

# なる

## NAL

No.518

MAY 2002



- ロケット実験機全システム機能試験
- MOSAICプロジェクトの第2期移行が決定
- 飛行機はなぜ飛ぶの？
- 高速飛行実証機をプレス公開
- 角田宇宙推進技術研究所でスーパーコンピュータ

「数値宇宙エンジン」を更新

National Aerospace Laboratory of JAPAN

# 5

航空宇宙技術研究所

## ロケット実験機全システム機能試験

現在、オーストラリアでは小型超音速実験機（ロケット実験機）の飛行実験に向けた準備作業（再組立、地上試験等）が進められていますが、その中で4月上旬に全システム機能試験が実施されました。

この試験の目的は、打ち上げロケットに実験機を結合してランチャに搭載した状態で、実際の飛行実験を模擬したフライト・シーケンス試験を行い、実験機、ロケットおよび地上支援設備（現地設備を含む）の組合せ形態での各システム間のインターフェースを確認するとともに、最終機能確認として打ち上げから回収までの作動シーケンスを確認することにあります。

試験ケースとしては全部で5つあり、それぞれ 打ち上げから回収までの一連の通常飛行を行う「通常飛行ケース」、打ち上げ飛行中に地上局による非常停止を行う「打ち上げ中の非常停止ケース（地上指令）」、打ち上げ飛行中にオートパイロットによる非常停止を行う「打ち上げ中の非常停止ケース（自動判定）」、ロケット分離後に地上局による非常停止を行う「分離後の非常停止ケース（地上指令）」、ロケット分離後にFCC（Flight Control Computer：飛行制御計算機）による非常停止を行う「分離後の非常停止ケース（自動判定）」、となっています。

なおロケット実験機は、打ち上げ飛行中またはロケット分離後に飛行経路を逸脱し、かつ地上からの飛行停止指令を受信できない状態になった場合、打ち上げ中はロケットのオートパイロット、分離後は実験機のFCCが自動判定を行って飛行実験を停止させることができるようになっ

ています。

試験は南オーストラリア州のウメラ実験場において、図のように実験機（2号機）、打ち上げロケット（ダミーロケットを使用）地上支援設備を組み合わせて行われました。4月4日にケース（写真）4日から6日にかけてケース、5日にケース、6日にケース、そして8日と9日にケースを実施しました。

各試験ケースの全てのデータを確認した結果、全システムの実験飛行制御機能、回収機能、打ち上げ操作機能、非常停止機能のいずれも正常であることがわかりました。従って、

各システム間のインターフェースが良好であり、打ち上げから回収までの作動シーケンスも問題ないことが確認されました。



次世代超音速機プロジェクトセンター  
阿部 一彦

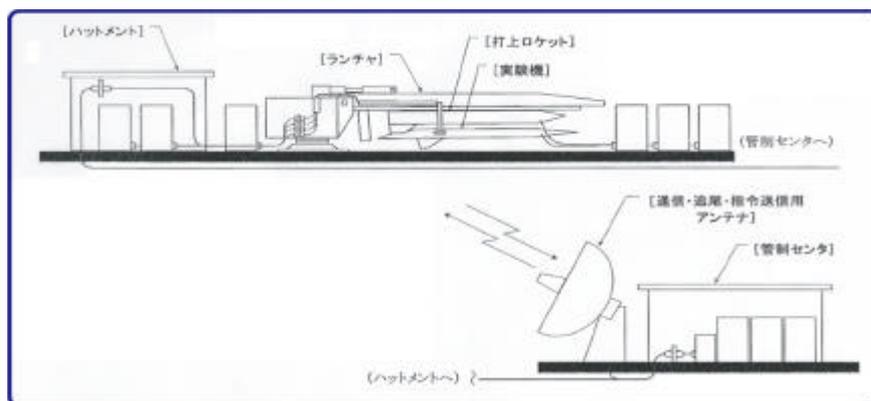


図 全体セットアップの概要



写真 試験実施の様子



## = 機能性分子による熱流体センシング技術の研究開発 = MOSAICプロジェクトの第2期移行が決定

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「MOSAIC」は、機能性化合物の分子をプローブとした新しい概念の熱流体センシング技術を開発することを目的とした研究プロジェクトで、東京工業大学を始めとする学術機関、宇宙科学研究所、(株)浜松ホトニクスなど、産官学から集まった多数の研究者が参加しています。

1999年に始まった第1期研究では、1) 圧力や温度のセンサとなる化合物の探索、2) センサの光放射を画像化する計測ツールの試作、3) 熱流体実験による評価を目標に研究開発が進められました。化学分野では、溶液に浸漬するだけで済む新しいセンサ膜の形成法や、組織化したセンサ超薄膜を形成するLB法などの技術が開発され、6件の特許出願を行

いました。一方、光計測分野では、色素センサの発光寿命の2次元分布をイメージに捉える新型カメラの試作に成功しました。また、熱流体分野では、マッハ数10の極超音速流中での圧力計測や、マイクロ秒オーダーの応答性を有する高応答性センサの開発、摂氏マイナス173度の低温環境や真空度が低い環境で使える圧力センサの開発と実証が行われました。これらの実験は全て、本プロジェクトが世界に先駆けて行ったものです。

昨年11月に行なわれた文部科学省研究評価部会による中間評価では、このような研究成果が高く評価され、総合評価aの判定で第2期移行が決定しました。第2期では、第1期の成果をベースに、2002年度から2年間に渡って、分子センサ技術の「実

用ツール化」と「現象への適用」を目標に研究開発に取り組む予定です。これらの研究開発を促進するには、第1期以上に、異分野間の連携が重要となります。このため、第2期より、富山県立大をはじめとする新たな研究機関がMOSAICに参加します。

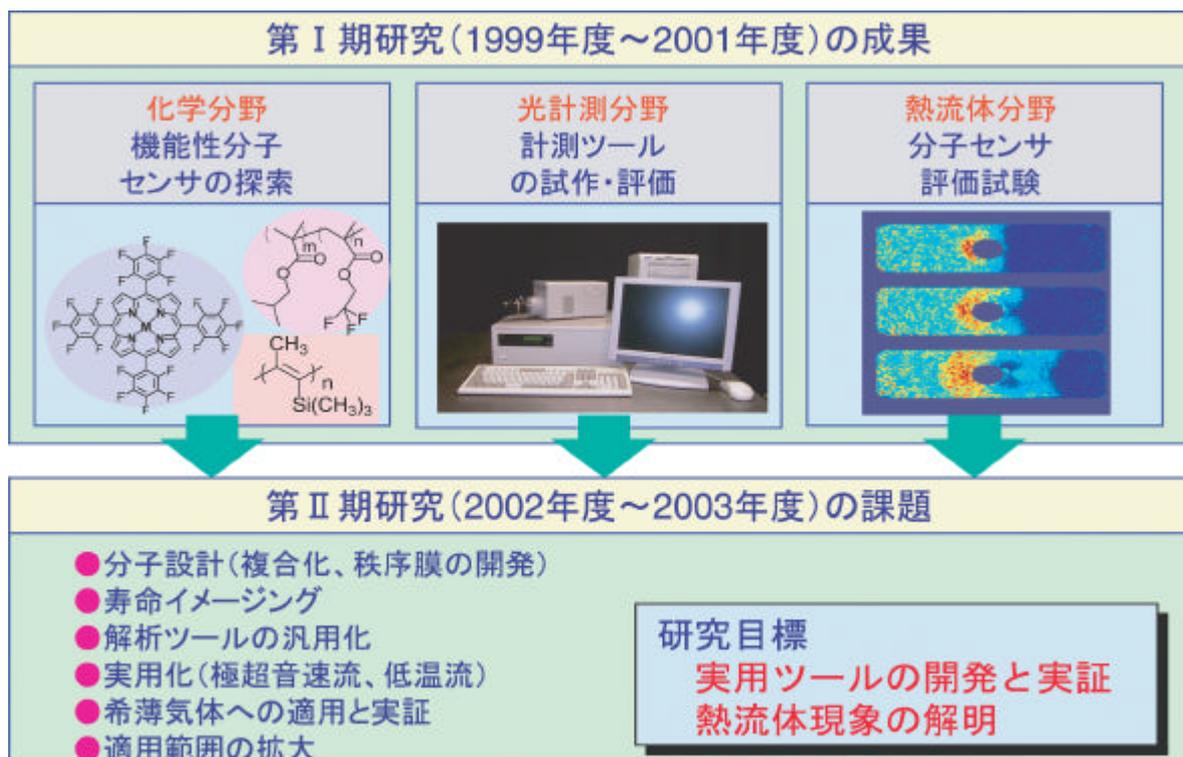
分子センサ技術は、航空宇宙だけでなく、マイクロ流や超希薄流などの極限流体现象への適用への展開も期待されています。最終的には、広く熱流体现象の研究にかかわる人達に共通の道具となる、新しい計測技術確立したいと思っています。

**MOSAICプロジェクトホームページ**

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

**メールアドレス**

mosaic@nal.go.jp



= 「飛行機」とはなんだろう？ =

# 飛行機はなぜ飛ぶの？

## 飛行機が空を飛ぶために必要なもの

飛行機と聞いてまず思い浮かぶのは、左右に大きく突き出た翼ではないでしょうか。飛行機はこの翼を使って、空に浮くための力（揚力）を得ています。飛行機の翼は鳥の羽を連想させますが、鳥の羽は揚力の他に前に進むための力である推進力も生み出しています。飛行機で推進力を生み出す働きを担っているのは、エンジンです。翼とエンジンのおかげで、飛行機は空中に浮き、前に進むことができます。

しかし、ただ前に向かって空を進んでいるだけでは、「飛んでいる」とはいえません。回転などを行わないように機体を安定させ、進みたい方向に進ませる必要があります。こういった操縦性は、尾翼（水平尾翼、垂直尾翼）と翼や尾翼に取り付けられている舵で行います。「飛行機とは、固定された翼とエンジンを持つ、自由に空を飛ぶための機械です。」という飛行システム研究センターの増位の言葉から、飛行機の必要最低限の構成要素はこの4つといえそう

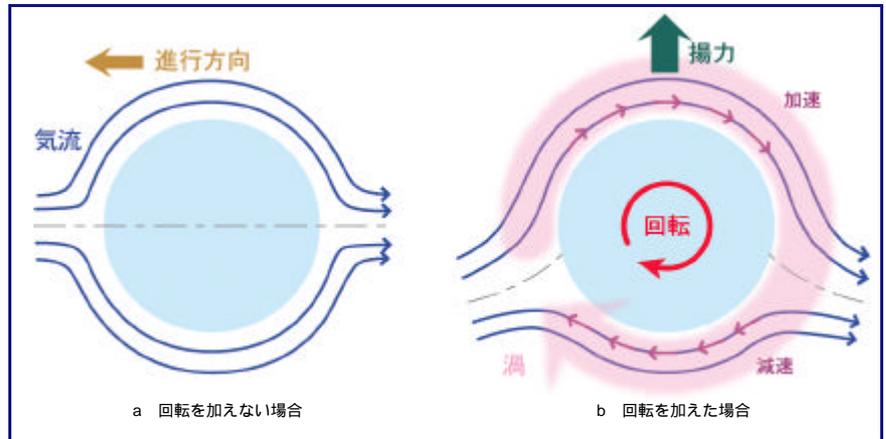


図1 ボールに対する気流の流れ

です。

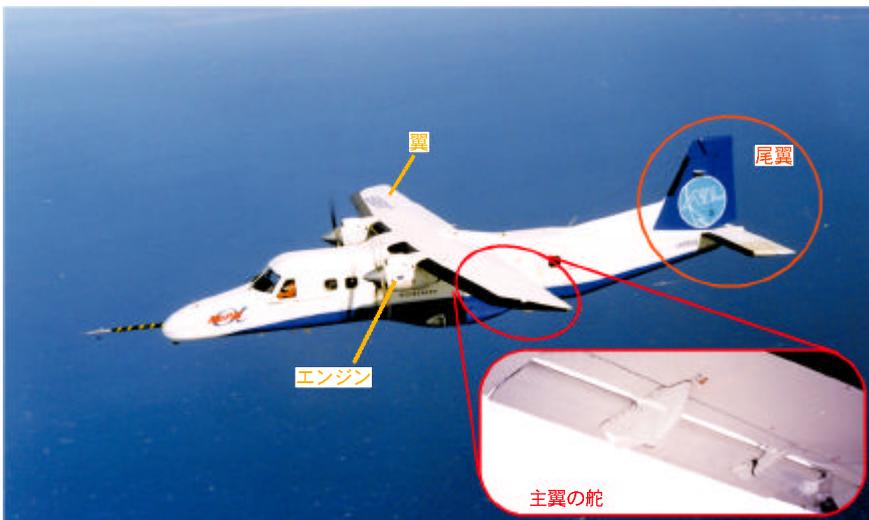
また旅客機では、たくさんの乗客や大量の荷物を運ぶための胴体が必要です。スムーズに離着陸するために、あし（車輪）も必要でしょう。

## 揚力発生メカニズム

「例えば、ボールを考えます。普通、上下対称なものには揚力は発生しません。しかし、ボールに回転を与えることで、揚力を発生させることができるのです。」と流体科学研究センターの浅井は言います。

仮に、まったく回転が加わらないようにボールを投げたとすると、ボールの上下で気流の速度は等しくなります（図1a）。このボールに回転を加えると、ボールの上側の気流は回転に引っ張られて加速し、下側の気流は回転に引っ張られて減速するため、上下の気流に速度差が生じます（図1b）。流体には、速度が速くなると圧力が減り、速度が遅くなると圧力が増える性質（ベルヌーイの定理）があるため、ボールの上側の圧力は減少し、ボールの下側の圧力は増加します。この圧力差が、ボールに上向きの力、つまり揚力を発生させます。この時、ボールの周りには、回転方向に気流の渦が発生しているのと同じ状態が起っています。

では、飛行機の翼の場合はどうでしょう。飛行機の翼は、空気抵抗を受けにくい後縁の尖った流線型をしています（図2a）。しかし、上下対称だと揚力が発生しないため、翼の中心をずらすキャンバー（反り）を設けたり、気流に対して迎角を取ることで、形を非対称にしています（図2b）。翼の前面で上下に分かれた気流は、翼後方で合流します。しか



構成要素



飛行システム研究センター  
増位 和也

飛行機の形状や性能は、その用途によって決まってくる。旅客機に戦闘機のような運動能力を持たせようと思ったら大変ですし、必要ないものです。その飛行機が、飛行機としてどんな仕事をするのかを考えることが大切なんです。



流体科学研究センター  
浅井 圭介

飛行機の周りには、渦などの目に見えない不思議な流れがたくさんあります。それらの力を借りて、飛行機は飛んでいます。見えないと分かりにくいけれど、その分かりにくいものをどうすれば人間の役に立てられるか、研究しています。

し、「尖ったところを急激に回り込むのは困難」なため、後縁のところ  
で、下面の気流は上面へ回り込む  
ことができません。図2cのようなヘア  
ピン流れは現実には起こりえない訳  
です。そこで、翼上面の気流は後方  
に引っ張られ、速く流れます。つま  
り、上面の気流が下面の気流より速  
く流れて、後縁でスムーズに合流で  
きるのです（図2d）。ベルヌーイの  
定理より、翼上面は下面よりも圧力  
が低くなり、翼には揚力が発生しま  
す。ここでも回転するボールと同様、  
翼の周りに気流の渦が発生している  
のと同じ状態が起こっています。

### どこまでが飛行機だろう？

飛行機の翼は固定されているた  
め、前進することで翼の周りに気流  
を発生させて、揚力を得る必要があ  
ります。しかし、翼が固定されてい  
るのに、ヘリコプターのように前進  
せずに上昇し、真横や後ろへも進む  
ことができる飛行機が存在します。  
その代表が、垂直離着陸（VTOL：  
Vertical Take-off Landing）機です。  
VTOL機は、エンジンを地面に対し  
て垂直にしたり、エンジン排気を下  
向きに曲げたりすることにより、滑  
走路を使用しないで垂直に離着陸が  
行えます。

また、当研究所で研究を行ってい  
る宇宙往還機は、大気圏を飛行中に  
は飛行機の性能で飛行を行い、宇宙  
空間に出るとロケットの性能に切り  
替わります。この切り替わりは段階  
的に行われるため、どこまでが飛行  
機でどこからがロケットというよう  
に区切ることはできません。

このように、飛行機とその他の航  
空機、宇宙機との境界は曖昧になり  
つつあります。

### 新しいタイプの飛行機

飛行機は、揚力を発生する翼、推  
進力を生み出すエンジンというよう  
に、各構成要素に分けて研究するこ  
とにより今日まで発展してきました。  
しかし、各構成要素の境界も曖昧に  
なってきました。全翼機のように、  
胴体を持たずに翼の中に人が乗  
り込む飛行機は良い例でしょう。

先ほども述べた当研究所で開発を  
行っている宇宙往還機は、本来エン  
ジン内部の圧縮機が担っていた空気  
の圧縮を、機体胴体部で行います。  
胴体で圧縮された空気がエンジン内  
に入ってくるため、機体形状とエン  
ジン性能とが密接にかかわっており、  
切り離して開発を行うことは困  
難です。

これからの飛行機には、各構成要  
素で分けるだけではなく、融合させ  
た働きを研究し、開発することも必  
要となってきました。

（広報室）

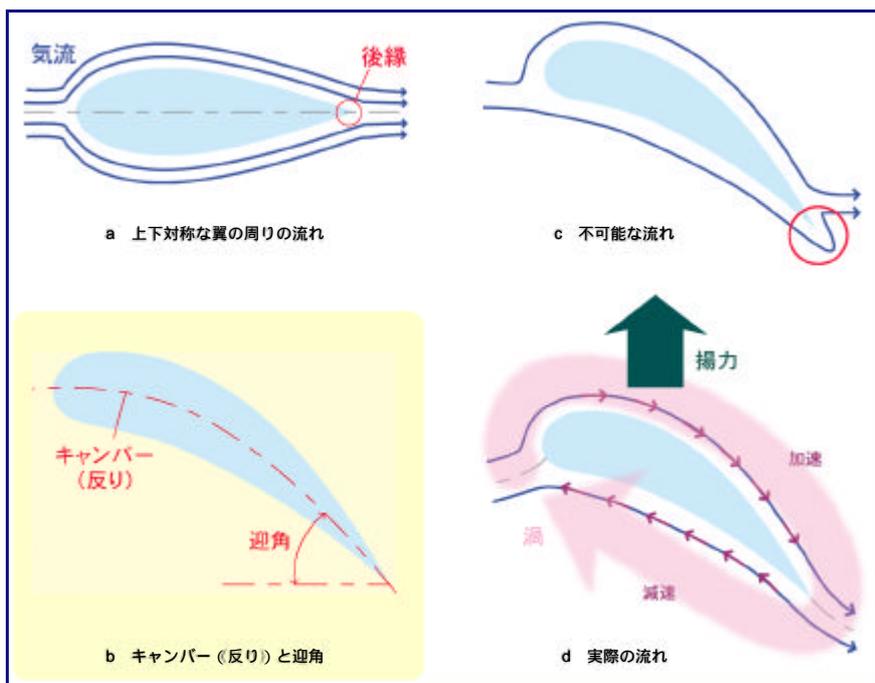


図2 翼に対する気流の流れ

## 高速飛行実証機をプレス公開

当研究所は宇宙開発事業団（NASDA）と共同で、再使用型宇宙輸送システム開発に関する研究を実施しており、その一環として高速飛行実証フェーズ、フェーズ計画を進めています。

高速飛行実証計画は、再使用型宇宙輸送システムの帰還経路の内、これまで行ってきた「軌道再突入実験（OREX）」、「極超音速飛行実験（HYFLEX）」、「小型自動着陸飛行実験（ALFLEX）」で未確認の飛行領域における技術を実証するもので、「フェーズ」と「フェーズ」の2つのプログラムで構成されています。

この実証実験に向けて製作中の機体を、機能確認などの試験のためにフェーズとフェーズの状態に組み立て、去る平成14年4月12日に富

士重工業（株）宇都宮製作所にて報道関係者に公開しました。

機体は、宇宙往還技術試験機（HOPE-X）の25%スケールで、胴体全長はフェーズ実証機、フェーズ実証機とも3.3m、翼幅はフェーズ実証機が3.0m、フェーズ実証機が2.4m、全備重量はそれぞれ735kg、500kgです。なお、フェーズ実証機は、離着陸・上昇性能を確保するため、スケール機から翼面積を45%拡大しています。

実証実験は平成14年度から15年度にかけて行われる予定です。



フェーズ 実証機



フェーズ 実証機

### 問い合わせ先

宇宙輸送システムプロジェクトセンター  
荻原 袋千男

## 角田宇宙推進技術研究所でスーパーコンピュータ 数値宇宙エンジン」を更新

角田宇宙推進技術研究所では、宇宙推進エンジン研究用のスーパーコンピュータ「数値宇宙エンジン」を日本電気製SX4（50GFlops・8GByte・25CPU）から同社製SX6（512GFlops・512Gbyte・8ノード（64CPU））に更新し、平成14年3月末から稼働を開始しました。

「数値宇宙エンジン」の特長は、宇宙推進エンジンの計算（シミュレーション）に特化している点であり、そうした計算に必要なシステム構成、各種アプリケーションの搭載等がなされています。

今回の更新により、計算結果の状況を計算途中でも把握できる『実時間可視化』機能や、計算途中でも設定条件を自在に変更できる『ステアリング』機能等が、より使い易くなりました。またWSCE（Web Super Computing Environment）機能を搭載することで、各研究室からインターネット環境を利用してアクセスすることが可能となり、研究室で実験結果と対照しながら計算ができるように工夫がされています。

今回の更新により、今まで3週間程度掛かっていた大規模なシミュレ

ーションが2日程度で行えるようになったので、コンピュータ上でエンジンを仮想的に構築し、性能等の計算を行って性能の優れたものを試作するという手法が可能になる等、エンジン研究の進展に今後一層寄与すると期待されます。

### 問い合わせ先

角田宇宙推進技術研究所  
企画調整室  
毛呂 明夫

# 平成13年度 宇宙環境安全技術に関わる総合的研究の 成果報告会 - スペースデブリワークショップ - 」を開催

当研究所主催の本成果報告会は、文部科学省、総務省、経済産業省、日本航空宇宙学会の後援を受け、106名の参加（うち所外参加者は大学、企業、宇宙開発事業団、宇宙科学研究所、独立行政法人研究所、マスメディアなどから74名）を得て、去る2月28日（木）～3月1日（金）の2日間、当研究所講堂において盛況裏に開催されました。

副題にスペースデブリワークショップと銘打ち、デブリ問題に焦点を当てた本報告会は、当研究所研究者および所外協力者によるデブリ研究に関する成果報告10件、当該問題の歴史、現状と国際的取り組み、当該問題への認識と提言、デブリ発生防止への取り組みに関わる招待講演3件（うち海外から1件：ドイツ、ブランシュバイク工科大学Dietrich Rex

教授）、軌道上からのデブリ除去技術に関わる「軌道上サービスの有効性」を主題とするパネルディスカッション1件（司会：八坂哲雄九州大学大学院教授）を内容としました。2日間の成果発表に対して活発な質疑討論が行われ、当研究所のアプローチに対する非常に有益な意見やコメントを多数いただきました。さらにパネルディスカッションでは軌道上サービス技術の早期宇宙実証の必要性が認識され、また当該問題への関心を幅広く喚起できたものと考えています。本報告会（スペースデブリワークショップ）は今後も開催していく予定です。

宇宙システム研究センター  
吉村 庄市



開会の挨拶をする戸田理事長



講演中のDietrich Rex教授

## = 科学技術週間行事 = 所内施設を一般公開



当研究所では科学技術週間のイベントとして、平成14年4月21日（日）に本所、調布飛行場支所、角田宇宙推進技術研究所の3ヶ所で施設公開を行いました。東京は雨、宮城県も曇りと天候には恵まれませんでした。4000人近い来場者を迎え、大いににぎわいました。

### 本所・調布飛行場支所

本所では、初公開となる三次元可視化システム、超音速エンジン試験施設をはじめ14ヶ所の施設を公開したほか、参加型イベントとして工作教室とおもしろ体験コーナーを実施しました。また、調布飛行場支所では実験用航空機や疲労試験機等の公開、おもしろ体験コーナーとして複合材料の剛さを測ったり、風洞での風速体験を実施しました。



### 角田宇宙推進技術研究所

ロケットエンジン、ラムジェットエンジンの研究設備の公開を行ったほか、ゴム動力プレーン教室や、ビデオ上映、絵画展示などを実施しました。



# 航空宇宙数値シミュレ - ション技術シンポジウム2002」 開催のお知らせ

**主催** 独立行政法人 航空宇宙技術研究所  
**開催日** 平成14年7月3日(水)～5日(金)  
**会場** 独立行政法人 航空宇宙技術研究所 [事務棟2F講堂・業務棟1Fレクチャールーム]

## 特別講演

4日(木) 11:00～12:00  
Control Errors in CFD!

Prof. Bernhard Müller (Uppsala University)

## 特別講演

4日(木) 13:10～14:10  
Computational and Physical Aspects of vortical flows on Delta Wings

Dr. Miguel R. Visbal (Air Force Research Laboratory)

## 企画セッション

3日(水) 13:05～16:50  
CFD研究環境  
・航技研次期中央計算機システム・角田計算機システム  
・ITBLの現状と展望

4日(木) 14:20～18:00  
これからのCFD信頼性検証 - 何を、どのように -

5日(金) 9:30～12:00  
CFD解析技術(連成を含む)

5日(金) 13:00～16:40  
将来型宇宙輸送に関するシミュレ - ション技術

## 一般セッション

3日(水) SST関連 10:10～12:00

4日(木) 内部流 9:30～10:50、解法・格子 9:30～11:10

5日(金) 多要素・混合流解析 9:30～11:30

詳細は <http://www.nal.go.jp> に掲載のプログラムをご覧ください。

### 問い合わせ先

航空宇宙数値シミュレ - ション技術シンポジウム運営委員会

**事務局** 吉田正廣

**電話** 0422-40-3000

**FAX** 0422-40-3377

**E-mail** [sacad@nal.go.jp](mailto:sacad@nal.go.jp)

## 第1回 傾斜機能材料の実用化に関するワークショップ 開催案内

傾斜機能材料(FGM)の概念が提唱されてから、早15年以上の歳月が過ぎました。その間、多くの技術開発プロジェクトに支えられながら、その根幹をなすFGM技術は磐石のものとなり、利用分野の裾野も広がってきました。FGM関連の国内特許は1000件を超え、20社以上

の企業によって実用化された技術は多岐にわたります。

そこで、FGMの各分野で技術開発の最先端を走る先生方に実用化技術の一端を披露していただくとともに、新たなFGM製品を発掘させる討論の場を提供するワークショップを下記のとおり開催いたします。

### 記

**日時** 2002年6月14日(金) 9時30分～17時30分  
**場所** 科学技術振興事業団 JSTホール(東京、市ヶ谷)  
**主催** 社団法人 未踏科学技術協会 傾斜機能材料研究会  
**共催** 航空宇宙技術研究所、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構  
科学技術振興事業団  
**後援** 文部科学省

詳しいプログラムは傾斜機能材料研究会HP (<http://www.fgms.net>) でご覧になれます。



### 発行

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

平成14年5月発行 No.518

© 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)