



種子島宇宙センターに到着した金星探査機「あかつき」(左)
と小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」(右)

宇宙科学最前線

ミクロの便利屋

三田 信

宇宙探査工学研究系 助教

小さいことは良いことだ

携帯電話やゲーム機、携帯音楽プレーヤー……。小さな機器がもてはやされています。宇宙に目を向けると、やはり小さな衛星、小さな探査機がホットな分野の一つです。というのも、ロケットで打ち上げるとき、小さいものほど安く打ち上げることができるので、一般的に小さいものは安くつくることができるからです。

カンサットやキューブサットと呼ばれる小さな衛星の話題を聞くことも多いでしょう。こういったものは、安くつくって安く打ち上げることができるので、高専や大学の学生、中小企業の技術者などが自分たちで開発し、打ち上げてもらうことができるのです。

さらに、小さく軽くつくることで、より遠くに飛ばすことができます。これは、ソフトボールのボールより野球のボールの方が遠くに投げられることと似ています。遠くの天体に衛星や探査機を送る場合も、やはり小さく軽くつくることがとても重要になります。

ただ小さくすればよいのか？

では、何でもかんでも小さくすればよいのでしょうか？ 小さくつくことで性能が悪くなってしまったらどうでしょう？ 実はドラえものの「スモールライト」を使ったようにただ小さくしたのは、性能が落ちるばかりか、まったく動かなくなってしまう。

そこで、魚がひれを使って泳ぐのと微生物が鞭

毛を使って動くのでは違いがあるように、ただ小さくするだけではなく、いろいろな工夫が必要になってきます。小さくなくても性能が落ちずにきちんと動作する、あるいは小さくつくことで今までにはできなかったことをできるようにする技術の一つに「MEMS」があります。

MEMSとは

MEMSという言葉聞いたことがあるでしょうか。「マイクロマシン」とも呼ばれているので、こちらの方がよく知られているかもしれません。たとえ聞いたことがなくても私たちの身の回りには、このMEMSやマイクロマシンと呼ばれるものがたくさんあります。

例えば、携帯電話の傾きを検知する機能や、デジタルカメラの手ぶれや傾きを検知する機能は、このMEMSという技術によるものです。ほかにも、ゲーム機のコントローラや、インクジェットプリンタ、投射ディスプレイ、医療用機器、自動車などさまざまなものの中にMEMS技術が使われています。

MEMSとは「Micro Electro Mechanical Systems」という英語の略で、「メムス」と発音します。小さな機械と電子回路が組み合わさったものを指します。

この技術では、ICをつくるような半導体集積回路作製技術を応用して、とても小さな機械的部品を作製することができます。携帯電話、デジカメ、ゲーム機には、傾きや加速度を知ることができる「加速度センサ」や、傾きや動きを知ることができる「ジャイロ」が入っています。これらの部品を小指の先に載るぐらいに小さくした技術がMEMSです。MEMS技術は上で書いたように、いろいろなものに応用されており、「ミクロの便利屋」といっ

たところでしょうか。

MEMSで衛星や探査機を小さく小さく

このMEMS技術を用いることで、これまで衛星や探査機に使われていた部品や装置を小さくしようとしています。これは私が考えたのではなく、それこそ10年、20年前から考えられていて、世界中で研究や開発が行われています。

加速度センサやジャイロなどの「慣性センサ」と呼ばれるものは、昔からMEMS技術を用いて小さくなっており、ロケットや実験機などにはすでに使われています。衛星や探査機でも使われようとしています。しかし、従来の「大きな」センサに比べると性能や信頼性が低いため、重要な仕事、つまりその部品が故障すると衛星や探査機が機能しなくなってしまうような場合にはまだ使えません。でも、小さなローバーや探査機などでは、小さなMEMSの加速度センサやジャイロが使われることがあります。また、それ以外のデバイスもたくさん研究開発されています。

現在 JAXA では

では、JAXA ではどうでしょうか。現在、いくつかのグループがX線検出デバイスやX線ミラー、赤外線用フィルター、発振器、アクチュエータなど、MEMS技術を用いたさまざまなデバイスを研究開発しています。中には近い将来、実際の衛星に載って活躍する予定のものもあります。

すべてを紹介することはスペースの都合上難しいので、ここでは私が主に研究開発しているMEMSらしい（というのも変ですが）動くデバイスの研究を紹介します。

図1 着陸レーザーレーダーの構成

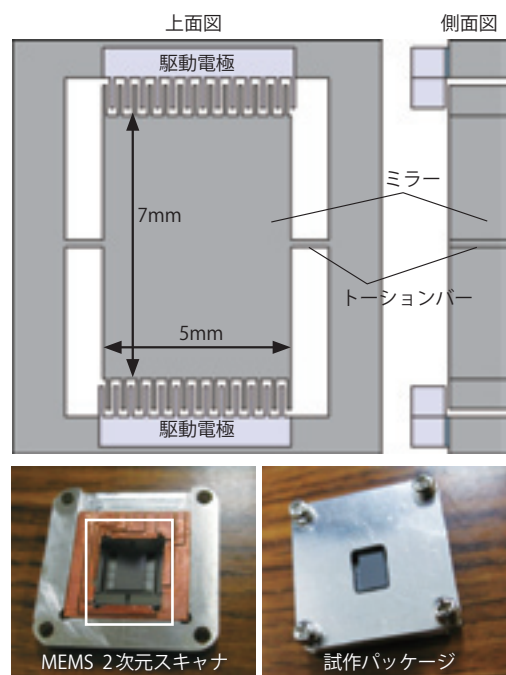
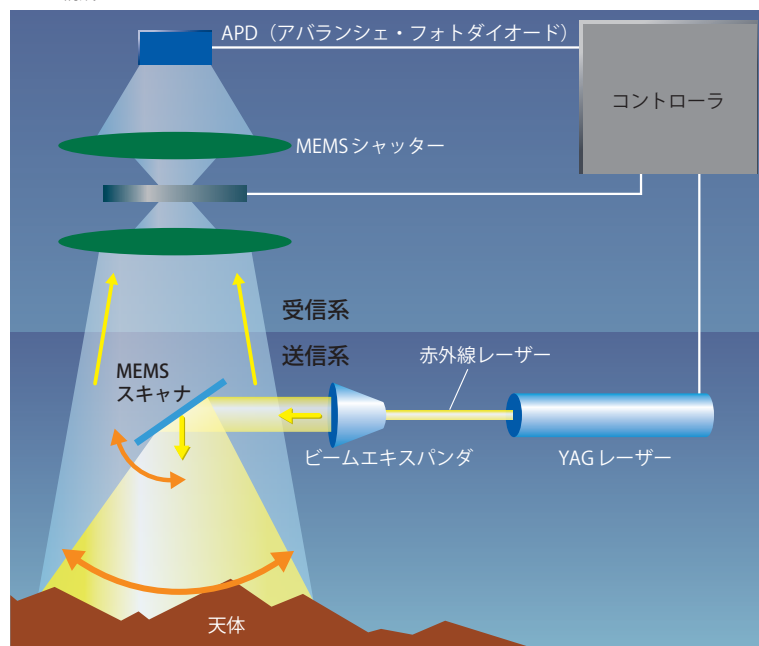


図2 MEMS スキャナ

着陸レーザーレーダー用MEMSスキャナ

着陸レーザーレーダーとは、衛星や探査機が着陸しようとしている天体との距離をレーザーで測るものです。衛星や探査機からレーザーを発射し、天体で反射して返ってくるまでの時間を計測して、その時間と光の速度から距離を算出します。

これまでの多くの着陸レーザーレーダーは、1点しか見られないものでした。平面をスキャンする機能が付いていたとしても大きく、「はやぶさ」のように遠くへ飛ばす衛星や探査機には不向きでした。そこで、MEMSで光を振るスキャナをつくれば、小さくてもたくさんの点を見ることができる着陸レーザーレーダーができることになります。

図1が現在開発中の着陸レーザーレーダーの構成です。縦と横にレーザーを振ることができるので、平面内の距離を計測することができます。平面内の距離が計測できれば、平面(2次元)+高さ(距離)が算出できるので、天体の3次元像が分かります。今まで1点しか分らなかったものが一挙に3次元になるわけです。こうなると、ただ着陸するときを使うだけでなく、天体の形状を解析したり、反射してきたレーザーの強さなどと一緒に分析すればその天体に関してたくさんのことが分かるようになります。

図2は着陸レーザーレーダー用MEMSスキャナの構造と作製したスキャナの写真です。MEMSというには大きいですが、小さなMEMSデバイスと同じ方法によってつくっています。

慣性駆動型アクチュエータ

「アクチュエータ」というと何だか分かりにくいかもしれませんが、簡単に言ってしまうと「動いて仕事をするもの」です。モーターなどもアクチュエータに含まれ、SFチックな人工筋肉もアクチュエータに分類されます。

宇宙のような過酷な環境では、モーターなどが使えない場合があります。例えば温度が高かったり低かったりすると、磁石の力が弱まったりなくなったりして、モーターとして動かなくなることがあります。

MEMSの世界では磁力もよく使われるのですが、静電気の力(静電力)を利用したものが多くなっています。というのも、静電力を使ったアクチュエータは構造が簡単で、原理的には高温でも低温でも動作するからです。ただし静電力を使ったMEMSアクチュエータの場合、発生する力が非常に小さかったり、移動距離が短いという欠点がありました。

そこでその欠点をなくすため、小さな力をためて出力するようなアクチュエータを研究しています。図3の通り、中にあるおもりが外枠のストッパーにぶつかって起こる衝撃でチップ全体が動きます。このよ

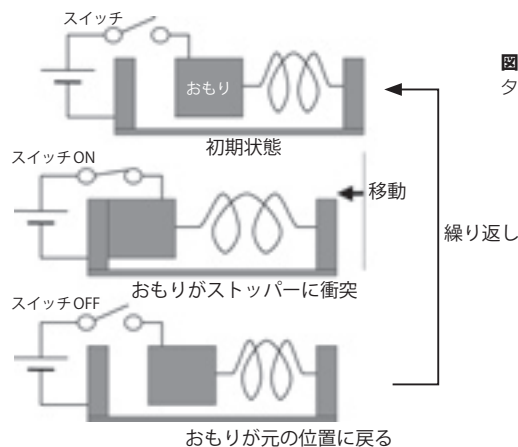


図3 慣性駆動型アクチュエータの動作

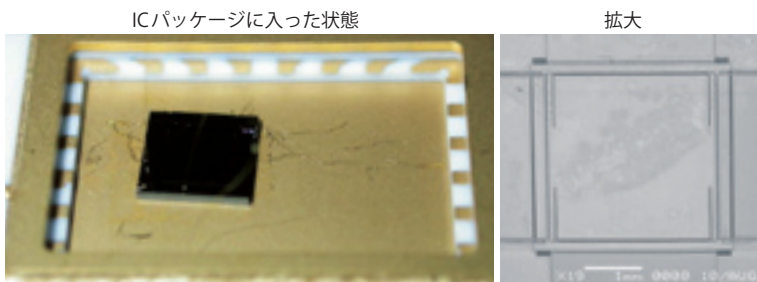


図4 慣性駆動型アクチュエータ

うなアクチュエータを「慣性駆動型アクチュエータ」と呼んでいます。

メキシコトビマメという植物をご存知でしょうか。メキシコトビマメの種子にはガの幼虫が寄生し、中で幼虫が動くとき種子全体が動きます。慣性駆動型アクチュエータはまさに、「メキシコトビマメのMEMS版」ともいえるものです。1回の衝突で動く距離は小さいかもしれませんが、何回も衝突させることで移動距離を延ばすことができます。

図4が実際に作製した慣性駆動型アクチュエータです。このアクチュエータの利点は、電気さえ与えればどこまでも動くことと、発生する力がほかの静電力を使ったMEMSアクチュエータより大きいことです。現在はまだ十分に大きな力を発生できませんが、小さなものなら運べるぐらいの力は発生しています。将来的には発生する力をもっと大きくしたり、たくさん並べることで大きな力を発生させたいと思っています。

将来はどうか

MEMS技術が発達していくと、将来宇宙分野ではどのようなことが起こるでしょう。

MEMS技術やそのほかの技術を用いることで、将来的にはどんどん小さな衛星や探査機ができてくると考えられます。もっとも、劇的に小さくなるにはまだまだ乗り越えなくてはならない問題がたくさんあります。

いつか携帯電話サイズの小さな衛星が地球のまわりを回ったり、星を観測したり、あるいはアリののように小さな探査機が遠くの天体にばらまかれ、本当のアリのように協力し合って探査やマイクロ基地建設が行われることでしょう。そして、そこに使われているのは、きっとMEMS技術であるはずです。(みた・まこと)

宇宙科学研究所への名称変更にあたって

4月1日、宇宙科学研究本部は、名称を「宇宙科学研究所」と改めることとなりました（JAXA組織改正による）。

今回の名称変更・一部組織改正は、JAXAにおける宇宙科

学研究をさらに推進するための取り組みの一環として実施されるものです。理事長の諮問委員会である宇宙科学研究推進検討委員会（本島修委員長）の4つの提言を踏まえ、宇宙科学研究所は、宇宙科学の特性に最適な組織体制・運営体制を実現し、大学との緊密な協働関係などにより宇宙科学研究を推進するとともに、その研究成果を通じて宇宙開発利用への一層の貢献を図ります。

その意味で、名称変更は、私たちの取り組みの重要な第一歩です。「宇宙科学研究所」の名のもとに、私たちは、研究者の自由な発想を尊重する大学と同じアカデミックサークルに軸足を置き、委員会の提言にあるように「一定の独自性と自律性」を持って研究活動を進めていく組織であること、その研究活動を通じてJAXA全体の活動の支えとなる組織であることを、まず自ら再確認し、その姿勢を内外に示したいと考えます。そして、新たな「宇宙科学研究所」として、これまで築いてきた歴史と



伝統の上に、着実な成果を重ねていきたいと思っています。

名称変更が続いて、これまで大きな成果を挙げてきた大学共同利用の仕組みを充実強化し、内外の一級の研究者が

集う魅力的な国際研究拠点として、開かれた自在性ある研究基盤を充実させ、総合科学である宇宙科学を新たな地平に向かって発展させるための諸改革に取り組んでいきます。これら取り組みの中でも、特に大学共同利用の強化、新たな連携システムの構築は重要課題であると考えており、大学関係者のご理解と一層のご協力をお願いします。

宇宙科学研究所は、学術研究活動や宇宙科学プロジェクトの着実な実行、大学院教育協力などによる人材育成の推進とともに、JAXAの各事業本部・プログラムグループとの連携協力を一層強固なものとし、引き続き我が国の宇宙開発利用全体への貢献を推進していきます。

皆さまの一層のご支援をよろしくお願いします。

詳しくは<http://www.isas.jaxa.jp/j/topics/topics/2010/0401.shtml>をご覧ください。

（宇宙科学研究所長 小野田淳次郎）

金星探査機「あかつき」、射場へ1500kmの旅



輸送用コンテナに収納されて相模原キャンパスを出発する「あかつき」

3月17日夕刻、総合試験を無事終了した金星探査機「あかつき」は大勢の人々に見送られ、相模原キャンパスから打上げ射場である種子島

宇宙センターに向けて搬送されました。探査機製作の最終段階として昨年6月から行われた総合試験ではいくつかの問題点の指摘はあったものの、総じて大過なくほぼスケジュール通りに終了し、この日を迎えることができたのです。

これまでの内之浦からの衛星打上げと異なり、探査機は海を越えて輸送されます。温度湿度管理のための空調設備の追加改修を行った輸送用コンテナは、発電機とともにトラックの荷台に搭載されました。発送当日は「あかつき」チームメンバーだけでなく所内の多くの方々が「お見送り」に来てくれて、久方ぶりの衛星打上げに注目を受けていることを認識しました。

探査機はコンテナに収納されてさらにシートで覆われているために、はた目には皆目分らない（素気ない）のだけれど、中に心血注いだ「あかつき」が入っていて射場へ送り出すのだと思うと、トラックが魔法の馬車のようにも思えてきます。

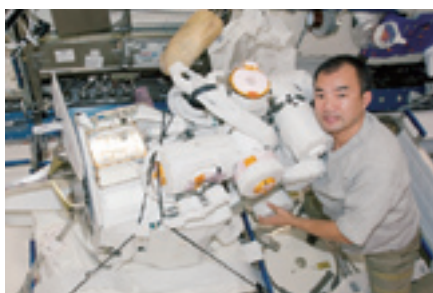
地上用試験設備を搭載したトラックを含めた一団は、陸路で鹿児島まで、その後フェリーに乗り込み種子島へ、約1500kmの道のりを旅することになります。プロジェクトメンバーは、見送った翌日に種子島に移動し、19日の探査機搬入に臨みました。山を越え海を越え、渋滞を抜け、見送り時の荷姿とほぼ変わらない状態で種子島宇宙センターの衛星組み立て棟に入ってくるコンテナを見て一安心。内之浦とは異なる射場で戸惑うこともしばしばでしたが、徐々に慣れつつ作業を順調に進めています。

思い起こせば、我々は1998年度に新たな金星探査計画に関する議論を開始したので、それから12年が経過したことになります。こうしてやっと探査機を送り出すことができたことは感無量の一言に尽きますが、今後始まるフライトオペレーションに向け、まさに気が引き締まる思いです。（阿部琢美）

「きぼう」フルコンフィギュレーション完成！

3月、野口聡一宇宙飛行士により子アーム（精細作業用ロボットアーム、約2.2m）を日本実験棟「きぼう」エアロックから船外に搬出、船外実験プラットフォーム上にある保管位置に収納した。この一連の作業により、子アームおよびエアロックの機能が確認されて運用に供し得る状態になり、インフラである宇宙実験棟としての機能的なフルコンフィギュレーションが完成した。

子アームはフライト2J/Aによりスペースシャトルで打ち上げるべく開発されたが、ミッションプライオリティの見直しにより全天X線監視装置（MAXI）にその打上げ機会を譲り、子アームを緩衝材入りのバッグに入れて宇宙ステーション補給機（HTV）の与圧キャリアで打ち上げる方式に変更した。HTV1によって2009年9月に打ち上げられたが、バッグサイズの制約から、子アームをエレキ部、機構部（6関節を持つ腕部）および手先部の3つに分割する必要があった。12月にソユーズに搭乗して国際宇宙ステーションに打ち上げられた野口宇宙飛行士の到着を待って、2010年



国際宇宙ステーション内で組み立てられた「きぼう」の子アームと野口宇宙飛行士



エアロックから船外に搬出される子アーム

1月に「きぼう」船内で子アームの再組み立てを行い、エアロック内の伸展テーブル上に固定した。

3月8日からの5日間にわたり、子アーム船外搬出の一連のタスクを実施した。まず、真空ポンプをエアロックに組み付け、減圧・加圧チェックアウトを実施、エアロックから搬出した子アームを親アームにより取り出した。その後、子アームの機能チェックを経て、最終日の3月12日、ついに船外実験プラットフォーム上への据え付けを完了した。

今回の一連の運用により、船外活動なしにエアロックから装置を船外に搬出できる「きぼう」特有の機能が完成した。また、バッグに

収納した装置を与圧キャリアで打ち上げ、エアロックを通して船外に搬出するというプロセスを実証した意義は大きい。実験ユーザーにとっては装置の打上げ方式を簡易にできるだけでなく、打上げキャリアの選択肢が増えることになる。「きぼう」のユーザー利用拡大に向けた大きな一歩である。

（土井 忍）

常田佐久先生，日本天文学会 林忠四郎賞を受賞

宇宙研客員教授である国立天文台常田佐久教授が、2009年度の日本天文学会 林忠四郎賞を受賞されました。林忠四郎賞は、日本における天体物理学の創始者であり林フェーズ・京都モデルなど広く知られる研究業績を残された林忠四郎先生が京

都賞を授与されたのを記念して創設されたもので、独創的でかつ天文学分野に寄与するところの大きい優れた業績に対して贈られています。

常田先生の受賞理由は、「飛翔体観測装置による太陽の研究」です。「ひのとり」「ようこう」そして「ひので」と世界の先端に行く太陽観測衛星の実現は、常田先生が存在なくては語れません。「ようこう」が10年以上にわたり



日本天文学会（広島大学）で受賞講演をする常田先生

撮り続けた軟X線太陽画像は、あまりにも有名ですが、常田先生がいたからこそ実現できた望遠鏡による成果です。「ひので」に搭載されたスペース光学望遠鏡は、先生のすさまじいリーダーシップによって、みんなが

あっと驚く太陽表面の高解像度

動画観測を確実に実現する装置になりました。

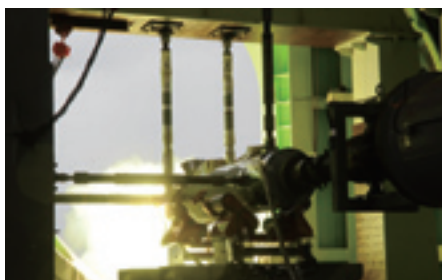
「飛翔体を使った研究は一人ではできないものではなく、多くの人たちの努力の結果」と常田先生がおっしゃっているように、理学や工学の関係者やメーカーの皆さんなど多くの人たちがミッションの目標実現・成功に向けて取り組んだ結果でもあり、この受賞を我がことのように喜んでいます。

（清水敏文）

TM-500-B0 大気燃焼試験

3月17日に能代多目的実験場で、TM-500-B0大気燃焼試験を実施しました。3月10日から開始した試験準備のオペレーションは順調に進み、計画通りに実験データをすべて取得することができました。

東北地方とはいえ、例年ですと3月のこの時期は気温も徐々に上がって春の便りが聞こえてくるころなのですが、今年は寒気の影響が強く残り、オペ開始当日から積雪30cmの大雪に見舞われました。17日の試験当日は、外気温1℃、時折雪が交じる荒れた天気、燃焼ガスの流れる方向を考えると、試験条件としては決して良好とはいえないものでした。しかし、従前から宇宙研の研究や実験を暖かく応援してくださっている地域の方々のご理解があって、ほぼ予定通りの点火時刻に実施することができました（「ほぼ」というのは10時30分点火予定が10時32分になった程度ですが、オペレーションを統括する人に言わせると、この2分が悔しいのだそうです）。燃焼時間は比較的短い8秒でしたが、初期推力25トンクラスの迫力はすさまじく、



真空試験棟内から見たTM-500-B0モータの点火の瞬間

プルームの衝撃波は海側に設置した光学記録用の三脚をなぎ倒し、燃焼生成物捕集用に設置したたらい11個のうち8個を吹き飛ばしてしまいました。残り3個もすっかり形が変わっていました。

今回の燃焼試験に供した固体ロケットモータは、私たちと固体ロケットの製造にかかわる民間企業との共同

研究によって開発したものです。これまでの固体ロケットの試験は、宇宙開発を進める国の方針のもとで実施してきました。宇宙研は、我が国の固体ロケット分野でけん引的な役割を果たし、M-Vロケット開発まで約半世紀にわたって先進的な技術を開発してきました。我々が多くの民間企業の協力を得る一方で、民間も技術力を蓄えてきました。この共同研究は、先輩から引き継いだ有形無形の基盤をさらに発展させることを狙って、宇宙研と民間企業が一体となり、双方の技術力向上と先進的な技術創出を目指しています。今回の燃焼試験の成功は、次の時代の固体ロケット技術開発の第一歩です。

（羽生宏人）

総研大アジア冬の学校2009

宇宙研は総合研究大学院大学の基盤機関の一つになっており、同大学には宇宙科学専攻が置かれています。同大学が毎年開催している「総研大アジア冬の学校」を、サブテーマを「宇宙科学の最前線」と定めて3月8～10日に開催しました。これは総研大のリソースをアジアの若手研究者の育成に役立てようというもので、参加者には旅費と滞在費が支給されます。5回目を迎えた今回は120名を超える応募があり、経費や会場定員の関係で補助対象者を国外40名、国内11名に絞り込みましたが、海外から旅費補助なしでの参加もあったほどの人気となりました。参加者は、アフガニスタン、インド、インドネシア、カザフスタン、韓国、スリランカ、タイ、台湾、中国、バングラデシュ、フィリピン、ベトナム、マレーシア、そしてカナダ、コスタリカと、日本を含め16ヶ国・地域に及びました。

2日にわたって行われた8つの講義には、アジアの研究者にとって特に関心が高いと思われる小型衛星や、観測ロケットや



筑波宇宙センターでは参加者の一部が集まって記念撮影

大気球などの小型飛翔体を中心に、アジアとの連携の実績のある天文衛星などの話題を盛り込みました。専門や習熟度の異なる若手研究者たちに対して、平易に、ときに深く、英語で講義するのは、講師陣にとっても負担だったと思いますが、講義はどれも上手に組み立てられ、質問も途切れ

ることはありませんでした。また、座学以外に施設見学にも重点を置き、相模原キャンパスでは、金星探査機「あかつき」と小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」のフライトモデルや水星探査機MMOの構造モデル、再使用型ロケットの実機、気球を利用した超音速飛行実験機の実機などを見てもらいました。最終日にはJAXAの筑波宇宙センターの施設見学も行いました。

それにしても、アジアの若手研究者たちの意欲には感心させられました。日本の学生にももっとこの機会を活用してもらいたいものです。

（阪本成一）

第2回宇宙科学奨励賞 坂東麻衣氏・宮下幸長氏に授与

財団宇宙科学振興会では、宇宙理学・宇宙工学の分野で優れた研究業績を挙げた若い研究者を表彰し、宇宙科学分野の発展に寄与することを目的とした「宇宙科学奨励賞」を2008年度から始めました。今年度その第2回として、関係学会から寄せられた多数の推薦を、各分野の有識者で構成される選考委員会において審査し、候補者の選考を進めてまいりました。

選考委員会からは、工学関係として京大大学生存圏研究所ミッション専攻研究員の坂東麻衣氏、理学関係として名古屋大学太陽地球環境研究所研究員の宮下幸長氏のお二人が、候補者として推薦されました。当財団では、この推薦に基づき理事長の決裁を得て、お二人に第2回の宇宙科学奨励賞を授与することと致しました。表彰式は、3月9日に東海大学校友会館で行われました。お二人には表彰式の後、受賞対象となった研究課題について受賞記念講演を行っていただきました(宇宙科学振興会のホームページ参照)。『ISASニュース』でもその研究成果について紹介記事を書いていただく予定にしております。

坂東麻衣氏は「惑星間航行・地球周回編隊飛行のための最適軌道制御理論の構築」により、受賞されました。同氏は京都大学大学院工学研究科においては市川朗教授の指導を受け、現在は京大大学生存圏研究所において山川宏教授の指導

のもとでミッション専攻研究員として、スペースデブリ・地球接近小惑星探査に関する多数回ランデブーのための軌道計画や、燃料消費の少ないフォーメーションフライトや軌道間遷移に関する基礎理論の研究を進め、優れた成果を収めておられます。

宮下幸長氏は「衛星データに基づいた地球磁気圏におけるサブストームに関する実証的研究」により、受賞されました。同氏は京都大学大学院理学研究科において町田忍教授のもとで磁気圏物理の研究を進められました。宇宙科学研究本部の研究員を経て、現在は名古屋大学太陽地球環境研究所の研究員として磁気圏物理学における重要課題である「サブストームがいかに駆動されるのか」という未解決問題に取り組み、GEOTAIL衛星のデータを系統的に調べることで優れた成果を挙げておられます。

このような優れた成果を挙げたお二人に宇宙科学奨励賞を授与することは、当財団としても大変な喜びであります。両氏が今後とも日本の宇宙科学推進の中心としてご活躍されることを願っております。

(財団法人宇宙科学振興会 事務局長 長瀬文昭)



坂東麻衣氏と宮下幸長氏

君も太陽系をヨットに乗って旅しよう！キャンペーン報告

いよいよ小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」の旅が始まります。

今年に入り、最終電気試験、ロケットとのフィットチェック／モールドサーベイなどを実施してきましたが、3月初めにすべてのシステム総合試験を無事終えました。現在は5月18日の打上げに向け、種子島宇宙センターにて最後の射場作業を実施中です。

IKAROSでは昨年12月より応援キャンペーン「君も太陽系をヨットに乗って旅しよう！」を実施してきました。開始した当初は思ったように参加者が集まらずやきもきしましたが、我々が実施

しているのは署名活動ではなく広報活動であるという思いのもとに、IKAROSをよく知ってもらおう、楽しんで参加してもらおうと地道に活動を続けました。最終的には個人で約1万人、団体で約5万人とプロジェクトの規模としては多くの方に参加していただくことができました。



届けた寄せ書き

キャンペーン期間の後半は学校などの団体からの寄せ書きが多く届きましたが、寄せ書きと一緒に「頑張ってください」「お体に気をつけてください」など、手紙を書いて同封してくださる先生が多く、IKAROSの本務が大変な中で非常に励みになりました。中でもうれしかったのは、「このようなキャンペーンに参加する機会を与えていただきありがとうございます」「宇宙や科学に触れることができ、子どもたちが楽しく参加しています。ありがとうございます」など、お礼の手紙がいくつもあったことです。ある先生からは、「今回のキャンペーンを機に図書館に宇宙のコーナーをつくって休み時間にはIKAROSの話をしたところ、子どもたちがとても喜びました」というお手紙も頂きました。団体からの寄せ書きは600枚近くにもなり、非常に心のこもった密度の濃いキャンペーンになったのではと思っています。頂いたメッセージの一部はIKAROSのHPで見ることができますので、ぜひご覧ください。

最後に、キャンペーンに参加して下さった皆さま、本当にありがとうございます。皆さんのメッセージと夢を乗せ、IKAROSは間もなく世界初のソーラーセイルによる深宇宙航海に出航します。(澤田弘崇)

「あかり」全天サーベイ赤外線天体カタログが世界に公開

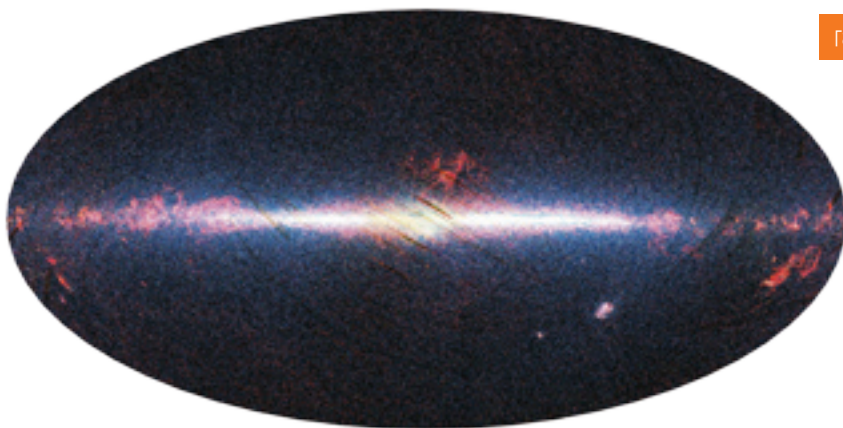
3月30日に、赤外線天文衛星「あかり」によって観測された総計130万に及ぶ天体のカタログ（天体の位置と明るさを記したデータベース）が、世界中の天文学者に向けて公開されました。

2006年2月に打ち上げられた「あかり」は、同年5月から16ヶ月かけて、空のあらゆる方向をまんべんなく観測する「全天サーベイ」を行いました。「あかり」は口径68.5cmの冷却望遠鏡と、近・中間赤外線カメラ（IRC）、遠赤外線サーベイヤ（FIS）の2台の観測装置を搭載しています。全天サーベイは、IRCによって9マイクロメートルと18マイクロメートルの2波長、FISによって65、90、140、160マイクロメートルの4波長で行われました。「あかり」カタログの初版は、2009年1月号の本欄でお伝えした通り、2008年11月に完成し、プロジェクトチームメンバーによって利用されてきました。公開版カタログでは、データ処理技術の改良により、IRC 87万天体、FIS 43万天体（FISは初版の6倍！全体でも1.6倍の規模）にまで発展しました。

このような赤外線天体カタログは、20数年前のIRAS（アイラス）衛星がつくったものが今まで使われてきました。今回初めて一般に公開されるカタログは、IRASのものに比べて5倍の天体数を含み、また解像度・感度・波長範囲・精度の点でもより優れたものになっています。

カタログには、生まれたての星から遠方の銀河まで、赤外線で見えるあらゆる種類の天体が含まれています。すでにこの新しいカタログの特性を活かし、プロジェクトチームメンバーによって、惑星ができつつある星の探査や、星形成が活発な銀河の詳細な性質を調べて、宇宙の星生成史を明らかにする研究など、いくつかの初期成果が生まれています。詳しくは以下をご覧ください。<http://www.ir.isas.jaxa.jp/ASTRO-F/Outreach/results/results.html>

今後このカタログが赤外線天文分野のみならず、電波からX線、地上から衛星に至るさまざまな波長・手段で観測する研究者や、理論家によって広く使われて、多くの新しい発見があることを期待しています。（山村一誠）



「あかり」カタログに含まれる天体の天球上の分布

我々の銀河系の中心を図の真ん中に、天の川が左右に伸びる座標系で、9、18、90マイクロメートルのデータをそれぞれ青、緑、赤で示した。青い点の多くは銀河系内の年老いた星、赤く見えているのが生まれたての星、天の川から上下に離れている点の多くは遠方の銀河である。中央付近斜めに黒い筋が見えるのは、観測できなかった領域。

電話番号変更のお知らせ

2010年5月6日（木）より、JAXA宇宙科学研究所の電話番号が変更になります。

新電話番号 050-3362-XXXX

5月1～5日は工事のため、構内電話は使用できません。

下4桁（XXXX）は工事前に各部署にお問い合わせください。

代表電話は変更なく、042-751-3911です。

ロケット・衛星関係の作業スケジュール（4月・5月）

	4月	5月
あかつき	射場作業（種子島）	▲ 打上げ
IKAROS	射場作業（種子島）	▲ 打上げ

金星探査機「あかつき」の挑戦 第1回



「あかつき」 立ち上げのころ

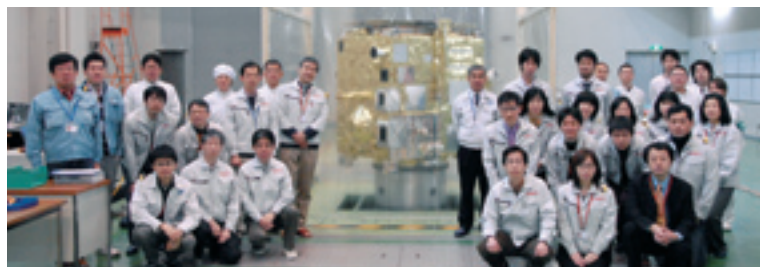
「あかつき」プロジェクトマネージャー
中村正人

20世紀の終わり、東京大学に勤めていた私のところに鶴田浩一郎先生から電話がありました。そのころ、私は極端紫外線の領域でプラズマの撮影を研究テーマにしておりましたが、鶴田先生から「中村君、そろそろ極端紫外は、けりがついたろう。後進に道を譲って、赤外の機器にシフトしないか?」と言われたのです。「……つまり東大で赤外機器を開発してどこかの衛星に載せる、ということですか?」。鶴田先生がおっしゃるには、「若手の研究者たちが金星に探査機を送りたがっている。しかし、日本には赤外機器の専門家がいない。君がやりたまえ」

それでは、と東大の岩上直幹先生やNECの遠間孝之さんたちと、金星の雲を通ってくる赤外線を検出するにはどうしたらよいか検討を始めたのです。今は京都大学にいる山川宏先生の計算で、金星に到達するのに必要なエネルギーが最小になるのは、2007年打上げ、2009年到着の軌道だということが分かる。間に合わせるためには急いでミッション提案をしなければいけない。まず宇宙理学委員会の戦略経費に応募する。当時の戦略経費小委員長は亡くなった小杉健郎先生で、これが手ごわい。現・京大総長の松本紘先生や大阪大学の芝井広先生にも鋭い質問を浴びせられ、しまいにはけんか腰に。ヒアリングであまりに悔しくてかみしめたものだから、私の奥歯はぼろぼろになり、結果はゼロ査定!

あまりの惨状に向井利典先生が小杉先生に交渉して、何とか検討のための資金だけ復活していただきましたが、あの当時はつらかった。それでも第1回宇宙科学シンポジウムでのミッション提案に向けて、私は東大での講義をすべて肩代わりしてもらい、与えられた宇宙研の狭い一室にこもってミッション提案の準備に没頭しました。当時、中谷一郎先生も私を部屋にお呼びになり、「中村さん次第で、金星ミッションの可否が決まるのです」と指導を渡されましたので、もう後には引けない。今村剛君と2人で日本中の大学を回って金星探査の重要性を訴えるセミナーをさせてもらい、気象学などの研究者を一人ひとり説得していったのです。

宇宙科学シンポジウムは、すべてのミッションの登竜門にすると松本敏雄先生が宣言されて、2001年1月に第1回目が開かれました。そこを目標に2000年の年末は、明けても暮れても提案チーム全員がプレゼンテーションの準備と練習です。提案書は、サイエンス部分の原案を今村君や、はしもとじょーじ君、松田佳久先生が書いて、それに多くの研究者が手を入れたのですが、結局統一性と文章の勢いを考え、ほとんどすべて原案に戻しま



「あかつき」とプロジェクトメンバー

した。2010年の今でも、そのコンセプトはまったく変わっていません。

第1回宇宙科学シンポジウムの初日の午前を、すべて金星探査の提案に割り当てていただきました。そして、そこで300名を超える参加者の皆さんの賛意を得て、宇宙理学委員会での審査が始まり……そしてすべてがスタートしたのです。

松本敏雄先生に呼ばれて「これからはこのミッションをPLANET-Cと呼びましょう」と言われたときには、すべてが報われた気がしました。この厳しい時期を越えた後は、小杉先生からも松本先生からも、もちろん向井先生からも中谷先生からも、引退された西田篤弘先生からも鶴田先生からも小山孝一郎先生からも、PLANET-Cの実現に向けて最大の助言と助力を頂きました。そして、ミッション立ち上げ前から一緒に努力してきた阿部琢美先生、今村君、現・岡山大のはしもと君、東大の岩上先生、阿部豊君、現・京大の山川先生、東京学芸大の松田先生、北大の高橋君、渡部さん、その後にミッションに加わってくれた理学の佐藤さん、上野さん、山崎君、鈴木さん、田口君、福原君、大月さん、また工学の石井先生、戸田先生、竹前さん、餅原さん、林山さん、成田君、中塚君、鎌田さん、奥泉さん、市川さん、豊田君、品質保証の清水さん、大串さん、矢嶋さん、さらにはNECの大島さん、萩野さん、榎原さん、重本さん、篠崎さんをはじめとする皆さん、秘書の加藤さん、大石さん、千馬さん、石川さん、木下さん（ここに私が名前を挙げ損ねている方がおられても、感謝の気持ちは変わりません）に支えられてここまで来ました。

宇宙研の執行部の方々の支援も忘れられません。小野田淳次郎所長のメッセージ「あかつきよ、何があってもくじけるな」を読んだときは、目頭が熱くなりました。すべての宇宙研の皆さん、JAXAの皆さん、広報の皆さん、メーカーの皆さん、学生の皆さん、これまでのご支援に感謝し、これからよりいっそうの応援を頂けますよう、心からお願い致します。「あかつき」は今年の5月、地球を離れ金星に向かいます。（なかむら・まさと）

あるいは、木星、地球、水星。
アメリカ、カナダ、オランダ。



オランダ・ライデンの定宿にて。顔なじみになると無料アップグレードで、このような雰囲気のある部屋に案内される。

藤本正樹
宇宙プラズマ研究系教授

■ アメリカ

1月末、木星探査計画会議のためにカリフォルニア州パサデナに滞在。NASAのJPL（ジェット推進研究所）が主催する会議である。その会場のホテルに宿泊する際、温めたチョコチップ・クッキーを渡される。次節に書くカナダ出張への機内で見ることになる『Up in the air』という出張中毒を描いた映画に、出張オタク女性の「私はAホテルが好き。だって部屋に入ると温かいクッキーがあるの」というセリフがある。とにかくJPL御用達の、USビジネスマン好みの、我々からすれば豪華と思えるホテルだ。

この木星探査は欧米がコアとなって進め、Agency的にはISASは「おまけ」だ。しかし、研究者レベルではISASの貢献は高く期待されている。ISAS木星ワーキンググループでは、木星磁気圏探査機を提供して充実したプラズマ観測を実施しつ

つ、トロヤ群小惑星探査も実施して「木星系の起源」というテーマへのユニークな貢献も、というすごいアイデアを持つ。先行きは楽観できないが、このチャンスを見逃す手はない。

今回はScience Definition Team (SDT)の最終会合である。SDTとは何か？ 研究コミュニティ代表が集結して、ミッション目標とその達成が可能なモデル・バイロード、モデル・ミッション・シナリオを構築し、さらにそれを上層部へと売り込む（上院議員への展示会も）のだ。なぜ今、最終会合なのか？ 観測機器提案が開始されるからだ。つまり、これまでのSDT活動とこれからの観測機器提案との間に、きっちりと区切りを付ける。こういう仕組みに層の厚さを実感しつつ、その運営が必要とするオーバーヘッドに、人ごとながらうんざりもする。

■ カナダ

3月2日、SCOPE会議のためにカルガリー大学へ。カナダ入りはオリンピック直後、これはカナダのアイスホッケーチームが延長戦の末、アメリカを破って金メダルを取ってから間もないということである。どこに行ってもこの話題を振ると盛り上がり、和んだ雰囲気になるので、便利だった。

SCOPEは、地球磁気圏において「同時マルチ・スケール観測」を実施し、宇宙プラズマ・ダイナミクスの本質へと迫る。2019年の打上げを想定して

いるSCOPEは、マイクロ物理にズームインする親子衛星ペアと、それを取り囲むダイナミクスを把握する子衛星3機からなる。子衛星3機はCSA（カナダ宇宙機関）が担当することで話が進んでいる。今回の会議は、それがカナダの研究コミュニティに利益をもたらすことを確認するものであった。

2019年まで10年近くある。我々はいかに準備すべきか。日本側からは、得意とする数値実験やGEOTAILでの経験に基づいた提言が出された。一方、カナダ側からは、オーロラ帯の真下という地理的特徴を生かしてSCOPEを増強する提案がいくつかなされた。相補的で建設的な協力関係が築かれつつある。

■ オランダ

3月9～10日と、BepiColombo会議出席のためにESAのESTEC（欧州宇宙技術センター）を訪問。宿は空港から列車で便利なライデンに取り、そこからバスを利用する。16世紀の建物を改装した宿は何度も利用しているため顔を覚えられ、今回は無料アップグレードで写真の部屋へと案内された。ライデンを散歩すると、16～17世紀から残る建物をいくつも目にする。また大学街でもあり、アイデアを練る時間を過ごすカフェには事欠かない。

BepiColomboはESAと共同で実施する水星総合探査計画である。ESAが水星探査機MPOを、ISASが水星磁気圏探査機MMOを提供し、Ariane 5で2014年に打ち上げ、2020年に水星に到着する。水星は「謎の惑星」と呼ばれるべき惑星だ。水星のような小さい惑星が固有磁場を持つことは、最大の謎の一つである。MMOの科学目標は、その磁場が影響を及ぼす水星周辺環境を調査することである。MPOにもいくつかの関連観測機器が搭載されるので、水星周辺宇宙空間の2点観測を実施することが可能であり、この魅力は大きい。

水星周回衛星は過酷な熱的環境に置かれる。衛星搭載の観測機器や通信機の常時オンは不可能だ。その制約下で科学成果を出すには、衛星の成立性をチェックしながら科学成果の最大化を事前に十分に追求することができる、観測計画立案ツールが必須である。これはISASにとって新しい挑戦となるが、よりディマンディングな将来計画におけるニーズの高さを考えれば、BepiColomboでけん引して開発を進めなければいけないツールである。このツールはミッション・シナリオをより透明にし、検討の初期段階からより多くの人を巻き込むことも可能にする。この側面の重要性も無視すべきでない。

（ふじもと・まさき）



追悼 田中キミさん

秋葉鏢二郎

宇宙科学研究所 名誉教授

この冬2月5日、田中キミさんがお亡くなりになりました。昨秋メールアドレスを変更したためか正式な訃報が届かず、西村純元所長からの電話でそれを知ったのは、「おおすみ」40周年記念シンポジウムで講演を行うために札幌から東京に出向く前日でした。ご葬儀にも出席できず心残りでしたので、ここに一文を寄稿し、弔辞に代えさせていただきます。

実は、それに先立ち、的川泰宣さんから、「おおすみ」40周年についての記事を依頼された折、内之浦の方としてはどなたにお願いしたのかという相談がありました。的川さんも私も、田中キミさんが最適候補であることを前提としての相談でしたが、ご病状を考慮しても無理してお願いするしかないという話になりました。2月号の『ISASニュース』に掲載されたその記事は、内之浦婦人会のご縁で元会長の橋本雅子さんが口述筆記してくださったものでしたが、98歳のご病気の方とは思えない明晰な内容でした。ご自身がそこで語られているように、生涯情熱を注がれたのが、内之浦のロケットと婦人会でした。

私とキミさんは母子ほどの年齢差がありました。人工衛星の打上げで失敗を繰り返していたころ、毎度千羽鶴を携えて激励に来てくださっていたキミさんが私に抱いた印象は、“やんちゃ坊や”だったようです。そして後年に至るまで、年長者として親しく接してくださいました。やがて、当時ご活躍された先輩方がお亡くなりになってからは、次第に昔語りを交わす機会にも恵まれるようになりました。特に、「はやぶさ」を打ち上げた2003年と翌年には、ご自宅に上げていただき、ご自身の昔話から最近の出来事まで詳しいお話をお伺いできました。しかし、生来物覚えの良くない私たちですと、この文を書くに当たり、生前キミさんと親しかった橋本さんに履歴書をあらためて送っていただきました。それは10ページほどもあり、キミさんのご活躍が想像以上に多岐にわたっていたことに驚かさ

れました。

最終のご学歴は東京高等師範学校（現・お茶の水女子大学）で、後年のご活躍に役立ったいくつかの薬事関連資格をお取りになった後、四国と九州の女子高等学校の教諭を勤められました。第二次大戦中はご主人のお勤めの関係もあり、進んで上海居留民団立女子高等学校に赴任され、終戦時まで勤務しておられました。帰国後の日本はマッカーサー施策のもとで女性の社会進出が奨励されていたこともあり、鹿児島県家庭裁判所の調停委員などを歴任されています。

キミさんのご出身は高山ですが、帰国後、釣りのお好きなご主人とともに内之浦に居を移されました。ご自宅で薬屋さんを営まれていましたが、1949年からは橋本さんのお母上の跡を継いで、内之浦町地域女性団体連絡協議会（通称、内之浦婦人会）会長を長きにわたって務められ、内之浦の鹿児島宇宙空間観測所の開設と発展に大きな役割を果たされました。何より、1960年に糸川英夫先生一行が打上げ実験場の候補地選別に調査に訪ねられたとき、当時の久木元峻町長とともに

に町民の先頭に立って誘致運動をなさったことが特記されます。糸川先生も後に当時を述懐されて、山林を踏査されていたときに婦人会からばたもちを差し入れられたことに触れ、ことのほか感動したと話されていました。大戦中の武器として発達した近代ロケットの宿命で、ややもすると軍事利用という目で見られがちであった当時、科学観測の手段として正しく認識された内之浦の皆さんの先見性には、感服のほかありません。「おおすみ」誕生の記者会見の場で、玉木章夫先生の命名に「ありがとうございます」と大声で叫ばれたときは、万感胸に迫る思いがあったのでしょう。

2度目にお宅に伺ったのは、内之浦婦人会55周年記念誌の原稿をキミさんから依頼されていたので、内之浦の近況を知るため、たまたま宮崎で開催されていた学会を抜け出して内之浦まで往復した折のことでした。道々、昔を思い浮かべながら内之浦を巡り、最後にキミさん宅でお話を伺い、締めくくった旅でした。写真はそのときに撮ったものです。キミさんの隣の女性は、めいの福島桂子さんで、晩年献身的に病身のキミさんをお世話された方です。キミさんの昔話りに感銘を覚えながら、どうしても最近の当地の変貌ぶりの印象が強く、何人かの方々に記憶を確かめてもらいながら仕上げて投稿した小文の題名は、「はるかなる内之浦」としました。拙文ではありませんが喜んでいただき、お礼として「森伊蔵」なる名焼酎を送っていただきました。ご厚意が五臓六腑に染み渡ったことはいまでもありません。

キミさんのような先人のご支援や励ましは、今も町の方々に受け継がれ、宇宙研は宇宙科学の成果を享受しております。これからいかに世の中が変わろうとも、現役の方々がその恩義を忘れることなく、地域の情熱を大切にしてくださるよう願っています。

田中キミさん、長い間のご厚誼ありがとうございました。（あきば・りょうじろう）



内之浦婦人会の会長を長年務められた田中キミさん（左）と、めいの福島桂子さん。

宇宙科学を楽しむ

宇宙科学研究所 副所長
宇宙輸送工学研究系 教授

藤井孝藏

—— 4月から、JAXA「宇宙科学研究所」となりました。副所長として、これからの宇宙研は何を目指しますか。

藤井：優れた研究成果を挙げるには、皆さんが心地よく仕事ができる場であることが大切です。まずは、少しずつでもそれに向けた改善を図りたいと思います。次に具体的な話ですが、宇宙研は大学や他研究機関の研究者とボトムアップ的に物事を進めるという、海外にはない特徴を持つ組織です。このやり方では、どうしても既存の分野が優位になりますが、一方で、新しい分野を開拓したり、取り込んだりするのが学術の大切な姿です。新しい連携の仕組みを導入することで、宇宙科学に携わっていなかった異分野の優れた研究者を引き込めればと思っています。

—— どのような新展開が考えられますか。

藤井：私自身が取り組んでいることと言えば、「多目的最適化」や「設計探索」と呼ばれる情報技術の導入があります。その分野のトップの人たちと連携すれば、より効率的な宇宙機開発が、また新しいアイデアの衛星や探査機を設計することも期待できます。地上ですでに企業も使っている技術です。

—— どのような衛星や探査機を生み出せそうですか。

藤井：例えば、私たちは火星航空機探査の実現を目指してワーキンググループ活動を始めました。5年ほど前に研究室での文献調査から始めて、やっとここまで来ました。衛星はせいぜい高度数百km。着陸機や探査車は限られた範囲しか探査できません。高度数十m～数kmを飛行する飛行機ならば、広範囲を詳細に探査できます。大気希薄な火星で飛行機を飛ばすのはとても難しいのですが、何とか実現にこぎ着けたいと思っています。私の定年後はるか先でしょうが、さらにその先をにらんで、研究室の学生たちと羽ばたき飛行機の研究も始めています。空中にホバリングして観測できるからです。羽ばたき翼の運動は複雑で、設計ではたくさんの要素を検討しなければなりません。種々の運動の周期や振動など組み合わせは膨大で、すべてを検討するのは不可能です。限られたデータから最適解を探す多目的最適設計技術や、運動と性能との因果関係を明らかにする設計探索技術は、これに限らずその利用が大いに期待されます。

—— 子どものころから飛行機に興味があったのですか。

藤井：飛行機乗り、発明家、プロ野球選手になりたいなどと漫然と



ふじい・こうぞう。1951年、山梨県生まれ。工学博士。1980年、東京大学大学院博士課程修了。NASA エイムズ研究所 NRC 研究員などを経て、1989年、宇宙科学研究所助教授。1997年、同教授。宇宙科学研究本部研究総主幹、企画連携総括などを経て、組織変更により2010年4月より現職。専門は航空宇宙工学。

思っていました。ばらばらですね。でも、自分のアイデアを生かしたかったのでしょう。学部を出て某重工メーカーに就職するはずでしたが、いつの間にか研究者の道に入っていました。数値シミュレーションに携わってきて、学生時代を過ごした宇宙研に戻ってからも、スパコン

を自由にに使わせていただき、プロジェクトサポートをしながら、好きに？研究をやっていました。どうして今こんな責任ある立場にいるのか、よくわかりませんが、好き勝手やらせていただいた恩返しのためで日々を過ごしています。

—— スパコンを使った計算科学に進んだきっかけは？

藤井：職がなく困っていたポストドク時代、幸いにも米国の招きで NASA エイムズ研究所に滞在する機会を得ました。そこで世界最初の汎用スパコンに出会い、航空宇宙のスパコン利用分野（計算科学）を立ち上げた人たちと一緒に仕事できました。分野が立ち上がる時期に適切な場所にいられたことは、幸運としかいえません。

—— 何かアドバイスされたことはありますか。

藤井：研究もですが、「難しい顔をするな！廊下を走るな！」と（笑）。自分の論文でないのに、1日かけて一緒に考えてくれる方もいました。アドバイスというより、実体験が大変役に立っています。

—— そこにおられた方々は天才なのですね。

藤井：普通の人ばかりだと思います。なぜ、素晴らしい仕事できたのか。それが分かれば、私ももっと優秀な研究者になれていたでしょうね。「走るな！」が意味するように、優れた研究成果を生み出すには、やはり時間や心のゆとりが不可欠です。「事業仕分け」ではありませんが、近年、「無駄撲滅」という名のもとに宇宙研でも「ゆとり」が奪われつつあります。「ゆとり」をつくり出し、宇宙研が「ここで仕事をしたい」と思われる場所であり続けるよう微力を尽くします。それがあって初めて、異分野との連携も可能になりますので。私も一研究者として新しいことに挑む「ゆとり」をいただきたいですね。

—— ところで、副所長は“冬眠”するそうですね。

藤井：白銀の世界は私にとって第一優先。「それをやめろと言われてたら転職します」と所長に宣言しています（笑）。

ISAS ニュース No.349 2010.4 ISSN 0285-2861

発行／独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台 3-1-1

TEL: 042-759-8008

本ニュースは、インターネット (<http://www.isas.jaxa.jp/>) でもご覧になれます。

デザイン／株式会社デザインコンピニア 制作協力／有限会社フォトンクリエイト

編集後記

外国人客員として3ヶ月間宇宙研に滞在したChoudharyさんと共同研究をした。太陽観測衛星「ひので」データを考えもしなかった視点から見ることで、短期間に論文投稿まで完結させる研究の早さなど、考えさせられるものがあった。（清水敏文）

* 本誌は再生紙（古紙100%）、大豆インキを使用しています。

100

古紙配合率100%再生紙を使用しています

