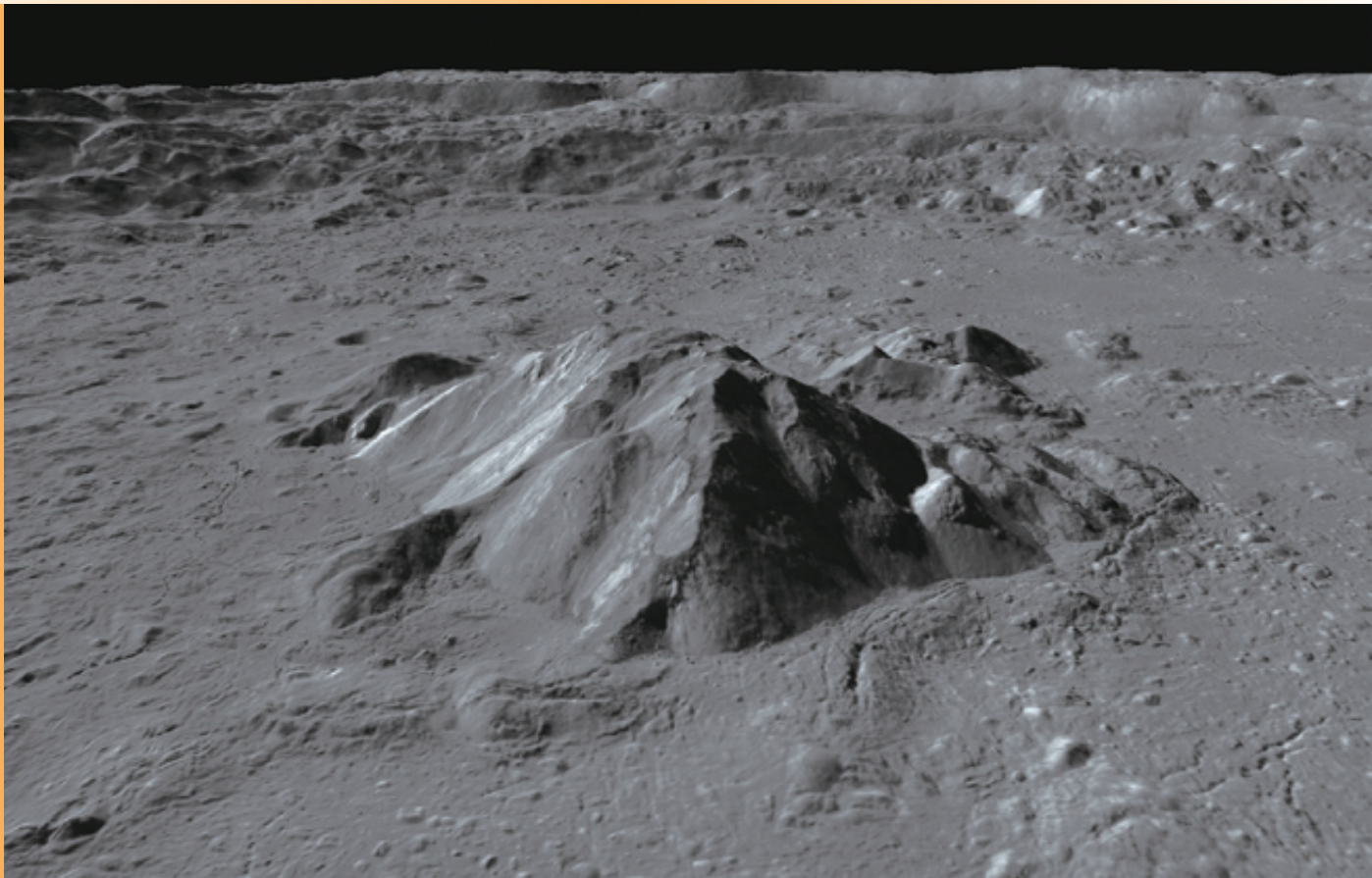




月周回衛星「かぐや」の地形カメラが観測したティコクレータの中央丘

宇宙科学最前線

「ひので」で見えてきた 太陽風の源

坂尾太郎

宇宙科学共通基礎研究系 准教授

はじめに

太陽風とは、文字通り太陽から吹き出している「風」のことです。この風は、私たちの身のまわりで吹いている風とは違い、電子や陽子といった、電気を帯びた高速の粒子（荷電粒子）の流れです。地球の周辺では秒速200kmから800kmに達するこの太陽風は、地球も太陽系も超えて太陽からおおよそ150億km（太陽と地球の距離の100倍）のところで、星間ガスとの間に、太陽を中心とした球状の終端衝撃波を形成するまで吹き渡ります。1977年にNASAが打ち上げたボイジャー1号・2号は、木星や土星の観測を行った後、1号が2004年、2号が昨年、それぞれこの衝撃波面を通過したと報告

されました。太陽系最遠の惑星である海王星の軌道半径が45億kmですから、太陽系全体は太陽風の中に丸々浸されていて、太陽風の影響をさまざまな形で受けています。地球の磁気圏が太陽から反対方向に伸びた吹き流しのような格好をしているのも、地球や木星、土星などでオーロラが光るのも、太陽風の影響です。また、太陽風は荷電粒子を運んでくるため、例えば地球を回る人工衛星に帯電による故障を引き起こすことさえあります。気象、通信、GPSなど、社会のバックボーンに人工衛星が大きな役割を果たしている今日、太陽風は私たちの日常生活にまでかかわり始めているといえましょう。

太陽系に幅広い影響を与えている太陽風ですが、太陽のどこから、どのようにして吹き出して

いるのか、実はこのことはよく分かっていません。太陽風には、その速さから「高速」と「低速」の2種類があります。1990年に打ち上げられたユリシーズ衛星によって、前者は主として太陽の北極・南極を含む高緯度地帯から、後者は低緯度地帯から出発していることが確認されました。しかしながら、これらの太陽風がコロナ中で実際に流れ出ている現場を画像としてとらえた観測は、これまでありません。また、太陽風が太陽を出発して、惑星間空間を流れていく速度（超音速になっています）にまでどのように加速されるのか、そのメカニズムもよく分かっていないのです。

「ひので」X線望遠鏡

2006年9月に打ち上げられた太陽観測衛星「ひので」には、可視光磁場望遠鏡SOT、X線望遠鏡XRT、極端紫外線撮像分光装置EISという、3台の最新鋭の望遠鏡装置が搭載されています。このうち、本稿の主役であるXRTについて説明しましょう。XRTは、コロナ中のガス（高温のため電離してプラズマとなっています）の温度・密度の2次元分布を調べるとともに、電離したプラズマガスが磁力線に沿った方向にしか動けないことから、X線画像を通じてコロナ中の磁力線の形状を調べることができます。「ひので」の前号機である「ようこう」衛星に搭載された軟X線望遠鏡SXTと同じく、斜入射の光学系を採用していますが、望遠鏡を大型にすることで空間分解能をSXTの約3倍向上させるとともに、焦点面検出器として裏面照射型のCCDを用いることで、SXTでは感度がなくて観測できなかった100万度から200万度の、比較的「低温」のコロナも観測することができます。また、衛星のデータ処理・伝送レートが高速化したことにより、特にフレアが起きていない静穏太陽の観測では、SXTに比べてほぼ1

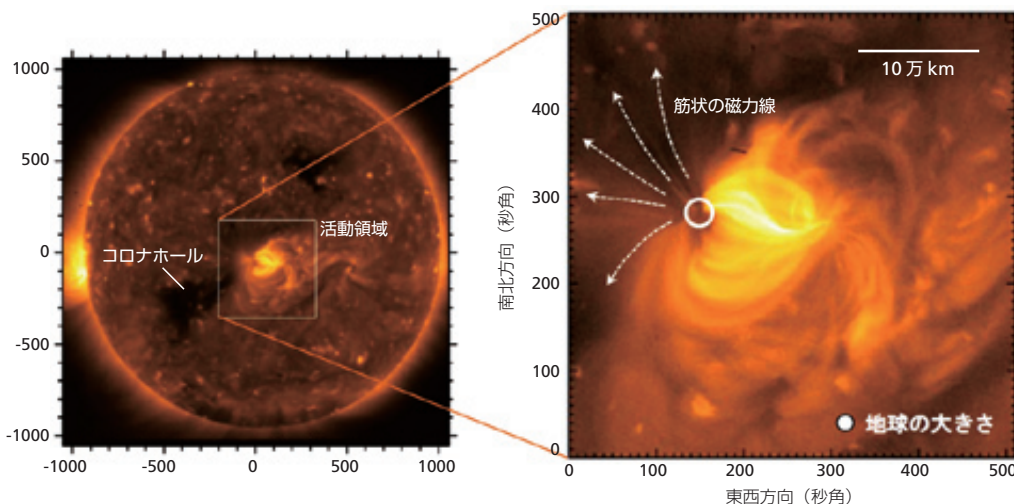
桁高い頻度で撮像を行うことができるようになりました。低温コロナを高い撮像頻度で観測できることで、これまで知られていなかったコロナ中の興味深い現象が明らかになってきています。その中の一つが、ここで紹介する太陽風の源となるコロナガスの流出です。

太陽風の源の観測

「ひので」XRTが観測した太陽コロナを図1に示します。左側の太陽全面像では、中心部に活動領域（黒点の上空など軟X線で明るいコロナの領域）が、その左にはコロナホール（軟X線で見たときにまるで穴が開いているように見えることから名付けられたコロナの暗い領域）が隣り合って見えます。右側の図は、XRTの観測領域をクローズアップしたものです。図中に示したように、活動領域とコロナホールがちょうど接したところから筋状の磁力線が上空へと伸び出しており、この磁力線に沿ってコロナガスが3日間の観測期間中、絶えず流れ出ていることが発見されました。図の白い円は、ガスの流出場所（筋状の磁力線の根元）を表しています。XRTによる温度診断から、ガスの温度は約110万度と求まりました。このような温度のガスの動きは、「ようこう」SXTではとらえることのできなかったものです。また、ガスの流れていくパターンから、投影面内（視線方向に垂直な面内）の速さは典型的に秒速140kmと分かりました。

ところで、この磁力線を伝えるものが流れ（ガスの一方向への運動）でなくて波（密度波）であっても、見掛け上、あたかもガスが流れているかのようなパターンが観測されてしまいます。しかし今回の場合、同時に観測していたEISの分光データによって、ガスの流出場所とその周辺のコロナガスの輝線スペクトルが、短波長側ヘドップラーシフトしていることが判明しました（図2）。このことは、ガスが我々の方向に向かって

図1 XRTで見た太陽X線全面像(左)と、観測領域の拡大図(右)いずれも疑似カラー表示。右図の白円で示した場所から、コロナガスが筋状の磁力線に沿って絶えず上空へと流れ出ているのが発見された。



きていることを意味しており（秒速50km程度）、XRTとEISの観測を組み合わせることで、確かにガスが上昇運動をしていることが分かったのです。

さて、ガスが磁力線に沿って上昇していることは分かりましたが、その磁力線の先がまた太陽表面に戻っていると、ガスはそもそも太陽を離れて惑星間空間へと逃げ出すことができません。そこで、磁力線のつながる先を調べたのが図3です。この図は、SOHO衛星搭載のMDI装置が取得した太陽全面の光球面磁場マップを用い、ポテンシャル磁場を仮定して磁力線を描かせたものです。図中、黄色で示した磁力線は、太陽半径の2.5倍のところに設定した、“source surface” 球面にまで到達している磁力線です。このような磁力線は、太陽へは戻ってこずに惑星間空間へ伸び出していると見なされます。一方、青色の磁力線は、太陽表面に戻ってくる、「閉じた」磁力線です（なお、図の太陽両極域の閉じた磁力線は、極域の磁場が測定できないことによるもので、正しくありません）。この図を見ると、矢印で示した流出域の磁力線は、惑星間空間へと伸び出ていることが分かります。つまり、流れ出したガスは磁力線に沿って、太陽風となり得ることを示唆しています。この領域で観測されたガスの流れが、仮にすべて惑星間空間へと流出しているとする、単位時間に太陽風によって放出される質量のおよそ4分の1が、この領域で賄われることになります。

むすび

「ひので」XRTによって、コロナホールに接した活動領域の端から、太陽風が流れ出ているのが発見されました。実は、このような場所が低速太陽風の発生源の一つである可能性が、名古屋

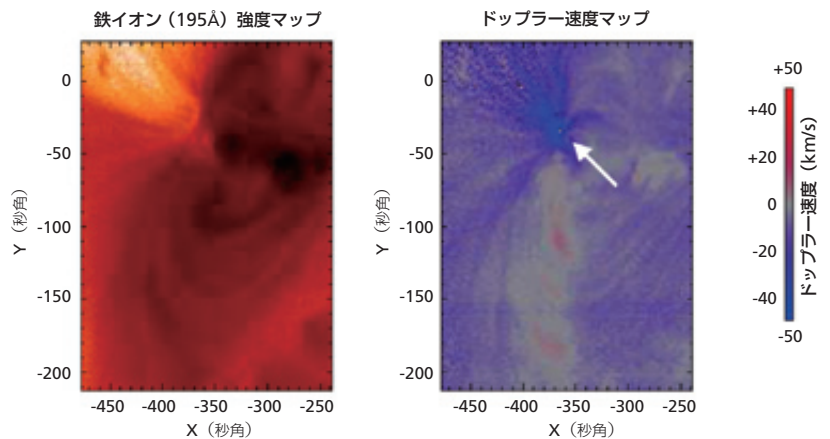


図2 コロナガス流出域のEISによる観測鉄イオンの輝線の強度マップ（左）とドップラー速度マップ（右）。ガスの流出所を右図中の矢印で示す。

屋大学の太陽風グループが行っている、キューサーなどからの電波を利用した惑星間空間シンチレーション観測から示唆されていました。活動領域の端に当たり、コロナホールと接するなどして磁力線の束が上空へ向けて末広がりに大きく開いているような場所がそれです。今回、「ひので」で実際に太陽風（この場合、低速太陽風）が流れ出ている、その現場が押さえられたことから、今後、いまだ謎に包まれている太陽風の発生場所の全ぼうや加速機構の解明に、大きな進展がもたらされるものと期待しています。

（さかお・たろう）

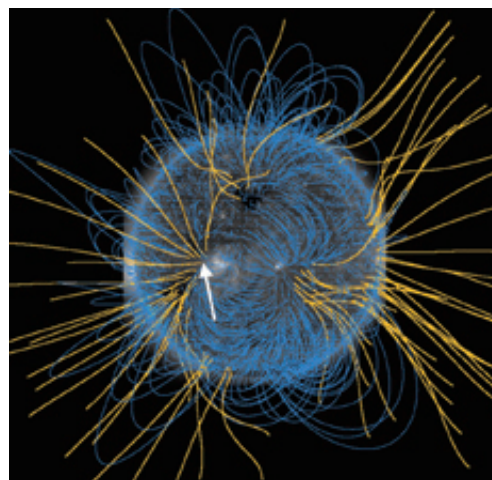


図3 観測が行われた時期の太陽全面の磁力線形状（ポテンシャル磁場を仮定）黄色は惑星間空間へと伸び出した磁力線、青色は両端が太陽表面に根差す閉じた磁力線を、それぞれ表す。コロナガスの流出域を矢印で示した。

一般公開のお知らせ

日時 : 2008年8月9日(土) 10:00~16:30

会場 : 宇宙航空研究開発機構 相模原キャンパス

詳しくは、http://www.isas.ac.jp/j/topics/event/2008/0809_open/index.shtml をご覧ください。

ロケット・衛星関係の作業スケジュール(7月・8月)

	7月	8月
相模原	S-520-24号機 噴合せ試験	
内之浦	S-520-24号機 フライトオペレーション	
大樹町		第2次気球実験

「かぐや」がとらえたアポロ活動

4月上旬の“満地球”の取得・公開後の、最近の最も大きな「かぐや」の話題は、地形カメラを用いたアポロの着陸地点の画像の公開でした。SELENE LISM地形カメラ（TC）観測機器チーム（春山純一ISAS助教、武田弘東京大学名誉教授、白尾元理氏）が地形カメラのデータをもとに作成した、アポロ15号の着陸地点の立体視画像や噴射跡などを公開しました。アポロ宇宙飛行士が月面で見た風景（上図）を、地形カメラから作成された立体視画像でそっくり再現してみせたわけです（下図）。遠くの山々の稜線など、ぴったりと合っていることがお分かりになると思います。その後、アポロ17号の着陸地点の立体視画像や、ティコクレータの動画画像なども公開にこぎ着けました。表紙写真は、動画画像から切り出したティコクレータの中央丘です。これらを見て、あらためて地形カメラの持つ素晴らしい能力を再認識したところでした。地形カメラによる月の観測が進んでいけば、地形カメラやレーザ高度計などから得られた立体視画像を使って、お茶の間にいながらにしてゲーム感覚で、月の名勝地を自分の好きな視点で見ることができるようになるのも夢ではありません。

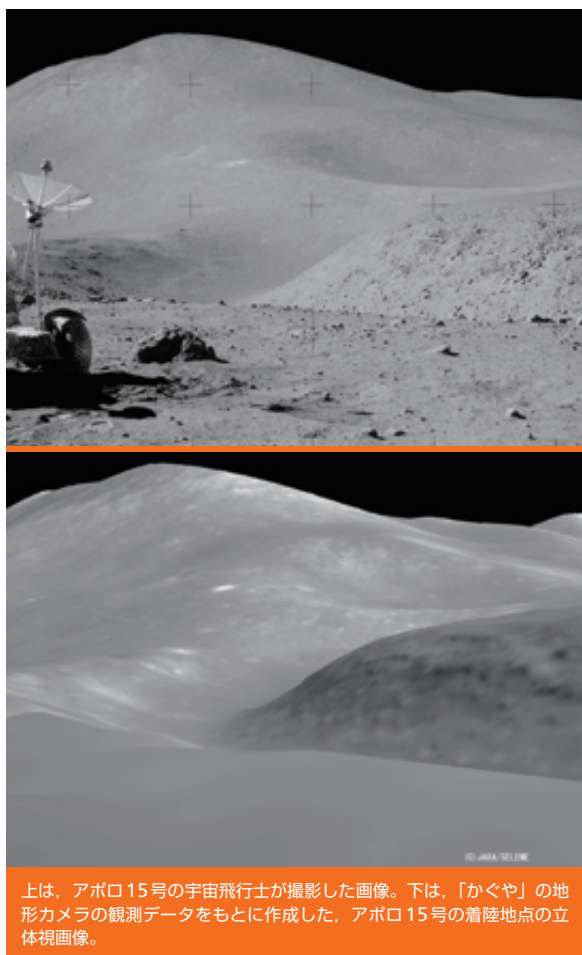
他方、5月末に幕張で開催された惑星科学連合大会や、6月

月上旬に浜松で開催された第26回ISTS（宇宙技術および科学の国際シンポジウム）では、「かぐや」に関するスペシャルセッションが設けられました。観測機器チームのメンバーによる新しい観測データを利用した発表に基づく活発な議論がなされ、盛況のうちに幕を閉じました。もちろん、観測データの解析は始まったばかりで、この素晴らしい観測データを使ってアポロや1990年代の米国の小型衛星による観測を塗り替え、「かぐや」の目的である月の起源と進化などにつながる研究を進めていくのは、これからが本番です。しかし、研究者の方々の発表の際の、所望の観測データを得た喜びの表情を見ると、きっと素晴らしい成果を出してくれると思えました。

ISTSにおいては、相模原キャンパスの運用室の撮影記録をドキュメンタリーとして編集した『遙かなる月へ 月周回衛星「かぐや」の軌跡』と、日本語の解説を付けたHDTV取得映像『かぐやが見た月の姿』の、DVDやブルーレイディスクでの無償貸与を開始を発表しました。日本プラネタリウム協議会（JPA）の加盟機関やSELENE観測機器チームのメンバーへの配布は6月から開始しているので、すでにご覧いただいているかもしれません。7月2日には、『遙かなる月へ』が、財団法人 機械産業記念事業財団主催のハイテク・ビデオ・コンクールで奨励賞を受賞させていただきました。なお、『かぐやが見た月の姿』のDVDには、これまで一般公開したHDTV以外の観測機器の観測画像やペーパークラフトなど、教材として利用できるものも含まれています。今後も積極的に教育機関への配布を行っていく予定ですので、ご興味がある方はぜひJAXAまでお問い合わせください。

上記以外の広報・普及啓発活動としては、レーザ高度計（LALT）観測機器チーム（荒木光典国立天文台助教、国土地理院など）により作成されたこれまでよりも詳細な月の地形図をもとに、凹凸のある月球儀の試作も行っています。実際に触って月の凹凸を感じてもらうなど、教育現場で役に立てばと思っています。凹凸のある月球儀の作り直しは、日本では実に約40年ぶりとなるそうです。加えて、Moon bellという月の高さの情報に合わせて音楽を奏でるシステムを、国立天文台および「かぐや」応援キャンペーンのLALT可聴化チームと協力して開発しました。「かぐや」のホームページからアクセスできますので、ぜひ、月が奏でる音楽を楽しんでください。

気が付くと、「かぐや」も定常運用開始からすでに半年が過ぎ、10月末の定常運用終了までの期間の方が短くなりました。今後も、定常運用、解析研究を続けるとともに、「かぐや」関係者による広報・普及活動やホームページを通じた最新情報の提供などを行っていく予定です。引き続き「かぐや」への応援をお願い致します。（祖父江真一、春山純一、大竹真紀子）



上は、アポロ15号の宇宙飛行士が撮影した画像。下は、「かぐや」の地形カメラの観測データをもとに作成した、アポロ15号の着陸地点の立体視画像。

国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」打上げ

2008年6月1日、日本実験棟「きぼう」船内実験室を載せたスペースシャトル「ディスカバリー」号が打ち上げられ、6月4日に船内実験室が国際宇宙ステーションに取り付けられました。約2週間のミッション期間中、ISS科学プロジェクト室では連日、執務室のテレビでNASA TVを映し、宇宙ステーションでの作業の様子を見守りました。



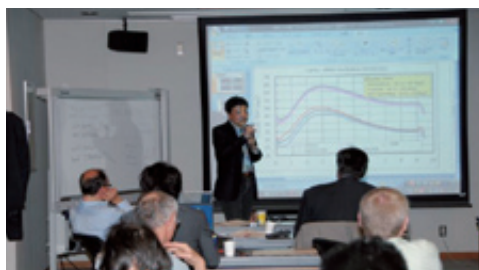
分離後の「ディスカバリー」号から撮影された国際宇宙ステーション。中央右下部分に「きぼう」が設置されている。
(写真提供：NASA)

つくばの宇宙ステーション試験棟にあった船内実験室が、高度400kmの国際宇宙ステーションの一部となったことは、開発の長い歴史を共に歩んできた私たちにとって大変感慨深いことでした。実験ラックが搬入される前の広いスペースで、宇宙飛行士たちが大喜びで動き回っている様子が放映されましたが（定員超過で「きぼう」の空調が止まるというおまけ付きでした）、

ムチェックアウトを行う予定となっており、8月からはいよいよ流体物理実験を皮切りに「きぼう」での科学実験を開始します。今までは長時間実験・繰り返し実験を行うことが困難でしたが、今後はそれが可能になります。『ISASニュース』8月号から「きぼうの科学」と題した連載も予定していますので、どうぞご期待ください。
(吉崎 泉)

ベピコロombo MMO・第9回サイエンスワーキンググループ会合

ベピコロombo (BepiColombo) は、JAXAとESAが共同で実施する水星探査計画である。ESAが惑星探査機MPO、JAXAが磁気圏探査機MMOを担当し、水星という謎に満ちた一つの世界を解明する。ベピコロomboは、水星探査という困難な計画を国際共同によって実現するものであり、最近の宇宙科学における日欧共同への意識の高まりに先鞭をつけたミッションである。



「誰も寝てはならぬ」。写真中のグラフは機体温度の時間変化を示す。この最高値を抑える方策を、チームが一丸となって議論した。

MMO搭載の5つの科学観測機器は、日欧の研究者が協力して開発する。MMOのサイエンスワーキンググループ(SWG)会合は、双方の関係者が参加しての英語会議である。その第9回目が5月12日に相模原で開催された。

ところで、水星探査がいかに困難か、ご存知だろうか。遠くて暑い。それだけのことで、ミッションは困難なものとなる。今回の会合はそれを具体的に思い知り、それでもすごい観測を実施すべく、観測戦略の本格構築を開始する契機であった。

最大のポイントは、熱入力を減らして、近日点での観測を充実させることである。水星探査において高温が問題になることは想像に難くないだろう。実際、熱入力を防ぐた

め、MMOは鏡で覆われているかのごとくである。ところが、磁気圏観測とはプラズマガスの粒子計測であり、そのためには機体の壁に穴を開けて粒子を取り込む必要がある。そのとき、太陽光も入射する（実は水星表面からの反射光の効果も大きい）。工夫をしないと機体温度が限界を超え、水星が近日点にあるときに充実した

観測ができない。

このジレンマの解決は、MMO関係者全体が一つのチームとして行動するかどうかにかかっている。自分の機器性能を落としてでもMMO全体機能を高めることに貢献する気になるかどうか、である。そして、ものすごく気持ちのいいことに、日欧関係者全員が極めて協力的な態度でこの議論に参加したのだった。そして、観測モードの議論への地ならしができた。「国際共同はエゴのぶつかり合い」という姿は、そこにはない。

水星が遠いことによる問題（データ通信量が限られること）も、SWG会合直後のUS出張で、「友人からのアドヴァイス」を得て解決しつつある。国際共同は楽しい。

(藤本正樹)

平成20年度第1次気球実験

平成20年度第1次気球実験は、5月12日から6月12日まで、北海道広尾郡大樹町多目的航空公園内の連携協力拠点大樹航空宇宙実験場において実施されました。

37年間お世話になった岩手県大船渡市三陸町を離れて、今年から大樹町で大気球実験

を実施することになりました。昨年7月の大気球指令管制棟の着工に引き続き、9月に三陸での大気球実験終了後、三陸大気球観測所に設置されていた放球設備、遠距離長時間追尾装置など諸設備の移転、移設が行われました。作業は厳しい冬を通じて続けられ、今年3月末までに大気球実験実施に必要な施設、設備の整備を終えることができました。

第1次気球実験では、大樹町での大気球実験を安全に実施していく礎を固めることを目的として、大気球2機により実験システム実証試験を実施する予定でした。まず小型測風気球により気球追尾受信装置の性能を確認し、またウレタン気球を用いて新設したスライダー放球装置の地上試験を行いました。地上試験終了後の6月2日に大樹町での初



地元の小学生約100人によるバルーンリリース

号機となるB08-01実験を実施しようとしたが、放球準備中に搭載機器に不具合が発生したため、予定していた大型気球すべての放球を見送り、6月12日に第1次気球実験を終了しました。地元の皆さまのご期待に沿えない第1次気球実験となってしまいましたが、不具合

原因の究明を進め、安全で確実な気球飛翔を実現して、8月の第2次気球実験に備える所存です。

なお、大気球実験を大樹町で実施していくに当たり、大樹町とJAXAの連携強化がこれまで以上に必要とされることから、連携協力協定を締結しました。5月26日に中川昭一衆議院議員、嵐田昇北海道副知事ほか多くの来賓をお招きして調印式が挙行政され、式典終了後には大気球実験の開始を記念した地元の小学生約100人によるバルーンリリースがあり、子どもたちの宇宙へのメッセージを載せた色とりどりの風船が空高く舞い上がりました。大樹町で初めての大気球実験実施にご尽力いただいた関係各位に深く感謝致しますとともに、8月の第2次実験以降につきましてもご協力のほど、よろしくお願い致します。（吉田哲也）

MAXI 国際ワークショップ開催報告

国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」に来年春に搭載する全天X線監視装置MAXIに関する第3回国際ワークショップ“Astrophysics with All-Sky X-Ray Observations”が、理化学研究所・JAXA共催、日本物理学会・日本天文学会後援のもと、埼玉県和光市で開催されました。6月10日から6月12日までの3日間、約180人（国外10ヶ国33人、企業22人）の宇宙物理学者および企業の参加をいただきました。来年夏に観測を開始するMAXIを用いて研究を推し進めるために、41人（国内20人、国外21人）の口頭発表と42本のポスター発表を通じて、活発な討論が行われました。ワークショップ翌日の13日には、つくば宇宙センターへのバスツアーを実施し、すでに完成し、間もなく米国ケネディ宇宙センターに送られるMAXIの装置本体を見学しました。

MAXIは、X線で見た全天宇宙地図を時々刻々作成し、インターネットを通じて全世界の科学者に素早く提供するミッションです。この時期にX線全天モニターはMAXIし

かないため、多くの観測衛星・施設（INTEGRAL, SWIFT, GLAST, すざく, MAGICほか地上の天文台など）の関係者から大きな期待と共同研究の申し込みを受けました。これは、ブラックホール、中性子星、活動銀河核、（超）新星爆発など突発現象をMAXIでとらえ、ほかの装置と協力して多波長で観測し、この分野の研究を飛躍的に発展させようというものです。そのため、モニター装置として可能な限り長期（5年以上）の運用が要望されました。

今回のワークショップの開催にご尽力いただいたアドバイザーの皆さま、運営に奔走していただいた学生、ポスドク、スタッフの皆さま、そして参加者の皆さま、ありがとうございました。

なお、本ワークショップの諸経費には日本学術振興会、宇宙科学振興会、理化学研究所、宇宙航空研究開発機構、文部科学省科研費からの支援を活用させていただきました。また、試験棟クリーンルーム内のMAXI見学における、つくば宇宙センターの協力に感謝致します。（小浜光洋）

ISTS 国際宇宙展示会に 1 万 3 700 人

6月1日から8日まで、第26回 ISTS(宇宙技術および科学の国際シンポジウム) 浜松大会に併設して、国際宇宙展示会が浜松市のアクティシティ浜松イベントホールで開催されました。JAXAをはじめ宇宙関連企業、浜松地域の最新技術の展示、宇宙から見た地球環境展、火星ローバコンテスト、おもしろ宇宙実験教室、スペシャルトーク、小学生宇宙絵画展など盛りだくさんのイベントが行われ、8日間で1万3700人が宇宙に親しみました。今回の展示会には浜松周辺の企業が多数ブースを出展し、宇宙関連企業が主だったこれまでとはひと味違った展示会でした。会場内のステージでは実験教室やスペシャルトークなどが行われ、一体感のある構成でした。

月曜日から金曜日までは連日、浜松市内の小中学校から1日平均900人近い子どもたちが来場し、実験教室に参加し、展示を見学しました。20分の実験教室が終わると、展示場にあふれる子どもたちの対応に説明員は汗だく。「かぐや」が撮影した月面の立体視画像、ハイビジョンカメラの“地球の出”、「は



ISTS 国際宇宙展示会で熱心にメモを取る子どもたち

やぶさ」と小惑星イトカワ、ちょうど星出彰彦さんが「きぼう」の組立てを行った宇宙ステーションなどとともに、宇宙農業のカイコとカイコのさなぎ粉末入りクッキーが大人気(?)。カイコを見ては「何これ?」「生きてる!」と驚き、クッキーを試食しては友達を巻き添えにして大騒ぎでした。“なんで宇宙にカイコ?”の説明は分かったの

やら……。

土・日には家族連れで訪れる方が多く、科学衛星や探査機の観測について説明すると、子どもも大人も熱心に耳を傾けてくれましたが、来場者が多過ぎて十分対応し切れなかったのが残念でした。宇宙農業のカイコの前では「小さいころ屋根裏でカイコを飼っていた」「学校の授業で飼ったことがある」と、懐かしがって話し掛けてくる方も大勢おられました。虫好きの子どもたちには、クワの葉をもりもり食べている様子がたまらなくかわいいようで、いつまでも見入っていました。

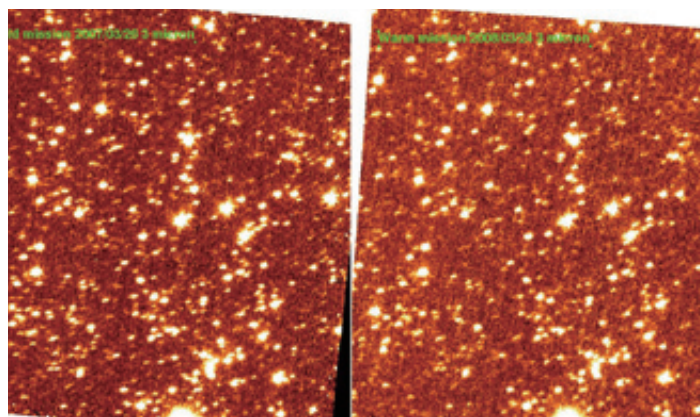
(周東三和子)

赤外線天文衛星「あかり」、ヘリウム消費後の観測を開始

「あかり」は、液体ヘリウムを使って -267°C まで冷却された望遠鏡で天体からの赤外線を観測してきました。冷却するのは、望遠鏡自身が赤外線を出すのを防ぐためです。昨年の8月末に液体ヘリウムはすべて使い切り、波長 $2\mu\text{m}$ から $180\mu\text{m}$ に及ぶ赤外線全域の観測は終了しました。しかし「あかり」

は冷凍機も装備しており、望遠鏡は現在でも -230°C 以下の低温を保っています。これによって波長 $2\sim 5\mu\text{m}$ の赤外線だけは、高い感度で観測を継続できます。昨年9月よりさまざまな準備作業を続けてきましたが、6月1日より、いよいよ液体ヘリウム消費後の本観測が始まりました。少し大げさに言えば、「あかり」は第二の人生を歩み始めたことになります。

図は、現在の「あかり」によって試験的に得た赤外線画像



「あかり」が波長 $3\mu\text{m}$ で撮影した黄極方向の空。左は液体ヘリウムが残っているとき、右は液体ヘリウム消費後の画像。画角は約10分角(0.16度)。

を、液体ヘリウムがあったときの画像と比べたものです。どちらも同じように多くの銀河や星が写っており、目立った性能の劣化はないことが分かります。「あかり」は上記の波長範囲で分光観測もできます。NASAの赤外線望遠鏡 Spitzer Space Telescopeにもこの

波長帯の分光機能はないため、期待が寄せられています。遠方の銀河や赤外線宇宙背景放射、銀河系中の褐色矮星や星間物質の観測、さらには太陽系外の惑星が出す赤外線検出への挑戦など、多くの観測が予定されています。日・韓・欧の研究者からの公募観測提案も受け付け中です。ヘリウムはなくなりましたが、「あかり」にはもうひと働きしてもらうことになります。(村上 浩)



散歩で見つけたモザイク床の遺跡

4月に入ってESAの担当者より、Space Propulsion 2008にて“Space Propulsion: Current Status and Future Perspectives”なる課題でラウンドテーブルを企画するので参加されたし、との呼び出しを受けた。ユーロ高の欧州方面出張は敬遠したいところではあるが、「お呼びが掛かるうちが花」と思い直し、出席を決意した。クレタ島は文明の出るところ、もちろん興味がないと言えようことになる。しかし、黄金週間に重なり、航空券の入手は困難を極めた。少ない研究費に見合う貧乏旅行は、南回りで成田→北京→ドバイ→アテネ→イラクリオン（クレタ島）へと相落ち着く。

案の定、アテネには遅着、乗り継ぎ便に間に合わず。チケットカウンターに飛び込み次の便を問う

と、12時発のビジネス席なら手配できるそう、泣く泣く追加料金を支払い、席を確保。クレタ島到着は13時、ラウンドテーブル開始が14時。「えっ！間に合うのか？」。そこで、学会組織委員会に電話をして事情を話すと、迎えの車を空港によこしてくれることになった。アテネ空港で、ヒゲをそり普

段着からスーツに着替えて、ラウンドテーブル用の身支度をすっかり整え、飛行機に乗り込み、イラクリオン空港に定刻到着。「Kuninaka」のプラカードを持ったドライバーと落ち合い、学会会場まで車を飛ばして、何事もなかったかのごとくボーカフェースでラウンドテーブルの座に着席。その場を乗り切る。

海外出張の楽しみの一つは、いろいろな飛行機に乗ることである。北京～アテネ間は、使い古しのBoeing767。たぶん、世界中を飛び回った揚げ句、中古でこのアジアのAir Carrierに身請けされたのであろうか。エルロン（補助翼）のヒンジ部が油でにじんできて、整備は十分かあ？と心配になる。たぶんそうなる予想した通り、復路も同じ機材と乗員（CA）であった。顔見知りとなったCAに、興味に任せいろいろと聞いてみた。乗務員・機体シフトは以下の通り。日曜夜到北京発、月曜朝にアテネ着。

次の客を乗せてすぐに出発し、火曜の朝到北京着。翌日の水曜から次の往復行程が始まるというわけで、私は日曜発の往路と、木曜発の復路に乗り合わせたことになる。機械も人間も大変な稼働率に驚く。

アテネ～イラクリオン間は、ギリシャ Air Carrier のAVRO RJ-100というリージョナルジェット。日本国内では見慣れない機種である。小型にもかかわらず、高翼に4発エンジンを搭載。たぶんSTOL（短距離離着）性が高いのであろう。第2次世界大戦中にヨーロッパで運用されたアプロランカスター爆撃機と同じ冠名から、英国製であることが知れる。

クレタ島は、東西に300 kmくらいの細長い形をしており、中央部に標高2000 m級の山脈を頂く。海岸線の平地は狭く、すぐに急峻な山肌が迫る。道は狭く蛇行していて、山岳ドライブ好きにはたまらないであろう。澄み切った空気を介して、白を基調とした家屋、茶色い地肌むき出しの山々、青いエーゲ海のコントラストが目まぶしい。モンスーン地域に住む日本人にとって、樹木に覆われない土地にどうして文明が宿るのか、速やかには理解されない。山が険しいので、地下水は豊富なかもしれない。

学会会場の近隣を散策し、港を見下ろす高台に登った。そこには、白い大理石の石柱がごろごろと転がり、石組みの基礎が露出した遺跡とおぼしき場所があり、ふと足元を見ると、モザイクの装飾を発見（写真）。歴史のあるものか、ごく最近のものなのか、素人の私には判然としなない。海岸沿いには、観光客を当て込んだレストランが立ち並ぶが、時期外れのため喧噪はない。夏のハイシーズンに備えてか、レストランの改築か増築がなされているのだが、家具調度類、テーブルやいすなどが戸外に野積みそのまま。日本なら台風やちょっとした嵐のとき、波や風でどこかに飛んでいってしまうか、水浸しで朽ちてしまう。しかし、ここはその名の通り地中海性気候であり、それを許しているのであろう。安定した温和な気候が「ゆりかご」となって文明を育てたのかと、悠久の歴史に思いをはせる。

学会で久々に再会した知己と夕食の機会を得る。日本の科学技術行政はどこへ行くのか、JAXAは宇宙技術の「ゆりかご」たり得るか、などなど、エーゲ海の空気と文明発祥の雰囲気と酔いつつ、議論を戦わせた。翌日、不義理してはいけない金曜夕方の方の打ち合わせに間に合うよう、早々に帰途に就く。日本に着くなり、「宇宙基本法通過の見込み」のニュースに出くわす。

（くになか・ひとし）



おじさん業界と消費者目線

知野恵子

読売新聞 東京本社 編集委員

都内のホテルで開かれた宇宙関連業界のパーティー。会場に足を踏み入れて、ぎょっとした。広い宴会場がグレーのスーツに埋め尽くされていたからだ。群れなすグレーのおじさん、おじさん、おじさん……。なんだか、めまいがしてきた。これじゃ、知った顔一つ、見つけれそうにない。

でも、妙に懐かしい。こんな光景、昔、見たことがある。

就職して間もない1980年代前半。勤め先はもとより、取材に行く先々で出会うのは、グレーのスーツの男性ばかり。職場での採用、昇進などで男女差別を行ってはならないとする「男女雇用機会均等法」が制定されるのは、もう少し後のことだった。

駆け出し記者時代を彷彿とさせる会場の様子を横目に見ながら、そうか、最近、何かざらざらと心に引っ掛かるものを感じていたのは、これだったのかもしれないと思い当たった。



議員立法による「宇宙基本法」が成立し、日本の宇宙開発は大きく変わろうとしている。

軍事利用の解禁、利用を中心とした宇宙開発などのキーワードが並び、産業界は商売発展への期待を寄せる。

だが、果たして本当に利用拡大につながるのだろうか。首をかしげたくなるのも、この業界は消費者目線が欠落しているという致命的な問題を抱えているように感じられるからだ。

宇宙産業界にとってお客さまは、国と宇宙航空研究開発機構だ。宇宙開発に対する知識、発想が似通った、ある意味で均質な人たちが、手に手を取り合うように進めてきた。分かる人同士で分かり合えばいい、そんなメッセージを発しているように見える。

だが、一般の消費者相手の商売となると、そうはいかない。「いくら説明書を付けても、こちらが想定もしないような使い方をされる。

それでも、何か事故が起こると、我々の責任になるし……」。家電メーカーの人がこんなことをこぼしたことがある。世間がどう受け止めるかが、重要な問題なのだ。

あの80年代前半は商品開発の変革期でもあった。「女性の視点」「主婦の目」などをうたい文句にした製品が次々と売り出された。多分に宣伝色が強く、マスコミで取り上げられることを狙った話題作りのようなものでもあった。だが、女性を対象にした商品であるにもかかわらず、開発現場は男性中心、「本当に消費者の欲しいものを作っているのか」と省みる姿勢につながっていったことは確かだ。

宇宙開発はそうではない。最近でこそ、「納税者への説明責任」という言葉を口にするが、果たしてどこまで本気が疑いたくなる。

「産業界にとっては、国と宇宙機構の機嫌さえ損なわなければ安泰」という意識が透け

て見えるからだ。消費者から不買運動を起こされる心配もないし、消費者の意見を製品にフィードバックすることもない。「世論なんて関係ない」といわんばかりのたたずまいが見え隠れする。ある関係者は「国による護送船団方式が残っている最後の業界」と表現する。

しかし、宇宙開発に投じられる資金は、国民の税金だ。鈍感なままだり過ぎし続ければ、「宇宙開発なんて本当にやる必要があるのか」と、いずれしっぺ返しを受ける。



「宇宙基本法」の目玉の一つは宇宙担当相の新設だった。初代の宇宙担当相は、岸田文雄科学技術担当相が、六つ目の仕事として兼任することになった。

産業界からは「片手間にできる仕事じゃない。世間の宇宙開発に対する相場観はこの程度なのか」と、嘆く声が漏れた。

だが、皮肉な見方をすれば、案外これも神のおぼしめしなのかもしれない。

岸田氏の兼務の中には国民生活、消費者行政推進もある。旧来のDNAを一掃し、暮らしや消費者、あるいは自分たちと発想や価値観が異なる人々を意識した視点に切り替える努力をしてみてもはどうだろうか。法律を錦の御旗にして、強引に進めるよりも、はるかに国民の支持を得て発展できるような気がする。

(ちの・けいこ)



宇宙だけでなく、地上の生活に根ざした発想も必要。

干渉計で人が見たことのないものを見る

宇宙科学共通基礎研究系 准教授

村田泰宏

—— 2012年に打上げ予定の次世代電波天文衛星 ASTRO-Gでは、ハッブル宇宙望遠鏡の2000倍の分解能を実現するそうですね。

村田：ASTRO-Gと地上の望遠鏡を干渉計という方法で組み合わせることで、1度の1億分の1の角度を見分けることが可能になります。あらゆる望遠鏡の中で断トツに優れた分解能です。干渉計は複数のアンテナを組み合わせ一つ望遠鏡をつくる観測方法です。宇宙に打ち上げたASTRO-Gと地上の望遠鏡を組み合わせ地球直径の3倍に相当する電波望遠鏡にすることで、高い分解能を実現できるのです。ただし干渉計の原理は難しく、私も学生のころはよく分かりませんでした。干渉計の原理を知りたい、干渉計で観測してみたいと思い、大学院のときに電波天文学を選びました。学生のころから現在に至るまで、人が見ることができないものを見たい、というのが私の研究のモチベーションです。干渉計を用いれば、ほかの方法では実現できない高い分解能で観測ができる可能性があります。

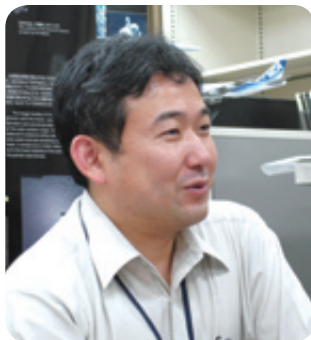
—— 国立天文台の野辺山宇宙電波観測所で、干渉計を使った研究に参加されたそうですね。

村田：1980年代後半、ちょうどミリ波干渉計という装置が動き始めたところで、星の形成領域などを観測しました。実はASTRO-Gの前身である電波天文衛星「はるか」は、野辺山の研究グループがISASと協力して始めた計画です。現在、南米チリにALMAと呼ばれる大型ミリ波サブミリ波干渉計が、日米欧の国際協力で建設されています。このような干渉計を世界に先駆けて提案したのも、野辺山の研究グループです。

—— 当時の野辺山は、どのような雰囲気だったのですか。

村田：とにかく言いたいことを言う人が多かったですね（笑）。言うだけでなく行動力のある人たちが集まっていました。私は学位を取った後も1年間野辺山で研究を続け、その後1993年にISASに入り、「はるか」の計画に参加しました。私の研究の基本は、干渉計で人が見たことのないものを見ること。電波天文衛星と地上の望遠鏡を結んで干渉計にする世界初のプロジェクトは、とても魅力的でした。

—— 「はるか」を受け継ぐASTRO-Gでは、どのような現象が見えてきそうですか。



むらた・やすひろ。1963年、埼玉県生まれ。1991年、東京大学大学院理学系研究科博士課程天文学専攻修了。理学博士。国立天文台野辺山宇宙電波観測所を経て、1993年、宇宙科学研究所助手、2005年より現職。次世代電波天文衛星ASTRO-Gプロジェクトに携わっている。

村田：銀河中心にある巨大ブラックホールの近くを見ることができます。「はるか」では巨大ブラックホール本体の直径の数百倍の領域を見ることができました。理論では、ブラックホールのまわりには、本体の直径

の10～100倍の大きさを持つガス円盤があると考えられています。ASTRO-Gでは、直径の10倍くらいの領域が見えてきます。ブラックホールのこれほど近くの領域を直接見ることができる観測手段は、これまでありませんでした。理論通りに円盤が見えても見えなくても、大きな成果になります。まさに人が見ることができなかったものを見るのです。

—— ASTRO-Gの次は、さらに分解能の良い干渉計を目指すのですか。

村田：分解能もそうですが、やはり感度を上げたいですね。感度はアンテナの面積によります。ASTRO-Gのアンテナは直径約10mと小さいので、巨大ブラックホールを持った銀河など、とても強い電波を出す天体しか見ることはできません。

例えば、電波天文衛星100基程度で干渉計を組んで、惑星軌道くらいの大きさの電波望遠鏡をつくります。そして、観測周波数を1桁高くすると、ASTRO-Gの10万倍の分解能になります。このくらいだと、太陽から約4光年離れた隣の星であるアルファ・ケンタウリ星で1kmほどの分解能になるので、星の表面も見えるくらいになります。ただし、1個1個の衛星のアンテナの大きさも大きくしなければならず、単純に計算すると、星を見るための感度にするには、月の軌道よりも一回り小さいくらいの範囲の電波を集められるアンテナが必要ということになってしまいます。

—— このコーナーで紹介した夢の中で、最も壮大かもしれない。

村田：単なる計算なので、現実を見ると、どうかしていると言われますよ（笑）。今は無理かもしれないが、将来もしかすると革命的な技術発展があって、可能になるかもしれない。干渉計は、それくらい大風呂敷を広げることができる面白い観測方法だと思っています。

ISAS ニュース No.328 2008.7 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ビニア 制作協力／有限会社フォトンクリエイト

編集後記

この編集作業と同時期に、観測ロケットS-520-24号機の噴合せ試験を実施しています。打上げから落下までのわずか10分間の実験を成功させるために、数年の歳月をかけて準備しているのです。この試験と打上げの様子は、いずれ皆さんにご報告致しますので、ご期待ください。（竹前俊昭）

* 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

