

# AS ニュース

## 特集：ハレーへの接近

No. 62 1986. 5  
宇宙科学研究所

### 特集にあたって

長かったハレー探査も3月の最接近で観測の山場を越え、いまは蓄積された膨大な量のデータを解析し総合していく作業に追われています。探査の全貌が現われるのはまだまだ先のことになるでしょう。とりあ

編集委員長 伊藤 富造

えず最接近の情景を中心に、これまでに分かったことをルポしてみました。日本のハレー彗星探査計画に携わって来られた皆さんへの感謝と拍手を添えて、この特集をお送りします。

## ハレー彗星の予想と現実

清水 幹夫

ハレー彗星の地球最接近の時も過ぎ、今や“すいせい”の紫外撮像装置の画面でもこの彗星像が捉えられるのは、強いアウトバーストが（2日おきに）噴いた時のみという状態になっている。今度の回帰を振り返ってみると、1982年末最初の検出が行われ、1985年初頭核の色や自転周期についてのデータが採集され、更にコマの形成が確認された。4月から9月まで太陽の向こう側に入って見えなくなり、10月以後3か月ほど観測され、再び1・2月頃太陽に邪魔される。それ以降は非常に明るくなって観測にはhappiest days。ハレー探査機連合体はことごとく成功ということであった。この間普通の彗星観測で得たデータを桁違いに上回る大量の測定・撮像がなされてきたが、これら

を総合した時、ハレーの新しい描像は1910年のデータを使って回帰までに予測されていたものとうとう違ってきただろうか。

ハレーは短周期彗星の中ではずばぬけて明るい。IACG（ハレー彗星探査機関連絡協議会議）が1910年のデータと最近の幾つかの彗星を下敷きにして作ったモデルによると、太陽最接近点（0.6AU）で水分子を毎秒 $6 \times 10^{29}$ 個噴き出している。これはベネットとかウエストとかいった新しい大彗星の半分にも達し、しかもこの彗星の半径を3kmと仮定した場合、全表面が新雪で覆われている時噴き出すと思われる量にかなり近い。これなら核はかなり白いのではないか。記録に留められた回帰数は30回。実のところこの数には何の意味もない

が、心理的にはハレー新雪説を支援はする。

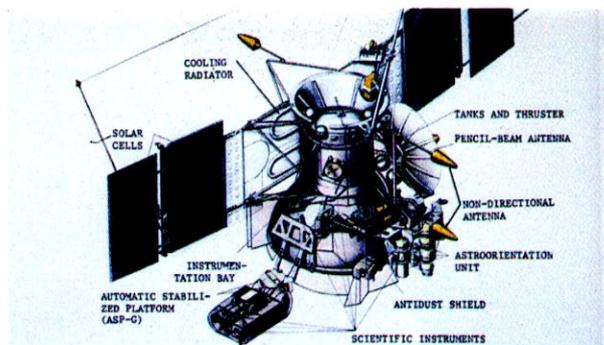
ところが観測は別の結果を示した。ハレーにコマができたのが太陽から約6AUのところであることはCNの検出から示されている。それ以前8AUくらいの所なら望遠鏡には核だけ映っている筈である。可視部から赤外域(〜2.2ミクロン)辺りまでのアルベドが測定され、これを隕石などの反射スペクトルと比べると、いわゆるD型の炭素質隕石がよく似ている。やや赤みがあった黒い物体である。通常はこの色は有機高分子に帰せられている。アルベドをこの物質の値にとると核の半径が推定され、ほぼ他の彗星と同じ3kmくらいの値になる(とされた)。

一方この時期にハレーの光度がちらちら揺らぐことも報告された。自転に伴った現象と考えられ、いくつかのグループが10時間、17時間、24時間、それ以上と勝手に騒ぎ立てたが、どれも相手を説得するだけの良質のデータが得られず、とどのつまりは何の結論も得られぬ点で合意した。

ハレーが太陽に2.5AUとなる頃から再びバーストやジェットが見えたという類の報告が散見されるようになった。ただこの種の報告は写真を撮ったというだけで、拡がる速度を計って噴いた時点が何時かということを決めていないので、使い難い。“すいせい”ははやばやと1.7AU地点でアウトバーストの噴く時点そのものを検出した。雲にも月光にも妨げられず5分の時間分解能で見える利点はそのまま活用できたのである。自転も2週間ほどの観測続行で53時間と出せた。原始太陽系天体の典型的な自転時間は木星的な10時間とされる。しかし小惑星などではこれからかなりずれることが多く、ハレーもその類であった。

この53時間周期は今に至る迄続き、可視・赤外の増光、 $C_2$ 、 $H_2O^+$  スペクトルの変化などでも確かめられている。ということはハレーの表面がジェットの噴き出し口を除いてはがっちりと黒色物質で固められていることを意味しよう。ヴェガやジオットの突入時にもジェットしか見えず、しかも太陽の照る地点のみから噴いている様はこれまた上記の推論を裏書きした。

ヴェガにしてもジオットにしても核が黒く、ジェットが明るいことでTV撮像の処理に苦しむことになる。鹿児島島のIACGの時、ソ連のIKI(宇宙研究所)のサグジェーエフ所長がこのことを警戒する必要があると強調していたが、この恐れがまと



ソ連のハレー探査機ヴェガ

もに出た。一応両プロジェクトのデータを総合して、ダンベル型の $4 \times 15\text{km}$ という大きさが報告されている。何百枚もの色々な角度からの写真をとっている話だから一応信用しておくしかない。8AUでの観測との食い違いは、ダンベルの軸方向から見ていたか、或いは分解能の不足に起因したのか、とでも言うより仕方ない。

彗星についても一つ長く残されていた問題はガス成分とくにCOについての問題である。星間分子雲のミリ波観測が始まったのが1970年初め、彗星の主成分が同定された頃と一緒に、両者の成分の類似はすぐ指摘された。COは星間分子中、炭素が殆どこの分子になっていると言われる程多い。彗星にもこの分子が10%のオーダーで入っていることが一旦ウエストで確認された。ところがそれ以来大彗星が来なくなった。そこでIUE天文衛星で小さい彗星をさらってみると、他の分子は全く同じくらい存在するスペクトル上にCOが影も形も見えない。もともと見難い分子だがそれにしても変である。最近の実験でCOは $H_2O$ と仲良く固まることが示されたから、何としても明るい彗星で見つけたい。しかしハレーはすれっからしているから、表面からCOは水より早く揮発して見出せないのではないかと。幸い、何もかも失敗続きのアメリカがポンと打ち上げた観測ロケットの紫外スペクトル線が捉まった。どうもハレーが一番熱くなった2月下旬に、中の原始の雪の一部が顔を見せたのかも知れない。

成分といえば3.4ミクロンのCH振動帯がかなり強くヴェガ1号の赤外望遠鏡が捕えた。火星で昔有機物を見つけたぞと騒いだ現象である。この時は実は太陽のフラウンホーファー線と分かりガセネタとなった。彗星に有機物が大量に入っていることから、この発見は特に珍奇なものではないが、核の黒色との関係で話題になって来るかもしれない。

いつに変わらぬ結論：事実は小説より奇なり。

# ハレーミツシヨンの軌跡

松尾 弘毅

“さきがけ”は昭和60年1月8日4時26分(JST)、鹿児島宇宙空間観測所から打ち上げられた。1月5日から始まった打上げ期間(ランチウィンドー)中、発射方位は真東に、第3・4段噴射高度は約240kmに固定され、発射時刻のみがハレー彗星への最接近距離が最も小さくなるように選ばれた。この最接近距離は打上げ日が遅くなる程大きくなり、天候、地上系の不具合による3日間の遅れで、8日の打上げに対し794万kmと予定された。

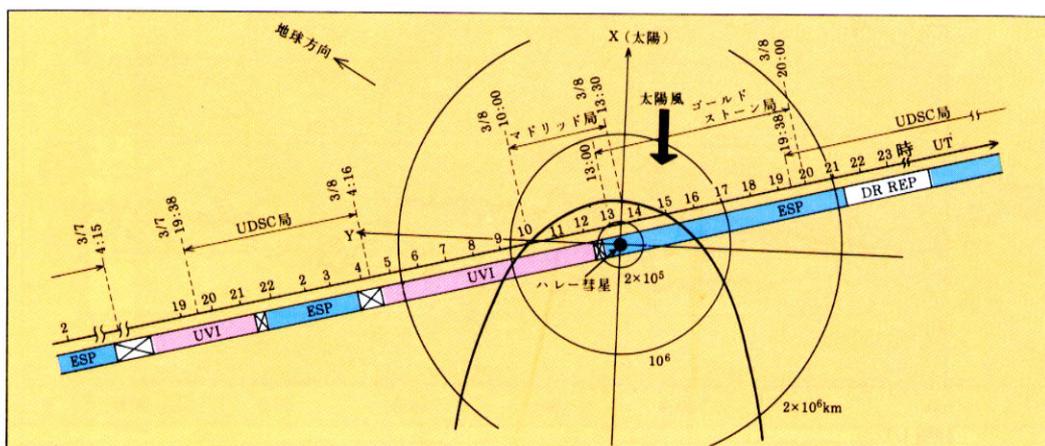
打上げは順調で、打上げ後2日目の第3可視までのレンジングに基いた軌道決定結果によれば、ハレーへの最接近距離は757万kmであった。これに先立ち探査機のスピン軸は太陽に直交するように( $\theta_s=90^\circ$ ) またスピン数は巡航状態の約6 rpmに制御された。翌1月11日には第1次の軌道修正が行われ、30m/sの速度修正により最接近距離は702万kmとなった。その後、後続の“すいせい”をも考慮した工学的諸試験が実施される一方、1月25日にはスピン軸を黄道面とほぼ垂直とし、姿勢決定のため参照する星も、それまでの南十字星から、元来巡航時の基準として想定していたカノープスへと変更された。また2月14日には主として軌道決定系の確認を目的として第2次の軌道修正が行われ、最接近距離は699万kmに修正された。

工学諸試験終了後2月19日には観測用アンテナ/マストの伸展を行い、2月21日より科学観測が開始された。その後、5月15日から6月29日までの間、米国のICE探査機との共同観測をはさんで、昭和61年3月11日13時18分(JST)のハレー最接近に至る間、順調に観測が続行された。

“すいせい”は昭和60年8月19日8時33分に打ち上げられた。8月17日より設けられた20日間のランチウィンドーの3日目である。ウィンドーを通じて目標点はハレー彗星の太陽側20万kmの点であり、この目標を維持するのに毎日の発射時刻と第3・4段噴射高度を変えることで対応した。

打上げは順調で、軌道決定結果によれば最接近距離は21万kmときわめて目標値に近く、8月22日に予定していた第1次の軌道修正はとりやめられた。また、“すいせい”の惑星間軌道の特性から、ごく初期にスピン軸は黄道面とほぼ垂直に制御され巡航状態に入った。その後9月7日には紫外線撮像装置(UVI)チェックのため地球が撮影され、同27日には太陽風観測装置(ESP)が観測を開始する。ハレー彗星の新しいダストモデルに基き、11月14日に軌道修正(速度修正量13m/s)が行われ、最接近距離は15万kmとなる。UVIは同日ハレーの初検出に成功し、同26日より1月11日の間ハレーを定常的に撮像する。その後太陽の位置関係の不都合から一旦中断するが、61年2月9日より撮像を再開して3月8日の最接近を迎えた。

“すいせい”は昭和61年3月8日22時06分(JST)ハレーの太陽側15万kmの点を通過した。この時間帯はわが臼田局から非可視であり、リアルタイムデータ取得はNASAのマドリッド、ゴールドストーン両局の支援により行われた。最接近時の探査機の位置関係、データ取得状況は図に示す通りである。またこの前後2回にわたり5 mg内外のダストを感知したのも既報の通りである。



「すいせい」最接近時の運用

# ハレーへの接近

## ISAS ニュース編集委員会

息もつかせぬ10日間だった。3月6日、ソ連のヴェガ1号の最接近に始まり、“すいせい”、ヴェガ2号、“さきがけ”、そして3月14日、ESA（ヨーロッパ宇宙機関）のジオットが演じた感動の大接近に至るまで、まさにハレー探査のクライマックスにふさわしい日々であった。5機の探査機に搭載された44個の観測機器が膨大な量のデータを取得した。現在世界の各地で、ハレーの真実をめぐって科学者たちの死闘が続いている。ここに述べるのはその中間報告である。



「あーア、11年周期のうちのよりによって太陽活動の一番静かな時に打ち上げるなんてなァ」

小山は、来る日も来る日も朝の7時半に、ここ駒場の深宇宙管制センターに顔を出す。そして惑星間空間が平和であることを示す予想通りのデータが、場違いに威張りくさってディスプレイを占領しているのを、ため息まじりに眺めるのだった。もちろんお隣の画面のIMF（惑星間磁場測定器）も何の変哲もない「正常な」動きを見せている。

4月19日はちょっとしたトラブルがあって、とうとう「宇宙研に一泊」ということになってしまった。

「それにしても昨夜のアクアビットという酒はよく効いたな」

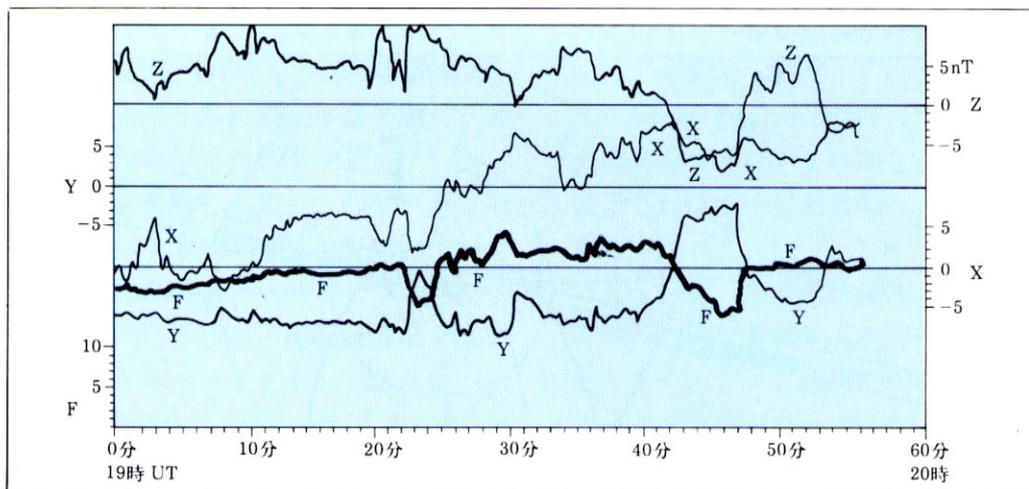
寝ぼけまなこでセンターに入ったのが3時過ぎ。そしていつものように不安も期待もない目つきでIMFのデータを眺め始めた。と、4時。いきなり小山のまぶたが大きく開いた、と見る間に、彼の視線はせわしなく画面のあちこちに移動し始めた。「磁場が激しく変動している！ 磁気嵐だ！」

それは“さきがけ”の打上げ以来、小山が出くわした初めての「事件」であった。彼は乱れに乱れる磁場のデータを呆然と目で追いながら、不思議な感動の中にいた。広大な宇宙の大海に頼りなげな小舟が浮かんでいる。太陽風とその磁場の大きなうねりの合間に見え隠れしながら、必死で舵を操る“さきがけ”。小山が我に返ったのは4時56分、その磁場の変動データが消感によってプッツ

### 1. 磁気嵐

昭和60年1月8日、“さきがけ”は、轟音を残して内之浦の深い闇に消えた。

様々な予備作業を経て、2月21日に科学観測が開始されてからというもの、SOW（太陽風プラズマ観測器）担当の小山孝一郎は、極めて平穏な毎日を過ごしていた。



1985年4月19日“さきがけ”のIMFが捉えた磁気嵐

りと切れた時であった。

## 2. 息づくハレー

「おかしいなあ、あれはハレーじゃなかったのだろうか？」

昭和60年の師走が目前に迫った11月21日の夕暮れ時，“すいせい”搭載のUVI（紫外線カメラ＝真空紫外撮像装置）を担当している金田栄祐は、駒場の深宇宙管制センターの大きなテーブルに片肘をつき、苦り切った表情を浮かべていた。

その1週間ほど前、UVIがハレーを取り巻く水素の雲を捕えた。この水素はハレーの核の表面から放出された水蒸気が太陽の紫外線の強襲を受けて、



という2段階の光解離を経て生成し、高速でコマの外側へ拡がって行くものである。この水素原子をUVIがライマンアルファの波長で撮像した。

「しめしめ、これで明日・明後日と撮像して、それがハレーの予想位置にあれば、確かにハレーの紫外像だという証拠になる」

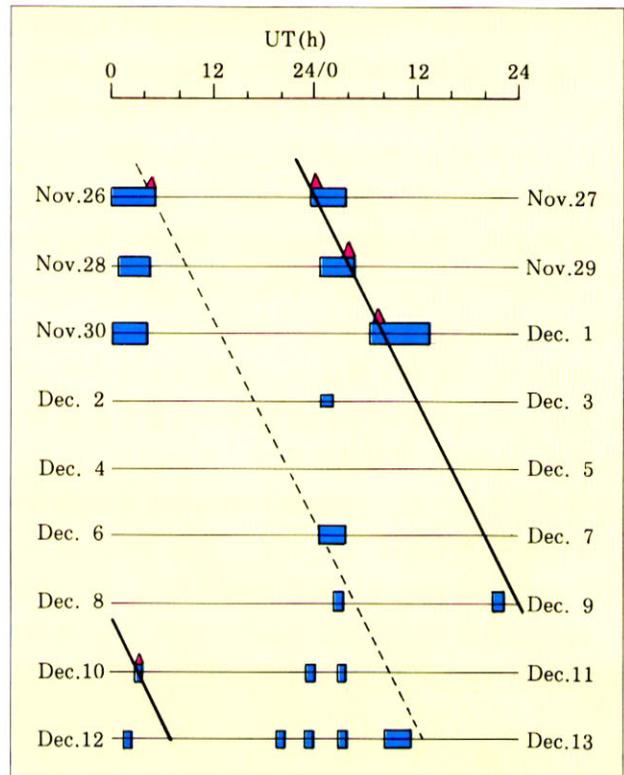
金田は今後の皮算用に夢を馳せた。ところがその後、ハレーがいる筈の方向にUVIを向けても、その紫外像が一向に映らないのだ。金田は喜びの予感を発散することができず、悶々とした1週間を過ごして来たのだった。

しかし真剣な努力は報われるものである。11月26日、センターのクイックルックを凝視する金田の目に、12日前と似た画像が飛び込んで来た。

「来た！来た！来た！」

懐かしさでいっぱいの声であった。

それからは順調だった。次の日もまたその次の



UVIによるハレーの観測時間（水色の区間）とジェットの特徴（三角形のスパイク）。スパイクを結んだ実線（強い噴出）、破線（弱い噴出）のローブが、2.2日の自転周期を示している。

日も、ハレーは狙った方角にピタリピタリとライマンアルファの姿を見せた。1月11日まで撮り続けたそれらの連続的な映像から、ハレーが時には強く時には弱く、まるで間欠泉のように周期的な活動をしていることが分かった。

「何とかこれらの映像から自転の周期が求められないかなア」

UVIチームの創意工夫に加えて小田稔所長の貴重な助言もあり、上図のようなチャートが出来上がった。このところ小田は連日のように管制センターに顔を見せる。しかし一連の映像を前にして



12月11日

12月13日

2月25日

2月28日

“すいせい”のUVIがとらえたハレー彗星の紫外線像

UVIチームの面々と白熱した議論を続ける目の光は所長としてのものではない。明らかに若々しい好奇心と情熱を持った科学者としてのそれであった。このチャートからUVIチームは、その周期を「約53時間」とはじき出した。

12月15日、清水幹夫がIACGのワーキンググループ出席のためアメリカへ飛んだ。会場となったJPLの一室でセカニナが、

「地上からの写真を見ると、11月14日にハレーから激しいジェットが噴き出しているようだ」と発言した時、

「やっぱりそうだ。われわれのUVIはその時のジェットを捕えている！」

思わずビットレートを上げる清水だった。この

「ハレーの息」は、ハレーの核表面に他と比べて構造的に大変弱い地形（割れ目や穴）があり、それが自転によって太陽に照らされる位置に来ると、激しいジェットが噴き出すことから生まれるのであろう。この規則正しい息がずっと繰り返されているということは、核の表面のうち、ジェット源を除くかなりの部分が固い物質で覆われていることを推察させる。だとすれば、それは表面の揮発しやすい成分が蒸発した後に残されたダストに相違ない。

UVIチームは、各国の探査機が最接近を遂げる3か月以上も前に、ハレーの表面がかなり黒いかも知れないという予想を持っていたのである。

思わずビットレートを上げる清水だった。この



そして3月6日。モスクワのIKI（宇宙研究所）は史上初のハレー接近を迎えて、緊張した空気に包まれていた。この日、カーニンググロードのミッション・コントロール・センター(上図)から送られて来るヴェガ1号のデータがディスプレイルームのスクリーンに映され、折しも世界各国から集まったIACGとインターコスモスのメンバー約100人の「観賞」に供されていた。かの「雪だるまモデル」のホイップル博士も79歳とは思えぬ若々しい眼差で画面を見つめている。

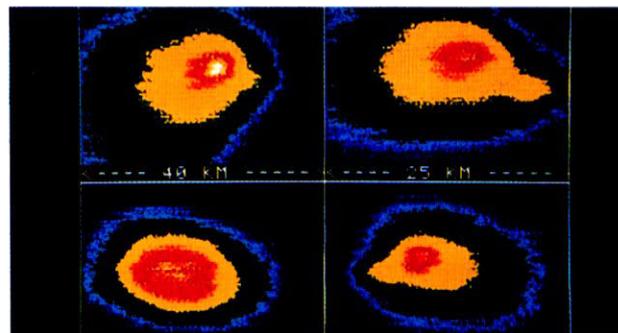
10時20分、リアルタイムの解説を担当しているソ連のガリェエフがその声を一段と張り上げた。



ホイップル氏(左)

「核から9000キロ。最接近です！」

ややあって、感動と賞賛の拍手がうねりのように起こった。降り注ぐダストをかいぐり、ヴェガ1号は、この最接近を挟む前後3時間の間に500枚を超える核の映像と、数多くの貴重なデータを地球に送って来た。



ヴェガ1号がとらえたハレー

この画像の一部に核が8の字に見えるものがあることから、カメラ主任のムーヒンが、「ハレーには2つの核があるかも知れない」と発言して話題をまいた。これに対してももちろん核は1つだろうという意見も出されたが、この時点では明確な結論が出なかった。ただし最接近に近い時の像を予備的にコンピュータ処理したのを見ると、まん中の塊が「まゆ」のような形をしたダストで覆われているように見える。

IKIの所長サグジェエフは記者会見で、

- ・核の表面は厚いダストで覆われている
- ・核は2日半の周期でゆっくりと自転していると発表した。“すいせい”の観測結果からすでに予言されたハレー表面の様子や自転周期などが、ヴェガ1号によって再確認されたのであった。



## 1. その夜

3月8日夜10時6分，“すいせい”がハレーの太陽側15万1000kmを接近通過した。ただしこの時はちょうど臼田の64mアンテナから見えない。その間の大事な観測データは、NASAの深宇宙アンテナ（ゴールドストーン、マドリッド）が受けてくれている。パサデナのJPLとのホットラインが駒場深宇宙管制センターに設置された。

夕方、最接近に備え、清水、上杉、向井、井上……関係者が次々に姿を見せた。

この日、ホットラインの担当は西村敏充である。彼は夕方5時、センターにブラリとやって来た。7時、眠くなった。しかしマドリッド入感だ。西村に確かめてもらいたい。この偉い先生を誰が起こすかもめた末、特別製の神経を持つ向井が担当した。起きた。

“Hello! This is ……………”

流暢な会話が続く。普通、日本人が電話で英語を喋る時は、向こうから数字を聞くと、確認のためこちらから反復して了承を得ることが多い。勿論その理由の多くはヒアリングが完璧でないからである。ところが向井が聞いていると、20歳代に貨客船に乗り込んでるばるアメリカをめざしたこの猛者は相手がどんなに複雑な数字を言っても、スラスラとメモをとるばかりで一向に自分の口から繰り返すようなことはない。

「ウーン、さすが宇宙研の看板教授！」

向井はこの不思議な人物を畏敬の気持ちを含めて見つめるのだった。

ともかく西村の的確な中継でゴールドストーンもマドリッドも“すいせい”を無事つかまえており、「異常なし」との報を得て、一同、とりわけダストの衝突を心配していた清水は、ホッと髭と胸を撫でおろしたのであった。

## 2. ハレーの贈り物

観測チームの面々が最接近時のデータを見たのは翌日のことだった。

「アレ、姿勢がおかしいぞ！」

最接近後初めての入感の時、探査機のチェックデータを見て、制御担当の上杉邦憲はわが目を疑った。「もうーッ！ちょっと目を離すとこれだから！」

プロジェクト・マネージャー伊藤富造の指示が飛ぶ、

「電源系をチェックしてください！」

チェックの結果、太陽電池は異常ないことが分かった。そこで急いで最接近の時のデータを再生してみた。するとどうだろう。接近の前後2回にわたって，“すいせい”に大きな衝撃が加えられていることが判明した。1回目は最接近12分前、ハレーから16万km、2回目は最接近20分後、ハレーからの距離は17万5000km。上杉の解析の結果、ハレーの核の方向から何物かが飛んで来て“すいせい”の下部に衝突した、という結論になった。重さは控えめに見ても約5ミリグラム。比重を1として直径2mmほどとなる。

「とんでもない！ハレーからのダストは10のマイナス10乗グラムくらいの筈だぞ！それに、もともとワシントンのIACGでダストは思ったより穏やか、というから接近距離を近づけたのに」

駒場深宇宙管制センターの人々は、口々にハレーの活動の激しさとダスト来襲の意外性を呪ったのであった。もちろん優秀なるわが軌道制御チームのこと、再び自分と“すいせい”の姿勢を正して正常な運用を回復したことは言うまでもない。ただしこの時のショックで上杉の白髪は益々輝きを増したという。それほど予想外の「ダストのお出迎え」であった。

幸い観測機器も全く正常であった。ホッとしたチームの中から、



「“すいせい”にダストを2つ付けて“ずいせい”  
(瑞星)と改名しては？」  
という名案が出たという。

### 3. 衝撃波を通過する

制御チームが姿勢データの異常を見て喚声をあげた時、“すいせい”搭載のESP(粒子エネルギースペクトル測定器)を担当している向井利典が、管制センターの端にある別の画面でESPのクイックルックを見ていた。

「ウハァーッ！ 何だこれは!!」

向井の眼鏡の向こうに見えるエネルギースペクトルは、先日までのESPのデータとは似ても似つかぬものである(図下)。

「これはコメットのプラズマかなァ？ 太陽風はどうなっちゃってんだろう!？」

向井は同じESPチームの寺沢敏夫や三宅亘らと議論を始めた。横目で隣の速度分布関数を見ていた向井、

「やっぱり太陽風の減速だと思うけど……。それにしてもこんなにエネルギーが低いとは意外だったなァ」

そもそも普通の状態の太陽風を測定するだけなら、ESPは250eV(電子ボルト)くらいのエネルギーを測ればよい。しかしハレーに近づき、コマのプラズマやそれと出会って減速した太陽風プラズマを測ることになると、ESPが測る下限のエネルギーをずっと低くしなければならない。この日の測定エネルギーの下限は30eVに設定されていた。この30eVという値については、チーム内に「低すぎる」という意見もないではなかった。しかし今

現われているデータは、30eVでも下限として高すぎることを示している。

そのうち画面が、最接近以前に見慣れたものと大変似た様相を呈し始めた。

「あ、やっぱり衝撃波を通過したんだ。それにしてもすごい不連続だな」

彗星の核を包むコマのプラズマに太陽風が出会うと衝撃波が形成されると予想された。2日前のヴェガ1号の接近によって、その衝撃波の核からの距離は100万kmと思われた。しかしこの時点では減速の程度などは全く分からなかった。

「衝撃波を通過したといっても、今出てるデータは、まだ普通の太陽風の状態に戻ってはいないな」

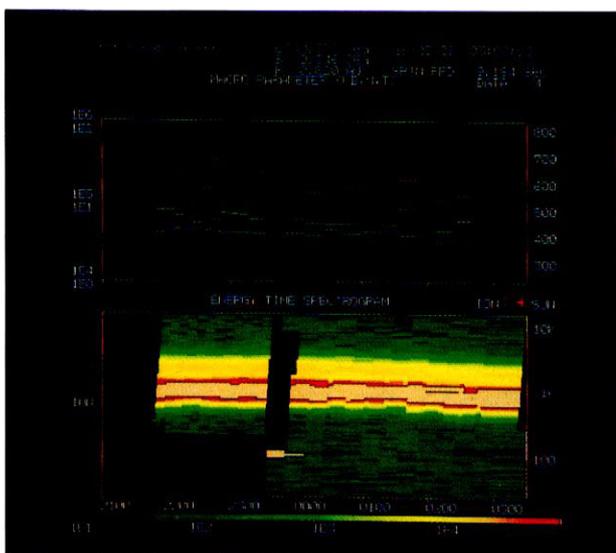
三宅がつぶやいた通り、不連続を過ぎててもすぐには太陽風はもとの流れに復帰していない。ハレー起源のイオンが太陽風に捕捉されると、太陽風にとっては厄介な荷物を背負いこんだことになるので、(運動量を保存すべく)太陽風のスピードが落ちる。この“マスローディング”と呼ばれる状態が暫く続いているのだろう。

「アレ、切れちゃった」

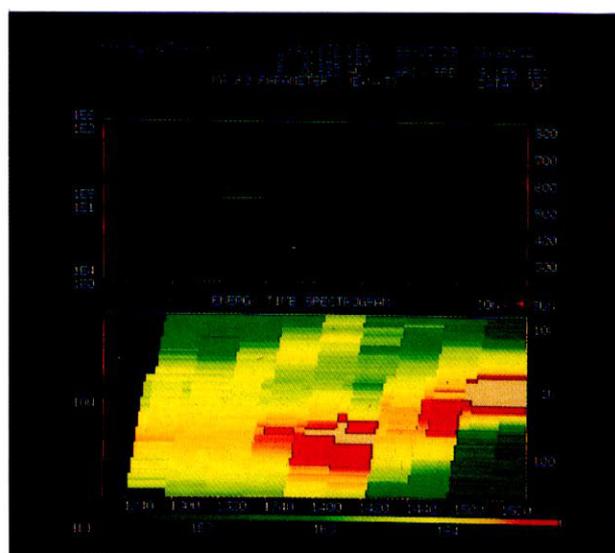
まだマスローディング進行中と思われる時点なのに、データレコーダの再生データは終わってしまった。

この後はアメリカの深宇宙アンテナ(マドリードとゴールドストーン)が追跡してくれている。向井はそばにいたプロジェクト・マネージャーの伊藤富造に、

「先生、早くJPLからデータを貰って下さい」と急いた調子で頼み込んだ。すでに昨日、西村がホットラインを通じて火急的速やかに送ってくれる



定常状態でのエネルギースペクトル



最接近時のエネルギースペクトル

よう依頼済みではあったが、このデータが早くも3月11日に届いたのには、皆驚いた。その蔭に林友直の活躍があったことを知る人は少ない。

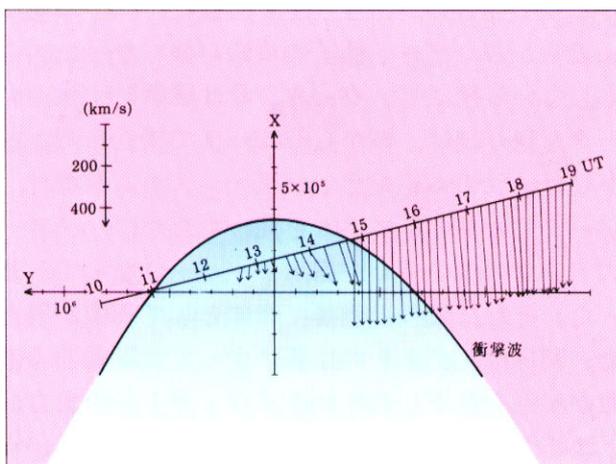
3月8日12時30分(UT)にスイッチオンしたESPの得たデータを(JPLのも含めて)整理すると、下図左のようなプラズマの流れが測定されていた。矢印の向きが流れの方向を、長さが流速を示している。途中で流れのパターンが不連続に変化しているのがよく分かる。14時43分と14時49分のギャップがまことに見事である。この頃、“すいせい”はハレーの核から45万kmにいた。間違いなく“すいせい”は衝撃波を通過したのである。

「ここでプラズマ流の秒速が240kmから440kmに急上昇してるよ。流れの向きも16度ひん曲がっている。予想以上に衝撃波が強かったね。しかもマスローディングはこんな所まで続いている。ハレー起源のイオンは核から少なくとも100万km迄届いているんだな」

何となく意識の上っ面で喋っているのを感じながら、向井は何もかも投げ捨ててESPに打ち込んで来たこの5年間を思った。いくつもの衛星搭載の観測機器を手掛けて来た向井だったが、この、“すいせい”はかつてない難行となった。特に総合試験で、来る日も来る日も淵野辺へ通った頃の断片的な記憶が、重なり合って思い出された。その一心不乱の努力が予想以上に劇的な「衝撃波の通過」というプレゼントを与えてくれた。

「ありがとう、“すいせい”」

ESPチームはこの観測から、衝撃波の厚さを2万6000km以下と推定した。その衝撃波の形は、下図左に描いてあるように、核から35万kmの所を頂点とし、核からその方向に対称軸を持つ放物線状と考えている。



最接近時のプラズマの流れ (ESP)

#### 4. 彗星イオンの誘拐

「あ、これは例の速度のリングじゃないですかね」クイックルックを見ながら、ビットレートも周波数も高い声を上げたのは寺沢である。

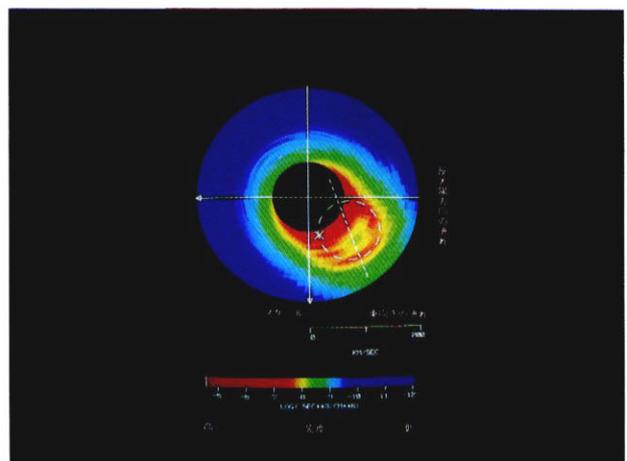
寺沢はその「リング」が見えて来ることに確信を持ち、ESPチームのみんなにもそれを以前から熱っぽく語っていた。その時は他のメンバーは分かったような分からないような顔をしていたのだが、寺沢が「リング」を熱心に追い求めているのには、実は(大きな声では言えないが)もう1つ隠れた理由があったのだ。

「ボク、今度の学会に提出したアブストラクトにそのことを書きちゃったんですよ。だから、どうしても発見しなきゃあ困るんです」

この「リング」は、彗星起源のイオンが太陽風磁場にトラップされていくことに関係している。では一口に「太陽風に捕まる」と言っても、実際どのようにして捉えられるのだろうか。太陽風が運んで来た磁場の中にコマのイオンが置かれると、その粒子はローレンツ力と呼ばれる力を受けて磁場のまわりを回転するらせん運動を始める。寺沢はその「誘拐現場」を見たがっているのである。

磁場の方向が一定であれば捕捉されたイオンの運動は円環のままであり続けるが、実際には磁場も乱れているから、平均速度のまわりにシェル構造が出来ることになる。このシェルの黄道面投影として、速度空間上にリングが描けるだろう、というのが寺沢の主張である。

試しに30eVから330eVのエネルギー範囲で、ESPの捉えたプロトンの量によって色分けして速度ベクトルを見ると下図のようになった。なるほどリングが浮き上がっている。これこそ、太陽風磁場にトラップされたイオンが描いた確かな「誘拐



ハレー起源の水族イオン(O<sup>+</sup>, OH<sup>+</sup>, H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>)とそのリング

の軌跡」である。こうして寺沢のフライイングは厳粛なる事実を以てあがなわれたのである。

「あんなリング、予想していなければとても見つかるものではないですよ。理論というのは恐ろしいですねえ」

向井の感想である。まずは、理論と実験が手に手をとって成し遂げた発見だった。

## 5. それでも「だるま」は回っている

“すいせい”がハレーに最接近した時に、UVIの観測は「測光モード」に切り換えられた。これまでの「撮像モード」と違って、測光モードの撮像データは、カメラの視野角に入って来る明るさがどれくらいかを示すヒストグラムに変換される。

その期間中も、ハレーの水素コマの全光度は依然としてリズムカルな変化を見せている。

最接近の後、ハレーの撮像はヴェガ2号の最接近の頃に再開された。そしてここでも、核近傍に時折見える閃光によって、自転周期2.2日が確認された。

その後のことになるが、3月20日から23日まで連続58時間にわたって測光モードを駆使し、1自転中の噴出源の位置を決めようとした。その解析によると、核の表面には2つの強い噴出源(S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>)と4つの弱い噴出源(W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>, W<sub>4</sub>)のあることが分かった。この結果は数多くの画像で裏

付けられている。もし時間の原点として強い噴出源S<sub>1</sub>をとると、3時間遅れて弱い噴出源W<sub>1</sub>, もう1つの強い噴出源S<sub>2</sub>は23時間後になる。他の弱い噴出源W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>, W<sub>4</sub>は、それぞれ11時, 30時, 48時に始まっている。

「そうだ！これをハレー艦隊のフライバイ時刻に適用してみよう」

清水幹夫の猛烈な計算が始まった。

まずヴェガ1号。ガスやダストの噴射速度を毎秒300mとすると、ヴェガ1号の最接近時刻はS<sub>2</sub>からの噴出開始から7時間後ということになる。だからその噴射を直接体験しただろう。

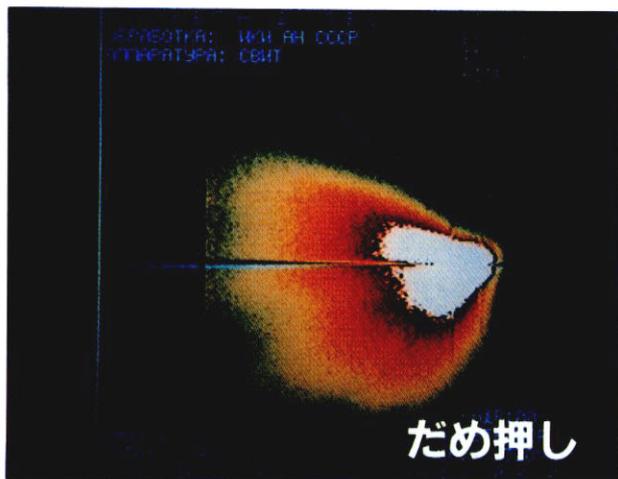
つづく“すいせい”はW<sub>3</sub>の噴出が起きた後の通過。ヴェガ2号の最接近はS<sub>1</sub>の噴出開始の直前だったので、弱い噴出源W<sub>4</sub>に当たったと思われる。

そしてジオットは、S<sub>1</sub>の噴出の4時間後、W<sub>1</sub>の噴出の1時間後にハレーを通過した。これらの噴出はジオットに厳しい影響を与えよう。

「ジオットはさぞ辛かったに違いない……」

清水はあご髭をしごきながら、遙かな探査機にひとり想いを馳せるのだった。

なお、長きにわたったUVIの撮像において、IA CGワーキング・グループのモデルに基づき、2週間に1度、ハレーのライマンアルファ輝度分布、いわゆる「ハレーの天気予報」を出し続けた足原修の努力を忘れることはできない。



### 1. 備えありて憂いあり

3月9日、ヴェガ2号の最接近の日。リアルタイムの解説が始まって間もない現地時間の10時過ぎ、ガリェーエフの声の調子が変わった。

「昨日、日本の探査機“すいせい”がハレーに最接近しました。距離15万km！いま我々と共にい

る日本の友人たちに拍手を送ろうではありませんか！」

この日、ヴェガ2号は核から16万kmくらいの所で $10^{-13}$ グラムくらいの小さなダストに出くわした。

「あ、意外と早くやって来たぞ！」

とっていると、1号の時と同様に、核から10万km辺りから、ダスト粒子の攻撃が強くなった。こうしている間にも、ヴェガ2号は順調に画像・データを送り続け、核から8200kmまで接近した。しかしカメラのポインティング・システムが壊れ、バックアップのシステムを使ったために、クローズアップの像の多くが露出オーバーになってしまった。そして最接近直後に突如として画像が消えた。聞けば、ダストの猛襲によって太陽電池の出力が80%も低下したという。ヴェガ1号の出力低下は45%くらいだったが、ガリェーエフは、

「核から飛び出るダストやガスの活動は、ヴェガ

1号に比べて半分くらい」

と叫んでいた。このガリェーエフの言葉は“すいせい”のUVIからの清水の推定によっても裏付けられているから、察するにヴェガ2号には少ないながら大きいダストが衝突したらしい。

## 2. コマののぞき屋

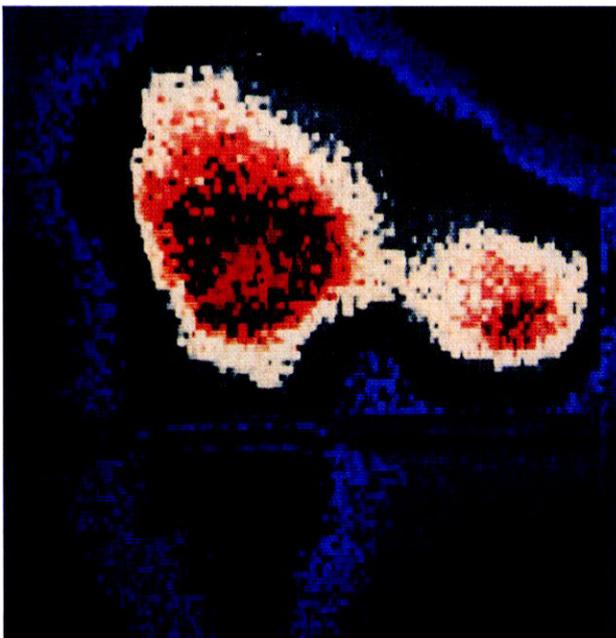
コマは彗星の大気である。地上から見てあんなにも神秘的なコマの内部では、色々なガス分子が波瀾に富んだ反応を繰り返している。太陽からの紫外線が、分子を作っている原子間の結合を切る光解離、分子や原子から電子を叩き出す光電離、太陽風のプロトンとコマのガスとの荷電交換反応等々、まさに絶えざる変幻の世界である。

このコマに含まれる中性分子やイオンを直接探ったのは、ヴェガやジオットに搭載された中性分子用質量分析計やイオン質量分析計たちである。ヴェガには、リモートセンシング用の赤外分光計や、紫外・可視・赤外の3つの波長の目を持つ3チャンネル分光計も乗っている。

ヴェガ1号と2号は双生児の探査機である。われわれのセンスで言うと、

「わざわざ2つも飛ばさなかったって……。1つでは自信がないんじゃないか」

などとヤッカミ半分の意見も出ようというもの。しかし、見事にふたごは助け合った。1号の「3チャンネル」は完全に故障したが、2号の「3チャンネル」は可視と赤外が働いた。2号の中性分子質量計は駄目だったが、1号は大丈夫だった。



ヴェガ2号がとらえたハレー。画面横幅15km。

うるわしい兄弟愛。

中間報告ながら、「3チャンネル」の「可視」は、通常の彗星から見つかっているCN, OH, C<sub>2</sub>, NHなどを検出し、「近赤外」でH<sub>2</sub>Oを検出した模様である。「赤外」はCO<sub>2</sub>を見つけた。

ヴェガのチームは今懸命にコマの中の神秘を解き明かすべく奮闘中である。

ところでヴェガ2号が捉えた核の最良の画像は左下図のようなものだった。この画像の中に、11km離れて2つの明るい所が見える。これをめぐって「2つの核を示す」という意見と「左の大きい6kmくらいのスポットがハレーの核で、右に明るくダストのジェットが広がっている」という意見が出された。しかし結局他の画像データを参考にして、

- ・この画像全体がハレーの核であり、明るい2つのスポットはダストのジェットの噴射源である
- ・この核は小さく見積っても長さ11km、幅7.5kmである

との結論が発表された。2機のヴェガの画像から推定されたハレーの核のアルベドは「0.07以下」だった。

## 3. 絶妙のパスワード

実はヴェガ1号の接近の頃、ハレー彗星の位置推定には約400kmの誤差が含まれていると言われていた。ハレーの表面から噴き出すジェットのために核が押され、微妙にその軌道を変えているためである。ESAのジオットはそのままでは500kmという核への接近目標を到底果たすことはできない。

ヴェガ1号が核撮像のためにどの方向にカメラを向けたか、そのデータが地上局で正確に評価された。それにヴェガ1号の最新の軌道、地上観測によるハレーの軌道が考慮され、ジオットの軌道修正ベクトルがはじき出された。3月7日のIKIでは、そのために終日が費された。そして翌8日、オーストラリアのカーナヴォンから、ジオットに向け歴史的な軌道修正指令が発せられたのである。

接近予定距離 800km!

さらに3月9日、ヴェガ2号がハレーに接近、そのデータをもとに3月12日、再度の軌道修正がジオットに命令された。こうして、ソ連・アメリカ・ヨーロッパの緊密な協力のもとに、「ジオッ

ト540km最接近の冒険」が敢行されたのである。

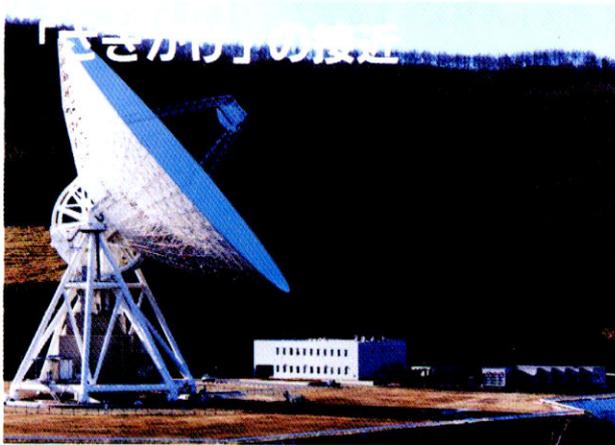
ヴェガ2号が接近した日、モスクワ北部の「国際ホテル」でささやかなパーティが開かれた。ソ連政府が禁酒を呼び掛けている時であり、また党大会が終了したばかりなので、出た酒は小さなグラスのシャンパン1杯という「お国柄らしくない」歓待だった。

しかし長年にわたる国際協力を、もうほとんど完了した安堵の笑みが、どの人の顔にも現われている。わずかにESAのメンバーだけ、3月14日の

最接近が残っているためか、心なしか表情が固い。

いきなりIKI所長のサグジェーエフが挨拶を始めた。

「アッ」と思っ的川が松尾の顔を探す。「分かっている」と目で合図。ESAに続いて日本のIACG代表、松尾弘毅のスピーチが始まった。約5分、よどみなく彼は続けた。事前に何の指名もない急場の、水際だった語りであった。終わった時、西田篤弘が近づいて来て、ソッと松尾にささやいた、「大変よかったですよ」。



## 1. バレリーナのスカート

3月8日、ヴェガ1号と2号の最接近の間隙を縫って、日本の4人のIACGメンバーは幸運にもポリショイ劇場の切符を手に入れた。しかも前から2列目という「準かぶりつき」の上席である。そのひとりの川泰宣は、隣に坐った西田篤弘の「プリセツカヤだのマクシモーヴァだの」ハイレベルの解説をスルーさせながら、うっとり夢の世界にまどろんでいた。が、もともとこんな高級な舞台は経験が浅い。

「こんな席が250円なんて安いなァ」

などと低俗なことを考えながら“スパルタクス”で高く持ち上げられたマクシモーヴァを眺めているうちに、心はいつの間にか別の過去の情景に飛び込んでいた……………。

「この太陽からのプラズマは、その出発点であるコロナ領域の磁力線を引き出し、自分の流れに乗せて運んでいきます」

ある日の記者会見でのことである。“さきがけ”IMF（惑星間磁場測定器）担当の齋藤尚生は、鋭い目で満場を見すえながら語りかける。しかしその口から洩れる声は意外にソフトである。

1959年、たてつづけに月へ飛んだソ連のルナ1～3号、アメリカのパイオニア4号が、太陽から吹き出す超高速のプラズマの風を観測した。測ってみるとまことに物凄い。この風を構成するプラズマ粒子（おもに水素の原子核と電子）は、秒速数百kmという猛スピードで太陽コロナから飛び出し、惑星間空間へまき散らされていた。

“さきがけ”の中間報告をするための予備知識として、いま齋藤はこの太陽風のことを説明しているところである。

「太陽が自転していなければ、放射状に出た太陽風が運ぶ磁力線も放射状になる筈です。しかし実際には太陽は自転しており、或る時点に出た太陽風のプラズマ粒子が旅をする間に、磁力線のつけ根は西へずれて行く。こうして太陽系空間の磁場は渦巻きらせんの形になるわけです」

齋藤の口調はあくまで滑らかである。

「太陽もマクロに見れば普通の磁石のようになっているんでN極とS極を持っています。だから北半球から引き出される磁力線と、南半球から引き出されるものとは、向きが反対になりますね。だとすると、それらが接する辺りでは磁場がゼロになっていなければならないわけで、これがいわゆる“磁気中性面”なのです」

記者から質問が出た。

「それでは、太陽磁場の磁気中性面は赤道面と一致するのではありませんか？」

「そうです。あなたのおっしゃる通り、自転軸と磁軸が一致していればそうなります。でも実際には太陽のこの2つの軸は傾いているので、中性面はバレリーナのスカートのようにうねりのある形をしているのです」

……………的川は我に返った。

「そうなのだ。マクシモーヴァが体を傾けてスピンしているから、スカートのひだが千変万化の妖しい動きを見せるのだ」

## 2. はためく宇宙のスカート

3月11日午前4時（JST）。駒場管制センターのクイックルックの前には、どんな小さなデータの変動も見逃すまい、という構えでドッカーと腰を下している大家寛を中心に、“さきがけ”のグループが全員集合していた。もちろん、新旧のプロジェク・マネージャー、伊藤富造と平尾邦雄の顔も見える。

一方その頃、林友直を中心に“さきがけ”を追う頼もしいスタッフが白田にいた。ハレー彗星探査計画の最後の山場を迎え、64m大型アンテナの能力をフルに発揮させようと、昨夜からその整備・点検を重ねてきた。林をはじめ、みんな殆ど一睡もしていない。

午前4時40分、駒場。

「あーっ、磁場の極性が逆転してる！」

“さきがけ”の最接近データの監視は、齋藤尚生のこの叫びから始まった。

「中性面を通過したようですね」

太陽磁場は11年ごとにその極性を変える。その逆転の時期になると、約半年くらいをかけて、今までのN極がS極に、S極がN極に変わる。しかし現在はその逆転期のちょうど谷間に当たるので、磁場がかなり安定している。そしてそれに伴ってバレリーナのスカートも比較的水平に近い状態にあるため、黄道面とわずか1.5度しか傾いていない

軌道上を走っている“さきがけ”がいつ中性面をクロスするかを予言するのが大変難しい時期である。そのような状況下で、齋藤は“さきがけ”の中性面通過に或る見通しをつけていた。

目の前のIMFのデータは、昨日の磁場とまぎれもなく反対の向きを示している。

「まあ大体見通しどおりだな」

齋藤は、“さきがけ”が中性面をどうやら通り過ぎたらしいことが分かって、ひとまずは肩の荷が降りたような気がした。

「アーっ、アーツ、アーツ！」

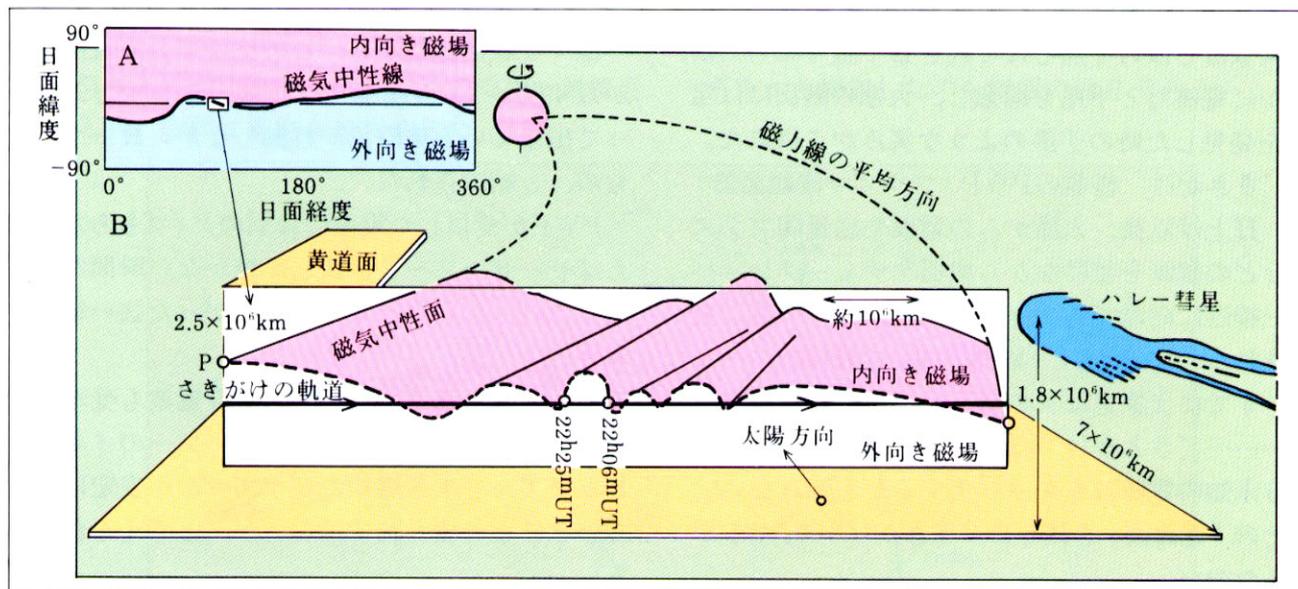
短い周期で間欠的にやって来る齋藤の声に、森岡昭、湯元清文ら“さきがけ”グループは一斉に画面を見た。齋藤の眼はガッチリと開いている。

「何だ、何だ！」

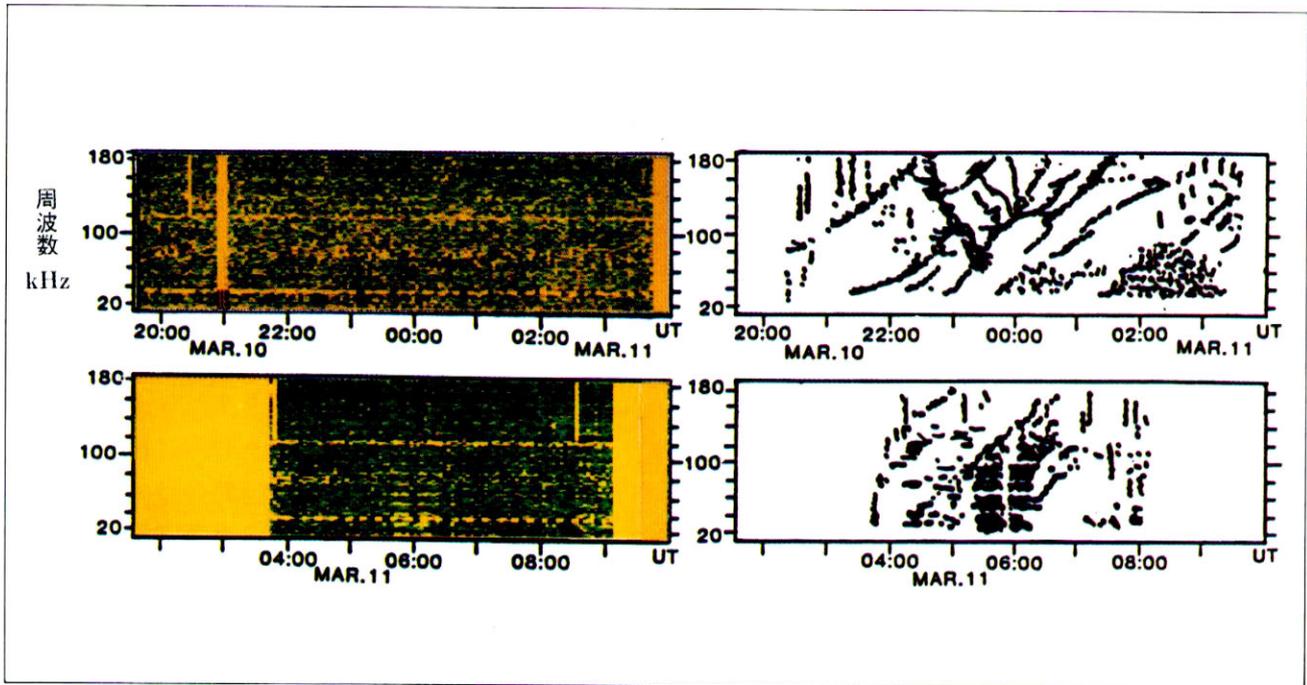
磁場の極性がガッチャンガッチャン変わっている。みんな一斉に太陽面の黒点のことを考えた。確か1か月前に大黒点が現われ、観測陣を震撼させた。太陽が活発に活動を始めると、ハレー固有の影響による現象を取り出すのが若干困難になる。だがこの大黒点はやがて大爆発を起こして消えてしまった。ところがまた1週間前にも大きな黒点が太陽面の東に出て来た。

「このガッチャンガッチャンは、あの黒点による擾乱だろうか……」

しかしクイックルックのその後のパターンから、IMFチームはこの急激な磁場変動と極性の変化を、“さきがけ”が中性面を何度も通過したためと考えるに至った。彼らが「めくるめくような」気持ちで作り上げた最接近時のバレリーナ・スカート



IMFのデータをもとにして推定された磁気中性面モデル



最接近時のPWPが観測した電波

の形は前ページの図Bのようなものである。

なお昨年2月の観測開始以来IMFが得たデータをもとにして、バレリーナ・スカート全体のうねりを描いたのが前ページの図Aである。先に見た図Bは最接近時に限って、細かいひだまでズームアップしたものになっている。

### 3. 動く衝撃波からのメッセージ

5時30分、まず大家が叫んだ。

「平尾先生、ホラ、波が出てますよ！ アーッ！ 上って行く、上って行く。受かった、受かった！」

そこには、S/Nの悪いクイックルックの画面に素人ではとても見分けがつかないような電波のトレース（上図左の2枚）が糸を引いている。平尾と大家はしばらく熱心にそれを目で追っていたが、確かに電波だと平尾も同意し、大家の満面には宝物を発見した時の子供のような笑みがこぼれた。

“さきがけ”搭載のPWP（プラズマ波観測器）は、打上げ以後、太陽からの電波や惑星間プラズマなどの観測を続けながら機器をチェックし、ハレー接近に向けて腕を撫して来た。昨年7月に発行された“さきがけ”観測速報の最後のページで、すでに大家寛は次のように述べている。

「……………“さきがけ”は……………衝撃波領域で生まれる未知の電磁波をキャッチするかも知れない」

その「電磁波」を確かに“さきがけ”のPWPが捕えたのだ。

平尾、伊藤は、色合いの差はあれ、いま大変幸

せであった。

「こんなに全部の機器が順調にハレーをあばいてくれるとは！」

この“さきがけ”のPWPがつかまえたプラズマ波は、最接近の 때가最も強い。この電波がハレー彗星の周囲の現象と深い関わりを持っていることは明らかである。

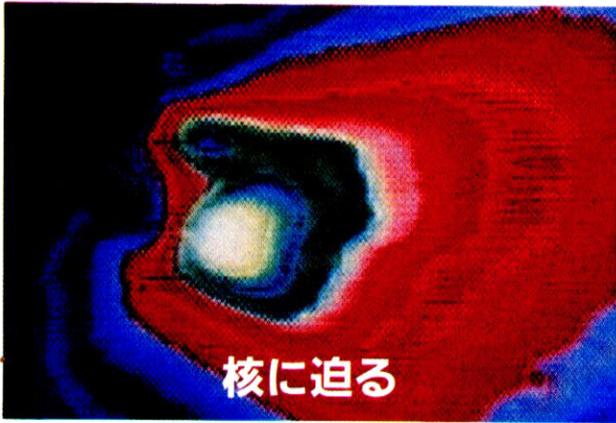
上図右の2枚は、左の不鮮明な図の中から電波の線を分かり易く抜き出したものである。まず周波数が連続的に変化している波が目につく。この連続波はいずれも30分から40分をかけて上昇あるいは下降をしながら、周波数が60kHzから195kHzくらいまで変化している。

「これは電波源が動いているんだろうな」

様々な状況証拠から、このタイプの電波は、核から40万～100万km辺りで太陽風がコマとぶつかって出来ている衝撃波が移動しながら放っているもの、と結論された。

PWPが受信した電波には別のタイプもある。例えばせいぜい2～3秒間しか続かない瞬間的な電波。これは広い周波数帯にまたがった強い電波である。

もう一種、強くて持続性のある電波も受かっている。これは太陽風プラズマがハレーのイオンをピックアップする過程でプラズマが不安定になっていることの表われではないか、と考えられている。



3月14日。

西ドイツ・ダルムシュタットのESOC（ヨーロッパ宇宙オペレーションセンター）。

ジオットのカメラのミラーが核から8000km辺りで傷つき始めた。

ジオットからの画像がグラグラッと揺れた。世界中の人々の注視の中、画像は消えた。しかし数秒の後ハレーのコンピューター処理の画像がスクリーンに現われた。最接近予定時刻の15秒前、核から1963km、ジオット捨て身のショットであった（タイトルバック）。

最接近2秒前、画像以外の電波も途絶えた。しかしその25分後、ジオットは不死鳥のごとくよみがえり、再び地上局とのリンクを回復した。画像は依然として駄目だったが、プラズマ機器も質量分析計もデータは正常であった。

センターの発表では、最初通信が切れた時点でジオットは1秒間に最高120個のダストと衝突した。につつきダストはジオットのスピン軸に0.8度の首振りを与え、一時的な通信途絶が起きたわけである。

それから約半日、日本時間午後10時、ハレーの実際の色に近い写真が公表された(右図)。核から1万8000kmの所でジオットが捉えたハレー。人類が初めて見るスーパースター・ハレーが、薄いコマのペールの向こうに激しいジェットを伴って神秘的な素顔をのぞかせている。

黒い！ハレーの核は「黒い雪だるま」だった！太陽に接近する以前からの地上観測によって、また日本の“すいせい”の観測結果から、ハレー表面の反射率がかなり低いことが予想されてはいた。ジオットのこの1枚の画像は、そのことを万人の前に決定的にあばいて見せたのである。黒い「いも」型の核から太陽（右斜め下）の方へ向かって2つ、激しいジェットが噴き出している。他に小

さなジェットが2つ3つ。核の表面には斑模様も認められる。

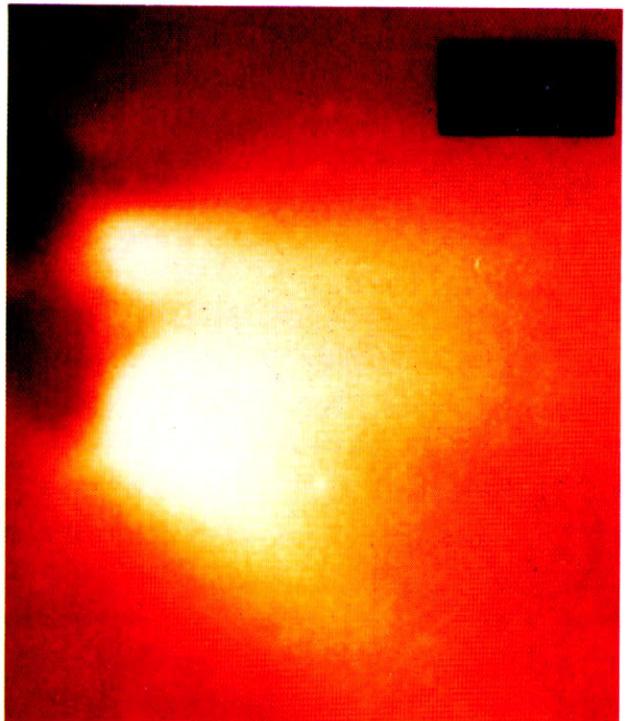
カメラ主任のケラーは、

「ハレーの核は、長さ15km、幅8km。アルベドは0.04より低く、多分0.02くらい。これは太陽系の最も暗い天体、たとえば外惑星のいくつかの衛星やメインベルトの小惑星たちと同じくらい暗い」と発表した。

それにしても、これはホイップルの「汚れた雪だるま」の表面から絶え間なく水蒸気が昇華して行く姿ではない。ヴェガ1号の赤外分光計は、ハレーの表面温度を(330±30)°Kと報告している。もしも汚れた氷が蒸発を続けている表面ならば、表面温度は190°Kを越えることはない、との計算結果もある。

激しい熱を何度も受け続けた結果、雪だるまはまるで固いダストの毛布を身にまとったかのである。

予想を遙かに上回る激しい姿を垣間見せて、ハレー彗星は去って行った。5年前に、イタリアのパドヴァに始まった空前のハレー探査の国際協力は、豊かな成果を実らせて、今秋ふたたびパドヴァで幕を閉じようとしている。その教訓を引き継いで、今後宇宙の探求にどのような国際協力が進められていくにしても、宇宙科学研究所はその大事な一端を担うことになるだろう。



ジオットが核から18,000kmの所でとらえたハレー

# ハレー彗星探査の舞台裏

平尾 邦雄

昭和61年3月は世界の宇宙探査史上でも最も記念すべき月であった。人々が初めて国境を越え主義を越えて一致してハレー彗星という人間の一生に一度目の前に現われる彗星の探査を成功裏に終えた月なのである。われわれの「さきがけ」「すいせい」、ソ連のヴェガ1、ヴェガ2、ESAのジオット、それとNASAのアイスがいろいろの距離からハレー彗星を観測したのである。このニュース発行の次の日には英国の雑誌ネイチュアがアイスを除いた各探査機の観測速報をとりまとめた100頁の特集号を発行する。我国でも同日に発行され皆さんもそれを読むことができる筈である。はじめて見られる彗星核の写真から700万軒という遠い所でも彗星の存在によって生じた電波の話迄数十篇にのぼる論文はハレー彗星の謎の一部をときあかしてくるに違いない。

このような輝かしい成果を取めた国際的な協力が成功した裏には実はIACG (Inter-Agency Consultative Group) という組織の活躍した舞台裏があったのであり、このことはこの特集号に是非書いておかなければならないと編集委員の方が考えられて私におはちがまわってきたのであろう。

IACGはその名の示す通り探査機関の協議会であり、我国からは宇宙科学研究所 (ISAS)、欧州からはESA、ソ連からは東欧宇宙連合 (Intercosmos)、米国からはNASA、それと国際天文連合で正式に認められたIHW (International Halley Watch) という5つの機関がメンバーとして参加したのである。いいかえれば研究者の組織が参加したのであって、その中に国の主張というものを入れる余地がなかったのである。

第一回はイタリアのパドヴァでひらかれ以後ハンガリーのドヴォゴコ (1982)、日本の鹿児島 (1983)、ソ連のタリン (1984)、米国のワシントン (1985) と

ひらかれ、今年3月モスクワで中間会議はあったものの11月に再びパドヴァでしめくくりの会を開くことになっている。この協議会の議題は常にハレー探査においてどのように各機関が協力するかということにしばられてあった。ハレー彗星をとりまく塵の様子は特に近接探査にとっては重要な問題であり、我々の「すいせい」をどの距離まで近づけるかを決めるにあたって大変役だったのである。またジオットが核に近づくためにハレー彗星の位置を確定する役目をヴェガが行い、そのヴェガの位置を精密に測定するためにNASAがVLBIによって協力するという大掛かりな協力もIACGがあって初めて実現できたというべきであろう。IACGの事務局長はESAのラインハルト博士がつとめたが、一方ジオットのプロジェクト・サイエンティストでもあったので大変な苦勞をしたであろう。実際鹿児島会議の年の秋に筆者はESTECに数日滞在して彼と会議日程を調整したのであるが駒場の管理部もまきこんで時間を争う作業をしたものである。ESTECのあるアムステルダム近郊のノルドヴァイクと東京、モスクワ、ワシントンを何度も電話がゆきかったのである。

この舞台裏でわが宇宙研の人々もいろいろの面で他機関の人々と知己を得たことであろう。そうして「さきがけ」「すいせい」の成功によって宇宙研の国際的信用の増加と相俟って、この知己の関係は今後の宇宙探査の理学的な面においても工学的な面においても貴重な資産となるに違いない。

The Halley Armada は地球の各地から発進し、3月には縦列を組んで次々とハレー彗星を訪問することに成功した。

そうしてその蔭にかくれていた舞台裏でも多くの人々が未来への限りない可能性を生みながらおどったのである。



KSCシュミットカメラが去る3月22日に捉えたハレーを表紙に使わせていただきました。

本号のための取材、お騒がせしました。そして数々のご協力ありがとうございました。

ハレーゆきてこまばは初夏のたたずまい 的川

ISAS ニュース

No.62 1986.5.

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