

なる

NAL

No.530

MAY 2003



- 高速飛行実証フェーズⅡ現地作業開始
- 成層圏滞空飛行試験機が完成
- 気球追尾と動画像伝送実験
- 傾斜機能材料データベース

The FGMs DataBaseの構築

- もっと簡単に推力の向きを制御しよう

National Aerospace Laboratory of JAPAN

5

航空宇宙技術研究所

高速飛行実証フェーズ

現地作業開始

当研究所と宇宙開発事業団（NASDA）は、フランス国立宇宙研究センター（CNES）と共同で、スウェーデン王国エスレンジ実験場（図1）において、高速飛行実証フェーズ 飛行実験を行う予定です。この飛行実験は、風洞試験やCFD（計算流体力学）結果を評価するための、遷音速領域（マッハ1前後）の空力特性データを取得することを目的としています。



図1 スウェーデン王国エスレンジ実験場

フェーズ 実験機は、CNESが準備する気球に吊り下げられて高度約30kmまで上昇し、気球から分離さ

れます。その後、自由落下および滑空によって遷音速領域まで加速し、空力特性データを取得します（図2）。

エスレンジ実験場は、気球、観測ロケット、人工衛星を用いた宇宙開発の国際拠点として整備された基地で

あり、スウェーデン宇宙公社（SSC：Swedish Space Corporation）により管理運営されています。実験場は、スウェーデン王国最北端の北極圏内に位置し、基地の北側には5600km²（南北：約90km、東西：約70km）に及ぶ観測ロケット回収場が無人のツンドラ地帯の中に広がっています。今回実施する高速飛行実証フェーズ 飛行実験に最適な環境が、このエスレンジ実験場なら確保できます。実験隊は、エスレンジ実験場内に設置されているホテルに宿泊しています。実験場から西に約



図3 実験機の開梱および点検作業の様子

での作業を開始し、実験機の開梱、組立て、整備作業を気球の放球場に隣接した機体整備棟にて行っています（図3）。飛行中の実験機の監視と管制は、本部ビル（図4）の中で行われます。

現在は、5月末の飛行実験開始を目指して、機体整備作業と各種点検を行っています。その後、7月までの期間内で、複数回の飛行実験を実施する予定です。

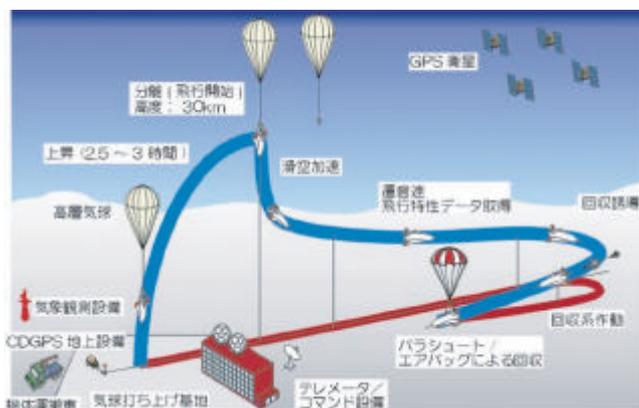


図2 高速飛行実証フェーズ 飛行実験の概要

50kmの所に、鉄鉱山で有名な人口約2万人のキルナ市があり、実験隊の生活に必要なものはここで入手可能です。

高速飛行実証フェーズ 実験隊は、2003年4月22日から現地



図4 エスレンジ実験場本部ビル

成層圏滞空飛行試験機が完成

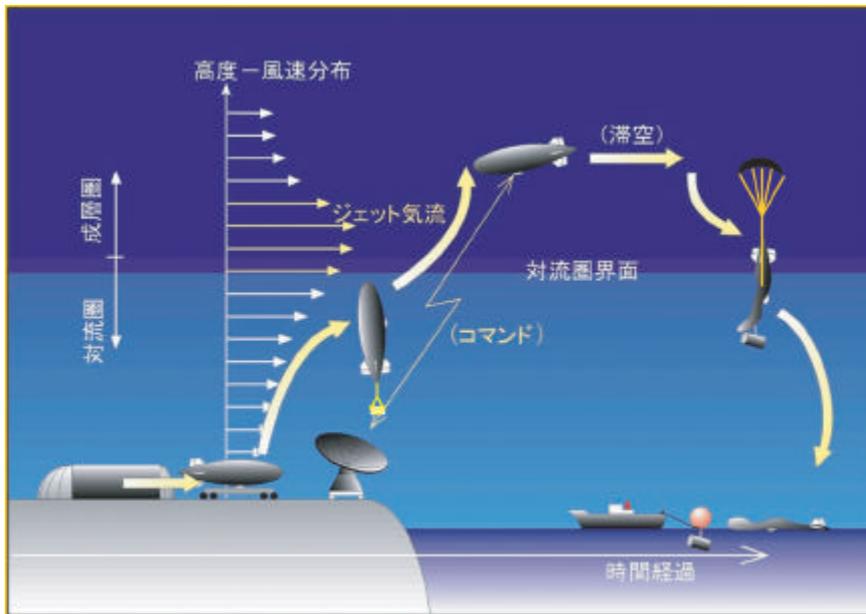


図1 成層圏滞空飛行試験の概要

当研究所では、成層圏プラットフォーム飛行船システムの研究において、成層圏滞空飛行試験および定点滞空飛行試験の2種類の飛行試験を予定しています。

このうち、成層圏滞空飛行試験に使用する機体が完成し、試験に向けた準備が着々と進んでいます。

成層圏滞空飛行試験は、無人、無動力の試験機を、成層圏の下層である高度15km程度まで上昇させる試験で、上空で大気の採取を行った後は外皮切り裂き装置により船体を破いて降下、海上で回収します(図1)。この試験で膜材構造設計技術と船体製造技術の実証および、ジェット気流帯を通過して成層圏に至るまでの実飛行環境データの収集等を行います。

今回制作した試験機(写真)は、全長約47m、胴体最大直径12m、体

積3600m³、重量500kgの軟式飛行船です。軟式飛行船とは、3種類ある飛行船の構造のうち、フレームで船体を作り、その上に外皮を貼る硬式飛行船や、船体の下部分だけフレームが入っている半硬式飛行船と違い、外皮のみでフレームは持たず、内圧で船体の形を保持している飛行船です。

船体の材料は、ベクトランという強化繊維と、気体遮断性に優れたエバルというバリア材をポリウレタ



写真 完成した試験機

ンで挟んで高周波で溶着した膜材です。この膜材は強度30kgf/cm以上ながら、面質量114g/m²と非常に軽量です。

船体内部は浮力調整用のダイヤフラムで仕切られ、前部にはヘリウム、後部には空気が入っており、効率良く上昇するように、垂直に立てた状態で放船します(図2)。高度が上がるにつれ、周りの空気の密度が下がり、相対的に船体内部のヘリウムと空気は膨張するので、空気を排気して内圧を調整しながら上昇し、高度15kmに達した時点では、機体の中はほぼヘリウムのみになり、水平に滞空するよう設計されています。

今後は、放船模擬試験などを行い、本年7月末に予定されている本試験に向けて準備を進めていきます。

(広報室)

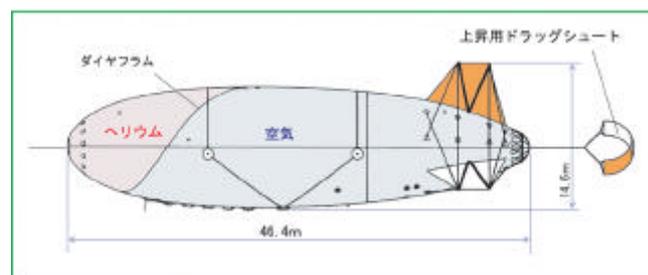


図2 成層圏滞空飛行試験機の形状

= 救急車からの動画像伝送で救命率を向上 =

気球追尾と動画像伝送実験

当研究所は、高仰角軌道の衛星（準天頂衛星）を利用して、救急車等の移動体からリアルタイムで動画像を伝送するための車載用衛星追尾システムの研究開発を進めています。このシステムは、移動体の姿勢情報を提供する慣性航法装置（IMU）、移動体の位置情報の確認とIMUのドリフト補正に必要なGPS受信機、衛星を追尾するためのX-Yジンバルおよび制御装置より構成されます。これまでの研究では、準天頂衛星の代わりにCCDカメラを用いて、光学的に目標物（太陽、月、気球等）を捕捉して追尾精度の解析および評価を行い、高精度追尾技術の確立を目指してきました。追尾制御には、GPS、IMUから得られる移動体の姿勢情報および時刻から目標物の方位と高度を算出し、座標変換を行って目標物を捕らえ続けるオープンループ制御と、CCDカメラにより光学的に目標物を画像センサー内に

捕捉した後、画面中心からの偏差角度が0になるようにX-Yジンバルを制御し、目標物を追尾し続けるクローズループ制御を組み合わせています。

この開発したシステムを総合的に評価するために、上空約500mに繫留した気球（擬似準天頂衛星）に搭載した中継局を経由して、走行車両から動画像を伝送する実験を行いました（写真）。X-Yジンバル装置に搭載した光学センサーを使って、中継局となる気球を自動追尾しながら、圧縮した動画像を追尾車両発信局より無線LANで送信し、中継局を経由して固定局に伝送しました（図1）。その結果、中継局である気球は光学センサーにより検出され、走行車両の姿勢が大きく変化しても、クローズループ制御により ± 1.5 度以内の精度で追尾が行われました（図2）。この実験により、良好な追尾と移動体からの動画像のリアルタイム送受信（伝送速度2Mbps）が検証されました。

今後、さらに追尾精度の向上を目指し、宇宙技術と医療技術を融合した次世代型遠隔医療システムの構築に寄与していきます。なお、この研究は、平成12～14年度文部科学省科学技術振興調整費によ

る、「高度衛星・通信技術を医療に応用するための研究開発」で行われた研究成果の一部です。



追尾実験車両と気球

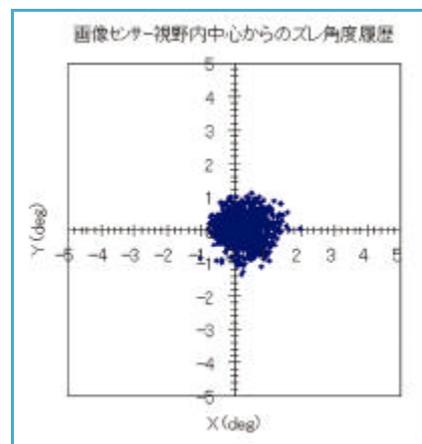


図2 気球追尾実験の結果

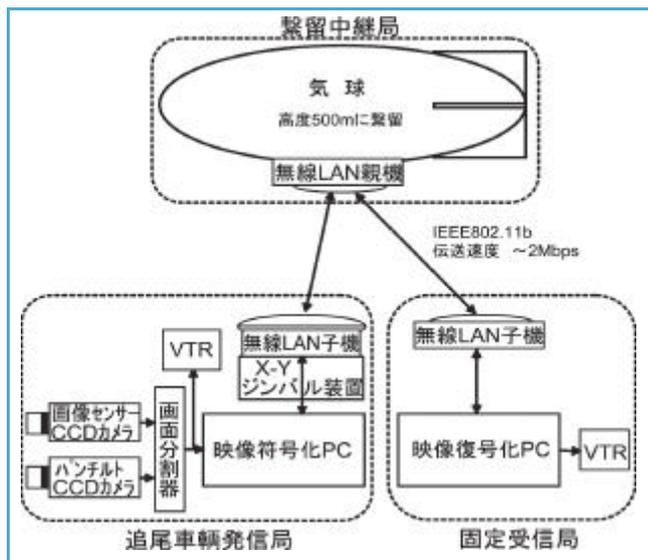


図1 動画像伝送システム概略図

宇宙システム研究センター
吉原 正一

傾斜機能材料データベース

The FGMs DataBase の構築

2002年10月、当研究所のホームページ上に傾斜機能材料データベースを公開し（「なる」2002年10月号参照）、運用を開始してから6ヶ月が経過しました。これまでにアクセスカウンターは2000件を超え、順調に活用されています。また、情報誌や辞書などにも掲載され、傾斜機能材料（「なる」1999年1月号参照）に対する社会的認知も進んできているようです。

当研究所角田宇宙推進技術研究所では、傾斜機能材料に対する関心の高まりを受けて、傾斜機能材料データベースを構築しましたが、その過程において、いくつかの困難なハードルをクリアする必要がありました。まず第1のハードルは、傾斜機能材料が全く新しい材料技術の分野であることに起因するものです。傾斜機能材料を創製するためには、異なった機能を持つ材料の組成を物理的、構造的あるいは組成的に、連続的に変化させ、使用環境に最適な機能を持つ材料になるよう設計する必要があります。これらの材料は、組成が連続的に変化する、不均一な材料としてデータを整理する必要がありますが、手本となるデータベースが存在しませんでした。

第2のハードルは、傾斜機能材料の特徴に起因するものです。傾斜機能材料は、使用環境に応じて要求される機能が、最適になるような設計・創製手法で創製されます。この特徴は、データベースにも活かされなければなりません。使用環境条件、製造条件、評価データがセットになって、初めて意味のあるデータと

なるからです。

第3のハードルは、国家プロジェクトとして研究が実施されたため、産学官の多数の機関が関係していることです。産業界においては、研究によって生み出されたノウハウで有用なものは、各機関が独自に特許を申請したり機密にしたりする 경우가少なくないため、情報が公開されなかったり、データ収集に限界が生じたりします。また、プロジェクトが終わるとチームが解散するなどで、情報やデータが散逸してしまうことが少なくありません。

これらのハードルをクリアした後、最後に待っているハードルが、国際貢献や情報提供を時代に即した形で提供するシステムを構築し、確立することです。そこで、インター

ネットで容易に利用できる、日英2ヶ国語のシステムを確立しました。

現在、1300件を超える研究情報をオフィシャルサイト（<http://fgmdb.nal.go.jp>）から発信し、運用しています。



角田宇宙推進技術研究所
ロケット推進研究センター
木皿 且人



オフィシャルサイトに表示されるデータベース画面の例

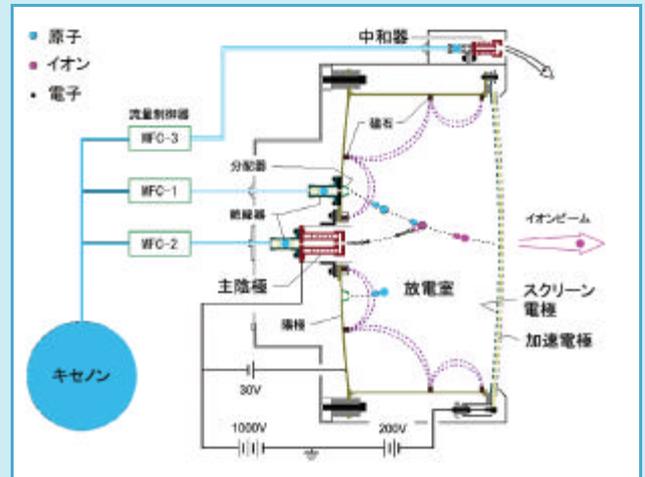
= 電極を使ったイオンエンジンの推力方向制御技術の確立を目指して =

もっと簡単に推力の向きを制御しよう

イオンエンジンってどんなエンジン？

イオンエンジンは、大きな太鼓のような形をしています。この太鼓の中（放電室）に原子（主にキセノンが使われます）を放出し、主陰極から電子を放射してキセノンに当て、イオン（正に帯電したキセノン）と電子に分離します。放電室の後方は、小さな穴が無数に開いた電極になっており、イオンがその穴を通して後方に噴射されることで推力を得ます。電極は、プラスの電圧がかけられたスクリーン電極と、マイナスの電圧がかけられた加速電極からなります。エンジン内には、電極にかけられた電圧により電場（イオンの通り道）が形成されているため、ほとんどのイオンは電極にぶつかることなく穴を通り抜けることができます。主陰極から放射された電子や、キセノン原子から分離した電子は、放電室の壁から吸収され、再び主陰極から放射されたり、中和器からエンジン後方へ放出して、噴射されたイオンを中和したりするのに使われます。

イオンエンジンは推力が小さいため、衛星の打ち上



イオンエンジンの構造

げなどの大きな推力の要る仕事には向きません。しかし、ロケットよりも遥かに燃費が良いため、衛星の軌道制御など、長期間の作動を必要とする仕事に向いています。

電極を使って推力方向を制御しよう

一般的なイオンエンジンは、ジンバルと呼ばれる機器を使い、イオンエンジン自体の向きを変えることで推力方向を制御しています（図1）。このジンバル機構は大変重いため、イオンエンジン自身で推力方向の制御を行うことができれば、重量の軽減化が図れます。そこで考え出したのが、電極を動かして発生する電場を変化させることで、イオンの噴

射方向を制御する方法です。

図2は、電極の穴の拡大図です。赤い粒子はイオンを表しており、電場によってスクリーン電極左側の放電室から噴射され、図中のようなイオンビームが形成されます。加速電極を少し動かすと、発生している電場が変化します。この電場の変化により、イオンの噴射方向が変化し、推進方向を変えることができます。

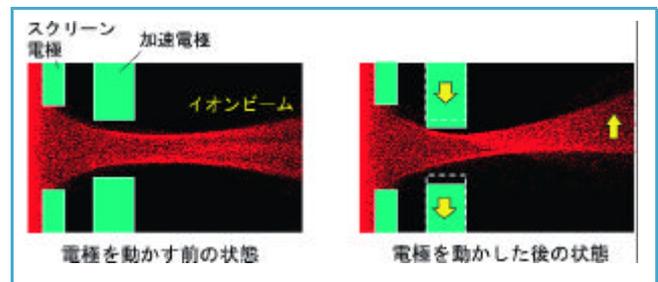


図2 電極による推力方向の制御

イオンエンジンの研究を進めており、数種類のエンジンを試作し、地球軌道上での実験などを行ってきました。しかし、電極によるイオンエンジンの推力方向制御の研究はまだ始まったばかりです。今後は宇宙空間で実際に利用できる技術とするため、研究を進めていきます。

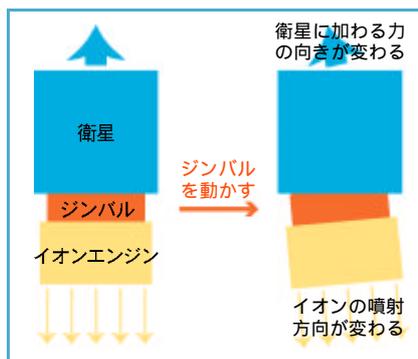


図1 ジンバルによる推力方向の制御

実用化に向けて

現在、数値解析および実験を通して、加速電極の動かし方でイオンの噴射がどう変化するか、研究を進めています。

当研究所では、30年以上前からイ

宇宙システム研究センター
大川 恭志（取材協力）
北村 正治（取材協力）

飛行船を追いかけて - その 飛行船誕生 -

成層圏プラットフォームとは、気象条件が比較的安定している高度20km程度の成層圏に、通信機材、観測センサー等を搭載した無人の巨大飛行船（全長250m級）を滞空させ、通信・放送の基地や、地球環境観測、災害監視等に利用する飛行船のネットワークのことです。

当研究所ではこれまでに、成層圏プラットフォーム実現に向けた様々な研究や試験を行ってきました。今年の7月には、体長40m級の試験機を実際に成層圏まで到達させる試験を行います。また今年度末からは、60m級の試験機で飛行制御技術などの確認試験を行う予定です。

そこで今月から、飛行船の歴史などについて簡単に紹介していきたいと思います。

気球の誕生

人類の初飛行は1783年、フランスのモンゴルフィエ兄弟が考案した乗り物で達成されました。彼らの考案した乗り物は、紙で作った大きな袋の中に、麦わらと毛糸を燃やして発生した熱気を詰めることで上昇する、いわゆる熱気球です。またこの年、フランスのシャルル兄弟も、水素を使った気球を考案し、空へ浮かんでいます。

気球のように、空気よりも軽い気体を使って揚力を得る機体のことをLTA（Lighter Than Air）と呼んでいます。初期の気球は、炎の調節や砂袋などの重りにより、上下の操作はある程度できたものの、基本的に風任せの飛行でした。そこで当然、自由自在に空を飛びたいという思いが生まれます。

エンジンを搭載すれば・・・

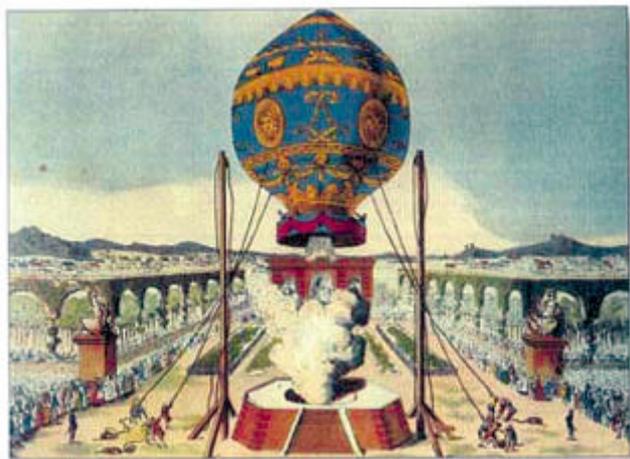
気球が自由自在に空を飛ぶためには、推進機関が必要です。1852年、推進機関を搭載した（というよりはぶら下げた）気球が、フランスに出現します。この気球は推進機関として蒸気機関を搭載しており、この蒸気機関でプロペラを回転させ、飛行

を行いました。飛行船は、簡単に言ってしまうと「推進機関を持った気球」のことなので、この気球が最初の飛行船と言えます。

せっかく誕生した飛行船ですが、蒸気機関は空を飛ぶには重過ぎました。そのため飛行船の飛躍的な発展は、より軽量のガソリンエンジンの出現まで待たなければなりません。

<参考文献>

- 『飛行船の再発見』 飯沼和正
講談社ブルーバックス
- 『航空の世紀』 吉川康夫 技報堂出版



モンゴルフィエ兄弟の熱気球（「エアロノーツInc. ホームページ」より）

一般公開

当研究所では毎年、科学技術週間（4月18日の「発明の日」を含む月曜日から日曜日までの1週間）に合わせて、研究所内の設備を一般に公開しています。今年は、4月20日（日）に本所と調布飛行場支所を、4月19日（土）に角田宇宙推進技術研究所を公開しました。

本所・調布飛行場支所

本所では、初公開となるHOPE-X強度試験用供試体や数値シミュレータ 計算機室、燃料電池実験室を含めた14の設備を公開しました。その他に、「おもしろ体験コーナー」や「自由工作コーナー」などの参加型のイベントも実施しました。また今年は、宇宙開発事業団、宇宙科学研究所、通信総合研究所の3つの関連機関のパネルや研究内容の紹介を行いました。

支所では、実験用航空機やYS-11型機胴体構造の落下試験用供試体など6の設備の公開を行うとともに、「おもしろ体験コーナー」を実施しました。

当日は小雨の降り続くあいにくの天気にもかかわらず、3200名を超える来場者にお越しいただきました。



角田宇宙推進技術研究所

角田宇宙推進技術研究所は、例年どおり宇宙開発事業団角田ロケット開発センターと同時に開催しました。

今回は、数値宇宙エンジン、ロケットエンジン高空性能試験設備、複合エンジン要素試験設備、液体水素ロケットエンジン試験設備、高温衝撃風洞の5つの設備を、研究内容の紹介とともに公開しました。その他にも、ゴム動力飛行機作製教室や宇宙に関するビ

デオの上映、ふわふわのトランポリンで遊べるコーナー等、様々なイベントを実施しました。なかでも、ゴム動力飛行機作製教室は好評で、桜が満開の敷地内の広場を、できあがったばかりのゴム動力飛行機が飛び回っていました。

また、昨年9月に開催した「宇宙の日一般公開」のお絵かきコーナーにおいて、宇宙をテーマに描いてもらった絵に対し、「優秀賞（6名）」と「よいですね賞（14名）」の表彰を行いました。



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15年5月発行 No.530

© 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