

なる

NAL

No.520

JULY 2002

National Aerospace Laboratory of JAPAN



- 小型超音速実験機
飛行実験報告
- 飛行制御基礎試験用
小型飛行船が完成
- 空を安全に飛ぶために
- YS-11型機胴体構造の第2回落下衝撃試験を実施
- 技術移転推進室の取り組み
- 「重ね合わせ法」により未知小惑星を発見

7

航空宇宙技術研究所

小型超音速実験機飛行実験報告

当研究所では「次世代超音速機技術の研究開発」の一環として、小型超音速実験機（ロケット実験機：NEXST-1）の飛行実験準備を進めてきました。平成14年6月25日に行われた技術審査会で承認を受け、平成14年7月にオーストラリアのウーメラ実験場にて飛行実験を実施しました。

実験機、打ち上げロケット、打ち上げ用ランチャは、それぞれ別の建物で並行して準備作業を行い、実験予定日6日前に打ち上げ用ランチャにロケットを搭載、4日前にロケットと実験機を結合しました。

当初の実験予定日は7月11日でしたが、実験が行えるかどうかを判断

する基準値の風速5m/sを上回ってしまったため、7月14日に延期しました。14日は晴天、風も穏やかでしたが湿度が高く、湿度が下がるのを待って午前11時01分（日本時間午前10時31分）に実験を開始しました。

しかし、打ち上げロケット点火直後に実験機がロケットから脱落、打ち上がったロケットもバランスを失い12.5秒後に墜落してしまい、飛行実験は失敗いたしました。なお、人

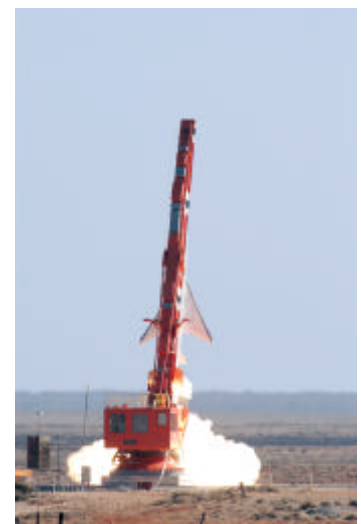


脱落した実験機

員への被害は無い旨の報告を受けています。

このような事態を受け、同日、当研究所内に調査対策チームを設置するとともに、相原康彦東京大学名誉教授を委員長とし、外部専門家による原因調査委員会を設置しました。今後は、原因を徹底的に究明していきます。また、今後の本研究開発にあたっては、原因調査委員会の結論を踏まえ、万全を期して参ります。

（広報室）



発射から墜落までの様子

飛行制御基礎試験用小型飛行船が完成

当研究所が開発を進めてきました制御試験用の小型飛行船は、構造試験用に作った飛行船（なるNo.501、502参照）に、推進用のプロペラや制御システムをつけて改造したものです。長さ24.2m、幅6.5m、内部のガスを含む船体質量は614kgで、後ゴンドラ左右の電動モータとプロペラからなる推進器により最大8.5m/sで飛行します。

船体には、浮力を得るためにヘリウムガスが入っています。また船体内の前後には、バルネットと呼ばれる球形の袋が2つ付いていて、そこにヘリウムより重い空気を出し入れることによって、姿勢制御や高度制御のための浮力調節をします（図）。本物の成層圏飛行船と比べ、センサや機体構造などは簡略化したものですが、地上から遠隔制御ができるほか、指定した経路を飛行させたり、一定の場所にとどまらせることが自動制御によりできるなど、成層圏飛行船の制御に関する基礎データをとることが可能と考えています。

なお、このような遠隔制御や搭載コンピュータによる自立飛行が可能

な飛行船としては、国内最大規模です。

本船体は、川崎重工業（株）岐阜工場で2月頃から組み立てや各種地上試験を開始し、船体組み立てや電波系の試験などを済ませ、4月23日に領収飛行試験を行いました。当日は朝4時頃から準備を開始し、6時40分頃から試験を行いました。朝風で風はほとんどなく絶好の飛行条件でした。飛行試験では、飛行船の前後にケーブルが、飛行船とともに移動するトラックにたるんだ状態を取り付けられており、いわゆるテザー状態の飛行で行いました。写真に示すように、バラストを調整して10m程度の高さまで上昇したところで、電動モータでプロペラを回して加速、その後逆回転で減速し、最後はヘリウムガスを抜いて着陸させました。

地上操作員の手順もよく、また船体も重心位置などの調整が上手くしているためか、予想以上に順調に試験が進みました。

これにより飛行船としての機能の確認ができたので、8月から9月にかけて、北海道大樹町多目的航空公園



写真 飛行中の25m級小型飛行船（平成14年4月岐阜）

で本格的な飛行試験を行う予定です。実験場での電波系の再確認や、領収試験より広い領域を使った遠隔制御での基本機能の確認を行った後、自由飛行状態で自動制御による飛行試験を行う予定です。関係者は広い飛行場で計画どおりの飛行ができることを楽しみにしています。



成層圏プラットフォームプロジェクトセンター
佐々 修一

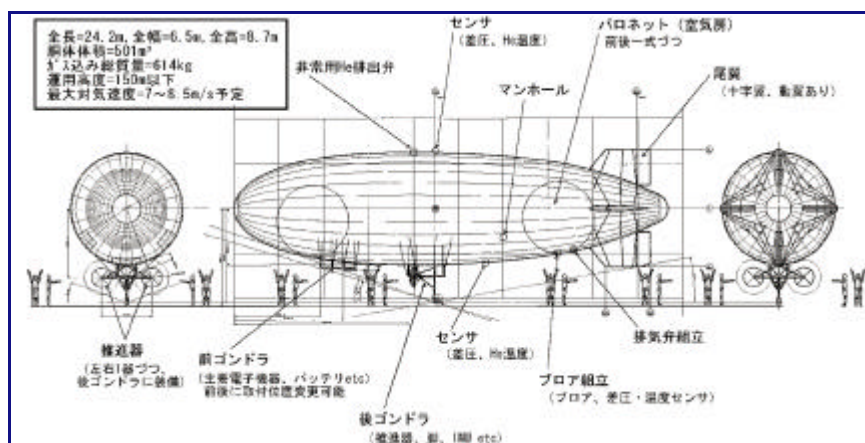


図 飛行制御基礎試験用小型飛行船の概要

= 「安全」ってなんだろう？ =

空を安全に飛ぶために

事故はなぜ起こるのか？

飛行機に乗っていて事故に遭う可能性は、車に乗っていて事故に遭う可能性よりもとても低く、飛行機は非常に安全な乗り物です。しかし一度事故が起ってしまうと、その甚大な被害のため、社会的インパクトは大変強烈です。

飛行機事故の主要因として、パイロットのミス、エンジンの故障、機体整備不良や悪天候などがクローズアップされますが、1つの要因だけで事故が発生することは極めてまれであり、ほとんどの場合いくつかの小さな要因が連鎖して最終的に事故に至っています。事故を防ぐためには、それぞれの要因の背景を認識してそれらを除去するか、事故に至る

前に連鎖を切断することが大切です。

ヒューマン・エラーを防ぐには？

飛行機が民間輸送に使われるようになって50年以上経ちますが、使用されている機器の性能向上などの技術進歩によって、事故率は昔に比べて格段に減少しています。しかし現在は、事故率の減少が滞っている状態です。現在の航空事故の7割近くは、人的な要因が関与をしていると考えられているため、事故を一層減少させるためには、ヒューマン・エラーを減らすのが効果的です。

ヒューマン・エラーが関与した事故を減らすためには、飛行状態や機体システムの状態をより分かり易く

パイロットに提示するようなシステムを設計したり、パイロットに対する訓練や教育の方法をより一層改善するなど様々な方法があります。

当研究所が行っている、ヒューマン・エラーが関与した事故を減らすための研究の1つとして、民間航空会社と共同で、日常運航データ再生ツール（DRAP：Data Review and Analysis Program）の開発を行っています。飛行機には、離陸から着陸までの全飛行データを記録するために、データレコーダが搭載されています。データレコーダには、その飛行の速度、高度、位置、飛行機の姿勢、エンジンの状態など数100項目が記録され、パイロットなどにフィードバックすることによって、運航安全や運航品質の向上に役立てることができます。DRAPは、このデータをより理解しやすくするために、アニメーションで飛行状態を確認できるようにしたソフトです（図1）。

DRAPの利点を、飛行システム研究センターの村岡は次のように説明します。「アニメーションという形でデータを可視化することによって、パイロットは自分の飛行の様子をよりわかりやすい形でレビューすることができるようになります。そして、次の飛行時からそのレビューを生かすことによって、飛行安全がより一層強化されることとなります。また、このソフトは通常の飛行時には表示されない上下方向の風向きについても推定をしており、パイロットの理解の助けとなっています。」

DRAPの開発は、'99年の4月から行っていましたが、今年の3月にver.1が完成しました。今は、各航空会社に使用していただき、運用評価を実施しています。

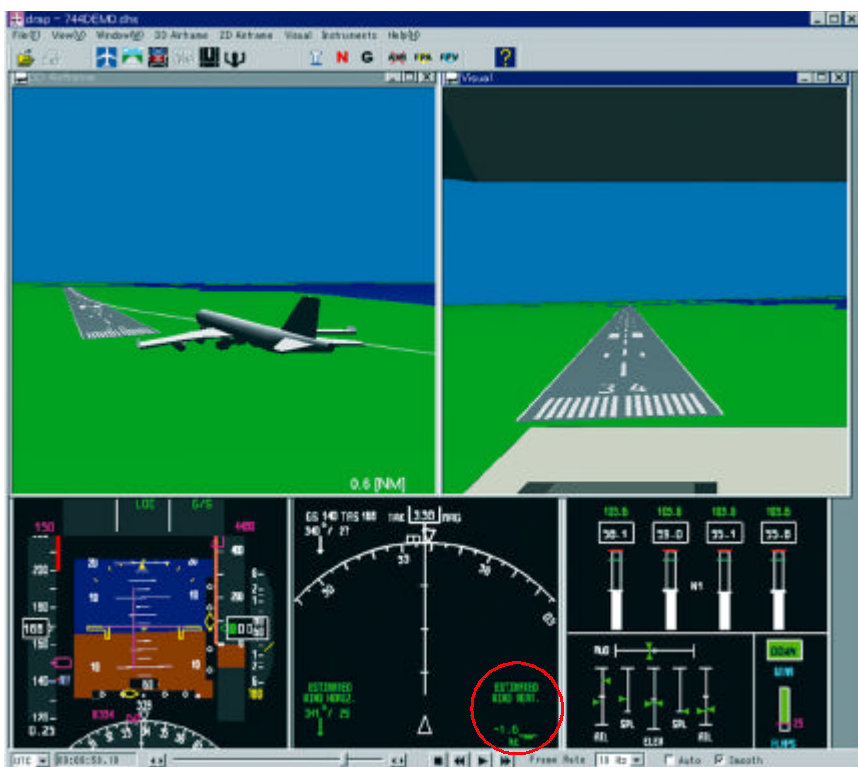


図1 DRAP表示画面

様々な角度から飛行の様子が確認できる。
機体に対する水平方向の風向きはもちろん、上下方向の風向きも推定して表示を行う（赤丸）。



飛行システム研究センター
村岡 浩治

人間は「そもそも何かしらのミスをするもの」という特性を持っています。その特性を理解することで、事故を防ぎたいと考えています。



構造材料研究センター
伊藤 誠一

少しでもたくさんの乗客を運ぶためには、機体構造をいかに安全に軽くするかが重要ですが、これはとても難しい目標です。軽量化を目指しつつ、工夫して強い構造を維持することは永遠に続く機体構造の課題でしょう。

構造が丈夫なことも大切

「機体構造の強度規定の内容は、過去の航空機事故の教訓とそれに対する対策の歴史でもあります。」と、構造材料研究センターの伊藤は言います。

機体構造が要因となって起きた事故は、全体の1割程度です。その内、機体が大破した事故の約4割は疲労が原因です。構造材料はある力まで耐えられるという固有の抵抗力を持っています。疲労とは、それよりも小さな力が繰り返し加わることにより蓄積される現象です。そして多くの材料には、ある限度以上の疲労が蓄積すると壊れる性質があります（疲労破壊）。

機体構造では軽量化と強度向上という、相反する要求を満たさなければなりません。そのため、軽量で丈夫なアルミ合金が機体の主材料として使用されています。アルミ合金で

は、一般に接合する部分に穴をあけてリベットと呼ばれる継ぎ手を用います。機体構造は、このような継ぎ手穴から窓、ドア部分に至るまで大小様々な開口部を持つ構造になっています。これらの部分は内部の力が集中して、疲労が蓄積して破壊に至りやすい、いわゆる疲労に敏感な箇所です（応力の集中：図2a）。したがって、設計ではこれをいかに緩和させるか、すなわち疲労対策を施すかが重要になります。

また20年以上前に、「機体構造に損傷や亀裂が存在しても、検査、修理によって運用に耐える。」という損傷許容（耐損傷）設計の考え方が導入されました。先ほど穴の周りには大きい力が加わると述べましたが、この穴が亀裂のようなさらに鋭い形状になるにしたがい、その先端における応力の強さ（応力拡大係数）が大きくなります（図2b）。このような亀裂に発展する初期の構造欠陥については避けることができない、という概念が損傷許容です。そして、機体が耐疲労性や損傷許容性を持つ適切な構造であるかどうかは、主に構造試験によって確認されます。

当研究所では、国産旅客機YS-11の胴体や翼の実機試験など、各種様々な構造試験を行ってきました

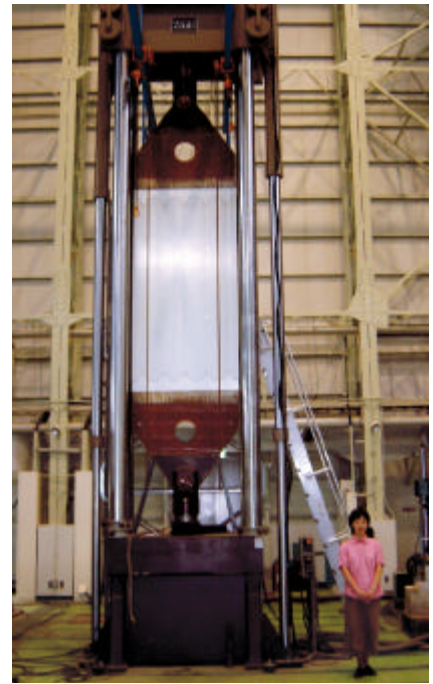


写真 2500kN構造試験設備

た。現在では、実大構造の疲労試験を行える2500kN構造試験設備（写真）をはじめ、運用形態や環境に見合った強度試験のできる装置があります。今後もこれらの試験設備を利用して、安全な構造を持った飛行機の開発に寄与していきます。

今後も安全な航空を目指して

事故が起きないに越したことはないのですが、どれだけ安全であっても、決して事故が起きないとはいいい切れないのが現状です。そこで、事故時の生存率（サバイバビリティ）を向上させることも必要です。

例えば着陸時の事故の場合、その衝撃を機体構造に上手に分散し、乗客に負担がかからないようにすることで、生存率を上げることが期待されます。また、機体の内装に燃えにくい材料を使うことによって、事故時の火災を防げます。仮に事故が起こったとしても、高い生存率を確保できれば、大事な人命は助かるわけです。これらの研究は構造だけの問題ではなく、関連する情報を共有しながら今後活発に行われるでしょう。

（広報室）

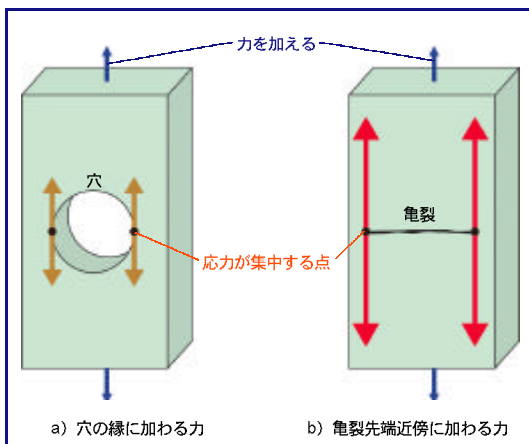


図2 応力が集中している様子

YS-11型機胴体構造の 第2回落下衝撃試験を実施

当研究所では、昨年12月20日に我が国で初めての実物機体による落下衝撃試験を行いました（なる No.514 参照）。この試験は、航空機が不時着等のクラッシュ事故に遭遇した際、搭乗者に加わる衝撃荷重や加速度のデータを取得し、客室構造の安全性を評価することと、クラッシュ時の機体構造の挙動をコンピュータにより推定できる、適切な数値解析モデル開発のため、地上激突時の機体変形プロセスや衝撃データ等を取得することを目的としています。

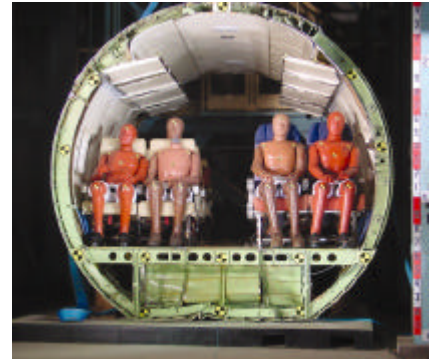
平成14年7月5日、前回よりも激しい衝撃条件でのデータ取得のため、2回目の落下衝撃試験を実施しました。本試験の供試体はエアニッポン（株）より提供されたYS-11A型機の胴体構造2体の内、主翼前方の部分です（図）。試験に用いた供試体の主な概要は以下の通りです。

直径：2.88m
長さ：約3.2m
座席数：12（YS-11型機搭載座席3脚、衝撃吸収部材付き座席2脚、A340型機用耐16G型座席1脚）
重量：約1,600kg（Hybrid型人体ダミー含む）

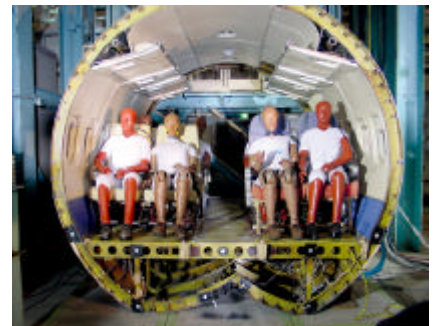
また、前回の試験で使用した胴体構造と異なり、客室の床下には荷物室があります。

試験では、供試体を水平姿勢で3.0m（前は1.9m）の高さに吊り上げ、自由落下方式により落下速度7.6m/secでコンクリート面に落下させました。

主要部分約100箇所（前は約90箇所）の加速度を加速度センサーで、構造の歪みは歪みゲージにより約60箇所（前は約30箇所）を計測し、構造の変形や搭乗者ダミーの様子は超高速カメラで記録しました。



落下試験後の写真（今回）



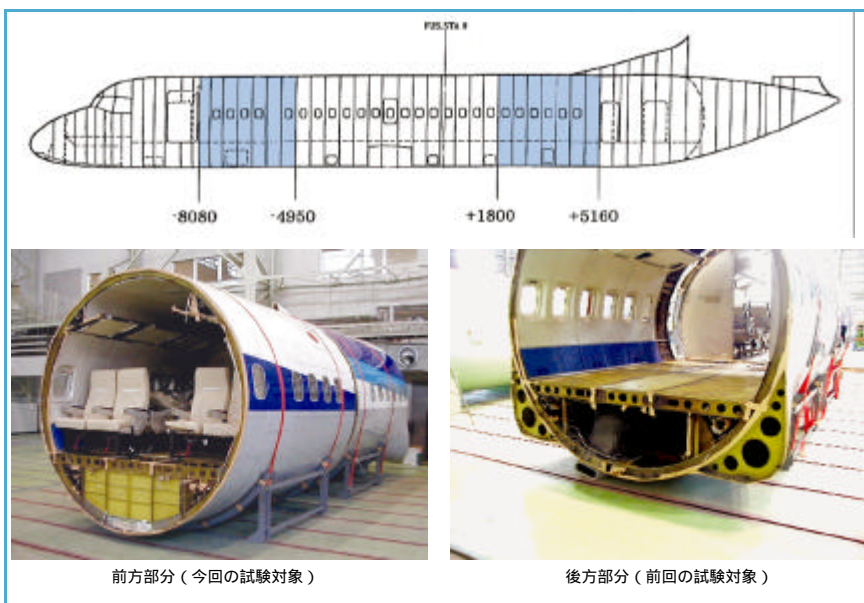
落下試験後の写真（前回）

詳細な試験結果については現在解析中ですが、搭乗者にかかった衝撃加速度の最大値は、速報値で25Gとなりました。

今回も多くの航空関係者、報道関係者、米国FAA（連邦航空局）の衝撃専門家等が試験に立ち会われ、航空事故時の衝撃問題への関心の高さが感じられました。

今後の研究の展開として、貴重な試験データの有効利用を図るためFAAを含む国内外の航空関係機関との研究協力をさらに進めます。特に川崎重工業（株）との共同研究において胴体構造の衝撃解析手法の開発を進め、さらに事故時の衝撃吸収に効果的な構造の研究を行う予定です。

（広報室）



前方部分（今回の試験対象）

後方部分（前回の試験対象）

図 供試体の外観

= より効率的なサービス提供のために =

技術移転推進室の取り組み

当研究所では、航空宇宙科学技術に関する基礎研究および基盤的研究開発の過程で生まれた研究成果を、産業界のニーズに応じ広く活用していただくため、様々な活動を行っています。これら技術移転サービスの窓口を一元化し、さらなるサービス向上を目的として、技術移転推進室を設置しております。

技術移転推進室では、主に以下の業務を行っています。

知的所有権の利用の推進

当研究所の研究開発の過程で得られた特許、解析プログラム、ノウハウ等を、ベンチャーをはじめとする産業界で利用していただくための活動を行っています。

共同研究の推進

国内外の大学や関係機関、民間企業と、各種風洞など当研究所固有の研究設備や、経験豊かな当研究所研究者の保有する技術やノウハウを活かして共同研究を行います。

研究開発等の受託

当研究所側に研究ポテンシャルの主力がある場合には、受託研究として引き受けることによって外部ニーズに応えています。

共用設備の活用

風洞設備やスーパーコンピュータなどの航空宇宙科学技術その他の科学技術に関する研究発展の牽引力となる先導的な大型研究設備の利用を受け付けています。

このほか、技術移転可能な研究成果の発掘、ライセンス活動、シーズ・ニーズの調査等の活動を行い、より良いサービスの提供を行ってまいりますので、お気軽にお問い合わせください。

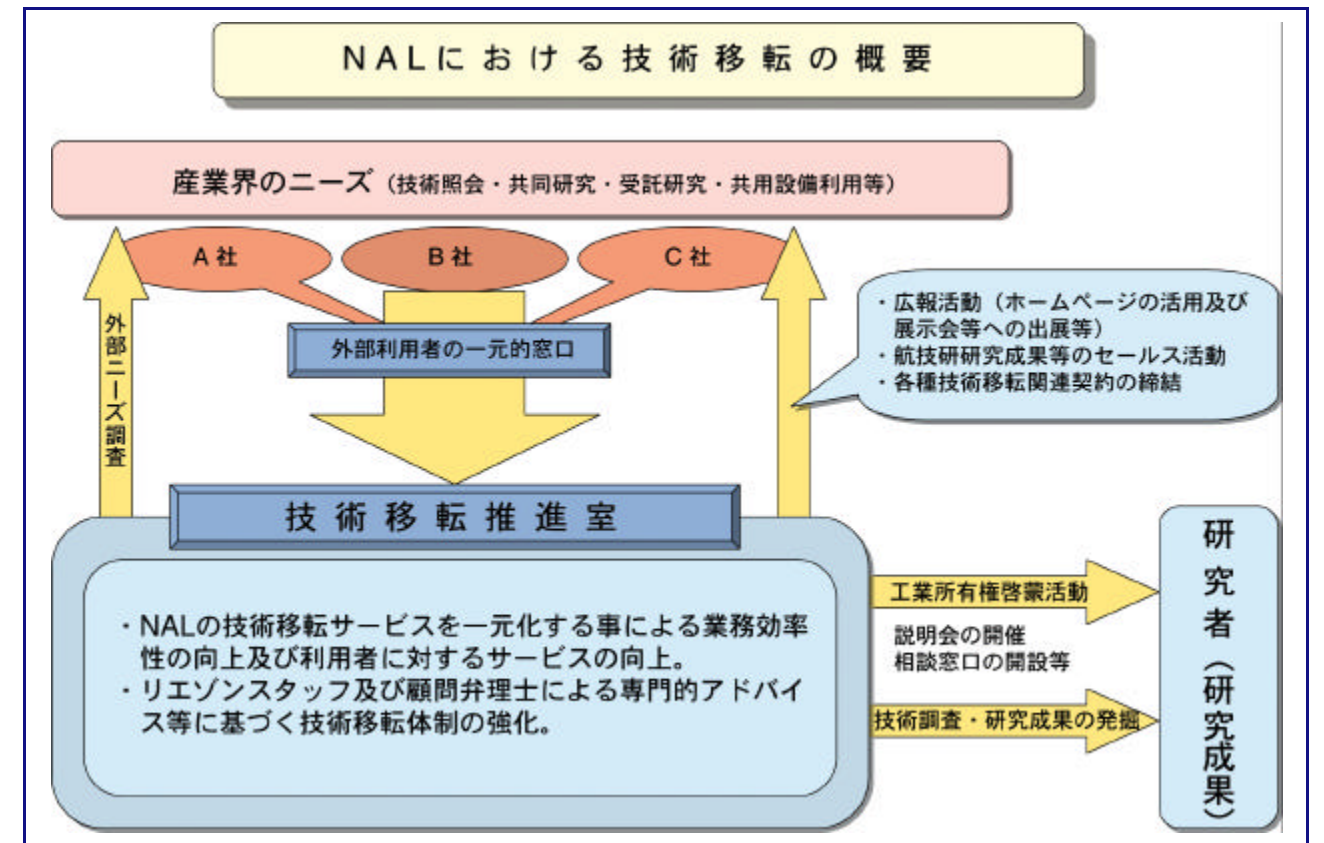
問い合わせ先

業務部業務課 技術移転推進室

Tel 0422-40-3333

FAX 0422-40-3909

e-mail iten@nal.go.jp



重ね合わせ法」により未知小惑星を発見

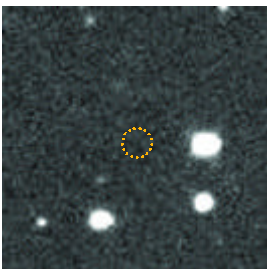
当研究所では、重ね合わせ法（移動天体検出方法：特許公開中）を用いて、デブリや小惑星等の移動天体、特に従来の方法では検出が非常に困難な暗い移動天体の検出を行っています。

今回、長野県入笠山に設置された当研究所の口径35cm光学望遠鏡で取得した画像から、20等級の未知小惑星を5個発見し、登録されました。

重ね合わせ法の詳細につきましては、なるNo.514（2002年1月号）をご参照下さい。

発見された小惑星

当研究所の仮番号	国際天文連合IAUに登録された仮符号	発見時の等級
NAL015	2002EQ153	20.9
NAL018	2002ER153	20.7
NAL016	2002ES153	20.2
NAL019	2002ET153	20.9
NAL017	2002EU153	20.6

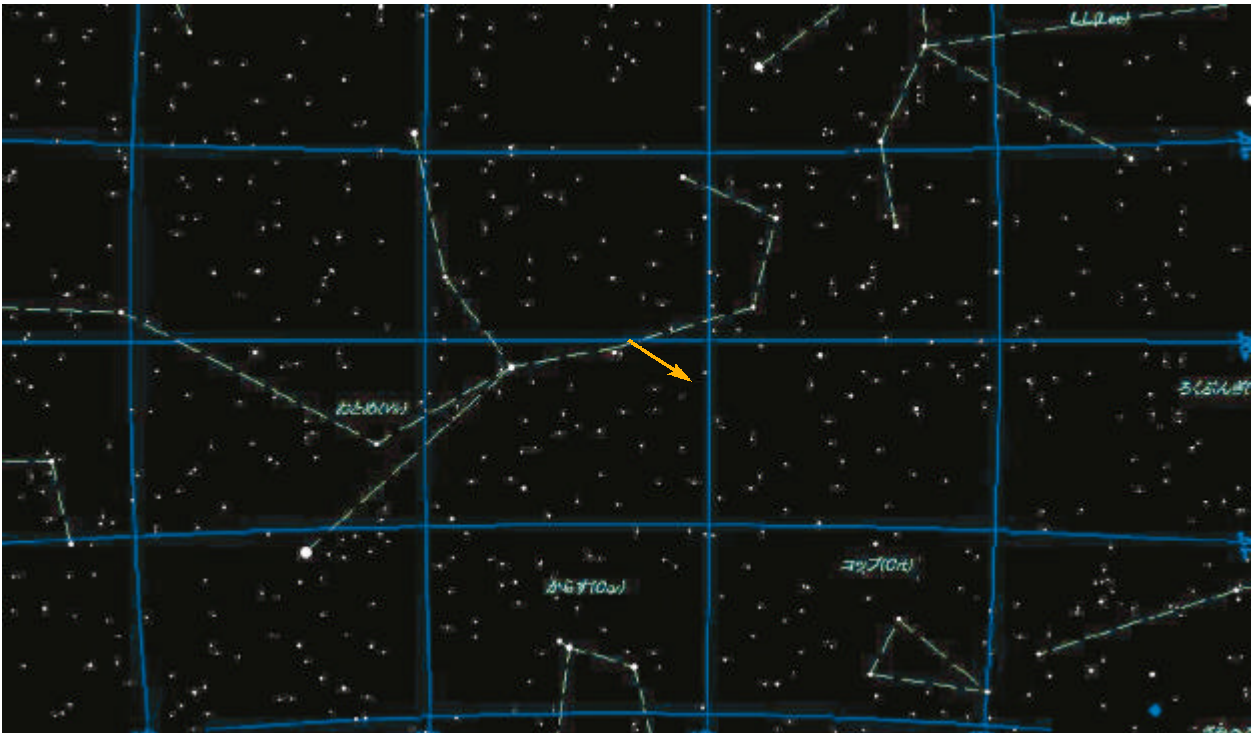


2002EQ153（20.9等）の観測画像と40枚重ね合わせ後の検出画像

宇宙システム研究センター
中島 厚

宇宙システム研究センター
柳沢 俊文

2002EQ153（20.9等）発見時の天球上の位置（乙女座）および移動方向



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7月発行 No.520

© 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