

# なる

## NAL

No.508

July 2001



- ロケット実験機模型空力弾性試験を実施
- 浮力制御システム試験
- エルロン・バズの研究に着手
- GPSによる姿勢・振動の計測に成功
- NAL TECHNOLOGY
- 展示室紹介③

National Aerospace Laboratory of JAPAN

# 7

航空宇宙技術研究所

# ロケット実験機模型空力弾性試験を実施



写真1 動的変位計測装置(DDMS)を用いて振動試験中の半載エルロン模型

航空機を製作する際、破壊に至るような異常振動（フラッタ）を起こさないようにしなければなりません。フラッタとは空気力、弾性力、慣性力が組み合わさって起こる現象で、機体を軽くしようと剛性を弱くしすぎると、ある速度以上で発生する可能性があります。この現象は特に音速付近（遷音速という）において、発生しやすくなる傾向があります。それは、翼面上の流れが部分的に超音速になり、翼面上に衝撃波が発生し、翼の振動によりその衝撃波が動いたり、それに伴って気流の剥離が生じたりすることが原因と考えられます。

ロケット実験機の設計はコンピュータによる解析に基づいて行われています。空力解析ツールには大きく線形、非線形の2種類があり、線形

解析ツールは方程式の簡略化により少ない計算量で済みますが、衝撃波などの現象は解析できません。一方非線形ツールはそれらをとらえることが出来ますが、スーパーコンピュータでも数時間かかるような膨大な計算が必要です。実験機の設計では

双方の解析を用いており、飛行範囲ではフラッタを起こさないよう設計されていますが、それらの精度を確認するため3種類のフラッタについて、4種類の模型を製作し、風洞試験を行いました。これらの模型はすべて実験機の20%の大きさで、剛性等フラッタに重要なパラメータが相似となるよう作られています。

1つ目は半載エルロンフラッタ模型（写真1）で剥離等の影響によりエルロンが振動する現象（バズ）の発生について調べるため2m×2m遷音速風洞でマッハ数0.9～1.05の範囲で試験を行いました（\*）。2つ目はロケットフィンの曲げと舵面が影響しあって起こるフラッタについて



写真4 打上形態全機模型（遷音速風洞取付状態）

0.6m×0.6m遷音速フラッタ風洞でマッハ数0.6～1.15の範囲で試験を行いました（写真2、写真3）。3つ目はSSTの主翼の1次曲げフラッタについて遷音速風洞でマッハ数0.7～1.05の範囲で試験を行いました。これは打上時にロケットに乗せて飛ばすときのロケットの空力的な影響を調べるため、単体と、ロケットに取り付けた状態（写真4）の2種類の形態について試験を行いました。

全機模型およびロケットフィン模型では実際にフラッタを起こしたデータが得られ、これらを元に設計時の解析・計算ツールの精度の検証を行っていきます。

（\*）エルロン・バズについては、P3で詳しい説明を行っています。



写真2 フラッタ風洞で通風中のロケットフィン模型



写真3 フラッタを起こし148Hzで激しく振動している様子



構造材料研究センター

齊藤 健一

ksaitoh@nal.go.jp

## 浮力制御システム試験



試験中の飛行船（6月4日）

当研究所では、成層圏プラットフォーム（SPF）飛行船の構造様式に対する適合性の確認と、浮力に関する内圧、高度、姿勢角などの制御装置の性能および応答性のデータを取得し、現状の制御様式が正しく機能しているかを確認することを目的に、平成13年4月より試験を行っています。

試験に使用する供試体は内側が3分割されており、それぞれの袋に空気の入出口となるフロアと排気弁が取り付けられています。このフロアと排気弁を駆動し、空気を出し入れすることにより浮力を制御することができます。

平成13年6月4日（月）に行われた試験は、船体が上昇および下降をス

ムーズに遂行し、任意の高度において定点滞空ができるか、任意のピッチ角（機首を上下に動かす方向の角度）で姿勢を保持できるかを確認し、制御に関する技術データを取得するために行われました。供試体にヘリウムを入れ、上昇／滞空および下降／滞空、ピッチ角5°の首上げ運動を行いました。この試験は、高さに制限のある屋内で行われたため、低高度での実験結果を基にシミュレーションを行い、高度100mでのデータを取得しました。

6月22日（金）には、試験場所（川崎重工業株式会社播磨工場）において供試体を報道関係者に公開しました。今後も種々の試験を行い、構造様式および制御様式に対する最終的な評価をまとめ、最適な船体様式を決定していく予定です。



供試体に取り付けられたフロアと排気弁

### お問い合わせ先

成層圏プラットフォームプロジェクトセンター  
多田 章  
tada@nal.go.jp

# = SST を安全に飛行させるために = エルロン・バズの研究に着手

## 取材協力

構造材料研究センター  
玉山 雅人  
masato@nal.go.jp

## SSTとエルロン・バズ

航空機が遷音速以上の速度で飛行するとき、フラップやエルロンが自然に振動してしまうエルロン・バズ（枠内参照）という現象が起こることが知られています。

当研究所で進めている次世代超音速輸送機（SST）に関する研究においても、風洞実験中にエルロン上に衝撃波が発生し、エルロン・バズの発生が危惧されています。

## 実験をしてみよう

遷音速域のエルロンとSST翼との関係を知るために、当研究所所有の2m x 2m遷音速風洞を使用して実験を行いました。

この実験では、エルロンを強制振動させ、実験条件によりエルロンに働く空気力がどのように変化するか調べることを目的としました。この結果、エルロン上に衝撃波が発生し、その上で前後に振動する現象が確認できました。

## 薄翼に対する遷音速域でのデータベースを構築

SSTは普通の航空機に比べ翼が大変薄く、このような翼については実験データが少ないため、遷音速域でSSTの解析技術を検証するためには、薄翼に対する遷音速域でのCFD評価用データを取得する必要があります。今回の実験では、このデータの取得も行き、薄翼に対する遷音速域での非定常データベースを構築しました。

## エルロン・バズとは・・・？

エルロン・バズとは、翼後部に取り付けられる舵面（エルロン）が、翼周りの空気力の変化により振動してしまう現象です。遷音速以上の速度域でのみ発生し、衝撃波の発生位置の違いにより、3通りに分類されます（図）。領域AおよびCのエルロン・バズは急に振動が

大きくはなりませんが、領域Bのエルロン・バズは数回の振動で急激に発散してしまうため、機体の破壊などを引き起こす可能性があり、非常に危険です。

SSTなどの薄翼の機体では、領域CおよびBのエルロン・バズが発生しやすいと考えられます。

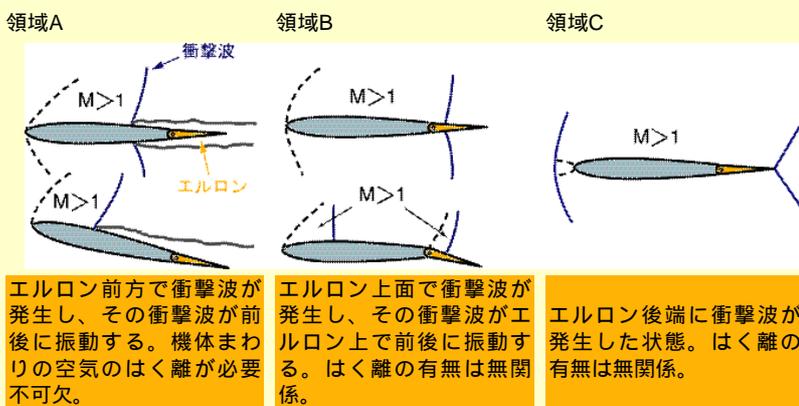
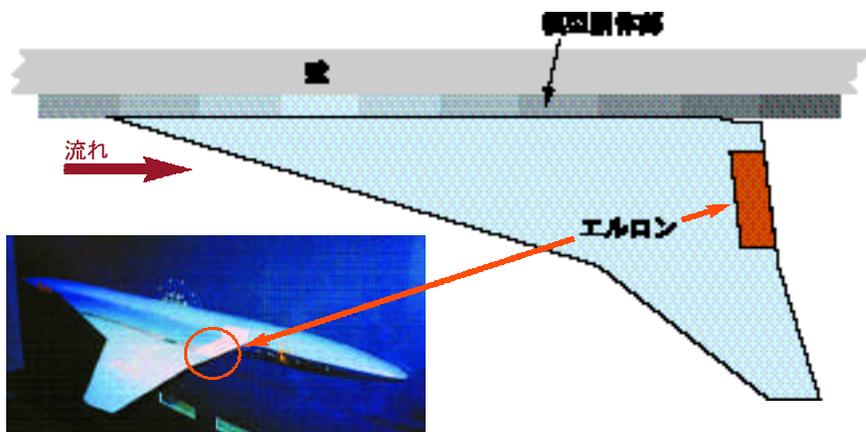


図 エルロン・バズの分類法

「前後に振動する衝撃波の位置をコントロールすれば、エルロン・バズ発生を防げるかもしれない」

エルロン上で前後に振動する衝撃波の発生が確認されたため、SSTが遷音速で飛行する際、領域Bのエル

ロン・バズが発生する可能性のあることがわかりました。今後は、発生原理等についてほとんど解明されていない領域Bのエルロン・バズについてさらに研究を重ね、その制御法を確立していきたいと思ひます。



実験に利用した模型

= 大型宇宙構造物の制御を目指して =

## GPSによる姿勢・振動の計測に成功

### 取材協力

飛行システム研究センター  
張替 正敏  
harigae@nal.go.jp

飛行物体が安全で正確な飛行を行うためには、その制御が重要である。

大空や宇宙空間を悠然と行き交う航空機や人工衛星などの飛行物体が、安全かつ正確な飛行を行うためには、物体の状態を正しく把握して制御を行う必要があります。

制御には、物体の向きや傾きなどを制御する姿勢制御と、飛行経路を制御する軌道制御とがあります。姿勢制御を行う場合にはその物体の姿勢、軌道制御を行う場合にはその物体の位置を正しく知る必要があります。

### GPSを使って大型宇宙構造物の制御の助けができないだろうか？

人工衛星などの大型宇宙構造物は、軽量化を図るために、剛性のある程度犠牲にした柔構造物です。そのため、姿勢制御を行うことにより誘発される振動も、制御を行う上で考慮しなくてはなりません。大型宇宙構造物の制御を行うためには、姿勢・振動・位置の3つを正しく知る必要があるわけです。

現在、大型宇宙構造物の姿勢・振

動・位置を計測するには、それぞれ異なる装置が使われています。そこで、全ての値の計測を1つの計器で行えないかという考えのもとに提案されたのが、すでにカーナビなどで位置計測装置としての地位を確立しているGPS (Global Positioning System) での計測です。

### 人工衛星の縮小モデルを使って実験開始、柔構造物の姿勢および振動状態の計測がGPSで行えました。

今回の実験では構造材料研究センター柔軟構造グループと協力し、実際の人工衛星を単純かつ縮小化したモデルを使用し、GPSによる姿勢および振動の計測を行いました(図

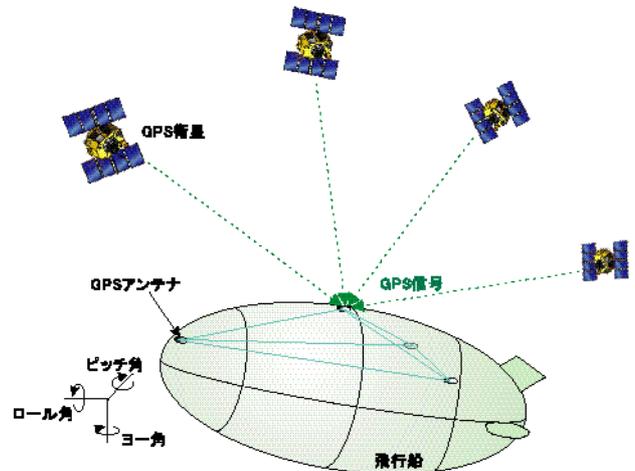


図2 GPSを使った飛行船の制御

1)。

実験により得られたGPSでの計測値は、従来から使用されている加速度計や光ファイバジャイロなどでの計測値と良く一致しました。位置の計測については、当研究所ではすでに1cm以下の精度で飛行物体の計測を行える技術を持っているため、今回は行いませんでした。

今回の実験により、柔構造物の姿勢および振動の計測がGPSで行えることがわかりました。これにより、GPSには大型宇宙構造物の制御を行うために必要な計測を行う基本的な能力があることが示せました。

様々な分野にこの技術が適用できたらいいな、と思っています。

今後は、当研究所で進めている成層圏プラットフォーム飛行船 (SPF) プロジェクトの飛行船の制御に、GPSでの大型宇宙構造物制御の考え方を適用する方向で、この研究を進めていく予定です(図2)。

また、航空宇宙に限らず様々な分野にこの技術を応用し、役立てていきたいと思っています。

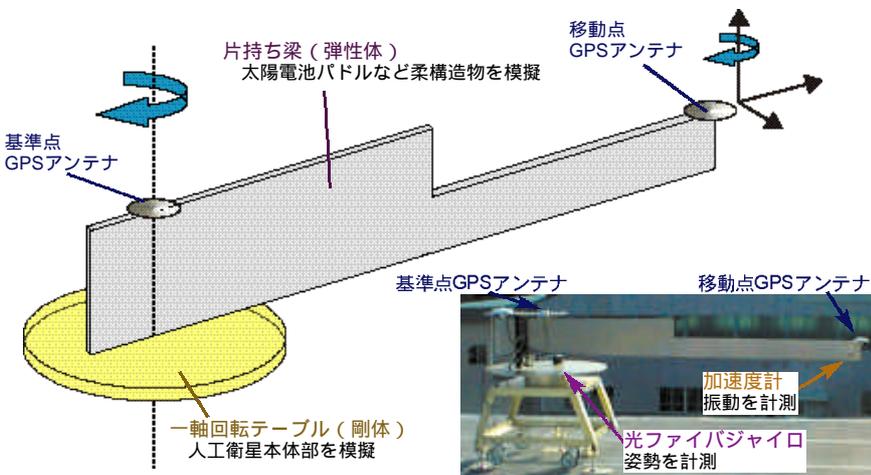


図1 実験装置

# 宇宙航空機用簡単脱着耐熱タイルの 特許実用化に向けて

## 特許名称 金属製耐熱二次元ファスナーを備えた耐熱装着体 およびその製造方法

宇宙航空機（スペースプレーン、宇宙往還機）に使用される熱防御材は、大気圏再突入時において1800以上の高温にさらされます。将来の宇宙航空機に使用する熱防御材として、表面に耐熱性に優れたセラミックス、裏面に強度の優れた金属組成を有する傾斜機能材料が検討されています。しかし、熱防御材を機体本体に固定する方法としては、耐熱接着剤やボルト止めが主流となっていますが、打ち上げ時などの振動により剥がれやすい、補修作業にかかる時間やコストが高いなどの問題があります。

当研究所が保有するこの特許は、熱防御材にマジックテープ状の金属製耐熱ファスナーを埋め込み、一体焼結・製造する技術です（図）。この特許が実用化されることにより、補修が短時間で確実にできること、さらに、ファスナー結合部を利用した水および空気冷却、ファスナー部（バネ機能）による防振・防音効果などが期待できます。また、耐熱、耐腐食などの優れた特色を生かすことにより、廃棄物焼却炉の壁材やガスタービン発電プラント用排気ノズルの耐熱材など、環境・エネルギー分野への応用も可能です。

これまでに、サンプル片の試作やデータの取得などを行ってきましたが、実用化にあたっては、材料の耐熱性やファスナー装着の確実性、傾斜機能材料の遮熱性および安定性の確認と性能向上が必要となります。

当研究所は、この特許の製品化を目指す事業として「脱着可能なファスナー付耐熱装着体」の試作研究を提案し、科学技術振興事業団の独創的研究成果共同育成事業課題に採択されました。今後は、長崎菱電テクニカ株式会社が主担当企業となって当研究所の成果を導入し、製品化のための試作研究を行う予定です。

### お問い合わせ先

宇宙システム研究センター  
中谷 輝臣  
nakaya@nal.go.jp  
岡本 修  
okamoto@nal.go.jp

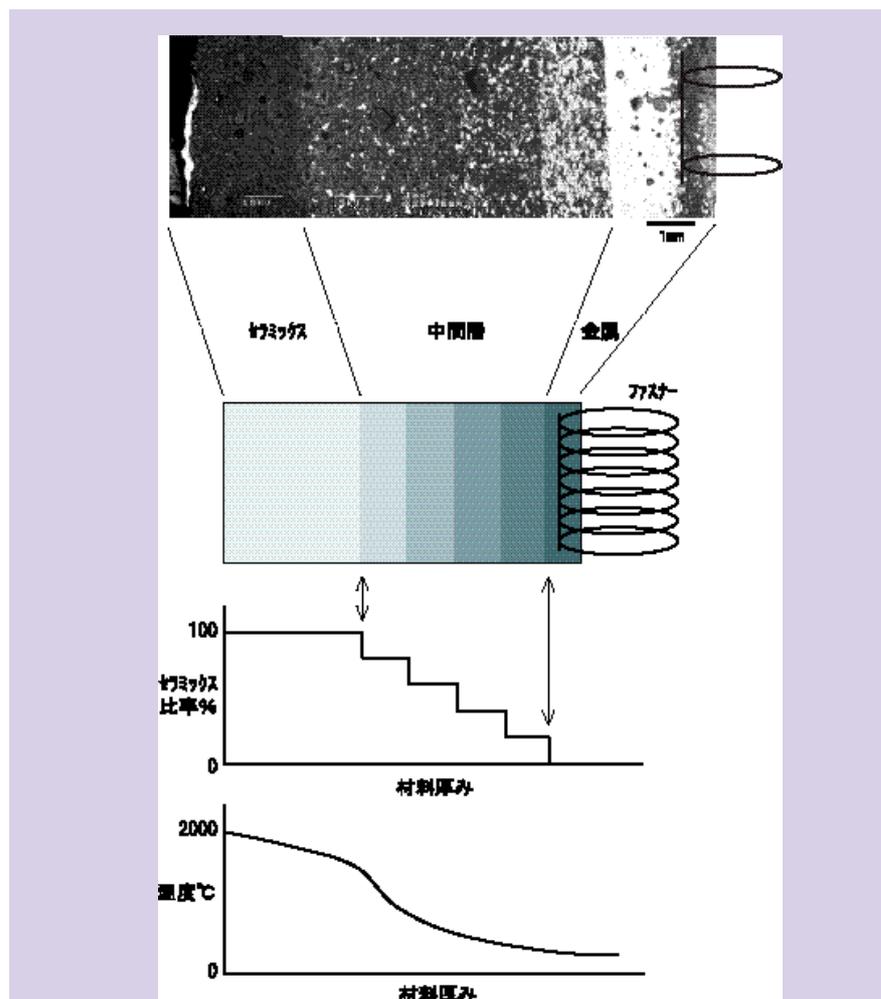


図 耐熱機能材と耐熱ファスナーとを一体焼結法で製造した試作品断面の電子顕微鏡写真と断面模式図

# NAL-ONERA-DLR公式トップ会談

平成13年6月22日（金）、当研究所（NAL）とフランス国立航空宇宙技術研究所（ONERA）、ドイツ航空宇宙センター（DLR）はフランスパリ郊外のル・ブルジェ空港において、各機関の代表が出席し研究協力推進のための会談を行いました。3機関はこれまでに、NAL-ONERA、NAL-DLR、ONERA-DLR間での研究協力を進めてきましたが、3機関が一堂に会しての公式会談は今回が初めてです。

会談では、独立行政法人化したNALの現状とその意義について、戸田理事長より説明があり、引き続き担当者からNALがONERA、DLRと進めている共同研究の各項目について進捗状況の説明がありました。共同研究の中でも、特に顕著な成果が得られた研究課題については、

ONERAおよびDLRの研究総括責任者から研究発表も行われました。また、今後3機関での共同研究課題として、「空力弾性問題」「液体ロケット推進系」「高エンタルピ熱空力」などを中心に進めていくことで基本合意するとともに、航空安全/環境技術についても、次回までに具体的な研究協力項目を模索することで一致しました。さらに、NAL-ONERA間の新たな共同研究として「宇宙暴露材料解析と宇宙環境モデリングおよび宇宙システム危険度予測」を推進することとなりました。

次回は2002年4月頃を目途に日本で開催することとなりました。

業務部 寺田博之  
terada@nal.go.jp



懇談する戸田理事長（左端）

## 開催報告

# 航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2001



講演するケルナー教授

去る6月20日～22日の3日間、今回が19回目となる当研究所主催の航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2001が開催されました。今回の目玉はベレス博士によるNASA グレン研究所におけるCFD研究の概要、およびケルナー教授によるドイツ航空宇宙センターブラウンシュバイクでのCFD研究に関する特別講演でした。加えて、特別企画として当研究所におけるCFD研究の重点施策の一つであるCFD信頼性向上に関するセッションと座談会、また当研究所が中期計画の中で特に期待を寄せ

ている汎用並列計算ソフトUPACSの開発状況に関する報告などが行われました。そのほか、極超音速域での空力加熱計算、ONERA-M5の対応計算ワークショップにも多くの研究者が集まりました。産学官から約300名の参加者があり、好評のなか活発な議論、討論が行われました。次回の開催に向けて、みなさまのご協力、ご支援をお願いいたします。

航空宇宙数値シミュレーション技術  
シンポジウム運営委員会

# 空の日・宇宙の日」イベントのお知らせ

## 絵画コンクール

「宇宙へ飛び出せ！未来の飛行機」というテーマで描いた作品を募集します。

対象 : 4歳以上の幼児および小学生

締切 : 平成13年8月16日(木)必着

応募方法 : B4サイズの用紙に絵を描き、裏面に郵便番号、住所、氏名(ふりがな)、電話番号、学校名、学年を記入のうえ、お送りください。出品は1人1点とさせていただきます。

表彰 : 厳正な審査のもと賞を選定し、賞状および副賞を贈呈します。なお、応募者全員に参加賞を呈します。

## 工作教室

飛行機が飛ぶ原理を学びながら、ものづくりの楽しさを体験しよう。

日時 : 平成13年9月16日(日)10:00~13:00

会場 : 航空宇宙技術研究所 本所講堂

対象 : 小学生

定員 : 60名(先着順)

応募方法 : 往復ハガキに、郵便番号、住所、氏名(ふりがな)、電話番号、学校名、学年を記入のうえ、お送りください。

### 申込み・問い合わせ先

〒182-8522東京都調布市深大寺東町7-44-1

航空宇宙技術研究所広報室

「空の日・宇宙の日」イベント係

TEL0422-40-3960 FAX0422-40-3281

## 展示室公開

当日は展示室を一般公開します。

日時 : 平成13年9月16日(日)10:00~14:00

会場 : 航空宇宙技術研究所 本所展示室

## 一般公開

角田宇宙推進技術研究所では、研究施設の一般公開を行います。

日時 : 平成13年9月8日(土)10:00~15:30

会場 : 角田宇宙推進技術研究所

### 問い合わせ先

〒981-1525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所

TEL0224-68-3111 FAX0224-68-2860

## 展示室紹介③

### 成層圏プラットフォーム飛行船システム

文部科学省と総務省の共同事業として、成層圏プラットフォームの実現に向けたプロジェクトが進められています。成層圏プラットフォーム飛行船システムが実現することにより、地球環境保全のための観測や監視、通信・放送等の情報通信の拠点として利用することができます。

航空宇宙技術研究所では、地上20kmという成層圏で滞空が可能な飛行船システムの技術開発を進めています。その技術開発の一環として、2003年から「成層圏滞空飛行試験」および「定点滞空飛行試験」を行い、飛行船システムの実現に必要な技術を確認します。



航空宇宙技術研究所 展示室

開館時間

平日10:00~17:00

(土日祝祭日は除く)



発行日 平成13年7月20日(毎月1回発行) No.508

発行所 独立行政法人 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

◎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、広報室にご連絡ください。

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。

電話 : 0422(40)3958 FAX : 0422(40)3281

NALホームページ : <http://www.nal.go.jp/> Eメール : [WWWadmin@nal.go.jp](mailto:WWWadmin@nal.go.jp)