

たろる

NAL

No.505
April 2001



- 独立行政法人航空宇宙技術研究所がスタート
- NAL735ロケットモータ地上燃焼試験成功
- フライングテストベッドの飛行実験
- マトリックスクラックと漏洩
- 落下直前のミールの撮影に成功

4

独立行政法人航空宇宙技術研究所がスタート

ごあいさつ

当研究所は4月1日をもちまして、独立行政法人航空宇宙技術研究所として新たな船出をいたしました。これまでの国立試験研究機関としての役割に加え、今後は業務運営の目標（中期目標）の確実な達成に向けてより自主的、効率的な研究開発活動を進めて参ります。

当研究所は、昭和30年に設立以来、STOL実験機「飛鳥」の開発やH2ロケットエンジン開発分担などの研究開発プロジェクトの遂行など、数多く



の航空機やロケットの開発に携わって参りました。また、大型研究設備の整備とその設備に関わる試験技術の向上を図りながら、航空宇宙に関する重要技術開発と先導的基礎的研究を実施してきました。今後は自立的で開かれた独立行政法人として、社会の期待に応えた活動を展開するため、こうした実績を踏まえた上で技術基盤を活用しつつ、研究成果が広く社会に還元されるものとなるように努めて参ります。

航空宇宙分野における技術研究開発の中核を担う当研究所としましては、以下の活動を通じて研究成果を国民生活に反映できるよう、研究開発を確実に進めていきたいと考えております。

(1) 国家的プロジェクトの推進

科学技術基本計画、国家産業技術戦略などで示される我が国の研究開発の指針に基づき、当研究所の技術基盤を活用して国家的プロジェクトを推進します。航空分野では次世代

理事長

戸田 勸

超音速機技術の研究開発及び成層圏プラットフォーム飛行船の研究開発、また宇宙分野では宇宙輸送システムの研究開発及び宇宙3機関連携によるロケット信頼性向上等の研究開発がこれに相当します。

(2) 外部との連携強化

我が国の航空宇宙技術基盤を支え

る研究拠点として、産業界や学界などの関係機関との提携を強化します。当研究所が有する大型設備、人的資源、研究成果や特許などの技術基盤を一層有効に活用して頂きます。風洞試験技術、CFD技術、先進複合材評価技術等を中心として展開を図る計画です。

(3) 基礎的研究の推進

航空宇宙に係わる基礎的な知見を知的財産として拡充し、プロジェクト遂行の技術基盤とします。

これらの活動を効果的に行うため、次頁に示しますように、3つのプロジェクトセンターからなる技術実証部門、3つの技術開発センターからなる技術開発部門、5つの研究センターからなる技術研究部門および2つの研究センターからなる角田宇宙推進技術研究所に組織を再編成いたしました。理事会の経営の下で、これらの研究センター群の研究活動は企画経営室、総務部および業務部により支えられ

ます。そして、これらの活動が航空宇宙技術の発展に如何に寄与したかを経営判断の根幹としたいと考えております。また、夢を持って努力をしている若手研究者が一層活躍できる職場とするとともに、互いに切磋琢磨する競争的環境を醸成していきたいと考えております。

「科学技術創造立国」をめざす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から

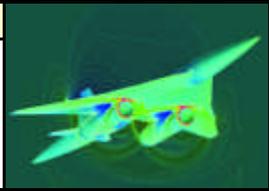
はもとより実利用の見地からも、航空宇宙技術分野に対する期待はますます高まっております。この中で当研究所の担うべき役割は極めて大きいものと認識しております。独立行政法人として、航空宇宙科学技術に関する先端的基礎研究と基盤的研究開発をバランス良く実施し、効率的な運営に努めていく所存です。皆様方のご理解と一層のご支援ご鞭撻を切にお願い申し上げます。

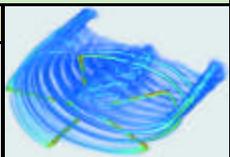
研究開発体制

独立行政法人としてスタートした当研究所は、航空宇宙技術に関する基礎的・基盤的研究を進めるとともに、外部の関係機関や産業界との連携を強化し、航空宇宙技術のさらなる発展を目指します。

技術実証部門	
次世代超音速機プロジェクト推進センター 次世代超音速機の実現に必要な先端的な技術の確立を目指し、2種類の小型超音速実験機の開発とその飛行実験を進める。	
成層圏プラットフォームプロジェクトセンター 成層圏に長期間滞空し、高度な通信・放送の中継や地球環境の観測を実現させる成層圏プラットフォーム飛行船システムの研究開発を進める。	
宇宙輸送システムプロジェクトセンター 使い切り型のロケットに替わる再使用型宇宙輸送システムの実現を目指し、飛行試験などにより開発に必要な技術の蓄積を図る。	

角田宇宙推進技術研究所	
宇宙輸送機に必要な宇宙推進エンジンの研究開発を行うとともに、試験設備の整備や技術情報の共有化を図り、開発に必要な技術蓄積を図る。	
ロケット推進研究センター	ラムジェット推進研究センター
	

技術開発部門	
風洞技術開発センター 当研究所に設置された風洞設備を管理し、風洞利用技術の標準化と試験技術の高度化を進める。	
CFD技術開発センター プログラムの標準化・高度化を図り、燃焼や飛行制御など多分野を統合するCFD技術の研究拠点をめざす。	
先進複合材評価技術センター 航空宇宙機の開発に不可欠な複合材料の信頼性を確保するため、評価技術の確立とデータベースの構築を進める。	

技術研究部門	
流体科学研究センター 風洞試験やCFD、飛行実験などにより、低速から極超音速域までの空力特性に関する基礎的・基盤的研究を進める。	
構造材料研究センター 航空機や宇宙用構造物の安全性・信頼性の向上を目指し、構造材料の疲労・破壊特性の研究などを進める。	
航空推進研究センター 高効率で作動し、公害が少ない航空用ガスタービンエンジンのシステムおよび要素技術の研究を進める。	
飛行システム研究センター 実験用航空機などの実証実験環境を構築し、飛行安全・環境適合技術および飛行実験・計測技術などの研究を進める。	
宇宙システム研究センター 人類の宇宙活動の推進を目指し、将来宇宙システムおよび宇宙環境安全、月・惑星利用技術の研究を進める。	

外部機関との連携、交流

当研究所は文部科学省宇宙科学研究所(ISAS)、宇宙開発事業団(NASDA)との宇宙3機関の連携により、信頼性向上技術およびエンジン中核研究開発に関する融合プロジェクトを進めています。また、共同研究や合同シンポジウムなどを通じて、国内外の様々な研究機関や大学、産業界との交流を進めています。

小型超音速実験機打上げ用NAL-735 ロケットモータ地上燃焼試験成功



燃焼試験後のロケットモータ

当研究所が宇宙科学研究所 (ISAS) と共同研究により開発した小型超音速実験機打上げ用NAL-735ロケットモータの地上燃焼試験が、平成13年3月7日(水)、宇宙科学研究所能代ロケット実験場で行われ、無事成功しました。

NAL-735モータは、宇宙科学研究所のラムダロケットST-735をベースにして設計変更により開発された、直径735mm、長さ8.12m、重さ4.71tonの固体ロケットです。変更されたポイントは次のとおりです。

最高到達速度を所定の速度に抑えるため、推進薬の形状を変更し、燃焼時間の後半で推力を下げた2段推力パターンとした。

ロケット実験機とモータを結合した状態で、推進力の軸が重心を通るように、約3度の傾きを持つ固定ノズルとした。

固定ノズルには、M-Vロケットのノズル破断事故を契機に3次元カーボン・カーボン材に変更した。

姿勢制御を4枚の空力フィンの舵面制御による方式とした。

ロケット実験機の取り付け部、安定翼取り付け部、点火モータなどを増強した。

このモータは、1年後にオーストラリアのウーメラ実験場で予定されている小型超音速実験機(ロケット実験機)の飛行実験に用いられるものです。この実験では、ロケット実験機をNAL-735モータで高度約20kmまで打ち上げ、マッハ数2の速

度に投入します。飛行実験は、超音速で滑空飛行させ、圧力分布などの各種データを計測し、新しい計算機設計法を実証します。

今回の燃焼試験は、大気圧の環境下で試験を実施することにより、燃焼特性や耐・断熱材の機能確認、制御部熱環境計測などの各種データを計測し、推進性能を確認することが目的です。試験準備のため2月後半からモータの搬入や計測機器の調整などを行い、3月5日(月)に報道関係者に公開しました。強風などの悪天候のため試験予定日の3月6日(火)を延期して、天候が回復した翌7日、午前10時30分に点火、約50秒の燃焼試験を行いました。

モータの着火や燃焼は正常に行われ、予定通りの燃焼特性を得ることができました。また、計測機器も良好に作動し、103点の計測データを取得できました。この結果、ロケット実験機の飛行実験に必要なモータの推進性能が設計通りであったことが確認され、新しい3次元カーボン・カーボンノズルの耐性も証明されました。今後は来年の実験に向けて各機器の最終調整を行う予定です。

最後になりましたが、本試験を主体的に進めていただいた宇宙科学研究所ならびに関係各位に感謝いたします。



地上燃焼試験

お問い合わせ先

次世代超音速機プロジェクトセンター
中安 英彦
nakayasu@nal.go.jp

= 月 着 陸 技 術 に 関 す る 研 究 =

フライングテストベッド (FTB) の飛行実験

今年の2月から3月にかけて、北海道大樹町多目的航空公園において、フライングテストベッド (FTB) を用いた飛行実験を行いました。FTBは将来我が国で実施する月面軟着陸のための研究に用いる重量約400Kgの無人実験機で、ジェットエンジンにより浮上します。エンジンからの高圧空気を使って姿勢制御を行いながら、高度600m程度から月着陸を模擬した着陸降下 (フリーフライト) を行い、制御方式やセンサ系の試験をすることを目指しています。

当研究所は宇宙開発事業団 (NASDA) や宇宙科学研究所 (ISAS) とともに昨年からのFTBの飛行実験を実施しており、今回はFTBの飛行運動に対する風の影響を評価するとともに、テレメータやGPSの無線系の機能確認を行いました。また、月面軟着陸を確実にを行うためには、岩石やクレータなどを回避して着陸する必要があり、障害物検知回避技術が重要になるため、ステレオカメラにより月面地形の認識を行うための基

礎データを取得しました。

写真1は飛行中のFTBと、FTBに下向きに取り付けられたステレオカメラです。適用高度の違いやカメラの種類の違いを評価するため、広角レンズを使ったもの、ズームレンズを使ったもの、工業用カメラを使ったものなど、合計3種類 (計8台) のカメラを用いています。

地上におかれたコンクリート製の模擬月面を用いてステレオ画像を取得し、地形検出精度の評価を行いました。

写真2はステレオカメラによるクレータ画像と地形検出結果です。クレータのくぼみがステレオ画像処理により検出されている様子が分かります。

今回の試験によりステレオ画像処理システム、ソフトウェアの基本的性質の把握と確認を行うことができました。今後はFTBの姿勢やカメラ間の時刻同期の影響など詳細な解析を行っていく予定です。



写真1 飛行中のFTB(上)と搭載ステレオカメラ(下)

お問い合わせ先

宇宙システム研究センター /
飛行システム総合研究グループ
月探査利用技術ワーキンググループ
佐々 修一
sasa@nal.go.jp

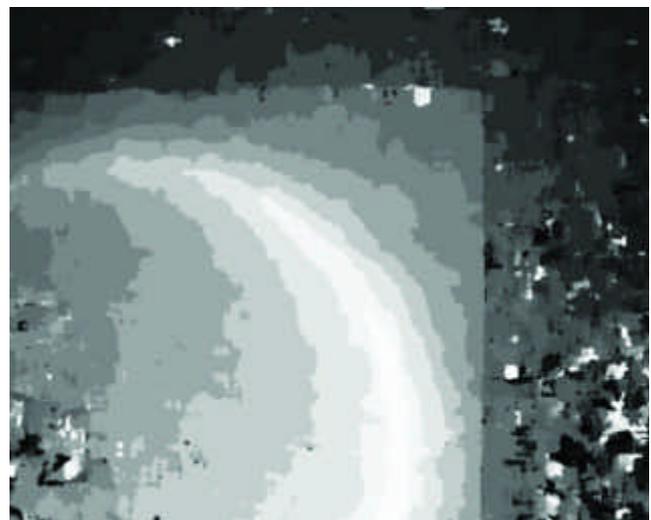


写真2 模擬月面(左)とステレオ方式高度解析結果(右)

= 再使用型宇宙輸送システム実現に向けて = マトリックスクラックと漏洩

取材協力
構造材料研究センター
熊澤 寿
kumazawa@nal.go.jp

マトリックスクラックが発生した複合材は、本当に使い物にならないのだろうか？

再使用型宇宙輸送システムを実現するためには、機体重量の軽減が1つの大きな鍵となっています。推進剤タンク(以下タンク)重量の軽減は、機体重量の軽減に大きく貢献するため、現在広く使われているアルミ合金ではなく、より軽くて強剛性の炭素繊維強化プラスチック(CFRP)をタンクの材料として使用することが考えられています。しかし、再使用型宇宙輸送システムの燃料に極低温液体水素を使用するため、タンクにマトリックスクラックが多数発生し、それらの亀裂が連なり、燃料が漏れてしまうおそれがあります(青枠内)。現時点では、極低温域において複合材にマトリックスクラックが発生しないと保証することは難しいため、NASAでも、「燃料漏れに一定の上限を定めて許容しよう」という考え方ができています。

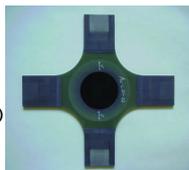
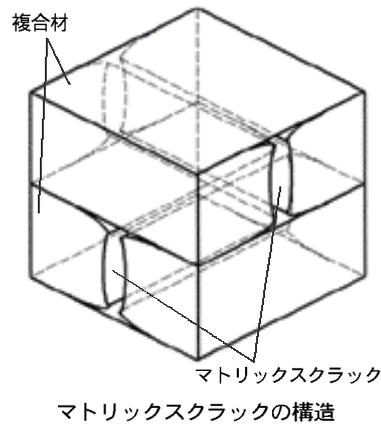


写真1 (0/0/90/90/90/90/0/0)の繊維角度で重ねたIM600/Q133 CFRP複合材

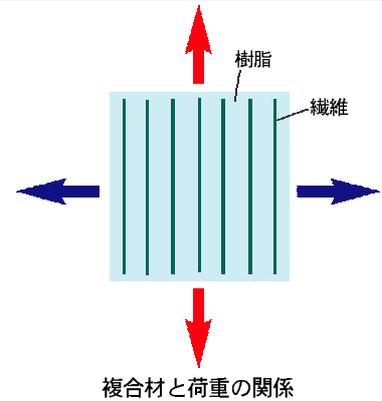
マトリックスクラックとは...?

金属などの材料に荷重が加わると、小さな亀裂が入ることがあります。この小さな亀裂のことをクラックと呼びます。

複合材は樹脂などのマトリックス(母材)をしみ込ませた繊維シートを重ねあわせ、高温高压下で固めることにより作られます。繊維に沿った方向の力(赤)には大変強いのですが、繊維と垂直な方向の力(青)には弱く、



マトリックスクラックの構造



繊維と繊維の間の樹脂が簡単に割れてしまいます。そこで、繊維に角度を持たせて重ねることにより、強度を高めめます。

複合材を冷やすと、繊維方向にはほとんど縮みませんが、垂直方向には大変よく縮みます。各層ごとに繊維と垂直な方向に縮もうとするので、小さな亀裂がいくつも発生することがあります。これらの亀裂を総称して、マトリックスクラックと呼びます。

とりあえず試験してみよう

この試験は、荷重の加え方によりマトリックスクラックがどう発生するか、その発生状態がどう燃料漏洩に影響するかを調べるために世界で初めて試みたものです。試験片(写真1)の両面にステンレスカップをとりつけ、一方のカップにヘリウムガス(GHe) もう一方のカップにヘリウム測定装置をつなぎ(図)、当研究所所有の2軸荷重試験装置を用いて荷重を加えることにより、常温下でのヘリウムガス漏洩を計測しました(写真2)。

荷重の値を何通りかに変化させて計測し、数値解析の値と比較したところ、非常に良い相関を示しました。今回の試験により、荷重が燃料漏洩率に顕著に影響していることがわかりました。

今後に気になる研究の一つです

この研究はまだ始まったばかりです。今回のような試験をよりの確に精度良く行うためには、2軸荷重試験装置の改修、極低温域において試験を行えるような設備の整備が不可欠です。今後は、色々な試験片による試験や極低温域での試験を行い、クラック発生時の対処法および極低温推進剤タンク技術の確立を目指したいと思っています。

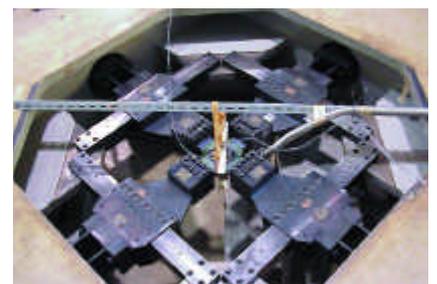


写真2 試験の様子

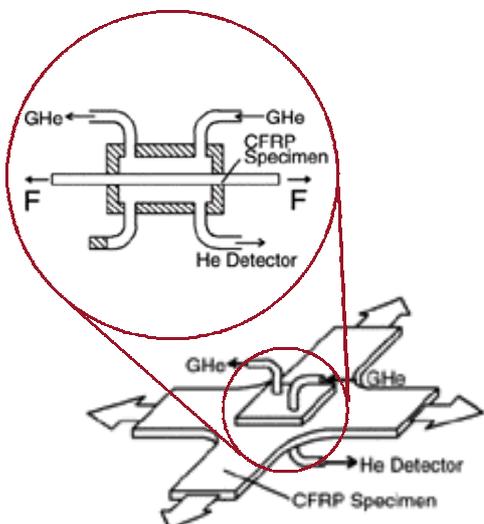


図 計測方法

落下直前のミールの撮影に成功！



平成13年3月23日(金)、ロシアの宇宙ステーション「ミール」は日本上空を通過した後、大気圏に突入り、燃え残った破片が南太平洋上に落下しました。日本への破片落下の被害はなく、ミール廃棄計画は無事終了しました。

当研究所では、昨年「ミール」の観測を行い、撮影した写真をホー

ムページで公開してきましたが、落下直前の23日午前6時46分、東京上空を通過する「ミール」の最期の姿を捉えることに成功しました。

撮影に成功した低軌道衛星追尾装置は、宇宙ステーションや大型スペースデブリの形状並びに姿勢運動の変化を観測するための高速追尾機能をもつ施設です。すでに国際宇宙ステーションの建設状況についても撮影に成功しており、今後も継続して画像を取得し、ホームページなどで公開していく予定です。

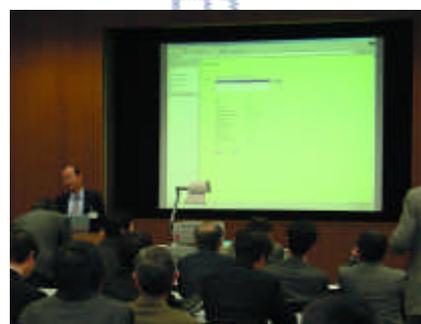
お問い合わせ先

宇宙システム研究センター
中島 厚
nakajima@nal.go.jp

= む せ る よ う な 熱 気 の 中 で = 先進複合材評価技術開発ワークショップ開催

3月21、22日の両日、先進複合材評価技術開発センター(略称:複合材センター)発足に向けて、「先進複合材評価技術開発ワークショップ」が開催されました。国外(米国)から3名、国内から9名の講師を招き、当研究所側の講演とあわせて14件の講演や複合材データベースのデモンストレーションおよび試用が行われました。21日は本所・事務棟(旧管理棟)講堂において行われ、227名の参加があり、午後は立ち見も出る盛況でした。22日は調布分室・研究総

合C1号館大会議室において行われ、141名の参加をいただきました。2日間で合計265名の参加があり、盛会のうちに終わることができました。参加者の内訳は表の通りです。ご協力、ご参加いただいた関係各位に深謝します。



お問い合わせ先

先進複合材評価技術開発センター
石川 隆司
isikawa@nal.go.jp

表 ワークショップ参加者内訳

大学等	75
企業等	150
官公庁等	14
当研究所(角田4含む)	24
その他	4
合計	265



= 来て、見て、触れて、NALの世界を感じよう =

展示室OPEN

展示室外観



小型自動着陸実験機（ALFLEX）

当研究所は昭和30年に設立されて以来、航空宇宙輸送システムの研究を進める一方で、大型試験設備の整備や試験技術の向上を図り、航空宇宙技術の開発に貢献してきました。このたび完成した展示室は、当研究所がこれまでに行ってきた研究活動や現在取り組んでいる研究プロジェクトを紹介しています。主な展示として、短距離離着陸実験機「飛鳥」や小型超音速実験機（ロケット実験機）の模型、平成6年に実施された小型自動着陸実験ALFLEXの実機などがあります。また、宇宙往還機による



飛行・操縦を模擬体験できる「スペース・ミッション・シミュレータ」やロケット実験機計画を立体映像で紹介する「3Dシアター」もありますので、難しいと思われがちな航空宇宙開発に関する技術研究を少しでも身近に感じていただきたいと思います。

この展示室は、月曜日から金曜日（祝祭日を除く）の午前10時から午後5時まで見学できますので、ぜひ一度ご覧下さい。



FJR710ターボファンエンジン



実験用航空機模型（写真はMuPAL-）



スペース・ミッション・シミュレータ



風洞実験模型



発行日 平成13年4月20日（毎月1回発行） No.505

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