の着陸経路上における風の情報(風向・風速、ウィンドシアア※2や乱気流など)を運航会社を通じて航空機に提供するサービスです。無線による音声通信で行われている情報提供に比べて、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。このような風情報サービスの実運用は、世界でも初の事例となります。

JAXAでは、引き続き航空会社や機体メーカーなどのさまざまな機関と連携し、航空研究開発分野の課題やニーズに応えるような、航空機の安全運航に資する研究開発を行っていきます。

※1 Airport Low-level Wind Information。JAXAと気象庁が共同で開発した。
※2 低気圧や前線の付近で生じやすい風の急変域



感謝状贈呈の様子(左:JAL、右:ANA)

Topic 2 「JAXA航空技術イノベーションチャレンジ」2017年度選定結果

日本の航空産業発展に向けたイノベーションを推進するJAXAは、2016年度、新たに航空分野のみならず異分野からも新たな技術やアイデアを広く求める「JAXA航空技術イノベーションチャレンジ」の公募を実施し、異分野・異業種を含む企業・大学などから提案された24件の研究テーマについてフィジビリティスタディを実

施しました。このたび、フィジビリティスタディの結果をふまえ、2017年度からJAXAとの連携フェーズに進む案件として、2件の研究テーマを採択しました。10年後を見据えた航空産業の強化や航空輸送のイノベーションの実現に向け、採択した研究テーマを推進していきます。

<採択テーマ>

- CFRP損傷修復スクラフサンディング工法及び装置開発(株式会社倉元マシナリー)
- 航空機固体酸化物形燃料電池の軽量化に向けた要素技術のフィジビリティスタディ(中部大学工学部創造理工学実験科 教授 橋本真一)

Topic 3 調布航空宇宙センターの一般公開を行いました

2017年4月23日(日)、JAXAの研究内容をご覧いただくための一般公開イベントを調布航空宇宙センターで行いました。会場となった調布航空宇宙センターおよび飛行場分室では、現在取り組んでいる研究に関する展示や、お子さまが参加できるイベントや実験などを行いました。当日は快晴に恵まれ、9,500名を超える方々にご来場いただきました。



6.5m×5.5m低速風洞内を見学



JAXA実験用航空機「MuPAL-a」と記念撮影



実験用航空機「飛翔」のペーパークラフト

表紙画像解説:

極超音速ターボジェットエンジンの可変インタークを接写した画像です。

極超音速ターボジェットエンジンは、マッハ5での飛行を実現するために、流入する空気の冷却と燃焼に液体水素を使用したジェットエンジンです。可変インタークは、速度に合わせてエンジンに流入する風の速度をマッハ1以下にする機構を備えています。



JAXAが研究しているマッハ5で飛行する極超音速旅客機のイメージ図

