

空と宙

そらとそら
Nov./Dec.
2004
No.002

JAXAの航空技術プログラム

2002年末、文部科学省に航空科学技術委員会が設置されたのに伴い「航空科学技術に関する研究開発の推進方策」が審議され、2003年5月に報告書としてまとめられました。

また、昨年10月の宇宙航空研究開発機構（JAXA）発足と同時に前記推進方策を実施・展開する体制が総合技術研究本部（ISTA）の中に構築されました。その中核となる組織が「航空技術領域」です。この領域には目的指向型の組織として「新型航空機」「航空安全」「航空環境」「航空利用」の四つの技術開発センターが新設されました。これ等のセンターでは以下に示す七つのプログラムの研究開発を推進します。

①「国産旅客機高性能化技術の研究開発」

経済産業省および産業界との密接な連携の下、国産旅客機の実現に向けた取り組みを行います。2003年度から経済産業省／新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が進めている「環境適応型高性能小型航空機研究開発」に協力し、主契約メーカーと共同研究を行い、先進計測技術やCFD解析技術等を活用して全機空力特性の高精度予測、翼および胴体設計等に協力しています。

②「クリーンエンジン技術」

経済産業省／NEDOが進めている「環境適応型小型航空機用エンジン研究開発」に参加協力を行います。基本的な取り組みとしてはJAXAが従来開発を進めてきた低NOx燃焼器技術やCFD解析技術等の実用化レベルの技術とエンジン開発に必要な試験設備を整備・活用し貢献します。

③「運航安全・環境保全技術」

運航安全技術として「次世代運航システムの研究構想」を立案し、産学官連携で研究開発と研究会



航空プログラムディレクター
泉 耕二

活動を展開しています。環境保全および安全安心な社会の実現に資する課題として騒音低減や気象観測・災害監視等についての研究開発に取り組んでいます。

④「コンピュータによる革新設計技術飛行実証プログラム」

我が国が得意とするコンピュータを活用した航空機の革新設計技術の研究開発を推進し、実験機の飛行実証まで発展させます。2004年度は産学官連携の下に飛行実証計画の策定を行います。

⑤「次世代超音速技術の研究開発」

ロケットに超音速実験機を搭載するシステムの改修設計、製作を実施しています。2004年度中に豪州ウーメラでのロケット実験機による超音速飛行実験を行います。

⑥「成層圏プラットフォーム飛行船システムの研究」

昨年度は成層圏飛行船システム実現に向けて成層圏飛行実験を実施しました。2004年度は北海道大樹町で定点滞空飛行実証試験を実施しています。

⑦「未来型航空機技術の研究開発」

垂直離着陸機（VTOL機）等のこれまでにない未来型航空機の開発と20年後の将来を見据えた「新しい航空機・航空輸送システムコンセプトの構想」立案を産学官の連携で進めています。

宇宙のゴミをお掃除します

-エレクトロダイナミックテザーシステムによるスペースデブリ除去を目指す-

スペースデブリとは、地球周回軌道を高速で飛び交う使えなくなった人工物体のことです。低軌道でのスピードは秒速7キロ以上、重さは数グラムの破片から数トンの人工衛星まで様々です。スペースデブリは、人類が初めて宇宙空間に人工衛星を打上げた1957年以来増え続けており、使用中の衛星への衝突が危惧されるなど、現在ではその存在が見過ごせない状態になっています。



ISTAのデブリ研究メンバー

(後方左より) 西田信一郎、吉村庄市、大川恭志、永尾陽典、星野健
(前方左より) 河本聡美、中島厚

デブリの発生

デブリはどのようにして発生するのでしょうか。衛星打ち上げに使われるロケットの残骸はもちろん、人工衛星自体も、働かなくなればデブリになります。

高度2000km以下の低軌道や高度約36000kmの静止軌道など、人工衛星がよく打ち上げられる有用な軌道高度にはたくさんのデブリが飛翔しています。そのため、デブリが人工衛星などへ衝突し、破壊したり重大な事故を引き起こす恐れがあります。ある高度では、打ち上げがこれ以上行われなくても、デブリ同士の衝突により多数の微小なデブリが発生しさらに衝突を繰り返すというカスケード反応が始まってしまう密度にすでに達している、という報告もあります。その場合、「除去システムの開発が唯一の解決手段になります」と河本は力説します。

ISTAが進めているデブリの研究

ISTAでは、〈観測・モデル化〉、〈防御〉、〈発生防止〉の観点からスペースデブリの問題に取り組んでいます。

現在、北米防空司令部（NORAD）により、低軌道では10cm以上、静止軌道でも50cm以上の大きさのデブリはカタログ化されています。ISTAでは、〈観測・モデル化〉の研究として独自のデブリ検出ソフトを開発し、静止軌道上にある20cmクラスのデブリの観測を行っています。

また〈防御〉の研究として、衛星等の宇宙機の材料として使われている炭素繊維強化プラスチック（CFRP）に、高速射出装置を使ってアルミの破片を衝突させる地上実験を行っています。この実験を通して破壊の様子を把握し、防御方法の検討を進めています。

〈発生防止〉の研究としてはデブリを除去するシステムを検討していますが、このシステムで重要となってくるのが、ほとんど燃料を必要とせずに軌道変換ができるエレクトロダイナミックテザーです。

エレクトロダイナミックテザーと軌道上実験

エレクトロダイナミックテザーとは、導電性の紐のことです。エレクトロダイナミックテザーによるデブリ除去の仕組みを、図1に示します。

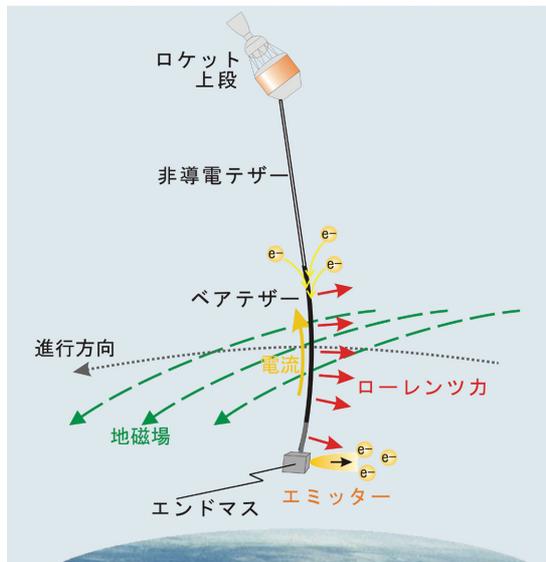


図1 エレクトロダイナミックテザーの仕組み（実証実験検討図）

ISTAが検討しているエレクトロダイナミックテザー実証実験は、テザーと、電子を放出するための機器（エミッター）を搭載しているエンドマスから成ります。地球の周りには磁場があるため、ロケット上段からテザーを伸展して磁場の中を通過することにより、ベアテザー（被覆なし導電テザー）に誘導起電力が生じます。宇宙空間では、物質が電氣的にプラス（陽イオン）とマイナス（電子）に分離してプラズマとして存在しているため、ベアテザーから電子を収集し、エンドマスから電子を放出すると、テザーに電流が流れます。この電流により、進行方向と逆向きにローレンツ力が発生し、速度が遅くなって軌道が低下します。

「目指しているのは、エレクトロダイナミックテザーを多数搭載した衛星システムです。衛星システムがデブリに近づき、テザーを取り付けます。取り付けたテザーを伸ばすことで軌道を下げ、テザーごとデブリを再突入させようと考えています」と中島は説明します。現在は、ロケット上段を利用した宇宙空間での実証試験を目指し、テザーや、カーボンナノチューブを用いた電界放出型電子源（FEAC）の試作を進めています（図2、図3）。

（広報係）



図2 放電実験用のベアテザーサンプル
左：アルミワイヤとケブラー
右：アルミワイヤとカーボン繊維

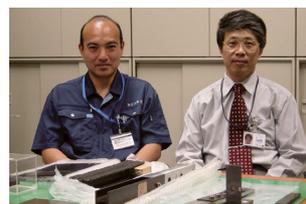


図3 電界放出型電子源（FEAC）
下部の発光部分が電子を放出するFEACです。

航空機をより強く、より軽くする技術

-3次元織物複合材料の研究-

複合材料とは、2種類以上の材料を合わせることで、それぞれが持つ特性以上の特性が引き出された材料のことです。強く軽いという性質を有し、旅客機の尾翼や補助翼などにも利用されており、機体の軽量化に一役買っています。



構造解析研究グループ
(左より) 高戸谷健、薄一平

航空機構造と複合材料

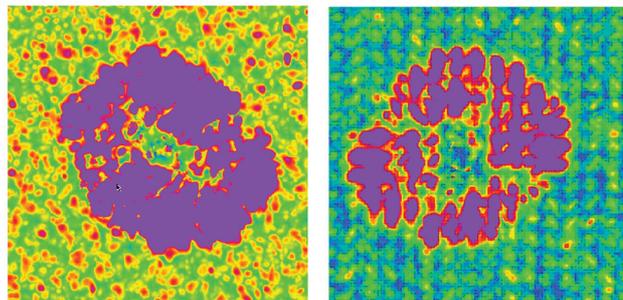
航空機の構造に使われている複合材料は、同一方向に並べた炭素繊維をプラスチック樹脂で固めた〈炭素繊維強化プラスチック (CFRP)〉と呼ばれる複合材料です。「炭素繊維は繊維方向には物凄く強い。ところが、横方向には弱い材料なんです」と高戸谷は説明します。「そこで、繊維に角度を持たせて何層にも重ね合わせることで、どの方向に対しても強度を保てるような構造 (積層構造) になっています。」

このような工夫をすることで、どの方向にも強い複合材料が完成します。しかし、この構造には問題が無いわけではありません。衝撃により、層と層の間が剥れてしまう層間剥離という現象が起きてしまうのです (図1a)。

ISTAの3次元織物複合材料

ISTAでは、層間剥離の問題を解決するため、3次元織物複合材料の研究を行っています。積層構造の複合材は、横方向 (X-Y面内) には繊維が詰まっていますが、垂直方向 (Z方向) は樹脂同士のつながりで持っています。これに対して3次元織物複合材は、X-Y面内はもちろん、Z方向にも繊維が詰まっているという特徴があります。そのため、Z方向への衝撃にも耐えられます (図1、図2)。

また、耐熱性についても研究を進めています。航空機の構造に使われているCFRPは、プラスチック樹脂としてエポキシ樹脂を使用しています。エポキ



積層構造複合材料

3次元織物複合材料

図2 2種の複合材料の試験結果比較 (超音波探査)
赤い部分が材料間の剥離が起こっている部分です。3次元織物複合材料の方が、Z軸方向に繊維が入っている分、剥離の程度が抑えられていることが分かります。

シ樹脂は耐熱性がそれほど高くないため、空気との摩擦により飛行時の機体表面が高温となる超音速機 (SST) には使用できません。そこで目を付けたのが、ビスマレイミド系樹脂です。ビスマレイミド系樹脂は耐熱性が高く、マッハ2程度で飛行する超音速機にも使用できると考えています。

より複雑な形への対応

「ISTAでは、板形状の試験片を使って各種要素試験を行い、剛性や強度、破壊に至る過程等のデータを計測してきました。次に考えたのが、小さな部品を使った試験です」そうやって薄が示したのは、翼と、翼同士をつなぐ部分である耳金部とを一体成形した試験片です (図3)。今後は、これらの試験片を使って剛性や強度等を確認し、その性能を評価していきます。

(広報係)

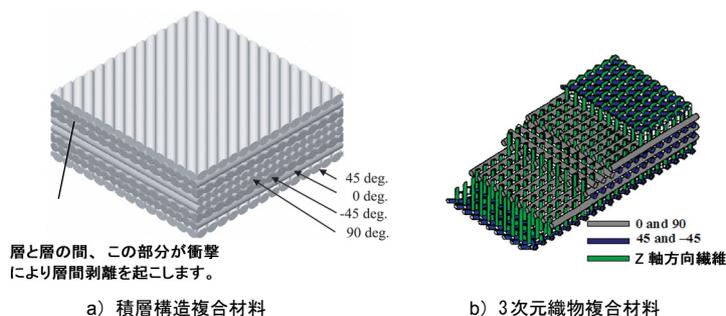


図1 2種の複合材料の構造比較
積層構造複合材料では繊維がX-Y面内のみに入っていないのに対し、3次元織物複合材料ではZ軸方向 (垂直方向) にも繊維が入っています。



図3 翼と耳金部を一体成形した3次元織物複合材料
3次元織物複合材料で複雑な構造を作る場合、まず繊維を構造材の形に織り上げたプリフォームと呼ばれる物を作ります。このプリフォームに、樹脂を染み込ませて固めることで構造材が完成します。

ISTAにおける設備等供用制度について

設備等供用制度とは、JAXAが保有している風洞試験設備や振動試験設備等、民間企業では整備ができないような大型の試験設備等を、宇宙／航空分野に関係している方や、学術研究や科学技術に関する研究開発を行っている民間企業、大学、研究機関などの機構外部の方に広く利用していただく制度で、本制度によって我が国の産業競争力強化に貢献していきたいと考えています。

ISTA（航空宇宙技術研究センター、筑波宇宙センター、角田宇宙推進技術センター）はJAXAの設備等供用制度の中心的担い手として、利用希望者の利便性を高め、一層の供用促進を図るために、以下のような環境整備を継続して実施しています。

- 風洞技術開発センター、情報技術開発共同センターにおいて、ISO9001に基づく品質マネジメントシステムの維持と改善
 - 風洞技術開発センターにおいて各風洞の共同設備として「模型準備室」・「実験準備室」の整備・運用、ニーズの高い風洞における「ユーザー控え室」の整備と「入室管理システム」の運用
 - 情報技術開発共同センターにおいて数値シミュレータシステムの遠隔利用環境整備として、Webブラウザによるアクセスシステムの構築
- この他にも、外部からの問合せの多い先進複合材疲労試験機の更新や、構造部材の非破壊検査試験機の性能を向上させ、データ生産性およびデータ精度を向上させる等、設備・装置等の計画的な整備も実施しています。

2003年度の外部利用者への設備等供用は約60件でした（上半期はJAXA統合前の旧機関としての実績です）。主に風洞技術開発センターにおける航空機関連の試験でしたが、航空機関連以外にも風力発電機の実験、金属鋳物の欠陥探傷試験や複合材積層板の衝撃圧縮特性に関する試験等も実施しました。

ご利用いただける設備の概要をはじめ、設備等供用制度全般についてはJAXA設備利用に関するホームページで紹介しています。また、お問い合わせはJAXA産学官連携部までお願いします。



6.5m × 5.5m 低速風洞

設備利用に関するホームページ

<http://www.jaxa.jp/spacebiz/facility/>

問合せ先

JAXA産学官連携部 aerospacebiz@jaxa.jp

「第2回 総合技術研究本部 公開研究発表会」のお知らせ

日時 平成16年12月1日（水） 10:00～17:00
 会場 みらいCANホール（東京都江東区青海2丁目41番地 日本科学未来館7階）
 特別講演 「航空宇宙と日本社会」 ノンフィクション作家 中野 不二男 氏
 詳細はホームページ（<http://www.ista.jaxa.jp/info/event/04130.html>）をご覧ください。

訂正とお詫び

「空と宙」第1号3ページの「ISTAの組織図」に誤りがございました。読者ならびに関係者の皆様にご迷惑をおかけしましたことをお詫び申し上げます。

【誤】宇宙用部品開発センター 【正】宇宙用部品開発共同センター
 【誤】風洞試験技術開発センター 【正】風洞技術開発センター

発行

宇宙航空研究開発機構 総合技術研究本部
 東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1 〒182-8522
 平成16年11月発行 No.002

© 禁無断複写転載 「空と宙」からの複写、もしくは転載を希望される場合は、業務課広報係までご連絡ください。

電話：0422（40）3000 FAX：0422（40）3281

ISTA ホームページ <http://www.ista.jaxa.jp/>