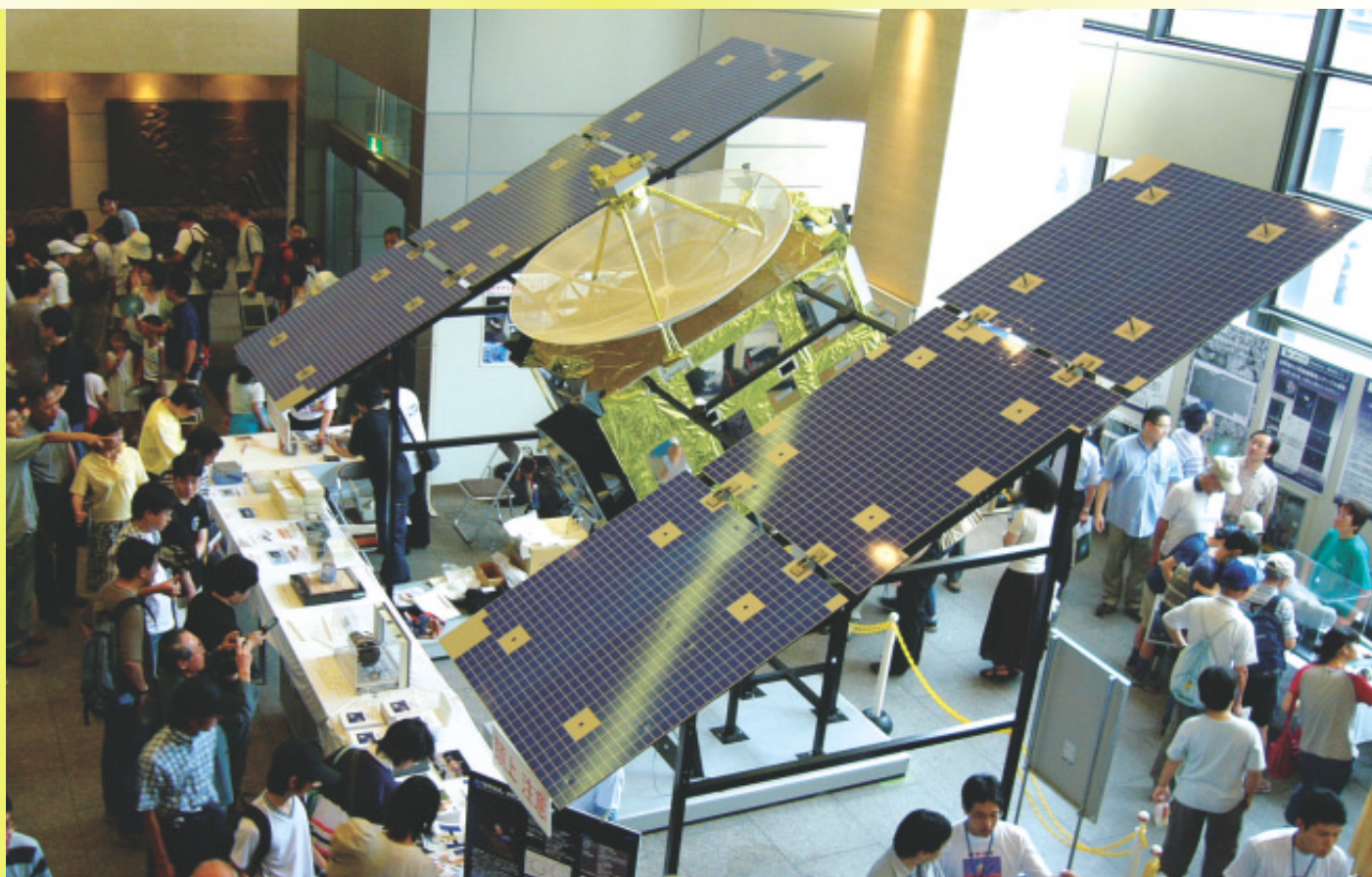




一般公開で本館ロビーに展示された小惑星探査機「はやぶさ」の実物大モデル（5ページ参照）

宇宙科学最前線

アナログ集積回路のすすめ

池田博一

宇宙探査工学研究系 教授

はじめに

宇宙ミッションは、半導体技術の進歩によってその一翼を支えられてきました。宇宙機に必要な機能を小規模ないし中規模の集積回路で実現しようとする、膨大なものとなって宇宙機の容積に納まり切れなくなります。また、電力の消費量も宇宙機に過度の負担を強いることになりかねません。宇宙機においては、いわゆる大規模集積回路を導入することによって高機能かつ複雑なシステムを宇宙環境において実現することが可能となりました。

しかし、これは主としてデジタル回路の高集積化、高機能化、さらには低電力化などによってもたらされています。一方、センサー信号などの処理

に供されるアナログ電子回路については、その語感と相反して精緻かつ創造的な設計能力が必要とされるため設計手法の定型化が困難であり、また関与するエキスパートの人的資源に係る制約によって、デジタル集積回路ほどその利用が進んでいないのが現状です。具体的には、アナログ集積回路は、例えば演算増幅器のような比較的小規模の回路要素を、あるいはA-to-D変換器やD-to-A変換器のように比較的大規模ではあっても単一の機能を、提供するレベルにとどまっていた。しかし、将来の宇宙機においては、これらの部品を個別に組み合わせることにより大規模な電子回路システムを構築することは、空間的、重量的、電力的制限において宇宙ミッションを制約するのみならず、高機能化を目指す上でも障害となります。

Open-IP

複雑なシステムを構築するためには、その要素となるサブシステムを階層的に積み重ねるという手法があります。私はこのような手法を援用して、実績のある回路ブロックを利用し合うことによって大規模かつ複雑なデジタル・アナログ混載型の集積回路を短期間で効率的に、かつ一定の確実性を確保しながら開発することができる仕組みを構築し、提供することを研究対象として掲げました。具体的には、エキスパートたちの知識を「知的資産(IP)」として蓄積し、その利用を「Open」とすることによって、設計開発の便宜に供するとともに、設計開発現場からのフィードバックをさらなるIPとして蓄積することができるような仕組み「Open-IP」の構築を目指しています。

Open-IPでは、いわゆるディープサブミクロンCMOS^{*1}プロセス(MOSTランジスタのゲート長が $0.35\mu\text{m}$ ないし $0.25\mu\text{m}$ 以下のものをいう)をターゲットとして、既開発の回路設計からその構成要素となっている回路のトポロジーを抽出して、典型的な回路パラメータ(W, L)とともに提示・公開することになりました。さらに、各回路要素間の接続条件を統一することによって、内部矛盾のない体系の構築を行っています。このようにして開発されたIPの利用によって、アナログ回路設計のハードルを下げるとともに、その結果構成された回路の動作上の確実性を向上させることができます。また、公開されたIPを用いた回路設計の過程で新たに

考案され、検証された回路トポロジーを適宜追加することによって、IPの充実を図ることにしました。これによって、Open-IPのらせん的發展を目指しています。そのために、実地に補完的KNOW-HOWを伝え、また新たなIPの取得を目的として、個別的な試作開発に参画協力させていただくことも重要なテーマとなっています。

宇宙科学研究本部では、X線ないし γ 線領域におけるエネルギー弁別とイメージング観測を目的として、ピクセル化されたシリコンないしカドミウムテルライドをセンサーとするシステムの開発を進めています。このような開発の一環として、Open-IPを用いて4096チャンネル構成のピクセル型ASIC^{*2}の試作開発が行われています。試作チップは、 $200\mu\text{m}\times 200\mu\text{m}$ のピクセル領域に、荷電増幅器、整形増幅器、ピークホールド回路、アナログマルチプレクサ、ならびにテストパルス回路およびデジタル制御回路などを含んでいます。本試作チップでは、ピクセル当たり $150\mu\text{W}$ の低電力特性と、100電子相当以下の雑音レベルを達成することを目指しています。これは、バイアス回路の安定化、電源感度の最小化、半導体プロセスの選択など多面的な設計によって実現されています。図1に1ピクセル分の回路のレイアウト図を示しました。図中左上部に設けられたボンディングパッド部のところで、放射線センサーとパンプ(金属の微小な突起)を用いて接続されるようになっています。最初の試作チップは、TSMC社の $0.25\mu\text{m}$ CMOSプロセスによって設計・製造後、基本的な動作が確認され、二次試作に向けての準備が進行中です。

大阪大学でも、X線天文用のCCD読み出しシステムを開発しています。CCDは、信号対雑音比において優れた性能を発揮するものの、読み出し時間において相対的に劣るという問題があります。そこで、読み出し時間を短縮するために、CCDチップに複数の読み出しポートを設け、これを専用のASICで読み出すことが試みられています。このようなCCD読み出しチップは、ポートごとに、積分回路とホールド回路からなる雑音フィルター回路と、12ビットのグレイコードカウンタを用いたウィルキンソン型のA/D変換回路を必要とします。また、二重相関サンプリングを用いることにより、10電子以下の雑音レベルを達成することを目指しています。図2には、この集積回路を用いて撮像されたX線画像を示しました。大阪大学では、Open-IPを拡張して、 $\Delta\Sigma$ コンバータを用いた信号処理系の試作にも着手しています。

Open-IPの枠組みを試行する中で、すでにIP開発のスパイラルは、急速な上昇を始めています。

図1 $200\mu\text{m}$ 四方のピクセル回路のレイアウト

下辺部付近の密集したデジタルの制御回路を除いては、ほとんどがアナログ信号処理回路によって占められている。

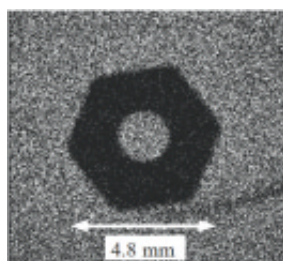
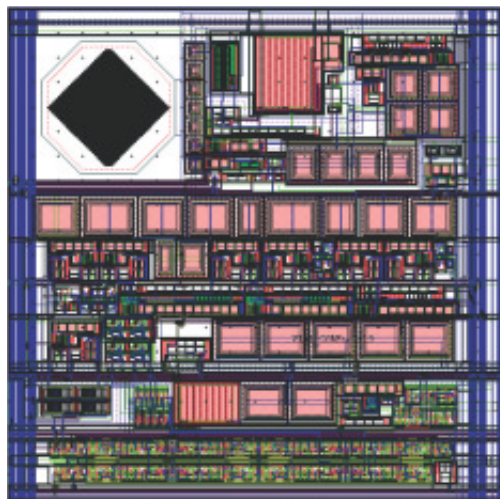


図2 X線検出器用のCCDからの信号を試作チップで読み出した画像
M2.6のナットによってX線が遮蔽されている。

本機構外においても放射線検出器の分野で、B-ファクトリーにおける、粒子識別を目的としたイメージング型エアロジェル検出器の読み出し回路や、いわゆるTOP (Time-of-propagation) 検出器用のTAC (Time-to-amplitude converter) 回路、また、ILC (International Linear Collider) における衝突点モニターを目的とした3D検出器用ピクセル型増幅器アレーなどの開発を通じて、IPの開発へと展開しています。

高信頼化に向けて

宇宙機における集積回路は、高機能化を目指すのみでは、その実用化を図ることはできません。宇宙環境においては、集積回路は過酷な宇宙放射線や低温、高温、温度変動にさらされるからです。また、長期間のミッションにわたってその信頼性を維持することも重要です。そこで、SOI※3技術を用いてアナログ集積回路を構築することの可能性の追求に着手しました。デジタル回路への応用については、すでに本機構、本研究本部において先行して開発が続けられています。

SOI技術は、1960年ころから米国においてもっぱら軍事・宇宙への応用を目的として開発が進められてきました。トランジスタ同士が二酸化シリコンによって完全分離され、またサブストレートとも分離されているため、ラッチアップのおそれがなく、さらにシングルイベント効果が著しく低減されるからです。ラッチアップは、バルクCMOSにおいて寄生的に構成されているPNPN構造によってこれがサイリスタとして作用し、電源を切らない限り過剰電流が流れ続ける現象です。これは、宇宙機において致命的となりかねません。

しかし、商用のバルクCMOS技術の成熟速度が急過ぎて、SOI-CMOSは性能的に追従することができず、しばらくの間、特殊用途に限定的に適用されるにすぎませんでした。ところが、1990年代に入って、バルクCMOSの技術成長曲線に飽和傾向（いわゆるムーアの法則からの遅れ）が見られるようになり、これを克服する手段としてSOIが見直されるようになってきました。すなわち、SOI技術を用いるとラッチアップの回避という自明な効果のほか、最先端のサブミクロンバルクCMOSの性能（動作周波数、消費電力、漏れ電流、集積度など）を凌駕することができることが分かりました。SOI技術は、このようにして、いわゆるポストスケーリング技術（微細化に頼らない性能向上技術）の先取りとして理解することもできます。

そうはいつても、Open-IPで用いられている回路構成をそのまま適用することができるか否かは自明ではありません。そこで、アナログ回路の要素の中

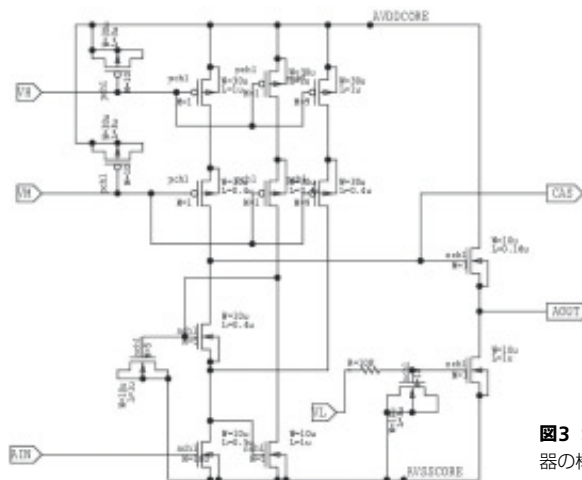


図3 SOIプロセス用の増幅器の構成例

電源電圧が1Vであるにもかかわらず、トランジスタを4段に積み上げることができる。また、トランジスタが実質的に三端子素子として取り扱われていることも特徴的である。

でも、最も半導体プロセス固有の特性に影響を受けやすい放射線計測用の前置増幅器およびその周辺回路の試作を行いました。図3には、増幅要素の回路図を例示しました。半導体プロセスは、0.15 μm の完全空乏型のSOIプロセスを用いました。ゲート直下のシリコン部分から完全にキャリアが排除されていることから、従来技術である部分空乏型のSOIと比べてI-Vカーブに現れる異常な折れ曲がりが見えなくなっているなど、アナログ回路への応用にとって有利な特徴を有しています。

試作回路は、2.4mm×2.4mmの小さなチップの中に、CRの時定数によって信号が減衰するようになっている回路と、時定数の代わりに直線的に信号が減衰するようになっている回路と、高速のトランスインピーダンス回路とを、バリエーションを含めて都合10系統実装しました。第一の回路は、伝統的な荷電敏感型の増幅回路であって、1/f雑音などの電子雑音を容易に評価することができます。第二の回路は、出力信号が飽和しても、入力電荷と出力信号幅との比例関係が良好であるという特徴があり、電源電圧の制限に対して一つの解を与えるものとなっています。第三の回路は、電流信号を電圧に変換する回路ですが、帰還要素として低電流でバイアスされたMOSトランジスタを用いた回路となっており、より高周波での応用への展開を狙うものとなっています。

まとめ

宇宙科学研究本部では、宇宙機における電子回路の高度化、高信頼化を目指して、具体的応用事例を踏まえながら、その設計の容易化による適用事例の拡大と、半導体技術の将来を見据えた研究開発を進めています。前者はOpen-IPの手法を展開することによって、後者はSOIプロセスなどに代表される先端技術の追求によって、その成熟度のステップを高めています。

(いけだ・ひろかず)

※1 CMOS

Complementary metal-oxide semiconductor。MOSは、ゲート電極によって半導体表面の伝導度を制御することができるようになっている。特に、ゲートに印加する電圧による応答が相補的な2種類のトランジスタを具備しているものをCMOSという。

※2 ASIC

Application specific integrated circuit。「特定用途向け集積回路」と訳されるのが一般的。生産数量は少なくても、応用技術に最適な製品を供給すべく開発されているのがASIC。

※3 SOI

Silicon on insulator。絶縁膜上に単結晶シリコンが形成されている集積回路製造用のウェハをいう。高速のデジタル回路や高周波アナログ回路への適用が進んでいる。

「あかり」が見た星の誕生と死

赤外線天文衛星「あかり」は、5月に本観測を開始してから3ヶ月がたち、1回目の赤外線天体探査を空のほぼ半分の領域について終了しました。今月号ではこのデータの中から、「あかり」がとらえた星の誕生と死にまつわるドラマの一端をご紹介します。

図1は、「あかり」搭載の近・中間赤外線カメラがとらえたケフェウス座の散光星雲IC1396の赤外線画像です。観測波長 $9\mu\text{m}$ と $18\mu\text{m}$ の画像から色合成したものです。IC1396は我々の太陽系から3000光年弱の距離にあって、太陽より質量が数十倍大きい星が活発に生まれている領域です。画像の中心付近で生まれた大質量の星が、その周囲40光年にわたって星間物質（ガスと塵）を吹き払い、加熱しています。この画像は、周囲に掃き寄せられた星間物質の縁が暖められて赤外線

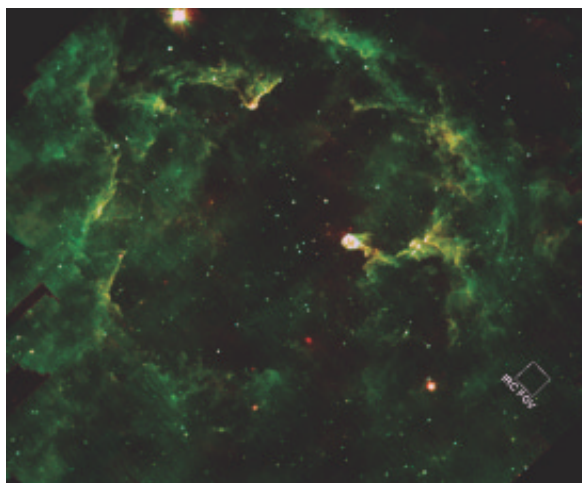


図1 「あかり」による散光星雲IC1396の赤外線画像
観測波長 $9\mu\text{m}$ と $18\mu\text{m}$ の画像から疑似2色合成。星雲の広がり約3度。

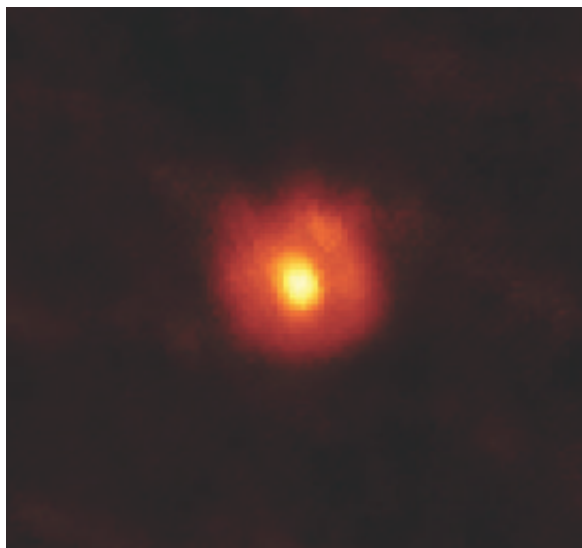


図2 「あかり」による赤色巨星うみへび座U星の赤外線画像
観測波長は約 $90\mu\text{m}$ 。

で光っている様子を鮮明に映し出しています。また、そこでは次の世代の星が次々と生まれています。中央右に見られる明るい塊は、可視光では暗黒星雲（通称「象の鼻星雲」と呼ばれている）として見えます。密度が高いため吹き飛ばされずに残った星間物質の塊で、ここでも新しい星が生まれています。「あかり」の画像は、この広い領域にわたる星間物質分布の全貌を初めて明らかにするとともに、星の誕生の連鎖を見事に描き出してくれました。

図2は、うみへび座のU星と名付けられた、太陽から約500光年のところにある赤色巨星の遠赤外線画像です。「あかり」の観測装置の一つである遠赤外線サーバイヤが、この星のまわりに広がる塵の雲をとらえました。太陽のような星は、その生涯の最後に大きく膨らんだ赤色巨星となります。赤色巨星の表面からは、星を作っていたガスが宇宙空間に吹き出します。図3はこの状況を描いた想像図です。吹き出したガスの中では、星の中で合成された元素から塵が作られ、ガスとともに広がっていきます。「あかり」の画像は、1万年くらい前に吹き出したガスの中で作られた塵が、中心の星を取り囲んでいる様子をとらえています。星が生涯の最後に生み出した塵は、やがて次の世代の星に取り込まれ、あるいはそのまわりで作られる惑星の原料となります。私たちの地球を構成している元素も、はるか昔にどこかの赤色巨星が生み出したものなのでしょう。なおこの星は、空が暗い場所なら肉眼でも見ることができます。双眼鏡があれば市街地でも見えるでしょう。ただし、私たちの目には中心の星しか見えません。宇宙でひそかに進行するこのドラマは、赤外線を使って初めて見るができるのです。

（「あかり」プロジェクトチーム 村上 浩, 尾中 敬, 山村一誠）

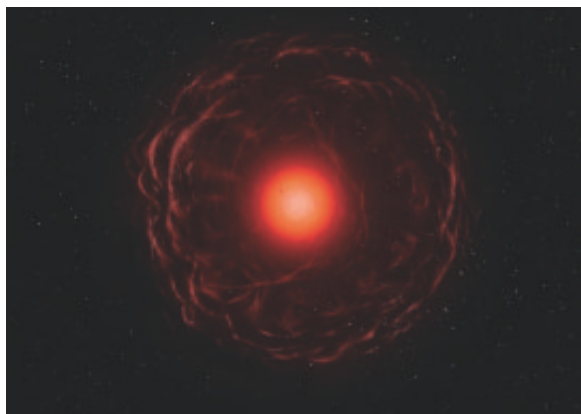


図3 ガスを吹き出す赤色巨星の想像図

宇宙科学研究本部の一般公開 開催

去る7月29日に、宇宙科学研究本部の一般公開が行われました。心配されていた天候も大きく崩れることもなく、1万9500人の来場者を迎え、例年通りにぎやかな催しとなりました。1日だけのイベントとはいえ、来場者に宇宙科学の現場を身近に感じてもらうということで、37の出展ブースを集めての一般公開となりました。

世界の注目を集めた小惑星探査機「はやぶさ」のブースや、宇宙を舞台に世界的な活躍を続けている各天文衛星計画のブース、また将来の「技術オリンピック」の主戦場となるかもしれない月惑星探査のブースなど、各ブースとも子供から大人まで楽しめる工夫が盛り込まれており、特に近年は来場者参加型の展示が増えているようです。現場の若い発想が随所に取り込まれた展示は年々進化しており、久しぶりに各ブースを見学させていただいた私自身、大いに楽しませていただきました。現場が自主的に動いて良いものを作り上げる、という宇宙研の伝統が一般公開の場にも生きている、と心強く感じました。

最近聞いたところでは、今や大盛況の一般公開も、初めはテニス部の自主的な催しとして、勝手連的にスタートしたものだそうです。いかにも宇宙研らしい歴史です。その精神が、何回かの大きな組織的な変更を経て、なお代々受け継がれているという事実は、一般公開だけでなく、これからも大事にしていきたいと考えます。

さて、今年度の展示のうち、昨年打ち上げた小型衛星「れいめい」では、運用中の運用室を公開する、ということを行



っていました。開催前には、内心「格好悪い結果にならないければよいが……」と不安に思っていたのですが、さすがは「れいめい」チーム。心配するどころではなく、公開運用中にオーロラの写真を下ろすところまでやったそうです（ただし、一般の方々に分かるような写真だったのかどうかまでは確認していませんので、これ以上持ち上げるのはやめておきます）。

「水ロケット教室」のコーナーは今年も大人気で、開場1時間前には100人近い行列ができていました。何人かに聞いたところでは、2時間並んだ、という声もあり、この問題は残念ながら今年も課題として残ったままのようです。人気があるが故に生じる難しい問題ですが、来年度以降も、整理券の配り方の変更を含めた議論が必要かもしれません。

また、一風変わったところでは、「宇宙農業構想」のブースで、宇宙活動における食糧問題解決のためにカイコを食べることを提案していました。個人的には、「そんなものを食べるくらいなら宇宙に行かなくてよいかも」と尻込みをしてしまいます。宇宙へ行くのもなかなか大変そうです。

小惑星探査機「はやぶさ」のコーナーでは、実際に「はやぶさ」を運用しているスーパーバイザーが登場したトークリレーが催されていました。さすがに現場担当者が直接話し掛ける内容は迫力があり、一般の方々も熱心に聴いていたようです。

各展示ブースが年々進化しているのに対して、裏方である事務局側も進化しなければなりません。今年度は新たに、要望の多かった授乳室を準備したり、淵野辺駅との間で無料シャトルバスの運行を試したりしました。この試みがどう受け止められたかについては、回収したアンケートを調査しないと分かりませんが、アンケート結果などもよく見ながら、来年以降、さらに進化し続けていきたいと思います。

（澤井秀次郎）



国際ワークショップ開催

「次の10年の高エネルギー天文学—NeXTなど将来計画を考える—」

X線天文衛星「すざく」が新たに世界のX線観測に加わり、1年余りがたちました。「すざく」の切り拓く方向が見え始めたこの時期に、標題(英文: High Energy Astrophysics in the Next Decade—NeXT and Future Missions—)のもとに、6月21日から23日に首都大学東京で国際ワークショップを開きました(宇宙放射線シンポジウム)。

その目的は、(1)これまでの衛星の観測によって我々が知り得た成果をまとめること、(2)これから10年間のサイエンスの方向性を考えること、(3)そのための観測技術はどこまで進んでいるか、(4)NeXT, XEUS, Con-Xなどの将来ミッションはいかにあるべきか、を議論することにあります。

今回はX線天文学に限らず、広い波長域の関係者と、多くの国々の将来計画を議論することを目指しました。参加を呼び掛けたのが4月という大変短い準備期間であり、旅費も用意できない状態で開催したにもかかわらず、中国、インドを含め10ヶ国、174名(うち、海外から31名)の参加者が集まりました。興味深いのは、いつもならテーブルの向こう側とこちら側に座るような立場の違う人たちが一堂に会し、それぞれの考えを素直に議論することができたことです。国際的な研究の中で、日本の取るべき道を示す良い例であったのではないかと思います。

全般には、Chandra, Newton, 「すざく」などで面白い結果が次々と得られ、新たな方向性が示されつつあるにもかかわらず、次の10年に向けてまだ確実なミッションがないことに対する問題意識が示されました。それと

同時に、世界のあちこちで進められている実にさまざまな試みや、特徴を極限まで進めた先進的な提案が紹介されました。本来ならこうしたワークショップを通じて、コミュニティの議論で、将来計画の方向性を絞り込んでいくべきものだと思います。その中で、日本が中心になって提案しているNeXTに対しては、多くの出席者から強い興味と参加への関心が寄せられました。10年先のサイエンスの柱の一つとなる非熱的宇宙への興味と、X線カロリメータと硬X線撮像という魅力的な観測システムが、国際的なコミュニティに強く支持されていることを表していたと思います。

懇親会では、「あすか」以来、X線望遠鏡の開発をリードしてきたNASAゴダード研究所のSerlemitsos博士へ、永年の貢献に対するお礼に記念品を贈呈しました(写真: 井上本部長とともに)。

(文責: 名古屋大学 國枝秀世)



SOLAR-B衛星 内之浦宇宙空間観測所に向けて出発

昨年6月から続いた総合試験を終えて、SOLAR-B衛星が内之浦宇宙空間観測所(USC)に向かう日が来ました。7月29日の一般公開を輸送用コンテナの中で過ごしたSOLAR-B。明るく30日の夕刻、衛星の設置用台車など大物機材の運び出しに続いて、いよいよ衛星を運ぶ大型特殊トレーラーが飛翔体環境試験棟の開梱室前に到着です。建設現場で使うような大きなレッカー車両が輸送コンテナをつり上げている間に、トレーラーが一般道からバックで器用に開梱室前に進入。関係者の見守り中、トレーラー到着から10分ほどでコンテナは荷台の上に載せられました。天気は曇り時々晴

れ。気温も30℃を下回り、搬出には申し分ない気候です。午後5時半、日曜日にもかかわらず駆けつけた有志による万歳三唱に送られて、衛星は相模原キャンパスを後にしました。

さて、衛星バッテリーと搭載望遠鏡の要請から、USCへの輸送中、SOLAR-B衛星の温度は30℃を超えないようにしないといけません。一方、輸送コンテナ自身にはエアコンは付けていません。そのため、相模原キャンパスを出たトレーラーは、近所にある輸送業者のターミナルにまず向かいます。ここではエアコン付きの外枠をコンテナにかぶせる作業が待っています。搬出作業の第2ラウンドです。12畳用のエアコン4

大型トレーラーに載せられたSOLAR-B衛星と、見守る関係者（相模原キャンパスにて）。



台でコンテナごと空調された衛星は、同日午後10時にターミナルを出発。USCまで27時間の旅路に就きました。

輸送中も衛星の温度は気掛かりです。コンテナ内部の湿度を無線式のモニター計でチェックし、現在位置とともに約2時間ごとに輸送関係者に携帯メールで知らせることとしました。万一問題が生じた場合は、即電話連絡です。幸い、途中問題も起こらず、予定通りの時刻にUSCに到着しました。

強力エアコンのおかげで全行程を通じて温度は20℃台前半。衛星も安眠できたことでしょう。

衛星も到着し、いよいよ打上げが目前となりました。M-Vロケット最後のフライトとして、ロケット打上げの成功、そして衛星観測の成功を達成すべく、ロケットの人たちと力を合わせ、悔いのないオペレーションを行っていききたいと思います。

（坂尾太郎）

月周回衛星（SELENE）シンポジウム開催

7月31日（月）、東京・大手町の経団連ホールで、月周回衛星（SELENE）シンポジウム「カウントダウンSELENE～月探査の新世紀～」を開催しました。このシンポジウムは、SELENE計画および将来の月探査計画について、広く一般の方々の理解を得ることを目的とするものです。収容定員約470名を上回る延べ約510名の参加者を迎えることができ、大変な盛況となりました。

午前は、立川敬二理事長からのあいさつに引き続き、樋口清司理事からJAXA長期ビジョンに基づくJAXAの月・惑星探査構想と月・惑星探査推進チームの活動状況が紹介されました。その後、滝澤がSELENE計画および来年の打上げに向けた準備状況について、また加藤學教授がSELENEのミッションについて報告を行い、SELENE計画以降の月探査・利用計画の検討状況は川口淳一郎教授より紹介されました。

午後は、米国NASAより、現在進められている月探査戦略の検討状況と2008年打上げ予定の月周回衛星（LRO：Lunar Reconnaissance Orbiter）の紹介、イタリア宇宙機関からはイタリアの月探査構想の紹介が行われました。また、インドから2008年打上げ予定の月周回衛星（Chandrayaan-1）、続いて中国から2007年打上げ予定の月周回衛星（Chang'E-1）の紹介があり、世界各国が月探査を積極的に進めている状況をあらためて認識しました。

「SELENE及び将来の月探査への期待」をテーマとしたパネルディスカッションでは、コーディネイタを高柳雄一多摩六都科学館館長にお願いし、武田弘 東京大学名誉教

授、観山正見 国立天文台台長、吉田哲二 清水建設（株）研究開発部長、NASAのNeil Woodward氏、SF作家の小川一水氏、陶芸家の佐藤百合子氏をパネリストに迎えて、月科学や技術開発だけでなく文化も含めた多様な視点から、我が国が何を目指して月探査を行うかについて活発な討論をしていただきました。また、討論の途中には、山崎直子JAXA宇宙飛行士からのビデオメッセージによる応援も紹介されました。

参加者からは、SELENE計画や将来の月探査計画への熱い期待と応援メッセージが、アンケートを通して数多く寄せられています。本シンポジウムを通じて、SELENEの開発、さらに将来の月探査計画への検討を、確実に進めていく必要があるとあらためて強く感じました。（滝澤悦貞）



西田篤弘 元所長にCOSPAR「宇宙科学賞」

7月16～23日、北京にて開催されたCOSPAR(宇宙空間科学研究委員会)第36回科学総会で、西田篤弘 元宇宙科学研究所長がCOSPAR「宇宙科学賞」を受賞された。COSPARは宇宙科学関連の44の国(と地域)の学術団体、およびIAU(国際天文学連合)をはじめ13の国際学術団体が加盟する国際学術団体であり、飛翔体(衛星・探査機、観測ロケット、大気球など)を用いて行う宇宙科学研究の



COSPAR「宇宙科学賞」を受賞された西田篤弘 元宇宙科学研究所長

すべての領域をカバーしている。「宇宙科学賞」はこのCOSPARの最高の賞であり、西田先生は、小田稔 元宇宙科学研究所長(1996年受賞)に続き、COSPAR「宇宙科学賞」の我が国2人目の受賞者となった。我が国の宇宙科学が国際的に高く評価されている証でもある。宇宙科学に携わる者として心からお祝い申し上げたい。

西田先生が宇宙科学研究本部の前身である東京大学宇宙航空研究所に入られたのは、我が国初めての人工衛星「おおすみ」(1970年)もまだ上がっていない1967年であり、日本の宇宙科学は黎明期であった。先生はご専門の地球磁気圏電離圏物理学すでにマイルストーンとなる研究をされており、衛星データを用いた研究では後発だった日本のコミュニティに、新しい研究手法と国際協

力研究の枠組みを浸透させた。常に理路整然とした先生の語り口は、科学講演からプロジェクト折衝に至るまで、すべての会合で国内外の出席者に感銘を与え、国際協力を成功に導いた。特に各国の宇宙機関が参加したISTP(国際太陽地球物理)計画では、西田先生が中心となって推進した日米共同の「GEOTAIL」衛星が大きな科学成果を収め、日本は磁気圏物理分野で世界のトップレベルに躍り出た。

科学面における発展と並行して、西田先生は各国宇宙機関の連携にさまざまな面から貢献された。1996年から2000年まで、所長として宇宙科学研究所の発展を担われると同時に、1994年から2002年までCOSPAR副会長としての重責を果たされた。また、1998年には名古屋にて開催されたCOSPAR科学総会の組織委員長として、その成功に大きく貢献されている。現在は、総合研究大学院大学の理事であると同時に、学術会議の連携会員として宇宙科学の発展に尽力されている。

西田先生の今回の受賞を心からお喜び申し上げるとともに、JAXA宇宙科学研究本部が先生のご努力の成果の上に、さらに高く飛翔できるよう、一層の努力を誓いたい。(前澤 洸, 小杉健郎)

第36回COSPAR「月のセッション」

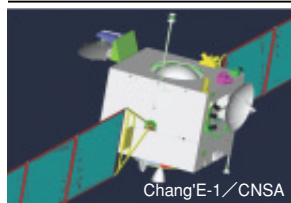
第36回COSPARにおける月のセッションは、さながら「見本市」の様相を呈していました。COSPARの次週にはICEUM-8(第8回「月の探査と利用に関する国際会議」)が北京で引き続き行われることや、2007年、2008年に月探査ラッシュを迎える各国探査機の全貌が紹介されたため、休憩中だけでなく講演終了後も、商談ならぬ共同研究の話し合いがあちこちで進められていたのが印象的でした。現在周回中のSMART-1衛星(ESA)は来る9月3日の月面衝突で技術実証と科学観測の役目を終了しますが、2007年夏期には中国のChang'E-1と日本のSELENEが打ち上げられ、2008年4月と10月にインドのChandrayaan-1とアメリカのLRO(Lunar Reconnaissance Orbiter)が続きます。それぞれの科学と技術をもって月のリモートセンシングを行います。

また、ESAには現在後継機の計画はありませんが、イタリアが月探査に参加する衛星を計画しています。日本のみならず、中国・インドの次期計画の紹介があり、着陸機、サンプルリターン

へ続く科学探査計画と計画年を明記した説明を、初めて見せてもらいました。従来なら計画年など詳細はなかなか見せなかったのですが、比較されてしまうのを覚悟の上、書き込んだものと思われます。競争の効果が、このようなところにも見られる状況になっています。中国のマスコミから「中国の研究者のオープン程度はいかがですか」とインタビューされ、「ほかの国と遜色なく公開されています」と答えました。Chang'E-1衛星の詳細を見せることはなかったのですが、研究者が担当する観測機器については諸外国と同程度にオープンになっていますし、データ交換をしようとする姿勢も十分ありました。自信の表れと海外協力のメリットの理解が進んでいるのだと思われます。

私たちSELENEチームは現在、最終組み立て試験に入っており多忙を極めていますが、半数のPIが参加し、15の講演とポスター発表ができました。次回のCOSPARでは一層の科学成果が問われることになります。(加藤 學)

2007年、2008年に打ち上げられる月探査機



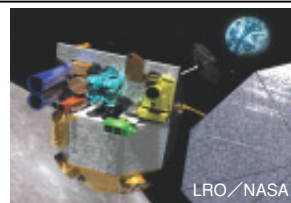
Chang'E-1/CNSA



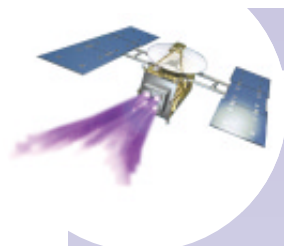
SELENE/JAXA



Chandrayaan-1/ISRO



LRO/NASA



はやぶさ近況

第二回はやぶさ国際科学シンポジウム、一般講演会が盛況

来春の地球帰還開始に備えて、現在、日々運用中の「はやぶさ」。小惑星イトカワの初期観測結果は、今年3月の月惑星科学会議(LPSC)や6月の学術論文誌『Science』で報告されました。続く7月に「はやぶさ」チームは、それを超えた研究の進展を議論する「第二回はやぶさ国際科学シンポジウム」と、成果を一般の方に分かりやすく伝える「一般講演会：はやぶさの見た小惑星イトカワ」を開催しました。

図1 第二回はやぶさシンポジウム参加者全員が署名した学術雑誌『Science』のはやぶさ特集号

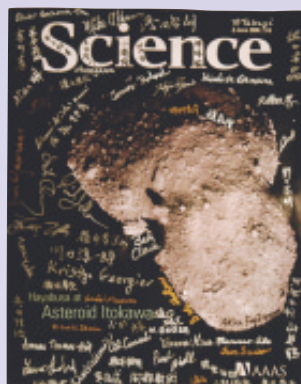


図2 第二回はやぶさシンポジウム参加者の集合写真

「はやぶさシンポジウム」の第一回は、イトカワ到着を1年後に控えた2004年秋に「総研大国際シンポジウム」に採択され、相模原キャンパスで開催されました。当時は地上観測、隕石・宇宙塵分析、軌道力学進化などの知見を総動員し、小惑星イトカワの姿を徹底的に予測しました。1年後にはやぶさ探査機が見たその正体は、予想通りの一面と、誰も想像できなかった新発見が入り混じったものでした。

第二回の今回は、なぜイトカワのような微小天体があればほど変化に富んだ地形や構造を持つに至ったのか、つまり、微惑星成長過程の衝突破壊・合体の素過程の解明について、白熱した議論が交わされました。7月12～14日に東京大学浅野キャンパスにある武田先端知ビル・武田ホールに、海外からの参加者24名を含む総勢73名の研究者が集いました。

小惑星滞在時の詳細な運用実績を論じた後に、各科学観測機器のデータに基づいて、軌道力学、衝突実験、地質学、地上観測などで独自に得られた研究結果を解釈し直したり、「微小重力

地質学」のような新しい研究課題が提案されたりしました。特に、母天体の衝突破壊後に再集積した微小天体が「瓦礫の寄せ集め(ラブルパイル)構造」を持ち得るというアイデアは、20年ほど前に前「はやぶさ」プロジェクトサイエンティストの藤原顕先生が自らの衝突実験結果から初めて提唱したものです。今回の議論を通じて、あらためてその先見性が高く評価されると同時に、「はやぶさ」が史上初のラブルパイル小惑星を発見したという縁に、感慨を深くした参加者も多かったようです。

採取試料の初期分析の方向性についても、その場観測の結果を踏まえた議論が交わされました。また、スターダスト(彗星塵)とジェネシス(太陽風粒子)の回収試料の初期分析活動から得た貴重な教訓も、激励を込めて「はやぶさ」チームに伝授されました。さらに、「はやぶさ」に続く日本の始原天体探査プログラムへの大きな期待が、各国の研究者から表明されました。

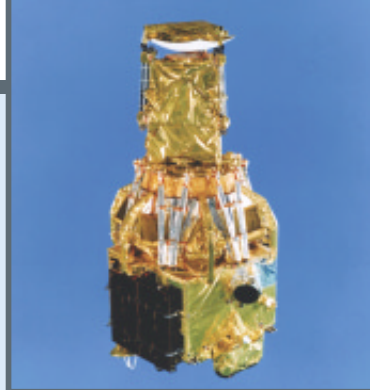
一般講演会は、シンポジウムに先立つ7月8日、福島県会津若松市の会津大学に100名以上の市民をお招きして開催されました。参加者全員に赤青メガネと地名入り地質図を配布して、自転するイトカワの立体画像を見せながらの「イトカワ名所巡り」を解説するなど、学術発表とは一味違った楽しい講演会でした。

なお、はやぶさシンポジウムシリーズは、企画段階から3回連続で行い、地上観測(2004年)、探査機によるその場計測(2006年)、採取試料分析の各段階によって、小惑星に対する理解が深まる過程を追いかけていくという目的を掲げてきました。従って、第三回は地球帰還カプセルを回収して、採取試料の初期分析が行われる予定の2010年ごろに開催したいと希望しています。(矢野 創)

ロケット・衛星関係の作業スケジュール(8月・9月)

	8月			9月		
内之浦			M-V-7号機 第2組立オペレーション			
				SOLAR-B 射場作業		
			M-V-7号機/SOLAR-B フライトオペレーション			
三 陸				平成18年度第2次気球実験		

浩三郎の 科学衛星秘話



「はるか」



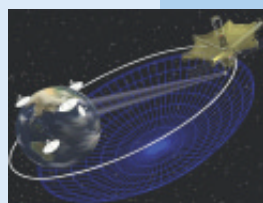
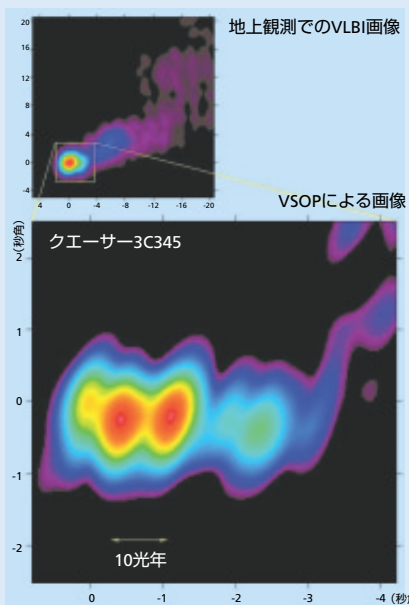
井上浩三郎

今回は「はるか」の最終回です。うれしかった1本の電話のことをお話ししましょう。

「はるか」衛星の最大の難関だった大型アンテナの展開に成功し、皆喜びに沸いていたさなか、衛星テレメータセンターの広澤春任先生のもとに1本の電話がかかってきました。先生はニコニコと笑みを浮かべながらお話をされた後、横にいた小生に電話を替わってくださいました。電話の先は元宇宙研所長の小田稔先生でした。「おめでとう、君たちは大変素晴らしいことをしたのです。誇りに思っているですよ」とおっしゃっていただき、大変感激したことを覚えています。1980年代半ば、国際会議で小田先生をはじめ日本の電波天文学の皆さんが展開された日本のスペースVLBI衛星構想が、今現実在日本で実現したことに小田先生も大変喜ばれ、お祝いの電話を下されたのでしよう。

「はるか」の科学的成果と国際協力

世界初のスペースVLBI衛星として誕生した「はるか」衛星の科学観測は、プロジェクト・サイエンティストの平林久先生を中心に進められました。内之浦局からの運用、世界の5局(NASA/JPLの3局、米国NRO、臼田)による観測データの受信、世界の多くの電波望遠鏡と3局の関連処理センターの協力のもとにスペースVLBI観測を行い、多くの成果を挙げました。その概略を述べれば、活動的銀河核の形態を観測し、巨大ブラックホールが源と見られる核の輝度、プラズマジェット形成・加速と消長、偏波観測による磁場との関連、これらの形態の時間変化を明らかにし、そのメカニズムを解明しました。そして2003年10月までに、



世界初のスペースVLBIによるVSOP観測で、活動銀河核のジェットなどの最高解像度の画像を得ることに成功。ジェットの根元がより複雑な構造であることを明らかにした。

スペースVLBI衛星「はるか」その4

延べ700を超える観測を行いました。

また国際協力として、米国国立電波天文台(NRAO)を含め世界の40局を超える電波望遠鏡群と共同で、世界初の国際スペースVLBI観測を続けてきました。VLBI観測の心臓部ともいえる各局で記録したデータテープの関連処理に、国立天文台、米国ソコロ、カナダのペンティクトンの関連局が協力しました。この大規模な国際的観測はVSOP(VLBI Space Observatory Programme)と名付けられ、国際的な評判となりました。

不死鳥衛星「はるか」運用終了

1997年2月に打ち上げられた「はるか」は、当初3年の運用を目標に観測が始められましたが、予想を上回って8年9ヶ月の長い観測運用が続けられました。しかしながらこの間の運用は決して平穏でなく、衛星不調による観測運用中止の危機が幾度もありました。衛星がセーフホールドモードに入り、衛星が回転するピンチにも幾度も遭遇しました。その都度、粘り強い修復作業で不死鳥のように回復させ、観測を続けました。

しかし、最後は姿勢制御を行う上で最も大事なホイールの不具合が発生し、昇温などによる回復を試みましたが、その回復の見込みがないことが判明し、運用を終了することになりました。そして2005年11月30日11時28分08秒、停波コマンドによって運用を終了しました。この長期にわたる運用が達成されたのは、最初から運用を担当された村田泰宏先生をはじめ、VSOP運用チームの努力の賜物と考えます。

おわりに

工学実験衛星「はるか」は、プロジェクト・マネージャーの広澤先生を中心に開発が進められ、スペースVLBIに必要な工学技術の実験を行うと同時に、科学観測も行うことができる電波天文衛星として設計されました。先生は、一つの衛星で工学実験と科学実験を同時に行うため、工学と理学とのチームワークを第一に、慎重に進められました。その結果、工学実験は完全に成功裏に終了し、スペースVLBI観測も多くの素晴らしい成果を得ました。VSOPチームは世界で初めてのスペースVLBI衛星「はるか」を使い、はるか彼方のクエーサーから噴き出すジェットの姿を、ハッブル宇宙望遠鏡に比べても抜群に良い解像度で詳細に明らかにしました。この業績が認められ、VSOPチームは国際宇宙航行アカデミー(IAA)の「チーム栄誉賞」を2005年に受賞しました。チームワークの勝利というべきでしょう。(いのうえ・こうざぶろう)



ロケットの電気屋さんの仕事 (その1)

M-Vロケット 電気系主任

山本善一

宇宙教育センター長の川泰宣先生から、ロケットのことをまったく知らない人たち、特に少年少女が興味を持てるように「ロケットの電気屋さん」の話をしなさい、との指令が下った。ご期待に沿えるかどうか怪しいところだが、トップバッターとして「ロケットの電気屋さんたち」を紹介することにする。

M-Vロケットは、ロケットの種類としては、固体ロケットという仲間に入る。中に火薬(推進薬)の詰まった丈夫な容器(固体モータと呼ぶ)を3段(場合によっては4段)に重ね、下の大きなモータから順番に火をつけて、噴き出す火薬の反動力で飛び上がる。要するに、皆さんも遊んだことのあるロケット花火が3段重ねになったようなものだ。下から順番に1段目、2段目、3段目と名前が付いており、この順番で火をつけ、飛んでいる最中に燃え終わった無駄な重たい容器はどんどん切り離して捨てていく。用済みの無駄なものを次々と捨てていくと、効率よく衛星を打ち上げることが可能だ。

「モータ」というと、ついつい電気で回るモータのことを想像するが、固体ロケットのモータとは、あくまでも火薬の詰まった入れ物にすぎない。では、それなのになぜ電気屋さんの出番があるのか? ちょっと不思議であるが、どっこいロケットでは、実に多くの電気屋さんたちを必要としているのだ。ロケット花火であれば、いったん火をつければ勝手に飛び上がり、また地面に落ちてくる。手間がかからないで楽だが、その分、狙い通りに飛ぶ保証もない。衛星を飛ばすロケットはそれでは駄目である。きちんと狙い通りのコース(軌道)に衛星を投入しなければいけない。そのためには電気屋さんの力が必要だ。

ロケットを飛ばすまでの仕事の順番に沿って、ロケットの電気屋さんたちを紹介しよう。

まず、ロケットに搭載されている機器に電源を入れ、それぞれの担当者に正常かどうかチェックしてもらいながら手順よく立ち上げ、最終的に打上げ準備OKの状態に持っていき、そんな役割を負った**管制班**と呼ばれる電気屋さんたちがいる。RB(搭載機器)コントロールパッケージというスイッチのかたまりのような装置が各段に載っており、それを光ファイバでコンピュータとつないで制御する。いわば交通整理のお巡りさんみたいな人たちだ。チェックの最中でも、いろいろな人たちがいろいろなことを言うてくる。それを指令電話でしっかり聞き分け、その都度適正な判断をしなければならない重要な仕事だ。

各種搭載装置の大半は電気で動かすので、バッテリーもいくつか載っている。バッテリーを充電したり電圧電



ロケットの電気屋さんが担当するM-Vロケット第3段計器部(下に見える黒い容器が第3段モータ、その下に半分見えている白い円筒は第2段計器部)

流をきちんと見張っている**電源班**と呼ばれる電気屋さんたちがいる。地上でのチェック中にバッテリーばかり使っていると充電作業が増えて大変なので、外部電源から電気を供給したり、チェックのためにわざとバッテリー側に切り替えたりする。こうした作業の間中、電源班の人たちは黙々と監視を続ける。何か問題が起きた場合には、電流値が正常かどうかで判断できることもあるからだ。

管制班によってロケットに搭載された装置がいつでも飛ばせる状態になると、今度は火をつける電気屋さんの出番だ。花火に火をつけるときは、やけどをしないよう気を付けなければならない。本物のロケットではもっともっと危険なので、離れた安全な場所から第1段モータに電気で指令を送り、火をつける電気屋さんがある。この人たちを**点火管制班**と呼んでいる。秒時を決めてただ点火指令を出すだけなら楽だが、打上げ直前までロケットの制御機器や搭載機器の状態が監視されており、不審な点があれば誰かが「エマスト!(エマージェンシーストップ:緊急停止)」と叫ぶので、その場合ほとんど反射的に打上げを止めなければならない。ロケットに火がついてしまえばもう絶対に止められないので、その前に大急ぎで止めなければならない。1秒を争う大変緊張する仕事だ。(つづく) (やまもと・ぜんいち)



シュツットガルトへ

6月18日(日)から22日(木)にかけて、金星探査機PLANET-C搭載用超高安定発信器(USO)の開発メーカーとのキックオフミーティングのため、プロジェクトメンバー数名とドイツ・シュツットガルトに出張することになった。18日昼に成田をたち、パリ経由で、その日の夜8時半ごろにシュツットガルトに到着した。

ちょうどサッカーワールドカップ・ドイツ大会の期間中で、シュツットガルトは試合の開催都市の一つになっていた。パリからの機内には大勢の陽気なスペイン人が乗っていたが、それは翌日にスペイン

対チュニジア戦があるためだった。夜に着いたとはいえ、夏至が近いため10時ごろまで明るい。出迎えに来てくれた女性に車で市街地のホテルまで送ってもらい、近くのイタリアンレストランで大型テレビにサッカー中継が流れる中、夕食を取った。ホテルのそばに、量子力学の創始者であるシュレーディンガーが2年間住んでいたという建物があった。

要ないらしい。会議室では、PCプロジェクトからの排熱で、なおさら暑さに耐えなければならなかった。

私は振動屋なので、会社の紹介やUSOの電気的な話はさておき、機械環境条件について議論した。このUSOは、高精度で発振するクリスタルを格納した円筒容器を、柔軟なシリコンゲル製のショックアブソーバで支持する構造となっている。しかも、手作りかつ試行錯誤で製作しているらしく、振動や衝撃に対する限界が明確でないため、機械環境条件の設定が課題となった。この種の防振構造が使えるなら多くの搭載機器の機械環境が楽になるのだろうが、高い振動衝撃吸収特性の反面、共振振動数の低さや顕著な非線形性などの厄介な問題が生じる。この日の会議は夜8時過ぎまで行われ、その後、ホテルに近いレストランのオープンテラスで、冷えたビールを身体に染み渡らせた。

ワールドカップの楽しみ方

火曜日も朝からメーカーのオフィスに行き、前日に続いて通信系と機械系のインタフェースについて議論した。午後には、ESAの探査機にすでにUSOを搭載して使っている大学の研究者2名が加わり、USOの性能や試験法について詳しい議論が行われた。

会議は5時ごろに終わったので、ホテルに戻ってから夕食まで少しの時間、街を散歩することができた。この日はベルリンでドイツ対エクアドル戦があり、3-0でドイツが勝利した。シュツットガルトの街も、大きな国旗を付けてクラクションを鳴らしながら走る車や、国旗を持った身体に羽織って歩く人たちで大騒ぎになっていた。

夜には、メーカーの人と待ち合わせて、大型スクリーンが2台も設置されている市の中心部の広場に案内してもらい、広大なオープンテラスの一角で夕食を取った。広場はサッカー観戦に来たらしい各国の人たちで大変なにぎわいになっており、食後にはレストランから記念のマグカップをもらうことができた。試合観戦の機会はなかったものの、日本とは違うヨーロッパでのワールドカップの雰囲気を感じた幸運を感じながら、翌水曜日に帰路に就いた。

(おくいずみ・のぶかつ)



平日にもかかわらずワールドカップでにぎわう
Stuttgartの繁華街

環境問題

翌月曜日の朝、ホテルから地下鉄のUバーンで、郊外にあるメーカーのオフィスに向かった。日本で報道を見て多少覚悟はしていたが、現地は出発時の日本よりも蒸し暑く、持ってきた長袖の上着はまったく無駄になった。オフィスは各フロアにいろいろな企業が入居しているリサーチパークのような施設にあったのだが、日本では嫌というほど効いているエアコンは備え付けられていなかった。環境先進国ならではかと思ったが、例年はそれほど暑くならないので必



広報としての私

渡邊遊喜枝

宇宙研広報担当としての業務は1997年から3年間、そして他機関の広報として2年間、再度、宇宙研広報として3年間、合わせて8年、広報の仕事をさせていただいた。

私が仕事を辞めてから1年4ヶ月になる。仕事を辞めたからといって語れること、語れないことがいっぱいある。

初めて広報担当に異動してのあいさつ回り。その都度、皆さんから返ってくる一言が「お手柔らかに!」であった。それまで長い間仕事をしていたが、このような言葉が返ってくることは少なかった。1〜2ヶ月がたったころに2件の記者会見が入り、まずは記者対応をしていただく先生にお願いしなければと、研究室に伺った。「私に記者対応をしろということか?」と大きなカミナリが落ちた。もしかしてこれは大変なところに異動させられたのかあ〜、と少し不安になった。

マスコミからの問い合わせがあり、担当の先生に「〇〇新聞社から取材です」と言うだけで、鬼にもなり仏にもなる先生方が大勢いることで、最初のあいさつの「お手柔らかに!」の意味を理解する羽目になった。

周囲から、広報の仕事として一番怖いのがマスコミであるから気を付けるように、と言われていた。『『あすか』——宇宙X線背景放射の……』の記者会見が行われたときには私の頭では内容が理解できず、記者会見が終わってから、会見の内容を説明してくれと記者の方に頼んだくらいである。私には研究内容が分からないことが多く、周りの方に質問すると「そんなことも理解できないのか? 勉強不足ではないのか?」と言われるため、



ISASの見学を訪れた中学生と一緒に

記者の方に聞いた方が楽なのである。何人の記者に助けてもらったのだろう。

ロケットの打上げが終わって報道席から記者室まで戻るのが、記者の車に便乗させていただいたこともある。私が担当した2回目の「宇宙学校・相模原」では、たまたま見ていたテレビで科学教育の話をしていて解説委員の方に、「素晴らしいイベントを開催しているので来てほしい」と依頼したら、カメラを持って取材に来てくださった。

マスコミが一番怖いというのが、本当に

怖いのは私だったのかもしれない。

相模原ではいろいろなことがありながらも、息抜きをさせてくれる場所が、鹿児島宇宙空間観測所(旧名称)だった。私には分からない言葉が飛び交い、まるで外国にでもいる感じもあったが、広報は観測所の職員の協力がなければやっていけなかった。

私の「広報」という文字は「後方」であったと思う。いつも対外協力室の後方から付いて歩くという意味での「後方」と、長い間、勘違いしながらも、よくぞあれだけやっていけたものだと思う。

広報は、ますます重要視されていく業務である。研究活動、教育、そのほかの活動を外部の方々に知ってもらうことが広報の役割であるが、そのためには職員全体が宇宙研の情報を正確に理解しながら共有していれば、お互いにうまく進めていけると思う。説明が足りないために誤解を招くことがないように、意欲的な広報の発展を進めていただければと希望する。

怖い顔をしている研究者も、好きなことをしているときには穏やかな顔をしている。私も別の人生を見つけ、穏やかな顔になりたいと思う。今までできなかった女性としての勉強の場を見つけてもよいのではないだろうか。定年を待っていたら、私の頭の構造では間に合わないため、仕事を辞める道を選んだのである。

宇宙研時代に大勢の方々とお会いでき、皆さまから助けていただきました。私の最後の仕事の場が宇宙研であったことに心より感謝申し上げます。

(わたなべ・ゆきえ)

宇宙実験の仕立て屋さん

ISS科学プロジェクト室 主任研究員

吉崎 泉

——ISS科学プロジェクト室の仕事は？

吉崎：国際宇宙ステーションで行う科学実験を成功させることが、ISS科学プロジェクト室の主要な仕事です。2007年～2008年に、いよいよ日本の実験棟「きぼう」が3回に分けて打ち上げられます。現在は主に、「きぼう」で行う実験の準備を進めているところです。

宇宙実験は、地上の実験と比べると制約がものすごく多いのです。身近な例をあげると、植物に水をあげるにしても、地上でのように上から注ぐわけにはいかない。スポイトなどを使ってスポンジにしみ込ませる必要があります。地上で簡単にできることも、微小重力環境ではなかなかうまくいかないのです。また、宇宙飛行士の時間はとても貴重なので、できるだけ自動化し、簡単な操作で実験ができるように工夫しなければなりません。高い安全性も要求されます。ですから、大学などの研究者が提案した実験テーマを、共同研究・開発を行いながら宇宙実験仕様に仕立てていくプロフェッショナルが必要なのです。それが私たちです。

——「きぼう」は、宇宙実験を大きく変えますか？

吉崎：微小重力環境で実験ができるというのは、科学的には非常に魅力的です。でも、今までは宇宙実験ができる機会が少なく、たとえば実験テーマが選定されても実際に実験できるまでに時間がかかり過ぎることが、大きな問題でした。「きぼう」が打ち上がることで、それは改善できると思います。また「きぼう」によって、長期にわたる実験が可能となります。例えば生物科学の実験では、卵や種子から育てた個体が成熟し、次の世代が育つところまで観察したいことがよくあります。ところがスペースシャトルの飛行は最長2週間なので、これまでは長期間の実験ができませんでした。「きぼう」では、それが可能になります。また、実験時間が増えるので、同じ実験を繰り返しできるようになることも大きいですね。サイエンスでは再現性が重要ですが、今までの実験は多くが一度きりのものでした。「きぼう」によって、さらにきちんとしたサイエンスができるようになるでしょう。

——専門は、タンパク質の結晶成長ですね。

吉崎：NASDAに入って数年後、スペースシャトルのSTS-84で行うタンパク質結晶成長の実験を担当することになりました。大学では生物学を専攻していましたが、タンパク質の結晶成長は未知の世界。これは勉強しなければと思っていたところに社会人学生の話を受け、大学院で3年半、タンパク質結晶成長や結晶品質評価の研究をしました。やってよかったですよ。専門を持てたおかげで、実験を提案した研究者と



よしざき・いずみ。1970年生まれ。1994年、筑波大学生物科学研究科卒業。同年、宇宙開発事業団（NASDA）入社。以来、微小重力を利用した科学実験プロジェクトを担当、実験計画の作成から実験結果の取りまとめまでを行う。1998年から3年半、東京工業大学総合理工学研究科にて社会人学生としてタンパク質結晶成長の研究を実施。博士（工学）。最近では、中高生を対象とした宇宙開発に関する講演なども積極的に行っている。

対等な立場で、実験をより良くするための議論ができるようになりました。

——今までで一番印象に残っている実験は？

吉崎：キュウリの発芽実験ですね。キュウリの種子が発芽するとき、茎と根の間にベグという突起が1個できて、双葉が硬い殻から出るのを助けます。地上では、ベグは必ず重力がかかる下の方向にできます。微小重力環境ではどうなるかを調べる実験を、向井千秋宇宙飛行士の2度目の飛行、STS-95で行いました（実験提案者は東北大学 高橋秀幸先生）。実験前には、茎と根の間を取り巻くようにたくさんのベグができる、あるいはまったくできなないと考えられていました。飛行を終え、試料箱を受け取って開けてみると、全部の種子でベグが2個ずつできていたのです。これは世界初の発見。その瞬間に立ち会えて、身震いするような感動を覚えました。誰も知らないことを初めて見つけること、それが科学の面白味ですね。

——今年から『ISASニュース』の編集委員をされていますが、立候補だったそうですね。

吉崎：普段つくばにいますので、相模原での人脈を広げ、いろいろなプロジェクトについて勉強したかったこともありますし、科学広報に興味があったのです。最近では、自分が勉強し理解した最新の科学を一人でも多くの人、特に未来を担う子供たちに伝えたいという気持ちを強く持っています。宇宙での生活、微小重力環境におけるいろいろな現象に、子供たちは素直に感動します。水の球が浮いたり、炎が丸くなったり、宇宙飛行士の顔がムーンフェイスになったりする様子を見て、子供たちに「なぜだろう」と考えてもらうことがとても大切。それによって科学への興味が芽生えてくると思うのです。そのきっかけになればと思い、教育活動にも積極的に参加しています。

——一番知りたいことは？

吉崎：いろいろなことに興味があり過ぎて困ってしまうのですが、実は一番知りたいのは、生命の起源なんです（笑）。生命はどこでどのように生まれるのだろう、という根源的なことに興味があります。いつになるかわかりませんが、生命の起源に挑むプロジェクトを立ち上げていきたいですね。

ISASニュース No.305 2006.8 ISSN 0285-2861

発行／独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学本部
〒229-8510 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL: 042-759-8008

本ニュースに関するお問い合わせは、下記のメールアドレスまでお願いいたします。
E-Mail: newsedit@adm.isas.jaxa.jp

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ビニア 制作協力／有限会社フォトンクリエイト

編集後記 ASTRO-F・「あかり」で忙しく、『ISASニュース』の編集をさぼり続け、季節は一巡りして暑い季節に戻ってきた。この間、「はやぶさ」、「すざく」の素晴らしい成果、多くの成果を挙げた「はるか」運用終了、「あかり」のよちよち歩きからの自立、そして今、SOLAR-Bの打上げへ。ISASの暑い季節は続く。（紀伊恒男）

*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

PRINTED WITH SOYINK
Trademark of American Soybean Association