

ようこそハレー彗星

—我国のハレー彗星探査計画—

平 尾 邦 雄*

1. はじめに

「一生に一度の彗星」といわれるハレー彗星が76年の長い孤独な暗黒空間の旅行を終え又太陽の近くにもどつてこようとしている。このハレー彗星はエドマンド・ハレー（1656～1742）によってその周期がもとめられたためにハレーの名を冠してよばれるようになった。この周期をもとに歴史上にしるされた大彗星をさかのぼってゆくと多くの記録がのこされており最古のものとしては西暦紀元前240年又は466年という記述が見られる。我国においても日本書紀に「天武十二年七月二十三日壬申、彗星出于西北、長丈餘」と記されていることが日本天文史料（下）に見ることができる。

このように古くから大彗星としてあらわれており且歴史的悲劇が起ったことから、彗星は凶兆として人々に恐れられた。例えば西暦1066年にハレー彗星があらわれ、その姿に人々は恐れおののき時の英国王ハロルド王に何か悪いことがおきるのではないかとおそれた。事実その年の秋、王は英國をおそったノルマンとの戦「ヘスティングスの戦」で殺されたのである。しかし前述のハレーは1531年1607年1682年の彗星と同じものと考えニュートン力学によって次には1758年暮から1759年はじめにかけて再びあらわることを予言したのである。この事により彗星は近代科学の仲間入りをしたといえる。

さて前回のハレー彗星の訪問は1910年（明治43年）であった。彗星の太陽最接近は4月20日であった。勿論当時はすでに望遠鏡の技術も大変発達しており、世界各地の天文台が観測にたづさわった。我国でも東京天文台が観測を行うと共に、梅雨入り間近をひかえていたのもっと観測条件のよい満州大連市に観測隊を派遣して写真観測を行ったのである。この時のハレー彗星は丁度太陽と地球の間をとおるような軌道であったため5月19日頃には地球はまさにハレー彗星の尾の中に入ったのである（図1）。この時には地球上の酸素がなくなってしまうのではないかなどの風説もながれいくつかの笑えぬ悲喜劇もあったようである。ともあれ1910年のハレー彗星のおとずれは、世界各地の天文学者にとっても絶好の観測の機会であった（図2）。

さてこのハレー彗星は又1986年2月9日頃に再び太陽に近づくが、この度の接近は1910年の時とちがってそ



図1 1910年5月29日 東京天文台撮影（於大連）



図2 1910年5月 南米リッツ天文台撮影

の最接近は地球から見て太陽の反対側でおきる。この事は少くとも地球上からの観測にとって大変都合のわるい事である。おそらく前回のような荘大なスペクタクルは見られないであろう。しかし前回の出現の時と大変ちがうことは、今や我々は地上からの観測方法ばかりではなく宇宙飛しょう体という新しい手段をもっていることである。一生に一度というこのチャンスをのがすことは出来ないとしてハレー彗星にむけて宇宙探査機を送るという計画はまことに時宜を得たものといわざるを得ない。現在ヨーロッパ宇宙機構（ESA）がジオット（ハレー

* 宇宙科学研 Kunio Hirao: Welcome Halley Comet
(Japanese Project for Halley Comet Exploration)

彗星を描いたイタリーの画家の名) という探査機をハレー彗星の核から 500 km の近くまで送ろうとしており、又ソ連はベネラ・ハレーという探査機 2 機を金星経由でおくり彗星の核から 10 万 km のところをとおす計画をすすめている。我国でも宇宙科学研究所が仮称プラネット-A という探査機を彗星核から数十万 km のところをとおそうとしており、又それに先立って試験的に発射される MS-T5 という探査機もハレー彗星から一千万 km 位のところへもってゆこうとしている。このようにしてすべてうまくゆけば 5 機の探査機が 1986 年 3 月 10 日前後に「ようこそハレー彗星」と迎えようとしている。

2. ハレー彗星

彗星はよく知られているように長い尾をひいた天体である。この尾の部分は彗星の本体から太陽によってあぶり出されたこまかい塵やガスの集りであるので彗星が太陽に 3~5 億 km に近づかないと現われない。さてここで本体とかいたものはなじみ深い彗星の頭部の中にひそんでおり核とよばれている。この核の大きさはまだ表面からの蒸発がおきていない遠い所にあるときの明るさから推定されるが、どの彗星もたかだか直径 10 km 位ではないかとされている。しかしこの姿をいまだ誰にも見せたことがない。色々の理由からこの核はかなり不規則な形をした塵をふくんだ氷のかたまりであろうと考えられている。そうしてこれが原始太陽系を構成した物質がそのまま固ったものと考えられており、それ故にこの核にどのような物質が含まれているかということは太陽系の生成の理論にとっても非常に重要な問題である。勿論彗星が太陽系に属する天体であるということも数多くの傍証から信じられていることである。

さてこの彗星が太陽系の奥深くから太陽に近付いてくると前に述べたように 3~5 億 km のあたりで表面から氷が蒸発をはじめる。もし炭酸ガスの氷であればもう少し遠くから蒸発をはじめるであろう。これにひきつづき各種の蒸発した気体分子は核のまわりに所謂コマを生成する。核のごく近くでは密度が充分大きいために種々の化学反応も起るであろう。このためコマの内部の組成をしらべることにより所謂親分子即ち彗星本体にふくまれる物質をしることができます。このコマの外縁においては太陽紫外線によって分子の解離や電離が生じる。特に気体の大部分をしめる氷からは種々の過程により大量の水素原子が生じ、上述のコマの外側に更に龐大な水素コマを生じる。この大きさは半径 1 千万 km にも達するものであり太陽からの水素ライマン α 線を反射して輝いている。尾は 2 つの種類に分類することができる。1 つは塵の尾であって水と共に蒸散した塵が太陽の輻射圧によって押されて出来たものであり一様にかがやいている。第 2

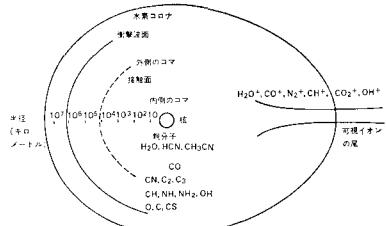


図 3 米国 NASA のグループが、1979 年にまとめた彗星のまわりのガス構造

の尾は核から蒸発した親分子およびそれから生成された気体のイオンから出来ておたり太陽風によってふき流される尾であって太陽風の影響をうけて色々な構造を示し、時にはちぎれてとびざるなど非常に活発な尾である。このように彗星は他の天体にくらべ極めて特異な姿をしている。上に述べた彗星の気体の構造は多くの彗星の分光観測学からかなりくわしくしらべられており、NASA の JPL の研究者たちにより図 3 のようにとりまとめられている。

3. Planet-A 計画

宇宙科学研究所ではかねてから地球を脱出して惑星間空間に探査の手をのばそうということを計画していた。我国の研究者による惑星間プラズマや太陽風の研究、あるいは惑星間空間磁場の研究は独創的なものがあり、このような観測に対する要望は非常に大きかった。折も折、このハレー彗星の接近は非常によいチャンスであり、種々スケジュールの検討の結果ハレー探査を目指すことを決定したものである。これ迄多くの科学衛星を打上げてきた M ロケットの改良計画にあわせて、それにより打上げ可能な計画をつくり上げた。

M ロケットの改良計画は現在着々と進められ Planet-A 計画に使用される M-3S II 型ロケットの各段の地上燃焼テストが秋田県能代市にある実験場においてすすめられている。計画されている M-3S II 型ロケットは総重量約 60 トンでありこのロケットによりハレー彗星を目指して約 140 kg の探査機を打上げることができる。

この Planet-A 探査機では前に述べた巨大な水素雲の水素ライマンアルファ線による撮像と太陽風荷電粒子のフラックスとピッチ角分布の測定を行うことになった。水素雲の撮像によってハレー彗星が太陽に近づき又遠ざかる間に水素雲がどのようにして出来又消滅するか、一回の太陽接近によってハレー彗星がどれだけ水素(氷)を失うか、又この水素雲が太陽風によってどのような影響をうけるか等をしらべることができる。又太陽風荷電粒子測定器ではハレー彗星に大きな影響を与える太陽風のプラズマ特性をしらべることができる。

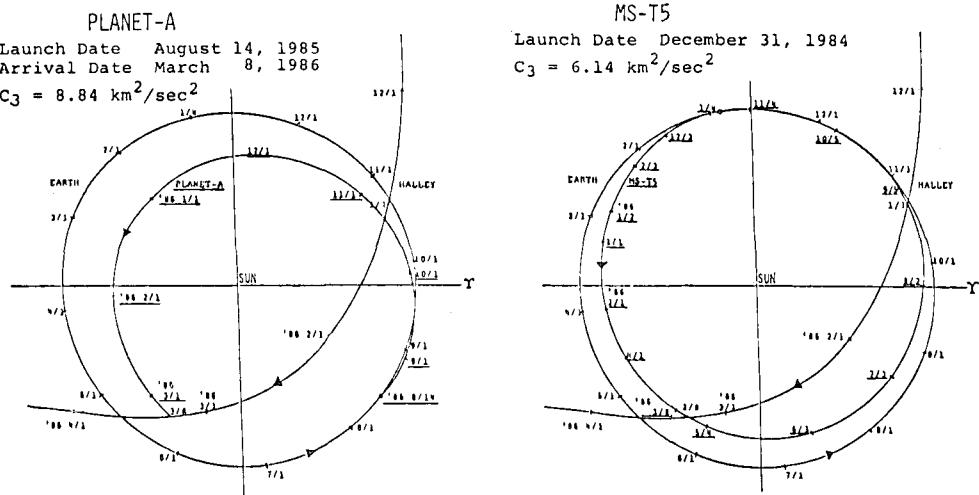


図 4 Planet-A と MS-T5 の軌道

一方改良された M-3S II 型の特性を確認し、又我々としてははじめての惑星間空間飛しょう体との超遠距離通信（1億 5000 万 km もはなれると電波でも 8 分以上かかるのでコマンドのような往復通信をするためには 17 分程度もかかる）や、そのための探査機上のデスパンアンテナ、又地上局の 64 m の大パラボラアンテナ等の新しい通信手段の確認、リアクションジェットを使った速度制御や姿勢制御多くの確認試験のために Planet-A に先立つこと 7 ヶ月前位に MS-T5 という探査機を打上げる。これにも太陽風イオン、太陽風プラズマ波動更に惑星間空間磁場の測定器等を搭載して観測を行うことを計画しており、この探査機も Planet-A とハレー彗星が近付くころやはりハレー彗星に近づく計画をしている。この二つの探査機による計画を Planet-A 計画と総称している。この 2 探査機は図 4 に示すような軌道を通ってそれぞれハレー彗星にむかう計画であり、MS-T5 は昭和 60 年 1 月頃、Planet-A は昭和 60 年 8 月頃それぞれ鹿児島県内之浦の実験場から打上げられて昭和 61 年 3 月 8 日頃ハレー彗星に最も近づく予定である。

2 探査機は図 5 に示すように殆んど同じ形をしており、観測装置がことなるだけである。直径は 140 cm で円筒部の高さは 70 cm である。この円筒側壁には太陽電池が貼り付けられ電力を発生する。重量は 140 kg をやや割る程度である。両者共すでにプロトモデルとしての試験は終了し設計にはほぼまちがいのないことがたしかめられた。構体アンテナ等には CFRP（炭素繊維で強化したプラスティック）を使う等極度の軽量化がはかられており、その性能も写真に見られるような振動試験等によって確認された。現在その結果を見直し中でありまもなく実機の製作に入ることになっている。

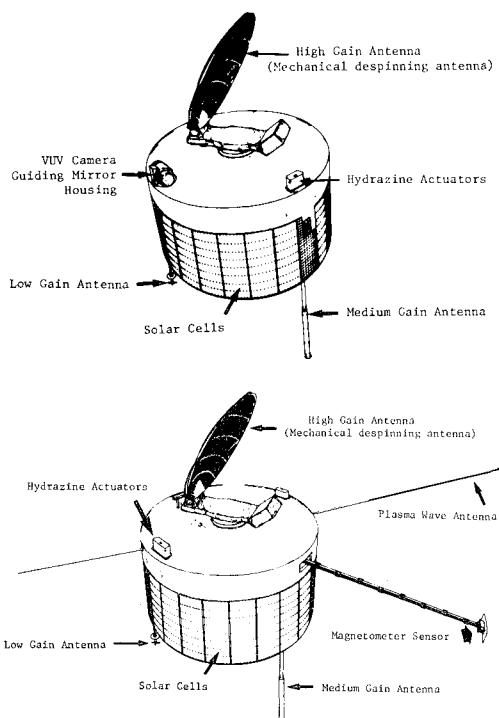


図 5 Planet-A (上) および MS-T5 (下) の外観図

4. おわりに

「一生に一度の彗星」といわれるハレー彗星に幸運にもめぐりあうことが出来、しかも探査機を送って「ようこそハレー彗星」と迎えることができるることは大へんよろこばしいことである。ESA やソ連も我々と共に探査機を送る仲間であるが、仲間同志充分よく相談して出来るだけよい成果をあげようということで実施機関連絡会と

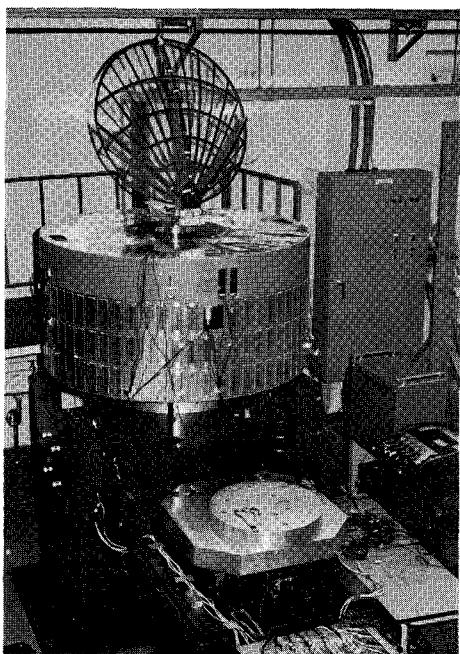


図6 Planet-A/MS-T5 の構造試験体による振動試験

もいうべき Inter-Agency Steering Group がつくられ今のところ一年に一度の割合で意見の交換が行われております。

来年は恐らく東京でひらかることになるであろう。ここには NASA も探査機は上げないが Space Telescope の可能性と共に International Halley Watch という地上観測結果のとりまとめの世話役として出席する。このような複数の探査機による観測が行われ且いづれも多かれ少なかれ撮像を考えているので、うまくゆけば立体的な撮像を行うことができるかもしれない。又それがハレー彗星の異った領域をしらべることになるのでハレー彗星の構造が一段と明確になるであろう。

このように探査機による彗星探査をめざしているものにとってハレー彗星が早く望遠鏡の視野に入ってくることが非常に待遠しい。ハレー彗星の1日のちがいは数百万 km のちがいになってあらわれるるのである。

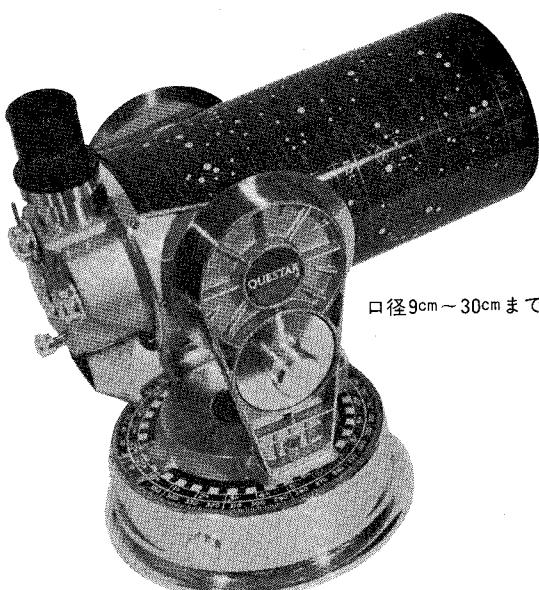
お客様をむかえる身にとってはお客様がいつ、どんな様子であらわれるかが大変気がかりなことである。

最後にわが Planet-A がハレー彗星を迎えていた時の想像図をお見せしよう(表紙)。

追記: これを書きおえた頃、新聞はハレー発見の報をつたえた。即ちパロマーの200吋望遠鏡につけたスペーステレスコープ用の CCD カメラ上に8分の露出で見出したとのことである。場所は小犬座の中で予想より西に8秒角ほどずれているとのことである。

持つ誇り。

マクストフ・カセグレンの最高峰 **QUESTAR**



口径9cm～30cmまで各種

世界の天文家の愛用機です。機構・精度・性能とも、学術用大型望遠鏡に匹敵します。
お手持ちの望遠鏡にあき足りない方、最高レベルを目指される方のために。

マクストフ・カセグレン・カタディオプトリック光学系

有効口径..... 89mm

焦点距離..... 実視用 1,300mm (f/14.4)
カメラ用 1,600mm (f/16)

接眼鏡倍率..... 58-80× 視野55'

80-130× 視野42'

カメラ視野..... 1°30'

分解能..... 1"

至近距離..... 3m

クエスターオリジナルカタログご希望の方は切手1200円同封の上、お申し込みください。

AP クエスター社 日本総代理店
株式会社 エーピー

〒158 東京都世田谷区 玉川郵便局私書箱32号
☎(03)705-3693