



# ISS

## ニュース

No. 54

宇宙科学研究所  
1985. 9

### 〈研究紹介〉

## 難しいロケットの燃焼安定性予測

東海大学 判 沢 正 久

現在我々の研究室で行っている研究のメインテーマである、固体ロケットモータの燃焼安定性予測について紹介させて頂きたい。まず最初に、線型理論を用いた予測法について概説し、次に我々の研究内容を述べる。

固体ロケットモータの設計は、推進剤の定常燃速データに基いて、要求される推力-時間曲線が得られるようにグレイン形状を決めることから始まる。しかし、このような定常状態でのデータだけの考慮では十分ではない。そのようにして設計したモータが安定に作動するかどうかを同時にチェックしておく必要がある。実際、固体ロケットモータが実用化され出した頃、予想値に比べて異常に内圧が上昇したり、ひどい場合にはモータケースの破壊が生じたこともめずらしくはなかった。それゆえ、この不安定燃焼現象の解明とその抑制は固体ロケット技術の進歩のために、不可欠であったと言える。幸い(?)に、液体ロケットモータにおいて発生する類似した不安定燃焼現象の研究が当時割合に進んでいたため、それを参考にする

ことにより問題解明の糸口だけは比較的容易に見い出された。

固体、液体を問わず、ロケットモータの不安定燃焼現象は、丁度飛行機のフラッタと同じように、系の自励振動として説明できる。モータ内に生じられた音響定在波は、主として推進剤の燃焼表面により一般的には増幅される。燃焼面を振動する板と考えると、音波がそこで増幅(あるいは減衰)されるメカニズムは理解し易い。一方、音波はノズル等により減衰される。もし増幅の度合いが減衰のそれを上まわれれば音波の振幅は次第に増大することになる。不安定燃焼現象のこのような定性的解釈は1950年代半ばにはほぼ出来上っていた。定量的安定性予測法がなくても、技術者にとってこの定性的解釈はその防止対策を考案する上でかなりの助けとなったのは事実である。このような状況の中で固体ロケットは成長して行った。

1960年代に入り、アルミ粉末の入ったコンポジット推進剤が普及し始めた。アルミ粉末の添加は推進剤の性能(比推力)の向上を狙ったものであった

が、同時に燃焼生成物であるアルミナ粒子が、内圧上昇を引き起し易いと言う意味で最も質の悪かった高周波振動 (tangentialあるいはradialモード)の減衰に大きく寄与するため、不安定燃焼が抑えられると言う一石二鳥の効果をもたらした。そのため、不安定燃焼の研究に対する重要性はそれ以前に比べていささか低下した感はあるが、それから今日に到るまで全体的に見ると定量的な安定性予測に向けて着実に前進して来ている。

しかし現在においても、信頼性のある予測法が完成しているわけではない。費用はかかるが、実機モータによる燃焼実験を行い、その結果振動燃焼が起れば経験に基く防止策を施すことが必要になる場合も多い。労力および経費削減のため、安定性予測法の一層の進歩が望まれるところである。

定量的な安定性 (線型) 予測法を確立するためには、次の2つが必要である。1つは、推薬の燃焼面がどの程度音波を増幅するかを示す推薬の燃焼アドミッタンス (燃焼表面でのガスの吹き出し速度変動の圧力変動に対する比) の測定精度の向上であり、他の1つは線型安定性予測法の整備と数値計算用プログラムの開発である。次にこれらについて述べる。

推薬の燃焼アドミッタンスは、音波の周波数により異った値を取り、一般的にはある周波数でピークを持った特性を示す。燃焼アドミッタンスの測定に用いられる燃焼器は周波数領域によって異なる。百ヘルツ以下の周波数領域では、Lバーナーと呼ばれる燃焼器が適している。この方法の原理である固体ロケットモータのL不安定理論は宇宙研の秋葉教授により確立された。日本に於ける振動燃焼に関する研究のうち、世界的に貢献できたのはこれだけであるのは誠に残念。この理論の発展(?)は、以後5~10年後にアメリカでなされた。権威ある雑誌に発表された研究だけでも数編は下らない。我々がもっと頑張らねばならなかったのだと反省している次第である。

話がそれだが、数百ヘルツから数千ヘルツの間周波数領域では、Tバーナーと呼ばれるT字型燃焼器が広く用いられている。このTバーナーには、図1に示すように幾つかの種類がある。現在最も信頼性が高いと考えられているのはVATB

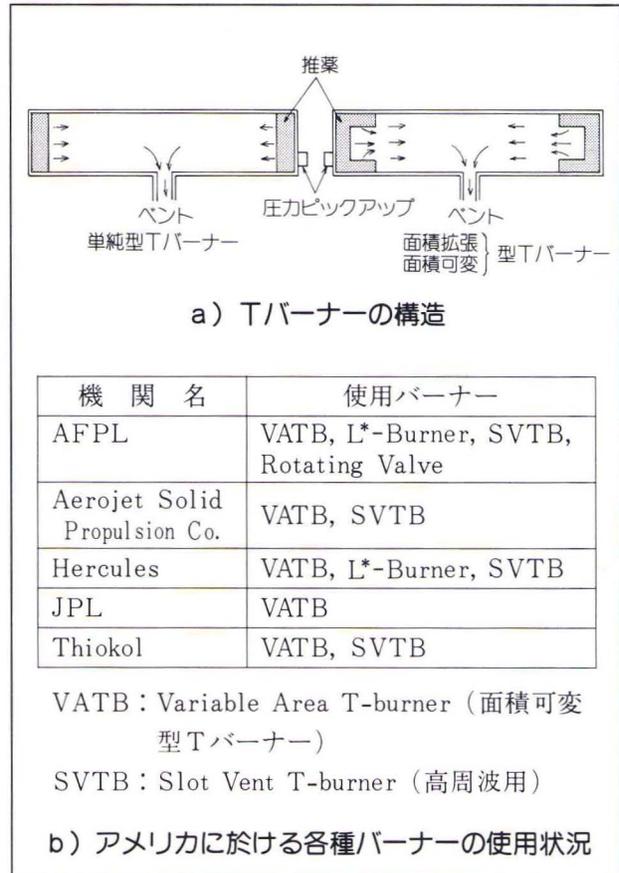


図1 Tバーナーの構造及び使用状況

(Variable Area T-Burner)であろう。これを用いた測定原理は、推薬の燃焼面積を色々に変化させた場合に起る、バーナー内音波の増幅 (あるいは減衰) 率の違いを利用することにある。数千ヘルツ以上の高周波領域では、以上の燃焼器に代り、Tバーナーを变形した特殊な燃焼器が用いられる。

これらの燃焼器を用いた測定では、音波-燃焼系の自励振動を利用しているが、燃焼器ノズルの面積を周期的に変化させる強制振動を利用した方法も研究されている。しかし、Tバーナーに匹敵するような評価はまだ得られていないようである。以上述べたいずれの方法を用いても、現在のところ得られるデータのばらつきは一般的に言ってかなり大きく、精度のある数値が得られるまでに到っていないと言うのが実状であろう。更に、広い周波数範囲でのアドミッタンスが要求される場合には、実験回数を非常に多く (少なくとも数十) する必要がある。そのため、1種類の推薬のアドミッタンスを決定するためには多くの時間とかな

りの費用がかかる。

特にTバーナー法の改良のため、この20年間多くの優秀な研究者が投入され、また莫大な金額が費された。それにもかかわらず、将来が明るいとは云い難い。昔、ある流体力学の権威が“乱流には手を出すな”と言ったとか。燃焼アドミッタンスの測定もその口かも知れない。

最近、いま述べたような測定法に代り得る可能性のある魅力的な方法の1つとして、Lバーナーのノズル面積をステップ的に変化させ、その時に起る内圧の過渡特性より燃焼アドミッタンスを推定する方法が秋葉教授により提案されている。この方法の将来性はまだはっきりしないが、原理的には1回の実験でアドミッタンスを知ることが可能である(実際にはそううまく行かないだろうが)ので、実用化されれば実験に要する費用の大幅な削減に貢献できるだろう。

次に、線型安定性の予測法について述べる。現在アメリカで広く用いられているのは、CALTECのCulick教授による理論に基くものである。まず、燃焼室を固体壁で囲まれた音響室と仮定し、その中の音響基準モードを一般的には数値的に求める。このためにNASTRAN固定フォーマットが用意されている。次いで、固体壁の代りに、実際の境界、すなわち推葉の燃焼面およびノズルがこの基準モード音波に対して単位時間にどれだけの仕事をするかを数値的に計算する。前に述べた燃焼アドミッタンスは燃焼面が音波に対してする仕事を計算するために用いられる。このためいくら立派な予測理論を使ったとしても、アドミッタンスの精度が低ければ、結果として当然最終的予測精度の低下をきたすことになる。アドミッタンスの測定精度の向上が切望されるのはこのためである。フランスでも同様な予測法が最近実用化している。

我々は、いままで述べて来た安定性予測法全般に対して興味を持ち、研究をしている。どのような所に重点を置いているかは今までの説明である程度推測出来るであろう。

NASTRANの固定フォーマット(音響室解析)を用いて音響基準モードを計算し、その結果を用いて既に述べた数値計算を行い、安定性予測が可

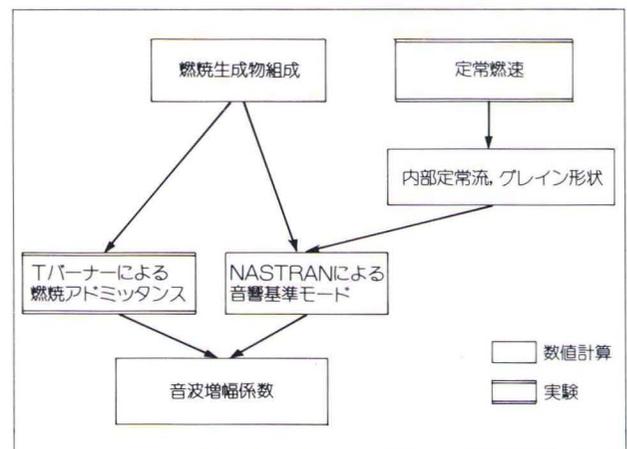
能な数値計算プログラムの開発は一応終えている。しかし、ここで使用されている固定フォーマットは、燃焼室が軸対称である必要があり、奇数個のスロットを有するモータには適用できない。これは実際上不便であるので、この制限を除くことができる数値計算プログラムの開発が可能であるかどうかを現在検討中である。図2に我々が用いようとしている燃焼安定性予測のための流れ図が簡単に示されている。

我々の大学においては、燃焼実験が安全に行える実験室が現在のところないため、そのような実験を行う場合他の研究機関と共同でやる必要がある。それゆえ、宇宙研での共同実験は我々にとって非常に有難い。

推葉の燃焼アドミッタンスを測定するために、前に述べたVATBを外部の研究所と共同で製作し、いま実験を進めている。このTバーナーは、従来のものと特に変わった所はないが、測定手段の確保と将来の改良を考えた場合意味があると思われる。

また、先に述べた過渡現象を利用した燃焼アドミッタンスの測定方法に関する研究を秋葉先生の指導の下に行っている。今回行っている方法も含めて過渡現象を利用するというアイデアは20年以上も前から先生の頭の中で生きて来てきているようである。思えば20年前、私が大学院の学生として先生の指導を受けていた時、最初に与えられたテーマがこれであった。その時はわずか1年足らずのうちに投げ出してしまったが、今回はリターンマッチのつもりで私も一緒に頑張りたい。

(はんざわ・まさひさ)





**宇宙研談話会**

—Space Science—

第38回 10月3日(木) 午後4時～5時  
45号館5階会議室  
平尾邦雄(東海大学教授)  
「“さきがけ”, “すいせい”による  
Halley Mission」

**M-380講習会のお知らせ**

自動翻訳システム ATLAS/II (和文  
英訳)が8月に導入されました。下記日時  
に利用説明会を開催致します。  
・日時 9月25日(水) 13時30分より  
・場所 45号館1階会議室

**★外国人研究員ヒューズ氏の招へい**

このたびアメリカ合衆国より本研究所に招へい  
された、外国人研究員をご紹介します。

- ・John Patrick Hughes
- ・ハーバード大学天体物理学研究所研究員
- ・研究課題: 「てんま」のデータ解析によるX線  
天文学の研究
- ・招へい期間: 昭和60.9.1～60.12.20
- ・所 属: 高エネルギー天体物理学

～表紙カット～

M-3S II-2 発射後, PLANET-Aからの信号  
を待つ, 緊張の一瞬: 内之浦科学衛星テレメータ  
・センター (撮影: 前山勝則)

**★日本ロケット発祥記念之碑**

「ロケット発祥の地道川海岸を後世に伝えよう」と秋田県由利郡岩城町が、昭和30年代のロケット実験場であった同町勝手字鳥ヶ森地内に「日本ロケット発祥記念之碑」を建立しました。ここにその碑文と写真を紹介します。

昭和三十年八月六日国産初のペンシルロケットが東京大学生産技術研究所によってこの海岸で打ち上げられた。昭和三十二年七月から昭和三十三年まで実施される。以来昭和三十七年五月のカップ8型十号ロケットまで七年間に八十機余のロケット実験が行なわれた。最初のロケットは全長二十三センチメートル高度六百メートルであったが昭和

和三十六年打ち上げの二段式ロケットカップ9 L型機は全長十二・五メートル高度三百五十キロメートルと長足の進歩を遂げた。世は正に宇宙時代宇宙への夢はさらに大きく膨らむであろう。日本の宇宙時代の夜明けとなったロケット発祥の地道川海岸を永く後世に伝えるため岩城町誕生三十周年を記念しこの碑を建立する。



(撮影: 三浦秀夫)

昭和六十年七月吉日

岩城町長 前川盛太郎



**★M-3S II-2の発射(内之浦)**

カンカン照りの東京から内之浦に着くと、九州南部は8月に入って連日の雨、ほとんど晴れ間にすら恵まれない状態であった。おまけに南方海上には台風、熱低が続々発生する。20日間のランチウィンドウを用意するに際して、台風2つまでは何とかかなると思っていたが、どうやら現実の心配になりそうな雲行きである。9月5日を過ぎるとハレーには絶対に近寄れない。探査機搭載の観測機器が極度に湿気





内之浦実験場を訪れた松永文部大臣

を嫌うこともあって、タイムスケジュール内で整備塔からロケットを出し発射に至る約2時間雨は禁物である。8月15日、可能性ありとして電波テストのスケジュールに入るが途中降雨のため中止。17日の打上げは自動的に延期となる。翌16日再度電波テスト入り、どうにか逃げこむ。これで、あとワンチャンスあればよい。

当初打上げ予定の17日に松永文部大臣の激励を受ける。多端の折、せっかくのお越しに打上げの興奮を分かち合っただけでなかったのはまことに残念でしたが、またの来内之浦を心からお待ち致します。

天候不良のため18日を見送ったのち、19日の打上げに踏切る。これを逃すと台風11号の影響で当分駄目との予想である。8月18日深夜11時30分タイムスケジュール入り。作業は順調に進んだが夜が明けるとともに天候が怪しくなる。6時40分一旦ロケットを整備塔から出すが、降雨のためすぐ塔内に戻す。雨、晴の議論ではなく、悪い中で何時間保つかの議論である。レーダで雨雲の動きを見ながら鶴田助教授の活躍であるが、雨雲がレーダの死角の方からやってくるので始末が悪い。この間、天候チェックを行うコントロールセンタとM台地の発射管制室との間で緊迫したやりとりが続く。発「7時10分までに判断願いたい」コ「承知」。7時10分雨雲来、通過するのに15分を要する。コ「あと15分何とかならないか」発「20分差上げましょう」コ「有難う」。7時30分雨雲去ってスケジュール再開。予定よりすでに約45分後れているが、ロケットの旋回中に動作チェックを並行して行う等の適宜の処置によって後れを回復。わが実

験班の練度が大きいに物を言った場面である。この間、強気を以って鳴る林実験主任は自ら発射点で一步も退かない構えであった。

19日朝8時33分発射。飛行は極めて順調で、ハレー接近への鍵を握る第3段およびキックモータの増速誤差も、速報によれば探査機の軌道修正能力の範囲内におさまっているようである。

と言う訳で、探査機も原稿も駒場で待機する上杉助教授に安心して引継ぐことにします。

(松尾弘毅)

### ★スペース・ゴルフ場 閉鎖(駒場)

8月19日午前8時33分、KSCからの指令電話を通じて駒場の深宇宙管制センターにもかすかに発射音が伝わって来る。2回目の打ち上げとあって駒場、白田両局を初め、NASDA勝浦局、JPLゴールドストーン局も落着いたもの。例によって大型スクリーン上の予想軌道上をなぞるように軌道データが表示されていく。但し駒場ではキック・モータ点火、切断の情報が良く聞えず拍手の瞬間を失す。

一休みの後第1パスの入感。今回は軌道修正前の測距、軌道決定作業を入念に行うため、6.3rpmへのスピン・ダウン、姿勢決定開始等の作業を第1パスに実施し、あわただしく1日が過ぎていった。第2パスでRCSの較正を終え、いよいよ第3パスの測距結果を用いて軌道決定。KSCより汽車乗継ぎで帰還の松尾先生を迎え、さきがけの軌道修正以来初めてスペース・ゴルフ場従業員勢揃いして翌日の軌道修正の準備に入る。深夜JPL算出軌道およびISAS算出軌道が出たところ、い

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| 19<br>(水) | 8.33 発                           |
| 20<br>(木) | RCS 較正・動作チェック<br>レンジング           |
| 21<br>(金) | レンジング、軌道決定<br>RCS後 軌道修正時決定       |
| 22<br>(木) | 発射制御(津浦局到着)<br>土 4.50、スラスト較正(A2) |
| 23<br>(金) | レンジング、<br>動作チェック(デスパン、ホイール)      |
| 24<br>(土) | レンジング、軌道決定                       |
| 26<br>(日) | レンジング、軌道決定<br>動作チェック(ESP HV-OFF) |

とプランクになっている。  
入るはずだったがくつきり  
22日(木)には「軌道修正」と

ずれもハレー彗星最接近距離目標値20万kmに対し現軌道のままで最接近値21万km,これを速度修正量にするとわずか0.7m/sという結果を示した。今後ハレー彗星自体の軌道にも若干の変化が予想されこの時点で軌道修正を行う意味がないと判断し、第4パスに予定した軌道修正は中止となった(写真参照)。予定軌道ぴったりというのは喜ばしいことながら出番のなくなったゴルフ場従業員一同、深夜のやけ酒、第4パスを彗星ならず酔醒で迎えることとなった。(上杉邦憲)

#### ★『すいせい』予報値通り入感す(臼田)

臼田宇宙空間観測所では、日本標準日時、昭和60年8月19日8時33分鹿児島宇宙空間観測所より打ち上げられた「PLANET-A」改め「すいせい」の電波を14時9分より受信することに成功した。この瞬間、歓声と共に全員の拍手がわき上がった。

実は、観測所の全機器チェックを終り、万全の体制を取っていたのだが、2日間も打ち上げのお預けを食っていた。さらに、受信の約1時間前には、観測所の南方約40kmの野辺山付近に雷が発生し、急速接近中との緊急電。いきなり強い落雷音と共に蛍光灯が一瞬間暗くなる。全員、非常用発電装置を駆動してのオペを覚悟する。しかし、我々の願いが天に通じたのか、雷は64mアンテナ寸前で消滅する。

ほっとする間もなく、直ちに『すいせい』捕捉に入る。アンテナ予報値と寸分たがわず南東方向より、「すいせい」の電波入感す。

鹿児島宇宙空間観測所も受信開始し、レンジング実施。14時45分、我が臼田宇宙空間観測所が主管制権獲得。いよいよ、待ちに待った我らの出番である。あわてず、アップリンクを上げ、「すいせい」との本格交信を開始。レンジング、テレメータによる各搭載機器のチェック、スピンドウンそして姿勢制御とスケジュールが予定通り進行し



「すいせい」をキャッチした臼田宇宙空間観測所

ていく。このころ、アンテナ制御担当がもどり、「すいせい」が予報値通り入感し「楽しみが少なかった」とは…。その後のパスにおいても「すいせい」は順調に飛行し、第4パスに予定していた軌道修正も取りやめ、「軌道修正という楽しみを奪われた残念会」を各所でやったとか、やらなかったとか……。

最後に「すいせい」の初期捕捉に直接・間接に御援助頂いた関係各位に御礼申し上げますと共に、「すいせい」が無事、ハレー彗星と会合できる様期待している。(齋藤 宏)

#### ★勝浦追跡センター

PLANET-A打ち上げ時の追跡が「さきがけ」に続き、宇宙開発事業団勝浦追跡管制所で行われた。勝浦局の所長をはじめ全職員による4チーム体制で、全面的に追跡に快く協力していただいた。前日から作業開始に入った第ゼロ周前作業も次第に打ち上げ時刻に近づき、衛星の発振周波数の報告が駒場から入ってくる頃になると、いよいよ、さしせまった感が立ちこめてきた。内之浦の場内放送が聞こえているスピーカでは、カウントダウンが開始された。打ち上げ時刻から予定通りの時間ではあるが、永い待ち時間であった4分40秒後に、待ちに待った電波をキャッチし始めた。それからさらに、3分33秒後に最終段のキックモータの分離を、追跡中の電波のAGC波形の変化から確認することができ、追跡作業は良好に進行した。ゴールドストーンでも予定通りキャッチしたとの知らせが、その後入ってきた。この時点に至って、順調な経過で進んでいったことがわかり、ひと安心した。一息入れたのもつかの間、約4時間半後に第1周目の電波を最初にキャッチできるのは、勝浦局の予定になっているので、入感の3時間半も前から慎重な作業を開始した。ほぼ予定通りの軌道でPLANET-Aが4時4分59秒(UT)に入感してきた。それから約1時間程度経過して、臼田局がスレーブによる追跡に入ったことを知って、やっと落ち着いた。この第1周目の追跡中に、会議室でPLANET-Aの誕生を祝し、盛大なビールパーティーを開いて下さった。全員の乾杯で追跡作業が順調に進んだことを喜びあった。

76年後の次のハレー彗星との出逢いの時にも以上のような追跡協力態勢に出逢えることを願って筆をおく。(薬品正敏)



世界の科学衛星

## 「国際紫外線天文衛星 (IUE)」

宇宙科学研究所 牧島 一夫

IUEは米国NASA, ヨーロッパのESA, そして英国のSESCの共同による, 紫外線天文衛星である。打ち上げからすでに7年半が経過した現在でもIUEは順調に稼働している。この間, 各国のたいへん多くの天文学者たちがIUEを用いて観測を行い, そして多数の論文を書き寄せてきた。紫外線観測は, X線や赤外線に比べてやや地味ではあるが, 他方で地上の望遠鏡による観測の自然な延長になっている。

可視光(波長8000~3000Å程度)は大気をよく透過するが, それより短波長の紫外線になると大気の吸収が急速に強くなる。このため紫外線帯での宇宙観測には, 飛しょう体が不可欠となる。これまで紫外線の観測としては, 1972年に打ち上げられたコペルニクス衛星(OAO-2:米国)が先駆的な業績を挙げた。IUEは, そのグレードアップ版になっている。

IUEは地球自転に同期した準静止軌道を持ち, 大西洋上にとどまっている。このため米国およびヨーロッパから, 準連続的なトラッキングができる。IUEは口径45cmの反射鏡を持ち, その焦点には2系統の分光系(一方は1150~2000Å, 他方は1900~3200Å)が置かれている。このように, IUEの目的は紫外域スペクトルの観測であって, 画像観測はできない。

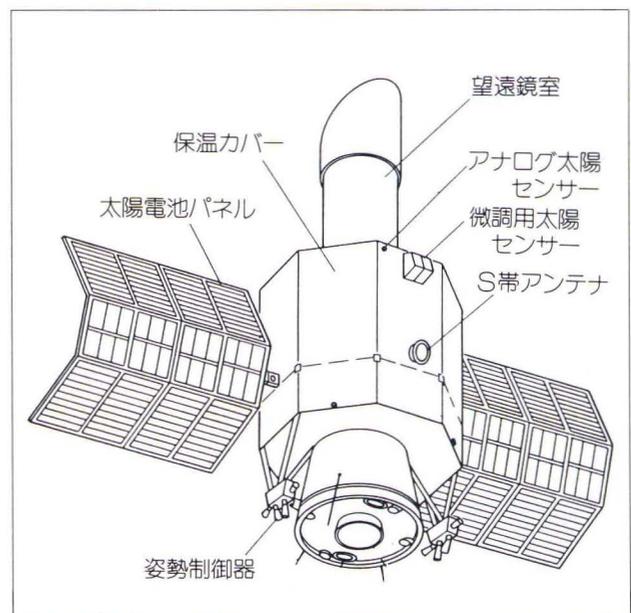
IUEの成果は, IRASの場合と同様, 身近な太陽系から宇宙の果てのクエーサーにまで及んでいる。例えば木星の衛星イオの火山の観測, 太陽系をとり囲む熱いプラズマの泡の検証, 高温度星の

大気や星風のような解明, 近接連星でのガス流の構造, わが銀河系を含めて渦巻き銀河を取り囲む熱いコロナの発見, 銀河の中での高温度星の分布の解明, そしてクエーサーのスペクトルに現れる吸収線を利用した銀河間空間の探査, など枚挙のいとまが無い。とくにIUEのデータは取得後6ヵ月で一般公開されるので, そのぼう大なスペクトルは今後, 貴重な年代資料となろう。なおNASAの近藤陽次教授(58年度に外国人客員研究員として宇宙研に滞在された)は, IUEプロジェクトの中心メンバーの一人である。

IUEの成果は, 今後スペース・テレスコープに引き継がれてゆくだろう。このコペルニクスからスペース・テレスコープに至る紫外線観測の一貫した推進者として, L.シュピッツァー(プラズマ物理の教科書で有名である)の名を忘れてはなるまい。(まきしま・かずお)

### 【参考文献】

- ・近藤陽次, “国際紫外線衛星天文台IUEについて” 天文月報, 1984年1月号。
- ・K.デボール, B.サベージ, “銀河コロナ”, 日経サイエンス, 1982年10月号。



(日経サイエンス, 1982年10月号より)

|         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| 名称      | International Ultraviolet Explorer |
| 打上げ年月日  | 1978年1月26日                         |
| 打上げ基地   | ケネディ宇宙センター                         |
| 使用ロケット  | ソーデルタ                              |
| 衛星重量    | 430kg                              |
| 軌道傾斜角   | 28.6° (準静止楕円軌道)                    |
| 遠/近地点高度 | 45,900/25,700km                    |

## ИКИ (ソビエト宇宙科学研究所)での一日

宇宙科学研究所 西田 篤 弘

6月25日。10時にアカデミーのホテルに迎えの車が来る。レーニン通りを10分ほど西南に行くと、高さ約10階、長さ約200メートルの長大な建物があり、その三分の一ほどをИКИが占めている。モスクワでは建物と物物の間の土地を手入れする責任が誰にもないのか、どの空地も夏草が生い茂っているが、ИКИの周囲も例外ではなく、スラムのビルのようなものである。

正面入口には建物の中にキオスクがあり、ゲートがあって出入の管理をしている。ゼリョーニー（以下敬称略）が出迎えてくれ、まずガレーフの部屋に行く。彼はスペースプラズマ部門の長で、他に太陽地球系物理、惑星物理、天体物理、宇宙工学、資源、宇宙気体力学などの部がある。（天体物理については全部で三つの部がある。）ガレーフは約70名の部下を持ちプロジェクトの責任者なのだが、それにしても彼の部屋には書類が少なく理論家の研究室そのものである。ヴェガの金星観測の話を書く。金星夜側の大気の中に放った気球の動きを地上の国際的なアンテナ網で追いつき、風系についての重要なデータを得ている。ゼリョーニーも加わって磁気圏の昼間側でのリコネクションに関する彼等の最近の理論を話してくれる。その間に秘書（ナターシャさん）がお茶とビスケットのサービス。今度訪れたソビエトの研究室ではどこでもこのサービスがあった。日本の美風。アメリカではとても期待できないことである。

12時半にグリーンガウツの部屋に移る。ИКИの前身の研究所以来の古株だが、最近の機構改革でガレーフの部に移された。彼のプラズマ観測の最近の成果と火星探査機Phobos（1988年打上げ）の観測計画について話を聞く。レーザーによる衛星フォボスの照射と、レーダーによる電離層観測が含まれている。

ソビエトの昼食時間は1時からのところが多い。

地下食堂には外国からの来訪者のために約百名収容のセクションが作られていて、スウェーデンのルンディンの顔も見えた。食事の内容はソ連人だけのセクションと同じの由。

午後はまずガルペリンのところで夜側のオーロラの構造についての話を聞く。アークの高緯度側にもディフューズオーロラがあるという主張は大変面白い。3時から1階の会議室で「磁気圏尾部のダイナミクス」と題して講義を行う。ソビエトでの講義はどこでも通訳つきだったが、ここではガレーフが通訳。聴衆は六十名ほどでモスクワ大学など他の機関からも来ていた。会議室は窓の外が温室になっていて、椅子の背が高くなかなか立派である。

講義のあと、同じ部屋のビデオを使ってヴァイスバーグがIntershockによる衝撃波観測のデータを見せてくれる。そのまま彼の部屋に移り、彼のグループの話を書く。衝撃波の構造は時間的に変動しているのではないかと云う。数名の部屋に古い型の端末が一台あり、これでデータ処理を行っているが遅くて困ると悩んでいる。実験室や計算機室を見る時間がなく残念。

しばらくしてシャピロが現れ、所長室の隣につれて行かれる。所長のサグジェーフは不在。所長室の左側は秘書室だが、右側は親衛隊的な理論家のたまり場になっている様子で、JVCのビデオでLHR波のモジュレーション不安定に関するシミュレーションの結果を見せてくれる。こうして研究者仲間と話しこんでいると、GSFCやUCLAを訪れているのと同じ気分である。

6時にИКИを辞し、ガレーフの運転する車（ソ連版のフィアット）で彼の家に向う。まだ日は高い。街路樹（トール）の無数の種子が白い綿ぼこりのように空を舞っている。

（にしだ・あつひろ）

## 彗星と太陽風(その1 - 頭部の構造)

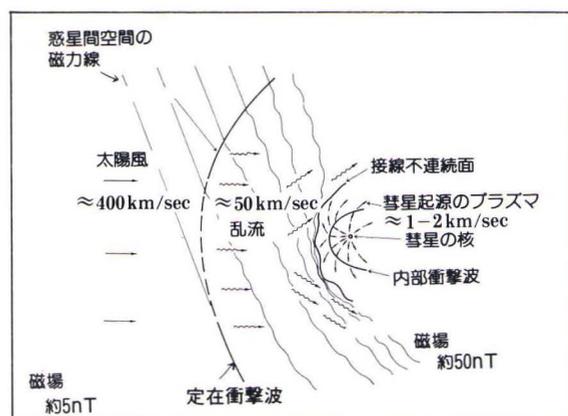
彗星が太陽に近づくと核の表面から氷分子が蒸発する。ハレー彗星のような明るい彗星の場合この分子の量はきわめて多量(1天文単位附近で、 $10^{29}-10^{30}$ 分子/秒)であるので、太陽風にとっては大きく広がった障害物となる。

図に示したのは彗星の頭部の構造の予想図である。核から吹き出した中性ガスは次第に光解離してプラズマとなる。吹き出す速度は1-2km/sと見積られているが、これは超音速であるので、核から数千kmのところには内部衝撃波を作ると考えられている。このプラズマの流れは衝撃波で減速・加熱された後は、尾部方向に向きをかえながら太陽風プラズマとの境界面である接線不連続面まで広がっていく。一方、やはり超音速である太陽風プラズマも、この接線不連続面でせきとめられるため、その更に外側に定在衝撃波を作る。定在衝撃波の核からの距離は核の分子放出量に依存することが知られており、 $10^{29}-10^{30}$ 分子/秒に対して、20万km-100万km程度とする見積りがある。この値が正しければ、わが「すいせい」PLANET-A

は確実にハレー彗星の衝撃波を観測できることになり、関係者一同、大いに期待している。

なお、ここで示したのはプラズマの構造である。核から数千km以上離れるとイオンと中性分子の衝突が無視できるようになり、中性ガスはプラズマとは独立の構造をもつ。「すいせい」で観測予定の中性水素コマは図の定在衝撃波をすっぽりつむ位の大きさに広がっていると考えられる。

-宇宙研- 寺沢敏夫



(Houpis and Mendis, 1981による)

## トラッキングレーダ(その2)

ロケット追跡用トラッキングレーダで、最も重要な要素は追尾精度と共に追尾可能最大距離である。その最大距離はレーダ方程式によって規定され、次の式で表現される。

$$\text{電力密度} = GP/4\pi R^2 \quad (G=4\pi Ae/\lambda^2)$$

$\lambda$ : 波長  $R$ : 距離  $G$ : アンテナ利得

$P$ : レーダ送信電力  $Ae$ : アンテナ有効断面積

即ちレーダからロケットに向けて電波を送信すると、その点に到達する電力は距離の2乗に反比例して減少する。このことは2倍の距離を追跡するためには送信電力を4倍にするか、指向性の強いアンテナ利得の大きいアンテナが必要である。

トラッキングレーダの場合は、二次レーダにす

れば、上りと下り回線を各々独立して回線設計が出来るため、必要とする最大距離を満足する地上および搭載のアンテナ利得、受信機利得、送信電力の最適値を決定すれば良い。

ロケット搭載側はアンテナ・トランスポンダ共に小型・軽量・耐振・耐衝撃性と耐熱・気密構造等が要求されるため、主に地上装置側に高送信出力(マグネトロンによる1MW以上の出力)と高利得アンテナが必要となる。高利得アンテナはトラッキングレーダではビーム収束効率の高いパラボラアンテナが利用されている。KSCの精測レーダの場合はアンテナ直径は4mφ、利得は42.5dBである。

-宇宙研- 関口 豊



## 「すいせい」の成功を祝して

重藤 学二

『なぞに包まれたハレー彗星の素顔を探る日本の主力探査機が、文部省宇宙科学研究所宇宙空間観測所からM-3S II型ロケットで打ち上げられた。プラネットAは順調に地球の重力圏を脱出する軌道に乗ったことが確認され「すいせい」と命名された。』『宇宙研が今年1月に打ち上げた先発機「さきがけ」に次いで国産2番目の本格的な人工惑星。来年3月、日・ソ・欧・米の6機により「すい星王」を包囲観測する「国際ハレー探査計画」に大きな期待……。』当日、現地で打上げ実験に立ち合った後、午後5時すぎ東京の役所に帰り、これらの報道にいささかの興奮、満腔の祝意と敬意、更に十分な満足感を覚えながら、宇宙研の観測事業の過去と将来に思いを馳せた。

Mロケットによる衛星打上げをまさに感動をもって実見したのは今回が初めてだが、実験予定には15年前に1度参加させていただいた。45年8月に予定されたM-4S型1号機による初の科学衛星打上げである。当時の、というよりまだ1機も打つてみないM-4S型は風にかなり神経質そうで、8月という台風シーズンを実験期に充てられている関係もあり、天候次第で果たして実験があるのかどうか、まずは問題であった。果たして、8月の中下旬に1週間余、内之浦に踏み止まったが、結局打上げは9月中旬に延期となった。しかしこの間に私にとっては誠に貴重な体験をさせてもらった。

午後1時打上げに向けて朝6時にタイムスケジュールが始まる日に、何度か早朝にコントロール・センターに出勤した。9時、10時、あるいは12時すぎに実験中止が決まるまで、そこでの経過を一部始終体験した。玉木、齊藤両先生始め野村、平尾先生等実験班幹部の方々の真摯な態度に深い感銘と憧れを覚え、私自身すっかり実験班の一員のつもりにもなった。平尾「予報台長」について「平均有効風速」の単位をこなした？。(その後の実験で延期の都度、留守隊員として関係者に理由を説明するのに大変有効であった。)午後の気象判定会議で平尾台長の前で説明する予報官にいたく同情した。ある日、スケジュールが12時20分ごろまで進行したところで中止の断が下った。Mセンターから森先生、次いで当時少

壮のMr. ロケットが駆け上ってきて「この天気で何故。大丈夫だ。納得できない」という。これに対し「衛星は全国の科学者の貴重な財産、無理をすることはない。天気の日が来る。待てばよいのだ」と、齊藤先生の御英断に胸を刺される思いがした。

第1号機は9月に打ち上げられ、成功しなかった。留守部隊の私共は、関係方面への説明に飛び回った。科学衛星用に製作されているM-4S-2号機を、計画にはなかった「試験衛星」を積んでの飛しょう実験用に急転用する折衝に奔走した。こうして「たんせい」シリーズが生み出された。

54年に4年ぶりに関係することとなったとたん、M-改問題に猶余なく直面させられた。困難な問題であったが、それ迄のMシリーズの順調な開発「たいうよう」、「はくちょう」などの実績を踏まえ、幸い関係方面の理解を得て、Mr. ロケットの美学には耐えられないヤセギス型だが、ともかく改型が決まった。連動してランチャー更新があった。それより「アンテナ」の件については一方ならず腐心させられた。H教授に大喝され、目がさめたのか、目がくらんだのか、いまだによくわからない。スペースチェンバーの更新と相模原キャンパス計画との兼合いもキヨミズのなところがあった。

ともかく、「さきがけ」に続く「すいせい」の見事な成功は誠に喜ばしい。幸運にも開けた小さな青空にプラネットの夢を載せてゆるぎない勇姿で白い線からやがて点になるまで私の目をひきつけて翔んでいくMに感嘆を禁じ得なかった。色々な経過を経、研究陣にはあるいは unnecessaryな苦労も多々まつわりながら、しかし研究所がまさに一体となって築かれた今日の輝かしい成果に日本中がこぞって賞讃と激励を寄せていることが特に嬉しい。それは又、研究の新しいステージへの飛躍を意味するものでなければならぬと心から思う。

(しげとう・かくじ=文部省学術国際局審議官)



「すいせい」は9日にはジャコビニ彗星の紫外像撮影に成功、「さきがけ」と共に順調に飛行中。(柳澤)

ISASニュース

No.54 1985.9.

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