

太陽観測衛星「ひので」のX線望遠鏡（XRT）が撮影した部分日食

## 宇宙科学最前線

# 小さな回路で大宇宙の情報を伝える ～最先端電波工学技術による宇宙通信～

川崎繁男

宇宙情報エネルギー工学研究系 教授

### はるかなる宇宙と会話する クリーン宇宙通信

日進月歩の発展を続ける電子情報通信技術により、情報通信社会における我々の生活は、大変豊かになってきました。一方で、エネルギー環境問題は地球規模で解決しなければならない課題として、近年各方面で取り上げられています。そして、それらの問題を解決する方法の一つとして、宇宙開発が再び脚光を浴びているものと思われれます。

少し難しい言葉で言うと、電波通信工学を基本とした宇宙技術として、我々は宇宙通信工学、宇宙電波科学、無線通信エネルギー伝送の3つの研究分野を取り上げました。宇宙

通信工学は、図1に示した直径64mの大型アンテナを持つ臼田宇宙空間観測所のような地上局と「はやぶさ」のような宇宙機の交信に必要な技術で、最近では金星や火星探査といった深宇宙との通信にも使われます。また、宇宙電波科学では、マイクロ波、ミリ波、テラヘルツ波といった携帯電話などに用いられる高い周波数の電波のための超低雑音増幅器の開発が必要です。さらに、クリーン再生エネルギー利用の観点から、太陽電池を電源とした、情報・通信とエネルギー・電力を無線で同時に送る無線通信エネルギー伝送技術があります。これは新しい電波利用法として注目されており、宇宙太陽発電衛星（SSPS）や図2に示した災害救助ロボットシステム、宇宙服用セン

サーネットワークシステムへの展開が期待されています。さらに、一般的な応用例として、電気自動車への無線給電や老人介護用無線ウェアラブルヘルスマニタリングセンサーなどが挙げられ、高性能に加えて経済性の追求も要求されます。周波数という観点から見ると、これらには携帯電話や超高速無線通信、空港の安全チェックのためのセキュリティシステムなどに用いられるマイクロ波のような周波数の高い電波(高周波)が使われます。

このような現状の中で、我々は「はるかなる宇宙と会話するクリーン宇宙通信」を目指し、未知なる宇宙の開拓と宇宙に優しい電子通信技術のための研究開発を行ってきました。さらに、宇宙通信で培った技術を日常生活に役立たせるべく、日夜奮闘努力しています。

### 小(柔)よく大(剛)を制す

電子通信技術が宇宙技術に大きく寄与することは、前節の説明でお分かりいただけたかと思います。しかし、物理的には非常に小さな電子部品が、大きな宇宙機や宇宙ステーションのどこに装備されるのかが分からないと、本当

に宇宙開発に大事なものかどうか判断が難しいかと思われます。

打上げ後、軌道投入された科学衛星などで目に付く電氣的な器材は、太陽電池パネルとアンテナです。太陽電池パネルは、主に搭載電子機器の電源電力を供給するもので、アンテナは衛星に搭載したセンサーなどで取得したデータや衛星へのコマンドを地上とやりとりするために必要です。太陽電池パネルとアンテナは、小型化した電子回路やそれら回路の組み合わせ(モジュール)に接続されています。それがないと電源による電力供給もデータ通信も不可能で、衛星そのものが大きな「張りぼて」となってしまいます。

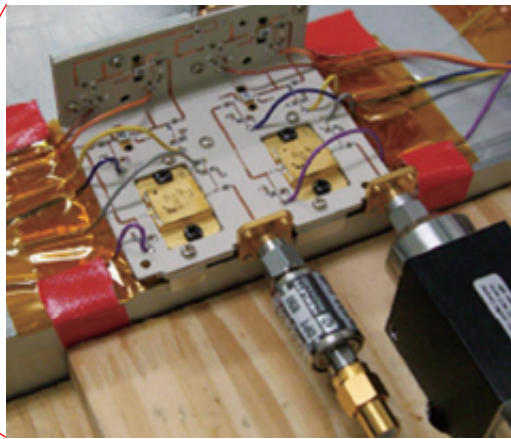
すなわち、非常に小さくて多くの要求に柔軟に対処できる電子回路が、大きく頑丈な宇宙機の重要な任務をこなすこととなります。また、これは地上局にもいえることで、小さな回路の集まりで、高速で移動している衛星を追尾し通信するという要求を満足できます。まさしく、小さな柔(回路)で大きな剛(衛星や地上局)を制御しているのです。

先に述べた宇宙通信工学、宇宙電波科学、無線通信エネルギー伝送の3つ研究分野に対し、当面の研究目標として我々は、超小型・超高性能センサーと半導体集積回路、世界最小のアンテナ付き送受信機、超高速無線通信エネルギーネットワークの実現を掲げています。このような最先端電子通信技術の研究開発に当たっては、衛星や宇宙ステーションで使われる宇宙電子機器の超小型・軽量・多機能化と、それらを使ったネットワークの実現、宇宙電子部品の高信頼性、ハイロード(宇宙機に搭載される荷物の最大量)などの問題を、内外の研究者と協力しながら積極的に解決しています。

### MMICは小さな巨人です

超小型・超高性能センサーと半導体集積回路の実現のためには、新しい概念で半導体材料と高性能デバイスを用いたマイクロ波(周波数が300MHzから30GHzまでの電磁波)やミリ波(マイクロ波帯の上の周波数でおおよそ300GHzまでの電磁波)、テラヘルツ波(周波

図1 白田宇宙空間観測所 64mパラボラアンテナと使用可能な送信電波用アンブ



送信用高出力3段アンブ

図2 災害救助ロボットへの無線通信エネルギー伝送



送電用120W級32素子アクティブ集積アンテナ(AIA)アレー

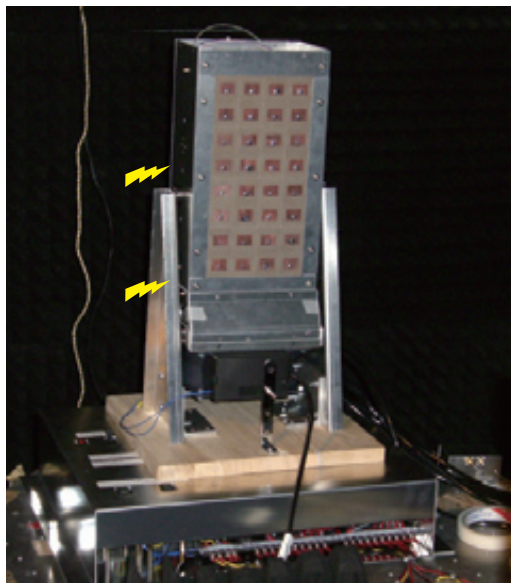
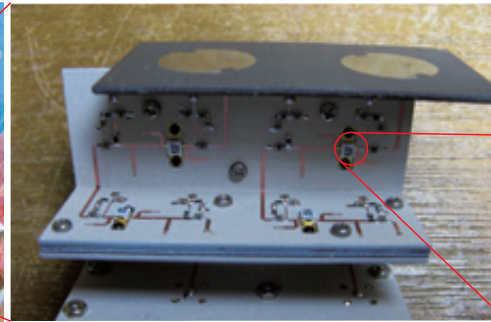
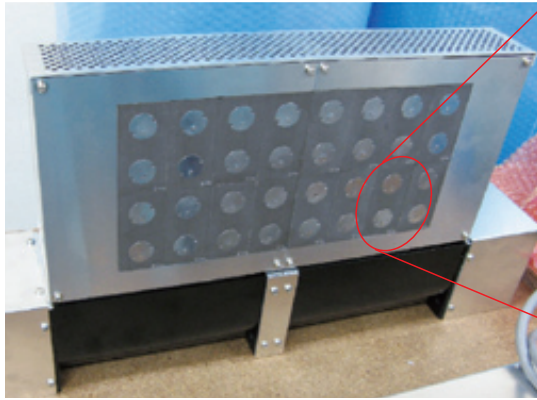
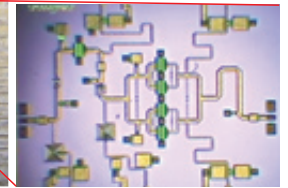


図3 40W級32素子アクティブ集積アンテナ（AIA）アレー



基本AIAユニット



2段マイクロ波集積回路 (MMIC) アンブ

数がミリ波以上赤外線以下の電磁波)で動作する高周波・高出力・低雑音・高効率集積回路を実現する必要があります。図3右は、マイクロ波帯の5.8GHzで比較的高い出力で動作するガリウムヒ素半導体によるマイクロ波集積回路 (MMIC) です。このMMICの大きさは4mm角程度しかありませんが、これを改良して図1の臼田宇宙空間観測所の64mのアンテナから放射する超小型送信用増幅器が実現可能です。また、近年提案されているアンテナ・高周波回路・制御回路・信号処理回路を一つの半導体基板の上につくり上げる、システムオンチップという技術を使うことも検討しています。さらに、これらの技術は高エネルギー粒子の検出にも使え、粒子のエネルギーの一部をマイクロ波素子のインダクタンスの変化としてとらえるX線検知器の共同試作も行っています。

電波通信工学では、上記の集積回路のほか小型アンテナが必要です。MMICが薄型構造のため、これに相性の良い平面アンテナがよく使われ、近年ではこれらを組み合わせ一体化したアクティブ集積アンテナ (AIA) を用いた、アンテナ付き送受信機が試作されています。しかし、そのような多機能なアンテナ付き電子回路の設計は複雑であるため、コンピュータ支援によるアンテナ・回路設計ツール (CAD) が必要となり、我々はこれらの設計法とともに、設計ツールも研究開発しています。この設計ツールを用いて試作した、コンパクトなアンテナ付き送信機AIAの原型とそれを用いた40W級32素子AIAアレーを、図3に示します。多機能高出力ながら、小型・軽量化に成功しています。最終的には、数十mm角の世界最小のアンテナ付き送受信機をつくらうとしています。

超高速無線通信エネルギーネットワークシステムを構築するには、電子位相制御と半導体素子による集積アレーアンテナ (AIPAA) が必要です。ここでアレーアンテナとは、小型



図4 ローバーへの無線エネルギー伝送実験 (財団法人宇宙実験システム研究開発機構と京大生体圏研究所などの協力による)

アンテナをたくさん規則正しく並べ、図1の大きなパラボラと同じ働きをさせようとするアンテナのことで。このAIPAAは、先のAIAと、電子位相制御型アレーアンテナ (APAA) を融合させたものです。電子的にアンテナビームを操作できるため、機械駆動式と比べて高速なビーム制御ができるようになり、多数の通信ポイントや高速移動体などにも通信やエネルギーの伝送が可能となります。

我々の研究のユニークな点は、一つの周波数の電波を使って、情報・通信とエネルギー・電力を同時に伝送しようとするところです。これを実証するため、被災地や月面でのロボット、ローバーに電力と情報を無線で送る実験を行いました。図4が、そのときの実験の様子です。送電部は総出力120WのAIAアレーであり、約3m離れて設置した車輪駆動のローバーには、送電された無線電力を直流に換えるアンテナ付き検知器アレー (レクテナ) が搭載されています。簡単な追尾機能を送電部に付け、ローバーの前後、左右の運動時に無線で電力を送ることに成功しました。まさに小さな送電器が、大きなシステムを動かすので、MMICは「小さな巨人」ともいえるでしょう。今後は、高速移動体に送電しながら通信する実験を検討しています。  
(かわさき・しげお)

## 「ひので」の近況：日食データ即日公開とAOGS国際会議

7月22日に日本の陸地で46年ぶりに皆既日食が観測できるとあって、日食や太陽研究にマスコミ・一般の注目が集まった。太陽観測衛星「ひので」科学運用チームは、この夏の一大イベントとなった皆既日食をパブリックアウトリーチ活動のよい機会ととらえて、衛星運用として初めての試みを行った。それは、「ひので」が遭遇する部分日食を撮影し、そのX線太陽画像・動画を日食当日の午後、一般に公開するというものである。観測実施後わずか約6時間で一般に公開するには、綿密に練られた計画と準備を必要とした。しかも、事前に予告を行ったため、失敗が許されない状況であった。

北極圏および南極にある複数の地上受信局で画像を降ろすために受信機会の確実な確保、また搭載レコーダにどのように画像を記録して、ほとんど遅滞なく確実に再生させるかが重要だ。通常の「ひので」科学観測では、レコーダ容量を利用して、各望遠鏡は自由なペースでデータを取得し、いったんレコーダにため込む。並行して、不定期にある受信機会に順番にデータを再生させる。状況によっては半日とか1日後に地上にデータを降ろすことになり得る。そのため、前日の科学観測からデータ量管理を非常に厳密に行い、日食直後は最新の日食画像がほとんど遅滞なく地上に降りるように計画した。また、地上局での受信や伝送経路の障害によるデータ未着といった事態にも対応するために、日食データのみを別の地上局でも再度降ろし、確実を期した。

「ひので」運用室では、各地上受信局からのデータを集め、較正などのデータ処理を施す作業が、鹿野良平助教(国立天文台)をリーダーとした運用関係者により行われた。万全を期すために、事前に一度リハーサル運用を行い、本番に臨んだ。集中アクセスによる影響を防ぐために、DARTS関係者に公開サイトやネットワーク設定で尽力いただいた。そして、動画と静止画のインターネット上での公開は、予定

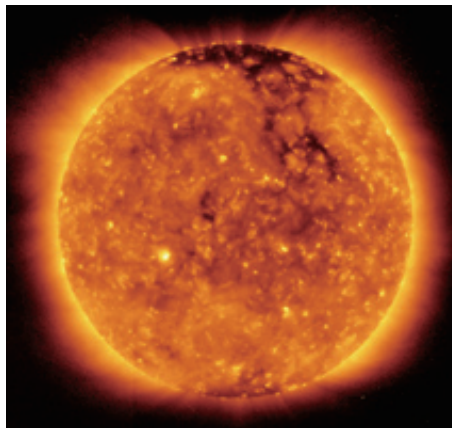
通り午後4時に実施され、多くの一般の方がアクセスした(<http://www.isas.jaxa.jp/home/solar/eclipse/>)。

部分日食データは、7月22日午前10時(日本時間)ころ、「ひので」が中国奥地〜インド上空を飛翔している際に、X線望遠鏡(XRT)が撮影した。太陽コロナを背景に黒い月が太陽の南西から現れ、北東に向けて太陽面をわずか20分足らずで横切っていった(表紙)。日食帯を高速で横切っていく「ひので」から見た、太陽に対する月の移動の様子は、地上で見ると異なる。

この即日公開は、時事通信が速報したほか、いくつかの新聞に画像が掲載された。また、米国ではNASAテレビにて動画が放映されたとのことである。

さて、この夏にもう一つ「ひので」に関するイベントがあった。8月11〜15日にシンガポールで開催されたAsia Oceania Geosciences Society (AOGS)の2009年年会の中で、「ひので」セッション(ST08: New views of the Sun: From Hinode to Future)が行われた。参加者数は約50名と、ややこぢんまりとした国際会議であったが、アジア圏を中心とした研究者が科学成果に関して活発に討議をした一日だった。

とりわけ、「ひので」のデータ解析を1〜2年前から本格的に始めた中国、韓国、インドの研究者や大学院生が、今までとは一味違ったデータ解析や研究成果を数多く発表し、我々にとって新しい科学研究の波がアジア圏で生まれつつあることを感じた。今年の12月には、第3回「ひので国際会議」(HINODE-3)が、東京で開催される予定だ。ダブリン、ボルダーと欧米で開かれてきた「ひので」会議が、飛翔後初めて日本で開催される。日本を含めたアジア圏から新しい科学成果が世界に発信される期待を持った。なお、AOGS初日には常田佐久教授(国立天文台)が、「ひので」の成果について全体基調講演を行った。(清水敏文)



日食直前に取得された高視野・長時間露光でのX線画像。地上で取得された皆既日食コロナとの比較解析に使用される。

## JAXA 相模原キャンパス一般公開

年に一度の相模原キャンパスの一般公開が終わりました。今年の話は何といっても、7月24日(金)と25日(土)

の2日間連続の公開を試行したことでしょう。これは過去の来場者アンケートで最も多かった「内容が充実し過

ぎていて1日では回り切れない」「2日ないし年2回開催してほしい」などの意見に応えたもので、過去に何回も検討されながら職員の体力や経費、代休取得の観点から立ち消えていたものを、やや強引とも思われるやり方で実行に移したものです。今回は、当初案の土日ではなく金土の連続開催とすることで、職員の動員率の向上を試み、代休取得の問題も回避しました。しかし、職員の体力や集中力はやはり2日間が限界で、終了後に丸一日寝込んだ職員もいたようです。

「混雑していて押し出される」などの問題にも引き続き取り組みました。昨年に引き続き各ブースに注意を喚起したのは、動線やよどみのない人の流れを意識したブースづくりや、行列の短縮、待ち時間の告知、待ち時間の有効利用に向けた取り組みなどです。また、隣接する相模原市立博物館、共和小学校に加えて、今年は東京国立近代美術館フィルムセンター相模原分室にも協力を依頼し、会場の拡大と来場者の分散、ゆったりできる環境づくりに努めました。

日程と会場の拡大に伴って、実施内容に変化を持たせてマンネリを打破することも可能になりました。例えば今回初参加となったフィルムセンターの映写ホールでは、大人向けの宇宙科学セミナーを実施しました。初日は月惑星探査プログラムグループの橋本樹明教授による「月惑星探査の魅力」、2日目は理学委員長の中村正人教授による「金星探査機PLANET-C」と工学委員長の稲谷芳文教授による「宇宙旅行と再使用ロケット」という充実した講師陣。初めての試みで告知が不十分ながらも参加者は平均で百数十名を数え、コアな質問にもその場で回答をもらってスッキリです。2日間開催が定着するようであれば、定番化させたいと思っています。

相模原市立博物館でも、大会議室を使用して子ども向けの「ミニミニ宇宙学校」（2日間で講師が延べ8名なので「ミニ」でも何でもないので）を開催するだけでなく、待ち時間に楽しめるようにロビーでは世界天文年の天体写真展「地球から宇宙へ」も実施。デジタルドームシアターを利用した月周回衛星「かぐや」の立体映像「3D MOON」の無料上映も行いました。

各ブースでも、グッズ類などを減らして原点回帰することで、全体として昔の「宇宙研らしさ」を取り戻すことを意識しました。受付で2穴バインダーを配り、各ブースに統一フォーマットの穴開きリーフレットを置くことで、全部回ると30ページを超える「宇宙のなぞに挑戦！ミニミニ図鑑」が完成するという企画も、そのような試みの一つ。昨年の、各ブースに持ち帰り用の資料を置く



目玉の一つM-Vロケット実機模型と、今年も大盛況となった探査ロボット実演。

試みの発展型ともいえるもので、対象者のレベルこそ統一できませんでしたが、ご自宅でじっくり復習する際に役立つ資料になったのではないかと思います。一般公開の開催報告のページからのダウンロードも可能なので、取り漏らした方はご利用ください。

今年が目玉は、昨秋に設置されたばかりのM-Vロケット実機模型展示。焦げたにおいもまだ残っています。それにもかかわらず解説員の割り付けを忘れ、慌てて自分で解説に立つなどのご愛嬌もありました。また、PLANET-Cプロジェクトチームの計らいで、来年度打上げ予定の金星探査機PLANET-Cのフライトモデルの公開も急遽行われました。

子どもたちに人気の水ロケット教室は、金曜は降雨のために中止となり、土曜のみの開催となりました。2日とも実施していたら担当者の体力が持たなかったのではないかと危惧されるところではありますが。

初日の来場者（JAXA相模原キャンパス会場のみ）は平日で雨だったせいもあってか4320名にとどまりましたが、2日目の来場者が昨年実績をかなり上回る9268名となり、2日間の合計で1万3588名と出ました。「用事と重ならない日に来られるのがよい」「2日あると思うとあせらず落ち着いて回れる」「来場者が分散したので混雑を避けてじっくり見学できた」など、来場者の評判はまずまずだったようで、来場者の喜ぶ顔を見て職員も2日間開催の重要性に気づき始めたようです。

いまや土日を含め常時見学できるようになった相模原キャンパスの展示室には、ペンシルロケット50周年記念行事で試射した実機のフルセットを含め、一般公開時には展示しなかったものが置かれています。こちらにもぜひお立ち寄りください。（阪本成一）

## 第8回「君が作る宇宙ミッション」

第8回を迎える宇宙科学研究本部と宇宙教育センター共催の高校生体験プログラム「君が作る宇宙ミッション」(通称: きみっしょん)が、7月27～31日に相模原キャンパスで開催されました。



暑い5日間を終えて

秋田県から長崎県まで各地から集まった25人の高校生が4つの班に分かれ、それぞれ自分たちのアイデアを出し合って独自の宇宙ミッションを検討しました。年を追うごとにきみっしょんの知名度は上がっており、今年も多数の応募がありました。最近では将来の進路として宇宙関連の職業や研究者を目指しているという参加者も多く、会場となった会議室はとことんまで宇宙について議論しようという熱意に満ちていました。それを受け止めるのが、宇宙科学にける情熱では負けない大学院生のスタッフです。企画・運営のほとんどを大学院生が中心となって行うのがきみっしょんの特色ですが、高校生の議論の誘導から生活サポートまで、常にベストを求めて議論と実

行を続ける彼らの抜群のチームワークがなければ、このプログラムの成立はあり得ないでしょう。今年は大遅刻や、体調不良の参加者が出るなど、これまでにない対応を求められる場面もありましたが、スタッフの適確な取

り組みにより、最後には全員元気で日程を終えました。

30日の夕方に行われた研究発表会では、3日間の検討成果として、各班それぞれ個性に満ちたミッションの提案がありました。限られた時間の中でミッションを「完成」させることは、まず不可能です。しかし、自分たちで徹底的に考え、議論を交わし、手分けして検討するという経験こそが、高校生にとっての最大の成果だと思います。今後も、今回出たアイデアをもとにさらに検討を深めていくことを期待します。

最後になりましたが、ご支援・ご協力いただきました宇宙科学振興財団、ハーベスト、宇宙研生協、そして職員の皆さまに感謝申し上げます。(山村一誠)

## 第3回「すざく国際会議」

X線天文衛星「すざく」は、2005年7月10日の打上げ成功後、日米協力のもと素晴らしい科学成果を挙げ続けています。打上げから4年たった2009年6月29日～7月2日、多くの科学成果を発表し議論する第3回「すざく国際会議——The Energetic Cosmos: from Suzaku to Astro-H」を北海道小樽市で開催しました。『PASJ』\*特集号を3回出すなど、「す



バンケットサプライズのちゃんちゃんこと研究会事務局の法被

ざく」の素晴らしい成果と、それに続く次期国際X線天文衛星ASTRO-H計画への世界的な賛同のおかげで、20ヶ国からの海外参加者85名を含む261名の研究者が集まりました。

会議では、ガンマ線連星のX線観測や新星からの非熱的X線放射の発見など記者会見も行った最新の成果が発表され、また、ブラックホールの回転の有無や銀河面拡散X線放射の起源など今なお未解決の問題について激論が交わさ

れました。「すざく」に加え、10年後には世界で唯一の国際X線天文衛星となるASTRO-Hへの期待も大きく、Fermiなど次世代高エネルギー天文学の分野や電波など他波長分野、理論分野など、X線天文学にとどまらない多様な講演が行われました。バンケットは有名な小樽運河の目の前のジンギスカンレストランで行われ、会議出席者のほとんどが参加してくださいまし

た。乾杯のときには楽しいサプライズ演出もあり、皆さん和気あいあいと楽しんでいただけたと思います。

最後になりましたが、この「すざく」にとって非常に重要な国際会議を支えていただいた宇宙科学研究本部事務方をはじめとする非常に多くの皆さまに、深くお礼申し上げます。

(馬場 彩 / ISAS・寺田幸功 / 埼玉大学)

\*Publications of the Astronomical Society of Japan (欧文研究報告)

## BESS-Polar実験がNASA Group Achievement Award受賞

少しさかのぼるニュースとなりますが、4月16日、BESS-Polar実験がNASA Group Achievement Awardを受賞しました。7月末に、日本側メンバーに受賞盾の写真が届きましたので、ご報告させていただきます。

BESS-Polar実験は、南極周回気球による気球搭載型超伝導スペクトロメータを用いた宇宙粒子線観測実験です。東京大学、高エネルギー加速器研究機構、神戸大学、ISAS、NASA/GSFC、メリーランド大学、デンバー大学による日米共同研究で、1993年にカナダで初めてのBESS気球実験を実施して以来、宇宙起源反物質・反粒子の高感度探索と各種一次宇宙線の精密観測を推進してきました。2004年に実施された1回目の南極周回気球実験において8.5日間の宇宙粒子線観測を実現し、その後測定器のアップグレードを経て2007年12月から翌年1月にかけて2回目の実験を実施しました。12月23日に米国のマクマード基地から放球された気球はほぼ30日間に



2007年に行われた第2回実験の様子

わたって南極大陸上空を2周弱周回し、この間に47億の宇宙線事象を観測し、その中から8000事象を上回る低エネルギー宇宙線反陽子の検出を達成しています。

今回の受賞は、世界最高の宇宙起源反物質探索を実現したBESS-Polar測定器の開発と、30日間に及ぶ気球実験の成功に対するものです。筆者がまだ大学院生であった20年以上前に宇宙科学実験の素人が始めた気球実験が、このように表彰していただけるまでに育ったことは、「継続は力なり」の体現でもあります。何よりその間叱咤激励を続けてくださった歴代所長、本部長、対外協力室、大気球研究委員会、大気球実験に携わる多くの皆さまのご指導、ご支援の賜物であると思います。この受賞を機会に、BESS

実験をサポートしてくださった皆さまに心より感謝申し上げます。そしてこの経験が、国際協力によるISAS大気球実験の今後の発展の一助となればと願っています。

(吉田哲也)

## 夏休みの相模原キャンパス展示室

私たち宇宙科学研究本部が行っている教育普及活動の一つに相模原キャンパスの公開があります。例えば、年に一度の一般公開は、職員や学生が総出で行う一種のお祭りで、今後も充実させていきます。しかし、狭いキャンパスに一日に迎えられるのは1万人程度が限界で、より多くの方々に最先端の宇宙科学研究の現場をご覧いただくには、ほかの方法も必要です。そこで取り組んでいるのが、常時公開の実現とその規模の拡大です。

2007年の着任時には正直驚きました。研究・管理棟1階にある展示室が、セキュリティ規定のしゃくし定規な適用を受け、平時は団体見学のみで制限されていたからです。そこで、2007年7月からは平日限定ながら展示室の自由見学ができるようにし、同年8月には職員に交代で展示室で執務してもらうことで夏休み期間の土日も開放し、2008年11月からはセキュリティとは無関係な屋外展示に限って土日を含む常時公開を実現するなど、順次公開を進めてきました。今年5月からはようやく専任の警備員を配備することができ、展示エリア全体の常時公開にこぎ着けました。その甲斐あってか、8月の月

間自由見学者数は3813名。4月から8月末までの5ヶ月間で9575名と、すでに昨年度の年間合計を上回っています。目標とはまだ1桁の開きがありますが、より多くの方々に私たちに会いに来ていただけるよう、相模原市を中心に周知活動を続けています。

展示室では、スタンプ類のほか、今年の一般公開で好評だった「宇宙のなぞに挑戦! ミニミニ図鑑」のリーフレットも配布中です。8月26日のいわゆる「伝統的七夕」(旧暦の七夕)に寄せて、短冊にメッセージも書いてもらいました。国際宇宙ステーションに長期滞在中の若田光一宇宙飛行士から送られたビデオレターの上映なども行われています。

予算がない中で新しいことをやるのが宇宙研の伝統です。展示室もそれになります。経費を抑えるために動画を上映できるデジタルフォトフレームなども活用しながら、飽きない展示を目指して展示室の拡充を進めていきます。これから過ごしやすい気候になりますので、向かいにある相模原市立博物館と併せ、ぜひ足をお運びください。

(阪本成一)

## Fly me to the Moon in AKIBA

～月を知り，地球を知るイベント。「かぐや」と今後の月探査～

7月18日（土）と19日（日）の2日間、「Fly me to the Moon in AKIBA ～月を知り，地球を知るイベント。『かぐや』と今後の月探査～」を秋葉原で実施しました。このイベントは、「電気のまち秋葉原だからこそできる環境貢献」をキーワードに，エコをテーマにしたイベント「アキバグリーンフェスティバル2009」との共催で，

JAXAの月探査などについてのパブリックイベントとして実施したものです。当初は、「かぐや」の6月末の運用ミッション完了を踏まえて，「かぐや」の運用結果，これまで得られた科学成果，そして今後のJAXAの月探査について広く皆さまにお伝えするための講演会として企画されました。しかし，この件と並行して，より多くの方々に「かぐや」を知っていただくために展示会も検討することになりました。結果的に，講演会をベルサール秋葉原，展示会はUDXギャラリーという2会場で行うことになりました。

講演会においては，JAXAからの講演以外に，タレントでモデルのはなさんと阪本成一教授による「月と仏像」のトークショー，土居裕子さん，楯直己さん，貞光裕美子さんのトリオによる音楽と「かぐや」映像のコラボレーションステージ「かぐや，さよならコンサート」，ウルトラマンによる月と「かぐや」のクイズなどが実施されました。展示会場では，「かぐや」，かぐや後継ミッション，温室効果ガスを観測する「いぶき」，太陽光発



地形カメラのデータから作成したアルプス谷の立体動画の前で歌う土居裕子さん

電衛星のJAXA展示のほか，「かぐや」関係企業による展示が行われました。加えて，直木賞作家 志茂田景樹さんによる絵本読み聞かせ，NPO法人宇宙船地球号の山本敏晴さんによる世界で最初に水没するといわれているツバルのお話，「かぐや」の写真をバックにしたウルトラマンコスモス（ルナモード），バルタン星人との撮

影会も実施されました。また，宇宙服を着たJAXA職員がアキバグリーンフェスティバルのオープニングイベントに出演したりして，会場や会場周辺でイベントのアピールを行いました。

開催両日とも空模様はすっきりとしませんでした，延べ2772名の方にお越しいただき，盛況のうちに幕を閉じることができました。また，会場を出ていかれる皆さまの顔を見ると，楽しんでいただけたかなと思えました。「かぐや」プロジェクトは7月末をもって解散し，プロジェクトメンバーは，今後の月探査やほかのプロジェクトへと異動になりました。しかし，データの研究はこれから本番で，月の生い立ちなどに迫る成果が出てくると信じています。なお，はなさんがナビゲーターを務めた「かぐや」の成果を利用したプラネタリウム番組「3D MOON」の上映がこの秋から始まります。また，11月には「かぐや」の写真集も出版予定です。科学成果とともに，「かぐや」をこれからもぜひ身近に感じていただけますようお願い致します。（祖父江真一）

### ロケット・衛星関係の作業スケジュール(9月・10月)

	9月	10月
SMILES	射場作業（種子島） ▲H-IIBロケット試験機打上げ（HTV搭載）	●「きぼう」船外実験プラットフォームに取付け（予定）
PLANET-C		総合試験（相模原）
IKAROS		総合試験（相模原・筑波）
大気球	平成21年度第二次気球実験（大樹町）	



## 第12回

# きぼうの科学

## 「きぼう」の宇宙環境

研究開発本部 招聘主幹研究員

### 五家建夫

今年7月、国際宇宙ステーション (ISS) 日本実験棟「きぼう」の船外実験プラットフォームに宇宙環境計測ミッション装置 (SEDA-AP, 図1) が取り付けられました。SEDA-APでは、宇宙環境の計測と、宇宙環境が部品・材料に及ぼす影響を研究します。一言で言うと、ISSに百葉箱 (気象台) を設置することに相当します。この装置を使用して、エネルギーの高い宇宙放射線粒子 (電子, 陽子, 重イオン, 中性子) と、エネルギーの低い粒子 (プラズマ, 原子状酸素) をリアルタイムで定量的に計測します。同時に、これらの粒子が電子部品に与える影響を調べます。また材料曝露実験や宇宙デブリ, 宇宙塵 (彗星の尾や隕石破片の細かい塵) の計測装置は、これらを地球に持ち帰って詳細な評価を行います。この塵やごみは、サイズが微小でも高速 (約7km/s) なために、宇宙飛行士やISSにとって「危険なごみ」になり、回収したデータは非常に重要な情報を有しています。日本人が4ヶ月から半年間ごとに長期的に滞在し始めたISSの高度約400kmは、地上よりも数百倍も強い放射線 (宇宙放射線) が飛び交う過酷な環境です。特に太陽表面が爆発した際 (太陽フレアという)、一度に大量の放射線が地球周辺に降り注ぎ、ISSの太陽電池パネルや電子機器へ障害をもたらす、さらに宇宙飛行士の船外活動に支障をきたすことがあります。SEDA-APは、太陽フレアに伴う宇宙放射線の飛来を、太陽磁場の影響を受けない光速に近い中性子を使って予知 (Now-castの意味) し、地球大気圏外の「宇宙の天気」を把握することを目指しています。

SEDA-APには3つの観測トピックスがあります。

目玉は、中性子のリアルタイム計測です。低エネルギー (熱中性子から15MeV) はボナー球型 (中村尚司 東北大学名誉教授の協力) で、高エネルギー (10~100MeV) はシンチレーション・ファイバー型 (村木綾 名古屋大学名誉教授の協力) を用いて計測します。これらの計測装置は、それぞれ日本で独自に開発されました。ボナー球型は開発が早

く終了したので、NASAからの依頼ですぐにスペースシャトル船内の初の中性子リアルタイム計測を実施することができました (1998年)。さらに2001年には、日本の装置として初めてISSの米国実験棟に搭載され、8ヶ月間の計測に成功しました (図2)。今回は船外で太陽から直接飛来する太陽中性子の検出を目指します。ファイバー型は霧箱のような電子的な可視化装置なので、飛来方向とエネルギーが飛跡で測定できます。中性子の測定は「玉突きやカーリング (弾性衝突)」の原理を応用します。つまり入射中性子は、ファイバー内の水素原子 (標的) に衝突すると、自分のエネルギーを水素原子 (陽子) に渡します。そこで飛び出す陽子の飛跡の長さを電子霧箱で測定すれば、中性子エネルギーが分かるわけです。太陽から飛来した中性子が太陽表面で瞬時につくられたものなのか、20分以上にわたって連続的につくられたものなのかを、ほかの太陽観測衛星 (「ひので」やGOES) のデータと併せて判定します。太陽表面の爆発現象で、プラズマ粒子が高エネルギー粒子にいかに加速されたのか、その過程が分かると期待されます。

微小粒子捕獲実験装置 (MPAC) は、ISSで唯一の捕獲型計測装置で、日本が過去に行ったロシアモジュールでのMPAC (2001~2004年) も含め、この分野は日本の独壇場となっています。特にMPAC回収後の解析で、デブリがISSに衝突した結果、ISSから出た2次的なデブリ (ejecta) を捕まえたことは、学会で高い評価を得ています。この日本の実績に対し、米国、欧州、ロシアを含む各国から、ISO (国際宇宙規格) のデブリ環境モデル評価の規格は日本が作成するのが適切との要請がありました。その結果、日本が作成した規格案は今年、ISOジュネーブ事務局で採択されました。

プラズマ計測装置 (PLAM) は、SFU衛星などで搭載実績のある宇宙科学研究本部の佐々木進教授が提案した装置を搭載します。米国のプラズマ計測装置、昨年末に設置されたロシアのプラズマ計測装置に続いて、3番目の常設の装置となります。サッカー場のサイズのISSは、太陽光の日照中や日陰中にプラズマの中を飛翔するとき、さまざまな電位に帯電します。ISSの太陽電池バドルは160Vの電圧を発生し、マイナス側を接地しているので、ISSの本体は日照中のおよそマイナス160Vから日陰中の約プラス20Vまで地球周回ごとに変動しますが、宇宙飛行士の船外活動中と、宇宙ステーション補給機 (HTV) などがISSにドッキングするときのみは、マイナス40Vからプラス40Vの範囲内に帯電電位を人為的にコントロールします。これがうまく作動しないと、放電が起きて、宇宙服のピンホール損傷、ドッキング用の電気コネクタの損傷を招くので、プラズマや電位計測は非常に重要です。 (ごか・たてお)

図1 宇宙環境計測ミッション装置 (SEDA-AP) の構成

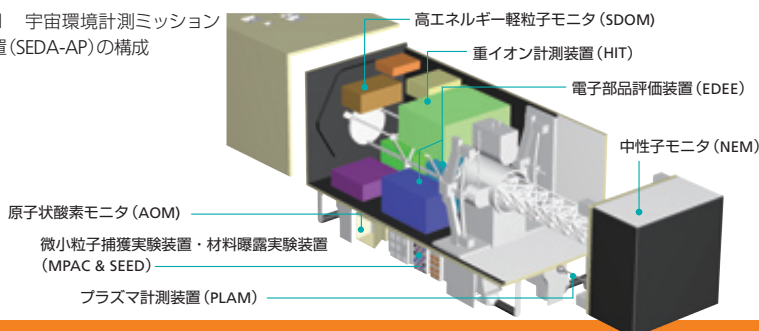
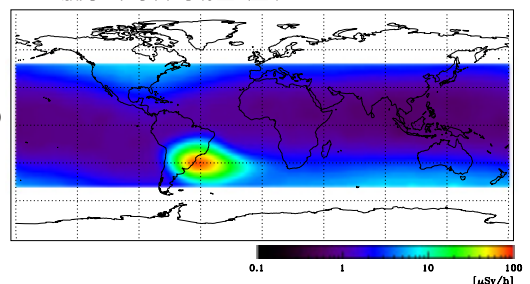


図2 船内の平均中性子線量当量率マップ



# 日食悲喜

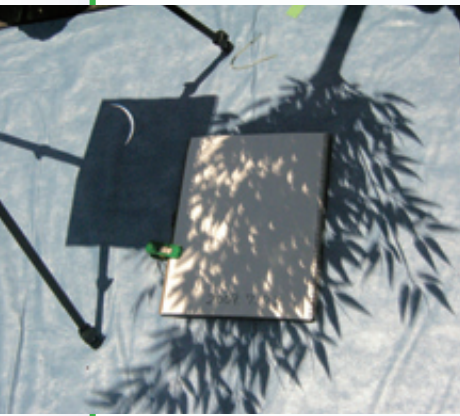
北硫黄島沖

皆既——宇宙の  
ただ中にいる自分

2009年7月22日、北硫黄島の東70km、パシフィック・ヴィーナス号のデッキには、ひしめき合う大勢の人々。部分食の間は、「木もれ日」を工夫したり、それを写真に撮ったり。いま見えていない月は38万kmの彼方にあるのだという気持ちがムクムクと頭をもたげてきました。その距離に比べて、あの太陽を「食べている」月はなんと小さいのだろう。直径わずか3500km。底面直径の100倍以上の高さを持つ、実に細長い円錐の影が、あそこからこちらに向かって伸びている。その影をつくっている元の光は、1億5000万kmも向こう。その細く長大な宇宙の円錐の先端に自分がいる——私は茫然と立ち尽くしていました。

第二接触。少し離れたところに浮かんでいる雲が、急激に暗い色に染まって、ついダイヤモンドリングが荘厳な輝きを見せました。デッキのあちらこちらから「ワーッ」とか「ホーッ」という声。2～3秒の後、皆既！息をのんでいる空気が辺りを支配して、静かな静かな時間が過ぎていきます。

「アーッ」というため息のような歓声——日食グラスを外すと、デッキのほとんど全員がぐるりと360度の水平線を見つめています。そこには茜色に染まった美しく幻想的な空。近くの雲が真っ黒



船上に持ち込んだ枝葉によって映し出された木もれ日

なのに、雲の開いている空間に茜色の筋が明るい輝きを見せています。しばしうっとりとしていたら、「見えた、見えた」の声。ひそかに待っていたこの瞬間。真っ昼間の空にはほぼ一直線に並ぶ金星、皆既の太陽、水星。太陽、金星と一緒に正三角形をなして南に光っているのは、シリウスに違いない。やがて慣れてきた目に、ベテルギウス、リゲル、カペラ。急いで水平線近くに目を移しました。カノープスが水平線から十数度の辺りまで昇っているはず。目を凝らしたけど……無理でした。

次いで、第三接触のダイヤモンドリングが、くっきりと浮かび上がったと思う間もなく、コロナは消えていき、再び部分食。その後の何だか満ち足りたような気だるいような時間の経過は、語る気がしません。それは皆既の6分間に比べて、なんと日常的でゆったりとした時の流れ。これからも、この日のことは、何度も何度も思い出すに違いありません。（の川泰宣）



残った太陽を見ることができました。

皆既開始10秒前のアナウンス。太陽の光が弱くなったからなのか、それまで雲越しに見えていた太陽がどこにあるのか分からなくなります。周囲からは「ああ！」と落胆の音が響きます。そして皆既開始のアナウンス。コロナはまったく見えませんでした。残念な空気が漂う中、それでもどこからともなく拍手が起き、観測地全体に広がります。太陽が見えないとはいえ、辺りは日没直後のような暗さに。辺りを見回すと、遠くの空がオレンジに染まり、夕焼けのようになっていました。この光景が見られただけでも来たかいはあったかなと思います。またその間、手元の温度計は35度から30度と5度も下がり、肌寒さを感じました。皆既中の3分間はすぐにたち、輪郭の一部だけの太陽がまた見えてきました。食はまだしばらく続きますが、明るさはすぐに元通りになります。観測地に再度拍手が沸き、皆既日食観測は終わりました。次の機会には、ぜひ今回見られなかったコロナを見たいです。（岡田尚基）

奄美大島

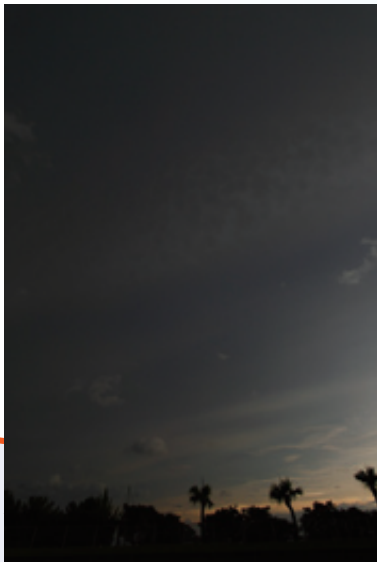
皆既10秒前  
太陽が消えた

7月22日の皆既日食。私は奄美大島にいました。奄美大島を選んだのは、滞在期間中に観光もできると思ったからです。私は19日の午後に奄美大島に着いたのですが、20日、21日と存分に奄美観光ができました。しかし、日に日に空模様は下降気味に。皆既日食当日は朝から曇り空。淡い期待を抱きつつ、観測場所になっていた太陽が丘総合運動公園陸上競技場で、雲越しに見える太陽を観測することになりました。欠

け始める1時間前にはすでに三脚が立ち並び、観測態勢が出来上がりつつありました。このときは雲の切れ間がいつ来るかということばかり気になり、太陽ではなく風上の方の雲をずっと眺めていました。

そして日食開始のアナウンス。数分してから日食グラスで見ると、欠け始めているのが分かりました。皆既になるまで1時間20分ほどかけて、ゆっくりと欠けが大きくなっていきます。皆既1分前には、そのほとんどを月に隠され、輪郭の一部がわずかに

皆既中、オレンジに染まる空。雲に阻まれて見えないが、太陽は写真中央上の位置にある。



# こもごも

中国の上海まで、皆既日食を見に出掛けました。しかも、家族5人(夫婦+子ども3人)で。

家族全員で海外に出掛けるというのは、我が家にとっては、ある種の「賭け?」みたいなものでした。3人の子どもたち(11歳, 8歳, 6歳)は、子どもであることをいつも100%エンジョイしているので、誰が、いつ何時、何をしでかすか、知れたものではありません。特に長男は知的ハンディがあり、物事に対するこだわりが強く、「いやなもの、絶対いや!」です。いったん何か「いや」になると、説得は不可能。以前にも、せっかく映画(崖の上のポニョ)を見に行ったのに、あるシーンが気に入らず、途中で退席してしまったとか、頭を抱えさせられたことは枚挙にいとまがありません。今回も、出掛ける前には、「飛行機がいやだと言いだしたら、最悪、その場で引き返すか?」と覚悟していました。



世界天文年の国内最大の天体ショーともいえる日食を見に、鹿児島入りしました。とはいっても、行き先は皆既日食帯に位置する種子島ではなく、最大食分96%の鹿児島市内。地元の青年会議所などからなる実行委員会が企画した「日食祭 in ドルフィンポート」に呼ばれ、地元のラジオの実況生中継にゲストコメンテーターとして出演するのが主な目的です。しかし、ロケット打上げ時に現れては荒天のために打上げを延期させて帰っていくということで、地元の記者から「氷結太郎」とあだ名される私のこと、天候の悪化が心配されました。

果たして当日は朝からあいにくの雨。それでもドルフィンポートで9時から先着1000名に配布した日食眼鏡は、あっという間になくなりました。欠け始めの9時40分ごろにはまだ時折強雨雨が降るあいにくの天気、今回も全然ダメかとあきらめかかりましたが、ところどころに見える雲の切れ間から太陽の方向に移動することを願いました。そのかいあってか、10時20

さて、結果は?

意外にも! 旅行そのものはスムーズに進みました。飛行機に乗っても、親の心配をよそに、子どもたちは「わあー、速い!」とか「わあー、飛んだ、飛んだ!」とか、ハイテンションで騒いでいました。上海でのツアーの最中も、同行させていただいた皆さまにも助けられ、大過なく(冷汗は何回もかきました)過ごすことができました。

そして、肝心の日食そのものは?

残念ながら、皆既の最中は完全に曇ってしまいました。欠け始めのころには時々雲間から太陽は見えていて、子どもたちも傘やうちわで「雲あっち行け〜!」と頑張ってくれたのですが……。それでも、皆既の時間に向かってどんどんまわりが暗くなっていくのは、とても不思議な雰囲気でした。特に皆既の最中には、本当に真っ暗になりました。持参したカメラの目盛りも読めなくなったほどです。子どもたちも、「すごーく面白かった!」と言って喜んでいました。

というわけで、皆既日食が見られようが見られまいが(もちろん見られた方がうれしかったのですが)、とにかく、家族5人で無事に行って帰ってこられただけで、我が家としては大満足。皆既日食こそ見られませんでした、「あー面白かった!」。(中川貴雄)



皆既中は真っ暗に。傘やうちわで「雲あっち行け〜!」

雲あっち行け〜!

中国・上海

分ごろには雲の切れ間から欠けた太陽が顔をのぞかせるようになりました。時折欠けた太陽が見えると、その瞬間に子どもたちがいっせいに「見えた〜!!」と反応。私は放送開始前の舞台裏で、その歓声がうれしくて泣いていました。その後、90%強まで欠けたところで再び厚雲に覆われてしまい、最大食分を見ることはできませんでしたが、辺りはかなり暗くなり、港には明かりが付き、心なしか気温も下がったように感じました。晴れ間がのぞくようになってから続々と人が集まったため、主催者発表によると最終的には8000名がこの天体ショーを楽しんだそうです。

今回は、皆既日食ツアーのツアーコン役というおいしい話のオファーをすべて「皆既日食に能書きは不要」(本音は、雨を降らせて恨まれたくない)と断った自分でしたが、堂々たる部分日食に立ち会えたことは、3年後の金環食に向けて貴重な経験になりました。負け惜しみに聞こえるかな……。(阪本成一)



雲の切れ間から欠けた太陽が顔をのぞかせ歓声がる

見えた〜!!  
子どもたちの  
歓声に涙

鹿児島

宇宙観光旅行を想う

ヴェルサイユとデンバーで

現在、欧米・アジア諸国の航空宇宙分野の研究者・技術者たちが、低価格で安全・安心な有人輸送手段を確立するために、ハイブリッドロケット（HR）の研究開発を進めています。国内でも昨年4月より、大学とJAXAの研究者によるハイブリッドロケット研究ワーキンググループ（HRrWG）が活動開始し、技術革新を目指しています。

固体ロケット（SR）や液体ロケットの推進剤が火薬であるのに対して、HRの推進剤は火薬ではありません。そのため整備や運用だけでなく、緊急脱出や指令破壊の機能要求が緩和されます。この点が、宇宙観光旅行機の推進系に適しています。

しかし、従来のHR推進は、燃料の時間当たりの発生量（後退速度）がSRの10分の1という課題を抱えています。今、諸国では、この課題解決のための技術開発が行われています。ここで述べる渦流方式などの酸化剤噴射や、パラフィンなどの新燃料がその例です。それぞれ従来比で数倍の向上を達成しています。米国ではさらに渦流方式とパラフィン燃料を組み合わせる研究も進んでいます。これが実現すれば、HRはSRを凌駕する能力と持ち前の安全性を兼ね備え、宇宙観光旅行用の理想的な推進系になると期待されています。

そうなったら、国境を超える宇宙観光旅行を円滑に行うために、HR推進の技術にとどまらず、地上/飛行運用、法律など広範囲にわたる確固たる国際協力体制の整備が不可欠です。

そのような想いを胸に、今年7月パレデコングレ・ド・ヴェルサイユ（フランス）において開催された第3回「航空宇宙科学研究のための欧州会議」（EUCASS）に参加しました。EUCASS協会は、欧州の科学者や技術者の科学交流を活性化し、技術活動の質を向上させ、世界中の研究者や産業界との交流を促進する目的で結成され、第1回（2005年、モスクワ）と第2回（2007年、ブラッセル）の会議を成功させています。

EUCASSは航空機・宇宙輸送系のシステムインテグレーション、飛行物理学、飛行力学、構造・材料、推進物理学の5シンポジウムで構成されています。私は推進物理学のシンポジウム（ルイデルカ委員長）

に参加し、固体推進の燃焼安定性評価に関する科学研究発表を行い、またナノ添加物のセッションチェアマンを務めました。会場はヴェルサイユ宮殿と目と鼻の先にあります。宮殿内では絶対君主制時代の豪華な文化財を見ることができ、宮殿に隣接する広大かつ幾何学美を有する噴水庭園を散策できます。私はウォーキングがてら、迷路や運河、グラン・ブクトリアノンを回り、ルイ16世とマリー・アントワネットが暮らしたユニークな世界をつかの間想像して楽しみました。

米国の独立を支援したルイ16世は、フランス革命で処刑されましたが、実は改革的で有能な王だったと見直されているそうです。革命は共和制、恐怖政治、ナポレオン帝政、王政復古など大きな振幅で歴史を揺さぶりましたが、フランス国旗のトリコロールに込められた自由・平等・友愛の精神とともに、現代の民主主義社会の基盤を生み出しました。ヴェルサイユを去るとき、そんなフランスに感謝して乾杯したのでした。

帰国後すぐの8月初め、米国航空宇宙学会（AIAA）などによるJoint Propulsion Conference（JPC）が、コロラド州デンバーのコンベンションセンターで開催されました。私は学生のM君と参加しました。今回の目的はHRrWGの成果発表と、欧米諸国のHR研究開発の動向調査です。HRrWGからはM君のほか3名が発表しました。私の任務はM君の援護射撃です。M君の発表は渦流方式の流動特性に関する内容で、聴衆もM君も私も、結構盛り上がりました。

JPC後、併設されるHybrid Rocket Professional Development Short Courseという2日間のセミナーに参加しました。このセミナーは実に国際的で、参加者は米国・フランス・日本・ノルウェー・スペイン・イスラエルの大手航空宇宙企業の技術者、連邦航空局（FAA）、ミラノ工科大、ベルリン工科大、ルイジアナ州立大、オハイオ州立大の先生、NASA、JAXAの研究者からなる約20名でした。セミナーではHRに関する600ページ強の本の全内容を、2名の講師が数回に分けて解説し、参加者と質疑応答を行いました。

講義内の議論や休憩時の雑談を通じて、今後の方向性が見えてくる気がします。遠くない将来、HR推進の革命的な技術革新によって、最寄りの飛行場から、手軽に宇宙観光旅行ができるようになるでしょう。今はその夜明け前の面白い時期だと思いながら、また乾杯するのでした。

（デンバーにて、しまだ・とおる）



ヴェルサイユで宇宙観光旅行を想う筆者

嶋田 徹

宇宙輸送工学研究系教授



# カナダのオーロラ

鶴田浩一郎

宇宙科学研究所 名誉教授

多くの日本人がそうであるように、私もオーロラが好きである。私の場合、とりわけカナダでオーロラを見るのが好きである。理由は単純で、磁極が北極点よりカナダ側に偏っているため、カナダでは比較的緯度の低い場所でもオーロラを見ることができからである。30年ほど前に私が初めてオーロラを見たのもカナダ中央部のウィニペグ市郊外であった。緯度が低いと夏でも白夜にならないので、オーロラを見ることができ。蚊に刺されながらのオーロラ観賞だってできる。実際、掲載した写真は9月に撮影したものであるが、数分前の写真にはブユが画面を横切って飛ぶのが大きく映っている。マイナス30度の厳寒と防寒着に結び付いているオーロラ観賞のイメージを損ないそうな話であるが、本当である。

私は2001年に宇宙科学研究所を定年退職した後、カルガリー大学やアサバスカ大学の友人に助けられてアルバータ州で幾度かオーロラを見る機会を持つことができた。よく出掛けたのはエドモントンから200kmほど北に上がったアサバスカである。アルバータ州の特徴の一つであるプレーリーの広がりはまだ感じさせる小さな町で、インターネットを使った通信教育の大学がある。友人がその大学の先生をしていたので大学の演習用の畑をオーロラ観賞用に使用してもらうことができた。夕方になるとその畑に車で出掛け、オーロラの出現を待った。よく晴れた宵の口には比較的動きの穏やかな光のカーテンがゆっくりと南へ去り、運が良いと真夜中近くに動きの激しい明るいオーロラが出現する。数分の光の乱舞が終わった後に目を凝らすと、淡い光が空一面に点滅しているのに気付く。パルセーティングオーロラと呼ばれ一般にはあまり知られていないタイプで、明け方まで続くことがある。2001年から2002年にかけてこんな夜を幾晩か過ごすことができた。オーロラ好きにとっては至福の時である。

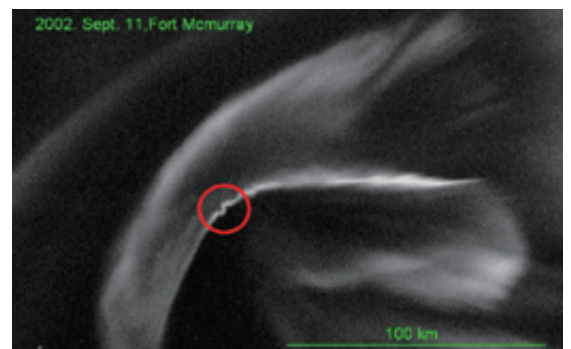
宇宙研在職中も磁気圏観測衛星「あけぼの」プロジェクトなどを通して、磁気圏側からオーロラを理解しようとしてきた。オーロラは、太陽風からエネルギーをもらった磁気圏が、たまり過ぎたエネルギーを再び放出するプロセスだと考えられている。「あけぼの」が精力的に取り組んできたのは地上1万kmあたりでの電子の加速である。ここで加速された電子が大気層に降り込み、オーロラとして光るわけである。逆に考えると、地上から見えるオーロラは、磁気圏の電子加速を大気というスクリーンに映し出しているようなものともいえる。それならば、オーロラのさまざまな動きや形から磁気圏の性質を推定することも可能だと考えるのが自然である。しかし、自然はそれほど簡単に手の内を見せてはくれない。どうも間にもう1段階重要なプロセスが介入しているような気がしてならないのである。その理由の一つが、次に紹介するオーロラのカーテンの厚みにかかわる疑問である。

普通、オーロラは110～150kmくらいの高度幅で発光している。発光層が薄いカーテン状であったとしても、地上から眺めると普通はあまり薄くは見えない。高さ方向の広がりが薄さを隠してしまうからである。厚みを調べるには、磁力線に沿う方向からオーロラを眺める

必要がある。磁力線の方向は磁気天頂と呼ばれ、写真の赤丸のあたりである。オーロラのカーテンはひらひらとはためきながら天空を動き回すが、磁気天頂に近づく写真のように厚みが薄くなることもある。それが、本当のオーロラカーテンの厚みである。写真から読み取った厚みは約1kmである。これまでのきちんとした研究によると、厚みが100m程度は普通に起きるといふ。オーロラのカーテンの横幅は数十kmあることが普通であるが、その厚さが100m程度というのは不思議である。今のところ電子の加速領域に関するどの理論も、オーロラカーテンの厚みの説明には成功していない。この薄いカーテンがどこでつくられているのか、薄さを保つメカニズムは何なのか、簡単に磁気圏の現象と対応付けて理解する段階にはまだ来ていないようである。

オーロラはただ眺めていても飽きないし、磁気圏のことを考えながら眺めても不思議いっぱい結構面白い。その後も時々機会をつかまえて、何度かオーロラを見にカナダに出掛けた。カメラも少しずつ改良し、観測場所もかつての野原から別荘地の小屋に進化した。それなのに、オーロラが出ないのである。私の墮落した態度がオーロラ姫のご機嫌を損ねたのか、あるいはこのところの太陽活動の低さのせいなのか、定かではないが。(つるだ・こういちろう)

カナダ・アルバータ州Fort McMurray市郊外で撮影したオーロラ。磁気天頂の位置を赤丸で示している。



# 火星有人飛行第一陣に日本人を!?

大学等連携推進室 参事

鶴間陽世

—— 2008年10月に大学等連携推進室所属となり、東京事務所から相模原キャンパスへ。相模原キャンパスの印象は？

鶴間：学生さんがたくさんいることに、まず驚きました。丸の内にある東京事務所ではスーツ姿が当たり前ですが、相模原ではラフな服装の人が多かったり、実験で徹夜明けなのか廊下のソファで寝ている人がいたりで、とても新鮮です。

—— 大学等連携推進室とは？

鶴間：JAXA、特に宇宙研と大学の協力関係には長い歴史がありますが、宇宙科学分野が中心でした。日本の大学は、ロボットやナノテクノロジー、生命科学、遺伝子工学など、さまざまな分野で世界トップクラスの研究を行っています。今後の宇宙開発を考えると、宇宙科学だけでなく、大学が持っているさまざまな英知、先見的な知識を集結させ、オールジャパン体制で取り組んでいく必要があります。そのためにJAXAと大学との密接な協力関係を推進していくことが、私たちの仕事です。芸術や文学、哲学など、これまで宇宙開発とは無縁だと思われていた人文・社会科学の研究者に対しても、宇宙には大きな魅力があることを宣伝し、一緒に新しいことをやろうと働き掛けているところです。

—— 出身大学は東京外国語大学、専攻はウルドゥー語ですね。

鶴間：数学や理科が得意で、高校でも理系クラスでしたが、高校卒業後、言語学やコミュニケーション論に興味を持ち、文系に転向したのです。ウルドゥー語を選んだのは、一番なじみがなかったから。すでに勉強した英語だと飽きるかもしれないが、まったく知らないウルドゥー語なら新鮮な気持ちで学べるのではないかと思いました。外語大は厳しく、当時、2割は進級できませんでした。それでも私は3年間で単位をほぼすべて取り、4年生のときは、人工知能の先駆けとなる自動翻訳機の辞書をつくる民間企業の仕事をお手伝いしていました。まさにやりたかったことでしたが、そこで仕事を続けるには言語学で修士を取らないといけない。また勉強をするのかと考えたら頭が痛くなり、就職することに。

—— そして宇宙開発事業団(NASDA、現JAXA)へ。

鶴間：ビッグプロジェクトに携わりたくて、漠然と考えていました。当時のビッグプロジェクトといえば、宇宙開発、原子力、石油開発、海洋開発。幸運にも、NASDAが事務系の職員を募集すると聞き、受けてみたのです。

—— もともと宇宙へのあこがれがあったのですか。

鶴間：はい。アポロ月着陸のテレビ中継はもちろん見だし、月の石を見



つるま・ひとし。1962年、東京都生まれ。東京外国語大学インド・パキスタン語学科ウルドゥー語学・文学専攻。1988年、宇宙開発事業団国際部国際課。向井宇宙飛行士専属マネージャー、JAXA ワシントン駐在員事務所所長代理、国際部国際課長(アジア協力室計画マネージャ兼務)などを経て、2008年より現職。

たくて大阪万博にも行きました。『宇宙戦艦ヤマト』のワーブ航法には、わくわくしましたね。私たちが子どものころ、宇宙はまさに夢の世界でした。スペースシャトルが夕焼けの空を飛ぶ姿を見つけ、本当に、宇宙時代の到来を感じました。

—— 専属マネージャーとして向井千秋宇宙飛

● 行士と身近に接し、自分も宇宙に行きたいと思いませんでしたか。

● 鶴間：それはありません。私はひどい酔っ払いをするのです。ぶかぶか体が浮いているシーンを見ただけで、もう駄目。

● —— 駐在員事務所や国際部など外国との仕事が多いですね。

● 鶴間：宇宙開発は国際協力が不可欠です。でも実は、私は英語が得意だったことはありません。コミュニケーションには必ずしも高度な語学力が必要ではないと思っています。大事なのは、何を伝えたいかをきちんと整理して、哲学や思想を持って話すことです。

● —— 日本の宇宙開発は今、世界の中でどういう位置にあるのでしょうか。

● 鶴間：日本が9月に打ち上げた宇宙ステーション補給機(HTV)に、NASAをはじめ国際パートナーは大きな期待を寄せています。ロシアのプログレス、ヨーロッパのATVと比べて、HTVは国際宇宙ステーション(ISS)に荷物を運び込む入り口の直径が大きく、大きな装置をそのまま運ぶことができるのです。日本が初めて衛星を打ち上げたとき、アメリカはすでに月に人を送っていました。それが今や、日本はISSの欠かせないパートナーとしてNASAから信頼を受けています。

● また最近のJAXAの国際協力は、アジアに注目しています。アジア諸国は、通信衛星のユーザーとしてだけでなく、自国で製作した衛星を持ちたいと考えているのです。宇宙開発では、日本は彼らの“お兄さん格”です。アジアの国々と手を携えて月や惑星を目指すことができれば、と思っています。

● —— 最後に、日本の宇宙開発への期待をお聞かせください。

● 鶴間：火星に立つ最初の人類の中に、ぜひ日本人がいてほしいですね。そして、もし生命がいれば、採取して地球に持ち帰ってほしい。アポロが撮影した真っ暗な宇宙に浮かぶ青い地球の写真は、人々に深い感動をもたらしました。地球外生命の発見は、それ以上に人類や社会の在り方に大きなインパクトを与えることでしょう。

ISAS ニュース No.342 2009.9 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ビア 制作協力/有限会社フォトンクリエイト

編集後記

祝「きぼう」完成! 若田さんも国際宇宙ステーション滞在が延びましたが無事帰還されました。日食は天候に恵まれずに残念でしたが、「日食悲喜こもごも」では皆さんそれなりの楽しみ方をされたようです。今年もイベントの多い夏でした。(石川毅彦)

\*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