

航空プログラムニュース

No. **24**

2012
Spring

ISSN 1881-2570

[特集]

衛星航法の安全を 確かなものにする 航空機のナビゲーション システム

[研究現場から]

その1

ファン騒音低減技術の研究

その2

エンジン軽量化の研究

夢を飛ばす人々

衛星航法の安全を 確かなものにする 航空機のナビゲーションシステム

航空交通需要増加を背景に、今以上に多数の航空機が空を飛ぶようになって空の安全が維持できるように、新しい運航システムへの移行が求められている。そのひとつに衛星航法があり、近年運用され始めたところだが、より安全で効率的な運航を実現するためには、精度と信頼性を高めることが課題である。JAXAでは、GPSにINS（慣性航法システム）を複合した高精度な衛星航法システムの研究開発を行っている。GPS衛星からの信号を一時的に使用できなくなる状況をINSが補うことで継続的に高精度な航法を可能にするものだ。衛星の信号が使用できなくなる要因はいくつかあるが、意外にも太陽活動も影響するという。要因のそれぞれが、航空機にどの程度影響を及ぼすかを把握し、これらに対して技術的な解決を図ることが、高精度衛星航法システム開発の要だ。今回の特集では、高精度衛星航法システムの研究開発はどこまで進んでいるかを紹介する。

はじめに

世界の航空交通需要は、同時多発テロなどの世界情勢不安、SARS（重症急性呼吸器症候群）などの感染症の流行、金融危機を発端とする世界的な経済不況などを要因としてたびたび減退することはあったが、長期的には増加の一途をたどってきた。今後も、アジア太平洋地域を牽引役として堅調な需要増加が予測されており、20年後には航空旅客輸送量（有償旅客キロ）が現在の2倍以上になるとの予測もある。一方で、一部の混雑空港や空域はすでに飽和状態に近く、このまま現在の運航システムを使い続けると、遅延発生による利便性の低下、効率的な運航への制約、管制官の負荷増大による安全性への脅威など、さまざまな問題が顕在化することおそれがある。

これらの懸念に対し、ICAO（International Civil Aviation Organization：国際民間航空機関）は、

新しい技術による運航システムの変革を目指して、グローバルATM（Air Traffic Management：航空交通管理）運用概念をまとめた。それに応えるため、米国はNextGen、欧州はSESARと呼ばれるプログラムを開始し、日本でも国土交通省航空局が将来の航空交通システムに関する長期ビジョンCARATS（Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems：航空交通システムの変革に向けた協調的行動）をまとめた。

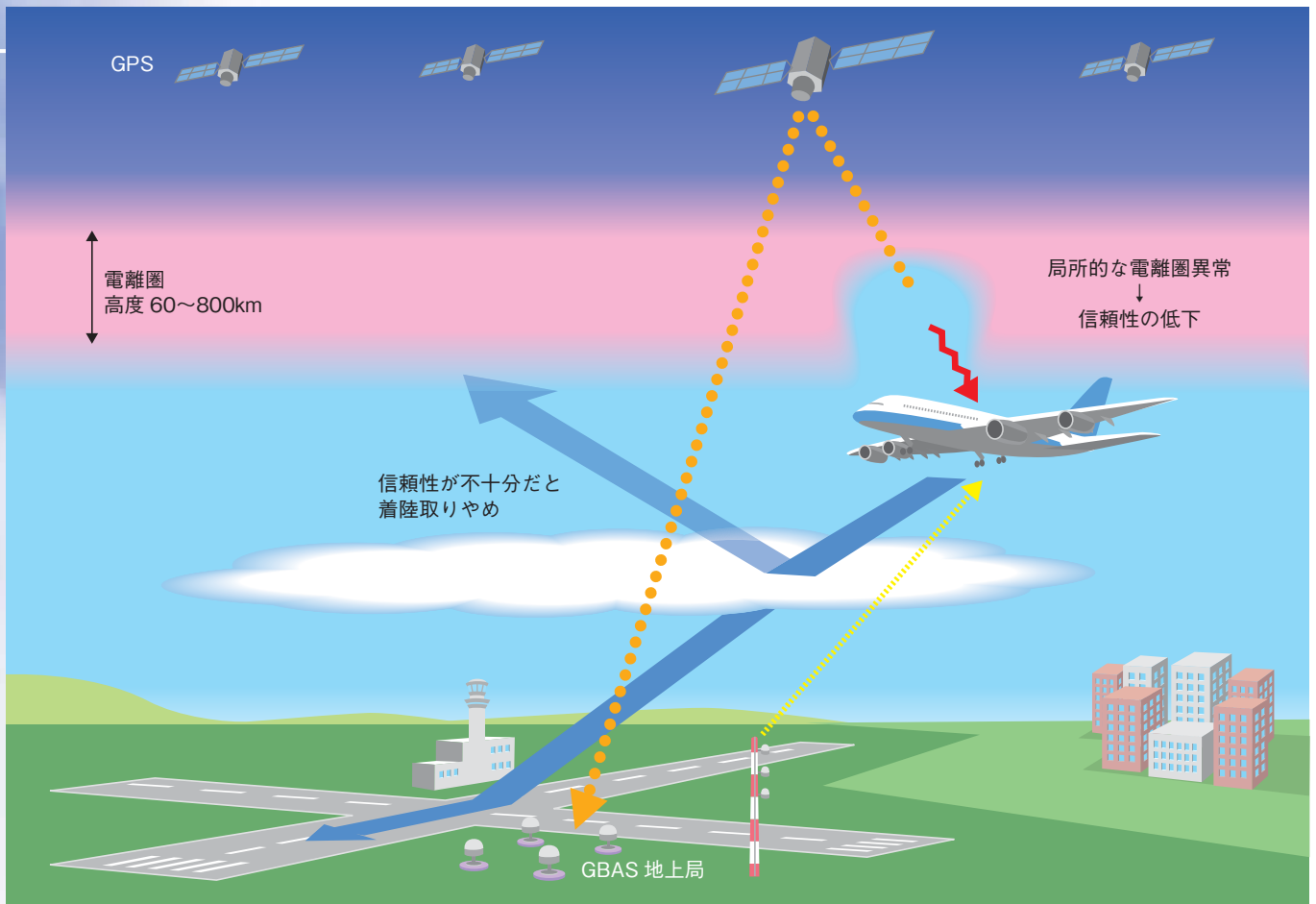
JAXAでは、CARATSと連携した次世代運航システムの研究開発プロジェクトDREAMS（Distributed and Revolutionarily Efficient Air-traffic Management System：分散型高効率航空交通管理システム）を立ち上げ、ICAOグローバルATM運用概念の実現に向けた5つのキー技術について精力的に研究開発を進めている。DREAMSの5つのキー技術のひとつ、高精度衛星航法技術の研究は、CARATSが掲げる

変革の方向性のひとつである「全飛行フェーズでの衛星航法の実現」に欠かせない、衛星航法を利用した精密進入を実現するにあたっての技術課題の克服を目標としている。

衛星航法で変わる飛び方

航空機は、あらかじめ目的地までの経路などを定めてから飛び立つ。この、航空機を出発地から目的地まで導く技術、中でも時々刻々の航空機の位置や速度を知る技術を航法と呼ぶ。

従来の航空機は、おもに電波航法と呼ばれる航法を利用している。天気がよく地上の景色がよく見える場合には、その景色からどこを飛んでいるか認識できる（地文航法と呼ぶ）が、雲の上など景色が頼りにならない場合に備え、地上の施設（航空保安無線施設）から出ている電波を頼りに行うのが電波航法である。ただし、電波を出しているのが地上に限られた無線施設であることから、陸



GBASを利用した衛星航法による精密進入と電離圏の脅威

から離れた電波の届かないところや、山陰など電波が遮られるところでは利用できないという制約があった。

それに対し近年では、カーナビや携帯電話の付属機能としておなじみのGPSを利用した衛星航法が利用されつつある。GPS (Global Positioning System: 全地球測位システム)とは、地球の周りを回る約30機の人工衛星を中心とした米国が運用しているシステムで、地球上のほぼ全域において複数のGPS衛星が発する信号を受信することで自分の位置を測ることができる。

衛星航法では地上の無線施設の制約を受けないことから、より柔軟に飛行経路を選ぶことができ、運航の効率化や空域の容量拡大に貢献すると期待されている。そして、離着陸を除く上空での飛行においては、すでに一部で衛星航法は利用され始めており、今後はより積極的に活用していくための運用上のルール作りが話題の中心となっている。

一方、衛星航法を滑走路への着

陸に際して使用する場合は、上空での使用に比べてより高い精度や信頼性が要求される。特に高い安全性が要求される高カテゴリーの精密進入(霧などのため地表付近まで滑走路が視認できないような気象条件でも諸条件を満足すれば進入着陸が許される)を衛星航法で実現するために、GPSの精度と信頼性を補うGBAS (Ground-Based Augmentation System: 地上型衛星航法補強システム)と呼ばれる補強システムが提唱された。GBASは、滑走路近くに設置した3~4台のGPS地上局で受信した信号をもとに、GPSの誤差の補正情報や信頼性に関する情報を生成し、周辺の航空機へ向けて配信するシステムである。

従来の進入着陸用の航空保安無線施設であるILS (Instrument Landing System: 計器着陸システム)と比べ、GBASは航法システム誤差が小さく、一式のシステムで複数の滑走路に対応で

き、なおかつ進入経路を柔軟に設定できるという利点を持つ。

GBASと電離圏

GBASを利用する航空機は受信した補正情報を利用することで、地上局で受信したGPS信号と航空機で受信したGPS信号との間の多くの共通する誤差を相殺し、高精度な測位を行う。共通誤差を相殺するという方式の特徴として、補正情報を生成す



図1 ● JAXAが開発したGPS/INS複合航法システム「GAIA」(無人機用) GAIA技術をもとに当研究開発では旅客機適用をめざす

航法精度を低下させる電離圏の異常現象

S E D : 磁気嵐に伴う電離圏の擾乱

プラズマバブル: 赤道域電離圏において電子密度分布が局所的に減少する現象
欧米に比べるとアジア圏はこの影響を大きく受ける

衛星航法が受けるダメージ

シンチレーション: GPS信号の波形が乱され、継続した信号受信を困難にする

電離圏遅延勾配: 電離圏に起因するGPS測距誤差の空間的な相関が減り、GBASによる補正を困難にする

差が小さい代わりに、時期によっては発生頻度が遥かに大きいという特徴を持つ。

これらの電離圏擾乱が衛星航法に影響を与える仕組みは、おもに次のふたつの原理による。ひとつ目は、擾乱内部に生じるさまざまなスケールの不規則構造のために、電離圏を通過して受信されるGPS信号にシンチレーション(受信強度や位相の変動)が発生することである。このシンチレーションが激しくなると、GPS受信機内部での信号の位相追尾処理が追いつかず、ついには受信できなくなることがある。

ふたつ目は、電離圏のプラズマ密度が局所的に変化し、電離圏遅延量に空間的な勾配(電離圏遅延勾配)が生じることである。このような勾配があると、GPS信号を受信し続けられたとしても精密進入の安全性が脅かされるため、CCD (Code Carrier Divergence: 擬似距離と搬送波位相の乖離)モニターと呼ばれる監視アルゴリズムによって監視される。CCDモニターが電離圏遅延量の急変を検出すると、該当するGPS信号を排除することで安全性を確保する。

このように、強い電離圏擾乱に遭遇するとシンチレーションでGPS信号を受信できなくなるか、CCDモニターによってGPS信号が排除され、測位に利用できるGPS信号の数が減る。その結果、測位そのものができ

るGBASの地上局と補正情報を利用する航空機との距離が離れ、両者が受信したGPS信号に含まれる誤差の共通性が低下するにつれ、航法精度が低下するという性質を持つ。

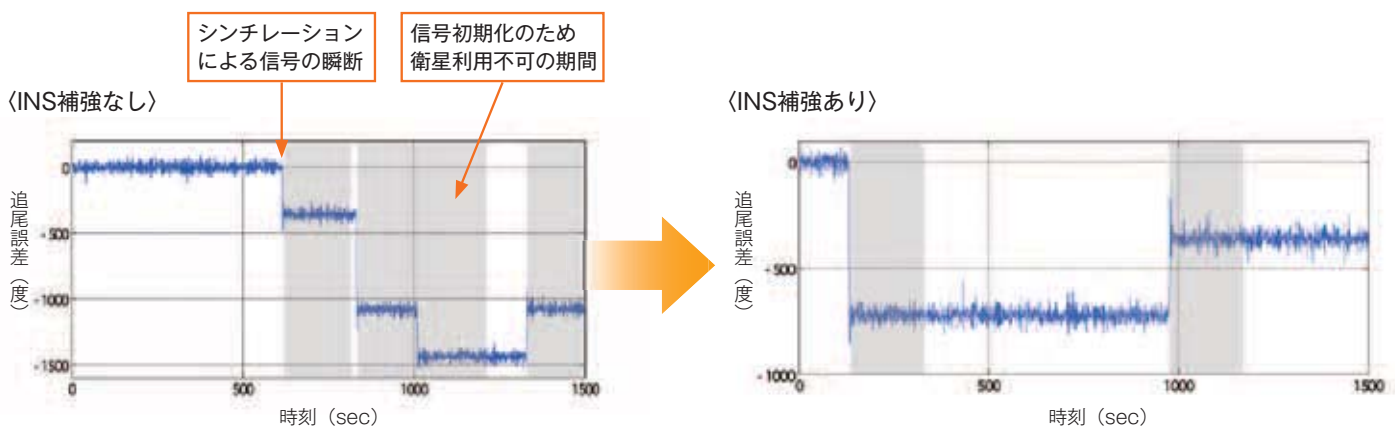
GPS信号に含まれる誤差のうち、信号の伝搬経路の一部である電離圏を通過する際に生じる遅延量(電離圏遅延量)は、主要な誤差要因のひとつである。平時の穏やかな電離圏では、その状態が空間的に均質で時間的な変化も緩やかであるため、地上局と航空機とで観測される電離圏遅延量の共通性が高く、精密進入に十分な航法精度が得られる。しかし、ひとたび電離圏の電子密度分布に局所的な異常が生じると、地上局と航空機とで観測される電離圏遅延量の共通性が低下し、精密進入に必要なとされる航法精度を維持できないばかりか、安全性も保証されない。そこで、このような電離圏の脅威を検出するためのさまざまな監視アルゴリズムが検討されている。

実は、この電離圏の状態は太陽活

動の影響を大きく受ける。太陽活動は約11年周期で強弱を繰り返し、今年から来年にかけて最も活発な時期を迎える。太陽活動が活発になると、北極や南極以外でもオーロラが観測されたり、送電システムに障害を与えて大停電を発生させたり、航空や海上の長距離無線通信に障害を与えたりすると言われている。そして、電離圏も太陽活動のために活発になり、次のような衛星航法に脅威となる電離圏擾乱が発生しやすくなる。

電離圏の脅威

衛星航法への電離圏の脅威として、SED (Storm-Enhanced Density) と呼ばれる磁気嵐に伴う電離圏擾乱がこれまで詳しく調査されてきた。一方、欧米に比べて磁気緯度の低い日本では、赤道域電離圏においてプラズマ密度が局所的に減少するプラズマバブルと呼ばれる電離圏異常の影響も懸念されている。プラズマバブルは、SEDに比べると生じる測位誤



なくなったり測位結果の信頼性が低下し、衛星航法による精密進入を継続できない事態となることが懸念されている。

INS複合による改善

このようなGBASを利用した精密進入に対する電離圏異常の影響を緩和するために、我々は航空機が装備する機上装置を併用する方法について検討を行っている。JAXAはこれまで、GPSとINS（Inertial Navigation System：慣性航法システム）とを併用し、両者が互いの短所を補い合う複合航法システムの開発を行ってきた（図1）。その技術を発展させた次のふたつの技術について研究を進めている。

ひとつ目は、INSで計測した航空機の運動情報を補うことで、GPS受信機内部の信号追尾性能を向上する技術である。航空機の運動に由来する位相変動が除去されることで、より大きな信号追尾余裕が確保でき、シンチレーション影響下のようなGPS信号の強度・位相変動が大きい状況でも受信の途切れが減少することが期待される。その効果を確認するため、GPS信号に模擬的な変動を加えた数値シミュレーションを実施して評価したところ、位相追尾誤差が有意に減少することを確認した。その結果、受信の途切れ（図2の不連続な箇所）が減り、GPS信号を利用できない時間を低減できた。

ふたつ目は、受信の途切れまたはCCDモニターによる衛星排除により利用可能な衛星数が減少し保護レベル（高い信頼度で保証される精度）が急増した際に、直前の保護レベルを引き継いだINSによるコースティング（GPS等による補正を受けない慣性航法を続けること）に切り替えることで、保護レベルの急増を緩和する

技術である。米国のGBASに関連するワーキンググループにてコースティング時の垂直方向の保護レベルの増加の割合について評価が行われ、30秒間で最大1.5mまで見込めば十分であると報告されている。この結果をもとに、プラズマバブルの影響の緩和効果を数値シミュレーションで評価したところ、頻繁に受信が途切れるようなケースほど効果が高いことを確認した。

これらの提案する技術の効果を確認するために、効果を正確に評価できる数値シミュレーションツールも同時に開発している。プラズマバブルが磁気嵐よりも頻繁に発生するとはいえ、地域や季節、時間帯が限られた現象であるため、実地で評価することは困難である。そこで、評価ツールとして計算機上に数値解析モデルを構築し、数値シミュレーションを実施することで評価を行うことになる。数値解析モデルの信頼性を向上するには、多くの観測データが不可欠であり、これまではタイ国バンコク市や沖縄県石垣市に設置したGPS観測局で継続的な観測を行ってきた（図3）。それに加えて、GPS受信機の信号追尾機能に対する航空機の運動の影響を調査し、またINSによる信号追尾補強アルゴリズムの効果を確認するため、石垣市周辺での定期的な飛行実験を計画している。今年3月に実験用航空機MuPAL- α （図4）を利用した予備的な飛行実験（飛行回数6回）を実施した。詳細なGPS信号を地上と航空機とで同時に記録する



図3 ●タイに設置されたGPS地上観測局（左手前）



図4 ●JAXA実験用航空機MuPAL- α

システムの評価を行い、期待どおりに機能することを確認した。残念ながらこの期間にプラズマバブルは観測されなかったが、太陽活動が今後さらに活発になることから、今年の秋以降に予定している今後の飛行実験に期待したい。

おわりに

将来の航空交通需要の増加への対策として次世代運航システムを考えたとき、衛星航法を利用した精密進入の実現は欠かせない課題であるが、電離圏の異常が大きな脅威となっている。太陽活動が活発な現在は大きな脅威である一方、信頼性を向上するための研究開発を行うには格好のタイミングとも言える。この時期に十分な観測データを収集し、数値解析モデルへの反映およびINS複合技術の性能向上を継続して行っていきたい。

著者 ●
DREAMS プロジェクトチーム
高精度衛星航法技術セクション



辻井 利昭



藤原 健



久保田 鉄也

ファン騒音低減技術の研究

— 静かなジェットエンジンを目指して —

研究現場から①

環境適応エンジンチーム

ジェットエンジンから発生する音

日常生活の中で、私たちは様々な音を耳にします。木々が風にそよぐ音、道行く人たちの話し声、自動車の走行音、そして、上空を飛ぶ航空機の音。心地よい音もあればうるさいだけの音もあります。航空機の音は、大半の方にとって、うるさい音になると思います。空港周辺では、飛行高度が低いこと、離陸時に最も音が大きくなることなどから、航空機騒音は大きな社会問題になっています。航空機の騒音は機体からのものと、エンジンからのものに分けられますが、環境適応エンジンチームではジェットエンジンから発生する騒音についての研究を行っています。ジェットエンジンでは、ファンと呼ばれる部分から発生するファン騒音と、排気から発生するジェット騒音の二つが主な騒音源となります。ファンは図1のような羽根車になっていて、回転する動翼と静止している静翼が組み合わさって一つの要素として機能します。図1のように、ジェットエンジンに吸い込まれた空気は、二手に分かれ、一方はコアエンジン側へと流れて、圧縮機、燃焼器、タービンを通してエンジン後方から排出されます(コア排気)。もう一方はファンダクトを通してエンジン後方へと排出されます(バイパス排気)。コアエンジンを通過する空気のとファンダクトを通過する空気のとをバイパス比と呼びます。バイ

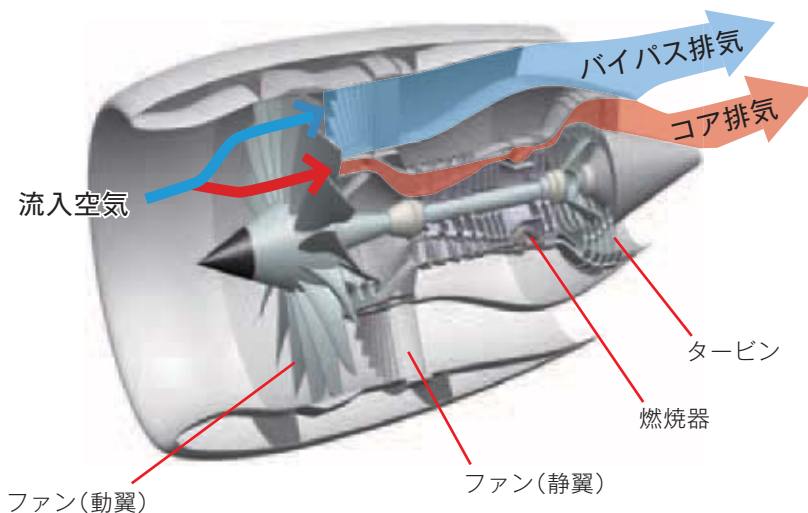


図1 バイパス排気とコア排気

パス比が高いほど燃費の良いジェットエンジンとなるため、近年の民間航空機用のジェットエンジンはバイパス比が大きくなる傾向にあります。バイパス比を大きくすると、ファンダクト側へ流れる空気が増え、結果としてファン騒音が大きくなります。このため、燃費が良く、かつ、静かなジェットエンジンを実現するためには、ファン騒音低減技術の開発は非常に重要となります。

騒音低減だけであれば良い?

ファンから発生する騒音には、発生要因ごとに色々なものがありますが、当チームでは現在、動静翼列干渉騒音(以後、干渉騒音とします)の低減について研究を行っています。干渉騒音は、図2のように、動翼から発生する遅い流れの部分(ウェイク)が静翼にあたることで発生します。ウェイクの性質や、静翼にどのようにウェイクがあたるかによって、

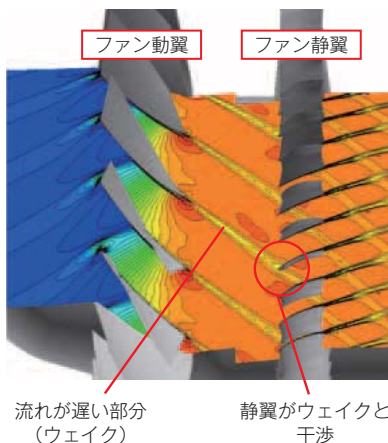


図2 ファン周りの流れ場

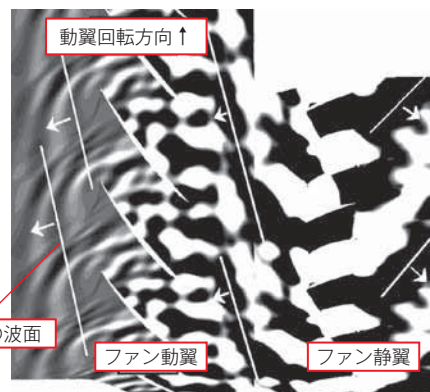


図3 CFDによって得られた音の伝わる様子

研究メンバー
前列中央が筆者



エンジンの外へと放出される干渉騒音の大きさが変わります。ウェイクの性質は動翼の形によって変化し、ウェイクの静翼へのあたり方は動翼の形と静翼の形の両方から決まります。ですから、動翼や静翼の形をうまく変えることで、騒音を小さくできる可能性があります。ただし、やりようによっては、騒音が小さくなる代わりに、ファン自体の性能が著しく低下して、静かではあるが、性能の低いファンになることもあります。したがって、ファンの性能を低下させずに、静かなファンを実現するためにどのようなことをすれば良いかを研究する必要があります。

音を見る

このような研究で有用となるのが数値流体解析(CFD)です。これは、コンピューター上で空気の流れ(流れ場)を模擬する方法です。図2はCFDによって得られたファンの周りの流

れ場です。CFDの利点は詳細なデータを取得することができるため、流れ場を細かく知ることができる点にあります。また、CFDを用いて、干渉騒音を捉えることもできます。図3はCFDから得られた結果を処理して、干渉騒音を可視化した例です。図中の実線がCFDによって捉えられた干渉騒音の波面です。音は空気中を波として伝わりますので、図中矢印の方向へとこの波面が移動してエンジンの外へと放射され、私たちの耳に届いて、騒音として認識されます。図4は実際に実験で計測されたデータとCFDで得られた結果を比較した例です。CFDによって干渉騒音が精度良く予測できていることがわかります。CFDでファン騒音を予測することで、流れ場の情報からファンの性能と、発生する干渉騒音の発生仕方や大きさの両方を同時に予測することが可能となります。つまり、流れ場を見ながら、“音を見る”ことが可能となるのです。音を見る

ことができる、ということは、動翼や静翼の形を変えた場合に、音がどのように発生するか、どのように伝わっていくかを見ることができるということです。これによって、ファン騒音低減方法を発案した際に、まずはCFDで検討する、ことができます。現在、当チームは、ファン騒音低減方法の一つとして、静翼の形状を変化させることを検討しています。その一例として、リーン静翼(図5)という、通常よりも周方向に傾いた静翼によるファン騒音の低減量をCFDによって調べています。リーン静翼は構造強度やファン性能の低下など課題が多いため、未だ実用化されていない技術ですが、CFDを活用することによって課題をクリアできる可能性について検討していく予定です。低騒音ファン技術開発の一助となるよう、今後とも研究を続けていきたいと思ひます。

(賀澤順一)

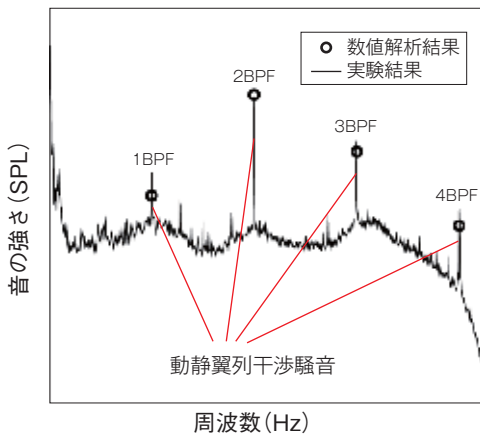


図4 試験結果とCFD結果の比較

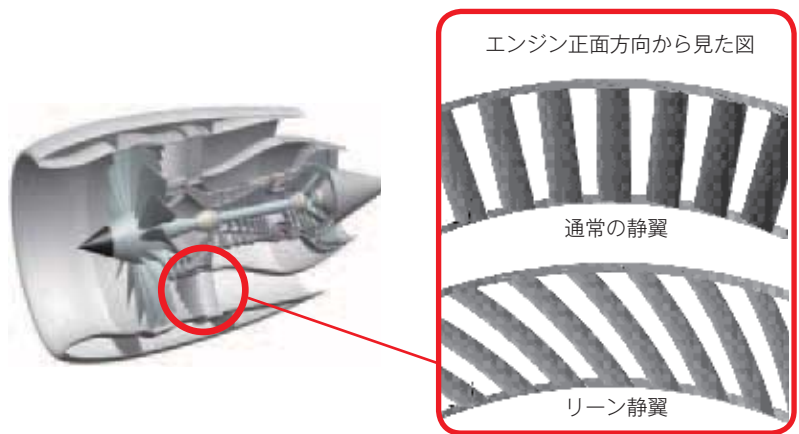


図5 リーン静翼

旅客機における複合材の使用

最新の旅客機ボーイング787には、機体重量の約半分に複合材が使用されていると言われていています。代表的な複合材として知られる炭素繊維強化プラスチックは、10ミクロン以下の細い繊維の束でプラスチックを強化した材料です。アルミ合金やチタン合金よりも軽い(密度が低い)ので、軽量で高強度な材料として、航空機だけでなく、ゴルフクラブなどのスポーツ用品や自動車の車体など、多くの分野で使用されています。旅客機にとっては、複合材の使用により機体重量が軽量化されるので、燃料消費量が削減され、すなわちCO₂排出量も削減されるため、経済的で環境にやさしい旅客機となります。

ジェットエンジンの軽量化

大型のジェットエンジンでは、約68kgの軽量化により、燃料消費量を1%削減することができるという報告もあります。ジェットエンジンでも、機体構造ほどではありませんが、すでにファンブレードやファンケーシングなど、一部の部品に複合材が使用され始めていて、より軽量のエンジンを目指して、他の部品に複合材を使用するための研究も盛んに行われています。特に、エンジンの高効率化には、バイパス比(またはファン流量)を増加する必要があり、それに伴いファンの直径が大きくなるので、エンジン重量を維持するためには、積極的に複合材を使用するなどの軽量化対策が必要です。また、エンジンを軽量化することが

できれば、エンジンを支える機体構造強度にも余裕ができるので、機体重量を軽量化する効果も期待できます。

圧縮機ケーシングの軽量化

環境適応エンジンチームでは、**図1**のジェットエンジンの圧縮機ケーシングに複合材を使用するための研究を行っています。圧縮機は、エンジン入口のファンから取り込んだ空気を圧縮し、燃焼器に圧縮空気を送り込む役割を果たしています。大型エンジンでは1/50以上、小型エンジンでも約1/20に空気が圧縮されています。したがって、圧縮機ケーシングには高圧空気に耐えられる構造強度が要求されます。圧縮機ケーシング材料には、高強度なチタン合金やステン

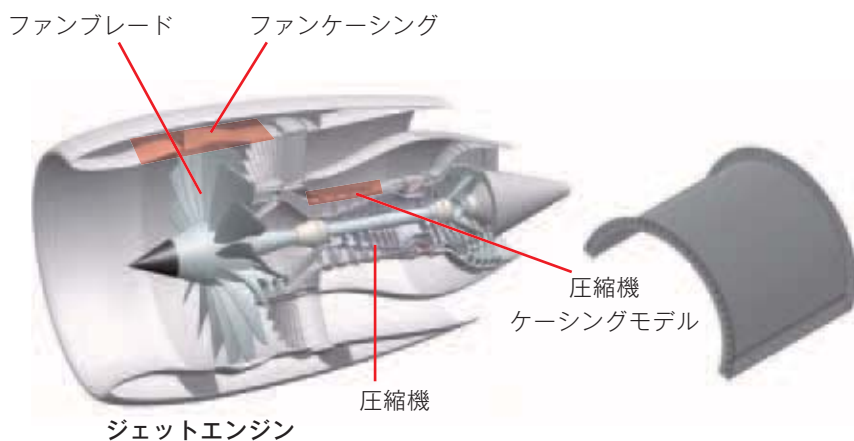


図1 圧縮機ケーシング



図2 引張試験機



構造設計セクション
北條正弘

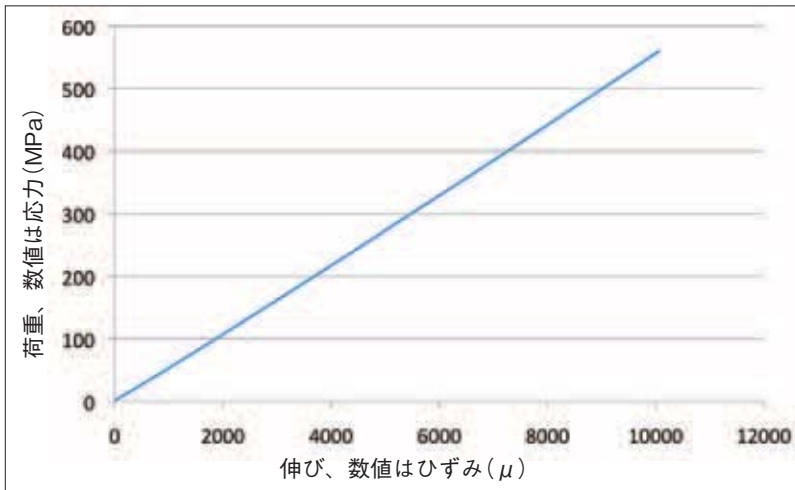


図3 引張試験結果



図4 引張試験

レス鋼が使用されています。もし高強度で軽量の複合材に置き換えることができれば、ステンレス鋼の圧縮機ケーシングに対して重量は約半分になると考えています。

複合材の材料試験

エンジン部品の設計や信頼性保証には、さまざまな材料データが必要です。材料データは、一般に材料試験を行わなければ、取得することができません。

図2は引張試験機です。引張試験とは、平らな板や丸い棒状の単純形状の試験片に、徐々に引張荷重を与えたときの伸び(変形量)を測定する試験です。図3は試験結果で、引張荷重と材料の変形量の関係を示しています。荷重の増加に伴って、変形量が増加し、最後に図4のように破

壊されました。図5は引張試験により破壊された試験片で、ばらばらになっています。引張試験により材料の変形しやすさを示す弾性率や、破壊するときの引張強度など、さまざまな材料データが得られ、エンジン設計時には基本的な設計データとして使用されます。また、一般的に材料データは温度によって変化するため、材料の使用温度範囲内の様々な温度で試験しています。

そのほか、エンジンの始動・停止

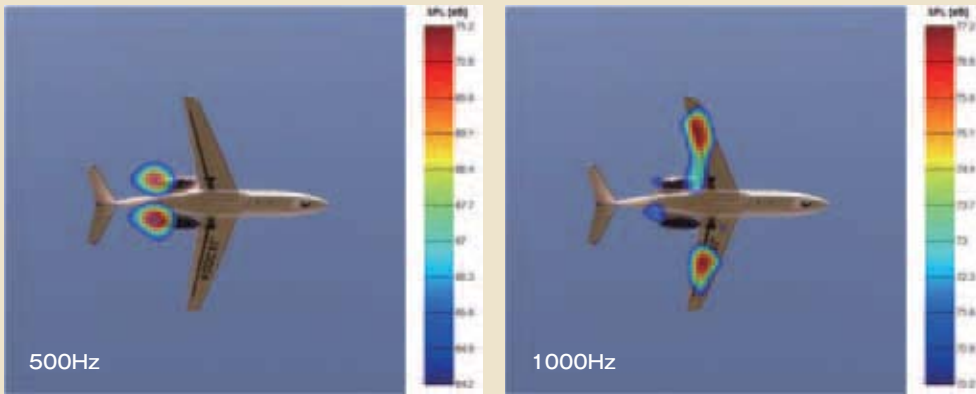
を模擬した繰り返し荷重を与え、破壊するまでの繰り返し回数をカウントする疲労寿命試験や、回転部品については高速回転する部品の耐久性を試験するための回転強度試験なども行っています。

今後、ジェットエンジンにも複合材の使用が本格化されると予想しています。JAXAにおけるエンジン軽量化の研究にもご期待ください。

(北條正弘)



図5 破壊された試験片



音源探査結果の音圧分布図。周波数ごとに音源の位置と音の大きさを知ることができる。機体は離着陸形態を模擬して、高度60～120mを秒速60m(時速約220km)で飛行した

地上で計測した数値をもとに、高度方向の変化を考慮して音のデータを補正しているんです。それをもっと少し精度よくできるようにしたい。それからもう一つ、音圧分布で見ているのは周波数ごとのピークなんです。それ以外にも音圧分布の数値データを領域ごとに積算して、例えばフラップだけ、エンジン排気口だけから、どんな

特性の騒音が出てているのかを算出するプログラムも作っていて、これももっと精度よく算出できるようにする必要があります。

浦 ▶ どんな苦労がありますか？

浦 ▶ 多くの方が関わっている飛行試験を自分の担当している仕事の原因で止めてしまつてはいけないので、かなりプレッシャーを感じます。ですが、設計した計測システムの性能がシミュレーション通りにいくと、とてもうれしいです。

浦 ▶ 騒音源を知ることがなぜ必要なのですか？

浦 ▶ 最終目標は航空機騒音の総量を減らすことですが、どこからの音がどれだけ強いかわからないと、見当外れのを低減しようとしてしまつてしまいます。効果的な騒音低減対策には、どこからどういった特性の音が出ているかを知ることが非常に重要なことです。航空機騒音というとエンジン騒音をイメージされる方が多いと思いますが、じつは新しい機体のエンジンはかなり静かになっています。離陸時はエンジン出力を最大にして飛んでいきますのでエンジン騒音が大きいです。着陸のため空港に侵入してくるときは出力を絞っているため、高揚力装置や降着装置などから発生する騒音(風切り音)の方が大きい機体もあるんですよ。私たちのセクションがめざしているのは、この風切り

音を減らすことです。

浦 ▶ 静かになった航空機をもっと静かにしたいのですか？

浦 ▶ 騒音規制は年々強化されているからです。国際的な規制だけでなく空港独自の規制もあります。基準を満足しなければ、ベンルティが課されますから、航空会社は国際的な基準値に対してどれくらいマージンがあるかということに気にされます。機体メーカーにすると、いかにマージンを持つているかはセールスポイントですね。

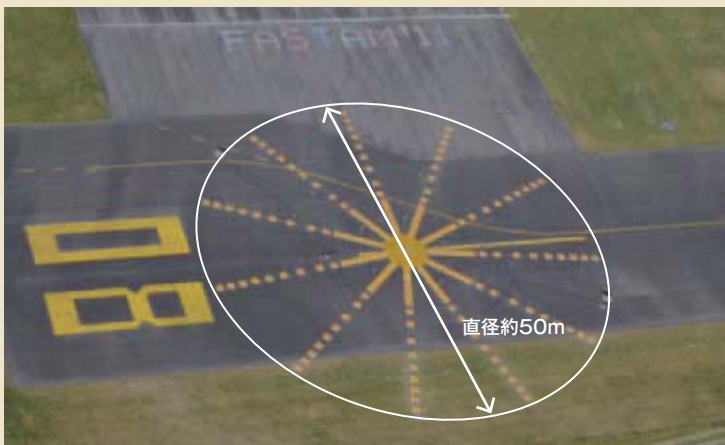
浦 ▶ さもなくば料理人

浦 ▶ 少年だったのですか？

浦 ▶ 日が暮れるまで外で遊んでいて、よく叱られていましたね。父の転勤に伴い一時期住んだ岐阜では、家のすぐ裏に山や川があったので、まるで野生児のような生活をしていました。大きな木の上に基地を作ったり、川で亀をとったりするんですよ。その一方で読書が好きで、友人と競争するように1日1冊のペースで読んでいたこともありました。



試験準備中の浦研究員(いちばん右)



滑走路に設置した計測システム。黄色いパネルのひとつひとつにマイクが埋め込まれている。その数全部で198個！

浦 ▶ 工学部を選んだ理由は？

浦 ▶ 子どものころから何かを作ることが好きで、木材を使って自分で遊び道具などを作っていました。機械も好きで目覚まし時計を分解してからまた組み立ててといったこともよくしていました。その延長で、ものづくりができる工学部を選んだように思います。

浦 ▶ 休日はどうのように過ごしていますか？

浦 ▶ 以前はドライブすることが多かったですが最近あまり乗っていないので、近所を散歩したり映画を見たりすることが多いです。読書も続けていまして、月に2〜3冊のペースで読んでいます。

浦 ▶ もしほかの仕事をするなら？

浦 ▶ 料理人です。料理を作るのが好きで、よく作っています。和食は全般作れますし、オムレツとかチャーハンも得意です。最近凝っていたのがうどん打ち。家族に好評でした。

浦 ▶ 最後に、今後の目標や取り組んでみたい研究を教えてください。

浦 ▶ 模型を使った風洞試験で取得した騒音データから、実機で発生する騒音特性を予測出来るような計算ツールを作りたいです。騒音を含めた非定常な流体現象は複雑なため、メカニズム解明には至っていないことが多いので、メカニズム解明に役立つような技術開発もしたいですね。



うら・ひろき
空力・騒音技術セクション
兵庫県生まれ。大学では機械工学を専攻。
メーカー勤務を経て2003年航空宇宙技術
研究所(現JAXA)入所

「騒音を減らすにはまずその正体を探れ。というわけでJAXAでは風洞で、航空機模型を使って調べたり、騒音源を特定する計測技術に磨きをかけてきました。2010年には風洞を飛び出し、自慢の計測技術をフィールドで確かめる機会が！飛行する小型旅客機の騒音を計測することで、貴重なデータを取得し、知見も広めることができました。この実機計測試験で活躍した浦研究員に登場いただき、騒音計測のあれこれと騒音低減への取り組みについて聞きました。

高速移動する航空機の騒音源を特定する技術を実証

「航空機の騒音計測技術の研究開発をされているそうですね。」

浦 私たちが取り組んでいるのは音源探査という計測技術です。航

空機の騒音といっても、エンジンや高揚力装置(フラップ・スラット)、降着装置(主脚・前脚)など、いろいろな場所から発生しているものです。通常の騒音計測は1つのマイクで、これら複数の場所から発生している音の総量を捉えます。音源探査計測では多数のマイクを広範囲に設置することで、飛行中の機体のどこからどんな強さの騒音が発生しているのかを調べることが出来ます。

通常の計測方法で騒音発生源を特定するには膨大な労力が必要ですが、音源探査では1回の計測で音の分布がわかるので、劇的に効率上がるというのがメリットの1つとしてあります。また結果は視覚的に確認することが出来ます(P10音源探査結果の音圧分布図参照)。2010年と11年には大樹航空宇宙実験場(北海道)でビジネスジェットを飛行させて音源探査計測を実施し、計測システムの検証を行いました。実機計測試験は今後も計画しています。

「実機計測試験のようすを教えてください。」

浦 滑走路上に設置した計測システムの上空を航空機が何度も通過するように巡回させて、その周回ごとに計測します。1周平均4分程度で、それを2時間続けて1フライトです。試験期間中は4〜5回のフライトがあります。音以外



Interview 夢を飛ばす人々 No.21

国産旅客機チーム ● 浦 弘樹

騒音発生メカニズムを解明したい

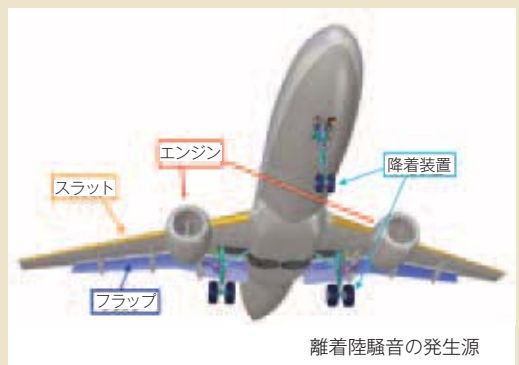
にも、航空機の位置・姿勢・速度や気象条件の計測、航空機の誘導などを行っている方もいて、総勢25名が携わる大きな試験です。

「浦さんのご担当は？」

浦 私はマイクの配置の設計と計測した騒音データを解析するプログラムの開発を担当しています。マイクをどのように配置するかは計測システムの性能を決定づける重要な要素ですので、事前にシミュレーションで十分に検討しています。約200ものマイクを使うと、取得するデータも多量になりますから、それをいかに速く精度よく処理できるプログラムを作るかに力を入れています。実験場に到着してからは試験までの準備作業が2週間。フライトが始まると、4分の間に計測から簡易解析までのさまざまな作業があり、ミスをしないように集中しているんです。1フライト終わるとぐっすりしてしまいます。

「どうやって音源の位置を特定するのですか？」

浦 音がマイクまで伝わるのにかかった時間から逆算することが出来るんです。伝搬時間といいますが、雷はピカッと光ってからゴロツと鳴るまで少し時間がかかりますよね。音が空中を伝わる速度は秒速340mなんです。ある位置で発生した音を、例えば2つの異なる位置にあるマイクで



計測したとすると、それぞれのマイクに到達する時間が違います。それを逆算し波形の一致するところを探ることで音の発生場所が特定できるのです。着目する場所に騒音源があると、各マイクの信号を合成すると強め合って強い音圧として見えてきます。それを対象とする解析範囲に対して行くと騒音レベルの分布がわかるのです。

「飛行後すぐに分布図を見ることのできるのですか？」

浦 1分か2分で見られるようになります。もっとも全てではありませんが、いくつかの周波数帯域の分布図を航空機のCADモデル上に表示しています。実機画像の合成は試験後に行います。

「技術的な課題は？」

浦 航空機から発生した音は、大気中を伝わって地上に到達する間に風や気温、湿度などの気象条件の影響を受けています。そのため

あなたの応援が空へ宇宙へ動き出す！

インターネット等からの寄附金募集を開始

JAXAは今年度より、宇宙航空研究開発を応援して下さる皆さまのお気持ちを広く受け入れるため、寄附金制度を拡充してインターネット等から簡易に実施できる寄附金の募集を開始しました。これにより銀行窓口等へ行くことなく、時間・場所を問わずにインターネット上で寄附をしたい事業と決済方法を選んで、スピーディにご寄附いただくことができます。現在募集しているのは「環境に優しく安全な旅客機」「航空技術研究」等の事業です。またこの方法以外に、調布航空宇宙センター、筑波宇宙センター、相模原キャンパス、種子島宇宙センターの各展示館において募金箱による募集も開始しました。集まった寄附金は寄附者さまが選択した事業に確実に活用し、宇宙航空分野の研究開発で日本が世界に伍し、同時に貢献していくための源泉とさせていただきます。皆さまにはこのJAXAの活動にご支援いただきたく、これまで以上のご理解とご協力を賜りますようお願いいたします。

JAXA寄附金サイト

<http://www.jaxa.jp/about/donations/>

高校生のための科学技術体験合宿プログラム

サマーサイエンスキャンプ2012 参加者募集

締切
6月14日
必着

今年も調布航空宇宙センターはサイエンスキャンプに参加する高校生たちを受け入れます。3日間かけて、航空分野の研究開発について、講義と実験や実習を通じて学べる内容となっています。サイエンスキャンプ事務局では参加者の募集を開始しました。たくさんの皆様のご応募をお待ちしています。

【サイエンスキャンプとは】科学技術振興機構(JST)が実施する科学技術体験合宿プログラムです。先進的な研究テーマに取り組んでいる大学・公的研究機関・民間企業の研究所などが受け入れ機関となり、第一線で活躍する研究者らから直接講義や実習指導を受けることができます。



昨年の「飛行技術体験」のようす

【主催】 科学技術振興機構(JST)

【開催場所】 JAXA調布航空宇宙センター

【開催期間】 2012年8月8日(水)～8月10日(金)

【応募資格】 高校、中等教育学校後期課程、高等専門学校(1～3学年)等に在籍する生徒

【応募方法】 サイエンスキャンプサイト <http://rikai.jst.go.jp/sciencecamp/camp/>より参加申込書をダウンロードし、必要事項をご記入の上ご応募ください。各プログラム実施会場が選考を行い参加者を決定します。

【お問合せ】 サイエンスキャンプ本部事務局(日本科学技術振興財団 振興事業部)
東京都千代田区北の丸公園2-1 Tel:03-3212-2454