

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

2013
AUTUMN

No.2

航空本部
www.aero.jaxa.jp

特集

航空環境技術の
研究開発
プログラム

10年後のニーズを視野に入れて取り組む 航空環境技術の 研究開発プログラム (ECAT)

次世代ジェットエンジン技術をリードする

次世代ファン・タービンシステム技術実証ミッション (aFJR)

高度な騒音源計測技術

風洞で航空機の騒音を計測する

FLIGHT PATH

2013 AUTUMN No.2

今号のテーマは、「環境」。JAXA航空本部の研究開発の柱の一つ「航空環境技術の研究開発プログラム (ECAT)」を紹介します。

表紙写真は、ターボファンエンジンのタービン部分。小さなブレードが何段にも並んでいる。
航空機用エンジンの環境性能を高めることは、航空環境技術研究の重要な課題の一つである。
次世代エンジンでは、このタービンブレードもより軽量化が求められており、
JAXA航空本部でも研究開発を進めている (P6-7解説)。

CONTENTS

P.3-5

特集 村上航空本部参与に聞く!
10年後のニーズを視野に入れて取り組む
航空環境技術の研究開発プログラム (ECAT)

P.6-7

次世代ジェットエンジン技術をリードする
次世代ファン・タービンシステム技術実証ミッション (aFJR)

P.8-9

高度な騒音源計測技術
風洞で航空機の騒音を計測する

P.10-11

JAXA航空本部は日本の航空産業の中核になってほしい
株式会社IHI 航空宇宙事業本部技術開発センター エンジン技術部長 今成邦之氏インタビュー

P.12

エンジン開発において燃焼振動問題を解決する!

P.13

航空産業発展に向けたJAXA航空の新たなスタート
「JAXA航空シンポジウム2013」開催!

P.14

旅客機パイロットから宇宙飛行士へ① 大西卓哉氏インタビュー

P.15

マンガ航空技術・用語解説② 「ターボファンエンジン」

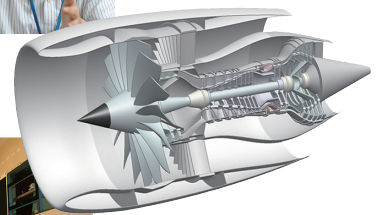
P.16

[Flight Path Topics]
・低ソニックブーム設計概念実証プロジェクト第2フェーズ試験 (D-SEND#2) 延期
・JAXA、IFAR副議長に就任
・「飛翔」が観測ロケット実験を上空から観測

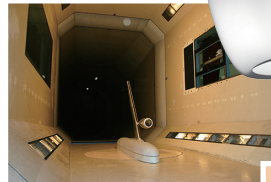
P.3-5



P.6-7



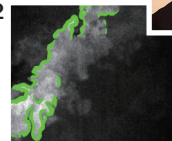
P.8-9



P.10-11



P.12



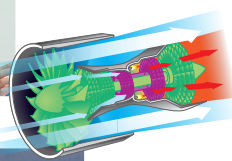
P.13



P.14



P.15



P.16



空へ挑み、宇宙を拓く



Feature

特集 ▶▶ 村上航空本部参与に聞く!

10年後のニーズを視野に入れて取り組む 航空環境技術の研究開発プログラム (ECAT)

航空輸送量は今後20年間で約2.6倍*になると試算されています。一方輸送量が増えることにより、騒音や排気ガス等、航空機による環境負荷の増大も懸念されています。今後の航空機開発において、環境にやさしい航空技術が、市場競争力を決める重要な指標になるでしょう。JAXA航空本部は、研究開発の柱として「航空環境技術の研究開発プログラム (ECAT)」をスタートさせました。ECATが目指すものを村上哲航空本部参与(チーフエンジニア)に聞きました。

*JADC "Worldwide Market Forecast For Commercial Air Transport2012-2031"(2012)

—今、世界の航空技術、航空業界における環境技術はどのような状況なのでしょうか?

ご存知のように、自動車も環境規制が厳しくなり、それにともない環境技術が非常に進歩してきました。航空輸送量も今後20年で約2.6倍になると試算されている一方で、航空をめぐる環境問題はグローバルな問題となっており、国際民間航空機関(ICA0)が騒音や排気ガスについて基準を厳しくしていま

す。航空機を運航するエアラインは当然、基準を満たす航空機を求め、エアラインに航空機を供給するメーカーは環境基準を下回る航空機を製造しなければなりません。日本の航空産業の国際競争力を強化するため、JAXA航空本部は国際競争力の源泉たる高付加価値技術として「航空環境技術」を研究開発していくことにしました。

— 国際競争力のある航空環境技術

として、どのような技術を研究しているのでしょうか?

小型旅客機(100-150人乗り)の環境性能を検討して、約10年後の機体は例えば燃料消費でいえば現在に比べて30%以上性能向上したものになると考えています。JAXAがこのような航空機を直接製造するわけではありませんが、航空本部の強みを活かして、ECATでは機体の低騒音化、低抵抗化の先進技術や複合

材構造技術、高効率・低騒音・低排出の要求に応える超高バイパス比エンジン技術を重点的に研究開発していきます。

— 騒音、燃費、排出ガスの影響が大きいのはまずジェットエンジンだと思いますが、エンジンについては、どのような状況なのでしょう？

ジェットエンジンの環境性能を高めるため、世界的にエンジンは大きなファンを持つ超高バイパス比エンジンになっていく方向にあります。現在、ベストセラーのエアバスA320やボーイング737クラスのエンジンでは、バイパス比が5くらいです。ボーイング787など最新の大型機のエンジンではバイパス比が10を超えています。また、ここ数年で市場投入されるボーイング737MAXやエアバスA320neoのエンジンのバイパス比は12といわれています。

バイパス比が大きくなると、ファンがも

のすごく大きくなります。そのまま大きくなるとエンジンが重くなってしまうので、機体全体の燃費は悪くなる可能性があります。ですから、エンジンの重量はできるだけ軽くしたいのです。

— ファン以外の部分についてはどうなのでしょう？

タービンは非常に高温になりますから、CFRP（炭素繊維強化プラスチック）では耐えられず、熱に強いセラミックス基複合材料（CMC）が検討されています。CMCにはまだ課題もあり、世界の各エンジンメーカーも開発段階にあります。

そこでJAXA航空本部は、次世代の超高バイパス比エンジンに対応した、ファンや低圧タービンを実証する「次世代ファン・タービンシステム技術実証（aFJR）」ミッションを立ち上げました。

— なぜ低圧系の部分なのでしょう？

高圧系は確かに部品交換の頻度も高く、利益の多い部分で、環境性能の改善も大きく見込めます。しかしこの部分は、欧米のメーカーがしっかり握っており、日本のメーカーの参入が難しいという面もあります。

そこでまずはこれまでのエンジンの国際共同開発において多くの実績を持つ低圧系でシェアを上げていきたいと考えています。日本は複合材分野では長い実績があります。ボーイング787以前から機体の一部にCFRPが使われていましたし、複合材の試験・評価技術はJAXAが高い水準のものを持っています。これらの複合材技術も次世代ファン・タービンシステム開発における我が国の武器になるのではないかと考えています。

現在、A320シリーズに搭載されているV2500エンジンでは、日本メーカーが

航空環境技術の研究開発プログラム

Environment-Conscious Aircraft
Technology Program



低圧系を開発・製造しています。今後は、高品質の良いモノを作りそれを提供してだけでなく、我々の方から「こんな要素技術を使えばこんなエンジンができますよ」ということを米欧のエンジンメーカーに示していけるようにしたいと考えています。

— aFJRの目標は？

具体的には、既存エンジンに対してファン空力効率を1ポイント以上向上させること、それとファンと低圧タービンを複合材を使って軽量化することで、エンジンの総重量を10%程度軽減することが目標です。

そのための要素技術として、ファンモジュールの層流ファン空力設計・耐衝撃FRPブレード設計製造・軽量メタルディスク・軽量吸音ライナーなどの技術を開発・実証していきます。また、低圧タービン部分には、CMCを採用した軽量低圧タービンの開発を進めます。

これにより、高効率・軽量化という海外メーカーに対しても優位に立てる差別化技術を開発・実証し、次世代ジェットエンジンの国際共同開発における日本企業の優位性を確保し、国内メーカーの設計・製造分担をこれまで以上に獲得しようというものです。

— 最終ゴールは、エンジン全体を日本が作れるようになることですか？

JAXA航空本部では、高圧系、コアエンジンの技術に関する「グリーンエンジン技術」の研究開発も始めています。この中では、これまで研究してきた希薄予混合燃焼器等の先進技術をさらに発展させて、いずれはシステムとして技術実証したいと考えています。しかしまずは実績がありシェア拡大が見込める低圧系に注力したaFJRを重点的

に推進する計画です。

いずれにしても世界のジェットエンジン開発は国際分業が進んでいますので、これからはエンジン全体を1社で作る機会はそう多くないと思います。日本のエンジン製造事業の世界シェアは約6%ですが、国際共同開発でのシェアを拡大してまずはこれを10%くらいに引き上げたい。もちろん、いつかは民間エンジン市場に国産エンジンで参入できるようになると思っています。

— 騒音についてはどのような研究をしていくのでしょうか？

エンジンについては、高バイパス比化により昔に比べかなり騒音が下がっています。その結果、エンジンの出力を絞る空港への着陸進入時には、エンジンよりも機体から発生する騒音の方が注目されるようになり、JAXAではその騒音を低減する技術を実証するミッションとして、「FQUROH(フクロウ)」ミッションをスタートさせました。FQUROHは、特に大きな騒音を発生するフラップやスラット等の高揚力装置や、降着装置に適用できる低騒音技術を開発し、飛行実証するミッションです。

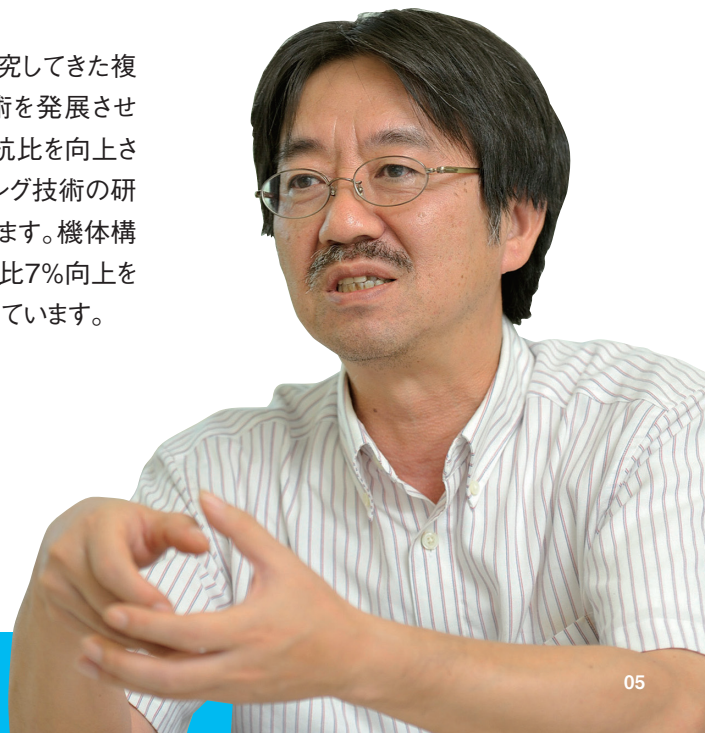
— これらのミッションのほかに、ECATではどのようなものがありますか？

航空本部がこれまで研究してきた複合材技術、空力設計技術を発展させて、機体重量を減らし、揚抗比を向上させる先進技術を「エコウィング技術の研究開発」で取り組んでいきます。機体構造軽量化20%、巡航揚抗比7%向上を10年後の技術目標にしています。

— 最後にECATでどのように社会に貢献していきたいか、意気込みをお願いします。

航空環境技術に限らず、科学技術成果が社会の価値として還元されるためには、大学、民間企業、そしてその間にあるJAXAが連携・協力することが重要です。JAXAは研究開発を牽引する中核機関として、緊張感をもって先進技術の研究開発を進めるとともに連携・協力の中心的な役割を果たしたい。それによって、日本の航空機産業の国際競争力を高めることに貢献し、JAXAの価値と存在感を確固たるものにしていきたいと考えています。

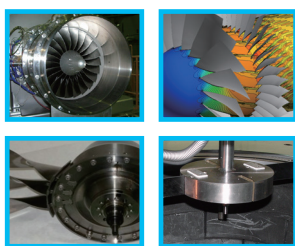
航空機事業は、投資を回収するのに最低でも10年～20年は掛かるという長期間にわたる事業です。一旦市場に出れば放っておいても売れるというものではなく、次、さらにその次と開発していかなければ国際競争に勝ち残れません。JAXAは、中期計画であるこの5年間で成果を出していく計画ですが、これら技術の実用化はもっと先です。さらなる支援が必要ですし、その次の技術も開発していかなければなりません。20年後、30年後には、50%を超える燃費向上・世界トップレベルの低騒音化および低排出化を実現したいと考えています。



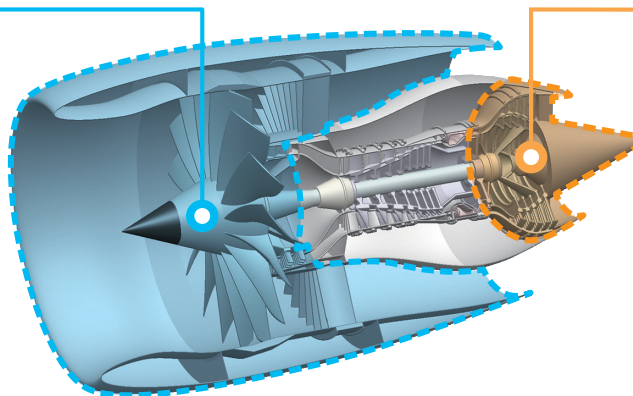
次世代ジェットエンジン技術をリードする 次世代ファン・タービンシステム 技術実証ミッション (aFJR)

高効率軽量ファン技術

- ・高効率層流ファン空力技術
- ・FRP中空ブレード技術
- ・軽量メタルディスク技術
- ・軽量吸音ライナ技術
- ・高信頼性評価

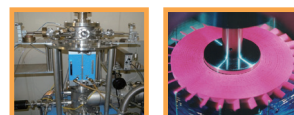


ファン空力性能 構造特性実証



軽量低圧タービン技術

- ・CMCタービン翼過回転防止設計技術
- ・高信頼性評価



耐熱複合材ブレード 構造特性実証

今から40年程前に開発した日本初の高バイパス比ジェットエンジン*1「FJR710」は、今のJAXA航空本部のエンジン研究の礎を築き、*2機械遺産にも登録されています。「aFJR」はadvanced Fan Jet Researchの略で、「FJR710」のように、日本の航空産業に貢献していこうというミッションです。aFJRが目指す次世代ジェットエンジンとは何か？ その概要をお伝えします。

「FJR710」は、実証試験での性能がイギリスのジェットエンジンメーカーであるロールス・ロイスに認められ、V2500というエンジンに技術が継承されていきました。V2500シリーズのエンジンは、現在、エアバスA320シリーズなどの世界的なベストセラー機に搭載されており、累積受注台数は7,000台を超えています。日本メーカーは、同エンジンの低圧系のファンを主に製造担当しており、そのシェアはエンジン全体の23%に上るほどです。

aFJRで狙うジェットエンジン

航空機に対する騒音やNOx(窒素酸化物)等の環境基準は年々厳しくなっています。また燃料価格の高騰や

不安定さから燃料消費量を減らした航空機も期待されています。燃料消費量が少なくなれば、CO₂等の地球温暖化ガス排出量も減少させることができます。

これらの問題を解決するために行われているのが、エンジンのバイパス比を上げることです。バイパス比というのは、前方に取り付けられた大型のファン部分のみを通過する空気量と、コアエンジンと呼ばれる中心部分を通過する空気量の比のことです。初期のジェットエンジンはファンを持たないターボジェットエンジンで、ジェットから吹き出すガスの排出速度が極めて速いために、音速を超えて飛行するジェット戦闘機には適していますが、音速よりも少し遅い亜音速で巡航するジェット旅客機には向いていま

せん。ジェットエンジンの排気速度は、飛行速度よりも少し速いくらいが最も推進効率が良いのです。

バイパス比を大きくすると、高温高速のコアエンジンの排気を含めた全体の排気速度を下げることにより、排気ジェットの騒音を減少させることもできます。

そのため、亜音速で飛行する旅客機はターボファンエンジンが主流となり、世界的に高バイパス比化が進められています。先ほどのV2500シリーズのエンジンのバイパス比は5前後ですが、最新のボーイング787に搭載されているRRトレント1000というエンジンはバイパス比が11もあります。また開発中の国産旅客機MRJなどに搭載されるPW1000Gシリーズは、ギヤード

*1機械遺産登録されたFJR710の実機は調布航空宇宙センター内に保管されています。FJR710のカットモデルは、調布航空宇宙センター展示室に常設されており、自由に見学が可能です。

*2機械遺産 (Mechanical Engineering Heritage) とは、機械技術史上における特徴や独自性のある文化的に価値の高い機械技術関連遺産のことです。文化的遺産として次世代に伝えることを目的に日本機械学会が認定しています。

ターボファンエンジンといって、低圧タービンの高速回転をギアを介して低速でファンを回転させることでバイパス比7~12を実現しようとしています。このようなトレンドの中で、aFJRはバイパス比13以上の超高バイパス比のエンジンを実現させ、既存エンジンと比べてファンの空力効率を1ポイント以上向上、エンジン総重量をファンとタービンの軽量化によって10%程度減少（ファンで0.9%、タービンで9.1%）することを目標にしています。

V2500では、ファン等の低圧系要素を日本メーカーが担当しているため、技術の蓄積があります。その優位性を活かして、次世代エンジンの国際共同開発においても低圧系は日本メーカーがリードしたいと考えています。

超高バイパス比エンジンを 実現するための技術

バイパス比13を超える超高バイパス比エンジンを実現するためには、どのような要素技術が必要なのでしょう。エンジンを高バイパス比化することは、ファンが大きくなるということです。大きくなれば、重くなります。重くなると燃費が

悪くなってしまいます。ですから、軽量化が最も大きな課題となっています。

そのために大型のエンジンには、既にCFRP（炭素繊維強化プラスチック）が使われ始めていますが、内部を中空化したり、構造を見直すことでさらなる軽量化を目指します。CFRPで中空化したものは、まだありません。また、ファンのブレードの形状を工夫し、表面を流れる気流の層流が乱流に変わる地点を後方に遅らせて抗力を減少させる「層流ファン空力設計技術」をファンに適用します。

ファンの中心にあるディスク部分については従来のように金属を使用しますが、そちらも新しい加工技術を開発することで、強度を保ったまま軽量化していきます。

ファンの周辺、エンジンのファンナセルの内側にある騒音の軽減を目的としたハニカム構造のライナーの素材を変更するなど、軽量化する技術も開発します。

また、低圧タービンブレードにはセラミックス複合材料(CMC)の導入が既に検討されています。CMCは金属に比べ軽い上に耐熱性能が高いという大きな特長を持っています。金属の場合は限界温度が約1100℃ですが、CMCは

約1200℃です。数値だけを見ると大差が無いように見えますが、CMCを導入することで、耐熱性を十分に保ったまま重量を軽減することができます。

本プロジェクトでは航空エンジン特有の安全性・信頼性向上のための、フラッタや過回転防止設計技術を開発します。

次世代の航空産業を担う人材も 育成したい

「次世代のエンジン開発は2020年頃から始まると思われるので、それまでには是が非でも基盤技術を確立しておきたい」。ミッションリーダーの西澤敏雄グループ長は言う。その頃には、国産旅客機MRJが飛行し、これに対抗する海外メーカーも新型の機体で市場に乗り込んでくるでしょう。日本もさらに対抗していく必要があります。

「航空機事業はスパンの長い事業です。マーケットで勝ち続けるためには、人材の育成が必須となる。若い人にどんどん航空の世界に入ってきてもらいたい」(西澤)。

JAXA航空本部が多くの若い人材を惹きつけ、日本のこれからの航空産業の強力な牽引車になりたいと思っています。

目標エンジン性能比較

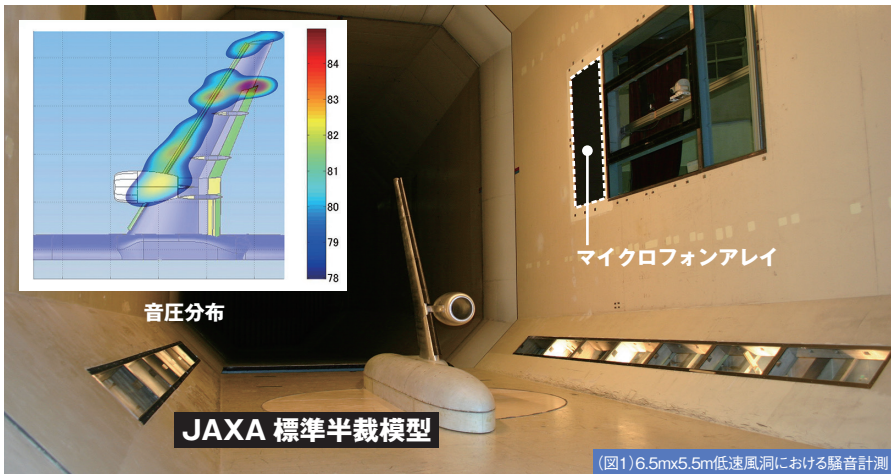
エンジン	V2500 (V2524-A5) A319搭載	GENx(GENx-1B70) B787搭載	PW1000G A320neo, MRJ, CS100/300搭載	本プロジェクト 目標エンジン案
離陸推力	24,800lbs	69,800lbs	15,000-33,000lbs	20,000lbs級
燃費削減率(巡航SFC)	(0.575lb/h/lb)	15%減 CF6-80C2比	12-15%減 現行エンジン比	16%減 V2500比(成果目標 内1%減)
バイパス比(ファン外径)	4.9(63.5 in)	8.6-9.6(111in)	7-12(56-81in)	13+(概算66in)
重量	5,200lb	12,400lb		約22%減 V2500比(成果目標 内10% 減)
技術	中空チタンファンブレード Ni超合金低圧タービン翼	中実FRPファンブレード 軽量低圧タービン翼	先進Al合金ファンブレード 軽量低圧タービン翼	高効率層流ファン・FRPブレード設計・CMCタービンブレード設計
	Al合金吸音ライナー・Ti合金ファンディスク			軽量吸音ライナー・軽量高強度化メタルディスク

画像出典:JAECホームページ

高度な騒音源計測技術

風洞で航空機の騒音を計測する

航空機の騒音を少なくするためには、航空機のどこから騒音が出ているかを正確に測定することが必要です。騒音源を特定するために、実際に航空機を飛ばして測定することが重要ですが、風洞試験設備を使用することにより、飛行試験よりも低コストで、繰り返し試験を行うことができます。しかしJAXAの風洞試験設備をはじめとする一般的な風洞は電気モーターで回転させるファンからのノイズが大きく、このままでは騒音計測は困難です。そのため、このような騒音計測は無響測定部を持つ低騒音風洞で行われるのが通例ですが、JAXAでは一般的な風洞試験設備で、高度な騒音源計測を可能とする技術を開発しています。



を、さまざまな試験条件下で精度良く評価できるため、風洞における騒音計測は重要な役割を担っています。

風洞を使った音源探査計測技術とは？

風洞試験設備を使って騒音計測をするときには、大きな課題があります。それは、風洞は元々高速の空気の流れを発生させて、内部に設置した航空機の模型の揚力・圧力、機体周辺の気流の流れなどの空力特性を計測するために作られているので騒音(ノイズ)対策がなされておらず、作動音が多いことです。風洞自体のノイズが大きいと、模型から出る騒音は風洞のノイズに埋もれて探知しにくくなってしまいます。

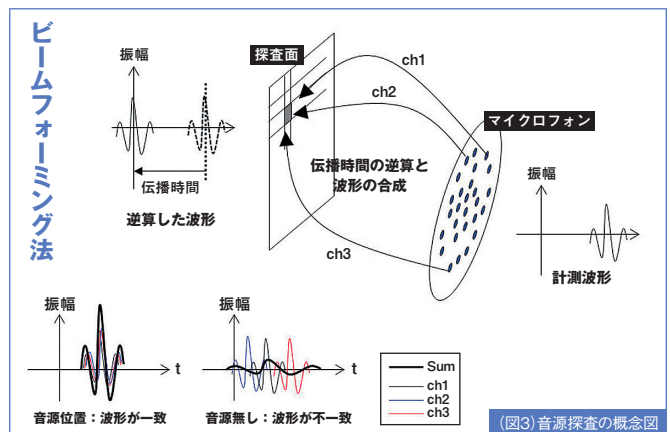
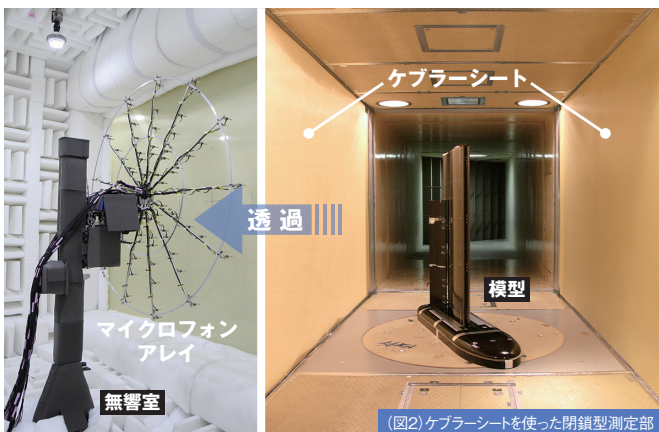
では、風洞のどこからノイズが出るのでしょうか。風洞では、高速の風を発生させるために、電動モーターにより送風機の巨大なファンを回転させています。風洞の壁面は一般的に金属やコンクリートでできていますから、音源から出たノイズは壁面で反射しながら風洞内を伝わっていきます。通常、音は伝播距離が長くなる

なぜ風洞で騒音を計測するのか？

航空機から発する騒音は、国際民間航空機関(ICAO)の規制が厳しくなっていることや、騒音の大きさなどによって空港の着陸料が決まることなどもあり、エアラインからの低騒音化の要請は大きくなっています。また、これから世界市場で売れる航空機を開発するためには、低騒音化の技術は欠かすことはできません。このためJAXAでは、低騒音化のための研究開発を行っており、シミュレーションや風洞試験によって、機体の騒音源や騒音レ

ベルを評価し、騒音低減技術を開発しています。これまでの技術の蓄積から、有望な騒音低減技術について実際に航空機を飛ばして実証するため、「FQUROH(フクロウ)」ミッション(「Flight Path」No.1参照)も始められています。

風洞試験を用いた騒音低減技術開発では、多くの場合、機体の一部を模擬した模型(要素模型)を用いて実施されます。得られたデータを詳細に分析して騒音現象を把握し、試行錯誤しながら様々な騒音低減技術コンセプトを開発しています。これらの騒音低減技術



にしたがって減衰していきますが、閉鎖された風洞内を反射しながら伝わっていく音は、ほとんど減衰することはありません。

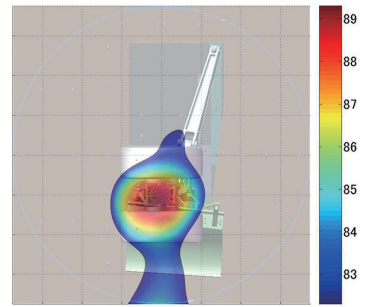
JAXAでは、このようなノイズの影響が大きい風洞においても音源探査可能な計測技術を開発し、音源の把握や騒音低減技術の評価を実施してきました(図1)。また一部では、外部の機関が持つノイズの影響が小さい低騒音風洞を借りて騒音計測も行ってきました。しかし、JAXAにおいても低騒音風洞を実現するため2m×2m低速風洞の内部に吸音材を貼り、送風機のノイズを反射させないように改修する予定になっています。

また、風洞を使用して騒音計測をする場合、模型から発生する騒音が反射しないように、模型を設置する計測部の壁を取り外して、気流の外側にマイクロフォンを設置して計測するのが一般的な方法です。しかし、この方式では、反射によるノイズは抑えられますが、風洞の一部を開放しますので、航空機模型の周りで気流が乱れたり、吹きこぼれたりして気流の質が低下し、模型から出る騒音の状態が不正確になってしまいます。

そこでJAXAでは、風洞を開放せず、測定部壁面に音響透過性の高いシートを設置した無響測定部を開発しました。騒音の反射の影響を抑えるために壁面をケブラーのシートで置き換え、隣接する無響室にマイクロフォンアレイを設置して、シート越しに音を拾うものです(図2)。ケブラーシートは、風は通しませんが、音は通すため、気流を乱すことなく音を拾うことができます。

マイクロフォンで騒音源を特定する方法とは

風洞内に設置した模型から出る騒音の発生源を特定するために、多数(100個程度)のマイクロフォンを放射状に並べたマイクロフォンアレイを使います。現在、開発中のマイクロフォンアレイの大きさは直径約1.5m、放射状になった13本のアームに各7個、その他に5個のマイクロフォンがついています。これらのマイクロフォンは無指向性で、同一音源からの音



音源探査結果 (音圧分布)
(図4) 主脚の40%スケールモデルの風洞騒音計測

がそれぞれのマイクロフォンに届くまでにわずかな時間差があり、その時間差を利用し、伝播時間を逆算することによって音源位置を特定します(図3)。マイクロフォン自体は無指向性のものですが、並べ方によって指向特性を決めることができます。

このような音源探査技術そのものは一般的なものですが、風洞内に入れて使うため、強い風の影響を受けないようにJAXA独自で開発したのを使っています。音源の分解能は、音の周波数と処理方法に依存しますが、1kHzで30cmくらいの分解能(注1)を有しています。

この音源探査計測技術を使って、100席程度のリージョナル・ジェット向け降着装置の40%の大きさの模型で騒音計測をしたところ、2kHzの騒音が車輪の間の構造物から大きく出ていることがわかりました(図4)。模型が40%の大きさなので、実機サイズの機体から出る騒音は、スケールの逆数を乗じた800Hzの音(注2)ということになります。

このように縮小模型を使った試験でも、実機サイズになった時に出る騒音が機体のどの部分からどれくらいの波長で出るかを調べることができるため、機体のどの部分でどれくらいの周波数帯の騒音を減らせば、静かにできるかがわかるのです。

人間の耳の可聴周波数範囲は20Hzから20kHzですが、低周波については、マイクロフォンアレイの直径を大きくする必要がある(注3)ため、風洞試験設備のサイズの制限からで設置できず、今のところ計測することはできません。

一方、可聴周波数上限を超える超音波計測は、今まさに研究中のテーマです。風洞では縮小した模型を使っている

ため、その周囲で発生する現象は実際の大きさのものとは異なります。例えば10分の1の模型なら、実際の10倍の周波数で騒音が発生(注2)します。実際の航空機の騒音規制の基準となっている10kHzまでの音を調べようとすると、可聴周波数の上限を超えた超音波の帯域の音を測定できる音源探査計測技術が必要になってきます。現在JAXAでは80kHzまで測定できることを確認しており、今後さらに正確な測定ができるように研究を進めていきます。

騒音源と流体现象をリンクさせる

JAXAの風洞試験設備でより定量的精度の高い音源探査計測が可能になれば、もともと空力特性を調べるためにつくられた風洞なので、騒音計測と同時に空力特性も調べることが可能になります。空力特性の変化と騒音の分布や時間変化を同時に観測することで、より実際に即した騒音特性の研究が期待できます。また、ノイズに隠されて騒音源探査の分解能が低くなるところは、画像処理技術を高めていくことによっても対処していきます。

では、その先はどうなのか。風洞技術開発センター浦弘樹研究員は「JAXAでは非定常の速度や圧力変動を調べる計測技術開発も行っています。現在は、それらの結果と音源探査結果を個別に研究者が分析していますが、騒音源と流体现象を直接リンクさせて分析する技術を開発すれば、騒音発生機構の解明につながります。これを実現して、騒音の低減をもっと的確にできるようにしたいです。」と今後の抱負を語ってくれました。

(注1)計測距離1mでマイクロフォンアレイの直径が1mの場合。(注2)ストローハル数が一定である仮定において、風速が同じである場合。(注3)一般的に音源の分解能は計測距離に比例し、マイクロフォンアレイの直径に反比例する。

JAXA航空本部は日本の航空産業の中核になってほしい

株式会社IHI 航空宇宙事業本部
技術開発センターエンジン技術部長
今成邦之氏

我が国のジェットエンジンの歴史そのものといっていいほど、長きにわたってジェットエンジンの開発・製造をリードしてきたIHI。これまでJAXAとどのような共同研究を行い、どのような成果を出し、これからどのような方向に進もうとしているのか。そして、IHIがJAXAに期待することとは？エンジン技術部長の今成氏に話をお聞きしました。

—日本の航空技術の発展にIHIが果たした役割は非常に大きなものがありますね。

IHIが最初に開発・製造したエンジンは、戦争末期に完成した「ネ20」というターボジェットエンジンです。その後、日本は戦後から1952年まで航空技術の研究はできませんでしたが、1953年から当時の通産省が主導して、国産ジェットエンジンの開発が始まりました。また、1955年には航空技術研究所(NAL)が設立されました。これが、現在のJAXA航空本部です。

—ジェットエンジンの黎明期からJAXAとともに開発を行っていたのですか？

1960年には、防衛省(当時は防衛庁)向けのJ3-3が型式証明を取り、その後、航空技術研究所などとエンジンの要素技術の研究を行っていきました。そして1971年には、民間機用実証エンジンFJR710の研究がスタートしました。このエンジンは、当時の通産省工業技

術院のプロジェクトとして始まったもので、JAXAと一体になって開発しました。

このエンジンは非常に優秀なエンジンで、1970年代の終わり頃だったと思いますが、高空試験のためにイギリスのロールスロイス社の試験設備を借りて試験をしたところ、性能と安定性がロールスロイス社に評価され、本格的なジェットエンジンの共同開発を行うことになりました。このエンジンは、RJ500というもので130席クラスのリージョナル飛行機向けだったのですが、当時はまだそのクラスの市場は成熟していなかったため、あまり売れず失敗に終わってしまいました。しかし、これがV2500につながっていったのです。

—V2500は、日本の航空機産業にどのように貢献したのでしょうか？

V2500シリーズは、推力約14トン程度、バイパス比が4.6から5前後、座席数120-200席の飛行機向けのもので、エアバスのA320シリーズに搭載され、ベスト

セラーエンジンとなりました。製造台数は、すでに累計で5,000台を超えています。

このエンジンは、日本企業がファンと低圧圧縮機を担当し、全体の23%ほどを日本企業が製造しています。これだけのシェアが獲得できたのも、JAXAと共同開発したFJR710という実績があったからこそなのです。

—その後は、どのようなエンジンを開発されたのでしょうか？

その後は、ボーイング777搭載のGE90-85BやボンバルディアCRJ700搭載のCF34-8などの開発に関わってきました。現在、A320シリーズの最新鋭機A320neo(2015年頃に就航予定)に搭載するプラット・アンド・ホイットニーのPW1100Gの開発に携わっています。このエンジンでも低圧系を中心に、全体の23%程度を日本企業が分担します。さらに日本企業担当分の6割以上をIHIが担当しています。

— PW1100Gは、ギヤードターボファンエンジンですよね？

タービンの回転をギアによって変更して最適な効率でファンを回すもので、高い推進効率・低燃費・低騒音・低排出ガスを目指す次世代エンジンです。複合材技術を中心に、IHIの技術力を活かしていこうと考えています。

— 今後のエンジンにもCFRP(炭素繊維強化プラスチック)やCMC(セラミックス複合材料)のような新素材の導入が欠かせないのでは？

ギヤードターボファンエンジンにする理由の一つは、高バイパス比を実現するためです。そうすることで、燃費も騒音も対環境性能もよくなる。しかし、そのままでは重くなります。そこで、CFRPなどの新素材を使うのです。CFRPはすでにファンの素材として使われていますが、CMCの方は民間機のエンジンへの利用はまだこれからです。現在、世界でCMCを使えるのはアメリカのGE、フランスのサフラン(スネクマの親会社)、そしてIHIだけです。

— 新素材の分野でもJAXAとの共同研究は行っているのでしょうか？

JAXAの新素材の試験・評価基準が大変役に立っています。ISO認証が取れているものがいくつもあり、海外のメーカーに技術を提示するときの時間の短縮になります。

JAXAとの共同研究が最も多いのは、空力と冷却に関する部分です。特にJAXAが持っているCFD(数値流体力学)のシミュレーション技術は非常に役立っています。ファンのブレードの形状などは、JAXAのCFDによって設計しました。従来のファンでは、先端速度が音速の1.4倍くらいにまでなるので衝撃波が発生します。ケースの中で起こるので、外部には大きな影響はないのです

が、エンジン内部で、この衝撃波を緩和してあげる必要があるのです。このような流体の計算にCFDが役立ちます。

何段にもなった翼列の非定常な流れのシミュレーションなどは、世界的にもJAXAの技術は優れています。

この他、JAXAの持つYJ69という小型の試験用ターボジェットエンジンを使って、排気ノズルの低騒音用デバイスの試験なども行っています。

— 今後はJAXAとどのような連携研究を行っていく予定なのでしょう？

JAXAでは次世代エンジンを目指すaFJR(次世代ファン・タービンシステム技術実証)というミッションが開始されます。このミッションに可能な限り技術協力することができればと考えています。例えば、これまでどちらかという、空力的な解析が中心だったかと思いますが、これからは、構造や材料にまで範囲を広げていけるのではないかとことです。

— 次世代エンジンを開発するとき、IHIやJAXAが乗り越えなければならないことは何でしょうか？

CFRPやCMCなどの複合材を構成する繊維は、日本が開発し育ててきた技術で、量産化に初めて成功したのも日本です。CMCの材質であるSiC(炭化ケイ素)は、日本の2社(宇部興産と日本カーボン)でしか作れません。ですから、耐熱性に優れたCMCに関しては是が非でも日本の独自技術として育てたいのです。ジェットエンジンは、燃焼器から後の高圧系は、1500℃を超える高温になるため、耐熱性が高く、しかも軽い新素材が求められています。

高圧系に日本企業が参入できるかどうかは、これからの話ですが、とにかくCMCでも海外メーカーに遅れをとらないように頑張っていきたいと考えています。JAXAには、CMCや新素材の国際標準化の

活動において大いに期待しています。

— ゆくゆくは、エンジンをまるごとIHIで作りたいという考えはあるのでしょうか？

防衛省向けでは、新型哨戒機P-1に搭載されているF7というエンジンを製造しています。これは、防衛省を中心としてIHIなどの会社が協力して開発した、まるごと日本製のエンジンです。ただ民間機用ジェットエンジンは、国際分業で製造するようになってきています。

それと、新しいエンジンを作る場合、技術とは別に大きな課題があります。それは、型式証明等の手続きのために、部品の耐性を保証しなければならないということです。その手続きも我々だけでできるようにしたい。実際、今度のPW1100Gでは、我々の手でFAA(連邦航空局)に対する申請を行う予定です。これができてようやく独り立ちといえるのではないのでしょうか。

— JAXAに期待すること、また物足りないと思うところは？

技術実証エンジンを導入していただきたいですね。できれば国産エンジンが良いですね。こういうものがあると、部材の材質や形状を変えるとどのような影響が出るかを実機で確認できます。外国製だと、強度・寿命が不明な部品もあるので、安全に試験を行うことができないのです。

それと、何とんでもJAXA航空本部は、航空技術研究所の血を引く、日本の航空技術開発の総本山です。ただこれまでは、空力研究や風洞などの基礎研究が中心でした。できることなら、新材料開発や新製造技術に関する研究試験設備を含めて規模を拡大していただけたらと思います。

基盤的なところは大学が取り組み、実用的な部分ではJAXAと産業界で取り組む。日本の航空技術が国際競争に勝ち残っていくために産官学のコーディネートを中心となって力強くサポートしていただけると嬉しいです。

エンジン開発 において 燃焼振動問題を 解決する!

ジェットエンジンやガスタービンエンジン、ロケットエンジンなどで、大きな問題となる現象に「燃焼振動」があります。例えばジェットエンジンの燃焼器ではドーナツ形の筒の中で火を燃やしますが、条件によって筒の形に固有の音響振動が起ることがあります。燃焼器の中で音(圧力)と火炎(熱)が干渉しあい、大きな圧力変動が生じると、場合によっては、エンジンを破壊してしまいます。

JAXAではジェットエンジンのNO_x(窒素酸化物)を減らすため、希薄予混合燃焼方式[※]のエンジンを研究しています。この方式の燃焼器では、燃焼振動が発生しやすい特徴があります。JAXA推進システム研究グループでは、燃焼振動問題を解決するための研究を行っています。

燃焼振動の原因を探る

燃焼振動を抑制するためには、振動の発生原因と発生メカニズムを究明しなければなりません。燃焼している炎の先端が時系列的にどう変動しているかを診断するため、JAXAでは「高速OH-PLIF燃焼診断技術」を開発しています。これは、レーザー光を薄いシート状にして炎に向けて照射し、燃えている炎の断層画像を得るものです。医療ではMRIやCTスキャンなど、体内の断層を撮影して患部を調べる方法がありますが、これと同様の手法です。

PLIF(平面レーザー誘起蛍光法)は、着目したい分子によって固有の波長を照射し、それをうけて分子が発する光(フォトン)を撮影する手法です。OH-PLIF計測では、炎の温度が高いところに高濃度で存在するOH(酸素原子と水素原子が結合したものを)撮影します。これにより熱の発生の強い領域を

調べます。

問題となる燃焼振動は、ジェットエンジンで $10^2 \sim 10^3$ Hzオーダーの周波数域にあるため、1秒間に10,000コマ以上を撮影できれば、炎の振動現象を詳しく調べることができます。

レーザーシートの厚みは1mm以下で、1メガピクセル(100万画素)以上のカメラを使って、毎秒10,000コマの画像が撮影可能な高速OH-PLIF計測による燃焼診断技術を開発しています。

燃焼振動を起こさないようにする

時系列で燃焼振動発生時の圧力振動データを見ると、ある時点で急に振動振幅が大きくなります。しかし大きくなってから対処したのでは遅いので、振動を早期検知する技術を立命館大学と共同で研究しています。この研究は圧力変動のデータを位相空間と呼ばれる座標上に表示させ、燃焼振動発

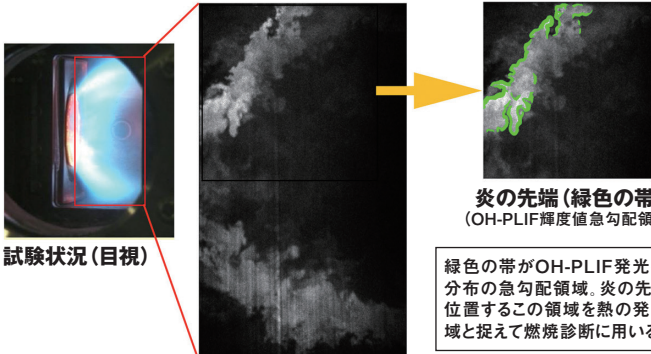
生に近づいた際に位相空間内の軌道パターンの変化を読み取ります。この技術により、およそ1秒前に振動を予測することが目標です。確実に予測が可能になれば、燃料噴射の配分を変えるなど振動が起らないよう燃焼を制御することが可能になります。

またそもそも燃焼振動が起らないようにすることも重要です。炎の形をうまく作ることで、音(圧力)と火炎(熱)の振動が共鳴しないようにすることができるとは限りません。そのために、燃料噴射の位置や噴射方向等を最適化する研究も行っています。

燃焼振動が起らないよう安定的に燃焼させるため、推進システム研究グループではこのようにさまざまなアプローチで研究を行っています。燃焼振動の解明が進めば、逆に燃焼振動を効率よく増幅させることが可能となるので、熱音響発電等エンジン以外の分野へのスピノフも期待できる基盤技術です。

クリーンエンジン燃焼器OH-PLIF計測試験の例

燃焼器入口圧力:700kPa、燃焼器入口温度:760K



試験状況(目視)

OH-PLIF画像
(白色の強さがOH-PLIF発光強度の強さを表している。)

炎の先端(緑色の帯)
(OH-PLIF輝度値急勾配領域)

緑色の帯がOH-PLIF発光強度分布の急勾配領域、炎の先端に位置するこの領域を熱の発生領域と捉えて燃焼診断に用いる。

※希薄予混合燃焼方式とは

燃料を燃焼後に空気中の酸素と燃料が残らない割合で燃やすと、火炎温度が高くなり、NO_x(窒素酸化物)が多く発生します。空気を増やし、あらかじめ燃料と空気を酸素が残る割合(リーン)で混合してから燃焼させる希薄予混合燃焼を用いると、火炎全体にわたって温度が抑えられ、NO_x発生が大幅に減ります。燃料の濃さが一般的な状態での燃焼は不安定になりやすいため、安定化するための種火を作るパイロット燃料ミキサを中心に、その周囲にメイン燃料ミキサを配置した希薄予混合燃料ノズルを開発しました。これを用いたマルチセクタ燃焼器の実験では、ICAO(国際民間航空機関)のNO_x排出基準(CAEP/4)と比較して、世界最高の82%減を実証しました。



司会の寺門氏

パネルディスカッション

司会の
寺門和夫氏に
聞く!

航空産業発展に向けたJAXA航空の新たなスタート 「JAXA航空シンポジウム2013」開催!

JAXA航空本部は、6月28日、「JAXA航空シンポジウム2013～航空産業発展に向けたJAXA航空の新たなスタート～」をお茶の水のソラシティホールで開催しました。JAXAから、新たなスタートをきった航空本部の「産業連携・出口指向の研究開発の実施」を基本とする研究開発方針やこれまでの成果を踏まえた研究開発概要を紹介するとともに、三菱重工株式会社および株式会社IHIから、各々の事業展開の中でのJAXA航空への期待などをご紹介いただきました。東京大学の鈴木真二教授には産学官連携の必要性と課題に関してご講演頂くとともに、パネルディスカッションのモデレーターを務めていただき、パネルディスカッションでは、冒頭にノンフィクション作家の前間孝則氏から「JAXA航空は本当に変わるのか」という問題提起がなされ、それを踏まえて、我が国の航空産業の競争力強化に必要な航空技術研究開発の方向性と産学官連携のあり方などについて、登壇者に文部科学省、経済産業省からのコメンテーターも迎えて、意見を交わしました。シンポジウムの司会を務めていただいた科学ジャーナリスト寺門和夫さんに、今回のシンポジウムを通じて、どのような感想を持たれたかお話を伺いました。

— JAXA航空本部が4月からスタートしたのですが、長年航空宇宙分野の取材をされてきた寺門さんから見て、どう思われましたか？

航空本部は旧NAL(航空宇宙技術研究所)の時代から、研究レベルは非常に高いものがあったと思います。ただし、基礎研究や計測が中心で飛行機の製造に直接結びつくものではなかったため、一般の方にはあまり知られていなかったと思います。

しかし、風洞にしてもスパコンを使った数値シミュレーションにしても、深いレベルで実験を行ってきており、これが日本の航空技術のベースとなって支えてきたのです。ただ、これだけの実績がありながら、航空に関してあまり積極的に広報活動をしていなかったので、世間の皆さんは、JAXAという宇宙開発というイメージしか、それがちょっと残念なところでした。

— 今回司会をされて、いちばん印象に残ったことは？

まず、航空本部が本気を出して産学連携に取り組み始めたな、という印象を持ちました。産学連携は今に始まったことではないのですが、今度は、それを具体的に進めていくことを宣言するようなシンポジウムだったと思いますね。

これまでのJAXAの航空関連のシンポジウムの中で、今回ほど強い意思を感じたシンポジウムはありませんでした。日本の航空産業を力強く前に進めていき、国際市場で確固としたシェアを取るんだという強い意思を感じました。

それは、参加してくださった皆様も同じように感じているのではないのでしょうか。また、参加者には航空産業以外の人や学生もいました。これは航空産業が発達することでビジネスの裾野が広がること、また学生の皆さんが興味を示してくれているということは、将来、航空産業に就業してくれる可能性のある若い人が結構多くいるということを示しています。

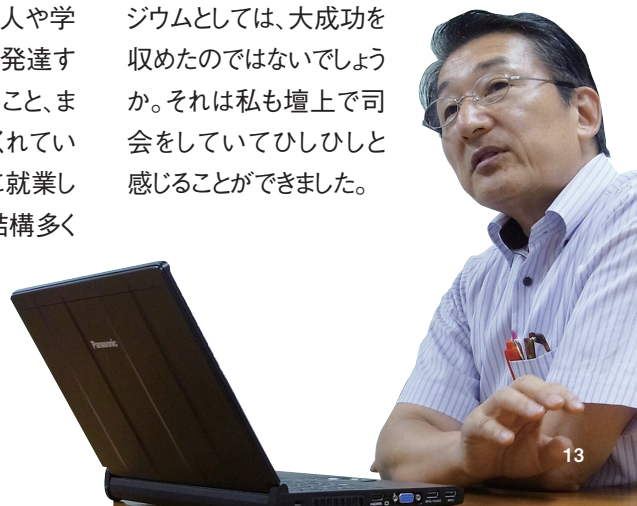
— シンポジウムの内容については、いかがでしたか？

内容も充実していたと思います。研究内容としては高度なものであっても、それを他の方に理解していただかないなりません。そういう意味で、今回のシンポジウムは難しすぎず易しすぎず、しかもプレゼンテーションも上手く、主張したいポイントをしっかりと抑えた、充実した内容だったと思います。

三菱重工とIHIの技術者のプレゼンテーションも興味深いものでしたし、東大の鈴木真二先生、ノンフィクション作家の前間孝則さんのお話もとても興味深かったですね。

航空本部立ち上げ後、最初のシンポジウムとしては、大成功を収めたのではないのでしょうか。それは私も壇上で司会をしていてひしひしと感じることができました。

本気の産学連携に期待!!



「宇宙飛行士の資質は パイロットの資質と 共通するところが 多いです」



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さん、金井宣茂さんと共に認定される。

大西卓哉宇宙飛行士は、旅客機パイロットして活躍した後、今はJAXA宇宙飛行士になり、宇宙を目指しています。そんな航空と宇宙の両方を知る大西宇宙飛行士へのインタビューを3回にわたって連載します。

— 旅客機のパイロットだった大西さんが 宇宙飛行士を目指したのは、なぜですか？

大学1年のときに、『アポロ13号』という映画を見て、宇宙飛行士という仕事の興味深さ、大勢の人に支えられながら、その期待に応えるべく宇宙に飛び立っていき姿に感動しました。その時に、宇宙飛行士になりたいと思いました。ただ、その当時はまさか自分になれるとは思っておらず、同じく大学時代に興味を持ったパイロットの世界を目指しました。そしてパイロットになって5年ほど経った頃に、JAXAが新しい宇宙飛行士候補者の選抜を行うことを知ったのです。

— パイロットとしての経験が、どのよう に宇宙飛行士に活かされるのでしょうか？

最初の宇宙飛行士は、皆がテストパイロット出身でした。宇宙飛行士に求められる資質は、テストパイロットの場合と似ていると思います。例えば、少しのミスでも命に関わるところや瞬時の判断を要求される場所などです。

— 宇宙飛行士の訓練は、飛行機の パイロットの訓練とどこか違いましたか？

パイロットの場合は、時間が不規則ということはありませんが、肉体的には普通

に健康であればなることができます。しかし、宇宙飛行士の場合は、肉体的な強さが求められます。

例えば、船外活動の訓練では、宇宙服を着てプールに6時間くらい続けて潜る訓練をするのですが、宇宙服は加圧してあるので風船のようにパンパンに膨らんでいます。ですから、物を掴むという動作一つでも日常とは違う握力の使い方をするので、訓練を続けているうちに手が思うように動かなくなってしまうほどです。

— 訓練にはNASAのジェット練習機 での操縦訓練も含まれているのですか？

NASAの宇宙飛行士は現役でいる限り、飛行機での訓練を3ヵ月で12時間は受けなければならない規則になっています。これは、NASAが宇宙飛行士の資質としてパイロットのスキルも求めているからです。

— ジェット練習機の訓練は、どのよう な機体で行っているのですか？

T-38という双発ジェット練習機を使っています。安定した操縦しやすい飛行機です。私が以前乗っていたB767が大型バスだとすると、T-38は小型スポーツカーという感じでしょうか。加速も減速も速く、旋回半径も小さく、運動性

のいい飛行機です。

— 旅客機のパイロットだった大西さん が、ジェット戦闘機が原型の練習機 を初めて操縦した印象は？

最初は教官の操縦を見て、なんと荒っぽい操縦をするのだらうと驚きました(笑)。旅客機ではありえない操縦でした。超音速飛行の体験を楽しみにしていたのですが、スロットルを入れて加速していくと、あっけなく音速を超えてしまい、体で感じることは何もなく、拍子抜けしたのを覚えています。

— 元パイロットの宇宙飛行士として、 将来JAXAにフィードバックできるとす ればどんなことがありますか？

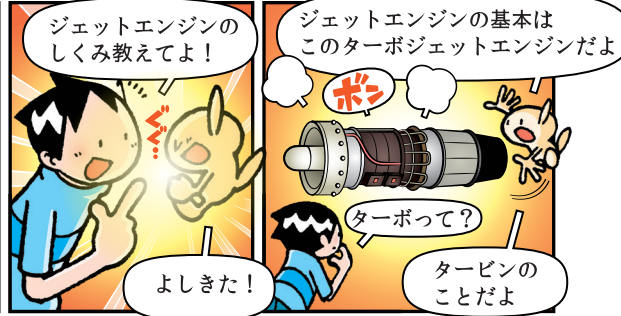
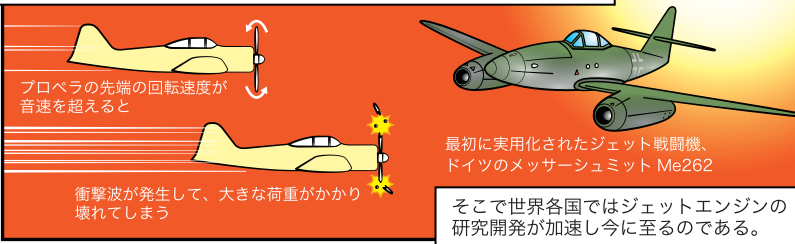
パイロットと宇宙飛行士のバックグラウンドに共通しているのは、非常に巨大なシステムを運用するという点です。そういう意味で、まったく新しいコンセプトの次世代航空機を立ち上げるときは、このバックグラウンドを活かせるのではないかと考えています。例えば、操縦に関するユーザーインターフェイスの部分などですね。将来は、次世代の飛行機や宇宙船の開発に携わりたいと考えています。

(続きはNO.3で)

マンガ+航空技術・用語解説-2 「ターボファンエンジン」

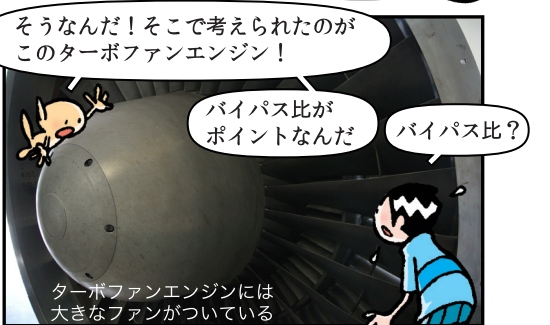
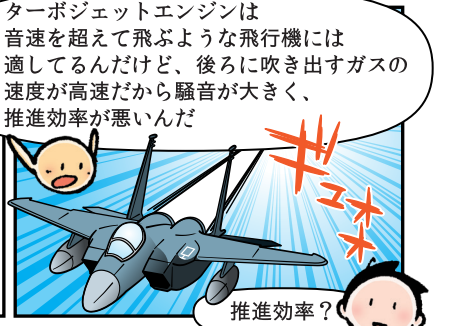
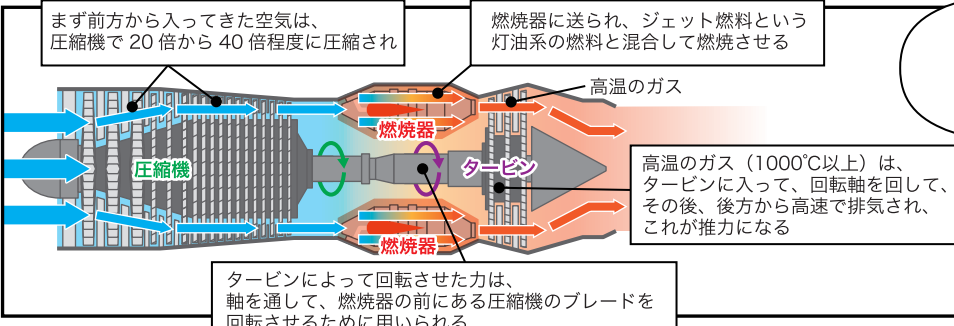
このコーナーでは、JAXAで研究している最先端の航空技術や用語を、マンガで詳しく解説します。

飛行機には、プロペラで飛ぶものとジェットエンジンで飛ぶものがある。第二次世界大戦末期までは、飛行機といえば、プロペラ機だった。しかしプロペラ機の高速化には限界があった。

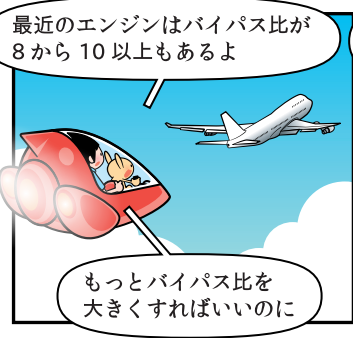
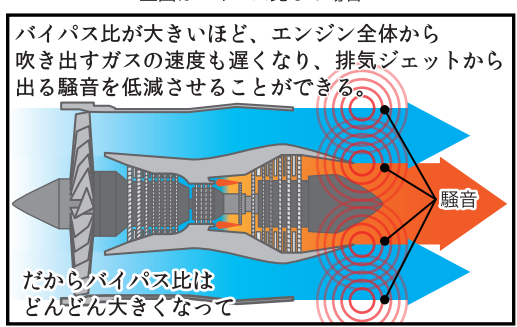
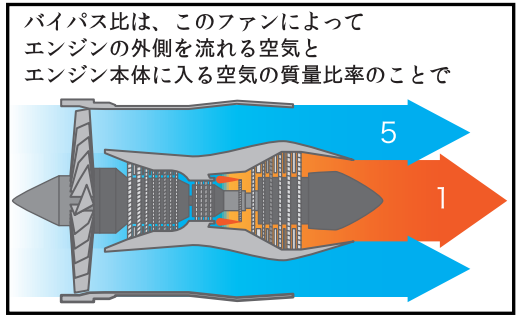
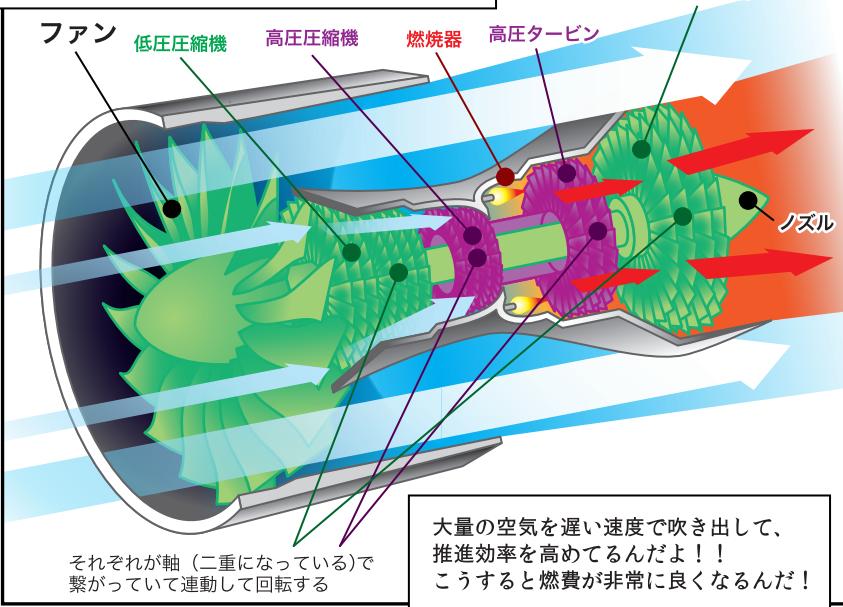


ソラ JAXAの科学者に
憧れる高校一年生

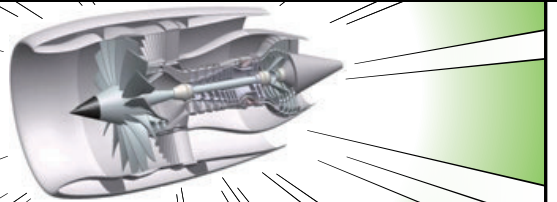
ジェットン ナゾの
航空生命体



ターボファンエンジンはターボジェットエンジンのいちばん前に大きなファンを取り付け、



現在 JAXA では、aFJR(advanced Fan Jet Research) というプロジェクトを立ち上げてバイパス比13以上の超高バイパス比エンジンを実現するために、低圧タービンを軽量化したり、ファンの材質や形状についての研究を進めています。



この号の6ページに、aFJRの開発者インタビューが載っているので、あわせて読んでください。

Flight Path Topics

低ソニックブーム設計概念実証プロジェクト第2フェーズ試験(D-SEND#2)延期

8月16日、スウェーデンのエスレンジ実験場において、低ソニックブーム設計概念実証プロジェクト第2フェーズ試験(D-SEND#2)の1回目試験を実施しましたが、想定していた飛行状態でソニックブームを計測することができませんでした。

現地時間8月16日7時10分、超音速試験機が取り付けられた気球が放球されました。12時55分に高度29.6kmで気球から正常に切り離され、ブーム計測システム(BMS)を設置した地点へ向かって飛行を始めた試験機は、約40秒後に機体姿勢(ロール運動)に振動が生じ、その後姿勢の制御が効かない状態となり、想定していた飛行経路から外れてしまいました。一度機体の姿勢は回復しましたが、高度が下がっていたために、ブーム計測システムの約8km手前の安全なエリアに着地させました。人的・物的被害は確認されていません。

ブーム計測システムは正常に動作しており、計測したソニックブームを解析した結果、今回実証したい設計条件での飛行状態のものではなく、落下中から引き起こし初期段階(マッハ数1.25~1.3)の飛行中に、機体から発生した衝撃波が伝播したソニックブームと推定されます。

JAXAでは速やかに調査・対策チームを立ち上げ、得られたテレメトリデータ(飛行データ)や回収した機体の状況等から、現時点では飛行中の機体構造の破損および搭載機器の故障の可能性は低いと考えており、それら以外の要因について分析中です。

当初8月24日までを試験期間に設定していましたが、2回目試験を期間内に実施することは困難と判断し、試験を延期することにいたしました。

今後の試験実施につきましては、さらなる原因究明と対策の状況により判断してまいります。



1回目試験放球時

JAXA、*IFAR副議長に就任

『第4回IFARサミット』が、8月25日から28日までの4日間、世界22カ国から37名が参加し、モスクワで開催されました。本サミットにてJAXAはロシアの航空研究所TsAGIによる推薦を受け、JAXA航空本部の中橋本部長が満場一致でIFARの副議長に選出されました。昨年JAXAがホストとなり開催した「第3回IFAR名古屋サミット」の成功と、これまでのJAXAによるIFARへの積極的な貢献が高く評価されました。副議長の任期は2年間ですが、その後自動的に議長に繰り上がり、最終的に前議長として後任の議長・副議長をサポートするため、計6年間の任期となります。

IFAR副議長就任にあたって中橋本部長は「今後2年間は議長国のNASAとの密接なパートナーシップに基づき、IFARの可能性を引き出し、航空研究分野のグローバルな連携と多国間の研究協力の実現に向けてリーダーシップを発揮したい」とコメントしています。

*IFAR:国際航空研究フォーラム



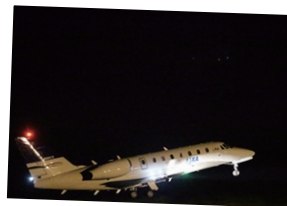
第4回IFARサミット(モスクワ)

「飛翔」が観測ロケット実験を高空から観測

7月20日、JAXA内之浦宇宙空間観測所で実施された観測ロケットS-310-42号機(23時00分00秒打ち上げ)、S-520-27号機(23時57分00秒打ち上げ)による実験に、JAXAの実験用航空機「飛翔」が参加しました。

「飛翔」のミッションは、二つの観測ロケットから放出されたトリメチルアルミニウム(TMA)とリチウムが反応して起きる発光を雲の上から捉えることでした。発光は微弱なため、カメラを設置した窓の周りは目張りをし、またリチウムは赤く発光するため、左の主翼先端にある赤い航法灯の明かりを避けるよう、リチウム用のカメラは右側の窓に取り付けました。「飛翔」は、ロケット打ち上げ時刻に合わせて、夜の種子島空港を離陸し、観測ロケット着水後、発光雲を観測することに成功しました。

<http://www.aero.jaxa.jp/exair-report/>
(実験用航空機レポート)



種子島空港を離陸する飛翔



撮影した発光雲

空へ挑み、宇宙を拓く



JAXA 航空マガジン
FLIGHT PATH
2013年9月発行

発行:JAXA(宇宙航空研究開発機構)航空本部
発行責任者:JAXA航空本部事業推進部長 大貫武
〒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/>

【禁無断複製転載】JAXA航空マガジン「FLIGHT PATH」からの複製もしくは転載を希望される場合は、航空本部までご連絡ください。



古紙パルプ配合率100%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