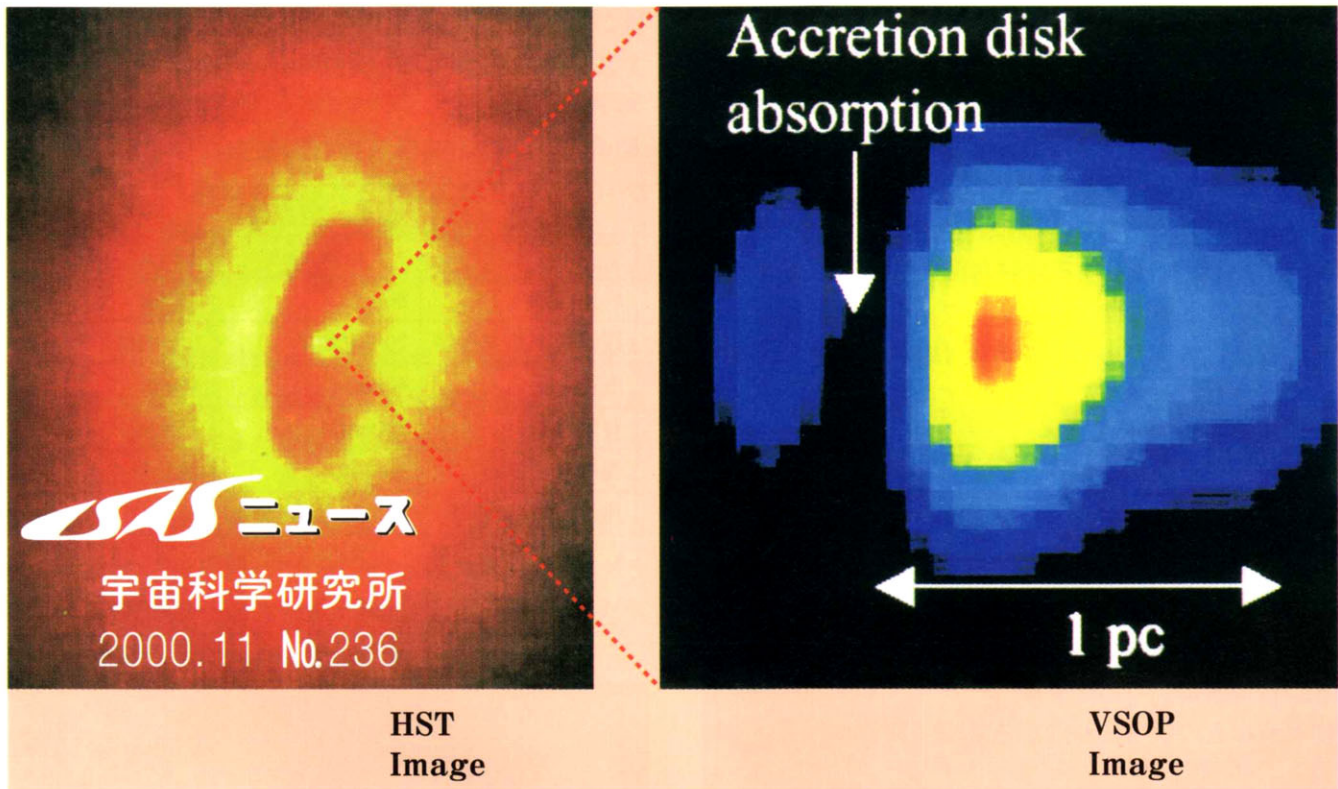




▲電波銀河NGC4261中心核の光のディスク（ハッブル宇宙望遠鏡）（左）とVSOP波長6cmイメージ（右）
ジェット軸およびディスク回転軸は図に対して左背面から右こちら側に向いている。（本文記事参照）

〈研究紹介〉

InFOCuS : スーパーミラー硬X線望遠鏡を用いた気球観測プロジェクト

名古屋大学大学院理学研究科 田 原 譲

ASCA衛星などと同じような宇宙の撮像分光観測が数10keV（キロ電子ボルト）の硬X線領域でもできるようになっていきます。InFOCuS（International Focusing Optics Collaboration for μ Crab Sensitivity）と呼ばれるプロジェクトでは、スーパーミラー硬X線望遠鏡という最新型の望遠鏡を搭載した気球による観測が、来年夏にアメリカで予定されています。ここではあと半年あまりにまで迫ってきたこの計画とその準備状況について御紹介したいと思います。

1. 硬X線望遠鏡

アインシュタイン衛星やROSATなどに搭載されたX線望遠鏡は2～3keVまでのX線に対して可視光同様集光撮像のできる望遠鏡で、それまでの視野を限るコリメータと検出器だけの非撮像型観測装置に対して飛躍的に高い感度の観測装置として登場しました。これ

に対して特に6～7keVの鉄の輝線をカバーする望遠鏡を搭載したX線衛星としてASCA衛星が93年に登場し、さらにその後継機として（残念ながら軌道投入できなかった）ASTRO-E衛星が今年2月打上げられました。

こうして次第に撮像観測のできるX線のエネルギーは上がってきましたが、10keVを越えるX線に対しては、これまでの延長の製作方式（全反射斜入射光学系）は通用しなくなってきました。それは斜入射角が小さくなりすぎるためです（たとえば40keVのX線に対するプラチナ鏡面の全反射の臨界角は 0.1° ）。

そこで登場してくるのが多層膜スーパーミラーです。これは人工的に作った重元素と軽元素からなる薄膜層構造（人工一次元結晶）によるX線のブラッグ反射を利用したもので奥行き方向に数nmの層厚を徐々に変えブラッグ反射のエネルギー帯を広げた硬X線に対する新しい反射鏡です。

2. 硬X線領域の本格的宇宙撮像観測

それではこのような新しい硬X線望遠鏡によって宇宙のどんな様子が見えてくるかを概観しましょう。まず硬X線領域はいわゆる熱的放射から非熱的放射が支配的になってくる移行のエネルギー帯であるため、それぞれの成分の割合を正確に評価できるようになり10 keV以下の領域における放射過程も明確になってくることが期待されます。またコンプトン散乱や核ガンマ線の最低エネルギーとしての硬X線が顕著になってくる領域でもあります。したがって特に超新星残骸における核ガンマ線 (^{44}Ti 67.9keV, 78.4keV) やSN1006のような宇宙線加速サイトの検出、銀河団における非熱的成分の検出など広がった硬X線源の観測には撮像機能がフルに活かされるものと考えられます。また点源に対する感度の向上は一般に活動銀河核 (AGN) 検出の感度を高め、銀河団中のAGNの存在や、宇宙X線背景放射における硬X線領域のスペクトル・バンプの起源などの解明につながることが期待されます。

3. InFOCuSプロジェクトとその特徴

このプロジェクトは私たち名古屋大学と、宇宙研、NASAゴダード・宇宙飛行センター (GSFC) などが中心となって4年前から行っている国際共同研究で、名古屋大学のグループが中心に研究・開発を進めてきた多層膜の技術と、GSFCのフォイルミラー製作や硬X線検出器の技術を合体させて、上に述べたような硬X線領域での宇宙X線源に対する高感度集光撮像観測を行おうとするものです。

このプロジェクトの最大の特徴は、世界で初めて硬X線に対する反射集光結像系が使われるという点です。これまで硬X線の像を得るにはコーディッド・マスクやスタグレコリメータなどX線をブロックして空間情報を引きだし、これを再合成して像を得るという方法しかありませんでした。これに対して我々は後述する多層膜スーパーミラーによって、いわば「普通」の意味の望遠鏡を硬X線に対して実現したのです。

これにより直接宇宙の硬X線像が得られるだけでなく、「集光」系であるため検出器が小さく、検出器ノイズが減るとともに、角分解能に相当する背景X線源の混入ノイズも減ってX線源の検出感度を飛躍的に高くなりました。

気球観測はこのような新しい硬X線望遠鏡が本当に宇宙観測に使えることを実証し、さらに将来の汎用硬X線天文台に必須の観測装置として位置づけられることをねらっています。

4. InFOCuSの光学系、ゴンドラ、検出器

来年夏の最初のフライトに用いられる予定の望遠鏡光学系、ゴンドラ、それに焦点面検出器の諸元を表1, 2, 3に示しました。

表 1. 望遠鏡

	InFOCuS	ASTRO-E(参考)
終点距離	8m	4.75m
観測エネルギー帯	20~40keV	0.5~10keV
直径	40cm	40cm
有効面積	100cm ²	250cm ² (@7keV)
視野 (半値幅)	10分角	20分角
角分解能 (HPD)	2分角 (目標1分角)	2分角

表 2. ゴンドラ

姿勢安定度	±5秒角
姿勢制御精度	<15秒角
姿勢決定精度	1秒角
望遠鏡-検出器間位置決定精度	40 μm
電力	300W
重量	1500kg

表 3. 焦点面検出器

種類	CdZnTe
大きさ	25×25×2mm
ピクセル	380 μm
アクティブ・シールド	2.5cm厚CsI
コリメータ視野	10° (半値幅)
検出効率	100% (20~40keV)
エネルギー分解能	5keV (目標2keV)
バックグラウンド	7.8×10^{-4} counts/s (HPD内部)

望遠鏡は外見的にはASTRO-Eのそれとうり二つです。というのもInFOCuS硬X線望遠鏡は、ASCAやASTRO-E同様極端な斜入射光学系で極めて薄い基板のレプリカ・フォイル・ミラーを用いるからです。ただしASCAやASTRO-Eに比べ平均の斜入射角は更に小さくする必要があり、ASTRO-Eと同じ口径でありながら焦点距離は8mになっています。

観測エネルギー帯は気球高度約40kmに対応して下限20keV、また多層膜の成膜の容易さを考え最初のステップとしては上限を40keVに設定しました。

多層膜スーパーミラーのX線反射率を考慮した有効面積は100cm²、また望遠鏡の視野は半値幅で10分角とASCA、ASTRO-Eよりかなり狭くなっていますが、

これは観測エネルギー帯の平均のX線（30keV）に対する全反射の臨界角（Ptで約 0.15° ）にほぼ対応しています。

現在使う予定の望遠鏡の角分解能は2分角（HPD：点光源からのX線の半分が入る角度広がり直径）でASTRO-Eと同様ですが、最終ゴールとして1分角以下にしたいと考えていますが、このプロジェクトの難しい課題の一つです。

ゴンドラ（図1）は8メートルの焦点距離を確保するために巨大なものになります。また焦点面検出器は最近急速に進歩してきた位置検出型のテルル化カドミウム亜鉛半導体検出器（CdZnTe）で、気球フライトでは全体が大気圧の容器の中に納められた状態で用いられます。この検出器については大気起源のバックグラウンド・データを得るため、検出器のみを搭載した気球実験がこの夏に行われています。

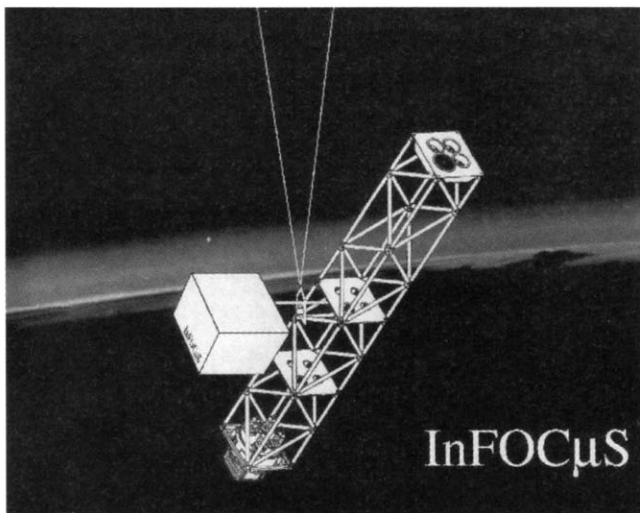


図1 InFOCuS プロジェクト：
気球観測のイメージ図（ゴンドラ）

5. 硬X線望遠鏡の製作

多層膜スーパーミラーの製作工程を簡単に説明しましょう。この工程はレプリカ・フォイルミラーの製作と多層膜スーパーミラーの成膜の2つに大別できます。成膜についてはレプリカ・ミラーの製作後これにコーティングする場合と、レプリカ・ミラーの製作工程の中に組み込んで行う場合（これを直接レプリカ法と呼んでいます）の二つの方法があり、現在は前者の方法をとっていますが今後メリットの大きい後者の方法に移行する予定です。

まずフォイルミラーの基板となる厚さ0.15mmのアルミ板を円錐展開形状となるよう専用装置で上下の外周を切り出し、さらに円錐の熱成形用マンドレルを用いて熱成形します（図2）。レプリカ用ガラスマンドレ

ル（円柱）の表面にはスパッタリング装置を用いてプラチナと炭素の多層膜を成膜します。成膜装置はDCマグネトロン・スパッタリング装置2台を用いており、いずれもフォイルミラー内面やマンドレル外面への均一な成膜のためにマスクパターンと回転動作を利用しています（図3、図4）。成膜されたマンドレルおよび成形されたフォイル基板はともにスプレー装置でエポキシ樹脂が塗布され（図5）、真空容器内で圧着後、恒温槽内で硬化させます（ 50°C 、8時間）。

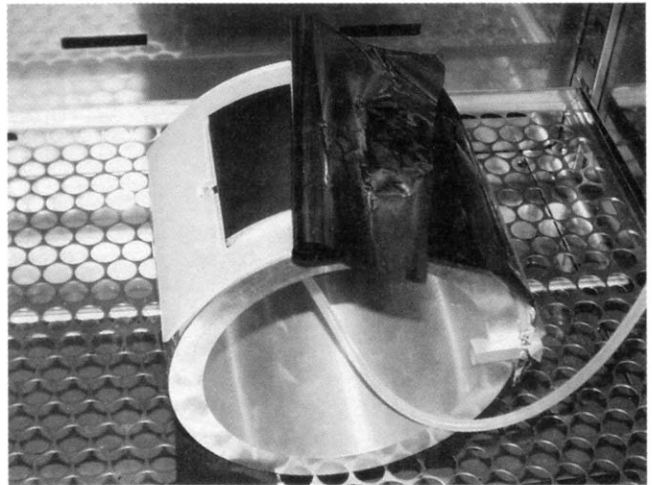


図2 レプリカ・フォイルミラー用
アルミ基盤熱成形工程

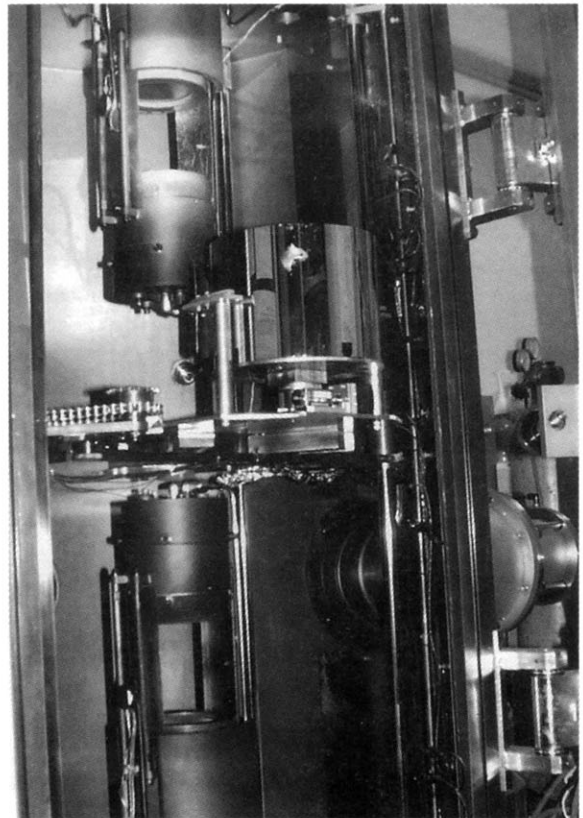


図3 多層膜成膜装置（対向ターゲット型
DCマグネトロン・スパッタリング装置）

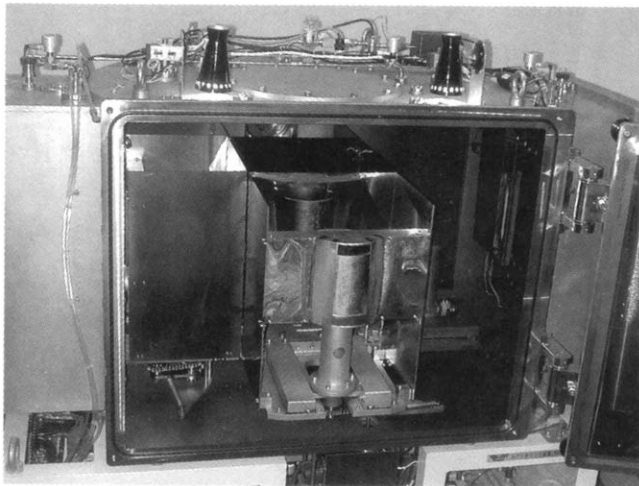


図4 多層膜成膜装置
(DCマグネトロン・スパッタリング装置)



図5 レプリカ用マンドレルへの
エポキシ樹脂塗布工程

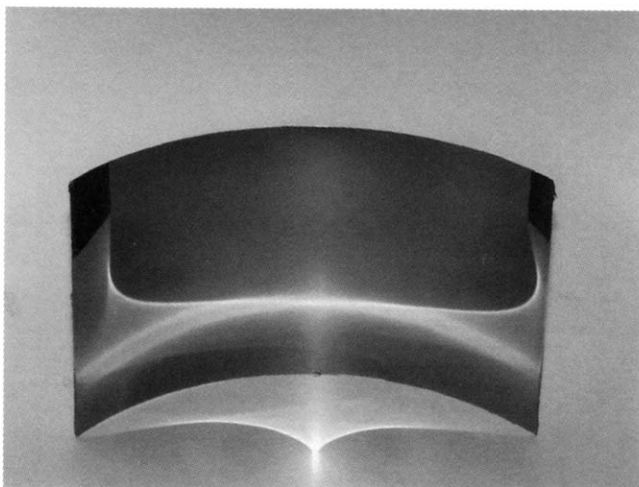


図6 白金・炭素多層膜スーパーミラー表面を持つ
レプリカ・フォイルミラー

こうしてでき上がったのが図6に示された多層膜スーパーミラーの鏡面を持つレプリカ・フォイルミラーです。

6. スーパーミラーのデザインと 成膜の実際・性能評価

最初のステップとして目指す20~40keVのエネルギーをカバーするスーパーミラーとして、どんな多層膜を成膜するか、その物質（重元素、軽元素）、周期長とその奥行き方向への最適分布などは、多数の多層膜の試作と予想反射率の計算機シミュレーションをもとに決めました。InFOCuSの望遠鏡では半径の異なる255枚の共焦点ミラーがありますが、多層膜のパラメータとしてはこれを半径の近い13のグループに分けそれぞれに、周期長と層数の組みを決めています。多層膜物質は白金と炭素で周期長は2.9~9.0nm、層総数は最内側・最外側のミラーに対してそれぞれ15および60層になっています。私たちのグループで担当するスーパーミラーの製作枚数1020枚の内、現在までに約1/4の製作が済んだところです。作られたスーパーミラーの性能評価は、単一エネルギーのX線に対する反射率の角度依存性と実際に用いられるエネルギー範囲での反射率のエネルギー依存性の測定により行われています。これまでのところ目標の80%の有効面積が得られるような単体のスーパーミラーの反射率が得られています。

7. 今後の進め方

当面は来年夏のフライトに向けて引き続き多層膜スーパーミラーの製作を進めるとともに、8mX線ビームラインの整備とこれを用いた望遠鏡としての総合的性能評価を行う予定です。また65~80keVのエネルギー帯をカバーする第2ステップのフライトに向け多層膜スーパーミラーのデザインや成膜工程の確立、それに望遠鏡角分解能の一層の改良も進めていく予定です。

多層膜スーパーミラーの原理的な説明については昨年7月のISASニュース「宇宙を探る」欄にも書きましたので併せてごらん下さい。また私たちの研究室のホームページ

<http://www.u.phys.nagoya-u.ac.jp/index.html>

でも関連情報がごらんになれます。

(たわら・ゆずる)



★「はるか」が観る活動銀河核の円盤

電波天文衛星「はるか」は、世界トラッキング網、電波天文アンテナ網とスペースVLBI観測（VSOP）を続けています。

1年前に「はるか」の4台のリアクションホイールのうちの1台に不具合が発生したので、現在は多少の運用制限をつけていますが、通常の観測に大きな問題はありません。

VSOPでは、活動銀河核でのジェット現象を観測することに多くの時間が使われていますが、ジェットをみていると、それに垂直なディスクが判別できる場合があります。NGC4261という、約1億3,000万光年遠方の電波銀河の場合です。この電波銀河では、中心をつき抜けて長大な電波ジェットがあります。

ハッブル宇宙望遠鏡（HST）が、この電波銀河のジェットに軸が一致する1000光年ほどの直径の光の円盤を発見しています。最近の地上VLBI観測では、1光年ほどの解像度でジェットの付け根を観測していましたが、付け根は明るく輝きながらも、ジェット軸にそって、中心核の前後で非対称な形をしているということがわかってきました。

VSOP観測は、電波銀河NGC4261の観測で、説得力のある結果を出しました。中心をとりまくディスクによる吸収の姿がきれいに見えるのです。そのディスクの幅は1光年より狭く、HSTが観たものより、千分の1のスケールのディスクです。VSOPは、比較的長波長の18cmと6cmの観測ができるので、ディスクによる吸収（プラズマによる低周波電波の吸収）を敏感に観測できるのです。（平林 久）

★SOLAR-B「基本設計確認会」開催さる

SOLAR-B衛星は、基本設計を完了し、プロトモデル及び構造・熱モデルの製作に取りかかる段階を迎えています。このため第10回設計会議は、衛星設計のレビューを目的として、衛星チーム外の工学・理学の先生方にも参加いただき、「基本設計確認会」として9月12日～13日に開催致しました。名古屋地方の集中豪雨により伊丹の三菱電機（可視光・磁場望遠鏡担当）や名古屋の三菱重工（ミッションデータプロセッサ担当）の面々が初日に出席できなくなるハプニングもありましたが、プログラムのやりくりで凌いで、衛星の全般にわたって、詳細かつ全面的な検討がきわめて活発に行われました。

検討のなかで明らかになったいくつかの課題について触れておきます。現状では総重量が900キロの目標値に対して40キロ弱超過しています。衛星構造及び観

測機器の軽量化が強く求められています。SOLAR-Bの3つの望遠鏡は高い空間分解能が売り物ですが、この達成は衛星の構造・熱安定性、姿勢安定度にかかっています。ゴールはまちかとはいえ、姿勢系センサの熱歪み対策及びアクチュエータの擾乱対策にそれぞれ課題が残っています。打ち上げ直後の初期シーケンス、テレコマ系、地上系などにも検討に積み残しがあることが指摘されました。これらがオープンに議論されたことにより、その後の検討に拍車がかかったことが最大の収穫でしょう。なお、この時点では、打ち上げの1年延期に伴うマスタースケジュールの見直しが進行中でしたが、国際協力に関わる部分も含め、現在までに新しいスケジュールが確定しています。

出席いただいたSOLAR-B衛星チーム外の先生方からは多くのアドバイスを頂きました。ありがとうございました。他の衛星を担当されている幾人かの先生方からは、共通の課題があることを再認識したという言葉もいただきました。今後の協力・共同の足掛かりになればと思います。（小杉健郎）

★SS-520-2号機頭胴部本組み～発送

SS-520-2号機は、本年11月末、ノルウェーのスバルバードロケット実験場から打ち上げられる予定です。この実験場は北緯79°、北極点まで約1000kmという世界最北端にある射場で、ここが選ばれた理由は勿論このロケット実験の目的、カスプと呼ばれる所を狙ってロケットを打ち上げるためです。カスプには太陽風が直接的に低高度まで侵入してくると同時に上層大気のイオンが地球から大量に逃げ出していることが、「あけぼの」衛星の観測結果などで見つかっています。普通は地球の重力に束縛されているはずの重イオンが脱出するためには、何らかの特別の加速・加熱機構が働いているはずで、それは1000km程度から上の高度で始まると考えられています。SS-520-2号機の目的は正にその加速・加熱の起きているところにロケットを打ち上げて、その物理機構を調べようというものです。この研究は最近注目を浴びているテーマの1つで、カナダ、アメリカ、ヨーロッパの研究者達も大きな関心を寄せており、一緒に共同研究するよう計画されています。

このロケット実験が提案されたのは4年以上も前のことですが、遂に最後の詰めの段階になりました。7月末の計器合せ、8月初めのモータ部発送、8月末～9月中旬の噛み合せを経て、最終的な頭胴部本組みが10月10～11日に行われました。ここに至る段階では大小様々なトラブルが発生し、最後の最後まで気の採める

ロケットですが、なんとか全てクリアして13日の夕刻、地上試験装置などの機材と共に宇宙研を後にしました。本号が出る頃には現地にてロケットモータとの結合作業など射場オペの真っ盛りのはずです。

(向井利典)

★DARTS「AKEBONO」データ公開開始

**** <http://www.darts.isas.ac.jp/akbn/> ****

PLAINセンターで構築を進めている科学衛星データベース「DARTS」(<http://www.darts.isas.ac.jp>)では、太陽地球系物理のサービスとして「GEOTAIL衛星データ」と「国際太陽地球物理データベースCDAWeb」の二つを既に提供しております。これに加え、9月よりAKEBONO衛星のデータ公開を開始致しました。当面公開されるのは

・基礎情報

(関係者連絡先、Reference、衛星情報など)

・軌道情報 (各観測装置のON/OFF情報を含む)

・各観測装置のデータ:

低エネルギー粒子計測器(LEP),

オーロラ撮像装置(ATV), 放射線モニター(RDM)です。これ以外の観測データも、公開準備が出来たものから漸次追加する予定です。

地球・惑星関係の衛星は、国内外の数多くのPIによる複数の観測装置がほぼ独立に搭載され、データ公開もばらばらに行われてきたのですが、「衛星データは公共財である」というDARTSの基本ポリシーに沿う形で、最低限の要請を除いて全ての研究者にデータを自由に使用可能と致しました。1989年の打ち上げ以来、one solar cycleを無事生き抜いてきたAKEBONO衛星のデータが、更に広く使われることを期待しています。

付記: PLAINセンターでは、上記を含むDARTSの報告を含めた「宇宙科学におけるデータベース」シンポジウムを10/27(金)に開催致し、各所で進行しているデータベース構築の現状と課題を踏まえ、強力な計算機と高速ネットワークを背景とした広域データベースの今後について、議論を行いました。出席されなかった方で、講演集を御希望の方はお知らせください。

(笠羽康正)

★BepiColombo, ESAコーナーストーンに正式認定

—ESA/ISAS共同ミッションとして検討中—

”BepiColombo”, 多くの方には多分耳慣れない言葉と思いますが、これはESAの水星探査ミッションの名前です。太陽に一番近い惑星、水星は幾つか特異な性質を持っていますが、自転と公転周期が2:3の関係に

なっていることもその1つです。この事を最初に指摘したのがイタリアの応用数学者 Giuseppe (Bepi) Colombo [1920-1984]でした。彼の名前にちなんで名付けられたBepiColomboは、

MPO: Mercury Planetary Orbiter

MMO: Mercury Magnetospheric Orbiter

MSE: Mercury Surface Element

という3つの衛星/ランダーでもって、水星の固体内部、表面から磁気圏に至る謎に一気に迫ろうとするESAのコーナーストーン・ミッションです。打ち上げ手段については、2009年にロシアのSoyuz-Fregat を使って2回に分けて打ち上げようとする計画が現在のベースラインです。1つはMPO, もう1つはMMO+MSEをセットとするもので、いずれも電気推進と金星スウィングバイを使い、水星周回軌道への投入は2液の化学推進というシナリオです。

BepiColomboはESAの計画ではありますが、ESA/ISAS共同ミッションとするための協議が両者の間で行われてきました。その結果、宇宙研がMMOのシステム設計・製作・運用を担当、サイエンス面では(MPO, MSEも含めて)日欧を中心とする国際協力で計画を推進しようとしています。宇宙研の衛星にNASAやヨーロッパの観測装置を搭載したことはこれまでもありましたが、(この計画が実現すれば)宇宙研がESAの大型ミッションの一翼を担うという、新しい形の国際協力になります。9月中旬に行われたESAのSSAC (Space Science Advisory Committee) の結論を踏まえて、10月11-12日に行われたSPC (Science Program Committee) で第5番目のコーナーストーン(CS-5)に正式決定され、検討にも拍車がかかってきました。

(向井利典)

★田中・井上先生サイテーション・ローリエット受賞

米国ISI Thomson Scientific社は自然科学全分野に渡り全世界8000誌の1981-1998年間の論文を調査し、引用回数が多くその分野において大きな影響力があったとされる論文(ハイ・インパクト論文)を継続的に多数発表した科学者、サイテーション・ローリエット(引用最高栄誉賞受賞者)を発表した。ここで、ハイ・インパクト論文とは各年ごとに22の各分野で引用された回数が世界の上位200に入る論文と定義される。日本からは、この18年間に13編以上のハイ・インパクト論文を発表した科学者30名が公表され、去る10月30日に東京アメリカンクラブで表彰された。

天文学/宇宙物理学の分野からは当宇宙科学研究所名誉教授田中靖郎氏と同教授井上一氏がこの30人の中

に入り表彰された。元来天文学／宇宙物理学の分野は世界における日本の論文のシェアが比較的少なく、また全論文数に比べハイ・インパクト論文の割合が少ないとされており、この度両先生がハイ・インパクト論文の多い日本の科学者上位30人の中に名を列ねられたことは大変な快挙であり、お二人には心からお祝申し上げたい。

両先生のハイ・インパクト論文を少し分析すると、まずお二人の共著のハイ・インパクト論文が比較的多く7編ある。これは両先生が当宇宙研で「てんま」以来衛星の製作・運用のみならず、成果の導出においても二人三脚で日本のX線天文学を主導してこられたことを如実に物語っている。次にお二人のハイ・インパクト論文のそれぞれ約半分が、宇宙研の4番目のX線天文衛星「あすか」の成果が出だした初期の1994－1996年に集中していることである。「あすか」は世界の歴代天文衛星の中でも、ハッブル宇宙望遠鏡（HST）、紫外線観測衛星IUE、X線天文台Einstein、赤外線天文衛星IRAS、X線天文衛星ROSATなどに次ぐ高い論文生産量を誇っている。しかし今回の田中、井上両先生のサイテーション・ローリエット表彰は、図らずも「あすか」が論文の数だけではなく質においても、天体物理学に強いインパクトを与える重要な成果を出していることを検証する結果となった。お二人に喝采を送りたい。

（長瀬文昭）

★CNES総裁の来所

フランス国立宇宙センター（CNES）のアラン・ベンスーサン総裁が、CNES国際部長セルジュ・プラタル、CNES顧問ベルナール・ルシアーニ、CNES国際局エリック・セルフメイヤー、フランス大使館科学参事官ミシェル・イスラエルの各氏とともに、さる10月13日に宇宙科学研究所を来訪された。松尾所長、鶴田企画調整主幹その他が対応し、お互いの活動の概略を紹介し合った後、エントランス・ホール、飛翔体環境試験棟、構造機能試験棟、「ようこう」データ解析室、イオン・エンジンなどをご案内した。イオン・エンジンについては特に関心が深く、ミューゼスCにおける利用の計画などを国中助教授に熱心に質問されていた。

（的川泰宣）



お知らせ



★シンポジウム

宇宙構造・材料シンポジウム

開催日：12月5日（火）

場 所：宇宙科学研究所本館2階会議場

宇宙空間原子分子過程研究会

開催日：12月25日（月）～26日（火）

場 所：宇宙科学研究所本館2階会議場

宇宙航行の力学シンポジウム

開催日：12月7日（木）～8日（金）

場 所：宇宙科学研究所本館2階会議場

宇宙科学シンポジウム（仮称）

開催日：1月11日（木）～12日（金）

場 所：宇宙科学研究所本館2階会議場

大気球シンポジウム

開催日：12月14日（木）～15日（金）

場 所：宇宙科学研究所本館2階会議場

宇宙利用シンポジウム

開催日：1月15日（月）～16日（火）

場 所：宇宙科学研究所本館2階会議場・

1階入札室

太陽系科学シンポジウム

開催日：12月20日（水）～21日（木）

場 所：宇宙科学研究所本館2階会議場

問い合わせ先：宇宙科学研究所研究協力課

共同利用担当

TEL. 042-759-8019

久しぶりに長旅をしてきました。

まずは、San Diego郊外のLa Jollaで、9月27、28日の両日IACG（宇宙科学分野での日米欧露の4極による年次会合、今年は米国がホスト）。昨年の沖縄で、各国出席者3名以内という軽量化と戦略的計画（Strategic Planning）に向けての活動強化が決まった後、最初の会合でした。

やや肥大化の傾向があった従来に比べて、これも悪くないねという膝付き合わせた雰囲気の中で、新たに、太陽・地球環境科学、赤外、X両天文分野での協調の可能性の追求とリソースとしての追跡局の調査、とが決められました。今回は、本来ならばロシアですが、ハレー彗星の際IACG発足の地となった、イタリアのPadovaで開かれることになりました。

続いてIAF（国際宇宙航行連盟）/IAA（国際宇宙航行アカデミー）出席のためRio de Janeiroへ。

遠いので参加者数が危ぶまれましたが、最終的には予想を遙かに超える2000人が参加したようです。会場は郊外のやたらに大きなところで、ただ各自のホテルからはバスでまたはタクシーで小1時間は掛かります。入るに難く、出るに難く、これを理想的と言うかどうかは各自の心掛け次第といったところです。

ショー形式の型破りの開会式に始まり（これについては、さすがという意見と朝っぱらから何をという、例によって賛否両論あり）、28のシンポジウムで104のセッションが開かれました。ISASからも10人以上が参加して、発表のみならず運営上でも重要な役割を果たしました。私自身もアカデミーの評議員会など拘束の多い毎日で、火星探査のパネルにも鶴田教授の代打で出席しましたが、NASAが火星探査機の連続失敗を踏まえて計画を練り直しているところであり、あまり迫力のある議論になりませんでした。

IAAの方は活性化の為の委員会等の再編が始まったところで、新体制に落ち着くのに、1～2年はかかりそうです。もう1つの重要な議題はおなじみの財政強化で、産業界などを団体メンバーとして加入させ寄付金を募るという会長提案は、個人の集合であるアカデミーにとって如何なものかということで、要検討・保留ということになりました。IAFの方は五代会長が任期満

了につき、後任に今回の組織委員長でもあったブラジルのBarbosa, INPE所長が就任しました。来年からはToulouse, Houston, Bremenと続きます。

日本の参加者にとっての懸念は治安でした。五代さんの下見の報告に、会場はガードマンが警戒、ホテルはそれぞれ前にポリスボックスがあるので大丈夫とあり、これを大丈夫というのかどうか出発前に議論のあったところです。

勿論誰もが被害を受けるわけではなく、何となく気が緩んできたところで、ESAのRodota長官夫妻がホテルの目の前のCopacabana海岸で身ぐるみという話が伝わって緊張を新たにすることになりました。ある意味では何処でもある話かもしれませんが、場所と襲われたという点でショッキングでした。

とは言え、風光は誠に素晴らしく、日本からの参加者も緊張の中にそれぞれ楽しんだというところでしょうか。

私のホテルはIpanema海岸に面した（娘の名前だとは思っていませんでしたが、海岸の名前とは初めて知りました。）各フロアに5室で16階建てという鉛筆のようなホテルでした。

最初は何とも手狭なホテルと感じたものですが、1階にカウンターが3人のバー、1人用の美容室、2階のレストランの奥に小会議室、屋上に3m×4mのプールを発見するに及んで、工夫の程に感心することになりました。

最後は恒例の大晩餐会。4時間の予定なのでこれはサンバ・ショー付きと確信していたのですが（今回はその手のことはすべてスキップしたので）、時間がかかったのは地元の開催協力者の表彰などで（私も感謝することにやぶさかではありませんが）、最後はバンド演奏に合わせてフロアで参加者が踊り狂うという馬鹿な幕切れとなりました。目の保養どころでなく、適当に引き揚げました。それでも12時でしたけどね。

日本への便は夜の9時から10時にかけて出発します。昼にホテルをチェックアウトしたあと街を歩く緊張感に耐えかねてか、午後3時頃には私を含めて日本勢がゾロゾロ空港に現れたのには苦笑したものです。

（まつお・ひろき）



惑星のかけらを取る技術

藤原 顕

惑星探査において、惑星の質量、重力分布、内部構造、地形、磁場などの物理情報とともに、物質情報、つまり、惑星表面の鉱物組成、同位体を含む元素組成、そして惑星形成年代などについての情報を得ることが重要である。物質情報のうち、あるものは、惑星表面に接触せずにリモートセンシングで可能である。たとえば、表面の鉱物組成は可視、赤外線分光器で色合い（スペクトル）を調べて、ある程度推定できるし、元素組成については表面からのX線やガンマ線などを測定することによって広範囲の地域の情報を得ることができる。しかし、現在もっとも詳細な物質情報は、惑星表面から試料を採取し、それを地球に持ち帰って、分析することで得られる。

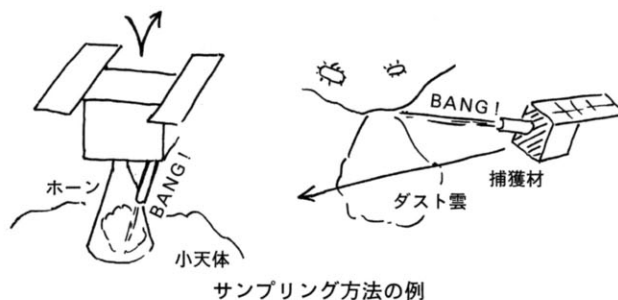
これまでに、唯一、地球以外の天体から採取して地球に持ちかえられた月の試料は人間の手作業によって行われた。無人の探査機によって、惑星表面からの試料を採取するには、転がっている石を拾うといった以外にも、いくつかの方法がある。もっともオーソドックスなものはパイプを地面に潜り込ませて採取するコアサンプリングであろう。これならば表面からの層序をそのままにして採取することができる。しかしこの方法は装置が大掛かりになり、かつ電力を必要とする。また重力の小さい小惑星や彗星で、この方法を適用しようとする、天体表面に確固とした足場が必要のためにアンカーを打ち込む必要がある。実際、ロセッタミッションが当初提案されたときは、彗星表面にアンカーを打ち込んでコアサンプリングを行い、地球に持ち帰る計画であった。

小惑星からのサンプルリターンを行うミューゼスCでは、これらの難点をのがれるために、小さな弾丸を表面に300m/sで打ち出し、衝突して飛び出す破片を捕集する。低重力下では、破片は飛び出した時の初速を保ったまま上方へ飛んで行くので、これらを効率よく集めて小さな容器に入れればよい。ミューゼスCでは、ホーンと呼ばれる長さ1mの漏斗状の筒で受けて小さな容器に導くようになっている。この装置を使ったサンプリング法では、探査機の底面に取り付けられたホーンが小惑星表面と接触するのは一瞬だけである。このようなアクロバティックな採取法が成立するため

には、ホーンと表面接触時の衝撃緩和や、探査機の表面接近と離脱など航法誘導制御が重要な技術となる。また、他の重要課題として、しゅう動機構部分が砂塵の中で正常に動作することや、他のサンプル採取にも共通なこととして、地球から持ち込む汚染を避けるための対策が必要である。

彗星のごく近傍を通りすぎる際に、彗星から噴出している塵を捕まえることも可能である。一般に通過速度は何km/sもの高速度であることが普通であるので、高速度で飛び込んでくる塵を、できるだけ、蒸発させたり変成させたりせずに、捕まえる技術の開発が必須である。スターダストミッションでは目標彗星の近くを6km/sで通過する際に、透明で低密度（0.1g/ccオーダー）ゲル物質（エアロゲルと呼ばれる）に塵を突入させて捕獲する。彗星のように、自分自身が塵を放出していない小惑星では、そのそばを通過する際に、物体を打ち込んで、積極的に塵を放出させて捕獲することも考えられる。

さて、時はかわって20xx年。惑星表面に投下されたナノローバーに搭載された、ナノサンプラーがサンプルを採取し、その場で年代などのデータを出す…。超小型サンプリング機器と粉碎、選別部、その先に繋がるウェットケミストリーを含めた化学処理部、および分析部など、分析実験室さながらのプラントがいくつかのマイクロチップ上に組みつけられ、プログラムされた手順にしたがって分析データを出していく。地上の管制卓に座ったいろいろな分野の分析専門家が、自ら設計した機器にそれぞれコマンドを送って、いまやサンプルリターンなしに、その場分析によって、年代を決めたり、分析を行う…。といったことが、いずれは実現するであろう。（ふじわら・あきら）



サンプリング方法の例



化石の思い

辻 篤子

宇宙科学研究所が打ち上げる衛星に世代があり、おそらくそれぞれの衛星を担当なさった先生方にも世代があるように、担当記者にも世代がある。

私が内之浦で旅立ちを見送ったのは、2代目のX線天文衛星「てんま」だ。今では、周囲の記者に話そうものなら、「てんまあ?」。何しろ、打ち上げは1983年だから、ふた昔近くも前のことになる。挙げ句の果てには、『てんま』だなんて、そりゃ、辻さん、間違いなく化石ですよ。当の田中靖郎先生にまで、あっさりいわれてしまった。以来、化石をもって任じている。

化石時代以来、取材に直接関わった時間は決して長くないが、いくつもの出来事が記憶に残っている。

「へえーっ」と意外に思い、同時にうれしくも感じたのが、1990年、月をめざした「ひてん」の打ち上げだ。私はボストンに留学中だったが、このニュースはニューヨーク・タイムズ紙やボストン・グローブ紙の一面に取り上げられた。夕方のテレビのニュースでも報じられた。米ソに次いで、日本が3番目に月に探査機を送る国になる、というのだった。

当時、米国の経済はどん底であえぎ、日本はバブルのただ中だった。その日本がついにここまでと、経済と絡めてのとらえ方も一部あったかもしれない。しかし、基本は、月という別世界をめざす「挑戦」への素直な関心だったように思う。月はアポロ以来、米国が特別のこだわりを持つ天体とはいえ、なるほど、こうした広い意味での「文化活動」が関心と呼ぶのだと改めて思った。こうした活動が、外から見た日本の「顔」を作っていくのだろう。

「意外」といったのは、米国の方がむしろ、この探査機の「人類史的意義」から「大事件」としてとらえているように思えたからだ。日本発のニュースといえば、もっぱら経済面、それ以外のニュースが登場する機会はほとんどなかったから、日本発の「大ニュース」は、久々にうれしいニュースだった。

97年夏から3年弱、科学担当の特派員として米国に

滞在したが、田中先生が米科学アカデミー会員に選ばれ、ワシントンでのお披露目総会にお供をさせていただく機会を得た。会う人、会う人から「鉄のスペクトルの発見はすばらしい」と次々に声がかかる。「日本がデータで貢献できるなんて、かつては思いもしませんでしたけどねえ」と田中先生は穏やかにおっしゃったが、世界の科学への貢献が、確実な手応えとして感じられた。発端は「てんま」での観測。化石時代に思いを馳せ、誇らしくも思ったのだった。

米国では米航空宇宙局(NASA)の取材をする機会が多かった。その経験から、宇宙研にも望みたいことがある。それは、研究の成果、何をしているのかをもっとも外にアピールしてほしいということだ。

NASAは、「火星のいん石から生命の痕跡」との発表で世界中を興奮の渦に巻き込んだように、巧みな広報戦略で知られる。NASAの広報担当によれば、「知識の啓蒙がNASAの設立目的の一つとして明記されている」という。さまざまな探査計画には国民の支持が欠かせないし、一方で、国民に夢や驚きを与え続けていることも間違いない。米天文学会の広報担当を務めるNASAゴダード宇宙飛行センターのスティーブ・マラン博士も広報の目的を、「科学がわかる市民を育てる。そのために、だれもが関心を持つ宇宙・天文関係のニュースは最高の材料だから」という。理科離れが言われる今、大人にも子供にも、驚きと興奮を与え続けてほしい。

そして、外に向けても、世界の文化に貢献する「日本の顔」をもっともっと見せてほしい。

(朝日新聞科学部 つじ・あつこ)



文章・写真・表・イラストetc、編集はこれらの素材を見易く配置する作業。

肉・魚貝・野菜etc、鍋はこれらの食材を美味しく一つにまとめます。あったかーい鍋が恋しい季節になりましたね。

(竹前)

ISASニュース

No.236 2000.11

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所(文部省) ☎229-8510 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL 042-759-8009

The Institute of Space and Astronautical Science

◆本ニュースに関するお問い合わせは、上記の電話(庶務課法規・出版係)までお願いいたします。(無断転載不可)

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