



ISAS

ニュース

No. 69

宇宙科学研究所
1986.12

〈研究紹介〉

塵探査の近況

金沢工業大学 向井 正

宇宙空間に漂う固体微粒子を塵と呼ぶ。大きさはふつう 100 ミクロン以下のものを指すが、地上で採集された宇宙塵には、数ミリメートルという大きなものもある。小さい方がどこまで続いているかはよく判っていない。最近IRASがみつけた、輻射平衡温度よりもずっと高温の熱源を説明するモデルとして、大きさが数十オングストローム程度の塵の非平衡温度分布が提案されている。こうなると、高分子と区別つかない小さな塵が在ることになる。それでは塵は何からできているのだろう。赤外波長でみた星間塵や彗星塵の熱放射スペクトルには、シリケートのバンドがでている。星間減光曲線が、グラファイト特性を示すことは、もう20年来の仮説である。塵の化学組成について、説得力のある議論が乏しい原因のひとつとして、塵の散乱特性や熱放射スペクトルから塵の組成を類推する際に、たくさんの不定要素が入ることがあげられる。塵のサイズ分布・形状・物質構造といったものが、電磁波と塵との相互作用を左右する。加えて、物質の光学定数が室内測定で用いる

塊状試料のものと、宇宙空間の塵のような微小なものとは異なるのではないか？という疑問が残る。こんな訳だから、塵の化学組成や塵の形態全般にわたるより詳細な情報を得るためには、遠隔探査的な観測だけでは限界がある。

NASAは高度20数キロメートルの成層圏でロッキードU-2機を使って塵を集めている。シリコン・グリースを塗った採集面（直径5センチ程の円板）が1時間当たりの飛行で集めるチリの中に、地球外起源のものが、ほぼ1個みつかるという。これらは一括してブラウンリー粒子と呼ばれる。採集計画を推進しているシアトルにあるワシントン大学のドナルド・ブラウンリーに因んだ名称であるが、彼自身は今でもこの呼称を意識的に避けている。彼は謙虚な人なのだ。採集塵の化学組成をしてみると、地球外起源の塵には、低温で形成される鉱物を多く含んだ炭素質隕石のタイプ1-コンドライトに似たものが多い。加えてその顕微鏡写真から、塵の多くが、更に小さい粒子の不規則な集合体であることも明らかになった。

それでは、この様に成層圏で採集された塵は、太陽系が生れた当時の始原物質のサンプルとして使えるのだろうか。太陽系の起源は、我々が現在かかえている基本問題のひとつであるが、理論面での進ちょくに比べて、実証面の遅れが指摘されている。近年、IRASが他の星に惑星系らしきものを見つけ、双極分子流を伴う天体が進化途上の原始星雲として捉えられている。これらを確証するために取り組まれている電波と赤外波との共同作業と連携しつつ、太陽系内に始原物質を探す試みを進めることは重要となる。しかし、採集塵に始原物質の根拠を求めるには、より詳細な物理的・化学的検査を行える程の多量のサンプルが必要である。また、地球大気に捕えられるまでに、塵が辿った変遷の過程を追試するための理論及び室内実験（例えば太陽風によるスパッタリング）の充実が不可欠となろう。

そこで、始原物質をより豊富に持っている天体への探査が始まった。彗星はこうした対象として適している。この低温天体では、氷の存在が確かめられているから、始原物質が熱変成を受けずに保たれているだろう。また彗星は、太陽から遠く離れている期間が長いから、太陽の放射効果も少いだろう。加えて、彗星が太陽系内の塵の供給源であることは確かだから、彗星塵の直接測定の結果と、地球大気での採集塵の観察との比較によって、塵の太陽系内での履歴に関するデータが得られるはずである。こうした予想のもとに、ハレー彗星の塵探査が行われた。

塵の直接測定の目標は2点に集約できる。塵の質量分布の決定と、化学組成の同定である。高速度で測定器の金属面と衝突した塵は、プラズマの雲となる。この雲の電荷量から塵の質量を推定し、更にイオン化度に応じた質量分析から塵の化学組成を導く。成果のいくつかを挙げよう。まず質量分布では、非常に軽い塵(10^{-17} グラム以下)がみつかった。このような小さな塵は、光の散乱効率及び熱放射率が、大きな塵に比べると劣るので、従来の地上からの遠隔観測では見えなかった。見えないから、存在しない、と思われていた。原始

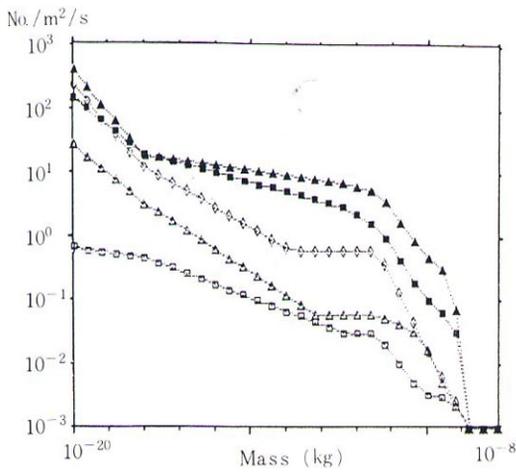
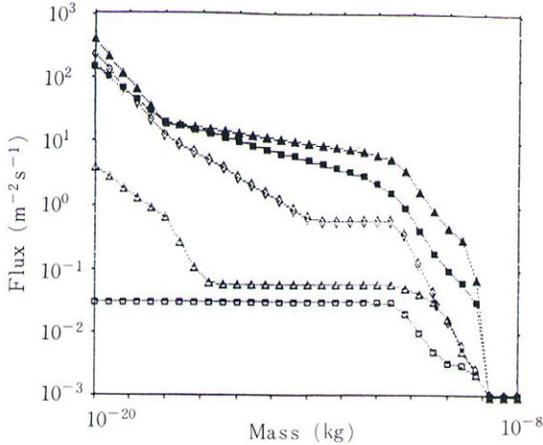
太陽系星雲に捕えられた星間微塵は、氷塵の不純物となって成長し、やがて彗星中心核を作る。48億年の後に、彗星が太陽に近づき始めると、周りの氷質は昇華し、微塵は解放されて彗星大気中を拡がる。これが微小塵の起源についてのひとつのシナリオである。

一方、塵の化学組成では“CHON粒子”の発見がある。質量分析が行われた約1500の衝突塵の $\frac{2}{3}$ を占めるこれらの粒子は、H, C, O, Nをこの順で豊富に含み、他の化学成分がほとんどみつからなかった、という。これから“CHON粒子”は、非揮発性の有機物質でできているらしい。地球成層圏で採集された塵の化学組成と比べて、全く違った種類の塵が彗星でみつかったことは、彗星塵と採集塵とのつながりに新たな問題を投げかけている。

ハレー彗星の塵探査によって、彗星塵に対するイメージは変わりつつある。人工惑星ヘリオスが5年間で集めた衝突塵の事例が200個余りであったことを思うと、ハレー探査によって僅か1時間程の測定で、300年以上のサンプルが集まったことは驚きである。塵の直接測定で彗星探査が如何に効果的であるかがよく判る。しかし測定計画がすべてうまくいったわけではない。今後の計画のために問題点を挙げる。

(I) What DIDS Y happen? ジオットのダスト衝突測定系 (Dust Impact Detection System) が捉えた塵の流量(フラックス)が、他の塵測定器の結果より低い(3頁上図)ことが、指摘されていた。その後の検討で、測定系の保護カバー(厚さ7.5ミクロンのプラスチック薄膜が3層)が、観測開始から相当の期間ははずれていなかった事が判った。急きょカバーを付けたままの装置で室内模擬実験を行い、3頁下図のフラックスに訂正された。しかし邪魔なカバーが、ハレー探査の最終段階で、ほんとうにははずれていたのだろうか?

ダスト衝突測定では、個々の塵衝突で発生した全電荷量を記録する。この量から衝突した塵の質量を求めるには、室内での模擬衝突から求めた経験式に頼る。惑星運動に対して逆行する軌道上の



彗星塵（質量 10^{-20} から 10^{-8} キログラム）の累積フラックス。マークは中心核からの距離を示し、▲6360km, ■15600km, ◇28600km, △168000km, □291000km。ジオットのDIDSYによる結果。上図はNature特集号（321巻6067号）に載ったもので、下図は、改定された結果（ESA bulletin No.46）。違いについては本文参照。

ハレー彗星と飛翔体との相対速度は秒速70キロメートルにも達するが、今のところ、塵をこの速度領域まで加速できる装置がない。そのため低速度衝突で得られた経験式を外そうするわけだが、その精度について不安が残っている。

(II) $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$? 同位体比の測定が、塵の質量分析の目玉であった。太陽系内では炭素の同位体比はほぼ90になる。ところが、ハレー塵探査の質量分析の結果をみると、個々の衝突事例毎に、質量が12と13のイオン比が大きく変動している。大きい方で3300、小さくなると1以下のものがでている。これから炭素の同位体比を求めることは、今のところ不可能にみえる。というのは、先にも触れた様に、秒速70キロメートルにまで塵を加速できないために、塵の衝突—プラズマ発生—電離度の分布といった一連の模擬測定ができない。たとえば、軟かい塵と硬い塵とでは、衝突電離の過程が異なるのである。炭素同位体についていえば、衝突に伴って CH^+ イオンが、どの程度発生するかが判らないのだ。このままでは、イオンの質量比が測定できても、同位体比に焼き直せないことになる。

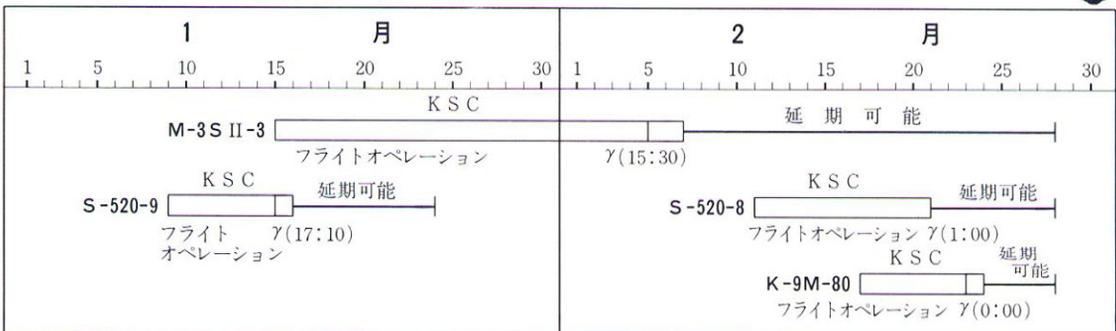
このような問題点をみえてくると、次回の彗星探査では、相対速度を秒速数百メートル以下に抑え、室内で充分模擬測定を済ませた装置を使わなければならない、という教訓が得られたようだ。

(むかい・ただし)

お知らせ



★ロケット・衛星関係の作業スケジュール(1・2月)



★シンポジウム・小研究会の開催

大気球シンポジウム 期 日 昭和61年12月18日(木)～19日(金) 場 所 宇宙科学研究所45号館1階会議室	太陽系科学シンポジウム 期 日 昭和62年1月8日(木)～9日(金) 場 所 宇宙科学研究所45号館会議室
宇宙輸送シンポジウム 期 日 昭和61年12月22日(月)～23日(火) 場 所 宇宙科学研究所45号館会議室(23日) 68号館会議室(22日)	大気圏シンポジウム 期 日 昭和62年1月29日(木)～30日(金) 場 所 宇宙科学研究所45号館会議室
AOTV空気力学小研究会 日 時 昭和61年12月24日(水) 場 所 68号館2階B会議室	問合せ先 宇宙科学研究所・研究協力課 共同利用係(467)1111(内235)



★文化功労者に小田所長

さる11月4日、宇宙科学研究所の所長小田稔氏は、X線天文学における多年の功績によって、文化功労者に選ばれました。



★第6回宇宙研陸上大運動会開催

宇宙研陸上大運動会は、10月17日(金)秋晴れの午後1時から、運営委員長松尾教授の開会宣言に



続き、小田所長の挨拶、前年度優勝宇宙工学56チーム代表高野忠助教授による優勝杯返還、審判長宗形管理部長のルール説明、管理部代表吉原事務官(契約課)の若さに満ちた選手宣誓の後、当研究所専属指導員のもとで準備体操が行われ競技に入った。(この準備体操で体力消耗する者多数有)

今年も例年どおりチーム対抗を主とした種目内容であったが、昨年から加わった「みんなでジャンプ」のチーム編成が1チーム12名となり簡単になったためか、各チームとも昨年の記録を大幅に更新したが、工学56チームが他チームを寄せつけず優勝。又、例年好レースをみせている四色対抗リレーは、各チームとも必勝を期し精鋭を揃えて参加、年齢を感じさせない快(怪)レースを展開したチームもあり(写真)期待に違わない熱戦の結果、工学45チームが2組とも優勝した。その後、エアロビクスで冷汗を流し、最後まで接戦の綱引きは日頃の憂を晴らした管理部が優勝し総合2位の原動力となって全競技を終了。引き続き閉会式が行われ、各種目に高得点を得た工学45チームに優勝杯が授与され、午後4時45分本年度陸上大運動会は無事幕を閉じた。(藤山由弘)

★M-3S II-3 総合・地上系オペレーション

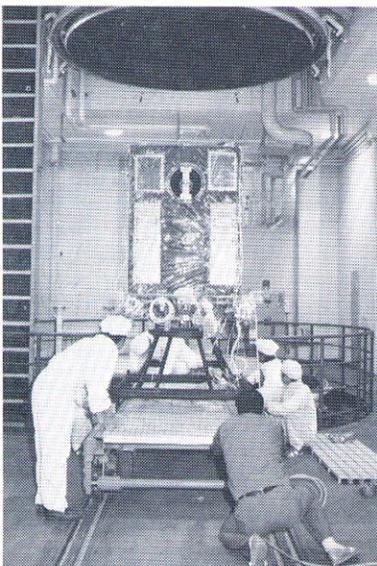
M-3S II型3号機の総合・地上系オペレーションが11月5日から11月18日までの間之内浦で平行して行われた。同オペは、来年2月のASTRO-Cの打上げに向けての内之浦での最初の準備作業である。11月10日の全員打合せに続き13日には姿勢



制御系総合チェック、16日にはランチャの動作を含む地上系の一斉チェックそれぞれ問題なく終えた。また、この間平行して、サブブースタ、第1段、第2段のそれぞれノズル部、サブブースタ頭部の組立、尾翼筒の組付けが行われ、12月の組立オペレーションへと送られた。(小野田淳次郎)

★ASTRO-Cの総合試験

電源系のトラブルで少し遅れていたASTRO-Cの熱真空環境テストが10月23日の排気に始まり11月4日の昇圧で終了いたしました。X線検出器の様に高圧電源やガスをその検出器の一部として使用する機器にとっては一番過酷なテストであり、皆が固唾を飲んで見守っていました。過去の例でも多くの機器が放電を起したり、ガス漏れ事故を経験しています。今回のテストでは、努力のこいあって搭載X線機器には熱真空に伴うと見られる



真空試験室に移動中のASTRO-C衛星、真空テストのために4枚の太陽電池板は取り外されている。

事故は全く無く、予定どおり11月4日に終了いたしました。衛星上部と下部との温度差が予想どおり?に大きく、搭載機器側で何等かの改良が検討されています。

このテストの終了により今後過酷と呼べる様なテストは無く、残りはセンサーアライメントの測定、慣性モーメントの測定、磁気バイアスの測定となります。最終動作チェックを12月の半ばに行うといよいよKSCへの移動となります。X線グループの中では今打ち上げ後に使用する計算機ソフトの開発が若い人達を動員して精力的に進められています。

ASTRO-C衛星では搭載X線検出器がイギリスやアメリカのグループとの共同開発であり、この期間に4人の外国人がテストに参加しました。真空テストのやりかたについて彼等の意見を聞いてみると外国ではマニュアルに従い整然と請負会社で行われ、普通追加のコマンドなど許されないとのこと。日本の殆ど自由ともいえる試験のやりかたに感心していました。熱真空環境テストでは皆が10日間にも渡って寝食を共にするため、外人を含めて色々な人を知る機会としても非常に有益でしたが、それにしても宇宙研の宿泊施設の貧しさはいかんともしがたいところです。

(村上敏夫)

★大気球第三次実験報告

昭和61年度第3次大気球実験は日中共同実験などのため、例年より1ヶ月遅い10月初旬からSBCで行われた。気球の放球は10月3日から11日の間に行われ、大型気球4機、ゴム気球3機が科学観測用として打上げられた。観測内容はHerX-1、CygX-1等からの硬X線観測、成層圏二酸化窒素およびオゾンの観測、電離層電場の観測、宇宙線成分絶対量の測定、電力線放射電磁界の観測などである。観測には太陽および地磁気方向への姿勢制御、100m、1kmの巻下げ等が行われ、何れも良好な観測結果が得られた。

今実験では宇宙科学研究所の気球実験で初めて6000kmにおよぶ超長距離飛翔の記録が生まれた。この気球は電力線放射の観測器を搭載したB1-35

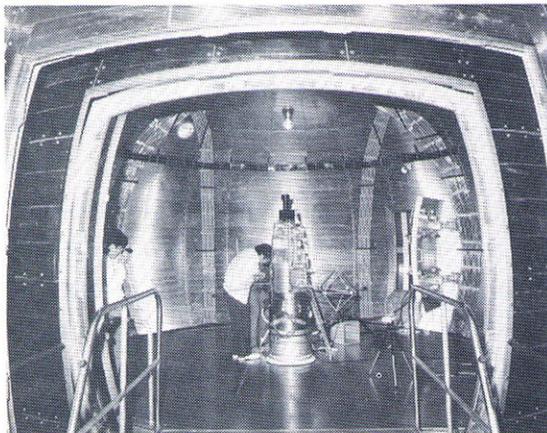
気球で、日本列島からなるべく離れた地点まで観測データを得る目的から風速の早い15～6kmの高度を航行させた。

10月11日6時37分に放球されたB₁-35気球はオートバラスト装置により一定高度を維持しつつ東方に進行し、12日9時頃には日付変更線を越え、放球49時間後の13日7時15分には西経148°32′、北緯40°56′に達した。気球はこの後約1時間東北東に進行し、13日8時08分にタイマにより切り離された。切り離し地点は三陸東方約5900km、米大陸まで約2000km、ハワイ北北東約2000kmの位置にあたる。タイマの設定時間は上層の風向風速を考慮して米国領土に達しない様に50時間とした。観測データの取得および気球位置の捕捉はNOAA衛星を利用したARGOSシステムによって行った。

(太田茂雄)

★S-520-9号機かみあわせ

昭和61年度第2次実験で来年1月15日に打ち上げが予定されているS-520-9号機は、イオンビームを用いた電場計測、波動および粒子計測、ロケット電位の制御等将来の磁気圏探査衛星の搭載機器の技術開発を主目的としこれにオゾン観測が相乗りしたロケットであるが、このロケットのかみあわせ試験が10月29日から11月13日まで相模原キャンパスで行われた。このロケットには高感度の波動計測器を搭載しているため磁気シールド室試験を含む電磁干渉の退治にかなりの時間を要し、また一部共通機器に振動試験で不具合を生じたも



磁気シールドルーム試験

のもあったが一応予定期間内に終了した。

(河島信樹)

★S-520-8号機のカミ合せ進む

来年2月に打上げ予定のS-520-8号機のカミ合せテストが相模原キャンパスで進んでいる。この実験にはGUV, SUVと呼ばれる二種類の観測器が積まれている。前者は二本の口径17cmの望遠鏡にMCP(Multi-channel-plate)と呼ばれる高感度紫外線探知器が備えられ、波長1400～2000Åの範囲で紫外線強度分布を視野4°、分解能2.5分で撮像するように設計されている。観測は、多くの銀河の群がる乙女座銀河団の紫外線像を得ようとするもので、生れてまもない若い星の生成の様子を探ろうとするものである。

後者は、やはり二本の口径9cmの望遠鏡からなり、焦点部に各々4本ずつの紫外線用の光電増倍管が置かれ、その前で回転するフィルタ板とセクタ羽根によって紫外線像のスペクトルと位置を測定するものである。これによって高温の星や、背景紫外線の観測を行うものであり、同時にロケットの姿勢決定にも利用されることになっている。

観測目的からもわかるようにこの実験には高精度の姿勢制御が要求されCN付のロケットになっている。そのためカミ合せもおおよそ4週間という長期間にわたり、慎重に続けられている。

(奥田治之)

★伸展ノズル伸展試験

伸展ノズルの伸展試験を10月上旬相模原キャンパスにおいて行った。このノズルはM-3S II-4の



ノズルがたたまれた状態



伸展が完了した状態

KM-Dモータ用ノズルとして使用予定で今回が初の地上試験である。伸展ノズルの利点はノズルの軸方向寸法及び段間接手を短かく出来るため、寸法及び重量減の分がペイロード増につながり、構造面から推進性能を上げることになる。

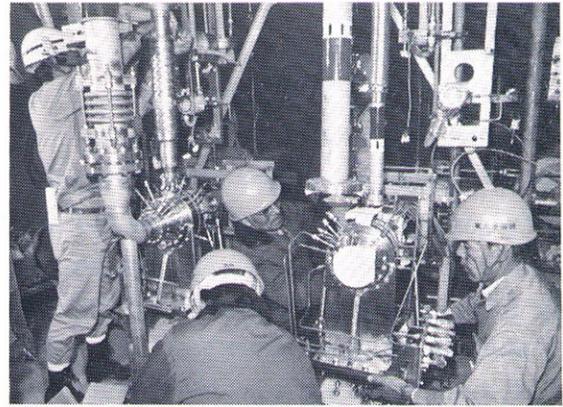
機構はノズルを2段にたたみ、その状態において伸展側下部とモータ側ベースがマルマンバンドにより固定される。また上端部はノズル内に収納されたヘリカルスプリングと結合されている。伸展は初めに下部のバンドをスプリングナットの作動により分離させガイドレールを滑り伸びた所でロックされる。次のシーケンスでは上端部のバンドを分離させ伸展時のバネの余力にてヘリカルスプリングを放出させる。以上のシーケンスが終了した所でモータの点火となる。試験についてはノズルの伸展とスプリング放出を別々に行い、条件は飛翔時のスピン2rps、コーニングは2°ときびしいもので行ったが、結果は良好であった。これにより初期の目的を果すことが出来、実機使用に向けて大きく前進した。(安田誠一)

★TP-X01-1ターボポンプ試験

上記実験が10月15日から11月7日にかけて能代ロケット実験場で行われた。今回の実験は液水/液酸エキスパンダーサイクルエンジンの高燃焼圧化を計る予備研究の一環として行ったもので、以前の開発で製作したガスジェネレータサイクル用のターボポンプをエキスパンダーサイクル用に改造し、その性能と特性を調査した。

エキスパンダーサイクルはスペースシャトルに用いられている二段燃焼サイクルと並んで高い性能が期待でき、且つ二段燃焼サイクルよりシステムがシンプルな優れたエンジンサイクルであるが従来高燃焼圧化は困難とされていた。宇宙研では有翼飛翔体に代表される将来の高性能な宇宙輸送機用としてこのエキスパンダーサイクルに着目し、高圧化を計るため燃焼室内に熱交換器を内蔵した新概念の燃焼器を考案し、現在開発研究を行っている。

試験は7回に渡って実施され、計画値を満足する性能を確認することができた。特に液体水素タ



テストスタンドに取付けられるターボポンプ

ーボポンプは定格の43%まで出力を絞ることに成功し、HIMES用エンジンの実現に明るい見通しを得ることができた。来年度には昨年12月に特性を確認した熱交換器内蔵型燃焼器と組み合わせてエキスパンダーサイクルエンジンのシステム試験を実施する予定である。(成尾芳博)

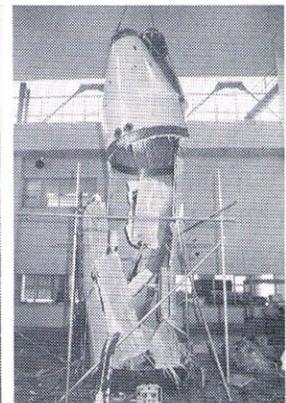
★M-3S II ノーズフェアリング外圧座屈試験

M-3S II型ロケットのノーズフェアリングでは、空気抜き穴位置の関係で、超音速時に一時内部の圧力が外部より低くなることが判ったので、外圧座屈試験を実施した。供試体はM-3S II型開発時に試作したものを修復して用い、合せ面等のすきまをパテ状のコーキング剤でふさいだ上で内部を真空ポンプで引いて外圧荷重をかけた。その結果、予想を上回る座屈強度が確認できたものの、試験で壊しては修復を重ねて長い間大切に付合ってきた供試体が、ついに写真のようになってしまった。

(小野田淳次郎)



試験前



試験後



世界の科学衛星

Magsat (マグサット)

宇宙科学研究所 柳澤正久

別名「地球磁場探査衛星」。1979年10月30日、アメリカ地質調査所とNASAが、地球磁場を精密に測定するために打上げた。一口に地球磁場と言っても、その出所は様々である。まず、地球中心核内の融けた鉄の運動によって生じるダイナモ磁場。その観測は核の活動を知る唯一の手段である。次に、地殻物質の磁化が原因と思われるもの。はっきりはしていないが、地殻の厚さ、地下の温度、磁性鉱物の含有量などに関係しているらしい。その他に、地球の電離層や磁気圏を流れる電流によって生じるものもある。地味ではあるが色々な分野の研究に役立つのが磁場観測である。Magsatの場合、特に初めの二つ、つまり地球内部に関する観測が重視された。以下、いかに徹底して計画が練られたかを紹介しよう。

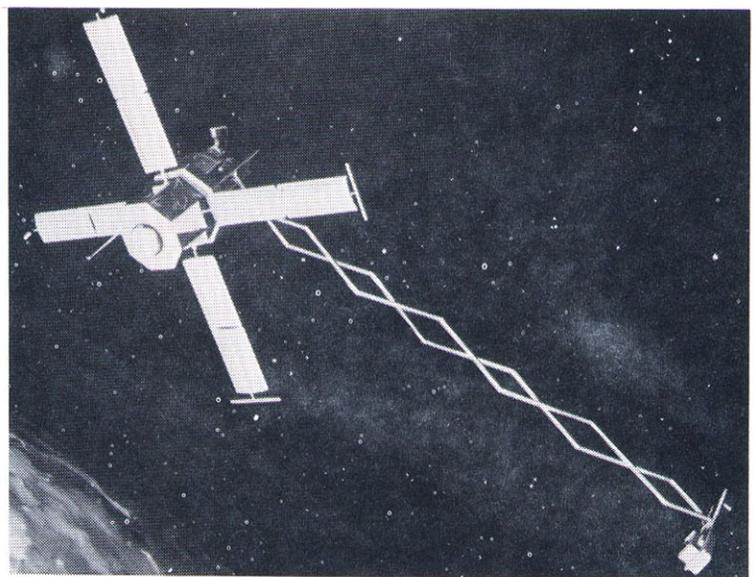
まず、観測装置としては、光ポンピング磁力計2台とフラックスゲート磁力計(3成分)1台、観測を確かなものとするために、2種類、合計3台の磁力計が搭載された。これらは衛星磁気の影響を避けるため、凶に見られるような6mのブームの先に取り付けられた。磁場の方向を正確に測るには、磁力計の姿勢を精度良く(1/100度)知っておかなければならない。衛星本体の姿勢は、2台の星野カメラによって決められ、さらに、ブームの先端の磁力計と衛星との角度は光を利用した特殊な装置によって計られた。衛星の位置も100m程の精度で決めなくては行けない。このためには世界中に張り廻らされた衛星追跡センター網が使われた。

面白いのはその軌道である。太陽同期極軌道と呼ばれる常に昼と夜の境、つまり、地球の日の当たっている側といない側の境界を飛ぶような軌道が選ばれた。これにはいくつかの

理由がある。まず、両極を結ぶ経線上を、その経度を少しづつずらしながら飛ぶので、地球全面の観測ができる。さらに、昼夜の境では、電離層や磁気圏にルーツをもつ磁場擾乱が静かで、地球内部起源の磁場を測るのに都合が良い。また、衛星には絶えず同じ側から太陽光が当るので、熱膨張による衛星の歪みを最小限にすることができ、太陽電池の出力も一定である。高度は約400km、予定した観測期間飛び続けるためのぎりぎりの低高度で、地球磁場の細かい様相を捉えることを狙った。そして、Magsatは大気の摩擦でしだいに高度を落とし、ほぼ予定通り、1980年6月11日、その短い生涯を終え、大気圏に突入し燃えつきた。

得られたデータは非常に質の高いもので世界中の科学者によって解析された。日本でも、福島直博士を中心とするグループによって研究が行われ、その成果は世界的に高く評価されている。すべてを磁場観測にかけた衛星、いかに目的を絞り、それにすべてを結集することが大きな成果を生むかを教えてくれた衛星である。

(やなぎさわ・まさひさ)



飛翔中のMagsat(想像図)。ブームを後ろにして飛んでいる。

ふたたびパドヴァの記

宇宙科学研究所 松尾弘毅

5年前ハレー彗星観測に日欧米ソの協調を決めたパドヴァに、同計画の総決算と新しい門出を求めて4機関の代表が会した。会議の内容は別稿(次頁)に譲り、これはその番外篇である。

11月2日夕、パドヴァ駅着。同行林、的川。雨。ミラノから先、日本人と会うこともなかったが、早速タクシー待ちの列中から平尾、大家両先生の声あり。ふたたび“パドヴァの記”のまずは快調の幕あきである。

これに先立ちハイデルベルグのハレーシンポジウムに出席した組は、本日ヴェニスの日。上杉君によれば、市中でカメオを投げれば日本人に当たったとか。理工連合、宇宙研としては未曾有の規模の代表団を送った、には違いないのだが、それぞれに苦勞してやって来たものである。

3日午前は歓迎式典。ガリレオが教壇に立ったパドヴァ大学で大臣、市長と挨拶が続く。時差の関係もこれあり、イタリア語の関係もこれあり、事前に平尾主席代表より簡潔な訓辞。いびきだけはかかないように。なに、ご当人だって危い。

午後は、成果報告に続いて、例のジオットの絵がおさまるスクロヴェニ寺院へ。私は第1回会議に参加しており、また38枚も見せられては叶わぬので省略してひたすら休養。夜は地元勢も含めて会食、終了12時。昼飲むのと(これは飲まねばよいのだが)、宴席がおおくなるのには往生。清水先生と大いにこぼす。何しろ我々にはシエスタの習慣がないのだから。とは言うものの、今回のすべてを設定したESA、特にマンノ博士には最大級の謝意を表したい。

4日は中身の濃い1日となった。前回のモスクワ・ダウムシュタットの会議後設けられた3ワーキンググループの活動報告に続き、IACGの新規約について議論。議事を中断しててんでに鳩首協議するシーンなどもあって、議論は終日に及ぶ。西田先生奮戦。会議はヨーロッパでも有名なカフェドロッキ(何で有名なかは判らなかったが)の別棟で行われた。定刻20分過ぎても建物の鍵があかぬなど、議事とは別に外まわりはノンビリしたものである。ただこのペースが確実に続きそうなので妙な安心感はある。山本さん風邪でまたも不調。

5日は移動日。各国揃って列車でローマへ、6時間。清水先生はそれがじれったいと飛行機でローマへ。我々は前夜おそくパドヴァを発ってフィ

レンツェへ。これぞ林流である。同行林、西村、的川。8時起床。バルコニーよりサンタ・マリア・デル・ヌーボ寺院の庭を眺めたのちおもむろに朝食。的川君は抜け駆けで市街を見下ろすフェゾーレの丘へ。してやったりと思う間もなく、上から林先生がおりに来られた。上には上というやつである。西村先生?私の朝食が済む頃部屋からおりにみえた。9時からの的川君の案内で(といっても彼も初めての苦なのだが)市中を駆け足。夜列車でローマへ、全員と合流。これより小田所長ご夫妻参加。首席代表交代。文化功勞者として顕彰された日のご出発であった。

6日午前は自由時間。平尾、西村両先生と市内散歩。グラけた順に上から3人だからまことに適当なものである。建物は何を見ても似たようなのだとアッサリ意見が一致してしまうし、私などは、願ひ事をするのを忘れてトレヴィの泉にただコインを投げ込んでしまった。午後ローマ大学でコシガ大統領臨席のもとに各国代表による成果報告。夜バルベリーニ宮で、イタリア宇宙工業界による招宴。隣席にラウシュ氏、アメリカ代表団中ただ一人の女性ダイアンのご主人で、彼の場合夫君同伴になる。“ダイアンの亭主”なる名刺などを振りかざし愉快な男である。ホテルに戻りロビーで各国入りまじって話が弾む。ステンカラージョンの大合唱に至りボーイが飛んでくる。戻ってきたのが12時であるからこれは当然。

7日。ハイライトである。各人威儀を正してバチカン宮殿へ。法王様のご前で各国代表の成果報告(～表紙カット～)。法王様のメッセージのあと我々は小田所長の紹介で一人一人拝謁。厳かに過ぎずもちろん軽きに流れるはずもなく素晴らしい雰囲気である。午後、夏の別邸であるガンドルフォ城へ。首席間では規約草案の手直し。夜、小田所長の受賞を祝って、伊藤先生主催で簡単な祝宴。ローマ大学のルフィニ教授のほか、在バチカンでローマから代表団に加わって下さった柳瀬先生も参加。科学論について楽しい話を伺う。先生には全員一方ならぬお世話になった。隣席は天文台の平林先生。この人の駄洒落は磨けば光る。

8日。飛行機乗継ぎのためロンドンで単に一泊。パドヴァから日本へ帰った西田先生は、ヴェニス空港ストで閉鎖のため、止むを得ずマッターホルンへ行ったとか。最も油断のならぬ相手である。それにしてもわがヒースロー空港は一体何をしておったのか…。 (まつお・ひろき)

特別報告

パドヴァのIACG会議に出席して

西田 篤 弘

宇宙は人類が共有するフロンティアであり、民族や国家の枠を越えた協力によって切り拓いて行くべきものである。この理想はハレー彗星探査において見事に実現した。ヨーロッパ、ソヴィエト、アメリカ、および日本の宇宙研究機関が力を合せてハレーの謎に迫った探査計画の成功は、まだ記憶に生々しい。ESA, IKI, NASAとわが宇宙研の4機関は、それぞれの計画の特徴を生かしながら相互の協力によって一層大きな力を発揮した。

1986年11月3、4の両日イタリアのパドヴァで開催された4機関の協議会(IACG)のテーマは、この国際協調の精神を継承し、いかにして発展させるかということであった。ESAからはLüst総長とBonnet科学局長、IKIからはSagdeev所長、NASAからはEdelson応用科学局長が首席代表として出席した。宇宙科学研究所からは小田所長が御出席の予定であったが、文化功労者としての晴れの御受賞と日程が重なったため、平尾名誉教授が首席代表となり私が補佐役を勤めた。

4機関の国際協力を只のスローガンに止めず中身のあるものにするためには、具体的な協力分野を設定することが必要である。会議の前から候補として下馬評にあがっていたのは、太陽地球系科学、惑星科学(小惑星、彗星を含む)と電波天文学(space VLBI)であった。いずれも国際協力によって益するところが大きい分野である。この中から当面の協力分野を選ぶに当たって用いられた原則は、IACGは新たな共同プロジェクトの企画の場ではなく、各機関で既に実行中のプロジェクトについて相互間の協力と調整を行う場である、ということであった。選ばれたのは、太陽地球系科学(STS=solar terrestrial science)である。この分野では、宇宙科学研究所のEXOS-D, GEO

TAIL, SOLAR-Aをはじめとして、4機関を合せると1989年からの約5年間に12のプロジェクトが実施されることになっているので、IACGの当面のテーマとして適当と考えられたのである。

今後の作業のために二つのワーキンググループと二つのパネルが設けられた。ワーキンググループは『STS科学』及び『STSデータ』である。STS科学WGは科学目的・テレメトリ受信・機器校正などを取扱い、STSデータWGはデータ交換に関わる諸問題を扱う。私はソヴィエトとの情報やデータの交換が政治的にも技術的にも難しい課題だとかねがね思っていたのだが、はからずもSTSデータWGの主査を勤めることになった。一方パネルは惑星科学と電波天文学の分野における将来計画について情報を交換することを目的とするもので、惑星科学パネルの副主査には大家寛教授が任じられた。

ソヴィエトと西側諸国の協力事業においては、国際政治情勢が落とす影を感じざるを得ない。今回は特にNASA代表が共産圏への技術流出に関わる規制を強く意識し、フリーハンドを殆ど持たぬ状態であるように見受けられた。このため、今回の取決めの内容は理学的なものに限られ、ハレー探査の際に大きな成果を挙げた軌道設計など工学面での協力の進め方は今後の課題として残されている。

今回のIACG会議は宇宙科学研究所がホスト役となり日本で開催する順番である。来年10月に京都で開催する案について検討が始められている。

なおIACGは、

Inter-Agency Consultative Group for Space Science の略である。

固体ロケット ノズル

ノズル、つまり噴射口は燃焼ガスの熱エネルギーを運動エネルギーに変換すると共に、噴射方向を揃え、反動としての推力を作り出す重要な働きをします。

今、単純に燃焼室に穴をあけてガスを噴射させた場合を想定してみます。話を簡単にするために、中の圧力は常に一定に保たれているとしましょう。もし、外部の圧力が燃焼室内の圧力に等しければ、当然ガスは流れ出さない道理ですが、これを下げていくに従い流出速度は増加していきます。そして、大体内圧の半分位迄外圧を下げますと、ちょうど穴の所での流出速度がその点での音速に等しくなります。音速は、圧力の微小変動が伝わる速さですから、こうなるともはや、下流の圧力を下げても燃焼室の内部には影響が及ばないので、これ以下の外圧に対しては穴の位置での流速は常に音速に保たれることとなります。しかし、音速で穴から噴出したガスはその後もほぼ外圧に等しくなるまで膨張し続け速度を増します。けれども、このままでは流れが大きく広がってしまって、その反動として推力を得るには不都合です。そこで、一旦断面を絞った後で再び広げた形のノズルが用いられるのです。見方を変えればこの末広りの壁面を押すガスの圧力が推力向上に寄与する訳です。ここで流れが音速になる断面が最も狭い部分をスロート（喉）と言います。周囲が真空ですとガスは膨張を続けるので大きな末広がり部をもつノズルが有効です。しかし、周囲が一気圧ですと燃焼室ガスを十分膨張させて推力を得る為には内圧を或る程度高くとる必要があります。

ノズルの中は3000℃程のガスが流れるので材料

の選択には工夫を要します。この温度でも或る程度の強度を保つ材料は数少なく、比較的安価な材料としては何と言ってもカーボンです。

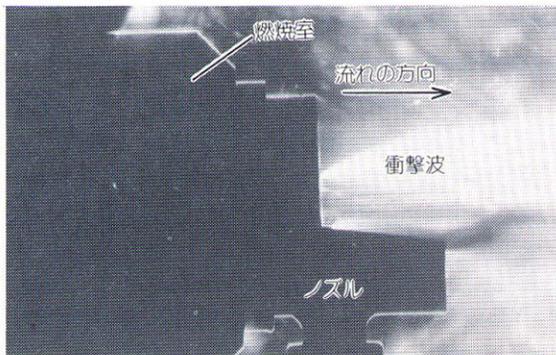
又、断熱材で表面を覆えば、普通材料でも使えることとなります。断熱材としては必ずしもこのような高温に耐える必要はなく、表面から炭化したり昇華していてもその量が余り大きくなくて燃焼期間中内部へ熱を伝えなければ良いのです。このような断熱法をアブレーション断熱と呼びます。シリカガラスやカーボンの繊維で強化したフェノール樹脂がこの目的には優れた特性を有しています。そこで、寸法変化が好ましくないスロート部にグラファイトをはめ込み、その他の部分はアブレーション断熱によるのが最も普通材料選択です。

ここで固体ロケットの推力方向制御の方法を二つ紹介しておきます。

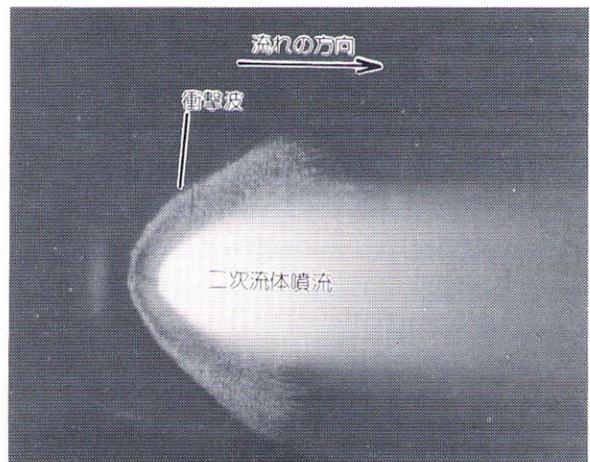
一つは二次流体噴射方式で、ノズルの超音速部に穴をあけ、ここから液体を噴入してやると内部の超音速流が曲げられ反動として横推力が発生するのです。写真はその様子を撮ったもので噴入した液が気化し淀んだガスの塊を形成し、主流を曲げる働きをしていることがよく観察できます。

もう一つはもっと直接的に、ノズルの取り付け部をたわみやすい構造にしてこれを油圧装置で振り動かす方式で、最近はこの方法が主流を占めつつあります。（写真は徳留真一郎氏撮影）

—宇宙研— 秋葉録二郎



二次流体噴射時のシュリーレン写真(横方向)



二次流体噴射時のノズル壁面への投影写真(上方より)



宇宙研時代の思い出

伊藤純子

61年9月30日、宇宙空間観測30周年記念式典が東京農林年金会館で盛大に行われました。「ああ、これが宇宙科学研究所での最後の勤務なんだなあ」と皆様方の晴れやかなお姿の間にあって一人宇宙研でのいろいろな思い出にふけりながら、その日の受付業務に就いていました。明日(10月1日)からの新しい職場である東京大学生産技術研究所にも思いを馳せながら――。

私は、日本で最初の人工衛星「おおすみ」の打上げ成功直後の昭和45年4月、地方の大学から東京大学宇宙航空研究所に転任になりました。当時、友達から「時代の先端に行く素晴らしい職場でよかったね」と羨望の眼差しで見送られ、結婚と同時に上京してきました。そして「たんせい」成功の翌日に1子の母親となりました。それから16年の歳月で子供は親よりも大きく成長しました。それにも増して、先生方をはじめスタッフの方々の日夜たゆまぬ御努力により、人工衛星は人工惑星へと進歩しました。ハレー彗星観測などの喜びの一端を子供達と一緒に味わせていただき本当に幸せでした。

昭和45年以来、一貫して、人事掛の仕事に従事してきましたが、56年4月14日の宇宙研改組に伴う業務は、どの職場でも相当な仕事量だったことと思いますが、人事マンの私にとっても、もう二度と経験できないのではないかと思うほどの貴重な体験でした。辞令の交付が済み、それぞれの部署に配置され一応のスタートをきりました。しかし、研究系は未発令の部門も多数あり、技術部と観測部は部・課・係制になったにもかかわらず、課係までの発令はなされず組織図上はほとんど空白という状態でした。その後数年間で、まだまだ1人1人の要望、条件は満たされないにしても組織図上は徐々に形作られていきました。

採用から退職に至るまでの悲喜こもごもの書類

も作成してきました。その中でも、死亡によるものには心が痛みます。宇宙研は特に現役で志半ばにして他界される方が多く合掌なくてはとても作成できるものではありませんでした。生研のすぐ近くに青山墓地がありその中はジョギングコースにもなっているので、先日、紅葉の美しい墓地の中を走りまわり一汗かきました。その時も青山葬場で執り行われた森先生の研究所葬の事を思い起こしたり、又、華やかな打上げ成功の蔭で、宇宙研の厳しい労働状況からか、健康を害された方達のなんと多かったことか等と、宇宙研の人の事ばかり思い浮かべておりました。

私は、生研においても、又、人事関係の仕事に携わることになりました。生研における昭和30年代の古い職員録を見ると、観測ロケット掛、観測ロケット研究班等の言葉が記録されています。これらの言葉は宇宙研独特のものという認識が強くて、他機関でお目にかかるとう違和感を覚えますが、当然のことですが、やはり宇宙観測30年のスタートは、生研であったのだと、しばし職員録を眺め入ったりしています。

この欄は、No.67号の西村先生の弁を借りると酔うほどに迷論雲のごとく沸きおこった所を文章にしたためておくという趣旨の欄とか？ 10月1日の異動に伴う相次ぐ歓送迎会に酔うほどにも程を通りすぎ、まだ迷論も浮かばないうちにメ切がきてしまいました。最後になりましたが、健康に留意され、今後とも立派な研究成果を挙げられますようお祈りいたします。(いとう・じゅんこ)



今月はISAS事情の記事が多く増頁せざるを得なくなりました。宇宙研のアクティビティを示すISAS事情が多いと言うのは嬉しい悲鳴です。それでは新年特集号でお会い致しましょう。良いお年を！(橋本)

ISASニュース

No.69 1986.12.

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所(文部省) 〒153 東京都目黒区駒場4-6-1 TEL 03-467-1111

The Institute of Space and Astronautical Science