

なる

NAL
7No.496
JULY 2000

【TOPICS】

60cm磁力支持天秤装置の実用化研究始動
・ドッキングしたシャトル 宇宙ステーションの
撮影に成功

【研究スポット】

感圧塗料を用いて極超音速流れの
圧力画像計測に成功

【SSTプロジェクト研究】

小型超音速実験機打上げロケット用
サーボモータ技術確認試験

【大型研究施設設備】





流体科学総合研究グループ
澤田 秀夫
sawada@nal.go.jp

60cm磁力支持天秤装置の 実用化研究始動



写真 1. 60cm磁力支持天秤装置

当研究所 60cm磁力支持天秤装置は 60cm角測定部を有する風洞に装備可能な大きさを持つ世界最大の磁力支持天秤装置です(写真 1)。磁力支持天秤装置とは磁気力で風洞模型を気流中に支持するもので、気流を乱す支持棒のようなものは一切無く、風洞模型単体の作り出す流れを風洞中に正しく作り出すことのできる風洞試験装置として期待されています。磁気力は模型に内蔵されている永久磁石と磁力支持天秤装置に組み込まれている多数の電磁石、空芯コイルにより作り出される磁場との相互作用により発生します。このため、内蔵磁石の強さと、この磁気を作り出している電磁石、空芯コイルの電流を知れば、磁気力の大きさを評価できるようになります。磁気力が、模型に加わっている重力と空気力の合力に釣り合うことにより、模型は気流中に静止しているため、未知の空気力は磁気力から重力を差し引いたものとなり、評価できるのです。この機能は風洞で空気力を計るのに用いている天秤と同じものなので、磁力支持装置は同時に天秤装置でもあります。

60cm磁力支持天秤装置は、測定部断面形状が 60cm角、最大風速 35m/sの計器用風洞に装

備されています。ここでは、様々な形状の模型を用い、空気力を測定し、データの信頼性、精度評価をはじめ、磁力支持用模型の設計法、安全な操作手順の検討、マニュアルの整備等、実用化に向けた作業に取り組んでいます。写真 2 は磁力支持されている飛行船の模型です。飛行船模型は気流から大変小さな抵抗しか受けません。このため、棒のような模型支持装置は飛行船の正しい抵抗計測には大変邪魔なものです。この写真のように、支持棒がなければ抵抗評価が極めて容易かつ高精度になるのです。

磁力支持天秤装置は原理上、低速風洞から超音速風洞まで幅広い速度域の風洞に装備可能な装置であり、その普及は現在の風洞試験技術の向上に大いに貢献できるものと期待されています。60cm磁力支持天秤装置は大きさが世界最大であるばかりでなく、将来の大型化に向けた超電導コイル支持の研究をはじめ、実用化に向けた様々な研究を積極的に進めており、こうした研究は世界でも最先端に位置しています。

今後は研究を一層加速させ、様々な分野でこの磁力支持天秤技術が利用されることを期待しています。

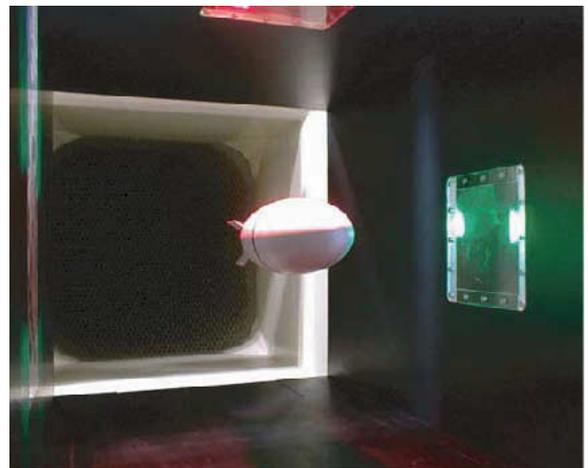


写真 2. 60cm磁力支持天秤装置内で磁力支持中の飛行船模型



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

地上から宇宙ステーションを見る ドッキングしたシャトル/宇宙ステーション の撮影に成功

平成 11年度に試作した低軌道デブリ観測用小
型高速追尾装置〔なる〕No. 490)の機能確認のた
めに、本年 5月 18日に打ち上げられたスペース
シャトルAtlantisと、Zarya/Unityから成る国際
宇宙ステーションISSを、梅雨空の晴れ間を縫っ
て 5月 26日未明に追尾撮影を行い、そのドッキ
ングした形状をとらえることができました。ISSは
2005年頃の完成を目標に構築が進められており、
今後その形状変化を継続的に観測すると共に、
追尾/画像処理/形状認識/光学センサ/ソフト
ウェアの技術開発を行って、低軌道デブリの観測
や落下予測、不具合衛星の姿勢推定技術の確立
を目指します。

写真 1は、平成 12年 5月 26日午前 2時 55分 29秒
(日本時間) 露出時間 15msで、仰角約 50度、視
線距離約 500kmを飛行中の姿を捉えた画像で、
シャトル及びISSの識別が容易に行えます。写真 2
は約 1分間の内の 4コマで、これらの画像から視
線方向を考慮して姿勢運動を推定することも可
能になります。

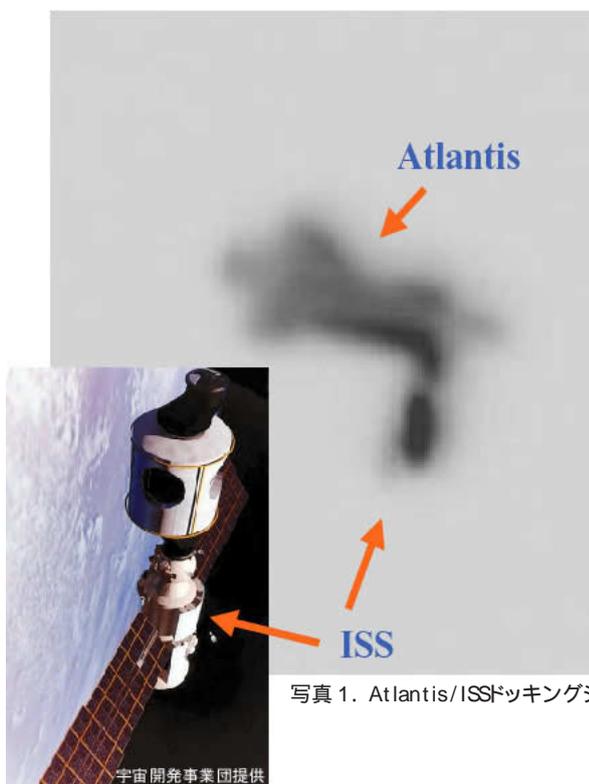
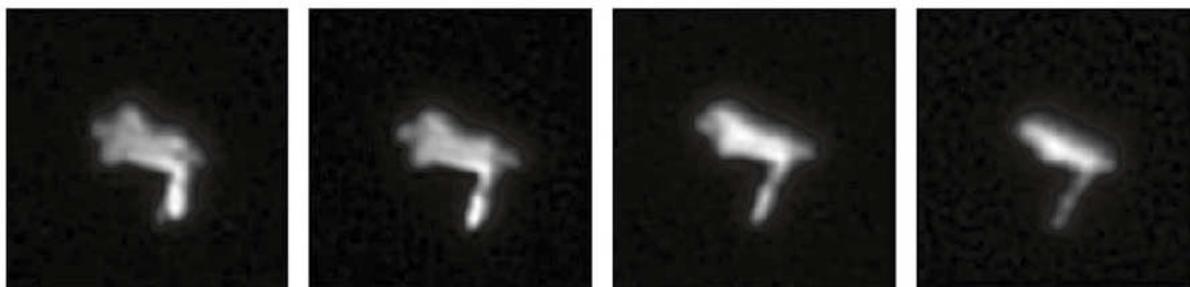


写真 1. Atlantis/ISSドッキングシーン



2000 5 26, 02 55 22 (JST)

2000 5 26, 02 55 38 (JST)

2000 5 26, 02 55 56 (JST)

2000 5 26, 02 56 15 (JST)

写真 2. 1分間における Atlantis/ISSの形状変化

撮影データ

撮影日 : 2000年 5月 26日未明 (日本時間)
撮影地 : 東京都調布市深大寺東町 7-44-1 航空宇宙技術研究所宇宙 2号館屋上観測室
光学系 : 米国セレストロン社製 C14型シュミットカセグレン望遠鏡
(口径 355mm、焦点距離 2485mm (レデューサ取り付け時))
架台 : エイイーエス社製 3軸制御方式 X-Yマウント
カメラ : N IL社製 ICC-130M (130万画素) 露出時間 15m s



空力特性研究部
中北 和之
nakakita@nal.go.jp

感圧塗料を用いて極超音速流れの 圧力画像計測に成功 1000分の20秒で圧力画像を計測

感圧塗料を用いて図1のようなマッハ数10の極超音速流れの模型上圧力分布画像を、1000分の20秒というごく短い時間で計測することに成功しました。衝撃波の干渉による高圧部などが詳しく計測できていることが下のシュリーレン写真との比較でも分かります。図2のように、感圧塗料により計測された圧力は比較のために設置した圧力変換器のデータと非常に良く一致し、定量的にも高い精度のデータが得られました。

感圧塗料は遷音速や超音速流れではよく使われるようになっていますが、極超音速流れではまだほとんど使われていません。当研究所では気流マッハ数が10、気流の温度が1,200Kの中型衝撃風洞で感圧塗料試験を行いました。この風洞は1000分の数十秒というごく短い時間で試験を行う風洞です。感圧塗料は圧力感度の他に温度感度も持つため、高温気流に長い時間さらすと精度の良い圧力計測が出来なくなります。非常に短い時間での計測には感圧塗料の応答性が問題となりますが、当研究所で開発された酸化アルミ感圧コーティングという1000分の秒以下で応答する感圧塗料を使用しました。

通常、風洞での圧力試験では、模型表面に圧力孔を設け、その先に圧力変換器を接続して圧力を計測します。圧力孔は離散的にしか設置できないため、重要な現象が圧力孔と圧力孔の間で起こる、ということもあり得ます。模型に感圧塗料をコーティングしCCDカメラで計測すれば、見える範囲の模型表面全ての圧力が計測出来るようになります。極超音速流れでの感圧塗料を用いた定量的2次元計測は、宇宙往還機やスペースプレーンなどの研究・開発において大いに役立つ技術となります。

本研究は知的基盤整備事業MOSAICプロジェクトにおける研究として行われました。

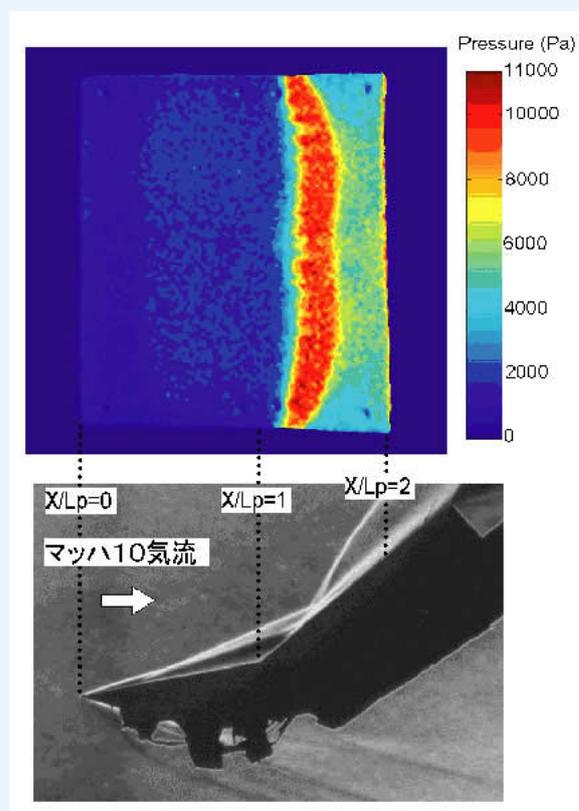


図1. 圧縮コーナー模型(迎角 10°)の圧力分布画像及びシュリーレン写真

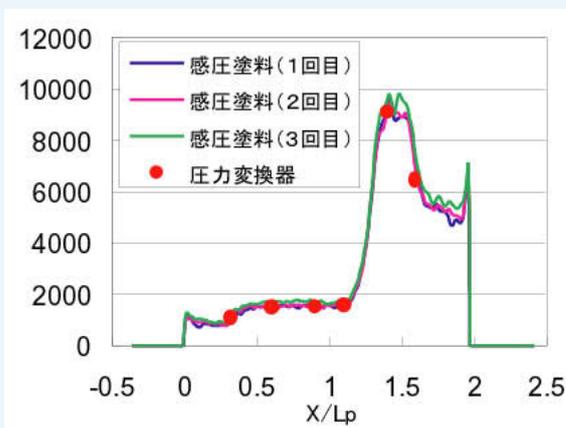


図2. 感圧塗料と圧力変換器データの比較



次世代航空機プロジェクト推進センター
滝沢 実
takizawa@nal.go.jp

小型超音速実験機打上げロケット用 サーボモータ技術確認試験

SSTプロジェクトにおいて、CFD (計算空気力学) による空力設計技術の飛行実証を目指して小型超音速実験機 (ロケット実験機) の開発が進められています。本実験機は無推力のため、打上げロケットに結合して高度約 20kmまで打上げられ、速度 (マッハ数 2以上) が与えられてから、ロケット燃焼後に分離され、所定の実験計測飛行経路に投入されます。

本打上げロケットは、文部省宇宙科学研究所のM-3SII用固体補助ロケット (SB 735) をベースに新たに開発したもので、NAL 735と名付けました。NAL 735は図に示すように固定ノズルを尾部に取り付けてあり、安定翼に装着した補助翼 (舵面) を操縦することにより所定の飛行経路及び姿勢を与えることができます。

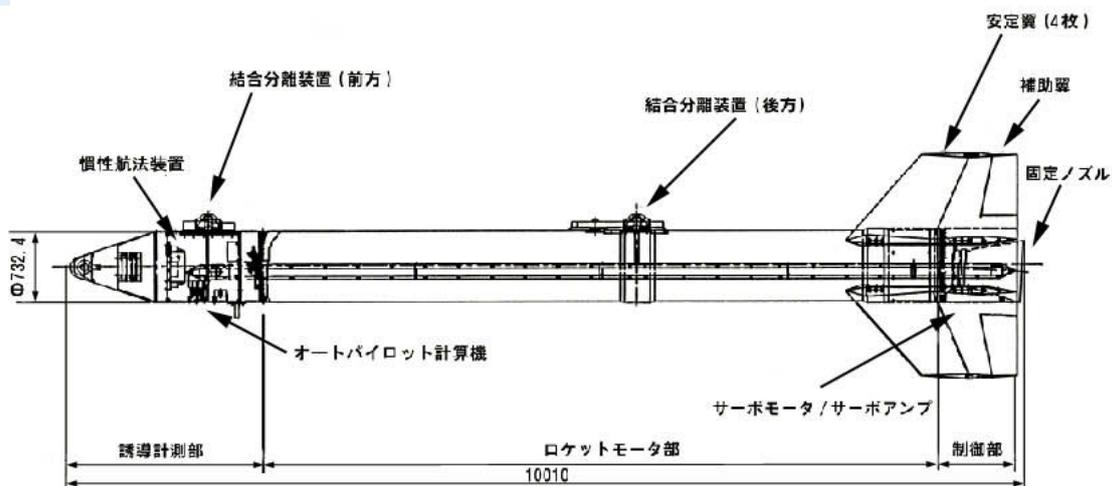
サーボモータ/サーボアンプはこの補助翼を駆動するもので、オートパイロット計算機 (誘導制御計算機) からの操舵信号で作動します。この度、サーボモータ/サーボアンプの設計の妥当性を検証するための技術確認試験を行いました。その結果、性能要求値を満足することが確認できました (実測最

大トルク 8.4Nm、要求値 7.8Nm以上)。温度、高度、振動等に関する耐環境性試験結果についても、設計条件を満足することを確認しました。

写真は、サーボモータ/サーボアンプの電磁適合性試験 (サーボモータとサーボアンプが電源・信号ケーブルの周囲の強磁界で誤作動しないことを確認する試験) の様子です。



写真：電磁適合性試験の様子



図：打上げロケット装備図



空力特性研究部
酒井 謙二
sakai@nal.go.jp

当研究所の超音速風洞は、1m x 1mの測定部を持ちマッハ数 1.4~ 4.0までの試験をすることができる世界有数の開発風洞です。昭和 36年 (1961年) に建設以来、これまで約 2万回の通風を重ね、H - ロケット、有翼宇宙往還機 (HOPE-X)、次世代超音速機 (SST) などの研究開発に貢献してきました。写真は小型超音速実験機の分離特性試験の状況を示しています。

しかし、長年の使用により試験性能を左右する気流特性の劣化や制御系システムの老朽化が現れ始めました。その対策として、平成 10年度から 1年度にかけて、次に示すような 可変ノズル、測定部、集合胴部、制御系システムの大改修を実施しました。図は改修後の超音速風洞の全体概要と、可変ノズルおよび測定部の詳細図を示しています。

可変ノズルの改修

従来は気流のマッハ数を設定するため、油圧ジャッキ方式でノズル形状を変化させていましたが、電動ジャッキ方式に変更しました。このことにより、設定マッハ数を得るための最適なノズルのセッティングが可能となりました。

測定部の改修

従来の左右の 650 のシュリーレン観測窓に加え、新たに上下も 600 の壁面 (フランジ構造) を取り外せるようにしました。

通常は上の壁面フランジは 450 の補助観測窓を付けて可視化のために使い、下面フランジは補助模型支持装置

取り付け面として、小型超音速実験機の打上げ形態におけるロケットと機体との干渉を検討するための試験等に活用する予定です。

集合胴部の改修

集合胴部の長さを従来の 9.4m から 14m と 4.6m 延長し、新たに消音スプリッタと整流格子を追加し、低騒音化と気流の乱れの低減を図ることにしました。

制御系システムの改修

集合胴部圧力制御、可変ノズル制御、模型制御および補機制御等の制御系を全面的に改修し、完全なプログラム・ロジック・コントローラーによるシーケンス制御方式を採用しました。このことによりコンピューターによるワンマンコントロールが実現しました。

今後は、10月末までに制御系システムの調整および気流特性の取得を行い、11月から 4ヶ月ぶりに、新たに生まれ変わった超音速風洞として、ユーザーの試験を再開する予定です。

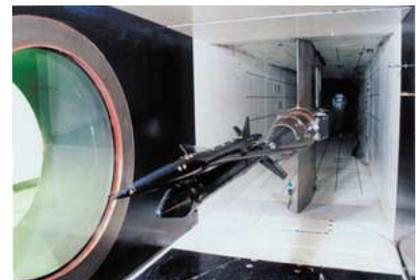
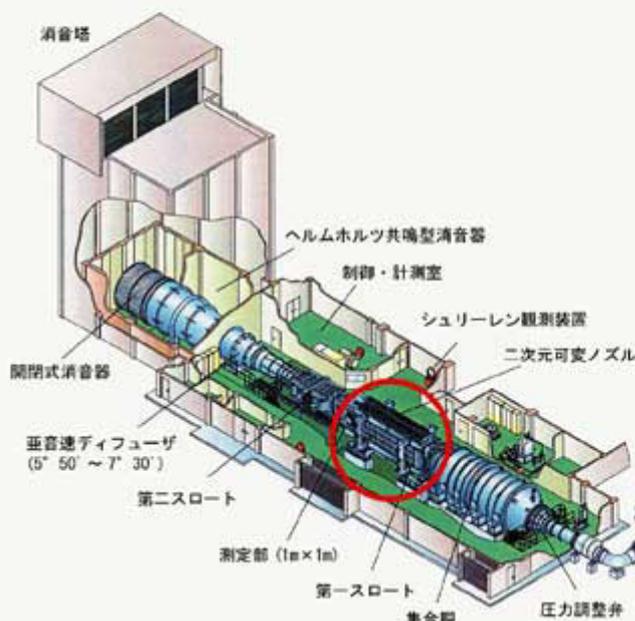


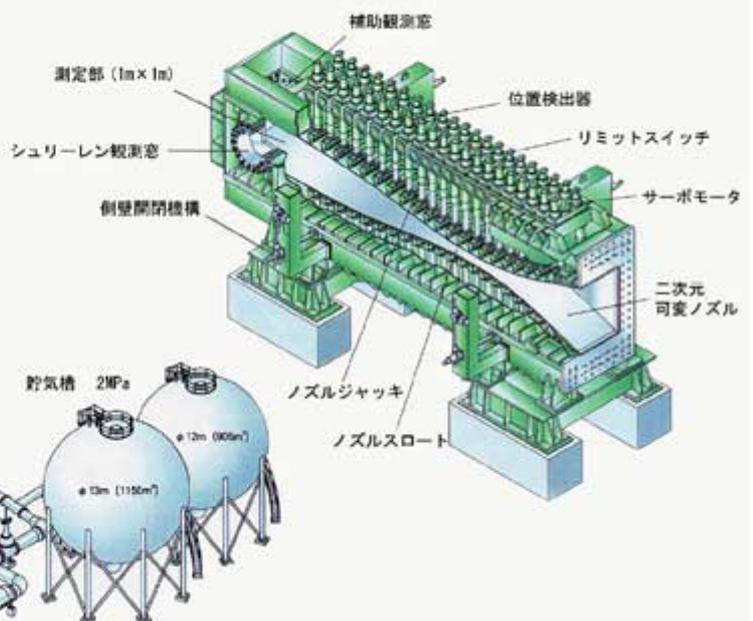
写真 . 小型超音速実験機の分離特性試験

● 超音速風洞改修後全体概要



● 可変ノズルおよび測定部の詳細図

(全体概要の○部分)



将来型宇宙輸送システムワークショップ 開催される

去る6月22日(木)、当研究所において将来型宇宙輸送システムワークショップが開催されました。このワークショップは科学技術庁研究開発局長の諮問検討会として昨年4月に設置された「将来型宇宙輸送システムに関する懇談会」の報告会として開催されたものです。

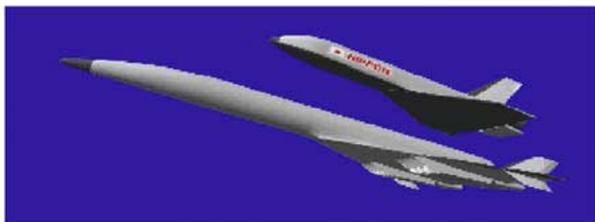
報告書では、エアブリージングエンジン(空気吸い込み式エンジン)を搭載した高速航空機を初段とし、再使用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を上段とする、水平離着陸の二段式完全再使用型宇宙航空機(二段式スペースプレーン)を2010年代に開発することを当面の目標とする、としています。このプロジェクトを推進するにあたり、航空宇宙技術研究所(NAL)、文部省宇宙科学研究所(ISAS)、宇宙開発事業団(NASDA)を中核として、大学および産業界が連携し研究開発を推進することが提案されています。二段式スペースプレーンの機体は、滑走路から水平離陸し、高々度において超高速で初段と上段を分離した後、初段の高速航空機は滑走路に水平着陸で帰還します。上段の有翼宇宙機は、初段を分離後、ロケットエンジンにより地球周回軌道まで加

速上昇し、ミッション終了後大気圏へ再突入し、滑走路に水平着陸します。

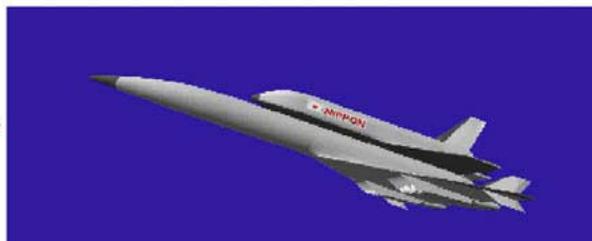
このワークショップには、科学技術庁、NAL、ISAS、NASDAをはじめとして北海道から九州までの大学や企業などから170名を超える参加があり、また、会場からは「開発費はいくらかかるか」など多くの質問が出されるなど盛況でした。二段式スペースプレーンの実現には、数多くの技術的課題を克服する必要があり、機関を中核とした日本の総力をあげた研究開発が必要です。



上段/初段分離



離陸形態



開発目標とする宇宙輸送システムのイメージ

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2000

当研究所が主催する航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウムが6月7日～9日の3日間の日程で開催されました。今年は西暦2000年という節目の年でもあり、また当研究所が来年4月から独立行政法人に移行することもあるとあって、今後の数値シミュレーション技術の進むべき方向が見えるようにいくつかの企画を設定しました。写真は3日目に行われた「CFDは翼型失速角を予測できるか?」と題した討論の様子です。今後もシンポジウムを継続させ、数値シミュレーション技術の発展に貢献したいと考えています。シンポジウムの詳しい内容は航空宇宙技術研究所特別資料(SP)として後日発行いたします。



航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム
運営委員会事務局

空の日・宇宙の日」イベント

平成12年9月23日(祝日)

八ガキ絵画
コンクール

「夢の空飛び乗る!物」というテーマで、それぞれ思い通りに描いた作品を応募してみましょう。

対象 :4歳以上の幼児・小学生
締切 平成12年8月23日(水)必着
応募方法 官製八ガキまたは八ガキ大の用紙に絵を描き、表面に郵便番号、住所、氏名(ふりがな)、電話番号、学校名、学年を記載し、郵送してください。なお、出品は1人1点といたします。
表彰 優秀な作品については、賞状および副賞を贈呈します。また、応募者全員に参加賞を進呈します。表彰式と作品展示は、9月23日(祝)に行います。

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 企画室
空の日・宇宙の日」イベント係
TEL 0422-40-3117
FAX 0422-40-3281
<http://www.nal.go.jp/>

ヘリコプター
工作教室

ヘリコプターの原理を学び、オリジナルヘリコプターを作ろう。

対象 小学生

特別見学会

成層圏プラットフォーム飛行船システムについて、最新の情報をゲットしよう。

対象 中学生

平成12年9月10日(日)

一般公開

角田宇宙推進技術研究センターでは、研究施設の一般公開を行います。

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センター
TEL 0224-68-3111
FAX 0224-68-2860

表紙の説明・・・

表紙の写真は、次世代超音速機 SST開発のために製作された小型超音速実験機「ロケット実験機」です。富士重工業(株)の宇都宮工場において進められていた全体組み立てが6月末で終了しました。今後は、計測・通信装備品を搭載するため、川崎重工業(株)の岐阜工場に移されます。最終的な完成は、平成13年2月の予定です。

編集後記・・・

いよいよ夏本番。今年も花火大会の季節がやってきました。毎年、浴衣に履き慣れない下駄で、足に鼻緒ずれをつくりながらも色々なところへ見に行くのが夏の楽しみです。今年もバンソウコウを必携し、夏の夜空を彩る花火に魅了されに行きたいと思います。

(夏の日差しが降りそぐ仕事場より・・・A)