

空と宙



2005 | JUL./AUG.
隔月刊発行
EVERY OTHER MONTH
ISSN 1349-5577 No.07



研究紹介

ヘリコプタの騒音被害を
低減する飛行方式の研究

超音速エンジン試験施設で
セミフリージェット試験を実施

設備紹介

動的変位計測システム

横路散歩

シュリーレン可視化法

空宙情報

第18回
マイクロエレクトロニクス
ワークショップ

第21回
航空宇宙試験設備における
計測に関する国際会議
"ICIASF-2005"

「そら」の技術を身近に感じて

そらとそら

総合技術研究本部
Institute of Space Technology and Aeronautics
<http://www.ista.jaxa.jp/>

07

ヘリコプタの騒音被害を低減する飛行方式の研究

安全・快適な近距離航空交通の実現をめざして

次世代運航方式によって地上の騒音被害を低減する

宇宙航空研究開発機構(JAXA)では、電子航法研究所(ENRI)との共同によって、小型航空機の安全性・利便性の向上を目的とする次世代運航方式NOCTARNの研究を進めています。NOCTARNでは、「トンネル型経路表示システム」を用いて曲線的な進入経路に沿って航空機を

誘導する技術を開発することにより、空港の離着陸枠の拡大や周辺地域の騒音低減などを実現することを目標としています。2005年5月、実験用ヘリコプタMuPAL-Eを用いて低騒音飛行方式の試験と騒音データ取得試験を大樹町(北海道)で実施しました。

低騒音最適経路の飛行実証と高精度な騒音予測モデルの開発

ヘリコプタの騒音は、飛行速度や降下角度などの条件によって大きく変化します。また、地上における騒音被害は、騒音レベルだけでなく土地の利用状況によっても異なります。例えば病院、学校、民家の密集した地域などでは小さな騒音でも問題となりやすく、逆に森林、河川、工場地帯などでは大きな騒音でもあまり問題となりません。低騒音飛行方式の試験では、ヘリコプタの騒音予測モデルと土地利用状況のデータベースを参照することによって、ヘリコプタから出る騒音が最も小さくなるような飛行条件と、騒音が問題となりやすい場所(騒音評価点)をできるだけ避けて飛行するような経路を理論的に計算し、その結果をパイロットに「トンネル型表示」で指示して実際に飛行を行いました(図1)。通常の経路(速度130km/h、降下角6度の直線飛行)と比較した結果では、5点の騒音評価点の平均値で5dB程度の騒音低減効果が実証されました。このような技術

を実用化することができれば、私たちの身近にある小さな飛行場をより一層有効に活用することが可能になります。なお、この研究は東京大学との共同で行っており、低騒音経路の最適化計算を東京大学が担当しています。

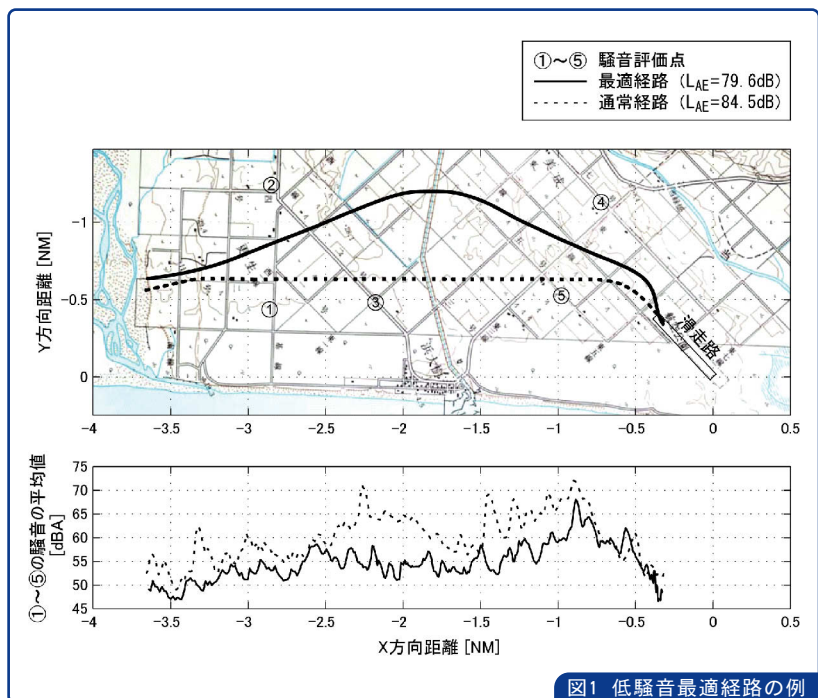


図1 低騒音最適経路の例

航空安全技術開発センター
 (後列左より)小林啓二、又吉直樹、石井寛一
 (前列左より)奥野善則、五味広美



地上における騒音被害を精度良く予測するためには、①航空機の出す音(音源モデル)、②音が大气中を伝搬するときの減衰、屈折、風などによる影響(大气伝搬モデル)、③地形などによる反射・吸収の影響、④人間が「うるささ」をどのように感じるか(受け手モデル)、などが必要になります。これらのうち現在の技術で予測誤差が最も大きくなるのは②の影響です。地上に騒音計を設置して計測する一般的な方法では、①～③の全てのデータしか取得できないため、それぞれの影響

を個別に調べることは困難です。騒音データ取得試験では、高さ約40mのクレーンの先端に騒音計を設置することにより、③の影響を小さくしたデータを取得することができました(図2)。2003年には機体に騒音計を直接取り付け①についての正確なデータを取得する試験も実施しています。機上、クレーン、地上などにおける計測データを比較することにより、②の影響を精度良く解析することが可能になりました。

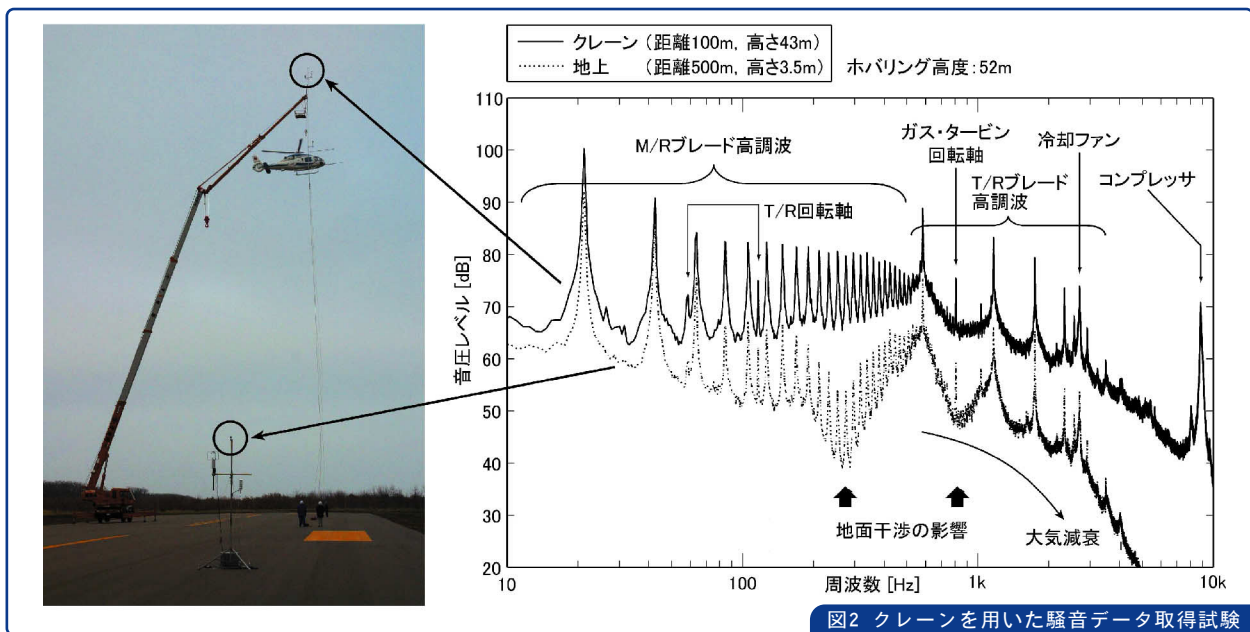


図2 クレーンを用いた騒音データ取得試験

今後の計画

これまで実施した試験によって、地上騒音を低減する飛行のノウハウや精度の高い騒音予測モデルの開発に必要なデータの蓄積が進んでいます。2005年秋にはNOCTARNの管制卓に騒音状況をリアルタイムで表示する機能を組み込み、空港

周辺の騒音被害に配慮した管制を行う実証試験を計画しています。2006年からはこのようなシステムの実用化に取り組み、小型航空機と小さな飛行場やヘリポートを使った近距離航空交通システムの実現を目指します。(奥野)

もっと詳しく
 知りたかったら、ここにアクセス!

<http://www.ista.jaxa.jp/res/a02/b04.html>
<http://www.ista.jaxa.jp/res/a02/b05.html>
http://www.ista.jaxa.jp/res/c05/a01_02.html

超音速エンジン試験施設でセミフリージェット試験を実施

高度15km、飛行マッハ数2でのセミフリージェット試験に成功

セミフリージェット試験とは

飛行機の推進系を構成する要素には、インテーク（空気取込み口）、エンジン、排気ノズル（以降、エンジンと排気ノズルを合わせて「エンジン」と表わします）があります。一般的な高空試験（地上の設備を使って、上空を飛行中の状態を作り出して行う試験）ではインテークを省略して、エンジンのみを使用したダイレクトコネクト方式（図1）を採用します。この方式ではエンジン単体での性能を試験する事になり、設備側が作り出す空気の状態は、エンジン入口の状態に等しく、音速より遅い流れ（亜音速流）となります。

それに対し、インテークも使用し、エンジンとまとめて一つの推進系として統合し行う試験をセミフリージェット方式（図2）といいます。この方式ではインテーク

も含めたエンジンシステム全体としての性能を試験する事になり、設備側が作り出す空気の状態は、インテーク入口での状態と等しく、音速より速い流れ（超音速流）となります。

その他の試験法としては、フリージェット方式があります。これはインテークとエンジンの統合形態を超音速で流れる風洞の中に入れて行う方法であり、非常に大がかりな試験設備を必要とします。それに対し、インテークに流入する空気のみを実際の飛行状態に合わせるセミフリージェット方式は、比較的コンパクトな設備で、エンジンにとっては超音速インテーク付きのフリージェットと同じ状態での試験が行えるというメリットがあります。

試験装置の概要および試験結果

図2では、中の様子が分かるように試験チャンバーの扉を開けていますが、実際の試験時には扉を閉じ、チャンバー内部を約1/3気圧まで減圧し、ちょうど飛行機が上空を飛んでいるかのような状態を作り出します。空気の流れは右から左へ流れ、インテークより取込まれた空気はエンジンを作動させた後、高温の排気ガスとしてノズルより排出されます。

今回の試験結果の一例として、図3に上空15km、マッハ数2（音速の2倍）で飛行した時のインテーク入口部の可視化結果を示します。これは普段目で見ることのできない衝撃波をシュリーレン可視

化法（P6「横路散歩」参照）で見える様にしたものです。インテークより流入する空気がエンジンの必要とする空気より多い場合（例えば急減速時）、インテークは「亜臨界状態」となり、衝撃波がインテークの前に飛び出します。それに対し、インテークより流入する空気がエンジンの必要とする空気より少ない場合（例えば急加速時）、インテークは「超臨界状態」となり、衝撃波がインテーク内部に入り込みます。この状態はエンジンにとって不安定な状態となります。一番バランスのよい状態が「臨界状態」で、エンジンがもっとも効率よく作動します。



図1 ダイレクトコネクト方式

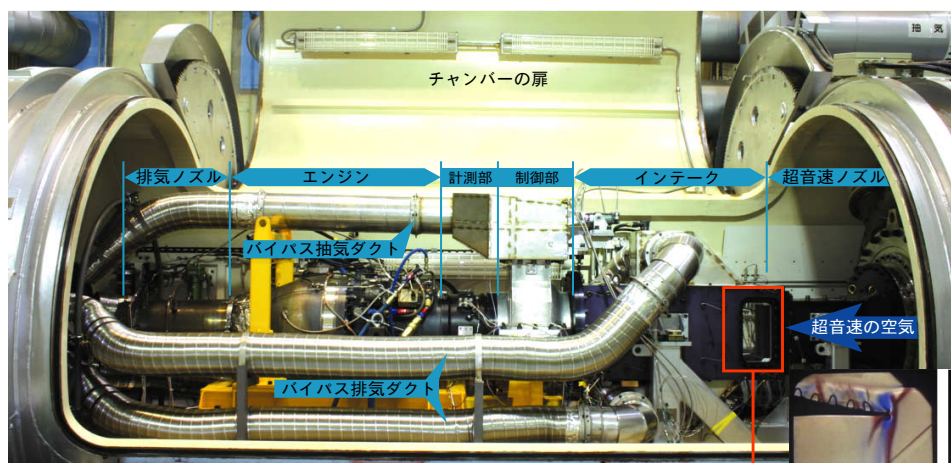
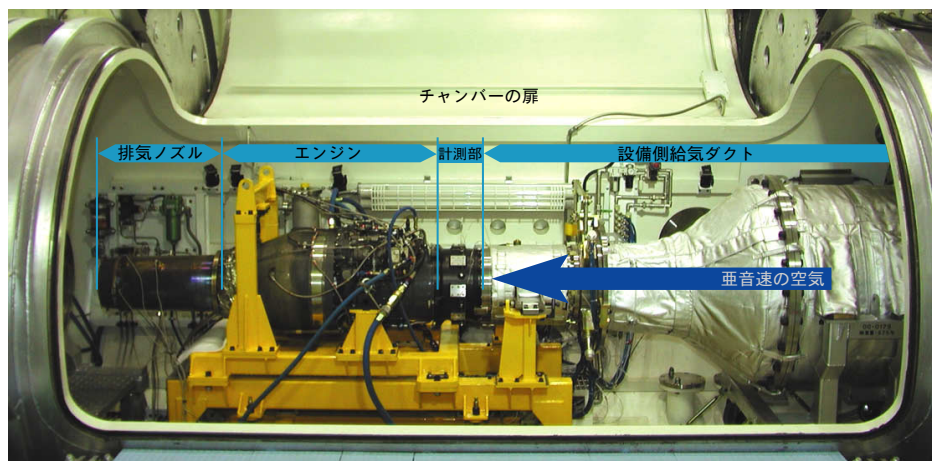
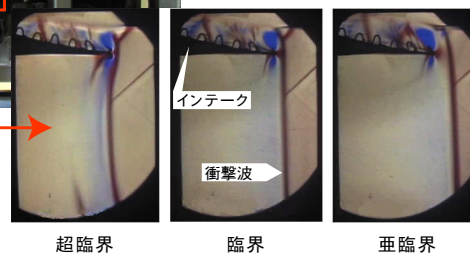


図2 セミフリージェット方式

図3 シュリーレン可視化法による可視化結果



今後の予定

当本部では、2001年に超音速エンジン試験施設が完成して以来、様々な試験を行い、設備の機能確認およびエンジン性能データの取得を行ってきました。今回の試験では、本試験施設設計画時の目標であった「高度15km、マッハ数2という飛行条件での、セミフリージェット形態によるエンジン

性能データ取得法の確立」を達成しました。

今後は、セミフリージェット試験で得られた結果を元に、より実機に近い形のインテークを使用し、試験を行いたいと考えています。また、上空を超音速で飛行している状態での試験も可能にしたいと考えています。

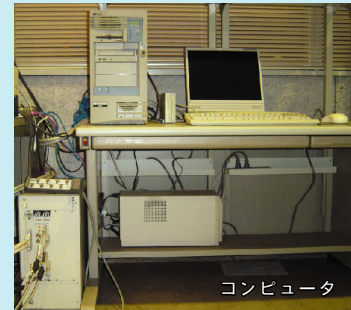
動的変位計測システム

動的変位計測システム(図1)は、物体に力が加わった時にどの様に振動するか(振動特性)を計測する独自の設備です。一般的な設備では、専門の知識を有する複数の技術者が数日かけて計測を行うのに対し、当本部のシステムを使用すれば、技術者が一人いれば、より高精度な計測を数時間で行えます。

計測を行うのは、6個の関節と2本の腕を有するロボットです。ロボットは制御システムにつながれており、この制御システムにプログラムを入力することで、先端に計測用レーザを持った腕を望む位置へ伸ばし、プログラム通りの計測を非接触にて行います。模型などの計測対象に振動を加えるのは、加振装置です。制御システムと加振装置はコンピュータでつながれており、一度プログラムを入力すれば、加振から計測までの一連の流れを自動で行うことが可能です。



ロボット



コンピュータ



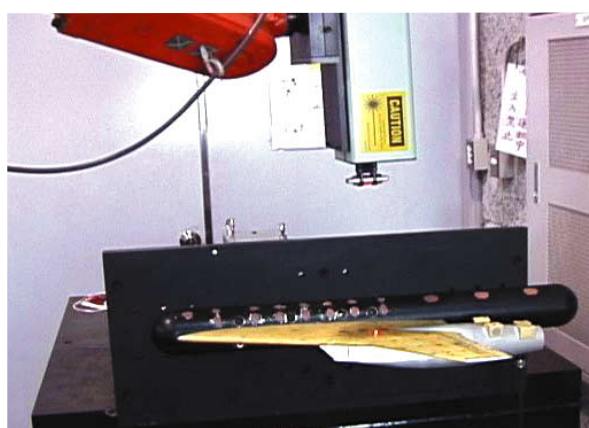
制御システム



加振装置

有翼宇宙往還機(HOPE)のフラッタ研究を行うために、1990年に開発しました。

図1 動的変位計測システム



今後は、人の目に相当するセンサーの搭載や、複数の自動計測ロボットを組み合わせることにより、さらに高精度な計測を簡単かつ高速に行えるよう次世代システムの開発を進めたいと考えています。

図2 次世代超音速機(SST)のフラッタ風洞試験模型の振動試験
動的変位計測システムは、フラッタ試験で用いる模型の振動特性を取得するために欠かせない設備です。

シュリーレン可視化法

空気中など、一定の物質状態の中を進むとき、光は直進します。しかし、ガラスや水などの他の物質へ出入りするとき、光は屈折します(図1)。同じ物質であっても、密度(体積あたりの質量)によって屈折の度合いは変化します。

シュリーレン可視化法は、光が密度の変化により屈折する性質を利用して流れを可視化する方法です。

シュリーレン可視化法は、衝撃波の実験で活躍しています。航空機が音速よりも高速で飛ぶとき、前面の空気が圧縮されて、機体前方に円錐形の音の壁が発生します。これが衝撃波です。衝撃波の

前後では空気に密度差が生じるため、衝撃波の観察にシュリーレン可視化法が利用できます。

シュリーレン可視化法などの光の性質を利用する可視化法は、流れに全く影響を与えないという優れた特徴を有しています。そのため、衝撃波の実験以外にも様々な実験に適用されています。例えば、ロケットエンジンから高速で排気される気流の観察などです(図2)。

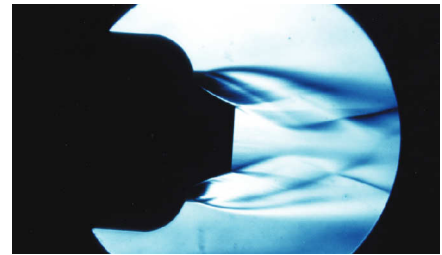
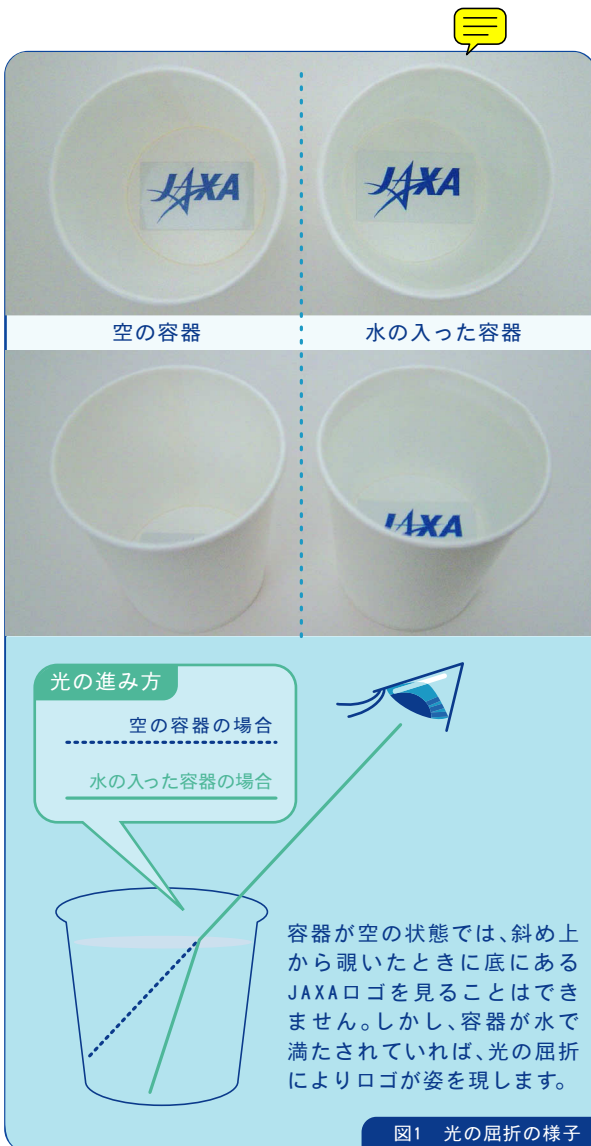


図2 再使用ロケット用新型ノズルの排気の様子(シュリーレン写真)

一般的なシュリーレン可視化法では、得られる映像に色は付いていません。しかし、分光プリズムや多色格子フィルタなどを使うことで、計測する流れに色を付けることができます(カラーシュリーレン可視化法: 図3)。色を付けることで、気流の様子をより詳細に捉えることができますようになります。

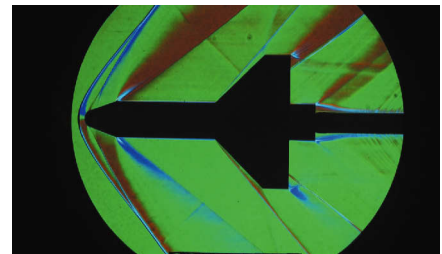


図3 航空機模型周りのマッハ数1.4(音速の1.4倍)の流れの様子(カラーシュリーレン写真)

参考文献 『新版 流れの可視化ハンドブック』
 流れの可視化学会編
 朝倉書店
 『アドバンス物理 新しい物理入門』
 J.オグボーン/M.ホワイトハウス編
 シュプリンガー・フェアラーク東京

第18回 マイクロエレクトロニクスワークショップ

開催案内

本ワークショップは、宇宙用部品の開発や調達に関する国内外の厳しい状況を踏まえ、我が国の宇宙用部品の進むべき方向を探るために、内外の宇宙機関やシステムメーカー、部品メーカーを広く交えて活発に討議し、意見や情報の交換を行うことを目的に毎年開催しています。

今年度は、「宇宙用部品の供給体制の再構築」をメインテーマに、部品の開発状況や新技術について、また部品調達状況や民生部品(COTS)の採用状況について発表と意見交換を行います。

ホームページ

<http://www.jsfws.info/jaxa-ista/mews18/>

日 程: 2005年10月26日(水)～28日(金)
会 場: 筑波宇宙センター
茨城県つくば市千現2-1-1
主 催: 宇宙航空研究開発機構
参加申込み: 必要(参加登録はホームページよりお願いします。)
会 費: 無料(ただし、懇親会への参加は有料となります。)

問合せ先

財団法人日本宇宙フォーラム(担当 小沢、古木)
TEL 03-5200-1302 FAX 03-5200-1420
E-mail mews18@jsforum.or.jp

第21回 航空宇宙試験設備における計測に関する国際会議 "ICIASF-2005"

開催案内

ICIASFは、航空宇宙試験設備における計測技術に関する国際的な会議です。アジアで開催するのは、今回が初めてとなります。

4日間を通して講演や展示を行うほか、JAXA角田宇宙センターが所有する設備の見学会を開催します。9月2日(金)・3日(土)には、東北大学流体科学研究所の設備やJAXA航空宇宙技術センター(調布・三鷹)が所有する風洞群の見学会も予定しています。

ホームページ

<http://www.ista.jaxa.jp/info/event/ICIASF05/>

日 程: 2005年8月29日(月)～9月1日(木)
会 場: 仙台国際センター
仙台市青葉区青葉山
共 催: 東北大学、宇宙航空研究開発機構
参加申込み: 必要
(参加登録はホームページよりお願いします。また、当日の参加登録も会場にて受け付けています。)
会 費: 有料

問合せ先

E-mail iciasf05@chofu.jaxa.jp