



宇宙科学研究所

2002.8 No.257



▲S-310-31,32号機(撮影：新倉克比古，本文記事参照)

〈研究紹介〉

ペネトレーターで惑星(衛星)の地殻熱流量を直接観測する

宇宙科学研究所 田中 智

1. はじめに

多くの惑星や衛星は地震活動を思わせる大断層や火山噴火、溶岩流出(の痕跡)などの痕跡が見られ一部の惑星では現在に至っても活動を続けている。地球では、とりわけこの日本ではこれらは日常茶飯事に見られる現象である。プレートテクトニクスという言葉はもはや一般に普及していると思われるので説明を要しないと思うが、硬い岩石が1年間に数十センチメートルもの速さで運動している。これらすべての原動力となっているのは惑星内部からの熱を外に排出するプロセスにほかならない。地球は今なお内部に持っている熱エネルギーを一生懸命外に出そうとしている最中であって約30億キロワットの熱を排出している。これは世界中が消費している電力量におよそ匹敵する量である。この熱エネルギーは46億年前に地球が生成したときにためこんだエネルギーと岩石中に微量に含まれる

放射性同位体の発熱に起因している。従って惑星や衛星が排出している現在の熱流量を知ることは惑星生成時から現在に至るまでの惑星の活動の様子や惑星を作った材料物質が何であるかを推定するための重要な制約量である。

地殻熱流量とは惑星内部から単位面積あたり単位時間に流れる熱量のことである。これは計測点の熱伝導率と温度勾配を計測すれば得ることができる。本稿では熱流量をペネトレータで計測するためにクリアしてきた主要な問題点や今後の課題について紹介する。

2. ペネトレータで熱流量を計測する

LUNAR-AミッションやペネトレータのことについてはこれまでのISASニュースなどでも度々取り上げられてきたので詳しく説明しないが、母船から投下された後に減速、および姿勢制御された槍型のプローブ

が約300m/sの速度で表層下数メートル貫入して惑星や衛星の内部構造探査を実施する（図1）。月の場合では約1mという深さが太陽からの熱入力の影響がほとんど無視できる深さなのでこの貫入条件を満たすことは熱流量計測にとって重要である。太陽熱入力の影響を受けない深さは表層物質の熱拡散率と自転周期などの関係で変化する。地球の場合だと同条件になるのに10倍以上の深さが必要である（従って地球の場合は太陽からの影響をほとんど受けない海底で行われることが多い）。

レゴリスの熱拡散率が非常に小さいおかげでわずかの深さでの熱流量計測が可能になるのだが、逆に困難も生じる。ペネトレータをレゴリスと同じ程度の熱物

性で作することは到底不可能であって、少なくとも数倍、大きいものでは100倍以上もの熱伝導率を有する部材を使わざるを得ない。この状況ではペネトレータ周囲は大きく異なったものになってしまう。さらにこのことは熱平衡に達するまでに長時間を要する。この様子を図2に示した。

これに対抗する手段はペネトレータの熱伝導率を極力小さくすること、各部位の熱物性を詳細に計測し精度の高い数値シミュレーションによる温度場を精密に再現することである。後述するが平衡状態（に近い状態）を迅速に達成するためには貫入時の温度ポテンシャルを高精度で制御することも重要である。ペネトレータの搭載機器が確定している現状では熱物性を実際に

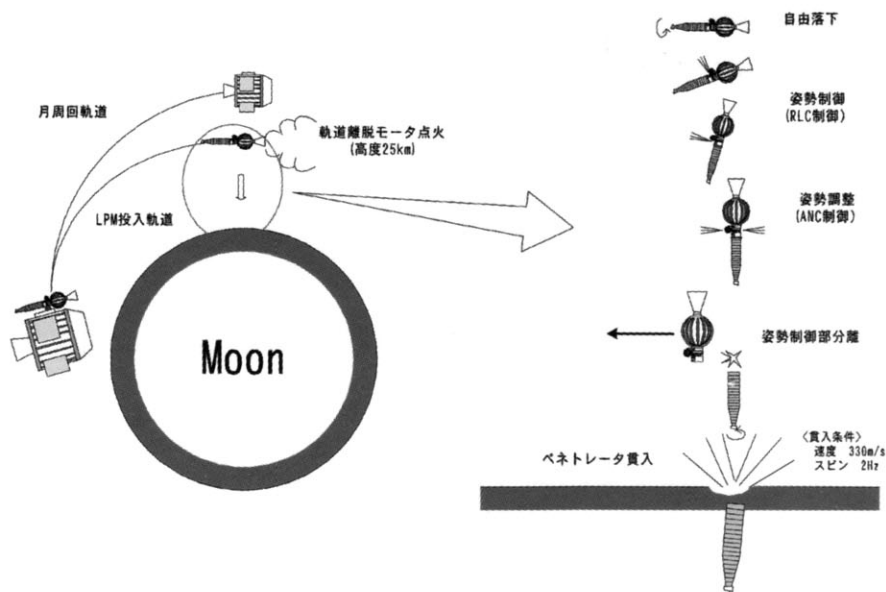


図1：ペネトレータ投下シーケンス概念図

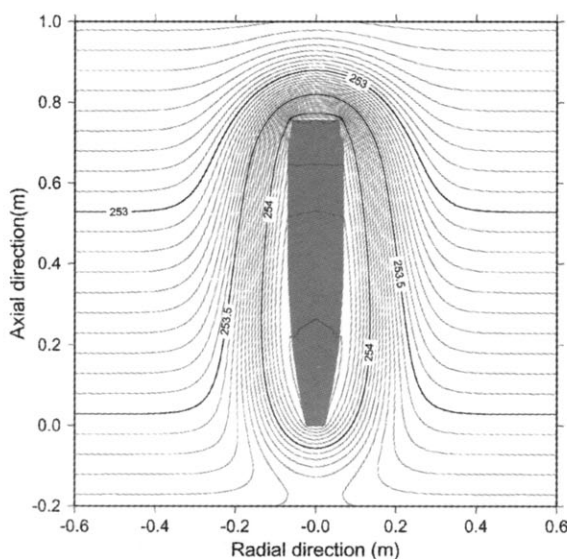


図2-a：レゴリス中のペネトレータ温度分布予想図。ペネトレータの初期温度0°Cで15日経過後（レゴリス温度は約-20°Cで温度勾配が1mあたり1度）

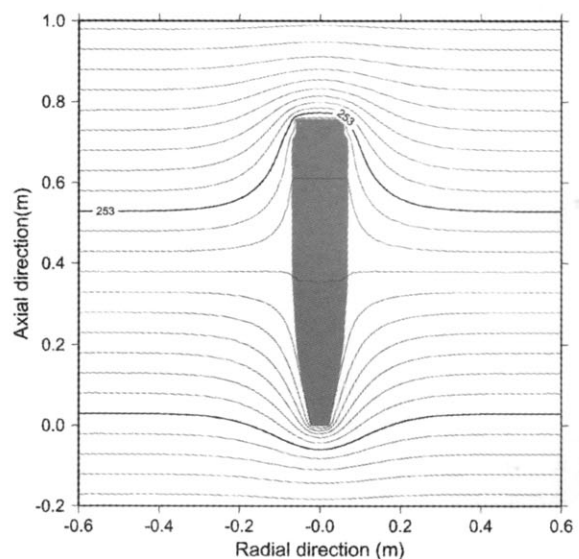


図2-b：レゴリス中のペネトレータ温度分布予想図。ほぼ熱平衡状態に達した温度分布。いずれも温度間隔は0.05度

測定し精密に数値計算に反映させることが目下我々の研究の重要な一部を占めている。

図3はペネトレータ全体の熱物性を測定した結果の一例である。本例ではペネトレータ表面に約40点の温度センサーを取り付け周囲の温度を徐々に変化させたときの表面温度変化を示したものである。この実験は探査機で通常実際される熱真空試験と共通した部分もあるが、求めている精度が10倍以上高いので温度計測方法やセンサー実装方法に特別の配慮が施してある。周囲を一定温度で変化させているのに対しペネトレータの表面温度は内部の熱物性を反映して温度分布が現れる。これを数値計算と比較することによって内部の熱的構造を推定する。これまでに達成できた熱物性の計測精度は熱流量観測で重要な影響を及ぼす部位についておよそ6%程度である。この精度が熱流量の計測精度に直接影響しているので計測精度の向上および数値モデルの高精度化をさらに続けている。

3. 耐衝撃性との関わり

ペネトレータの開発で最も難しい点の一つは、貫入時に発生する5000G以上と推定される高い衝撃力に十分耐える機器を開発することである。ペネトレータには貫入の際に高速でかつ複雑な圧縮、および引張り応力が数十ミリ秒のオーダーで発生する。このような高歪み速度下での材料特性やそれを推定する精度もよくないことから、どうしても実証的に確かめざるを得ない。

熱流量観測にとって最も厳しい条件にさらされるのはペネトレータ表面付近に実装される熱伝導率センサー

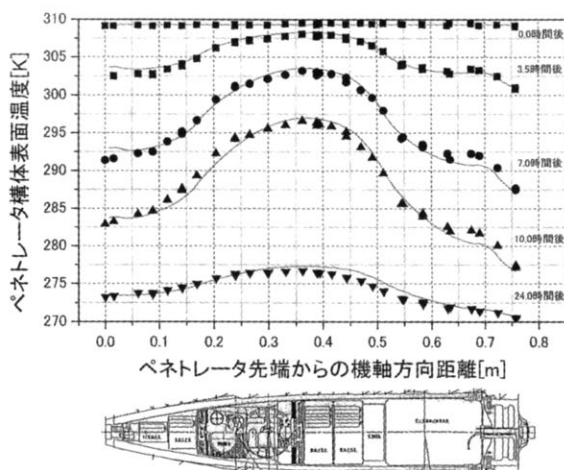


図3：ペネトレータ熱物性測定試験結果一例。ペネトレータと周囲が等温の状態から周囲温度を一定の割合で降下させたときのペネトレータ表面温度変化を示した。図中の実線は数値モデルでシミュレーションした予想温度分布。

と呼んでいるものである。このセンサーは月レゴリスと直接接触させて計測を行う。厚さ0.5mmの銅プレートの保護板の直下に温度センサーとヒーターが組み込まれヒーター印加時の温度応答で熱物性を測定する。これまでにおよそ100台以上の実証試験を繰り返した。その中にはセンサーに断線が生じて使用不可能になるという致命的な現象が発生した事もあった。不具合を生じたセンサーを詳細に調べた結果、センサー内部に亀裂が入りヒーター部分が断線していることがわかった。センサー搭載部分の局所的な構造モデルを構築して応力場計算の実施やシミュレーション試験を実施した結果、センサーを搭載している特定の部位に応力集中が生じていることが明確になった。そこで、高歪み下でも非常に大きな靱性を有する充填剤（エポキシ樹脂）が開発されたことを知り、センサー周りの充填部材の変更を検討した。数値的な見積もりや実験的な結果はセンサーを固定する充填材の変更のみで十分耐えることが示され、2001年6月に実施された貫入試験においてその耐衝撃性が示された（図4）。

このように熱伝導率センサーの開発においては、数多くの困難があったが、いずれも解析的検討と実証試験を通じてこれらの困難を克服してきた。現在では、これらの開発を通じて、きわめて高い耐衝撃性を持つ熱流量計測システムが完成したと考えている。

4. 最近の研究と今後の展望

前に述べたように（図2-a）温度ポテンシャルをレゴリスと極力近づけることは熱的平衡条件を達成させる上で重要である。ペネトレータの場合機器配線や重量などの問題から熱制御については、受動的なウェイトが高い。つまり熱制御材の光学特性（太陽光吸収率や赤外輻射率）が熱制御に大きなウェイトを占めている。工学部門の協力を得て熱制御材の高精度計測および紫外線などによる劣化特性を正確に把握する測定を実施している。

ペネトレータは将来の惑星、衛星内部構造主力探査機となることは間違いないと信じている。世界に類を見ない本技術を開発することが困難なことは当然だがこれまでに得られた経験や課題の数も膨大なものになっている。熱流量計測のためにより最適化したセンサーの設計やペネトレータ構造設計などこれら将来の課題を念頭に入れつつ最初の一步であるLUNAR-A計画を成功に導きたい。

（たなか・さとし）

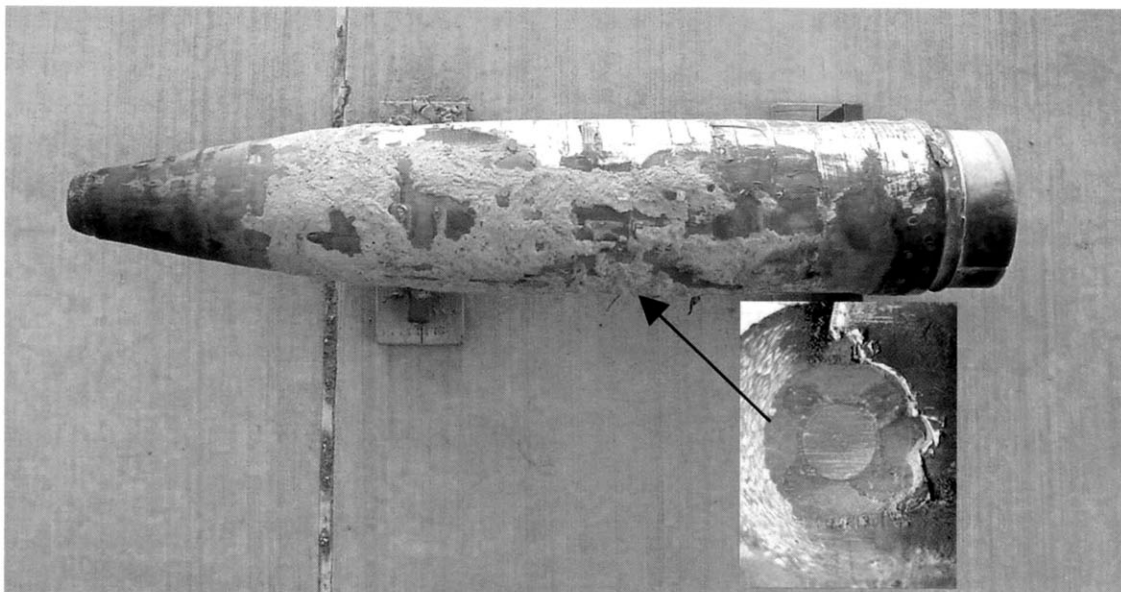


図4：2001年6月実機貫入試験直後の構体表面。構体表面に装着された熱伝導率センサーの状態を拡大して示した。
本試験で熱伝導率センサーの耐衝撃対策の有効性が実証された。

お知らせ

★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
相模原	MUSES-C 総合試験 (10月上旬まで)	
能代		再使用型ロケット 複合材タンク試験 5 ←→ 11 ATRエンジンシステム試験 (10月1日まで)
三陸		第2次大気球実験 29 ←→ 20

★訂正

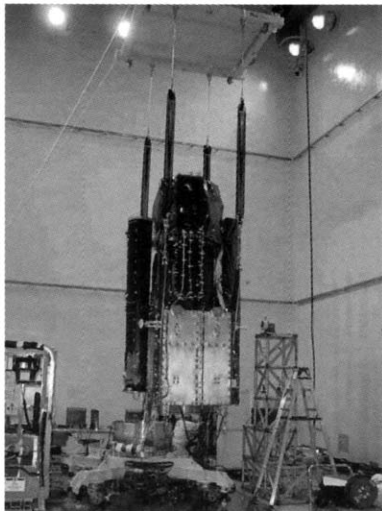
ISASニュースNo.255(2002.6)の「東奔西走」の記事中に誤りがありましたので訂正致します。

左欄	6行目	(誤) ソ	(正) 露
同	20行目	(誤) 陰	(正) 陽
右欄	4行目	(誤) 20Ah	(正) 26Ah
同	17行目	(誤) Dr. Sheila	(正) Dr. Bailey



★SOLAR-B微小振動擾乱伝達特性試験

SOLAR-B衛星の望遠鏡の指向（安定）精度要求は、10秒間に10万分の1度の角度変動も影響するという厳しいものです。



そのため、搭載機器が発生する微小振動が影響することがわかっており、これまでに姿勢制御用モーメントホイールや機械式ジャイロ等の発生する振動擾乱の周波数や大きさの測定を行ってきました。しかしながら、これらの振動が望遠鏡の指向精度にどのように影響するかは、微

小振動が衛星構体をどう伝わるか、共振する部分があるかなどに依存します。そこで7月11日から18日にかけて、三菱電機鎌倉製作所にてSOLAR-B衛星の構造試験モデルを用いて測定を行いました。

小型の加振器や実際のモーメントホイールを衛星構体に搭載し、衛星の主要な箇所での振動を加速度計を用いて計測することにより、構体の微小振動伝達特性を計測することができました。この結果を設計に反映させることにより、要求精度達成へより確実性が増したと考えています。なお本試験は、周囲からの振動の影響等が無いように衛星をバネで吊して行いましたが、音を立てると測定に支障が出るので、測定中は無言で直立不動という実験者にとって厳しいものでした。

（橋本樹明）

★GEOTAIL10周年記念ワークショップ

7月24～26日、標記のワークショップがCOSPARの支援を受け“Frontiers of Magnetospheric Plasma Physics”（COSPAR Colloquium）と題して開催されました。この10年間、GEOTAIL衛星は磁気圏尾部で数々の新しい現象を発見してきました。特に、磁気リコネクションに関しては、まさに現場観測の強みを発揮して核心に迫り、また、衝撃波による非熱的粒子の生成や波動粒子相互作用によるエネルギー緩和過程など、宇宙プラズマ物理学の最前線に立っています。このワークショップでは国内外から100人ほどの参加者を得て、3日間、やや過密気味のプログラムでしたが、最後に、外国の参加者から日本の若手のレベルの高さに対する賞賛と期待、世話人に対するねぎらいの言葉を受けて幕となりました。

なおGEOTAILは、1992年7月24日10時26分（米国

東部夏時間；日本時間では同日23時26分）、米国フロリダのケープカナベラルからデルタII型ロケット212号によって打上げられました。この日を記念してワークショップ初日の夕方、当時のメーカーの方々にも集まっていたいて記念写真を撮り、ビアパーティを催しました。射場オベのビデオが上杉マネージャーの解説付きで2度上映され、往時を思い出して同窓会同然の雰囲気になりました。あの頃の連中が集まれば何でもできる。

（向井利典）



★一般公開

さる7月27日（土）、相模原キャンパスで宇宙科学研究所一般公開が行われました。例年どおり、開場前からたくさんの人々が集まり、25分繰り上げての入場となりました。

今年度は、毎年盛況な水ロケットがありませんでしたが、今年末の打上げ予定の小惑星探査機MUSES-Cの実機、2003年度打上げ予定の赤外線天文衛星ASTRO-Fの実機、2005年度打上げ予定の太陽観測衛星SOLAR-Bの構造モデル、世界中から87万7000人以上の参加者を集めた「星の王子さま」ミリオンキャンペーンの、実際に名前を刻んだアルミフィルムなどが公開され、人気を呼んでいました。

主催者の発表では、推定入場者数1万2500人と、昨年よりは少な目ですが、どこの展示にも人がとぎれることがありませんでした。キャンパスのあちこちで、寒いほど涼しい風の来る「宇宙わ」がパタパタと動く、大変暑い夏の日でした。

（黒谷 明美）



★「星の王子様キャンペーン」に88万人

きたるMUSES-Cの打上げに向けて、世界中の人々の名前を寄せてもらい、目標の小惑星に運ぼうという「星の王子様キャンペーン」を展開しました。日本惑星協会に全面的に共催して頂いたおかげで、世界の149カ国から約88万人もの応募が寄せられました。

1998年、PLANET-B（のぞみ）の打上げの時に行った「あなたの名前を火星へ」キャンペーンは約27万人でしたが、この時は「ハガキに自筆の名前」という原則だったのに対し、今回はインターネットによる申し込みも併用したので、大変効率よく集計されました。

それにしても世の中には宇宙に夢や憧れを抱く人々の多いことに、あらためて意を強くしました。この力を私たちの宇宙開発のパワーに活かさなければと思っています。集計にあたってお世話になった大変多くの人々に、お名前は挙げきれませんが、心からお礼を申し上げます。なお、この88万人の方々のお名前は、アルミニウムのフィルムにエッチング焼き付けされ、MUSES-Cがサンプル収集のため小惑星に接近する時、灯台の役割をするターゲットマーカーに張り付けられます。（的川泰宣）

★M-V-5号機の噛み合わせ試験無事終了

6月14日の機材搬入から始まったM-V-5号機の噛み合わせ試験が無事終了した。予定通り、6月24日までに机上配線チェックを、7月1日までに計器・計装組み込みとノズル駆動チェックをそれぞれ終了し、7月2日より各種動作チェックを行った。動作チェック、タイムチェックに予定以上の時間を要したり、MUSES-Cの都合で第3段計器部の振動試験の開始が予定より一日遅れたり、第3段計測系の一部のノイズ対策に予定外の半日作業を要したものの、最終的には撤収を除く全作業を半日遅れの7月22午前中に終了した。ただ、他班の隙間を縫って作業を行う形になった計測班の作業は連日厳しい残業となり、かなりの負担をかける結果になってしまった。この間、DASHの教訓も生かし、噛み合わせ試験への全ての実ケーブルの使用を改めて確認した。従来通り数件の軽微な手直しを要する事項が確認されたが、その多くは噛み合わせ期間中に処置及び確認がなされ、他のものは第2組み立てオペまでに処置とその確認が行われる予定である。

（小野田淳次郎）

★S-310-31,32号機打ち上げ

スポラディックE層に伴う準周期エコーの構造と成因の解明を目指したS-310-31,32号機は台風の影響等により、予定より3日遅れの7月30日より打上げ体制に入りました。このロケットは準周期エコーが種子島に設置したレーダーにおいて観測されており、かつ4箇所（内之浦、種子島・西之表、宮崎県・高崎、高知県・

幡多）に有るTMA（トリメチルアルミニウム）による発光雲の観測の為にカメラサイトの内2箇所以上が快晴である事、月の光が無い事という大変厳しい打上げ条件がありました。幸い天候の方は良く晴れて打上げ条件を満足している事が多かったのですが、肝心の準周期エコーの方がなかなか出現せず連日の打上げ延期となりましたが5日間ほど待った8月3日23時24分（31号機）と23時39分（32号機）に1時間以上もの間続く大変きれいな準周期エコーの出現中に予定通り15分間隔で両号機を打ち上げる事が出来ました。搭載機器は全て順調に動作し、TMAの放出による発光雲も打上げ後30分間に渡り観測が行われ、準周期エコーの構造



と成因の解明の為に貴重なデータを取得する事が出来、今後の解析の結果が大変楽しみな実験となりました。（早川 基）

★評議員会、相模原にて開催される

第51回評議員会が7月5日、本所本館会議場において行われた。評議員会が相模原の本研究所を会場として開催されるのは初めてのことであった。主要な議題は「宇宙三機関統合について」で、新機関組織造りの経過ならびに宇宙科学本部（仮称）の組織案等に関して論議され、評議員の大勢の方々がこれまでの本所の対応ならびに組織案等を是とする見解を示された。議事に先立っての宇宙研の最近の実験報告では、世界最高高度記録を達成した三陸での超薄膜型気球実験について山上隆正助教から報告を行った。会議終了後、評議員の方々には施設見学をしていただき、噛み合わせ試験中のM-V-5ロケットや同じく試験中のMUSES-C、ASTRO-F等の衛星をくわしくご覧頂いた。

（松尾弘毅）



宇宙を 第33回 探る

「宇宙を探るセンサーと将来の夢」

村 上 浩

1998年末から始まった「宇宙を探る」シリーズも、今回が最終回です。4年前の第1回を担当した縁で、編集部から最終回のまとめを執筆するよう依頼を受けました。うまくまとめられるかどうか心もとないですが、これまで30人程の方が書かれた原稿をながめながら、感じたことを書いてみようと思います。

第1回の執筆依頼をいただいたときには、宇宙からやってくる、 γ 線から電波にいたる「電磁波」を、私達はどのように検出し宇宙を探っているのか、がテーマとのことでした。しかし4年間の記事を見てみると、話題はさらに広がりを見せています。これまでに登場した各種センサーあるいは検出技術を、研究分野、検出対象別に分類してみましょう。数字は記事の編数です。

天文学用センサー

赤外線・サブミリ波	8
紫外線	1
γ 線・X線	8
電波	1
宇宙線（高エネルギー粒子）	1

太陽系科学用センサー

赤外線	1
可視光	1
紫外線	1
X線	1
中性粒子	2
荷電粒子	1
ダスト	1
その他	3

これを見ると、粒子やダストの検出器なども含まれています。でも考えてみるとこれは当然の成行きです。私達は、電磁波に限らず宇宙からの様々な情報を受け取り、それらがもたらす情報を総合して、宇宙を知ろうとしているのですから。

私達は中性の地球大気の中に住んでいますが、一步外に出れば、太陽から電子・陽子を始めとする荷電粒子が降り注いでいます。地球の磁気圏に捕らえられた荷電粒子も飛び交っていますし、また宇宙塵や隕石も降ってきています。太陽系の外の情報を伝えてくれる

のは恒星、銀河、星間物質が放射する電磁波が主ではありますが、星間空間からガスやダストが太陽系に入ってきていますし、また銀河系の彼方から高速の粒子も飛び込んできます。結局、私達が住んでいる地球を取り巻く環境を調べ上げると、その環境をつくり出している宇宙の現象が理解できる、ということなのですね。

惑星科学では、地球にやってくる粒子や電磁波を待ち構えているだけでなく、探査機を使って直接惑星間空間や惑星（衛星、小惑星、彗星）に出かけて行って観測ができるようになりました。このため各種センサーは、探査機に積むことができるように、小型で軽量、そして過酷な宇宙環境を長期間生き抜くことができるように作られます。しかも精密な測定ができるように、惑星科学者達は腕を競うことになります。

これに比べると、私自身も含めた天文研究者は、100億光年先の銀河などは言うに及ばず、すぐ隣の恒星にさえ直接出掛けて行くことは出来ません。ですから電磁波や粒子が向こうからやって来てくれるのをひたすら待ち続ける、受け身の存在です。まるで巣を張って獲物を待ち受けているクモみたいですね（ちなみに私はクモが大の苦手です。これは近親憎悪かも）。ただ、やって来たフォトンの一と粒も無駄にはしない、という貪欲さが売り物かも知れません。

4年間にこのシリーズに登場した各種センサーは、「宇宙を探る」センサーのごく一部に過ぎません。これから様々なセンサーが工夫され、開発されて行くでしょう。天文の分野では、重力波という全く新しい観測手段にも期待がかかります。センサーだけでなく、それを搭載する宇宙探査機もきっと進化して行くでしょう。いくつかの探査機の編隊飛行や、大きな帆で太陽の光を受けて進むソーラーセイルなども検討されています。こんな新しい方式の探査機には、やはり新しいセンサーが搭載されて、それまでできなかったさまざまな観測が行なわれるはずですよ。

そのうちには恒星間飛行も可能になり、天文屋もクモ生活を卒業して、惑星屋さん達と一緒に、4光年離れたケンタウルス座 α 星まで、観測器をいっぱい積み込んだ探査機を送り出す、なんていうわくわくする話を聞きたいものですね。（むらかみ・ひろし）

3泊4日イタリア紀行

世 秀 枝 國

午後の日射しにつやつやと光る石畳をゆっくりと登って行くと、石積みの建物が不規則だが心地よく並んでいる。見上げると、バルコニーに切り取られた、6月のイタリアの抜ける様な青空がそこにあった。道ばたでスツールに腰掛けたおやじさんに迎えられて小さなアーチをくぐる。目が慣れると共に、奥に続く通路脇のワイン樽の列が浮かんで来る。その向こうに灯りの見えるドアがあり、ようやくレストランだと分かる。昼食のメニューはごくシンプルで、4種類。きのこガーリックのパスタと炭酸入りの水を注文する。簡単な皿に盛られたスパゲッティは自家製パスタの看板に偽り無く、口の中をイタリアへ来た満足感で満たしてくれる。これが、この後10時間の激論の序章となると知る由もない。

今回、イタリアへ向かったのは、ESAのX線天文衛星ニュートンの観測提案（活動的銀河）の審査のためであった。76編の提案書を、宇宙研への行き帰り、新幹線、最後は早朝、成田を発ったイタリアへの飛行機の中で読み続け、議論のまとめを用意してのぞんだ。この日も朝8時半に宿へ迎えが来て、ローマ天文台へ向かう。場所はローマ南東30kmほどにあるFrascatiと言う、かつてはローマ貴族のヴィラのあった、なだらかな丘の上にある。ホテルもそんなヴィラの一部に立てられ、部屋の窓からはあずまやのある庭園が広がる。バルコニーに出ると、北の方にはスモッグに霞むローマの街が望める。振り返るとすぐ向こうの山に望遠鏡ドームのあるローマ天文台が佇む。その左手向こうにはモンテポルッチオの街が、小高い丘の上、教会の尖塔を中心にかたまっている。まわりの山裾にはオレンジがかったレンガ色の屋根を載せた家々が、一幅の絵画の様に点在する。

車で10分ほどの天文台は、3階建てだがそれにしては背の高い建物である。これは1940年代、ムッソリーニが荘厳さを強調しようとして、好んで立てた一連の建造物の一つである。中に入ると、天井の高いホールに古い望遠鏡、観測装置が真鍮の鈍い光を放っている。木組みに載せられた機器は、当時の最高の技術で作られたものの持つ威厳を備えている。我々の会議室は、両側に4m程の高さの本棚が並んだ廊下を進んだ奥にあった。本棚の上の方には革表紙に金文字の浮かぶ本も並んでいるが、下の方には新着雑誌が揃い、今も機能している。残念ながら100年以上前の歴史的書籍は

そこには並んでいないということだった。

会議はこの日と翌日の二日の予定で始まったが、ドイツ人、イタリア人、日本人がある意味で公平に、ある意味でそれぞれの利益代表として、76編の提案を8つほどにサブグループ分けして議論した。持ち寄った個人個人の採点は時に大きく食い違い、議論が続く。昼食までは比較的平穏に過ぎ、冒頭の楽しいランチとなった。その後は立場、解釈の違いもあって長引き、夏至近い6月の太陽も知らぬ間に沈み、気が付くと午後10時をまわっていた。偏見かもしれないが、イタリア人もやる時はやる、と感心する。ヘトヘトになって宿へ帰ると、レストランは終わっていて、ルームサービスの軽い食事とワインで寝てしまった。

翌日は、前日の頑張りで難問は大筋決着し、詰めの議論と順位付けの確認で終始し、昼過ぎに手打ちとなった。少し遅めのランチをFrascatiの町に出て取ることにする。歩道にテーブルのあるデリでサンドイッチを買って食べる。選ぶのを迷う程、ハムやサラミが並ぶ。カウンターから振り向くと、イタリア対メキシコの試合がTVで始まっていた。一瞬、店が揺れる程の歓声が上がり、直後にブーイングが鳴り響いた。イタリアの最初のゴールがオフサイドで取り消された時である。一緒に食事をしたイタリアの研究者も「今日勝たないと予選敗退だ」と沈んだ顔をしていた。「日本ではイタリアチームは若い女性に大人気だ」と持ち上げてやっても、「勝てなきゃ」と不満そうだった。今回の会議で事が比較的スムーズに進んだのも彼があまり元気がなかった所為かも知れない。

この凝縮した1日半の議論を終えて、午後遅くローマへ出るものの、疲労と、折からの30度近い気温にぐったりとなって食事もそこそこにホテルに戻った。審査の二日をはさんだ3泊をただけで成田へ着いた土曜日、午後には宇宙研で予算についてのヒアリングが待っていた。帰りのフライトが満員でアップグレードされたのがわずかな慰めであった。これぞまさしく東奔西走！

<追伸>イタリアチームのオフサイドは線審がメキシコディフェンダーの影で見にくかった所為だと夜の番組で図説していたが、この件だけで喧々諤々の議論を延々2時間続けるイタリアの番組にも驚いた。

(くにえだ・ひでよ)



日本初の人工衛星「おおすみ」誕生（前編）

井上 浩三郎

L-4S-5号機は、1970年2月11日13時25分に発射されて順調に飛翔し、燃焼を終えた第4段は日本で最初の人工衛星「おおすみ」（1970-011A）になった。この「おおすみ」の名は打ち上げた大隅半島の地に因んで当時の玉木先生が命名された。

このL-4S（ラムダ4Sと呼ぶ）ロケットはミューロケットによる本格的科学衛星打上げのための模擬実験機で、5号機でようやく衛星軌道投入に成功した。L-4SはL-3Hを母体として、その上に直径480ミリの球形モーターを付け4段式にしたもので、姿勢制御なしで飛翔し、最終段のみを姿勢制御して水平に打ち出す方式をとる、いわゆる「重力ターン方式」が採用された。

1号機から3号機までロケット各段の結合・切離し機構の不具合、上段ロケットの不点火、4号機の追突事故等苦い経験があったが、それらを克服し、その後のM（ミュー）ロケットによる衛星打ち上げ実験が順調に進んだのは、L-4Sの経験が大きかった。追突防止のために開発された逆推進ロケット、切り離しの時の距離および速度計測、精密加速度計等、多くの改良がなされた。

「おおすみ」は、チタニウム合金で出来た第4段モーターの上にアルミニウムのカバーを持つ計器部が取り付けられており、外側には2本のフック型アンテナ、4本のベリリウムカップのホイップ型アンテナ（円偏波）が付いている。重量は計器部8.9kg、第4段モーターの燃焼後重量14.9kgを合わせて23.8kgである。

搭載機器は、縦方向精密加速度計、縦方向加速度計、ストレインゲージ型温度計、テレメータ送信機、ビーコン送信機、パイロット送信機などで、その他に送信機等へ電源を供給する容量5AHの酸化銀-亜鉛電池が搭載されている。

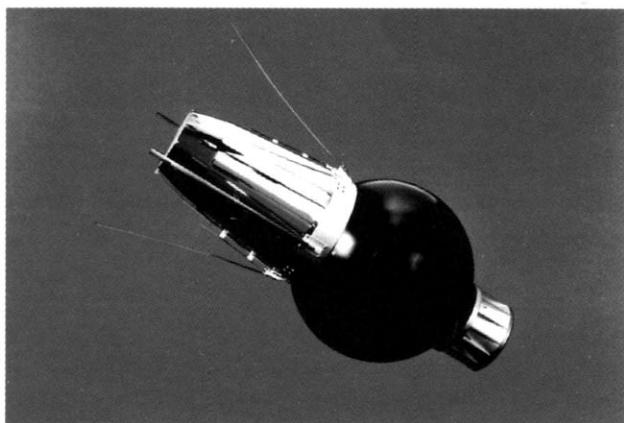
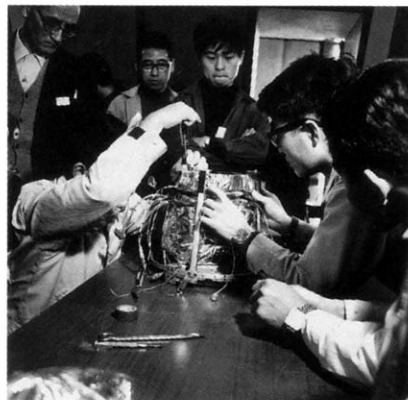
第4段打出し直後から、追跡に協力した米国航空宇宙局の各追跡局で次々とテレメータ信号電波と136MHzビーコン電波をとらえたとの連絡が入った。グアム、ハワイ、キトー、サンチャゴ、ヨハネスブルグと…。

内之浦では、発射後約2時間半を経過した15時56分10秒から16時06分54秒までの間、「おおすみ」の信号電波の受信に成功、本当に地球を1周まわってきたこ

とを実感した。実験班全員の勝利の瞬間でもあった。まんじりともせずテレメータセンターの片隅で受信の瞬間を待ちつづけておられた実験主任の野村民也先生の心境はいかばかりであったか、「おめでとうございます」と先生と握手したことが思い出される。

内之浦では、当初より軌道の分散が大きいことが予想されたため、最初に衛星を捕捉する受信アンテナは、気象台地にあったビーム幅が広い捕捉用の136MHzトラッキングアンテナとテレメータ台地の口径が大きい18mφパラボラアンテナを使用した。「おおすみ」からの信号電波は予想より約2分半遅れて西の山の方から到来した。両アンテナとも正常に捕捉受信し追跡することができた。約10分間の受信だったが、搭載機器は正常で、温度計測によればロケットモーターケース表面の温度（T1）が約50℃、計器部搭載のテレメータ送信機水晶発振部の温度（T2）が68℃と、かなり高温になっていた。（続く）

（いのうえ・こうざぶろう）



「おおすみ」



世界に広がった「星の王子様に会いに行きませんかキャンペーン」

高岸 敏雄

「小惑星1998SF36」ってなんやねん？と敬遠されそうな探査計画を、身近で親しみあるものとして応援してもらおうと、宇宙科学研究所・日本惑星協会が共催で行ったのが「星の王子さまに会いに行きませんか」ミリオンキャンペーンだった。

当初は5月10日から7月6日の予定だったが、急遽皆様の強い要望により、16日から22日の第二次募集を行った。

その結果は、世界149カ国から877,490人の名前が登録された。目標にした100万人には届かなかったものの、宇宙開発と連動したパブリックキャンペーンとしては世界史上最高の記録を達成することとなった。

国別では、太陽系科学探査の先駆者アメリカからの登録数が485,453人と多く、次に日本が313,955人。以下カナダ、オーストラリア、イギリスと続き149カ国に及んでいる。

ミューゼスC (MUSES-C) が、世界最初の小惑星サンプル・リターン・ミッションであること、探査機に搭載して3億キロ彼方の小惑星に名前を着地させることも世界初の挑戦であることから、国内はもちろん海外でも注目されたということだろう。CNN.com, Space.comなどの世界的ネットワーク、イギリスのBBC放送にもとりあげられた。そしてこれには、何といても22年の実績と全世界で10万人以上の会員を誇る世界最大の民間宇宙関連団体である米惑星協会 (The Planetary Society) の支援が大きかった。

日本については、5月10日に記者発表し、その模様がNHKやTV朝日、ラジオ、新聞各紙で報じられるや、当初の1週間で10万人を超える勢いで登録が行われた。しかし、5月半ば頃から、とくに6月に入るとともにワールドサッカー人気に圧倒される状況になる。その中で、再々度にわたって宇宙科学研究所の川教授も参加いただいたテレビ・ラジオを通じての広報チャンスの設営や、一方地道なメールでの呼びかけ、ボランティアの方々によるリンクネットの協力などを重ね、上記の成果となっていた。

4年前火星に向かった「のぞみ」に名前がのせられた時は、すべてハガキによる応募だった。今回は時代を反映してインターネット（携帯を含む）からの応募を加えたところ、インターネット関連で28万余（うち携帯からは5%程度）、ハガキは3万余と少なかった。ただ、圧倒的に2人、3人、4人…とグループの申込みが多く、

かと思えば、親御さんが2才や3才の子供の登録だけされたり、3ヵ月先に出産予定の子供を仮の名で登録とか、人数制限があるなら子供を優先して下さいとか、20世紀を生きた両親が21世紀こそ子供の時代との想いをこめられているようで、胸にくる思いがした。

インターネットによる登録も複数が多く、実際に活動可能人数は28万人より少ないにしても、キャンペーンの終り1週間前に、現状報告と合わせて「まだご存知ない方に参加を呼びかけて下さい」とメールしたところ、1日に8000、9000の登録が締切りまで続いた即応パワーには、心底感動してしまった。ミューゼスCが象徴する宇宙活動への強力なサポーターとして、今後とも交流を続けていきたいと考えている。

「世界から100万人の名前を集めて小惑星に届けよう」と、キャンペーンの話を耳にした人は、必ず「夢のある企画だ」「久しぶりにゾクゾクした」と声をハズませて参加して下さった。老若男女どの人も、やっぱりみんないい心を持っているんだと思えてしまう。

サン＝テグジュペリ『星の王子さま』にも、「夜になったら、星をながめてくれよ。ぼくんちは、とてもちっけだから、どこにぼくの星があるのか、きみに見せるわけにはいかいんだ。だけど、そのほうがいいよ。きみは、ぼくの星を、星のうちの、どれか一つだと思ってながめているからね。すると、きみは、どの星も、ながめるのがすきになるよ。星がみんな、きみの友だちになるわけさ。…」

小惑星1998SF36も現在は太陽のカゲになって見えないが、2004年6月頃から50cm位の望遠鏡で11等位の明るさで見えてくるらしい。その時には、天文台ネットワークをつくり、やがて名前が届く小惑星の写真や作文、イメージ画のコンテストなどウェブ上での展開を考えてみたい。

今回のキャンペーン経過を大いに活かして、夢のある、ゾクゾクする機会をふやしていくことが、宇宙開発への取組を支援する王道になるだろう。

(日本惑星協会事務局長 たかぎし・としお)



ただいま、夏真っ盛り、編集中

(山川、大信田)

ISASニュース

No.257 2002.8

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所(文部科学省) ☎229-8510 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL 042-759-8008

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(庶務課企画・広報係)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>)。