

ニュース

宇宙科学研究所
1993.4 No.145

〈研究紹介〉

深宇宙探査機によるオカルテーション観測

宇宙科学研究所 山本善一

研究紹介の原稿を書いてくれと言われ、自分の仕事について振り返ってみたところ、どうもどれもこれも深宇宙探査機の追跡に関わる仕事ばかりであることにあらためて気づきました。深宇宙探査機とは正確には月より遠方まで飛行する探査機のことを指しますが、宇宙研の衛星でこれに相当するのは、「さきがけ」、「すいせい」、「ひてん」、「Geotail」で、今後打ち上げられる「PLANET-B」ももちろんそうです。深宇宙探査機を利用した研究を大別すると、

① 直接観測による研究

探査機に観測器を搭載し、観測対象（惑星、月など）に接近して、直接物理現象を測定、解析するもの。通常はこの方法が一般的。

② 間接観測による研究

離れた場所から観測対象に電波をあて、電波の揺らぎ等を観測して科学的な情報を抽出するもの。一般に“電波科学”と称するもの。

の2つに分けることができます。

私に関わりを持っているのは後者の方で、この方法は直接観測に比べるとどうしても不利な点が多いと言わざるを得ません。例えばある物理現象を観測する場合、専用の観測器では増幅器を通して現象を拡大して捕らえられるため、観測のSN比を高くとることができますが、電波科学ではその物理現象が電波に及ぼすごく僅かな影響を観測することから始まるわけですから、観測精度の点では直接観測に劣るのはやむを得ないところです。

ところが大変面白いことに、観測対象によっては、直接観測が難しく間接観測の方が有利となる場合が存在します。その代表例が太陽近傍のプラズマや惑星大気の場合です。まず太陽近傍の観測の場合、太陽に接近して高温高压の苛酷な条件に耐えながら直接観測を行うのは、現在の技術レベルではとても困難です。あの「ようこう」でさえ、地球周回軌道上からX線という目を通じて間接的

な観測を行っていることから考えても、太陽の直接観測がいかに困難であるかが分かります。

ところで、「ようこう」のように専用の観測器を持たない深宇宙探査機でも、ダウンリンク（探査機から地球への電波リンク）の電波を利用して、太陽風プラズマの活動に関する情報を得ることが可能です（図1参照）。これは電波科学の基本となる手法で、オカルテーション（Occultation）観測と呼ばれています。図1において、深宇宙探査機から送出された電波は、途中で太陽の近傍を通過した後、地球に到達しますが、その際に太陽風プラズマによって電波の位相や振幅に乱れが生じます。この影響を解析すれば、太陽風プラズマに関する観測を間接的に行うことができる訳です。

宇宙研の深宇宙探査機で、最初に太陽オカルテーションのチャンスが訪れたのは、1987年の「すいせい」でした。図2は地球と太陽を結ぶ線を基準にして描いた「すいせい」、「さきがけ」の軌道です。1987年7月に地球-太陽-「すいせい」が一直線に並ぶ機会のあったことが分かります。地球から見た時の、太陽に対する「すいせい」の動きを示したものが図3です。7月17日から19日にかけて、「すいせい」が完全に太陽の裏側に隠れたことが分かります。話は脱線しますが、Occultという単語を英和辞典で調べてみると、オカルト映画の語源にもなっている「不可思議な」という意味の他に、ちゃんと「隠す」という意味もあります。オカルテーションを日本語に訳すと、「掩蔽(えんぺい)」となりますが、漢字が難しくて人前で書けないと恥ずかしい(?)ので、我々はもっぱらオカルテーションとカタカナ読みをしている次第です。

さて我々は、これはチャンスとばかりに、「すいせい」の太陽オカルテーション観測実験を行いました。信号の位相や振幅が変化する様子を知りたいので、「すいせい」から送信される電波の変調を切って頂き、いわゆるビーコンモードにした上で「すいせい」の電波を受信し、データの記録・解

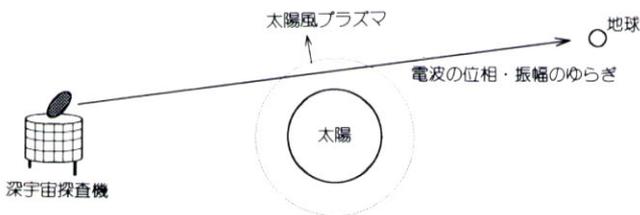


図1 オカルテーション観測の原理

析を行いました。図4はその一例で、受信した「すいせい」の信号スペクトルの変化する様子を示したものです。ビーコンモードで送出された電波のスペクトルは、本来はラインスペクトルとなるはずですが、「すいせい」の視線が太陽半径の15倍あたりまで近づくとそろそろスペクトルが広がりを見せ始め、太陽半径の2.5倍まで近づくとスペクトルの広がり100Hzにまで達することが分かりました。この現象はスペクトラル・ブロードニングと呼ばれるもので、信号が高温プラズマを通過する際に位相がランダムに変動することによって引き起こされると考えられています。また図4をよく見ると、太陽半径の12倍ほど離れたところで、

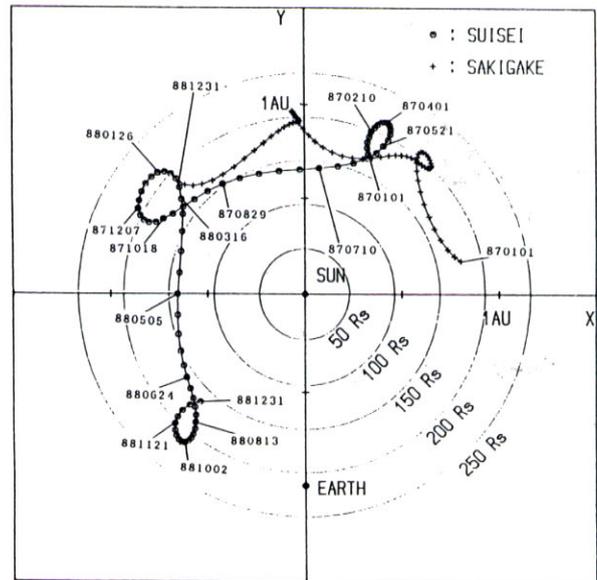


図2 「すいせい」「さきがけ」の軌道
1987.1.1~1988.12.31 (10日おきのプロット)

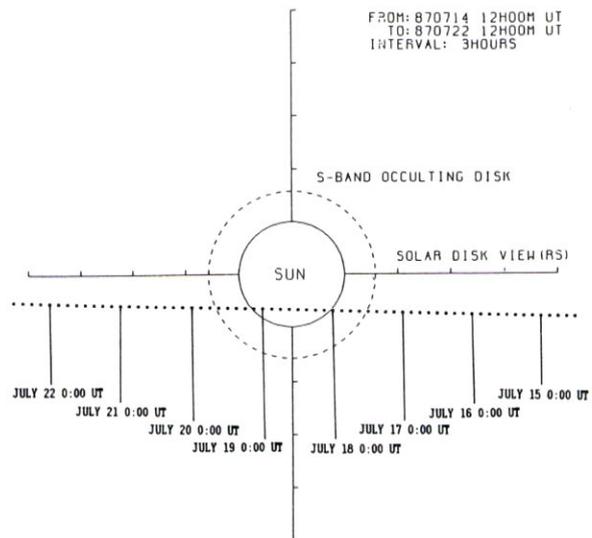


図3 太陽オカルテーション時の「すいせい」の軌道

スペクトラル・ブロードニングが一時的に強くなっていますが、これはこの付近に太陽風プラズマ活動の活発な領域があるためで、この事実は他の観測結果によっても報告されています。我々が太陽に関して行ったこの他の観測には、「さきがけ」のドップラー周波数データの解析によるショック波の通過位置の推定等があります。これはドップラー周波数のごく僅かなゆらぎ（ドップラー・シンチレーション）を抽出することでレイパス上のプラズマ塊の通過位置を求めるもので、これもオカルテーション実験の一つと言えます。

オカルテーション観測が最も有効なのが惑星大気を観測する場合です。特に外惑星は、木星型の厚い大気層に覆われたものが多いため、TVカメラ等による光学観測では惑星の内部構造まで観測するのは困難ですが、電波ならばかなり深いところまで通りますから、これはもうオカルテーション観測の独壇場であると言っても過言ではありません。我々は、1989年に米国のボイジャー2号が海王星に接近した際、日米共同電波科学実験という形で、海王星オカルテーション観測に参加することができました。同実験では、まずボイジャー2号が、海王星及びその衛星トリトンにより掩蔽されるよう軌道制御が行われました。そして、ボイジャー2号をビーコンモードにしておき、同機から送出される電波が大気によって、屈折や吸収を受ける様子を記録・解析したのです。その結果、海王星本体に関しては温度-圧力の垂直方向のプロファイルがかなり明かとなり、海王星の電離層の存在も確認されました。トリトンに関しては、

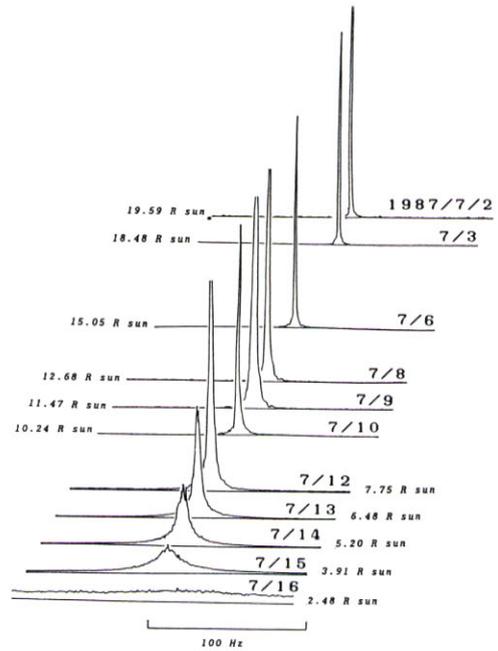


図4 「すいせい」の信号スペクトルの変化

大気層が予想外に薄かったため、画像観測の方が有効でしたが、もし逆に濃い大気に覆われていたならば、立場は逆転していたはずです。

NASAではこれまで、木星、土星、天王星に対しても同様の実験を行っており、かなり経験豊富ですが、宇宙研では惑星探査機がないため、独自の惑星オカルテーション実験のチャンスはまだ到来していません。PLANET-Bでは、かなり大気の薄い火星が相手で、それだけに精度の高い解析技法が必要になると思われますが、是非オカルテーション実験を成功させたいものです。

(やまもと・ぜんいち)

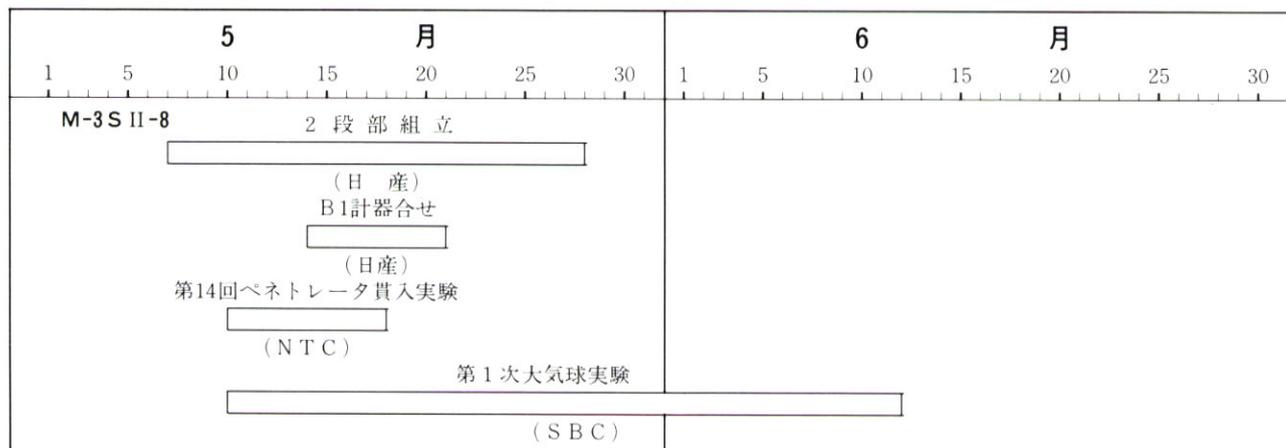
お知らせ



★人事異動

発令年月日	氏名	異動事項	現(旧)職等	発令年月日	氏名	異動事項	現(旧)職等
5. 4. 1	向井 利典	(所内昇任) 太陽系プラズマ研究系教授	太陽系プラズマ研究系 系助教授	5. 4. 1	廣澤 春任	(併任) 宇宙基地利用研究センター長	衛星応用工学研究系 教授
"	石井 信明	システム研究系助教授	システム研究系助手	"	難田 元紀	鹿児島宇宙空間観測所 長	システム研究系教授
4. 4. 1	松方 純	(所内配置換) 宇宙科学企画情報解析 センター助教授	宇宙科学資料解析セ ンター助教授	"	中谷 一郎	宇宙科学企画情報解析 センター長	宇宙探査工学研究系 教授
"	小原 隆博	宇宙科学企画情報解析 センター助手	宇宙科学資料解析セ ンター助手	"	栗木 恭一	技術部長	宇宙推進研究系教授
5. 4. 1	樋口 健	(採用) 宇宙探査工学研究系助 教授		5. 4. 1	西田 篤弘	(併任解除) 宇宙科学資料解析セ ンター長	太陽系プラズマ研究 系教授
"	前川 昭子	惑星研究系助手		"	辛島 桂一	技術部長	宇宙輸送研究系教授
"	山川 宏	システム研究系助手		5. 4. 1	三浦 公亮	(停年退職) 平成5年3月31日限り 停年により退職した	宇宙輸送研究系教授
"	久保田 孝	宇宙探査工学研究系助 手					
"	知久 建美	対外協力室助手		"	大蔵 明光	平成5年3月31日限り 停年により退職した	宇宙推進研究系教授
5. 4. 1	辛島 桂一	(併任) 宇宙輸送研究系研究主 幹	宇宙輸送研究系教授				

★ロケット・衛星関係の作業スケジュール(5月・6月)



★M-34-1TVC地上燃焼試験
〔表紙写真参照〕(撮影:新倉克比古)

M-34-1TVCモータは、M-V型ロケット第3段モータの試作1号機で、カーボン繊維のFRP製ケース、加圧充填法によるブタジエン系コンジット推薬グレイン、投棄式後方着火点火モータ、可動ノズル式推力方向制御装置等の諸技術が盛り込まれている。今回の燃焼試験の目的は、これら諸技術の性能を総合的に確認するとともに、飛翔型モータの詳細設計に必要な耐熱材の焼損特性等の実用データを収集することにあつた。

試験は能代ロケット実験場において平成5年3月26日11時45分点火により行われ、燃焼は正常でほぼ予想どおりの燃焼特性を示し、推力方向制御装置も順調に機能した。

本試験は計測室更新後初の本格的試験であつたが、主推力、横推力、モータ内圧等計126点の計測項目のデータが取得され、またモータ燃焼終了時の耐熱材の焼損状態を保存するために導入した液化炭酸ガス噴射による後燃え防止装置も有効に機能し、所期の目的を完全に達成してすべてを終了した。



M-34-1TVC 燃焼試験

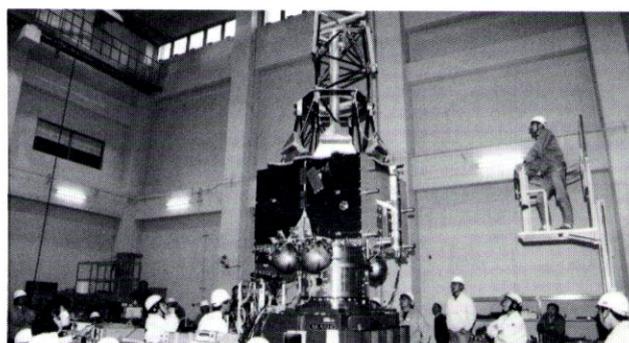
M-3S II-7号機による“あすか”の打上げに続く本試験の成功によって、平成4年度は最高の幕切れを迎えたが、実験班の中核として本来ならば喜びを分かち合うはずの齋藤敏、中田篤両君の姿の見えぬのがかえすがえすも残念である。

(松尾弘毅)

★Muses-Bの振動試験

宇宙の電波天文台となるMuses-Bが姿を現した。NEC横浜工場で製作された構造モデルの衛星本体部は搬入後クリーンルーム内で組み立てられ、三菱電機鎌倉製作所で製作されたアンテナ部と合体し、更に下部にRCS系と40cmハイゲインアンテナが取り付けられた。予想を上回る高さで、これが宇宙でアンテナと太陽電池パドルをひろげたらどんなに大きくなるかというほど。

治具まで入れた総重量は1.2トンとなった。このため、システムレベル15gの衝撃試験は加振機の性能限界8gを越えていたので、8gから外挿予測した。振動試験はX、Y、Z各軸方向についておこなわれた。アンテナ副鏡支柱は軌道上で伸展するのでここは固定が難しいところ。初めのX軸加振でネジのゆるみが発生したので、ゆるみ止め



MUSES-Bの振動試験

の処置を行って以後の作業に進んだ。計測点は歪・加速度など総計200点であった。

大型アンテナと構体部のインタフェースは今までのどの科学衛星とも違うものであった。気になっていたアンテナと結ぶ導波管も無事。大きな問題も発生せず、試験は無事に終了した。

時、2月10日～25日、ASTRO-Dが内之浦で打ち上がる前後。内之浦を気にしながら環境試験棟に通い、姿ができていく衛星を惚れぼれと眺め、加振機上できしみ、音をたてる姿に感激して暮らした。IPAが充填された2個ずつの丸いRCSタンクが揺れるのを、「風の中の狸みたいですね」と言ってみたり、襲ってくる加振音が年末に母の骸を焼いたバーナーの音にも聴こえた。(平林 久)

★GEOTAIL・EFD実験結果

昨年7月に打ち上げられたGEOTAIL衛星には電場の計測器(EFD)として2種類の物が搭載されている。1つは電場計測器としては定版であるダブルプローブ法であり、もう一方は我々のグループが開発したブーメラン法である。(原理については1985.4のISASニュースの研究紹介をご覧下さい)。電場は基本的な物理量の1つであり、宇宙空間における様々な現象において重要な役割を担っているが測定する事が非常に困難な物理量でもある。ブーメラン法はその原理上ダブルプローブ法では電場の測定が非常に困難な領域でも電場及び全磁力の測定が精度良く出来る事からその実験結果が世界的にも注目を集めている方法である。

昨年の11月4日から5日にかけて昼間側磁気圏の境界領域に添うようにGEOTAILが通過した時にブーメラン法の実験を行い、そのデータから磁気圏においても期待通りの精度で電場の測定が出来ている事が判った。またこの時、全磁力も0.1%程度の精度で測定できており、磁力計の更正に使える見通しも得た。

現在はブーメラン法の最大の目的である、磁気圏尾部のローブと呼ばれるプラズマの密度が非常に薄い領域での電場を測定すべく、軌道データとにらめっこをしている毎日である。ブーメラン法がここまで来れたのも多くの人の助言・励ましがあったればこそである。この場を借りてお礼を申し上げたい。(早川 基)

★「あすか」の運用開始

2月20日午前11時(日本時間)に、無事軌道に

投入された、わが国4番目のX線天文衛星「あすか」は、その後順調に各搭載機器の電源投入や、性能試験が行われてきており、4月に入って試験観測が開始される予定である。

「あすか」は、軌道投入時には、衛星の機軸方向に自由回転をしていたが、2月25日には、リアクションホイールを起動して角運動量方向を機軸と直角方向に移し、衛星をフラットスピン状態にして太陽電池パドルを展開した。さらに、3月2日には衛星内に収納されていたX線望遠鏡の鏡筒部分(光学ベンチ)の伸展を行い、X線望遠鏡は無事、所定の焦点距離3.5mの位置に固定された。パドルの展開と、光学ベンチの伸展により、「あすか」の軌道上での最終的な形態が完成された。これと、平行して、ジャイロの誤差信号をもとに衛星の角運動量をホイールにすべて吸収させて衛星回転を止め、さらには、星姿勢系を使って、衛星を慣性空間に固定させる試験も進められ、予期通りの性能が確認されてきている。

「あすか」には、X線望遠鏡の焦点面に2種類のX線検出器が置かれているが、その電源投入と性能試験が3月12日より始められた。3月12日、13日には、撮像型蛍光比例計数管(GIS)の高圧電源の投入試験が行われ、問題のない動作が確認された。3月17日には、望遠鏡の視野の中に初めて明るいX線源が入れられ、「あすか」によるはじめてのX線像が得られた。X線CCDカメラ(SIS)の冷却開始と電源投入も3月17日より始められ、3月23日現在、順調に手順が進められている。

(井上 一)

★宇宙研ビデオ(第2巻)完成

昨年好評だった第1巻「宇宙をさぐる一ロケット・人工衛星」に引き続き、第2巻「母なる太陽」が、この度、完成致しました。

このビデオでは、太陽の黒点やプロミネンスなどの太陽面の諸現象をわかりやすく解説しながら、神秘的な日食の映像や、最新の太陽観測衛星「ようこう」による成果も織りませ、今までにない迫力で太陽の素顔を紹介しています。

太陽の持つ最大の謎とは何か?そして、この太陽の謎に科学者達がどのように挑んでいるのか?……このビデオでは、視聴者の皆様の様々な疑問に答えるべく内容を吟味しました。

このビデオの制作にあたっては、文部省の教科

調査官や教育現場の先生方の意見も伺い、学校の教材にも適するよう、意を用いております。多くの方々に、是非ご覧頂きたいビデオです。

第1巻も多少在庫が残っておりますので、第2

巻「母なる太陽」に併せて、(財)宇宙科学振興会(TEL 0427-51-1126)にお申込み下さい。

なお、第3巻は、「オーロラ物語」と題して、来年4月に刊行の予定です。(小原隆博)

ISY-METSロケット実験 (S-520-16号機)

賀谷 信幸

S-520-16号機によるMETS (Microwave Energy Transmission in Space) 実験は、宇宙研のSPS研究会を中心に検討が進められている宇宙発電衛星実現のための基礎データを得るためのもので、上空で子ロケットを分離し親子ロケット間でマイクロ波を送受して、周囲のプラズマとの干渉の計測、マイクロ波送電の制御実験等を行った。

METSの最大の特徴は、アクティブ・フェイズド・アレイ・アンテナを開発した点である。アクティブ・フェイズド・アレイ・アンテナとは、多数の小さなアンテナを並べ、各々のアンテナから放射するマイクロ波の位相を制御するアンテナ方式で、この位相制御によりマイクロ波の方向制御やマイクロ波の集中が可能となる。この技術は当然、マイクロ波送電には不可欠な技術で、位相制御にレトロ・ディレクティブ方式を用いたものが、将来の宇宙太陽発電衛星で用いられる送電システムと考えられている。無線送電用としてアクティブ・フェイズド・アレイ・アンテナが開発されたのは今回が初めてで、このアンテナを用いれば、どこに飛んで行くか分からない子ロケットにも、うろちょろ飛行する模型飛行機にも、アンテナを動かすことなく電子的に受電アンテナ(レクテナ)にマイクロ波を命中させることができる。また、観測器から磁力線沿いに離れた場所にマイクロ波を集中させれば、磁力線に平行伝搬するプラズマ波を観測することができる。磁力線に垂直方向の場所に集中させれば、垂直伝搬モードを調べることができる。そこでMETSの実験目的の一つは、新たに開発したアクティブ・フェイズド・アレイ・アンテナの宇宙での性能評価と、もう一つは前回のMINIXで観測されたプラズマ波動励起現象の詳細な物理実験である。

METSは、国際宇宙年の一つのプロジェクトに認められ、国際協力を求めることになった。テキサスA&M大学からレクテナの搭載の申し出があったので、二枚のパドルのうち一枚をアメリカ側に提供し、もう一枚を日本側で開発し、日米で競

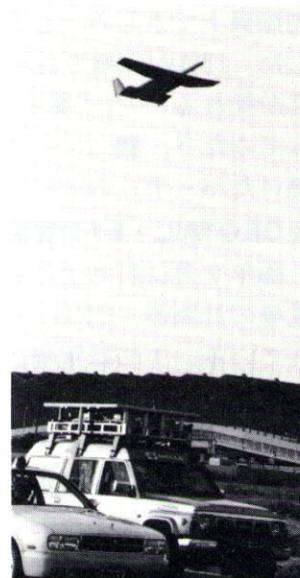
争することとなった。アメリカ側はレクテナの発明者であるDr.W.Brownにより設計された。このレクテナにはいろいろなノウハウが随所で見られ大変良い勉強をさせてもらった。

せっかく開発したアクティブ・フェイズド・アレイ・アンテナを、ロケット実験だけで終わらせてしまうのではあまりにももったいない。そこで、マイクロ波送電を疑う声をよく聞くので、マイクロ波送電の模型飛行機を飛ばして、マイクロ波送電を実証しようと考え、MILAX (Microwave Lifted Airplane eXperiment)を試みた。MILAXは1992年8月29日に日産自動車追浜テストコースで行われ、模型飛行機を約40秒間飛ばすことに成功した。写真は自動車の天井に取り付けられた送電アンテナから送られたマイクロ波エネルギーにより、まさに模型飛行機が飛んでいるところである。

ロケット実験の方は1993年2月18日に打ち上げられ、すべての搭載機器が正常に動作し成功裏に終了した。子ロケットは8.6cm/secの速度で分離され、日米両方のレクテナでマイクロ波が受電された。HF帯の波動データもマイクロ波のONとOFFに伴ない有意な変化が見られた。VLFや電子温度の今後の解析が楽しみである。

こんなに皆さんにご迷惑を掛けたのも、こんなに苦労したのも、そして、こんなにうれしかったのも初めてのロケット実験でした。これもすべて皆様の本当に暖かいご協力とご支援のおかげです。本当にありがとうございました。

(かや・のぶゆき)





ロケットの話

稲谷 芳文

ロケットは現在では宇宙に行くための唯一の乗物です。宇宙に行くと言うこともいろいろの定義があるのですが要するに地球に落ちてこないことで、例えば飛行機で外国に行くことと違って、この乗物の役目は落ちてこないだけの速度をその積荷に与えることです。地上でどこかに旅行するときにはどんなに遅い乗物でもいつかは目的地に着きますがこの点で他の乗物と大きく異なります。もちろん旅行するときには目的地には早く着きたい人が多いのである程度の速さは地上の乗物（ヒコーキもこれに含まれる）にも要求されますが、ただ行くだけという意味では速さそのものは本質ではありません。

さてこの地球に落ちてこないために必要な速度は毎秒8 km弱なのですがこれがなかなか大変なためにみんな苦勞しているのです。例えばロケットは飛び立つ前はその大部分が燃料であることはご存じのとおりです。そのエンジンは荷物と共に目的を達する前には捨ててしまう燃料もかついで加速しなければならぬのですが、ロケットの燃えがらを捨てて運ぶ部分を出来るだけ身軽にしたり（多段式ロケット）いろいろと飛び方の工夫（軌道の最適化）をしてもやっと最後に小さな荷物にこの速度を与えることができるに過ぎません。この運べる荷物は例えば地球をまわる比較的低い軌道でも最初の機体の重さの何10分の1とか100分の1という程度です。ロケットのエンジンは燃料のエネルギーを燃料そのものの速度に変えてその反動で推力を得るのですが現在の化学反応を利用したエンジンではこの辺が限界です。

ヒコーキに乗るようにして宇宙に行けたらとてもよいのですが、このようにしてやっとの思いで機体の大部分を捨てながら宇宙に出かけるので、ロケットには無駄なものは一切のせられませんから自分で地上を走ることもできませんし自分で飛び立つ準備をすることもできません。このためロケットを飛ばすための地上のいろいろな設備や何百人もの人による作業が必要で、ロケットの打ち上げというと大げさなことの代名詞のようになる

わけです。宇宙に出かけるために必要なコストはこのように一発打ったら乗物を捨ててしまっていることと、打ち上げるために必要な準備の仕事が多いために発生しているのですが、例えば1 kgの荷物を運ぶのに何百万円という数字になってしまいます。

21世紀は宇宙の時代だなどと言われますが、この調子では日本人の何百人に一人が宇宙に行くために国の予算全部を使っても単に荷物として打ち上げるだけすらもできないことになります（上に行ってからサービスは食事は勿論空気もありません！）。このままでは誰もが宇宙旅行に行けるとか太陽発電衛星や宇宙に工場を作るとかいう状態にはとてもたどり着けないので、このコストを飛躍的に下げるための方法をいろいろと考えています。5年とか10年とかでなくもう少しい長い時間のスケールで考えるとこの輸送コストは何割とか半分とか言う中途半端なものではなく、2桁下げるぐらいでないといふ現在の宇宙輸送や利用の姿は変わらないのです。

宇宙とはそんなものだからロケットは決してヒコーキの様にはならないと言ってしまっただけはロケット屋としては寂しいのでいろいろと工夫を考えて実験や試作が世界中で行われています。ひとつは捨てるところのないロケットを作って何回でも使うことです。地球を取り巻く空気を有効に使うことも重要です。個々の技術でみるとエンジンの工夫や軽くて熱に強い材料を作ることが必要です。もう一つは自動車とまでは行かなくてもせめて飛行機と同じくらいにロケットの運用に手間がかからないようなシステムを作ることですが、これらの具体的な内容については別の機会に譲りたいと思います。ヒコーキはすでに成熟した乗物ですから百円や千円で乗れるようになるとは思えませんが、このように未熟なロケットはまだ改善の余地があって2桁のコストダウンも可能と思って頑張らないと宇宙の時代はやってきません。やっぱり問題はロケットなのです。

（いなたに・よしふみ）

爆弾・悠久・クラクション

的 川 泰 宣

学術振興会のインド調査団の一員として、デリー空港に着いたのが3月8日。5千年の歴史を持つ国の首都は、澄みきった南国の空の下で、土煙にまみれて拡がっていた。ホテルの周囲を散歩。見上げるようなブーゲンビリアの鮮やかな紅い花の木立を背景に立ち並ぶスラムにいきなり圧倒される。ルピーを求めて差し出される多くの手に力はない。すがるような目に感じとれるのは諦観だけである。長い長い時間をかけて強力な身分制度の中で固められた表情に、楽しい未来を期待する輝きは見られない。さらに吹き溜まりのようなオールド・デリーでその想いはつのがつ。せつないまでの第1幕。

ボンベイ郊外、バーバ原子力研究センターは3万人以上のスタッフを抱える大研究所。原子炉の製作・研究と、物理・化学・生物の基礎研究を2本の柱とし、意気軒昂たるものがある。ボンベイはカルカッタと並ぶインドの代表的な商業都市。朝6時には湧き出るような人の群れが通りを埋めつくす。ボンベイに入った時すでにテロの次の目標はボンベイらしい、という噂はあった。噂どおり、ボンベイに爆弾。ただし私がボンベイを発った次の日だった。命拾いの第2幕。

バンガロール、と現地の人たちは発音する。デカン高原の南部に大英帝国の植民者たちが美しく建設した町は、今インドの“Science City”として生まれ変わった。30を越える国立の研究所・大学があり、1年を通して温暖で過ごしやすい日々がつづく。科学研究所、宇宙物理学研究所、ラーマン研究所、宇宙研究センター(ISRO)および衛星センターを訪れる。極めて都会的な第3幕。

宇宙物理学研究所で、マドラス方面にある天文台へぜひ行くべきだと言われ、“That’s a good idea.”と根拠なく賛成して、「せっかく」の土曜日をカヴァールール往復の車の中で8時間過ごす羽目になった。ところがこれがインドの田舎の農民を

目にする唯一のチャンスとなった。広漠たる大地に点々と弥生式時代のような住居が連なる。この辺りではまるで時間が止まっているかのようだ。悠久の時代の真っ只中を、私たちの車だけがタイムマシーンよろしく疾走する。沿道に居並ぶ人々の視線が、車内を突き刺すように覗き込む。

「どうしてそんなに急いでいるの……？」問いかけてられているような第4幕。

この国の科学のドン、C.N.R.ラオ(科学研究所長)が、日曜日はバンガロールの近くのマイソールに「骨休め」に行くといい、と言ってくれたので賛成。これが再び往復8時間車内という「骨休め」の第5幕となった。骨休めとは、げに腰の痛くなるもの。C.N.R. Rao Effect!

プネー。プーナ天文宇宙物理学研究所は3年前にできた夢のキャンパス。フラクタルや連星系をモデル化したユニークな中庭があり、あちこちにいつでも腰を下ろして話し合いのできる花崗岩の椅子が散りばめられている。教授室は狭い。著名な宇宙論学者ナリーカさんと長時間にわたってお話できた幸せな第6幕。「いいアイデアはこのような野外の自由な雰囲気からしばしば生まれるものです。人と人とが自由に接触し議論できる機会がうんと増えるように、このキャンパスは設計してあります」とは彼の弁。

再びデリーへ。インドには歩道が殆どない。道ゆく群衆・牛・水牛・犬・豚・ラクダを激しいクラクションで蹴ちらかしながら、強引に進んでいく車。多分インドの時間の流れは、身分によって大きく2種類に分かれているのだろう。車に乗らない人々は歩きつづける。何キロでも目標の土地に向かってヒタヒタと歩く。この国では、そうやって5千年の時が刻まれた。

エア・インディアのストライキのため、1日遅れて3月19日帰国。(まとかわ・やすのり)

生命の起源—熱水噴出孔での化学進化

宇宙生命 (6)

1970年当初、私たちは原始海洋環境下での化学進化の過程をしらべるために、現在の生体内でも重要な働きをしているモリブデン、亜鉛、鉄、銅、マンガン、コバルトのような遷移金属元素は、化学進化の過程においても触媒として重要な役割をしたに違いないとの考えに基づいて、修飾海水という模擬海水を考案した。修飾海水はマグネシウムやカルシウムは現在の海水とほぼおなじ量ふくむが、6種類の遷移金属元素は現在の海水にくらべて1000倍から1万倍多くふくんでいる。これは実験室で反応を速めるために触媒の量を便宜的に高くしたわけである。

私たちは、9種類のアミノ酸混合物をこのような修飾海水中で4週間、105℃で反応させると、細胞に似た組織粒子が生成してくるを見出した。実験条件は原始地球上の温かい海の環境をまねたものである。私たちは、この組織粒子のことを海の(marine)環境で生成した粒子(granule)という意味で、マリグラヌール(marigranule)と名づけた。

私たちが修飾海水を考案した当時は、遷移金属濃度が普通の海水にくらべて1000倍から1万倍も高い海水は人工的で、自然には存在しないだろうと思われていた。ところが、1970年代の後半に海底の熱水噴出孔がみつき、その熱水噴出孔海水が異常に高濃度の金属イオンをふくんでいることが明らかになった。たとえば、熱水噴出孔海水は普通の海水にくらべ、鉄を30倍、マンガンを87000倍、亜鉛を1300倍、銅を1500倍も多くふくんでいる。修飾海水のように金属イオンをたくさんふくんだ海水環境が、地球上にあったのである。

その後、噴出孔付近で採取された海水データをもとに、修飾海水を改良した人工の熱水噴出孔海水をつくり、メタンと窒素の混合ガスで加圧した上、加熱した。250~325℃で約200気圧という、深

さ2000メートルの海底とおなじ環境をつくりだした。このような模擬熱水噴出孔海水の加圧、加熱を1.5時間から13時間にわたって続け、アミノ酸分析器でしらべてみたところ、グリシンやアラニン、セリン、アスパラギン酸など各種の生体のタンパク質に不可欠のアミノ酸が合成されていた。

私たちは、海底熱水噴出孔での化学進化の可能性をさらに検証するために、高温、高压の熱水環境下で、アミノ酸からペプチドや細胞様構造が形成され得るかどうかをしらべてみることにした。グリシン、アラニン、パリン、アスパラギン酸をふくむ水溶液をガラス管中に入れ、250℃、134気圧で6時間加熱すると、直径1.5~2.5ミクロンの膜構造をもつ微小球が生成することを発見した。

私たちは海底の熱水噴出孔のような模擬海洋環境を設定し、そのなかでの化学進化をしらべてきた。その結果、メタンからグリシンをはじめとしていろいろなアミノ酸が生成することや、アミノ酸からペプチドや細胞様構造体の微小球が生成することを知った。原始地球大気が酸化的であった場合、アミノ酸のような生体構成分子を原始大気から効率よくつくるには、還元的な場が必要である。海底熱水噴出孔は、そのような還元的な環境を40億年前ごろから保存してきたものと考えられる。

海底熱水噴出孔は原始的な環境として生命の起源との関連で大変興味深い場である。今後、さらに海底熱水噴出孔の化学進化における役割の解明が、模擬実験や実際の熱水噴出孔試料などの分析などの様々な角度からなされることが期待されている。

—三菱化成生命科学研究所—

柳川弘志



思いつくままに

山木俊助

昨年の3月中旬、前任の余米部長から引き継ぎを受けるべくISASを初めて訪問した。

多くの樹々にかこまれたキャンパスに、ほどよい配置で建物が散在し、落ち着いた雰囲気の研究所に4月からここに通うのかと思うとふるい立つ思いであった。主計課長も入った引き継ぎは、各種プロジェクトから財団の話まで事項がやけに多く、ISO、SFU、BESS等訳の分らない用語の多さに、話を聞いた時は分ったつもりでも、時間が過ぎるときれいさっぱり忘れる始末であった。これは仕事をやりながら憶えるしかないISASに着任して早や1年。全くバタバタとその日その日に追いまくられ、こんなにアツと言う間に月日だけが過ぎて行くのかと思うと何か恐ろしくさえある。ISASも東京大学から独立し、全国の共同利用機関として新たなスタートをきってから、すでに10余年が経過したことになる。時の流れに身をまかせることなく、これまで研究所が行ってきた諸活動をここで再点検し、来るべき時代に備えたい。

あわただしかった1年ではあったが、忘れることの出来ない苦い思い出もある。

昨年11月、文部省研究機関課の宮瀧補佐、松尾先生とスペインのマドリード郊外にあるESAの衛星受信施設ヴァアフランカ局を訪れる機会があった。その日の夕方、マドリードの中心街にあるグラン・ビア通りを3人でブラブラ歩いていた時のことである。

賑やかな交差点にさしかかったとき、我々の近くを歩いていた人の良さそうなおばちゃん達何人かが、私の背広にペンキがかかっていると騒ぎ出し、ビルの上から落ちてきたものだと言う。見ると薄いベージュ色の液体が、紺の背広の後にベッ

タリとかけられている。おばちゃん達は、ティッシュペーパーをくれたり、私の汚れを拭いてくれたり、実にかいがいしく働いてくれる。そしてビルの管理人に文句を言いに行けと引っぱるようにせき立てる。

ビルの通りから少し引込んだ玄関に、管理人らしい大男が、どうしたんだと言って出てくる。おばちゃん達と何かやりとりしている間に、宮瀧補佐、松尾先生が、あまりに華々しく汚れている私の背広を拭いてくれ、ふと見ると松尾先生の皮ジャンも宮瀧補佐のコートやズボンも汚れている。4～5人のおばちゃん達もワイワイ言いながら、各々の汚れを拭いてくれる。私は、脱いだ上衣からサイフを持って行かれてはと思い、ズボンの後のポケットにしまい直した。ガヤガヤと汚れを拭き合っているうち、ズボンのポケットからサイフが無くなっているのに気が付いた時は、管理人らしき大男も、かがいしく働いた気の良さそうなおばちゃん達も、いつの間にか視界から消えていた。

最初に汚れをかける役、コーナーに誘導していく役、管理人の役、さらにコーナーで汚れを私以外につける役とすべて役割分担を見事にこなしたスペイン集団スリであった。

紙面をかりて宮瀧補佐、松尾先生に御迷惑をおかけしたことを重ねてお詫び申し上げ、ISASニュースの賢明な読者が、この様な目に会われないことを祈って、恥をしのんで書かせていただいた。

——注意をしても、狙われたらやられること受け合い。恥かしくなければ、貴重品は、首につるすか、胴巻きに。——

(やまき・しゅんすけ)

ISASニュース

No.145 1993.4.

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所(文部省) ☎229 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL 0427-51-3911

The Institute of Space and Astronautical Science

◆ISASニュースに関するお問い合わせは、庶務課法規・出版係(内線2211)までお願いいたします。