

なる

NAL

No.521

AUGUST 2002



- HOPE-X実物大機体構造強度試験
- 浮き上がり火炎の数値解析に成功！
- 日常運航データ再生ツール(DRAP)を開発
- 小型超音速実験機飛行実験の失敗原因調査始まる
- 平成14年度航空安全・環境適合技術に関する

研究報告会と研究交流会のご案内

National Aerospace Laboratory of JAPAN



航空宇宙技術研究所

HOPE-X実物大機体構造強度試験

機体構造試作試験

当研究所と宇宙開発事業団（NASDA）は、再使用型宇宙往還機的设计・製造方法の技術確立を目指して、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）複合材料を使用した宇宙往還技術試験機（HOPE-X）の実物大機体構造（全長約12m、全幅約9m）を試作し、昨年9月に完成しました。

CFRPは、重量あたりの強度および剛性が高く、また各構造部の一体成形が可能のため、当初想定していたアルミ合金に比べ、コストを約8割、重量は約15%削減することができました。また、製造期間も短縮することができました。

HOPE-X機体構造試作試験の詳細については、「なる」No.513（2001年12月号）をご参照ください。

機体構造強度試験

HOPE-Xは、H-Aロケットの1段目に取り付けて（図a）、地球周回軌道へ打ち上げた後、地球を周回し、軌道離脱用エンジンを使って地球へ再突入する計画です。この間、機体にもっとも大きな荷重が加わるのは、打ち上げ時です。HOPE-Xの全幅は約9mとH-Aの直径4mよりも大きいので、フェアリング内に収めることができません。そのため打ち上げ時には、機体を上下に曲げようとする空気の力を直接受けてしまいます。

今回試作された機体が、打ち上げ時に加わると予想される荷重に耐えられることを確認するため、昨年10月から約3ヶ月間、機体構造強度試験を行いました。この試験では、打ち上げ形態を模擬するために、機体後端を台に固定しました（図b）。打ち上げ時の機体に加わる大きな荷

重を模擬するため、機体の周りに太い鉄筋で頑丈な格子を作り、それを介して数トンレベルの荷重を25箇所に加えしました（写真）。胴体上曲げ、胴体下曲げ、主翼上曲げ、主翼下曲げ等の荷重を加えながら、770箇所のひずみ（荷重によって変形した長さを元の長さで割った値）の計測を行いました。

試験結果

今回試作した機体は、数値解析によりその設計を行っています。機体構造強度試験で得られた値は、数値解析により計算された値とほぼ一致しており、機体設計手法が妥当であることを確認できました。

機体構造試作試験および機体構造強度試験で確認した設計・製造方法の技術は、再使用型宇宙往還機の研究を今後進めていく際に、役立てていく予定です。

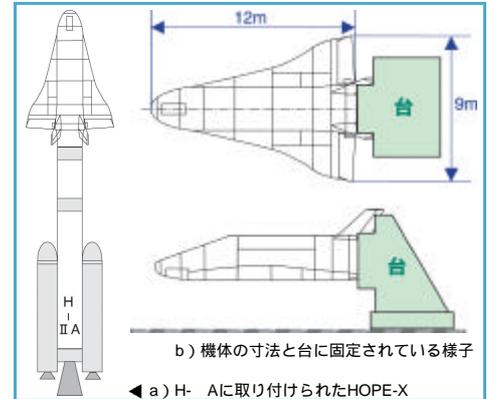


写真 構造強度試験中の試験機

宇宙輸送システムプロジェクトセンター
/ 構造材料研究センター

井川 寛隆（取材協力）

足を運んでみてください

今回試作した機体は、当研究所の宇宙2号館前に展示しています。当研究所にお越しの際には、ぜひお立ち寄りください。



浮き上がり火炎の数値解析に成功！

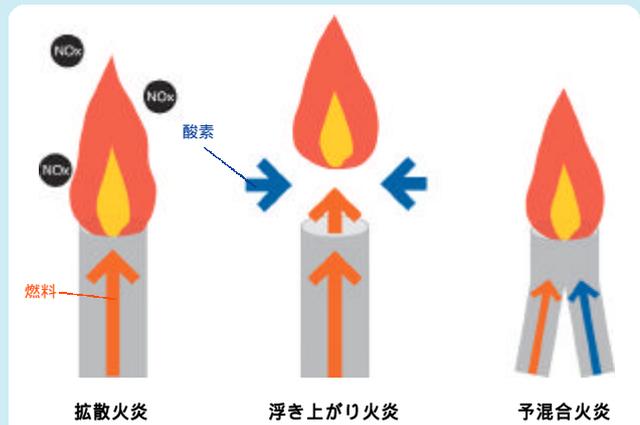
浮き上がり火炎とは？

火炎は燃焼状態により、拡散火炎と予混合火炎に分けられます。拡散火炎は、空气中に燃料を噴きながら燃焼を行う時に現れる火炎です。空气中の酸素と燃料の比が最適な状態で燃焼が行われるため、安定な燃焼となります。しかし、燃焼中の温度が高く、NOxが大量に発生してしまいます。これに対して予混合火炎は、酸素と燃料を予め混ぜた状態で燃焼を行った時に現れる火炎です。予混合火炎は、NOxの発生を抑えることができるといわれていますが、燃焼の安定性が問題となります。

浮き上がり火炎は、ちょうどその

中間の燃焼状態で現れる火炎です。空气中に噴出する燃料の速度を速くすると、火炎が管の出口に止まっていられなくなり、離れたところから燃え始めます。そのため、燃焼が始まるまでの間に、ある程度酸素と燃料が混ざります。元々は拡散火炎ですが、燃料を噴出する速度を速くして火炎を浮き上が

らせることで、拡散火炎と予混合火炎、両方の性質をもった火炎になります。



浮き上がり火炎の数値解析に世界で初めて成功

当研究所では燃焼制御の研究を行っており、その中で、基本的な燃焼現象の解明の研究を進めています。燃焼現象を解明するためには、火炎の内部構造を細かく調べる必要があります。火炎などの流体の挙動

を調べるには、数値解析が効果的ですが、火炎はとても薄く、そのような薄い部分は従来の計算機では計算できませんでした。

そこで、当研究所の数値シミュレーターを使って、浮き上がり火炎の数値解析を試み、見事成功しました

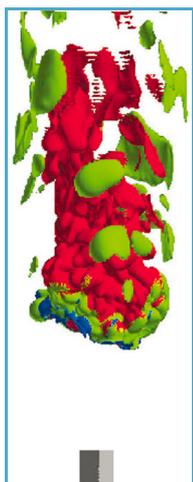


図1 解析結果

緑：拡散火炎
赤：燃料過濃な予混合火炎
青：燃料希薄な予混合火炎

(図1)。浮き上がり火炎の数値計算が成功したのは、世界で初めてです。

今後も燃焼現象の解明に努めます

当初の目的は、浮き上がり火炎を詳細な計算で再現することでした。現在は、そのデータを解析することにより、火炎の構造や浮き上がった火炎がその場に留まっている理由を調べることを目的としています。火炎の構造等については、現在詳しく調べているところです(図2)。

また今回の解析を通じて、大規模で詳細な計算を行える計算機で上手く解析を行えば、今まで分からなかった複雑な燃焼現象を理解することが可能なが示せました。

予混合火炎についても現在解析を行っており、今後は拡散火炎の解析にも着手していく予定です。

CFD技術開発センター
溝渕 泰寛 (取材協力)

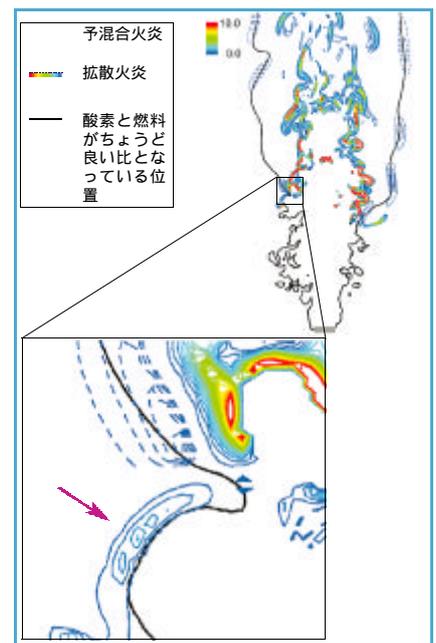


図2 浮き上がり火炎の様子(縦に切った面)

浮き上がり火炎は、外側の拡散火炎形態、内側の燃料過濃な予混合火炎形態、先端部に分けることができます。先端部の火炎は大変安定しており、そのお陰で火炎はその場に留まることができます。

火炎先端部を拡大してみると、燃料過濃な予混合火炎、希薄な予混合火炎および拡散火炎が混ざった形態であることが分かります。特に希薄な予混合火炎(矢印)で、火炎が下に進む速度と流体が上に流れる速度がほぼ釣り合って、安定が保たれているようです。

日常運航データ再生ツール (DRAP) を開発

当研究所では、航空運航のより一層の安全向上を目指して、航空ヒューマンファクターに関する研究を行っています。この研究のひとつとして、飛行機に搭載されているデータレコーダに記録された数100項目に及ぶデータをわかりやすく表示する「日常運航データ再生ツール・DRAP (Data Review and Analysis Program) Ver.1.0」を開発しました。

DRAPは、日常運航において取得した飛行データをパイロット等へフィードバックすることで、将来の運航安全性を向上させるためにエアライン各社が行っている、DFOM (Daily Flight Operation Monitoring) や FOQA (Flight Operational Quality Assurance) といった活動に利用されることを目的としています。DRAPの利点は、なるNo.520 (2002年7月号)でも紹介したように、飛行データをアニメーションとして可視化することで、パイロットが自分の飛行の様子を直感的にレビューすることが可能となる点です (図1)。

DRAPの主な機能、特徴は以下のとおりです。

1. (コクピット視点からの) 外視界表示、機体外部表示および計器表示ウィンドウにより、飛行データを3次元でアニメーション表示します。また、水平面内の飛行軌跡を表示する2次元マップ機能および操縦入力表示機能を有しています。
2. 日本国内の地形および滑走路の諸元がデータベースとして用意されているので、特定の滑走路への離陸、着陸時のアニメーションを表示することができます。
3. 記録された飛行データをもとに、



図1 日常運航データのフィードバック

離陸、着陸、巡航および着陸復行時の機体位置データを再構築するアルゴリズムを有しています。

4. 機体の空力特性データを用い、垂直および水平風を精密に推定します。この機能により、機上の計器には表示されない、より正確な風の情報をレビューすることが可能となります。

DRAPは1999年から開発に着手し、当初より日本航空株式会社DFOMグループと共同で開発作業をすすめてきました。日本航空株式会社には、特にソフトウェアの仕様やバグの発見・改修提案などユーザ側からのアドバイスをいただくとともに、2000年春よりプロトタイプ版の運用評価を実施していただきました。また、2001年春より全日本空輸株式会社および株式会社日本エアシステムにもプロトタイプ版の運用評価に参加していただき、実用化に向けたソフトウェアの開発をすすめてきました。今後もユーザからのフィードバックや、当研究所の研究成果をもとに機能拡張等開発を継続し、本ツールをエアライン各社に更に広く活用していただけるよう努力していきます。

(広報室)



水平方向の風向風速

計器表示
DRAP表示例

垂直方向の風向風速

小型超音速実験機飛行実験の 失敗原因調査始まる

当研究所では、7月14日に実施した小型超音速実験機飛行実験の失敗原因を究明するため、同日に原因調査委員会を発足しました。

これまでの調査の結果、実験機が脱落したのは、ロケットと実験機を結合していた分離ボルトに、ロケット点火直後何らかの原因で分離信号が送られてしまったためと推定されています。現在、委員会での審議、質疑を受けて、設計時データ、開発試験データ等を基にした分析作業、

ロケットおよび実験機の各部品・破片等の分解調査、さらに検証試験等を実施しているところです。

なお、原因調査委員会の議事内容につきましては、ホームページで公開しています。



問い合わせ先

航空宇宙技術研究所
原因調査委員会事務局
TEL 0422-40-3122,0422-40-3112

平成14年度航空安全・環境適合技術に関する 研究報告会と研究交流会のご案内

主催：航空宇宙技術研究所

開催日時：平成14年10月2日（水）13:00より（ポスターセッションは12:00より）

開催場所：航空会館内会議室（港区新橋）

開催内容：1．平成14年度 航空安全・環境適合技術研究（ASET）の研究報告会
2．第13回 航空安全性向上と航空機環境適合技術に関する研究交流会

テーマ：ヨーロッパの航空安全・環境適合技術について

ヨーロッパにおける航空安全・環境適合技術行政 - JAAの役割とEASAの設立

国土交通省航空局管制保安部保安企画課国際調査官 工藤 正博

Aviation Safety and Environment - Considerations by Airbus

Jan Schumacher, Senior Manager - Research & Technology Operations, Infrastructure, Environment, AIRBUS

注) 講演題目、講演者は変更となる場合があります。

問い合わせ先

同研究報告会・研究交流会事務局

TEL 0422-40-3353

E-mail fukazawa@nal.go.jp

開催報告1

航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2002

去る7月3日～5日の3日間、当研究所主催の航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2002を開催しました。通算20回目となります今回は、企画セッションとして、当研究所における航技研次期中央計算機システムの構築状況に関する紹介、高速ネットワーク上の仮想研究環境構築を目指しているITBL計画の現状と展望、昨年度から引き続きCFD信頼性の検証、さらには将来型宇宙輸送に関するシミュレーション技術等の話題を取り上げました。また、特別講演としてスウェーデン、ウプ

サラ大学ミュラー教授によるCFDの誤差に関する数学的見地からの解説および米国空軍研究所のヴィスバル博士によるデルタ翼まわりの流れ解析を中心とした現象の解説が行われました。一般講演としては、格子作成や多分野連成問題を含めた解析法、内部流等多くの報告がありました。今回のシンポジウムには、産学官から約300名の参加者があり、活発な議論、討論が行われました。次回開催に向けて、今後ともみなさまのご協力、ご支援をお願いいたします。

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

開催報告2

= 熱気あふれる3日間 =

SCIENCE CAMP 2002

8月6日(火)～8日(木)の3日間、全国各地の応募者の中から選ばれた高校生、高等専門学校生20名が参加したサイエンス・キャンプ2002が開催されました。サイエンス・キャンプは、科学技術に関心を持つ高校生、高等専門学校生が、普段接することの少ない研究機関などの研究者と触れ合う機会を提供するために、日本科学技術振興財団の主催に

より毎年行われています。

飛行機が飛ぶ仕組みを分かりやすく解説したセミナーから始まり、航空宇宙に関係のある各種の基礎技術セミナー、体感型のセミナーや飛行機への搭乗、次世代超音速機や宇宙輸送システムなどの当研究所が進めているプロジェクトに関するセミナーが続く、内容の濃い3日間となりました。参加者たちは、航空宇宙



技術に関するより一層の理解と関心を得られたことと思います。

今回は、航空宇宙に強い興味を抱いて独学で勉強してきた参加者が大変多く、研究者を困らせるような質問もたくさん飛び出しました。また最終日の研究室訪問では、自分たちの進む道を真剣に考え、研究者の話に熱心に耳を傾ける姿がとても印象的でした。

平成14年度業績表彰

当研究所では、創立記念日にあたる7月11日に、他の職員の模範として推奨に値する成果を上げた者を「業績表彰」しています。この表彰制度により、業績を挙げた職員に明示的評価を与え、今後も積極的に業務活動を行う意欲をかりたてるとともに、他の職員の意欲の高揚にもつながるものと考えています。

第2回目となる今回は、以下の業績内容に対して9名の職員を表彰しました。

受賞者：渡辺 重哉（風洞技術開発センター）

業績内容：大型風洞における空間速度場計測技術の研究において、可搬型粒子画像流速測定システム（PIV）を開発し、風洞試験・計測技術の高度化に貢献した。

受賞者：熊倉 郁夫（構造材料研究センター）

業績内容：構造健全性の研究において、YS-11実機胴体を用いた落下衝撃試験を実施し、衝撃破壊現象を解明して航空安全性の向上に貢献した。

受賞者：峯岸 正勝（構造材料研究センター）

業績内容：構造健全性の研究において落下衝撃試験技術を開発し、YS-11実機胴体を用いた落下衝撃試験データ取得に貢献した。

受賞者：小笠原 俊夫（先進複合材評価技術開発センター）

業績内容：セラミック基複合材の研究において、その複合材物性を解明し、材料開発および耐熱構造の開発に貢献した。

受賞者：菊池 一雄（航空推進研究センター）

業績内容：高精度数値解法の研究において、連立一次方程式に関する極めて優れた解法である残差切除法を独自に開発し、その実用化に貢献した。

受賞者：村岡 浩治（飛行システム研究センター）

業績内容：日常運航データ再生ツール（DRAP：P3参照）のアニメーション機能を開発し、我が国の運航安全をさらに向上させる同ツールの実現に貢献した。

受賞者：岡田 典秋（飛行システム研究センター）

業績内容：日常運航データ再生ツール（DRAP）のソフトウェアを開発し、我が国の運航安全をさらに向上させる同ツールの実現に貢献した。

受賞者：田村 洋（角田宇宙推進技術研究所ロケット推進研究センター）

業績内容：LE-7Aエンジンのノズル横推力発生機構に関する研究において、可視化技術と燃焼実験によりノズル流れ変化と横推力の相関を解明し、改良型ノズル開発に貢献した。

受賞者：高橋 政浩（角田宇宙推進技術研究所ロケット推進研究センター）

業績内容：LE-7Aエンジンのノズル横推力発生機構に関する研究において、CFD技術により衝撃波と粘性現象を伴う複雑なノズル流れを解明し、改良型ノズル開発に貢献した。

今月のキーワード

DFOM / FOQA (P3)

飛行機は、QAR (Quick Access Recorder) という運航データを記録する装置を積んでおり、運航の際には、離陸から着陸までのデータを毎回QARに記録しています。このデータをパイロットが確認することで、今後の運航の品質向上に生かすことができます。また、機体やエンジン整備の効率化等にも生かせるため、運航にかかわるシステム全体の安全性の強化に役立ちます。

日本では、日常の運航データを運航品質向上および運航安全に生かす目的で、パイロットにフィードバックする上記のような活動をDFOM (日本航空等) およびFOQA (全日本空輸、日本エアシステム等) と呼称して実施しています。

ヒューマンファクター (P3)

ヒューマンファクターとは、機械やシステムを安全に効率よく機能させるために必要とされる要因の内、人間の能力や特性など人間側に係わるものをいいます。

プラス面として挙げられる、トラブルなどに柔軟な対応ができる、変化に対して注意が向く、などは安全を保つ上で重要ですが、反面、物忘れや思い込みをする、経験不足による判断ミス、慣れによる不注意、などのマイナス面はヒューマンエラーを誘発する要因となってしまいます。

分離ボルト (P4)

内装された火薬を電流により点火し、火薬

の爆轟 (音速を超える衝撃波を伴う燃焼) により生じた衝撃波で、あらかじめ設計された分離部を破壊し瞬時に分断されるボルトです。

多段式ロケットの切り離しなどに使用されています。

粒子画像流速測定システム (PIV: Particle Image Velocimetry) (P6)

流体内に混入した微粒子をレーザーを用いて非常に短い間隔で2回光らせ、その間の微粒子の移動量を測定することで、瞬間的な詳細な流速分布を知ることができるシステムです。

残差切除法 (P6)

流体の流れを解析するには、非常に複雑な方程式を解く必要があります。

残差切除法はこれらの式を解くために提案された、数回の反復計算と最小2乗法 (近似関数値の2乗の和を最小にする方法) を1ステップとする計算法で、高い効率と精度が示されています。

ノズル横推力 (P6)

ロケットエンジンの燃焼室圧が上昇する途中、ノズル内の流れに瞬間的な非対称が発生し、エンジンを横方向に押す力がかかります。

過大な横推力は、エンジン破損の要因となります。

エンジンの強度を上げることで対処することができますが、重量を大きく増加させてしまうため、横推力の低減が求められています。



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8月発行 No.521

©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

古紙配合率100%再生紙を使用しています