

NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

なる

**NAL**  
**9**

No.498  
SEPTEMBER 2000

【TOPICS】

マイクロジェットエンジン単体風洞試験を実施

【NAL TECHNOLOGY】

Cracking Analyzer

【PROJECT】

-SST-遷移計測用実装センサーの動作確認風洞試験を実施

-SPF-成層圏プラットフォーム飛行船用膜材の開発

【国際研究動向】



NAL スペース・ミッション・シミュレータ(P6)



## マイクロジェットエンジン単体風洞試験を実施

航空機開発の空力設計にCFD(Computational Fluid Dynamics)が主流となった今日でも、風洞試験(以下風試)は航空機に働く空気力を把握するのに重要なものです。

当研究所が中心となって研究開発を進めている小型超音速実験機(SSTジェット実験機)の空力設計には、小型ジェットエンジン付SST模型風試が重要になります。特に機体とエンジンとが一体となっているSSTジェット実験機は、エンジン推力の有無によって、飛行時の機体周りの流れに大きな違いが生じると考えられます。過去に、STOL実験機「飛鳥」開発風試において、シミュレータエンジンに高圧空気でタービンを回して推力を得るTPS(Turbine Powered Simulator)エンジンを搭載したSTOL実験機模型の風試を行いました。飛行試験と風試結果との間に大きな違いが生じ、TPSエンジン付模型風試法の見直しが求められていました。

そこで、TPSエンジンの他に、実燃焼方式のマイクロジェットエンジン(Mエンジン)[AMT社製のMicro Turbojet Engine、型式olympus:最大推力170N、最大回転数110,000rpm、排ガス温度750 ]を用いて、両エンジンの風洞内運転技術を確認させ、両エンジン単体風試とエンジン付模型風試による各特性をデータベース化し、エンジン付模型(SST実験機)風試法の確立を目指して試験を進めています。Mエンジンは実際に燃焼するので、実機の相似性がよいと推測できますが、風洞内における試験の容易さ、安全性を考慮してTPSエンジンによっても相似

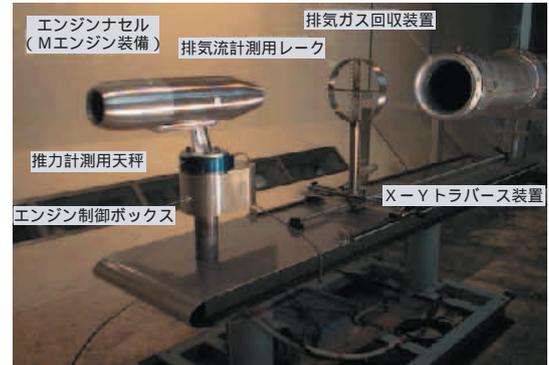


写真 大型低速風洞におけるMエンジン単体風洞試験

性の良い空力データを得られるように、両エンジンの試験を平行して行っています。

現在は、Mエンジン単体風試(写真)とTPSエンジン単体風試による両エンジン単体特性のデータベース化(図上側)を行い、Mエンジン単体特性に対するTPSエンジン単体特性の相似領域の検証作業を進めています。

さらに、この2種類のエンジンをSST実験機模型に装備して風試を実施し、エンジンと機体との空力干渉のデータベース化(図下側)を行い、空力干渉に対しても相似領域を検証します。そこからTPSエンジンの適用領域の位置付けを明確にし、2種類のエンジンについてエンジン付模型風試法の確立を図る予定です。なお、本研究は、空力特性研究部、航空推進総合研究グループ、航空エンジン研究部が領域を越えて研究に取り組んでいます。

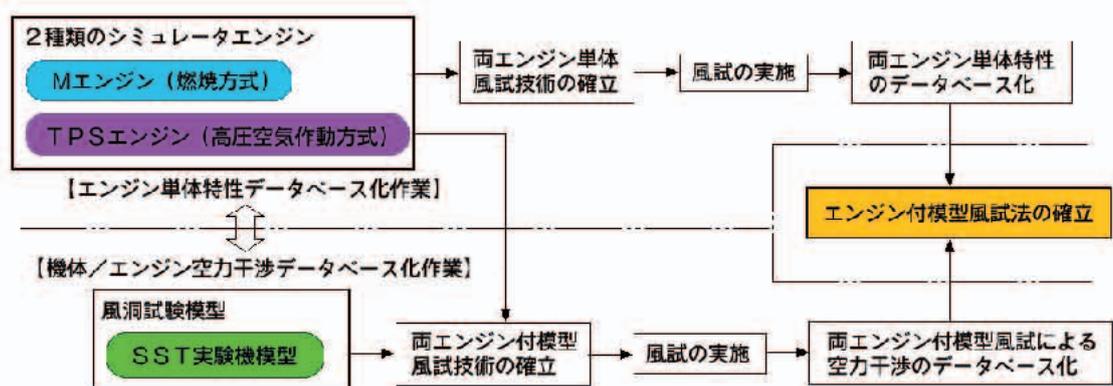


図 エンジン付模型風試法の確立に必要な作業内容

## Cracking Analyzer

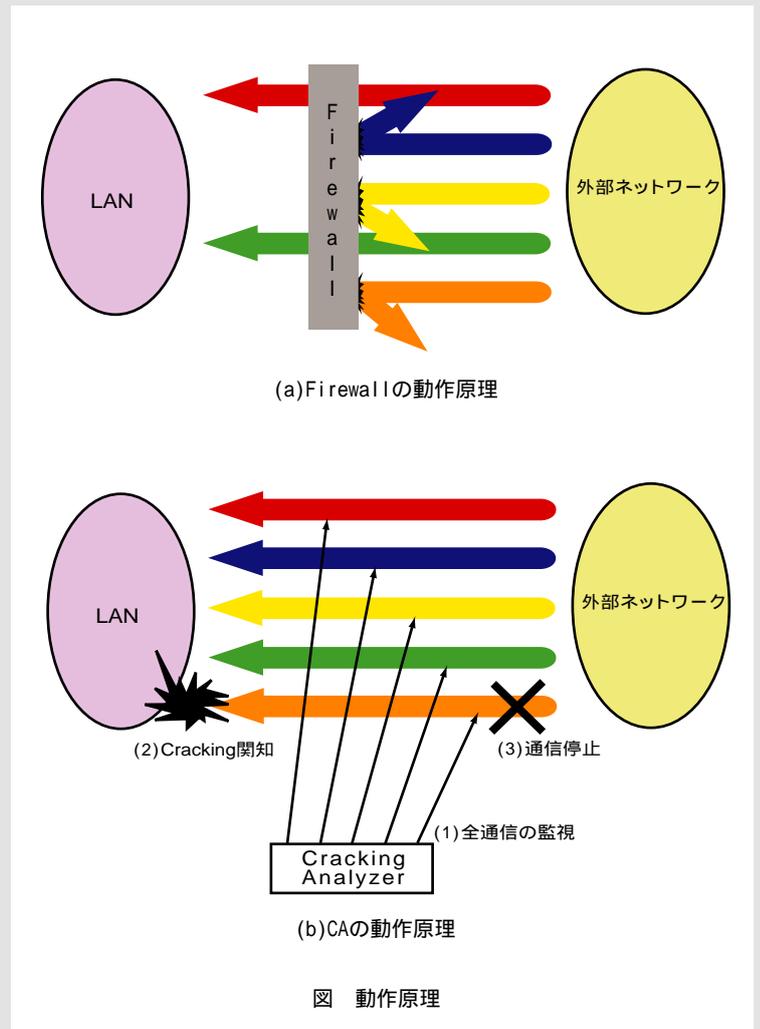
次世代ネットワーク侵入検知・解析・防御システム

高度情報化社会を支える基幹技術として、ネットワーク技術をはじめとした先端情報処理技術の研究開発の重要性が高まっています。当研究所でもSSTプロジェクトをはじめとした研究を推進するため、計算機資源を効率的にかつ適切に利用するネットワーク環境を整備していく必要があります。そこで、ネットワークセキュリティの確保および当研究所に適したネットワーク設計を通じて、ネットワークを利用した計算環境の高度化を目指した研究も行っています。その1つとして、ソフトウェアCracking Analyzerというネットワーク不正解析ツールを開発しました(関連特許:特許番号2945938)。

Firewallはあらかじめ安全と認めた通信のみを通過させ、それ以外の通信は全て遮断します(図a)。そのため安全性を確保する代わりに利便性を犠牲にしてしまいます。それに対し、Cracking Analyzerは、全ての通信を監視し、クラッキングと判断されたセッションのみを強制的に遮断またはハイジャックします(図b)。これにより、安全性と利便性の両立を実現します。また、ネットワーク侵入検知・解析・ハイジャック等の解析ツールは、プロトコル処理部(IPフラグメント再構築、TCP再構築等)をオペレーティングシステムに組み込み、ソケットに似たOSのサービスルーチンを利用する形で作成されます。これはネットワークアプリケーションが、OSの提供するソケットライブラリを利用して作成される形態に酷似しています。このため、新たな解析ツールを容易に開発することができます。

現在、Cracking Analyzerを今後さらに改善し汎用化を図るため、Web上で公開しご意見をいただいています。

詳しくは、ホームページをご覧ください。

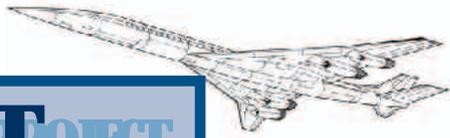


ホームページアドレス:

<http://www.nal.go.jp/fluid/jpn/Csd/L03.ITL/ca/index.html>

本件に関するお問い合わせ先

計算科学研究部  
藤田 直行  
fujita@nal.go.jp



次世代航空機プロジェクト推進センター  
吉田 憲司  
yoshiken@nal.go.jp

## 遷移計測用実装センサーの 動作確認風洞試験を実施

小型超音速実験機(ロケット実験機)の飛行実験では、超音速飛行時の境界層の乱流遷移(表面流れの乱れ開始点)計測を国内で初めて行います。これは計算機による新しい空力設計法の確認に重要な計測です。遷移計測は、風洞試験では既に多くの手法が実用化されていますが、飛行試験への適用には未だ課題が存在します。そこで本実験機計画では空力設計段階から遷移計測法の検討も行い、ホットフィルム、非定常圧力センサー、熱電対、プレストン管の4つの手法を一緒に適用することで確実に遷移情報を取得することを狙いました。各センサーは、厳しい飛行環境条件を考慮して信頼性の高い既存品の中から選定しました。但し、ホットフィルムと非定常圧力センサーの信号処理器(搭載用シグコン)及びプレストン管に関しては新規に開発しました。

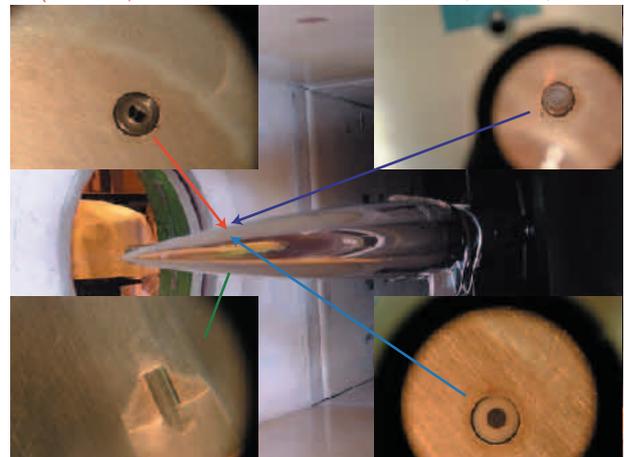
本風洞試験の目的は、飛行試験に先立ってこれらの実装センサー及び搭載用シグコンの動作特性を確認すると共に、それらの計測手法の相関を把握することにあります。模型には実験機の機首部(全長の26%)に相当する軸対称形状を採用し、各センサーは先端から250mmの位置で真上から両側の円周方向にロール角が30°と60°の場所に設置しました。プレストン管以外

の各センサーは直径約3mmの円筒型で、それらの取り付け方法は実験機の製造と全く同等としました。すなわち厚さ6mmのアルミ外板に実装時と同様の接着剤を用いて固定し、表面状態の仕上げも製造時のスペックに適用させました。写真に風洞試験模型と各センサーの概要を示します。

遷移試験には気流乱れの小さい風洞が望ましいことから吸い込み式の風洞設備が適しており、今回は富士重工業(株)所有の高速風洞を使用しました。計測はホットフィルムを流体科学総合研究グループ、非定常圧力センサーを空力特性研究部、プレストン管と熱電対を次世代航空機プロジェクト推進センターがそれぞれ担当しました。図はマッハ数2において各センサーが真上に来るようにロールさせて迎角変更を行った場合の計測結果をまとめたものです(比較の便宜上、縦軸を適当に変換してあります)。図より、各センサー及び搭載用シグコンとも遷移現象を十分捕らえており、概ね良好な相関が得られました。これにより、本実装センサー及びシグコンの妥当性が明らかとなり、飛行試験において遷移計測が可能である見通しを得ることができました。

ホットフィルム  
( $\alpha = 30^\circ$ )

非定常圧力センサー  
( $\alpha = -30^\circ$ )



プレストン管  
( $\alpha = +60^\circ$ )

同軸熱電対  
( $\alpha = 60^\circ$ )

写真 実装センサー付機首模型(全長700mm)

Transition Test on Nose of NEXST-1: M=2.0

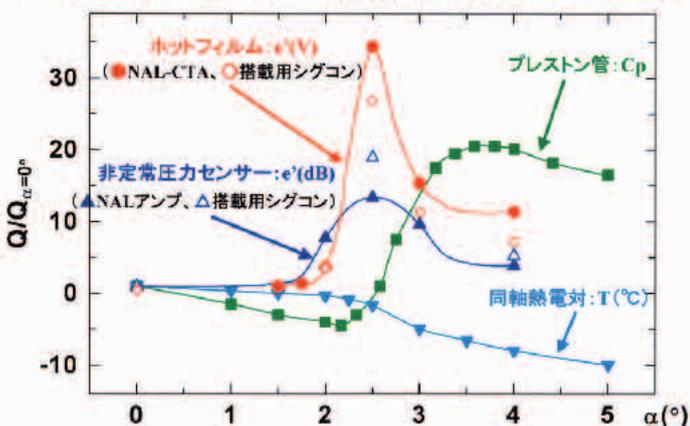
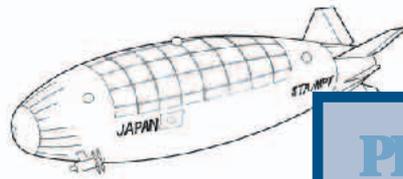


図 計測結果のまとめ



PROJECT



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  
小松 敬治  
komatsu@nal.go.jp

## 成層圏プラットフォーム飛行船用膜材の開発

成層圏の高度20-22kmの付近では年間を通じて風が弱く、プラットフォームを成立させるには適した高度です。しかし、同時に空気密度も地上の1/14-1/20と小さく、プラットフォームとしての飛行船を滞空させるには十分な浮力を確保することが難しくなります。普通の飛行船は最大高度が2-3km程度ですが、もし普通の飛行船を成層圏に浮かべるとすると浮力が1/10程度になるので、1/10程度の軽量化が必要となります。航空宇宙の分野で数パーセントの軽量化にしのぎを削っている構造材料技術者にとって1桁の軽量化というのはものすごく困難なことです。飛行船はバルーンと比べて内圧が高く、相当の強度も保証されねばなりません。図に従来の飛行船に使われているポリエチレンテレフタレート系の膜材の重さと強度を示しますが、これまでの飛行船の膜材を使うと膜材の重量だけでも成層圏到達は困難です。もちろん膜材だけの軽量化でなく推進系や機器も軽量化しなければなりません、ともかく飛行船の形状を決める膜構造の大幅な軽量化は、成層圏飛行船実現の必須技術です。

今回のプロジェクトの中で我々は従来の材料から離れて、高い強度と弾性率を持つPBO(ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール)やLCP(液晶ポリマー)を強度繊維とする膜材を開発し、図にみられるように重量あたりの引張強度について従来膜材に対し約5倍の性能を達成しました。ただしこれは試験片レベルの結果で、実際に飛行船の3次元曲面に縫い上げるとなると様々な問題があります。今後も実用にむけて、研究開発を続行する予定です。

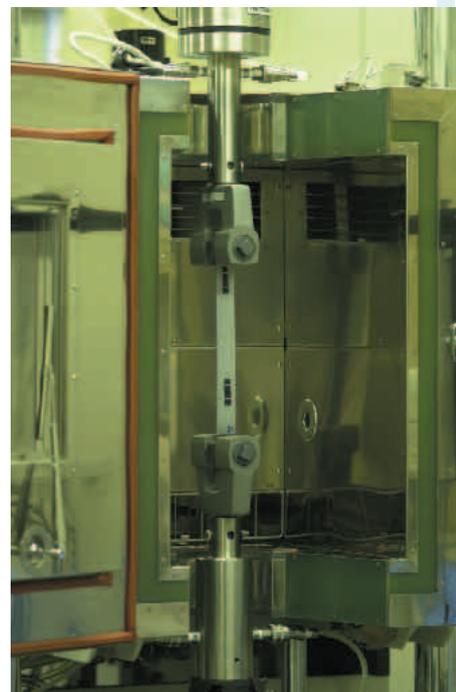


写真 膜材(3cm幅)の引張試験

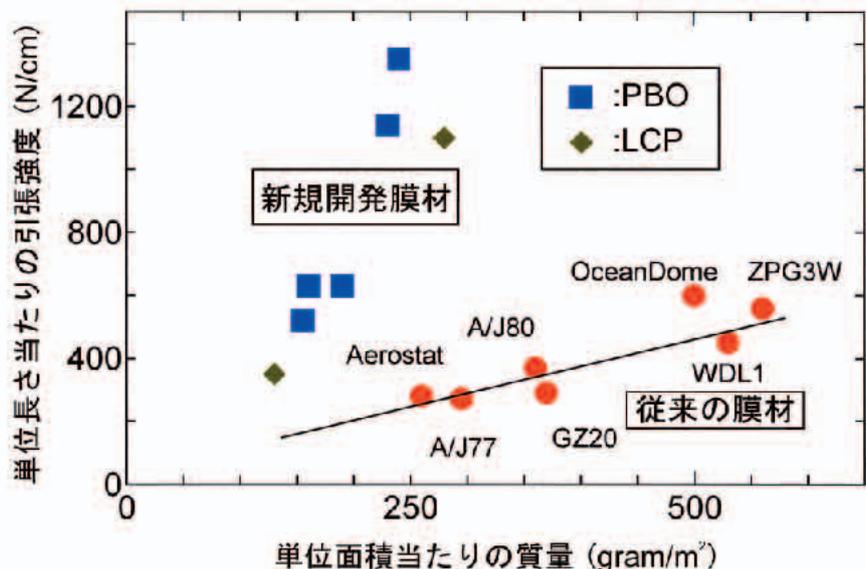


図 膜材の重さと強度

# 国際研究動向

## 第35回 エネルギー変換工学合同会議 参加報告

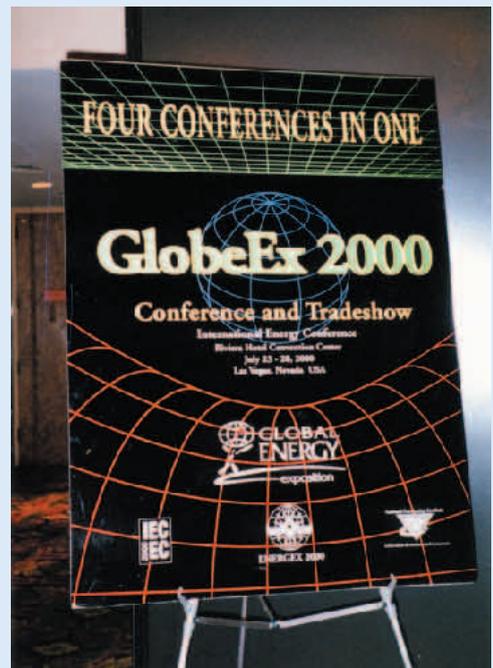


革新宇宙プロジェクト推進センター  
星野 健  
hoshino@nal.go.jp

7月23日から28日にかけてアメリカ合衆国ネバダ州ラスベガスのリビエラホテルにて開催された、第35回エネルギー変換工学合同会議(IECEC)に参加しました。私は前回に引き続き2回目の参加になります。この会議は、アメリカ合衆国の6学協会(AIAA, SAE, ASME, IEEE, AIChE, ANS)の共催で毎年開催されるエネルギー関連としては最大級の学会の一つです。特に今回は、IEF主催の第8回国際エネルギーフォーラム等、エネルギー関連の4つの国際会議および展示会との共同開催であり、世界中から多くの研究者、企業、団体等が参加する活気あるものでした。

私は主に、宇宙エネルギー利用研究グループで行っている研究テーマのひとつである、スターリングエンジンに関するセッションに参加し、現在研究中の太陽熱を利用した宇宙スターリングエンジン発電機、および受熱・熱輸送システムの試験結果に関する発表を行いました。宇宙関連の興味深い発表として、太陽電池が利用できない惑星探査等の深宇宙ミッションに用いる、放射性同位元素をエネルギー源とした電源システムが挙げられます。エネルギー源は同一ですが、発電方式として、従来から惑星探査に用いられており信頼性の高い熱電発電、ナトリウムを使用した比較的新しい発電方式のアルカリ金属熱電発電、従来の3倍近い発電効率のスターリングエンジン発電の3方式が検討されており、それぞれについて多くの研究結果が発表されました。これらのシステムは、太陽熱を利用する我々のシステムとは異なりますが、同じ熱発電であり、技術的に共通点が多いシステムとの印象を受けました。

全体を通じてみると、この学会は以前から航空宇宙関連の発表が比較的多い学会でしたが、今回はアメリカ航空宇宙学会の主催のこともあり、航空宇宙用エネルギーシステムに関する研究が数多く発表され、今後の研究に有益なものであったと感じています。



4つの国際会議と展示会が同時開催



会場のリビエラホテル

## 出展報告

今年は2000年という記念すべき年であることから、「未来の技術」「夢の技術」をテーマにしたイベントが数多く開催されました。当研究所からも、模型やパネルなどを出展し研究活動の紹介を行いました。



### 21世紀 夢の技術展



日本経済新聞社主催により7月21日(金)から8月6日(日)まで開催された「21世紀夢の技術展(ゆめテク)」では、当研究所の研究プロジェクトや新型航空機の構想を紹介するとともに、宇宙往還機と月探査機により任務を遂行するNALスペース・ミッション・シミュレータを展示しました。

### 「環境にやさしい21世紀の乗り物」セミナー



8月23日(水)、第18回APEC運輸WG宮崎会合開催を記念し、宮崎科学技術館において「環境に優しい21世紀の乗りもの」というテーマで、当研究所の職員による「次世代超音速機について」及び「成層圏プラットフォーム飛行船システムについて」のセミナーが開催されました。

また、セミナーに関連する模型・パネルなどが展示されました。



### 21世紀岡山未来技術フェア

8月25日(金)～27日(日)、コンベックス岡山開館10周年を記念して開催された「21世紀岡山未来技術フェア」では、当研究所の研究プロジェクトを紹介する模型やパネル、スペース・ミッション・シミュレータなどを展示しました。

## 開催報告

# サイエンスキャンプ2000

今年も日本科学技術振興財団等の主催によるサイエンスキャンプが開催されました。これは、科学技術に関心を持った高校生が、国立の試験研究機関などの研究者とふれ合う機会を提供するもので、当研究所は、8月8日(火)から8月10日(木)の3日間開催しました。

参加した高校生は航空宇宙に関する各種セミナーを受講し、また航空機用材料の破壊実験やフライトシミュレータによる飛行体験などを行いました。

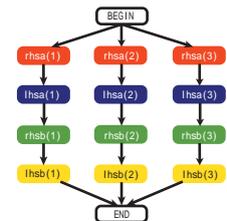
航空宇宙技術に対する関心は高く、毎年全国各地から多数の応募があります。その中から選ばれた参加者は、研究者と話すことはもちろん、同じ分野に興味を持って集まった仲間たちとの合宿生活を通じて、日頃味わうことができない貴重な経験ができたようです。



# SHORT CUT

## お知らせ

# HUG2000: 第4回ハイパフォーマンス FORTRAN ユーザーズグループ国際会議



**期 間**  
平成12年10月19日(木)～20日(金)

**場 所**  
ホテルインターコンチネンタル  
トーキョウベイ

**主 催**  
HUG2000組織委員会  
航空宇宙技術研究所

### 開催趣旨

この会議は第1回米国のサンタフェ(1997)、第2回ポルトガルのポルト(1998)、第3回米国のレドンドビーチ(1999)に引き続き日本で初めて開催されます。

会議では、HPFユーザーおよび開発者が一堂に会してアイデアと経験を交換することにより、最新のHPFインプリメンテーションや将来計画についての情報を得る最良の機会を提供します。

詳しい内容等については、ホームページ  
<http://www.tokyo.rist.or.jp/jahpf/hug2000>をご覧ください。

### 表紙説明

このシミュレータは、将来の宇宙往還機スペースプレーン及び月探査機への搭乗体験ができるフライトシミュレータであり、当研究所の研究成果である各種制御技術などが応用されています。夢の宇宙往還機実現への期待が高く、「ゆめテク」などの夢の技術をテーマとしたイベントでは、早くから長蛇の列ができるほど人気がありました。

### 編集後記

9月になったと言うのに、まだまだ暑い日が続いています。8月中は空いていた通勤電車も、今月に入ってから夏休みを終えた学生たちで混雑してきました。3月まで学生だった私にとってこの夏は、今まででいちばん長く、あつい夏のように感じられました。  
(鈴虫の鳴き声が聞こえ始めた仕事場より・・・A)