

# なる

# NAL 1

No.502  
JANUARY 2001

【新年のごあいさつ】

【寄稿】航空技術の今日的課題

【TOPICS】

- ・高速飛行実証機航法装置の開発
- ・物体表面温度測定技術の開発

【PROJECT】

- SST- ロケット実験機構造強度試験
- SPF- 成層圏プラットフォーム用プロペラ風洞試験



多目的航空公園上空を飛行するNAL-α (写真提供：十勝毎日新聞社)

# 新年のごあいさつ

新年明けましておめでとうございます。新しい年、新しい世紀の初めに当たり、謹んで新年のご挨拶を申し上げます。

本年は、当研究所にとりまして極めて大きな意味を持つ年になるかと考えております。

早いもので、我が国の航空再開に伴い、昭和30年7月に当研究所が設置されて以来45年余の年月が過ぎようとしています。この間、我が国の航空宇宙技術はめざましい発展をとり、当研究所も航空宇宙技術に関する我が国唯一の国立試験研究機関としての責務を全うして参りました。これも一重に関連各方面の皆様と諸先輩のご努力、ご尽力によるものであり、ここにこれまでのご指導、ご協力に対して深甚なる感謝の意を表する次第であります。これからも何卒宜しくお願い申し上げます。

さて、この様にして培われた実績・基盤の上に立って、当研究所は本年4月より独立行政法人航空宇宙技術研究所として新たな出発を迎えることとなります。これはご案内のように政府・行政機関で進められております行政改革の一環として、行政組織の減量・効率化・政策立案と政策実施の分離、事前関与・統制の廃止/事後評価の強化、業務の公共性/透明性/自主性の確保を目指して行われるものです。本組織変更によりまして、当研究所に求められる役割・機能も従前のものとは当然変わって参ります。これまでの国立試験研究機関としての役割に加えて、いわゆる「中期目標」に示された具体的技術目標の確実な達成に向けた、自主的・効率的な研究開発活動の実施が強く望まれているところであります。

研究開発活動の方針としては不易流行の実践を心がけ、航空宇宙科学技術に関する先端的基礎研究と基盤的研究開発をバランス良く実施していく所存です。基盤的研究開発としては「次世代超音速機技術」、「成層圏プラットフォーム飛行船システム」、「再使用型宇宙輸送システム」に関する研究開発を3つの大きな柱と



所長 戸田 勸

して、宇宙開発事業団 (NASDA)、宇宙科学研究所 (ISAS) との宇宙三機関連携による融合プロジェクト、設備、人的資源、研究成果を社会に供するための風洞、CFD、先進複合材の技術開発センターの設置・強化等を進めて行くこととしております。ここ数年に限ってみましても、次世代超音速機関連で2種類、飛行船関連で2種類、さらには再使用型宇宙輸送システム関連の飛行実証実験を計画しています。新たな世紀を迎えて、「科学技術立国」を標榜する我が国にとりまして、先端技術開発の先導性、技術波及効果という観点はもとより、実利用の見地からも、航空宇宙分野に対する期待は益々高まってきております。その意味で新たな世紀に向けて、独立行政法人航空宇宙技術研究所の担うべき役割は極めて大きいものと認識しております。

従前の進め方、慣例に拘泥することなく、研究所としての、また各個人としてのアカウンタビリティはどこにあるのかということを常に念頭に置きつつ、積極的に且つ粛々とこの環境の変化に対処して行くことが肝要であろうかと考えております。

皆様方のご理解と一層のご支援、ご協力をお願い申し上げます。

## 航空技術の今日的課題

遠藤 浩



私が航空宇宙技術研究所に入所した頃には、我が国の航空界には戦後の空白を埋め、世界の空に飛び立とうとする熱気がみなぎっていました。私がこのたび科学技術研究功労者として受賞の栄に浴すことができたのも、たまたまこの好機に巡り合わせ、非力ながらも気力を充実させて研究できたからにほかなりません。

しかし、航空機の生産が一部の国々に独占され、当時我々が抱いていた航空立国の夢がまだ実現していない現状では、私は素直にその幸運を喜べません。

一方、航空輸送量が膨大になった今日の世界では、航空の重要課題は機体技術だけにとどまりません。一例として、航空交通管制の問題が挙げられます。空港・空域の混雑が我が国周辺地域の航空交通の発展の妨げになるおそれが、現実にあります。

従来は陸地上空はおろかレーダの監視が及ばない

大洋上を飛行する航空機までが、地上にいる管制官の絶対的なコントロールを受けて飛んでいました。しかし、旧態依然たる管制方式が現代の航空機の性能や、増大する航空交通の需要に追いつかないことが世界共通の問題になってきています。それを解決するため、先進諸国ではパイロットが自主的判断によって最適な飛行高度、経路、および速度を選択して飛び、いわゆる「フリーフライト」を実現しようと努力しています。このような自立した航法のためには、現在の管制方式を高度化した衛星通信/航法/探査や機上搭載の衝突防止装置などと調和させる必要があります。

現実社会に起こる問題を解決しようとするとき、研究者は従来の縦割り思考から抜け出す必要があります。国立研究所の独立行政法人化はその絶好の契機ではないでしょうか。



大型低速風洞測定部（昭和41年度）

### 著者紹介

遠藤 浩 氏

元航空宇宙技術研究所科学研究官。大型低速風洞の建設と試験技術に関する研究開発に尽力し、我が国の垂直/短距離離着陸実験機の開発に貢献したことが評価され、このたび平成12年秋の叙勲において勲三等瑞宝章を受章されました。



短距離離着陸機「飛鳥」模型の風洞試験



## 高速飛行実証機航法装置の開発

～宇宙往還機の実現へ向けての基礎技術を検証～

当研究所と宇宙開発事業団では、宇宙往還機実現のための技術実証機として、平成14年度の飛行を目指して高速飛行実証機（フェーズ1、フェーズ2）を開発中です。フェーズ1は、キリバス共和国のクリスマス島において、宇宙往還機の最終飛行フェーズ（エネルギー調整フェーズと呼ばれる滑走路への進入位置と速度を調整する部分から着陸する部分まで）の誘導制御システムの検証を行います。フェーズ2では、スウェーデンのキルナにおいて、高層バルーンから実証機を落下させ、遷音速空力特性（マッハ1～2の速度領域において、機体が空気から受ける力）の推定を行います。

どちらの実験でも実証機を精度よく誘導しなければならぬため、機体の位置や速度を精密に計測する必要があります。そこで宇宙開発事業団と共同で、統合慣性センサとレーザ航法センサの2つの航法装置を新たに開発しました（写真1および2）。統合慣性センサはカーナビでおなじみのGPS（全世界測位システム）とジャイロ、加速度計を複合させたもので、宇宙往還機のように激しい運動を行う機体でも精度1mで機体の位置を計測することができます。これは、GPS信号のうちカーナビ

などでは使用しない搬送波位相という信号を利用して精度を上げることを試みた、世界でも例のない搬送波位相DGPS/INS複合航法方式を採用しています。一方、レーザ航法センサは着陸の最終段階での機体の高度を精密に計測するためのセンサで、精度は20cmです。航空機では従来、電波高度計が用いられていましたが、より高精度な計測を目指してレーザを採用しました。

今回開発した航法装置はどちらも、世界的に最先端の技術を採用したものです。そのため、実際の飛行環境でどのように動作するか検証する必要があります。当研究所の多目的実証実験機（MuPAL-α）に2つの航法装置を搭載し、北海道大樹町の多目的航空公園を利用して10月29日～11月3日と11月25日～12月8日の期間、さまざまな飛行条件のもとで実験が繰り返されました。今回得られたデータは地上試験では得られない貴重なもので、今後解析を進めて2つの航法装置の完成を目指します。

今回の飛行実験に参加された宇宙開発事業団をはじめ関係メーカー、大樹町の皆さまのご協力に感謝いたします。

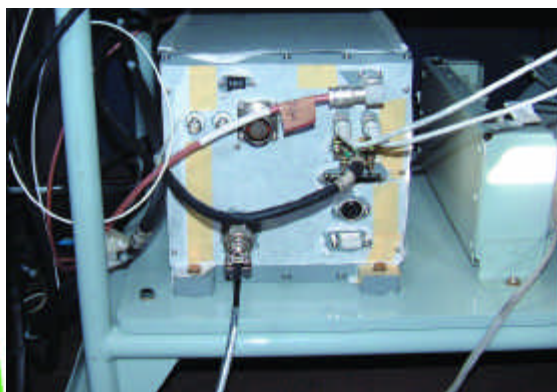


写真1 統合慣性センサ



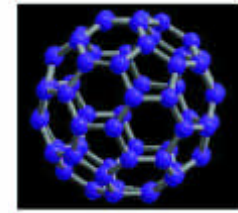
写真2 レーザ航法センサ



流体科学総合研究グループ  
天尾 豊  
amao@nal.go.jp

## 物体表面温度測定技術の開発

～ サッカーボール状分子フラレンを利用した新技術～



フラレンの構造

当研究所は、東京工業大学大学院生命理工学研究科との共同研究によって、サッカーボール状分子フラレンを利用して物体表面の温度を測定する技術を開発しました。

フラレンは非常に特徴のある構造を持つ化合物です。炭素原子60個から構成され、サッカーボールのような形状をしています。またフラレンには、紫外線や可視光を照射すると赤色の発光を示す性質があります。この発光は、温度が上昇すると暗くなり、温度が低下すると明るくなります。この性質に着目し、フラレンを利用して物体表面の温度測定を試みました。

まず、フラレンを塗布したサンプル基盤にキセノンランプによって光を照射し、その反射光を測定します(図1)。それを、サンプル基盤の温度を変化させながら繰り返します。温度-10℃時のフラレンの発光量を基準1.0としたときの発光量と温度の関係を図2(a)に示します。温度の上昇に伴い発光量が直線的に減少していることが解ります。この性質を利用して、物体の表面温度を測定するわけです。図2(b)は、発光量の強さと温度の関係を色調変化で表したものです。従来用いられていた温度計による測定では、物体表面の温度は点の情報で

しか得られませんでした。今回の温度測定技術を確立したことにより、風洞実験等で用いられる模型表面の複雑な温度分布を、面情報として測定することが可能になりました。

これまでに、東京工業大学大学院生命理工学研究科との共同研究によって、フラレンを利用して物体表面の圧力変化を測定する技術を開発しております。今回開発した温度測定法により、圧力変化の測定をあわせて2つの測定法を同時に行う技術の可能性に道を開いたと考えています。

MOSAICプロジェクトホームページ:

<http://www.nal.go.jp/fluid/jpn/mosaic/index.html>

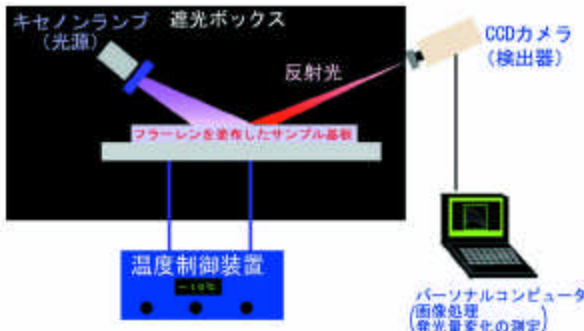
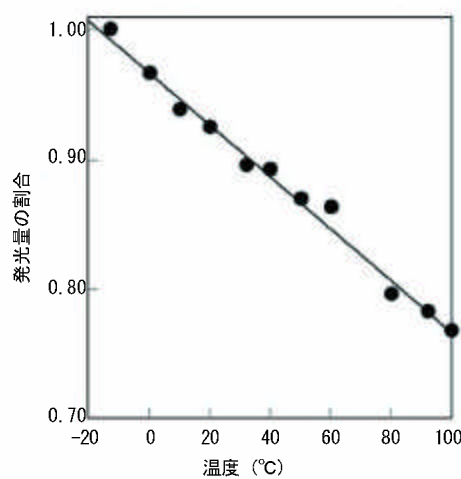
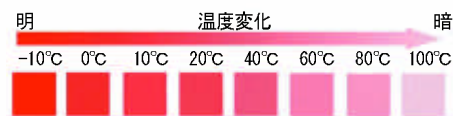


図1 測定装置の概要

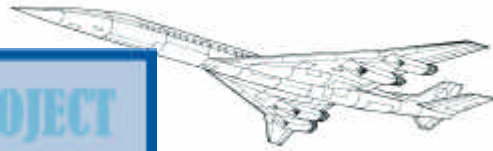


(a) 温度-10℃を基準としたときの発光量変化



(b) 温度と赤色発光量の換算マップ

図2 発光量と温度の関係



## ロケット実験機全機構造強度試験



次世代航空機プロジェクト推進センター  
阿部 一彦  
abe@nal.go.jp

小型超音速実験機(ロケット実験機)は、打ち上げから回収に至る一連の運用シーケンスの中で、様々な荷重を受けます。機体構造の設計においては、まず構造上標定となる複数の荷重ケースを基礎荷重として選定し、強度計算を行って構造がそれらに耐えるように材料や部材の板厚等を決めます。さらに実際に荷重を負荷し、機体各部の歪みと変位を計測して解析予測値と比較することにより、構造設計の妥当性を確認する必要があります。

ロケット実験機はフライト数が2回と少なく、疲労が問題とならないので、通常の寿命評価は実施していません。また実際に飛行実験に供する機体を使用するため、負荷する荷重を制限荷重の100%までとすることで試験を進めました。なお、その他の全機試験としては、フラッタ問題の検証のために地上振動試験も行う予定です。

本実験機の場合、3つの飛行フェーズ(打ち上げ、飛行実験、回収)の中で遭遇する荷重の中から代表的な3ケースを選定して試験を実施しています。それらを列挙すると、主翼上曲げ荷重最大ケース(+5G対称飛行)

行)、主翼下曲げ荷重最大ケース(-5G対称飛行)、回収荷重ケース(+15G着地)であり、その他に主翼捩り歪み計測較正試験があります。なお実験機の回収は一般の飛行機と異なり、脚を使用した水平着陸はせず、パラシュートを開傘して機体の姿勢を水平に保ちながら降下し、胴体前後2ヶ所のエアバッグを膨らませて着地するのが特徴です。

試験は富士重工業(株)宇都宮製作所において#2号機を供試体として行われ、機体に発生する荷重分布を模擬した試験荷重を油圧アクチュエータにより負荷しました。11月18日に主翼上曲げ荷重最大ケース(写真1)、22日に主翼下曲げ荷重最大ケース、23、24日に主翼捩り歪み計測較正試験、そして29日にNAL立ち会いで回収荷重ケース(写真2)を実施しました。

機体各部に貼付した歪みゲージの計測値は予測値と同レベルであり、試験終了後の外観検査も特に異常ありませんでした。これらの結果から実験機の構造設計は妥当であり、飛行実験において機体に作用する荷重に耐えることが確認されました。

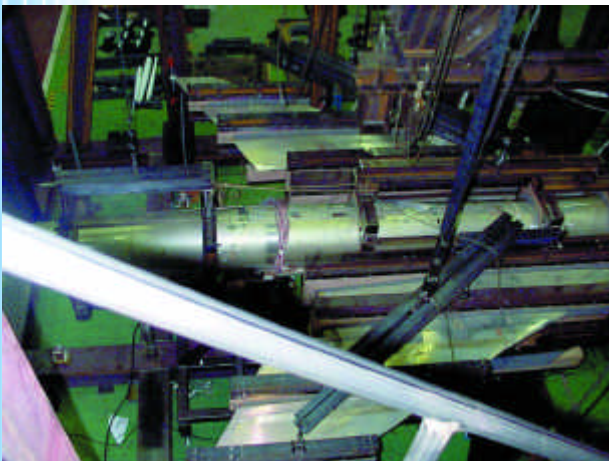


写真1 主翼上曲げ荷重最大ケース試験状況

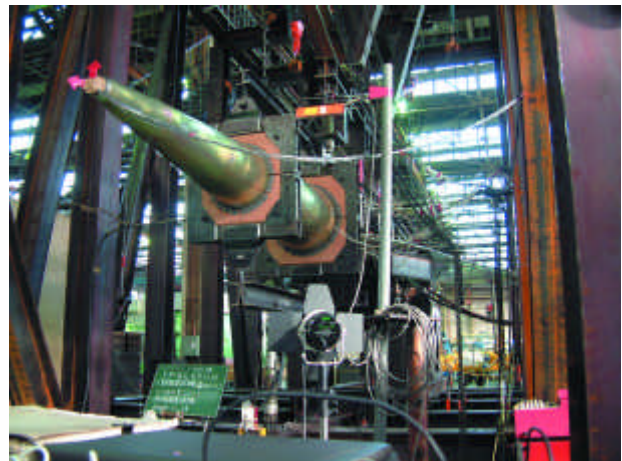
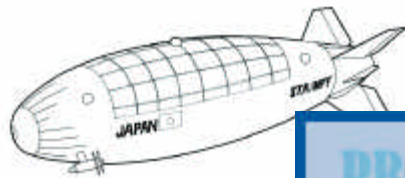


写真2 回収荷重ケース試験状況



PROJSPFOJECT

## 成層圏プラットフォーム用プロペラ風洞試験



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  
高橋 侷  
takahito@nal.go.jp

成層圏プラットフォームで使用する飛行船は、成層圏で風に逆らって一定の範囲に滞空することになっていますので、推進装置が必要になります。推進装置として、太陽電池と燃料電池で構成されるクリーンな電源装置からの電気を動力源とした電動機にプロペラを組み合わせたものを考えています。

電力消費量を少なくし、電源装置を小さくするためにはできるだけ効率の良いプロペラを設計しなければなりません。プロペラは、空気密度が小さく低温の環境である成層圏で使用されるので、飛行機用のものと異なった形状となり、当然異なった設計手法が必要となります。

成層圏で優れた空力特性を有し、高い推進効率を維持できることおよび超軽量構造であることをポイントにプロペラの設計を行いました。このようにして設計したプロペラが予定通りの効率を発揮することを確認し、この設計手法が有効であることを検証するために、想

定実機の縮尺模型を製作し、風洞試験を実施しました。

風洞試験は、当研究所大型低速風洞（断面6.5m × 5.5m）にて実施しました。製作したプロペラは直径2mのアルミ製で、当研究所所有のプロペラ天秤にハブおよびヨークを介して取り付けられました（写真1）。また、ブレードのピッチ角も25°～90°まで手動で変えることができます。写真2に、風洞内に取り付けられたプロペラの様子を示します。

プロペラの設計条件をもとに試験条件を決定し、プロペラ回転数、風洞風速、ブレードピッチ角、テイル角を種々変えてトルクや推力、振動特性等のデータを取得いたしました。

今後、風洞試験で得られたプロペラ効率や空力特性データを成層圏プラットフォーム用プロペラの設計に反映します。

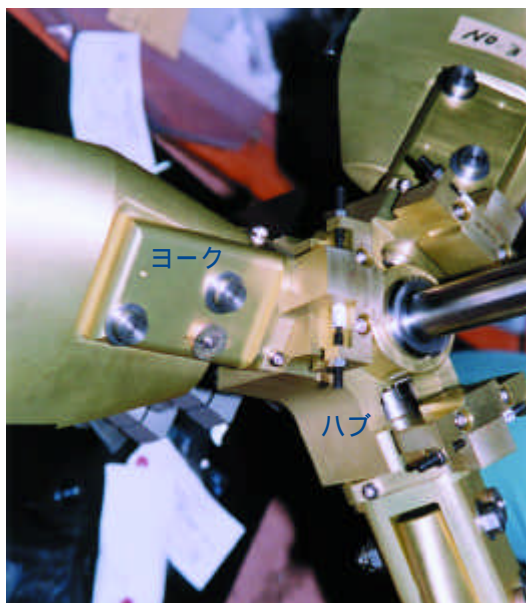


写真1 プロペラ取付状況（ハブ、ヨーク）



写真2 大型低速風洞におけるプロペラ風試風景

## お知らせ

## 先進複合材評価技術開発ワークショップ

今年4月の独立行政法人化を機に発足する「先進複合材評価技術開発センター」について、設立趣旨やその機能、目的、事業内容を御理解いただくため、標記ワークショップを下記の要領で開催いたします。

日時 : 2001年3月 21日(水)、22日(木) 10:00~  
場所 : 航空宇宙技術研究所 本所 および 調布飛行場分室

### 主な内容 :

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| 21日 本所講堂                 | 22日 調布飛行場分室研究総合C1号館大会議室 |
| ・産業界から当センターへの期待          | ・当センターの理念と目標            |
| ・アメリカにおける複合材データベースに関する講演 | ・当研究所における複合材研究の概要と今後の展望 |
| ・アメリカにおける複合材標準試験法の制定状況   | ・複合材データベース試用            |
| ・国内におけるCFRP試験法動向         | ・見学および装置仕様説明            |
| など                       | など                      |

問い合わせ先

構造研究部 松嶋正道 [acmws@nal.go.jp](mailto:acmws@nal.go.jp)

## SHORT CUT

## 開催報告

## 第38回公開研究発表会



平成12年11月21日(火)、当研究所において公開研究発表会を開催しました。来年度から独立行政法人に移行することを踏まえ、当研究所の目指す方向と、特に産業界との連携を図るべく設置する技術開発センターなどについて概要を紹介しました。また、(社)日本航空宇宙工業会の山田秀次郎氏による「航空機産業から見たNALへの期待」と題した特別講演を企画しました。講演では来聴者との活発な意見交換も行われ、大変有意義なものとなりました。ポスターセッションにおいても、多数の来聴者があり、最新の研究成果を発表する良い機会となりました。

企画室 小河 昭夫  
[oakio@nal.go.jp](mailto:oakio@nal.go.jp)

### 表紙説明 . . . . .

当研究所は、北海道広尾郡大樹町の多目的航空公園やその周辺において、多目的実証実験機による各種の飛行実験を行っています。公園には除雪装置が完備されているので、ほぼ一年中実験を行うことができます。またこの公園は、航空宇宙技術に関する実験などの他にスカイスポーツ施設としても利用されています。

当研究所は、中央省庁改革により平成13年1月6日から「文部科学省 航空宇宙技術研究所」となりました。

今後ともよろしくお願いたします。

なお、平成13年4月1日からは「独立行政法人 航空宇宙技術研究所」となります。