

# なる

# NAL

# 3

No.504  
MARCH 2001

## TOPICS

ロケット実験機の1号機が完成  
地上から宇宙ステーションを見る

## 研究スポット

ヘリコプタの低騒音化を目指して  
赤外線カメラで低速境界層の遷移点を求めるために

## PROJECT

-SPF- 膜構造の耐圧試験  
国際研究動向



## ロケット実験機の 1号機が完成

当研究所は、次世代超音速機技術の研究開発の一環として、小型超音速実験機計画を進めています。平成9年度より設計・製作を進めてきた小型超音速実験機(ロケット実験機)の1号機がこのほど完成し、平成13年2月9日(金)三菱重工業(株)名古屋航空宇宙システム製作所の小牧南工場において報道関係者に公開しました。

また、公開に引き続き行われた三菱重工業(株)による小型超音速実験機ロールアウト式では、多数の関係者が出席し、三菱重工業(株)および当研究所側代表による挨拶、テープカットなどが行われました。

ロケット実験機は、全長11.5m、幅4.7mの機体で、固体ロケットにより打ち上げられます。高度約20kmまで打ち上げられ、飛行速度マッハ数2の超音速で飛行し、飛行中に圧力分布など各種データを計測した後、パラシュートとエアバッグにより回収します。この実験機は「空飛ぶ風洞模型」といわれるように、実験の主な目的が、当研究所が開発したコンピュータによる空力設計技術の確立と



公開されたロケット実験機(手前)



飛行実験イメージ



挨拶する戸田所長

地上の風洞試験では得られない静穏な気流状態でのデータの取得です。実験機は合計2機製作され、それぞれ2回ずつ計4回の飛行実験を行います。

ロケット実験機の製作は、三菱重工業(株)を主契約者として、川崎重工業(株)、富士重工業(株)およびIHIエアロスペース(株)の参画を得て実施しました。

今後はシステム試験や計測装置の調整などを行い、平成13年度末からオーストラリアのウーメラ実験場で飛行実験を開始する予定です。

### 本件に関するお問い合わせ先

次世代プロジェクト推進センター  
中安 英彦  
nakayasu@nal.go.jp

# 地上から宇宙ステーションを見る ～20世紀から21世紀へ～



革新宇宙プロジェクト推進センター  
中島 厚  
nakajima@nal.go.jp

当研究所では、将来の宇宙環境保全のために、光学望遠鏡を用いて軌道上を周回するスペースデブリ（使用済み衛星やその破片などの宇宙ゴミ）の観測を行っています。

低軌道のスペースデブリについては、当研究所本所に設置した低軌道衛星追尾装置を用いて、その軌道決定や姿勢/形状観測を行っており、それと並行して宇宙ステーションや大型構造物などの画像も取得しています。

また、静止軌道上の高高度スペースデブリに対しても、岡山県美星町に現在建設中の口径0.5mおよび1.0m望遠鏡を用いて画像を取得し、その軌道を決定する予定です。

写真1は平成12年10月30日に当研究所本所で撮影した画像で、日本人宇宙飛行士若田さんも参加したスペースシャトル・ディスカバリーによるミッション(STS-92)後の国際宇宙ステーションを捉えたものです。写真2は、平成13年1月26日に北海道で撮影したスペースシャトル・エンデバーによるミッション(STS-97)後の国際宇宙ステーションです。このミッションで取り付けられた太陽電池パネル(PVモジュール)が確認できます。



写真1 国際宇宙ステーション画像1

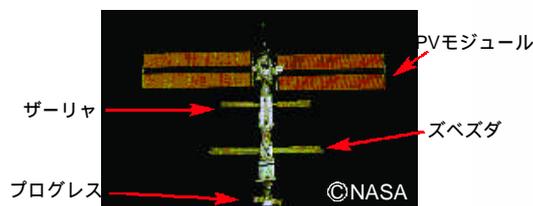


写真2 国際宇宙ステーション画像2

## 撮影データ

撮影者：航空宇宙技術研究所  
撮影日時：2000年10月30日 18:19:47～18:19:48（日本時間）  
撮影地：調布市深大寺東町7-44-1 航空宇宙技術研究所宇宙2号館屋上観測室  
観測装置：航技研低軌道衛星追尾装置  
(昭和機械製3軸経緯儀+セレストロン製35cm鏡筒+NIL製高速読み出しCCDカメラ)  
焦点距離：3910mm  
露出時間：30ms  
天候：薄曇り

## 撮影データ

撮影者：航空宇宙技術研究所  
撮影日時：2001年1月26日 05:42:07（日本時間）  
撮影地：北海道足寄郡陸別町宇達別 銀河の森天文台  
観測装置：コントラバス社製115cm反射望遠鏡+航技研試作CCDカメラ（NIL製）  
焦点距離：8800mm  
露出時間：1ms  
天候：薄曇り

## ヘリコプタの低騒音化を目指して

～ 高速回転翼試験装置の開発と国内初のHSI騒音計測 ～



流体科学総合研究グループ  
齊藤 茂  
ssaito@nal.go.jp

ヘリコプタがヘリポートなどへの緩降下中に聞こえる「バタバタ」という騒音は、ブレードの翼端から吐出される渦と後続のブレードとが干渉することによって発生します。この騒音は、いったん発生すると他の騒音に卓越するほど大きいものです。当研究所では、航空安全・環境適合技術研究の一環として回転翼機特有の騒音を低減する研究を進めています。

この研究では、数値計算技術(CFD)により騒音発生機構を解明するためのコード開発と風洞試験技術により騒音発生現象を把握するための試験装置の整備を進めてきました。

平成8年度よりロータの空力性能と騒音性能を計測するために高速回転翼試験装置の整備を開始し、平成11年度に初めて大型低速風洞内で完熟運転を行いました。本装置は、直径2m、コード長0.065m、ブレード枚数2枚/4枚、最高ロータ回転数2,600rpmの無関節/関節型のロータで、捻り下げ無しの基準ブレードと捻

り下げ9.5度の実機対応型ブレードを装着できるものです(写真)。

本年度は、大型低速風洞において次の目的を持って騒音計測試験を行いました。(1)ロータの前方に設置した翼端渦発生装置から吐出された渦をロータに当たったときに発生するブレード渦干渉騒音(Blade Vortex Interactor(BVI) Noise)の計測、(2)高速回転でホバリングする時に発生する高速衝撃騒音(High Speed Impulsiv(HSI) Noise)の計測。図は、大型低速風洞において我が国で初めてHSI騒音を計測した例です。ロータ1回転中に2回HSI波形が精度良く現れています。

この研究で得られた結果は、現在開発中のCFD騒音解析コードの検証において貴重なデータとなります。今後はブレード/渦干渉騒音の現象解明に寄与するだけでなく、騒音の低減化技術の実証において有力な手段になると言えます。さらに、将来の低騒音ヘリコプタ実現に大きく貢献することが期待されています。



写真 高速回転翼試験装置

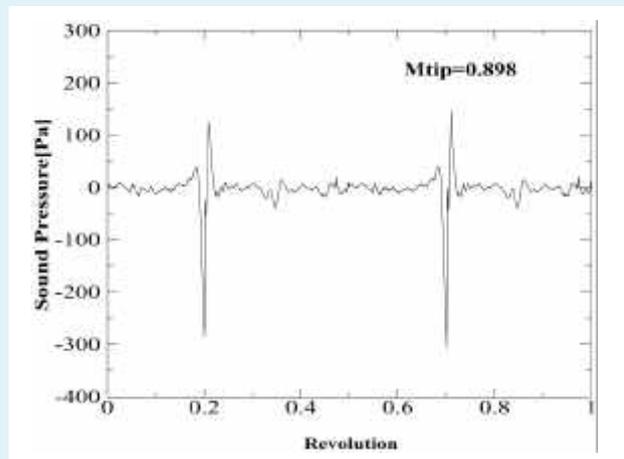


図 高速衝撃騒音波形の例

翼弦長1.0m、翼幅1.95m。大きな翼型模型を温めるのに使ったのは、家庭用ヘア・ドライヤー・・・

# 研究スポット

## 「ドライヤーで温めました」 ～赤外線カメラで 低速境界層の遷移点を求めるために～

### 低速風洞で境界層の遷移点を求めるには

赤外線カメラを用いた境界層の層流-乱流遷移の計測法には、計測時間が短い、定量的(数值的)に遷移点が検出できる、模型表面に粗さを生じたり気流を乱したりしないなどの特徴があります。

超音速や極超音速などの速い流れの中では、境界層と呼ばれる物体表面近傍の薄い層で急激に速度が減少します。それに伴い、空気の密度が高くなり、その温度は断熱圧縮により上昇します。このとき物体表面の温度は、熱伝達率に応じた値で空気の温度と平衡になります。熱伝達率は境界層が層流か乱流かで異なるので、表面温度を計測することによって遷移点が検出できます。

しかし低速風洞では気流に圧縮性による温度差が生じないため、赤外線カメラを用いて計測を行うには、実験前に気流と模型の間に人工的に温度差をつける必要があります。

温度差を生じさせるにはいくつかの方法がありますが、今回は最も簡単に手早く行えることから、ヘア・ドライヤーを使って模型を温めました。

遷移点を求める手法として、熱線風速計やプレストン管などによる方法やナフタレン法などの可視化法があります。

熱線風速計などの計器を使用すると、精度の良い遷移計測ができますが、点情報しか得られない、それ自体が気流を乱す要因となるなどの問題点があります。一方、ナフタレン昇華法では、面計測が出来るので計測時間の短縮につながりますが、模型に薬剤を塗布するために、表面に粗さを導入してしまいます。また、定性的な(視覚で判断する)ため、遷移機構などの詳細な流れの情報を得ることは出来ません。

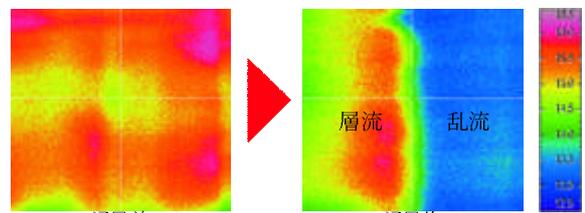
そこでこれまででは、まずナフタレン昇華法により大まかな遷移点を求めた後、その近傍で熱線を移動させることによって、精確に遷移点を決定してきました。



ナフタレンを模型表面上に噴霧し気流に当たると、乱流部分では速く昇華するために模型表面の黒色が現れ、層流部分ではナフタレンが白く残ります。

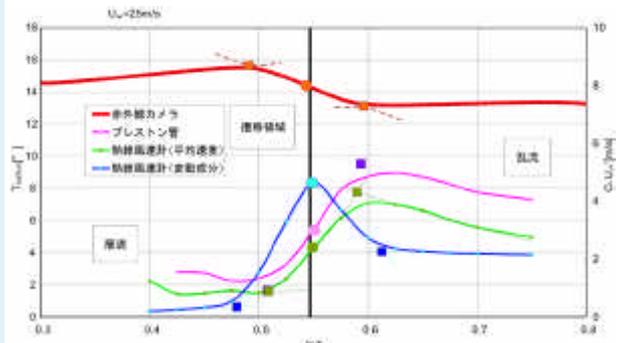
### 試験結果

今回の試験により、低速風洞でも赤外線カメラによって境界層の遷移計測を定量的に行えること、また熱線やプレストン管で計測した遷移点とほぼ一致する結果が得られることがわかりました。



模型表面の温度変化

模型を均一に温めた後通風を開始すると、気流の方が温度が低いので、熱伝達が強い乱流部では表面温度が速く低く(青く)なる。



他の計測手法との比較

模型表面の温度分布は、他の手法による計測結果とよく一致する遷移過程を示す。

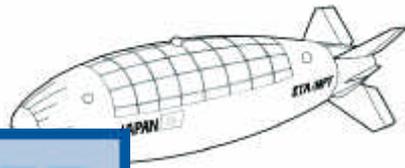
### 今後の展開

模型を温めるにはヘア・ドライヤーも有効であることがわかりましたが、より効率的な方法を考案していく必要があります。

また、境界層がどのような機構で遷移する場合も、同様に計測可能なことを検証し、信頼性の高い遷移計測の効率化を進めていく予定です。

### 本件に関するお問い合わせ先

流体科学総合研究グループ  
徳川 直子  
nao@nal.go.jp



## PROJECT SPFOJECT

### 膜構造の耐圧試験

成層圏プラットフォーム飛行船システム  
特別研究チーム  
小松 敬治  
komatsu@nal.go.jp



飛行船の膜材として従来から使用されているポリエステル系材料は、曲面に成形されて内圧を受けると適度にのびて曲面になじみ、皺が生じにくく応力集中も少く、ゴア(曲面に成形される前の裁断された膜)の寸法精度に多少の余裕がある、などの特徴があります。しかし、成層圏プラットフォーム飛行船をポリエステル系材料で作ると、その重量だけでかなりのものとなり、成層圏へ到達することは困難となります。このため、今回のプロジェクトではザイロンやベクトランなどの高強度材料を使用して軽量化を図っています。

材料は一般的に高強度であれば高剛性ですが、逆に剛性が高いということは、引っ張っても伸びが少ないということを示します。したがって、飛行船のように二次元の膜で三次元の曲面構造を作る場合には、必ず形状的なゆがみが生じてしまいます。飛行船の膜材としては、高強度/低剛性のものが望ましいのですが、

そのように都合のいいものは今のところみあたりません。

今回、ザイロンやベクトランで膜構造を作って、ゴアの裁断・接合誤差や、応力集中がどの程度あるかを検証する目的で耐圧試験を行いました。

耐圧容器の中に長さ3m、最大直径0.75mのベクトラン膜材の袋(写真1)を入れて内圧をかけて破裂させました。差圧1気圧程度で、大音響とともに瞬時に破裂しました(写真2)。1体目は予測差圧のほぼ100%で破裂し、接合部等での応力集中もなく、精度良くゴアが裁断/接合されていることが確認されました。2体目は屋外の太陽光に1ヶ月間曝されていた袋で、新品として予測した圧力の80%で破裂しました。この強度低下は太陽光の紫外線によるものが主原因と判断されます。高分子系材料の数少ない弱点の一つが紫外線であり、現在その紫外線対策の検討を進めています。



写真1 試験前



写真2 試験後

## 高度情報科学技術の現状と 今後の動向 ～SC2000会議～

計算科学研究部  
廣瀬 直喜  
nahirose@nal.go.jp



当研究所では、計算流体力学(CFD)の成果を広く世界に向かって発信する場として、1995年からスーパーコンピューティングカンファレンス(SC:アメリカ計算機協会計算機アーキテクチャ部門(ACM-SIGARC)とアメリカ電気電子技術者協会計算機部門(IEEE Computer Society)の主催)に研究展示部門で参加しています。

会議はテキサス州ダラス市の国際会議場で昨年11月4日から10日にかけて開かれました。わが国からは当研究所をはじめ、当時の科学技術庁傘下機関である日本原子力研究所計算科学技術推進センター、科学技術振興事業団、海洋科学技術センター、理化学研究所、高度情報科学技術研究機構がそれぞれ展示ブースを設けたほか、電総研、リアルワールドコンピューティングや大学(埼玉、大阪、東京、早稲田)が研究成果の展示を行うなど、全69研究機関のうち13機関が日本からの出展となり、年々日本勢が目立つようになってきています。その他の国ではイギリス、ドイツ、スペイン、ブラジル、台湾から8機関が出展しました。アメリカからはエネルギー省やNASAの各研究所、大学が参加していました。

当研究所ではスーパーコンピュータによるさまざまなCFD研究成果について、一般の見学者に理解してもらえよう、飛行機が飛ぶ原理からCFDの説明までを編集したビデオの上映を行いました。これは利用の引き合いがあるほど好評でした。また次期計算機システムの構想なども、ポスターパネルとパソコンでのグラフィック提示でPRしました。

会議ではスパコンベンダーや計算機関連諸企業の産業部門展示、技術論文発表、将来の高度情報科学技術

動向に関するパネル討論など数多くのセッションが行われ、5千人以上の参加者で会場は人いきれしそうな雰囲気でした。今年は、数十テラフロップスの計算機がASCIや地球シミュレータで現実化しつつあることから、次の段階としてペタフロップスマシン(1ペタは1000テラ)をどうやって2010年までに実現するか、グリッドコンピューティング/メガコンピューティング(ネットワーク上のコンピュータを連結して大規模な計算システムを構築する)の出現、などが話題になりました。

当研究所のスーパーコンピュータ「NWT」が94年から96年にかけて受賞した実用計算世界一の性能記録に与えられるゴードンベル賞は、前回までASCIマシンに与えられていましたが、今回は理化学研究所「MDM」と東京大学「GRAPE6」が受賞しました。



会場内の様子

発行日 平成13年3月20日 (毎月1回発行) No.504

発行所 文部科学省 航空宇宙技術研究所

東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1 〒182-8522

電話：0422(40)3114 FAX：0422(40)3281

NALホームページ：http://www.nal.go.jp/ Eメール：WWWadmin@nal.go.jp

© 禁無断複写転載「なる」からの複写、転載を希望される場合は、企画室広報係にご連絡ください。  
ご意見ご感想などは電話、FAXまたはEメールでお寄せください。

## 一般公開のお知らせ



### 本所および調布飛行場分室

日 時 平成13年4月22日(日)10:00～16:00

主な内容 施設公開  
作って遊ぼう工作教室  
おもしろ実験コーナー  
スタンプラリー など

#### 問い合わせ先

東京都調布市深大寺東町7-44-1  
航空宇宙研究所企画室  
TEL：0422-40-3117

### 角田宇宙推進技術研究センター

日 時 平成13年4月22日(日)10:00～15:30

主な内容 施設公開  
屋内・屋外公開実験  
パソコン電話体験コーナー など

#### 問い合わせ先

宮城県角田市君萱字小金沢1  
航空宇宙技術研究所  
角田宇宙推進技術研究センター管理課  
TEL：0224-68-3111

## 調布飛行場分室がリニューアル

完成した研究総合C1号館には居室の他に食堂や図書館があり、建物中央のロビーからは調布飛行場を見渡すことができます。また構造C1号館は、これまでYS-11を始めとする大型構造の強度試験を行ってきましたが、今後の航空宇宙機プロジェクトに対応するため、設備の大幅な拡張・改修を実施しました。



研究総合C1号館



構造C1号館

#### 表紙の説明・・・

表紙の写真は、2月9日(金)に三菱重工業(株)小牧南工場で公開された小型超音速実験機(ロケット実験機)です。この機体の主翼と胴体は、300席クラスの次世代超音速機(SST)を模倣した基本形状となっています。また全長は11.5mで、次世代超音速機の約11%スケールに相当します。機体には圧力や遷移等を計測するセンサが搭載され、600を超えるデータ計測を行います。

#### 編集後記・・・

1月の省庁再編に始まり、来月にせまった独立行政法人化。21世紀は慌ただしいスタートとなりました。こうした状況でも、ロケット実験機が完成するなど、当研究所は夢の実現に向けて一歩一歩着実に進んでいます。本広報誌は、プロジェクト研究の進捗はもちろんのこと、所内の情報をいち早く皆様へお伝えしていきます。より良い広報誌となるよう、皆様のご意見ご感想をお寄せ下さい。今後ともよろしくお願いたします。(M)