



## 〈研究紹介〉

# 太陽系の化石を求めて

宇宙科学研究所 山本 哲生

現在の太陽系形成論によると、われわれの太陽系は次のような過程を経て形成されたと考えられている。46億年前、銀河系のありふれた暗黒星雲の一部から、われわれの太陽系を生む母体となったガスと塵からなる円盤、原始太陽系星雲が形成された。やがて原始太陽系星雲内の塵は円盤の中心面に向かって沈澱し、そこに集中するようになる。この結果、太陽系星雲の中心面付近に塵の層が形成される。沈澱が進行し密度が高くなるにつれて、塵の層は重力的に不安定となり、多数の塵塊に分裂する。これが惑星のたまごとも言うべき微惑星である。微惑星は互いに衝突・合体し、惑星へと成長する。

太陽系形成過程において、微惑星はダスト（固体微粒子）と惑星をつなぐ重要な役割を演じる天体である。しかし、これまでは理論上の概念にと

どまっておき、その実体は不明であった。われわれ（筆者、小笹隆司、1988）は冥王星の外側に、現在でも多数の残存微惑星が存在しているだろうことを予測した（中野武宜、ISASニュースNo.71も参照）。その一部は彗星として現在観測される。理論から予測される微惑星のサイズや形態は、核についての詳しい観測がなされているハレー彗星や最近では木星に衝突すると巷を賑わせているシューメーカー・レビー第9彗星の核の観測結果をよく説明する。しかしもっと直接的な化石が最近発見された。以下では、最近、冥王星の外側に発見された2つの新天体が実は微惑星の化石ではないだろうか、というわれわれ（筆者、水谷仁、門田晃典）の説を紹介しよう。

問題の新天体のひとつ1992QB1は、ハワイ大学のジェウィットとカリフォルニア大学バークレー

校のルーによって発見された。彼らは1992年8月30日にマウナケア山頂にあるハワイ大学の口径2.2メートルの望遠鏡に検出器CCDを用いた観測によってこの新天体を発見した。発見時の明るさは23等級であった。その後の観測結果も含め、1992QB1のより詳しい軌道が決定された。それによると、他の惑星と同様に、1992QB1は円に近い楕円軌道を周回しており、軌道長半径は44.4AU（1AUは太陽-地球間平均距離で約1.5億キロメートル）であることがわかった。その公転周期は約300年である。楕円の偏平度を表わす軌道離心率は0.11で、冥王星の離心率0.25より小さい。すなわち1992QB1は冥王星よりもっと円に近い軌道を公転している。また公転軌道面は地球の軌道面から2.2度しか傾いておらず、これもまた冥王星の軌道面の傾き17度よりずっと小さい。むしろ他の多くの惑星の軌道面とほぼ一致している。

1992QB1の正体についてはまだ不明な点が多い。上述の明るさと距離から、その大きさをある程度推定することができる。太陽光の反射率がハレー彗星と同程度だと仮定すると、その直径は250キロメートルとなる。この大きさはもっとも小さい惑星である冥王星と比べても、その $\frac{1}{8}$ にすぎない。大きさという点からみると、1992QB1は惑星というよりむしろ、大彗星または小惑星というべきであろう。

一度発見が行われると続いて起こるもので、今年の3月28日に同種の新たな天体が同じ望遠鏡で、またもやルーとジェウィットによって発見された。

表1 観測とモデルとの比較

|         | 軌道長半径 (AU) | 軌道傾斜角     |             | 離心率         | 直径 (km) |
|---------|------------|-----------|-------------|-------------|---------|
|         |            | (度)       | (ラジアン)      |             |         |
| 1992QB1 | 44.4       | 2.2       | 0.038       | 0.11        | ~250    |
| 1993FW  | 42.5       | 8.0       | 0.14        | 0           | ~330    |
| モデル     | 40         | 0.88-0.95 | 0.015-0.017 | 0.022-0.024 | 260-280 |
|         | 45         | 0.66-0.74 | 0.011-0.013 | 0.016-0.018 | 180-200 |

この天体は1993FWという仮の名が与えられた。その明るさは約23等級で、1992QB1の明るさとほぼ等しい。1993FWの軌道は1992QB1と似かよっており、軌道長半径は42.5AU、軌道面の傾きは約8度と推算されている。1993FWの距離や明るさが1992QB1とほぼ等しいことから、その大きさにもそれほど差がない（直径200~300キロメートル）ことが予想される。

われわれは1992QB1や1993FWが残存微惑星である可能性を検討するため、観測と比較できる量を前述の微惑星モデルにもとづいて計算し、観測結果と比較した。表1に軌道要素とサイズについての比較結果を示した。観測から見いだされた軌道の特性、すなわち軌道が円に近いこと（離心率 $\approx 0$ ）や、軌道面の傾きが小さい（傾斜角 $\approx 0$ ）ことが微惑星モデルによって良く再現されていることがわかる。しかしより詳しくみると、観測された離心率は傾斜角（ラジアン）に比べて大きいことに注意しよう。一方、微惑星モデルでは、離心率と傾斜角は微惑星同志の重力散乱と衝突合体によるバランスによって決まり、同程度の大きさになることが期待される。観測値が理論値より大

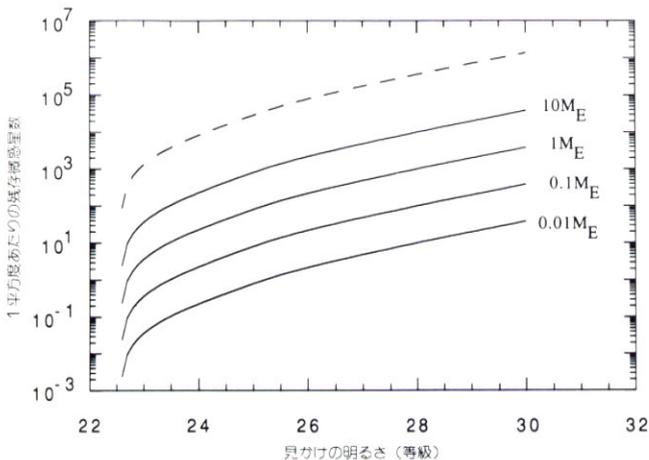


図1 見かけの明るさと検出可能な個数の関係

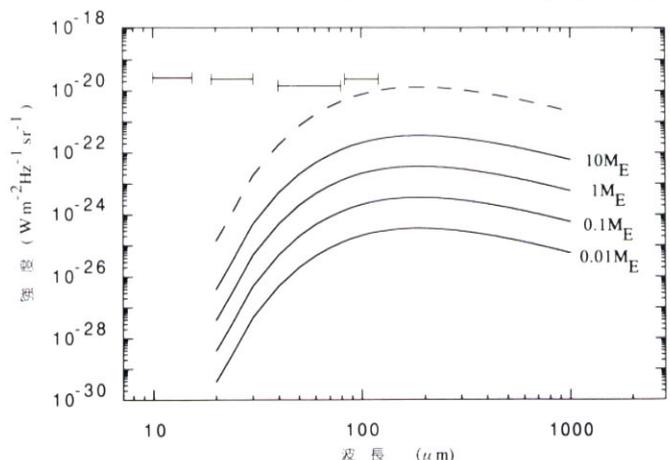


図2 現存微惑星群からの赤外線スペクトル

きいことは、微惑星間の重力散乱以外に外部的な摂動源がある（又はあった）ことを示唆する。冥王星の外側で惑星軌道面内を円運動していた天体は、長期にわたって海王星やその他の木星型惑星の重力の影響を受ける。その結果、傾斜角に比べて離心率はより大きく変化することが確かめられている。

サイズについては微惑星モデルから予測される値は観測値とかなり良く一致することが表1からわかる。軌道長半径は上述の惑星重力によってそれほど変化しない量であることに注意。

これらの結果は1992QB1と1993FWが生き残り微惑星である可能性を強く支持する。

興味深いことに、われわれのモデルは、このような残存微惑星は現在でも多数存在し、特に太陽から100~200AUの距離付近にもっとも集中していることを予言する。残念ながら、この距離の残存微惑星はたいへん暗いため、今のところ可視光の波長域での観測が不可能である。しかしもっと太陽に近いところには、数は少なくなるものの、より明るい微惑星が存在する。ある明るさの検出限界で観測したときに、黄道面付近の1平方度あたりにどれくらいの個数が見えるかを推算した結果を図1に示した。

図ではこの微惑星雲の全質量をパラメータとしてある。太陽系が形成されてから現在までにどれくらい失われたかが不明であることによる。各線に付けた数値は、地球質量 $M_E$ を単位とした微惑星雲の全質量を表す。モデルから、太陽系形成時の雲の質量は地球質量の390倍と見積もられる。破線はこの質量に対応する個数を表している。現在で

は、これよりずっと少なくなっていることが予想される。現質量の下限は、ジェウィットとルーが観測した天空範囲とその検出限界の明るさ（25等級）で見つけられた個数（1~2個/平方度）から見積もることができる。結果は地球質量の0.1倍となる。

図からわかるように、観測技術の向上によって検出できる明るさの限界が暗くなるにつれて、検出可能な個数が急速に増すことは心強い。今後の観測によって、この種の天体が多数発見されるようになるだろう。

しかし、可視光における観測以外にも、有望な検出手段が存在することを最後に述べておきたい。前述のように、これらの残存微惑星の多くは太陽から100~200AUという遠方にあるものの、太陽光を吸収し、わずかながら暖められている。そして、この熱を遠赤外線として放射している。微惑星雲のいくつかの全質量について、遠赤外線の強度の見積もり結果を図2に示した。

100~200AUにおける微惑星の集中に対応して、赤外線強度は100~200 $\mu\text{m}$ にピークをもつ。赤外線観測では、可視光の観測では困難な残存微惑星の集中領域が直接に観測できることが大きな特徴である。参考のため、1980年代の赤外線天文衛星IRASの観測限界強度を横バーで示した。IRASでは検出が困難であったものの、今後の赤外線天文衛星では、残存微惑星雲の質量によっては、検出が可能であると思われる。この観測はわれわれの惑星系を形成した母体となった原始太陽系星雲の大きさを知るうえでも大きな手がかりをもたらす。

（やまもと・てつお）

## お知らせ



### ★シンポジウム

#### アストロダイナミクスシンポジウム

日時 平成5年9月27日(月)~28日(火)  
場所 宇宙科学研究所本館2階会議場

問合せ先：宇宙科学研究所研究協力課共同利用係  
TEL 0427-51-3911 (内線 2234, 2235)

### ★人事異動

| 発令年月日  | 氏名      | 異動事項                     | 現(旧)職等          |
|--------|---------|--------------------------|-----------------|
| 5.7.16 | 加勇田 清 勇 | (所内配置換)<br>システム研究系<br>助手 | 能代ロケット実験<br>場助手 |

★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   |   |   |    |    |    |    |    |
|--|---|----|----|----|----|--|---|---|----|----|----|----|----|
| 1  | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30   | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| M-V<br>2, 3段接手分離試験<br>(ISAS)             |   |    |    |    |    | M-14MNTVCターボポンプ単体試験<br>(日産)  |   |   |    |    |    |    |    |
|  |   |    |    |    |    | 2, 3段接手音響試験<br>(NASDA)   |   |   |    |    |    |    |    |
| N F開頭試験                                  |   |    |    |    |    | B3PL音響試験<br>(NASDA)  |   |   |    |    |    |    |    |
| N F開頭試験<br>(ISAS)                        |   |    |    |    |    | N F音響試験<br>(NASDA)   |   |   |    |    |    |    |    |
| S-520-17 気密コネクタ取付・配線 計器合わせ<br>(NEC) (日産) |   |    |    |    |    | 気密コネクタ取付リング CI, CNSJ部<br>コネクタ配線処理 気密試験 噛合わせ<br>(NEC) (ISAS) (ISAS) |   |   |    |    |    |    |    |
| S-520-19 CN-SJ配管, タンク仮組立<br>(IHI)        |   |    |    |    |    | S-310-22 計器合わせ<br>(日産)   |   |   |    |    |    |    |    |
| MT-135-58, 59 フライトオペレーション<br>(KSC)       |   |    |    |    |    | 第15回ベネトレータ貫入実験<br>(NTC)  |   |   |    |    |    |    |    |
| 小型ATR燃焼器試験<br>(NTC)                      |   |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |
| 第2次大気球実験<br>(SBC)                        |   |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |



★森山文部大臣相模原キャンパス視察

8月4日(水), 森山文部大臣が相模原キャンパスを訪問された。秋葉所長による概況説明の後, 同行の雨宮審議官(学術国際局), 尾山秘書官, 宮瀧研究機関課長補佐ともども熱心に所内を視察された。あいにく時期的な関係で, ロケット, 衛星とも実物をお見せできなかったが, 太陽観測衛星「ようこう」のデータ解析室では, チームの一員として滞在中の元宇宙飛行士アクトン博士によるダイナミックに変動する最新の太陽画像の説明を冗談をかわしながら楽しまれた。(松尾弘毅)



★平成5年度「宇宙科学研究所一般公開」開催される  
〔表紙写真参照〕(撮影: 前山勝則)

宇宙研の「一般公開」が7月24日(土)相模原キャンパスで開催された。

この「一般公開」は, 今年で10回目を迎え, 宇

宙研の大きな年中行事の一つとして, 一般市民にも定着してきた様子だ。

当日は, あいにく朝からの雨だったが, それにもかかわらず, 入場者が, 10時開場を待たず9時半頃より列を作りはじめ, 終日間断なく続き1万1千人に登る盛況だった。

施設・設備が公開されるとともに, 進行中の研究プロジェクトのホットな状況が, 模型や, 実演・実験, 意匠を凝らしたコンピュータシミュレーションやパネルによって紹介された。試験設備の公開は電波無響室など8か所, プロジェクト紹介は, 気球・ロケット・人工衛星・太陽発電・火星ローバーなど約40アイテムで, 多彩な内容であった。

運用中の科学衛星「あすか」の熱モデルは, 捕えられた超新星の映像データとともに高い関心を呼んだ。次期計画ロケットM-Vの原寸大の地上燃焼試験用M-34モータケースやドイツとの共同研究EXPRESSの大気圏再突入カプセルの模型など, 多数の展示が話題を呼んだ。

レールガンFire実験など, 迫力ある実演が宇宙科学への興味をたかめた。

すっかり恒例の催し物となった「ミニミニ宇宙学校」「スタンプラリー」「宇宙折り紙」などは, 夏休み中の小中学生に人気が高かった。

また, (財)宇宙科学振興会などの記念グッズも好評だった。アンケートでは, 多様な展示に公開日の延長を望む声も相当数見られた。(森 茜)

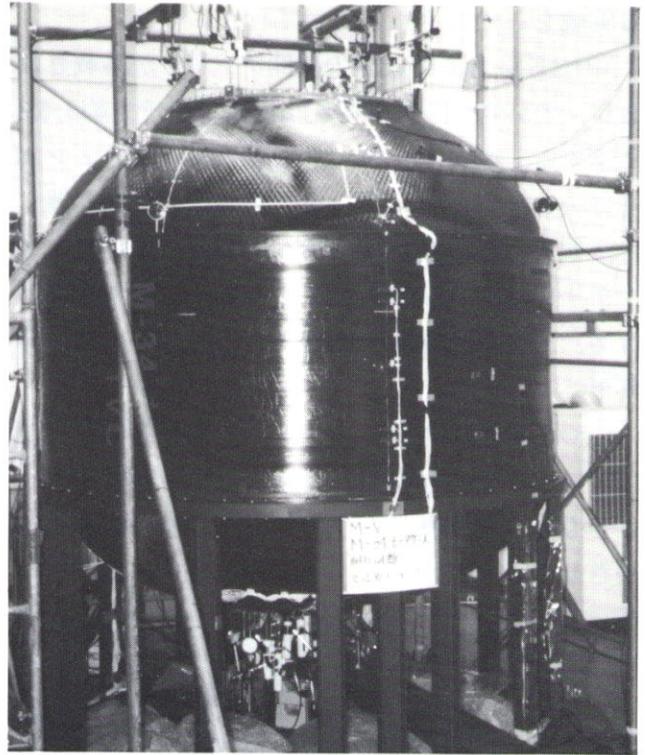
### ★M-34モータケース耐圧試験

今月の3月に能代実験場において、M-V型ロケットの3段目のM-34-1TVC地上焼燃試験を無事終了したことは、まだ、記憶に新しいことと思います。この試験で使用したM-34モータケースの耐圧試験を平成5年7月1日に日産の川越事業所で行いました。

このモータケースは、炭素繊維を樹脂で固めた紐状の材料をアルミニウム製のモータケースの型に幾重にも巻き付けて形作り、それに再び樹脂を染み込ませて固めた後に、型を取り外すという作業を経て、製造されています。この製造方法をFW（フィラメントワインディング）と呼び、炭素繊維を樹脂で固めた材料をCFRPと呼んでいます。このモータケースはFWで製造したモータケースとしては世界最大級の直径を有しており、その大きさ故に、数多くの技術的な問題が生じ、その度に改良を加えてきました。

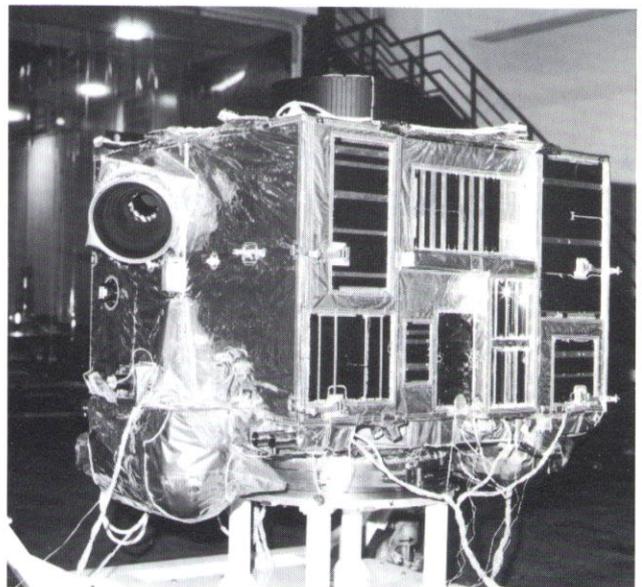
今回の試験は、このモータケースに設計上破壊してはならない圧力である91気圧（実使用圧力は60気圧以下）を水圧で与えて、設計通りの強度を持っていることを確認するために行いました。CFRP製のモータケースは、圧力を上げるにつれて、僅かずつですが樹脂が割れたり、炭素繊維が切れたりします。その度ごとに、まるでピストルで撃たれたようなパンという大きな音が発生し、その度ごとに私の脳細胞や胃の毛細血管が割れたり切れたりしたような気になります。しかし、モータケースが破壊することもなく、そして、私自身の身体も何事もなく、試験を終了することができました。その後のモータケースの検査でも、一部表面の繊維が剥がれている所もありましたが、おおむね良好な状態であり、設計強度を保証することができました。

この試験結果は、更に軽量化を進める実フライト用モータケースの設計に裏付けを与える大きな一歩となりました。ここに到達するまでの道のりが険しかっただけに、多くの方々のご尽力に感謝せずにはられませんでした。（峯杉賢治）



### ★MUSES-B熱モデル試験

7月1日からMUSES-Bの熱モデル試験を飛翔体環境試験棟の大型チェンバーで行っている。試験体は縦1.5m、横1.5m、高さ1mの箱型の衛星とその下面に取り付けられたRCS系（姿勢制御システム）からなり（写真下）、温度測定点の数は、衛星の大型化に伴って、約500というこれまでにない多さとなっている。熱真空試験は7月30日まで続き、その後、8月中旬に、構体の熱歪を調べ



MUSES-B熱モデル試験

る実験をこのモデルを用いて行う。

MUSES-Bには大型の展開アンテナが搭載されるが、アンテナ自体の高さは収納状態でも約2.6mに達する。衛星と一体にするとスペースチェンバーに入らないため、アンテナと衛星とを切り離して、個々に熱真空試験を行うこととしている。アンテナの熱モデル試験は5月中旬から6月末にかけて、三菱電機鎌倉製作所において行われた（写真下）。

二つの試験の結果に基づいて、衛星本体ならびにアンテナ系の熱数学モデルの評価・確認を行うとともに、試験結果をフライトモデルの製作に反映させていく。（大西 晃・広沢春任）



大型展開アンテナ熱モデル試験

#### ★KSCの基幹整備工事の状況

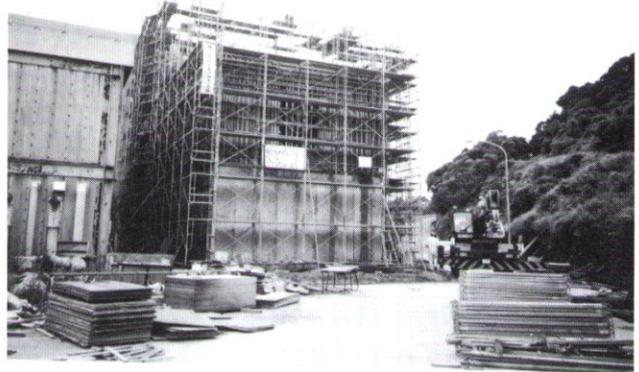
鹿児島宇宙空間観測所（KSC）の基幹整備工事の安全祈願祭は去る5月14日（金）、秋葉所長、増当内之浦町長、KSC職員、工事関係者等の出席のもとに盛大に行われた。

起工式から1週間後、鹿児島地方は梅雨入りし、それぞれの現場では雨の中の作業を余儀なくされた。特に山場では、豪雨地帯だけに、多量の降水により土砂が崩れ落ちたり、場所によっては大きな石が転出するなど工事はかなり難航した。

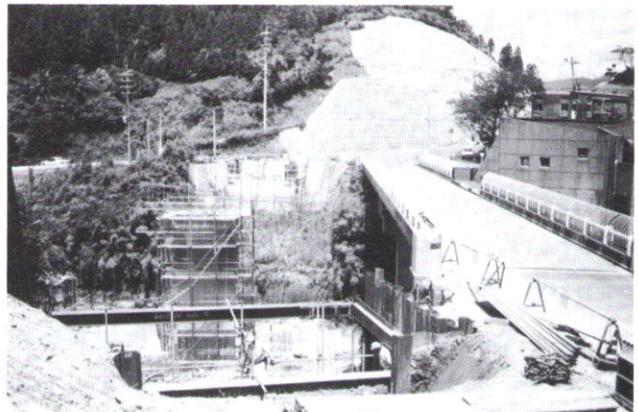
7月に入って梅雨も上がり、工事のピッチも上

がり、現在までの進捗状況は約40%と順調である。以下、現状のスナップをいくつか紹介する。

（白坂友三）



衛星の大きなアンテナが展開可能なM台地のクリーンブース室は4階吹き抜けの部屋となるが、現在2階部分のコンクリート打ちが終わったところである。



M-V型ロケットの通り道となる新しい橋は、中央の橋脚が既に完成し、両端の橋台の工事に取りかかっている。



追跡の拠点となる宮原レーダ基地は伐採が終わり、敷地造成や道路取り付けの工事に入っている。

シリーズ

## 銀河の仲間たち(2)

### 渦巻銀河・楕円銀河

上野 宗孝

最近天文観測で赤外線カメラによる銀河観測がトレンドになってきている。これまで銀河の撮像観測と言えば可視光観測の独壇場であったが、赤外線カメラの登場で銀河への新しい窓が開かれた。

赤外線で観測を行うと可視光と比較して宇宙空間のダストによる吸収の影響が小さく、暗黒星雲中の天体のように吸収の大きな領域でも観測可能である。また赤外線波長帯で観測される銀河のエネルギー源は、主として銀河の質量の大部分を担っている中小質量星が年老いた赤色巨星である。これに対して可視光での銀河観測では短寿命の大質量星の放出する光が支配的となる。我々が銀河を撮像観測して得たい情報の一つは、(輝度情報から得られる)その銀河の質量とその分布である。

ところで我々の住む宇宙には楕円銀河、渦巻銀河、不規則銀河など様々な種類の銀河がある。これら銀河の中で、楕円銀河は一般的に光を吸収するガスやダストの存在量が少ないことが知られている。従って楕円銀河に関しては、可視光を用いてもその内側まで観測可能であったため、銀河としての骨格を十分に知ることが可能であった。こ

れに対して渦巻銀河ではその円盤上に多量のダストが存在し、その中で次々と新しい星が誕生している。このため可視光観測ではこれらの影響を無視することは難しい。渦巻銀河を和菓子の“三笠”にたとえると、可視光観測ではその「皮」だけを見ているのか、「アンコ」の内容まで見通しているのか、それとも「表面の微妙な焼け具合」だけを見ているのか、議論の別れるところとなっていた。これに対して赤外線での渦巻銀河の観測では、銀河を十分内部まで見通すことができる。赤外線の銀河像は可視光の姿と比較して、枝葉が省かれ極めてシンプルである。これは渦巻銀河などに見られる美しいアームの様子が、銀河円盤上に分布するダストや若い天体などによって描かれているためであるのに対し、赤外線ではこれらの影響を受けずに、銀河の骨格ともいべき大局的な星の分布を観測することが可能なのである。

赤外線による銀河観測は始まったばかりである。データが蓄積されると共に、赤外イメージを用いた銀河の骨格分類も可能になる。赤外線のデータから定量的な銀河の質量分布が得られ、銀河の骨格に関する十分なモデルが完成し、理論シミュレーションの結果と十分に比較することができれば、銀河誕生の謎を解き明かせる日も近いだろう。

(東京大学教養学部、うえの・むねたか)

#### 【写真説明】

赤外線(1.65 $\mu\text{m}$ )で観測した横向渦巻銀河。木曾シュミット望遠鏡に赤外カメラを搭載して撮像。

#### ☆新シリーズについて

最近の急速な天文学・天体物理学の進展につれて、宇宙研の天文学関係の研究対象も星や私達の銀河系から、遠くの銀河へと広がってきています。そこで前月号から「銀河の仲間たち」という新シリーズをはじめました。宇宙の構成メンバーとしての銀河や銀河以外の宇宙の仲間を種類別に紹介していくことで、宇宙の誕生や進化の謎にせまろうとする最新の研究の一端を楽しく読んでもらえれば幸いです。これまでの「宇宙の不思議」同様、ご愛読願います。

(編集委員会)

## 酒と宗教 — パキスタンを旅して —

河 島 信 樹

パキスタン、インドの西側に位置する位の知識で、旅行代理店のあまりすすめないパキスタン航空に成田から乗り込んだ。アインシュタインの一般相対論を実験的に研究する国際会議に出席のためである。トラブルの多い航空会社と聞いてはいたが、会計検査と重なり、これしか便がなく、我慢せざるを得なかった。予定通り出るかどうか心配しながら、カウンターへ行くと大丈夫だという、まず、一安心。小一時間して、昼食のワゴンがやってきた。私の座席の付近には、数少ない(女性)のスクエアデスがきて、「冷たいものなににしますか?」と聞く。「お飲物は、何にしますか?」ではないのである。不思議に思ってワゴンを見ると酒がない!で、気が付いた。パキスタンは、戒律厳しいイスラムの国であると。それから10日間、成田に帰ってくるまで、一滴のアルコールも口にできなかった。イスラマバード・ホテルに泊まったとき、部屋の冷蔵庫にビール瓶がはいっていた。首都の名を冠するこのホテル、実は米国系のホリデイ・イン、なるほどと喜んで取り出してみると、いや、残念、アルコールレスと書かれてあった。ああ、ここも治外法権ではなかった。外国旅行で、飛行機の中で酒が自由に飲めるのは、酒の好きな人にとっては大きな魅力である。この頃は安い航空券で乗ってもどの航空会社でも自由に飲める。しかし、よく考えてみると酒といっても、大した量が飲めるわけではない。それくらいなら、もっと運賃を下げたいという要望も多い。私は、酒は弱くはないし、結構飲むが、体が酒を要求するタイプではないので、なければ我慢できるからどちらかという運賃を下げてくださいの方がよい。きれいなスクエアデスに勧められて、飲み過ぎて、向こうへついたら、体調を崩すことも多い。そのあとは、時差ぼけや精神的重圧もあるので、さらに苦しくなる。だから、このごろは、飛行機のなかでは、酒をできるだけ控えることにしている。今回もパキスタン航空のなかは、あまり苦にならなかった。

飛行機のなかはよいとしても、しかし、酒が全く無いというのも寂しい。酒は使い道によって良

くも悪くもなる。泥酔して他人に迷惑などというのは論外である。外国旅行では時差ぼけで眠れない。明日は大事な会議だ。どうしても眠らなければとあせれば焦るほど眼がさえてくる。ついつい酒に頼る。だが最初は効果的でも、3~4日もするとすぐに効かなくなり、必要な酒量が急激にふえる。高学歴の女性にみられるキチン・ドリンカーのアル中が、ごく短時間でなると聞くが、時差ぼけの解消のために酒に頼ってみると、これが実感としてよく分かる。

しかし、言葉の不自由なところで親交を深めるのに、会議の後のパーティや会食での酒の効用は、絶大である。少し酔えば、不得手な外国語の舌も滑らかになる。故大林教授と一緒にはじめ昨年まで続けた、スペースシャトル人工オーロラ実験SEPAC計画でも、酒の効用で、プロジェクトのぎすぎすした雰囲気がいかに和んだことか。

イスラムの世界では、酒を徹底的に禁止しているだけでなく、1日に5回ものお祈りが義務づけられており、さらに一年に何回か日の出から日没まで全く水も食べ物も口にしないラバダンがある。多くが無宗教的な日本人からは想像を越える戒律の厳しさである。が、それでは犯罪が少なく安全な国かという決してそうではない。旅行中、カメラなど持ち物は、いつも気を付けている必要がある。インドとは、カシミール問題では今も厳しく軍事対立し、人命も犠牲になっている。パキスタンだけではない。パキスタンの隣のインドの、最近のイスラム教徒とヒンズー教徒の対立、イスラム原理主義者のテロ事件、旧ユーゴ国内の内戦などで多くの犠牲者がでていいること、あるいは、過去の戦争のなかに宗教がからむものがいかに多いかをみていくと、宗教とは、結局人間に平和や救いをあたえるものではなく、殺し合いをするための道具なのかと錯覚したくなる。宗教を信ずることは個人の自由である。他人の宗教を排除したりしないというごく当り前のことが当り前でないところに問題がある。パキスタンへ旅行して、皆親切にしてくれたが、宗教については、なにか割り切れないものを感じた。(かわしま・のぶき)

## DISCOVERY - NASAが考える近い将来の惑星探査計画について（その2）

川口 淳一郎

DISCOVERYの技術的な面については、SDIがらみの超軽量化技術の民生用に転用という意味では新しくても、工学的に全く新規の技術をこの計画で開発することは本来期待されていないこととなります。探査機の大きさも最大でもDelta-IIまでとされているので、月にGEOTAILクラスの探査機を送るのが最大というところです。この打ち上げ費用そのものは後に述べる総費用には含まれていません。

Delta-IIの打ち上げ費用は50億円くらいで大変に低コストです。しかしそれ以外にもトーラスとかペガサスといったもっと小規模のピークルも積極的に検討すべきであるとガイドラインが述べていて、あたかも宇宙研規模の類似構造がNASAの中に構築されたようなものと考えられることができるでしょう。

計画の設定で最も特徴的なことは、選択されてから打ち上げまでの開発期間が36か月以内であること、および全開発費用（打ち上げ後30日間の運用費は含むが、ミッションスタディ費用は含まない）が1.5億ドル（165億円）以内であるということです。DISCOVERY全体の規模は1年あたり8500万ドルで、内1000万ドルは先行計画への研究費とされていますから、2年に1機程度の頻度で

打ち上げが計画されていることとなります。米国自体の計画ではなくても、たとえばロシアのMars 96に搭載機器を載せるようなこともDISCOVERY計画には含まれていて、候補の中にはピークルを求めずに、観測器として提案されているものもあります。

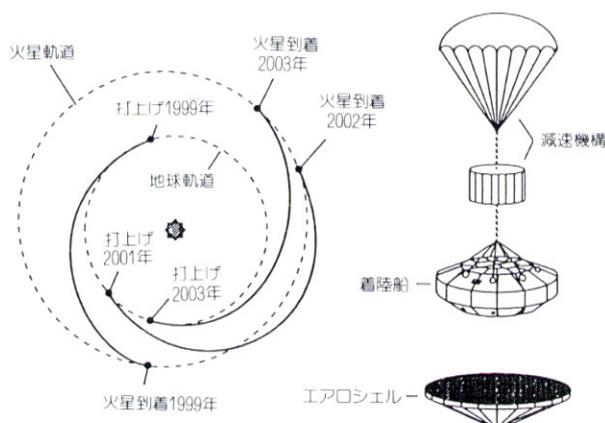
さきに述べたように、DISCOVERY以外にもNASAは惑星探査構想をいくつか持っています。それらについて簡単に紹介してみましょう。

その中でも有名なものはMESUR計画で、これは1999年から3回の火星打ち上げ機会を利用して16基のランダを表面に配置しようとするものです。これにはESAも既に共同開発を開始しています。主目的は宇宙研のLUNAR-Aに似ていて、火星上に地震計のネットワークをはろうというものです。火星大気の多点観測も大きな目的の一つです。現在の構想では、太陽電池を電源にすることになっています。しかし高緯度地帯のランダに対してはRTGの使用が検討されていて、これが若干の物議をかもしているようです。ひとつひとつのランダの重量はわずかに百数十kgという規模で、1回の打ち上げで4基程度を送りこむ構想です。

外惑星に関しては、Pluto Flyby計画が検討されていて、1998年に100kg強の探査機を2機打ち上げる計画が進行中です。投入のしかたもこれまでのスウィングバイを使う方法ではなく、大型ロケットを用いた直投の投入方法を取り、飛行時間を5～6年に短縮・節約する案が有力です。これもDISCOVERYとは一応切り離されています。宇宙研にとって身につまされる点は、冥王星という遠距離のターゲットを相手にしながらも探査機の大きさが極めて小さいことです。

〈次号につづく〉

（かわぐち・じゅんいちろう）



(NASA/ISAS JOINT WS HANDOUTより)



## Doing Solar Physics—in Two Languages—at ISAS

Hugh Hudson

In the last couple of years ISAS has suddenly become a world center for solar physics. We have a data-analysis center that attracts many visitors, with splendid facilities and huge amounts of wonderful data. Typically half a dozen foreign scientists are in residence at ISAS at any given time; there are also many visitors from around Japan, and there is always a confusing babble of English and Japanese floating around the workstations. The weekly seminars offer a mixture of distinguished visitors pontificating on their preconceived notions, and younger research workers setting them straight as best they can. There always seems to be a good mixture of data analysis and theory, and the paramount interest is in explaining how the Sun works.

How has this activity in pure research come into being in an institute devoted primarily to space experiments?

In 1991 ISAS launched its second satellite dedicated to solar observations, the *Yohkoh* observatory. This satellite carries on the fine tradition of X-ray astronomy at ISAS, but in a solar context—*Yohkoh* studies solar flares, which appear to result from a very efficient (but presently mysterious!) conversion of magnetism into high-energy particles, which then produce X-rays and gamma-rays that *Yohkoh* can observe. But more than this, *Yohkoh* also shows us many other things via soft X-ray—in particular, the extremely beautiful but heretofore elusive solar corona, systematically studied previously only during solar eclipses. Because of this broad range of applica-

tions, the *Yohkoh* data essentially touch upon every branch of solar astrophysics. At general solar scientific meetings, one already notes references to *Yohkoh* data everywhere, even though the data analysis has hardly begun in earnest and while new and exciting data continue to flow in at a remarkable rate.

It has my pleasure to be in residence at ISAS during the entire *Yohkoh* operation thus far, and from this vantage point I can see many, many projects of data analysis happening before my very eyes. I also see the social problems, such as they are, in a transient population of mixed astronomers with amazingly different objectives. In general the two natural groupings—Japanese and other—get along very well together, aided in the *Yohkoh* case by the fact that three or four of the foreign scientists speak enough Japanese to limp along in seminars. There is very little of the “cultural differences” problem that one hears about in other contexts. Among social problems, I’ll note the following: In spite of the fact that there is only one Sun, subfields of solar research may be so distinct that there is a jargon problem as well as the usual language problem!

It’s our fondest hope that *Yohkoh* will live on and provide data until the next sunspot maximum, around the year 2000. The ISAS scientific hospitality has been just wonderful, and ISAS will certainly be the center of many solar discoveries over the next few years.

(ハワイ大学, ヒュー・ハドソン)

ISASニュース

No.149 1993.8.

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。