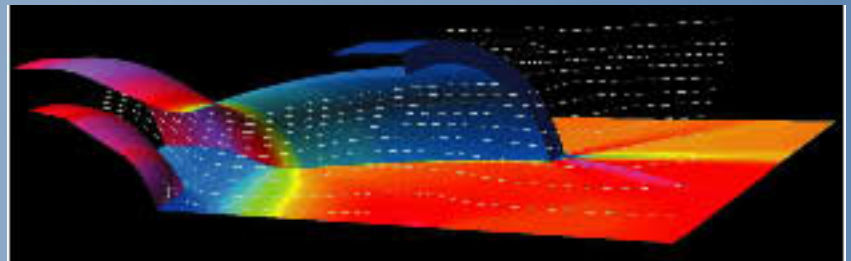


# なる

## NAL

No.512

NOVEMBER 2001



- ジェット実験機インテークの風洞試験を実施  
海上回収試験について
- 二硫化モリブデンの過酷条件下における  
トライボロジー特性に関する研究
- 共通基盤CFDソフトウェアUPACSの開発
- MOSAICプロジェクト SPACC2000年度技術賞を受賞
- 第6回磁力支持技術に関する国際シンポジウム
- 第3回成層圏プラットフォームワークショップの報告
- 平成13年度航空安全・環境適合技術に関する  
研究報告会および研究交流会開催される
- 平成13年度次世代超音速機技術  
研究開発成果報告会開催される
- ロボフェスタ神奈川2001開催報告

National Aerospace Laboratory of JAPAN

11

# ジェット実験機インテークの風洞試験を実施

当研究所では、ジェットエンジンを搭載した小型超音速実験機（ジェット実験機）の開発に今年から本格的に着手し、その基本設計を進めているところです。

ジェット実験機の開発においては超音速飛行を可能とする推進システムが開発課題のひとつです。この鍵を握るのがエンジンに空気を供給する空気取入口（インテーク）です（図）。超音速飛行時はインテークの性能が1%向上するとエンジン推力は2%増加します。ところが、超音速飛行時は衝撃波と呼ばれる圧力の波が発生して、インテークの性能損失を引き起こします。衝撃波による損失には、衝撃波自体による損失と衝撃波が流れを剥がしてしまうこと（「剥離」と言います）による損失の二つがあります。前者については、飛行速度に応じて通路形状を変化させることでその損失を小さくする可変形状インテークをジェット実験機では採用する予定です。剥離による損失の低減については、衝撃波によって剥離が生じる場所で流れを吸い

取ってしまう機構（「抽気機構」と言います）を組み込むこととしています。しかし、効果的な抽気機構形状の設計を簡単な解析で行うことは困難です。そのため、ジェット実験機のインテーク設計では当研究所で開発したCFD（Computational Fluid Dynamics：計算流体力学）解析ツールを用いて、抽気機構形状の変化が性能に与える影響を詳細に調べ、その結果に基づいてジェット実験機のインテーク設計を進めています。

今回の風洞試験は、設計に用いてきたCFD解析ツールの検証と抽気機構形状等の設計データ取得を目的として、当研究所の超音速風洞で行いました。写真1は風洞に搭載されたインテーク模型です。ジェット実験機インテークの第1次設計形状模型で、実機の約20%スケールとなっています。この模型にはエンジンの作動状態を模擬する装置も組み込まれています。試験ではインテーク出口部（エンジン入口部）での詳細な圧力計測を行い、インテークの性能データを取得しました。写真2は風洞



写真1 ジェット実験機第1次設計形状インテーク模型

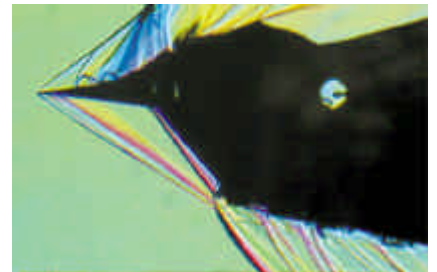


写真2 風洞実験での衝撃波可視化画像

試験中に観察したインテーク周りの衝撃波可視化画像の一例です。試験結果はほぼCFD解析ツールで予測した値と一致し、本解析ツールの妥当性が確認されました。また、抽気機構形状などに関する設計データも併せて取得し、特に抽気機構については性能向上に効果的な形状を確認することができました。

今回の風洞試験結果およびCFD解析結果に基づいて改良した第2次設計形状インテークの性能取得試験を来年1月から当研究所の超音速風洞と遷音速風洞で行う予定です。

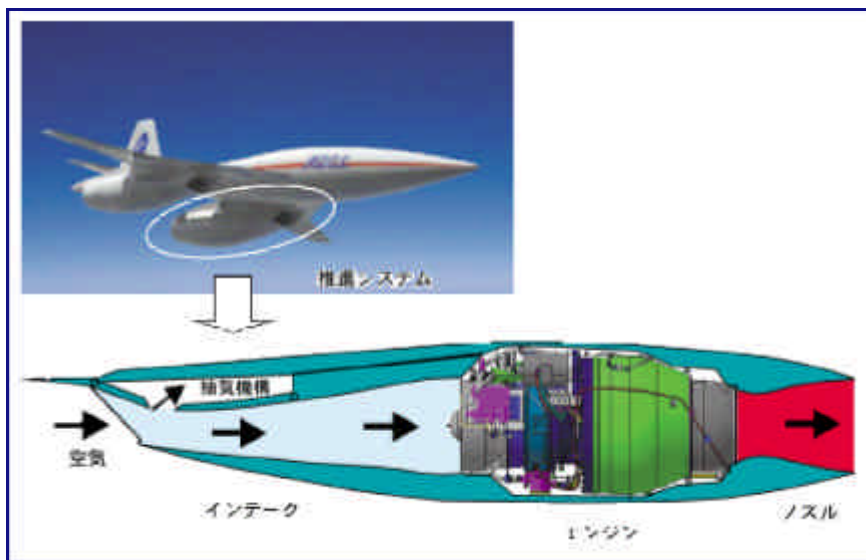


図 ジェット実験機推進システム模式図



次世代超音速機プロジェクトセンター  
村上 哲

murakami@nal.go.jp

## 海上回収試験について

成層圏滞空飛行試験機は、大気中の炭酸ガス濃度を測定しながら、特定の高度で大気をボトルに詰めて、15,000mまで上昇する任務を与えられています。上昇後は、機体内のヘリウムを抜いて海上に落下させ、機体とボトルを回収します。この任務の他に、対流圏の強い風に吹かれたときの機体の動きと強度や、ヘリウムの圧力・温度の変化についてもデータを集める予定です。

この度、茨城県の日立港で行った海上回収試験は成層圏滞空飛行試験機に先立ち、落ちてきた機体からどのようにボトルや計測機器を取り出して持ち帰るか、そのためにはどのように機体に機器を取り付ければ良いのか、また、機体をどのように船まであげるのか、そのためには機体にどのような仕掛けをすれば安全に早く引き上げられるのか等を検討するために行った試験です。

使用した飛行船は、昨年の9月に日立港での垂直放船試験に使った43mの長さを持った機体です(なるNo.499参照)。この機体を船に積ん

で出港し(写真1)、海上にて機体を導爆薬で引き裂いてヘリウムを放出しました(写真2:銀色の膜は、ヘリウムが入っていた膜材です)。そして海面に浮いた機体から、ボトルや機器を入れる箱を想定した模擬ミッションの取り外しを行いました。今回の試験では、模擬ミッションの取り外しや機体の回収はうまくいきましたが、水に濡れた機体は重くて船に上げるのに苦労しました。

今回の試験の教訓から、ボトルや機器のある場所がすぐわかるように機体に印を付けたり、クレーンを使って引き上げる方法などを検討して、実際の海上回収に生かし、飛行試験を成功させたいと思っています。



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



写真1



写真2

# 二硫化モリブデンの過酷条件下における トライボロジー特性に関する研究

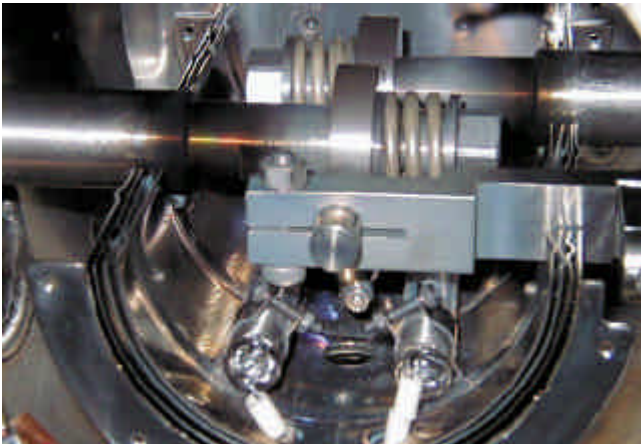


写真 高温真空摩擦試験

機械の可動部を確実に長期間にわたって動作させるためには、接触して動く部分を潤滑する必要がありますが、宇宙の真空環境では油は蒸発してしまうため、通常の潤滑油が使用できません。このため宇宙では、潤滑性をもつ固体で潤滑する方法（固体潤滑）が広く採用されています。宇宙用として最も多用されている固体潤滑剤は二硫化モリブデン（ $\text{MoS}_2$ ）で、真空中で優れた特性を示しますが、大気中では寿命が大幅に低下するなど、その性能が雰囲気によって大きく依存するという問題があります。宇宙機器が曝される環境は、地上試験時の大気、宇宙空間の真空、大気圏突入時の高温など多様で、可動部の高信頼性化、長寿命化を達成するためには、種々の雰囲気における $\text{MoS}_2$ の潤滑性能を把握しておくことが必要です。そこで種々の雰囲気における $\text{MoS}_2$ の潤滑特性を摩擦試験により評価するとともに、長寿命のメカニズムを検討しました。

雰囲気ガスの種類、圧力を変化させて $\text{MoS}_2$ 膜の寿命を調べた結果を図に示します。試験片は、ステンレス鋼製の円板上に厚さ $1\mu\text{m}$ の $\text{MoS}_2$ 膜を付着させたもので、ステンレス鋼製のボールで摩擦させました。大気

酸化雰囲気では圧力 $1\sim 100\text{ Pa}$ で寿命が最も長くなるという新たな実験結果が得られました。この理由はまだよく分かっていませんが、ごく微量の酸素または酸化物が存在すると、円板から摩耗した $\text{MoS}_2$ が相手ボール表面に強く付着し、この移着した $\text{MoS}_2$ が良好な潤滑膜として作用するためではないかと推定しています。

過酷な条件下では $\text{MoS}_2$ 膜の摩耗が急速に進むため、長寿命を達成するためには常に潤滑剤を摩擦面に供給してやる必要があります。潤滑剤を供給する有望な方法の一つに上述した移着現象を積極的に利用した移着膜潤滑があります。写真は、真空中、 $750$  で移着膜潤滑の有効性を調べた際の試験部の外観です。手前の円板の外周部に $\text{MoS}_2$ を含む複合材ピンを摩擦させ

圧（圧力  $105\text{ Pa}$ ）では、窒素ガス中に比べて酸素中や空気中では寿命がかなり短く、 $\text{MoS}_2$ にとって酸化雰囲気は過酷な環境であることがわかります。しかし、圧力を下げると、逆に水分、酸素などを含む

$\text{MoS}_2$ の移着膜を生成し、その後、2つの円板を接触させて摩擦しました。その結果、移着膜がない場合は短時間で過大な摩耗が発生したのに対し、 $\text{MoS}_2$ の移着膜で潤滑すると24時間摩擦させてもほとんど摩耗しないという結果が得られました。移着膜潤滑は、再使用宇宙機の潤滑法として使用できる可能性があり、今後さらに実験を進め、実用へ向けた潤滑システムの検討、移着膜潤滑のメカニズム解明を進める予定です。

トライボロジー：摩擦・摩耗・潤滑に関する総合的・学際的な科学技術分野



宇宙システム研究センター  
鈴木 峰男  
suzukim@nal.go.jp

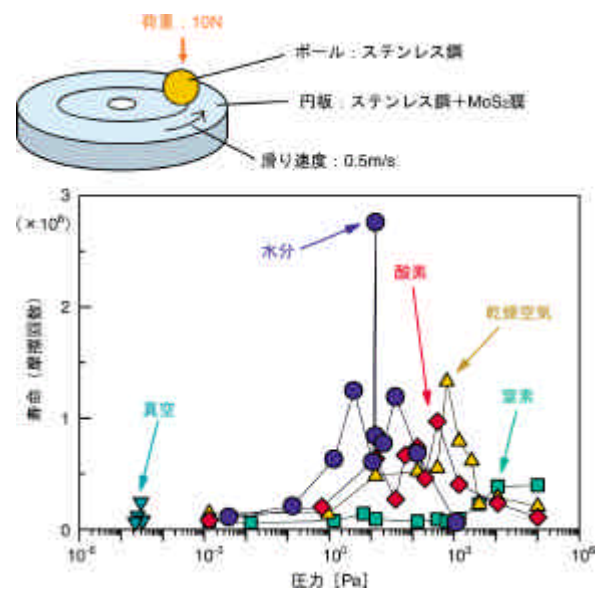


図  $\text{MoS}_2$ 膜の寿命に及ぼす雰囲気の影響（上は摩擦試験の概要）

= 航空宇宙分野の汎用的なCFDソフトウェアを目指して =

## 共通基盤CFDソフトウェアUPACSの開発

### 共通基盤CFDソフトウェアUPACS

当研究所では、航空宇宙分野における航空機や宇宙機の開発において重要な技術である数値シミュレーション、特にCFD（数値流体力学）の技術開発を行っています。CFDにより航空機の機体周りやジェットエンジン内部などの空気の流れの状態を計算することができますが、今後は、機体構造の変形や振動、高温ガスにさらされるエンジン内部の冷却を考慮した解析や、化学反応を伴う燃焼ガスの流れなどの解析を行えるようにしていく必要があります。そのような複雑な解析を汎用的に実現するための基盤ソフトウェアとしてUPACS（Unified Platform for Aerospace Computational Simulation）の開発を1998年から行っています（なるNo.495参照）。

### UPACSの開発および公開

UPACSの開発では、これまでの当研究所におけるCFDソフトウェア開発の経験をもとに、機能ごとのモジュール化をうまく行うことで、複

数の研究者による共同開発を可能にし、複雑な解析への拡張も比較的容易に対応できるような設計を行ってきました。その成果として、2000年10月に、複雑な形状に対する気流の様子を並列計算機で解析できるCFDプログラムをUPACS ver1.0として公開しました。

ver1.0では、全機体周りの気流などを詳細に求めることができます。さらに、エンジン内部の回転翼列（図1）や超音速実験機（図2）まわりの流れの解析等も行えるよう改良を加えて、2001年6月には ver1.1を公開しました。

### さらなる進展を目指して

ver1.1では航空機の周りなどの気流を計算することができますが、そこで用いている流体運動のモデルやプログラムの信頼性を高めるためには、多くの流れ場について実験結果との比較などによる検証を進めていく必要があります。さらに今後は、航空機機体設計やジェットエンジンの設計で重要な技術である、構造解

析や伝熱解析との連成計算、また、燃焼ガスなど化学反応を含む流れの計算等にも対応できるようにプログラム開発を進め、航空宇宙分野の汎用的CFDソフトウェアとして求められる機能を充実させていく予定です。

UPACSに関する詳しい情報については、ホームページ  
<http://www.nal.go.jp/cfd/jpn/upacs/index0.html>  
をご覧ください。



CFD技術開発センター  
山本 一臣  
kazuomi@nal.go.jp

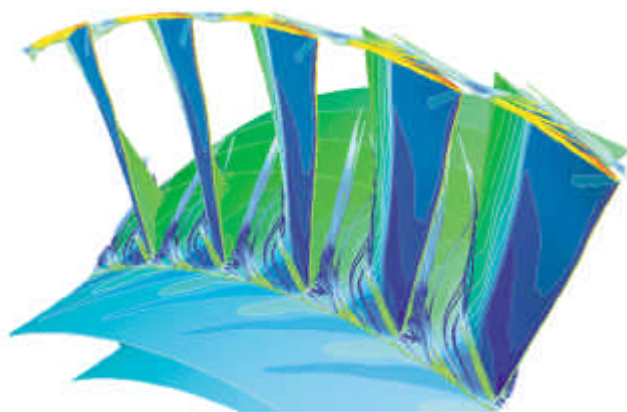


図1 UPACS ver1.1による解析結果  
ジェットエンジン内部の圧縮機回転翼周りの流れ

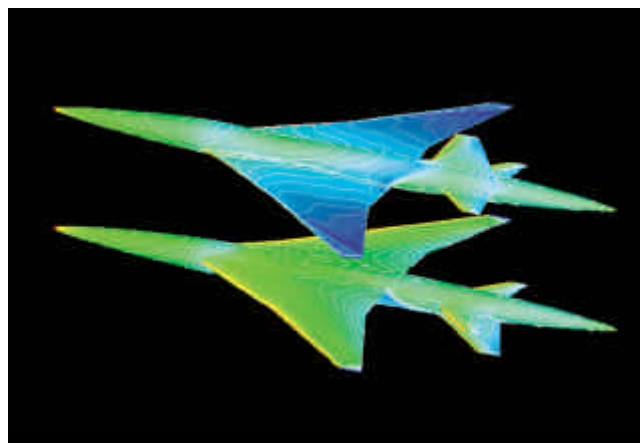


図2 UPACS ver1.1による解析結果  
超音速実験機表面の圧力分布



# MOSAICプロジェクト

## SPACC2000年度技術賞を受賞

当研究所が中核機関として推進している知的基盤プロジェクト「機能性分子による熱流体センシング技術の研究開発（MOSAICプロジェクト）」に対し、基礎錯体研究工学会（SPACC）から2000年度の技術賞が贈られました。この賞は、錯体化学の発展に貢献した新技術の開発に対して贈られるもので、今回の受賞では、分子熱流体センサとしての金属錯体の利用に新しい可能性を開いた点が高く評価されました。授賞式は、10月18日に中国科学院（北京）で開催されたSPACC国際シンポジウムの席で行われ、プロジェクトを代表して、流体科学研究センター先端的計測グループリーダーの浅井が、記

念の盾を受け取りました（写真）。MOSAICプロジェクトは、機能性化合物の分子をナノスケールのセンサ素子として、物体上の圧力や温度を光学的に可視化する技術の開発を目指した研究プロジェクトで、4つの異なる分野の産官学12機関が参加しています。分子センサ技術は、今後、航空宇宙などの実用分野だけでなく、マイクロ流や超希薄流などの極限流体现象への適用、また、環境モニタや医療分野への展開が期待されています。今回の受賞を励みに、当研究所は、外部の機関と協力して、本技術のさらなる発展に向かって研究を推進する所存です。



写真 SPACC技術賞の記念盾

MOSAICプロジェクト ホームページ：

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

流体科学研究センター  
浅井 圭介  
asai@nal.go.jp

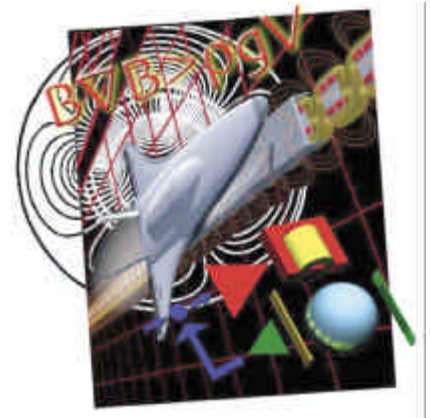
= 6th International Symposium on Magnetic Suspension Technology =

## 第6回磁力支持技術に関する国際シンポジウム

10月8日（月）～10月11日（木）の4日間、イタリアのトリノ市で、第6回磁力支持技術に関する国際シンポジウムがトリノ工科大学（Prof. G. Genta）主催、当研究所、米国国立高磁場研究所（High Magnetic Field Laboratory）、NASAラングレー研究センター支援のもとで開催されました。本シンポジウム当初NASAラングレー研究センターが中心で運営していましたが、第4回シンポジウムから上記3機関が協力して、米国、欧州、アジアの順で2年毎に開催し、シンポジウムの主催機関を各地域で選定しています。

初期は風洞用の磁力支持技術、宇宙ステーション内の機器の防振、姿勢制御への応用、宇宙往還機のランチャー応用技術、磁気浮上鉄道技術等が中心となったシンポジウムでしたが、今年はこれに加えて、磁力支持技術の応用として微少重力環境の模擬技術、クリーンルームや生体内のクリーンな動力技術等の発表が目立ち、磁力支持技術のさらなる発展が期待されました。

次回2003年の第7回磁力支持技術に関する国際シンポジウムは、日本の九州地区で九州大学の主催で秋に開催されることとなりました。



流体科学研究センター  
澤田 秀夫  
sawada@nal.go.jp

= 飛行船から新たな利用に向けて =

## 第3回成層圏プラットフォームワークショップの報告



21世紀最初の成層圏プラットフォームワークショップ（SPSW2001）が、平成13年10月1日（月）～2日（火）の2日間にわたり、コクヨホール（東京都品川区）にて開催されました。2日間を通して、米国、英国、

ドイツ等海外からの25名を含め全体で291名の参加がありました。

今回のワークショップは、成層圏プラットフォーム飛行船およびその利用ミッション技術に関する21件（うち海外4件）の講演発表の他、特別企画としてトーク・セッションが行われました。ジャーナリスト、作家、マーケティング・コンサルタント等様々な立場からパネラーを迎えたトーク・セッションでは、成層圏プラットフォームの利用に焦点を合わせた大変興味ある討論が行われました。

また、1日目のワークショップ終了後には、内外の機関の代表者によ

るコンタクトパーソン会議が開かれ、それぞれの高々度プラットフォーム開発の展開や国際協力へのSPSW活用等の紹介がありました。

1年前のワークショップでは、開発構想が報告されるに留まっていたが、今回は、要素技術の開発、実験機の開発、小規模な通信実験等について多くの報告が行われ、この1年間で着実に進捗していることが実感できました。

成層圏プラットフォームプロジェクトセンター

楯 篤志

tate@nal.go.jp

## 平成13年度航空安全・環境適合技術に関する研究報告会および研究交流会開催される

平成13年10月11日（木）、港区新橋の航空会館において、当研究所主催の航空安全・環境適合技術（ASET）に関する研究報告会および研究交流会が開催されました。

まず、午前を中心に開催された研究報告会では、行政当局や航空機メーカー、エアラインの方々を含む80余名の参加の下、ASET担当研究主幹による全体概要報告の後、運航安全関連3件、機体構造関連2件、環境適合関連3件の計9件の報告を行いました。

また、文部科学省および国土交通省の後援を得て、午後を中心に開催された研究交流会では、当研究所の戸田理事長の挨拶の後、航空安全・環境適合行政について、国土交通省航空局の高野室長と谷課長から、それぞれ国際民間航空機関（ICAO）と我が国における取り組みについて講演を頂き、9月11日に発生した米国同時多発テロへの対応といったホットな話題も交えつつ、参加者との間で有意義な意見交換がなされました。



挨拶をする戸田理事長

企画経営室

渡辺 顯

watanabe@nal.go.jp

# 平成13年度次世代超音速機技術 研究開発成果報告会開催される

今年で5回目にあたる本成果報告会は、去る10月12日当研究所の講堂にて、大学、メーカー、官公庁、関係機関、およびマスコミ等の外部関係者を含め191名の参加者を得て行われました。



開会の挨拶をする戸田理事長

来年春に初飛行が予定されている小型超音速無推力実験機のシステム、空力、飛行実験計画などに関して7件、引き続き計画が予定されている同ジェット実験機の基本設計、エンジン高空性能などに関して3件、ならびに関連する要素技術研究、すなわち計算空気力学、複合材などに関して7件成果発表が行われました。またボーイング社から民間旅客機ソニッククルーザー計画に関する基調講演が行われ、来場者の注目を浴びました。

今年度は、技術研究に関する質疑が多く交わされ、報告会は盛会のうちに終了しました。



基調講演のRandy Tinseth氏と講演風景

次世代超音速機プロジェクトセンター  
内田 忠夫  
uchida@nal.go.jp

## ロボフェスタ神奈川2001開催報告

10月6日(土)から14日(日)までの9日間、神奈川県相模原市の銀河アリーナで「ロボフェスタ神奈川2001」(相模原会場)が開催されました。

「ロボフェスタ神奈川2001」は、



「かながわから始まるロボット新世紀」をテーマに、ロボットを中心とした世界初の多彩なイベントを横須賀市、川崎市、相模原市および横浜市でリレー開催しているものです。

当研究所は、「宇宙 - 新しいフロンティアへ」をテーマとした相模原会場において、「オフセット多関節ロボット」および、「スペース・ミッション・シミュレータ」の実演、「スペースプレーン」、「小型超音速実験機」の模型展示をしました。

期間中は大勢の来場者で賑わい、オフセット多関節ロボットの特徴的な動きを興味深げに見ていました。



発行日 平成13年11月20日 (毎月1回発行) No.512

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)

古紙配合率100%再生紙を使用しています