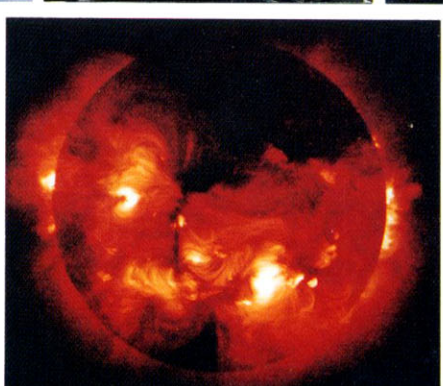
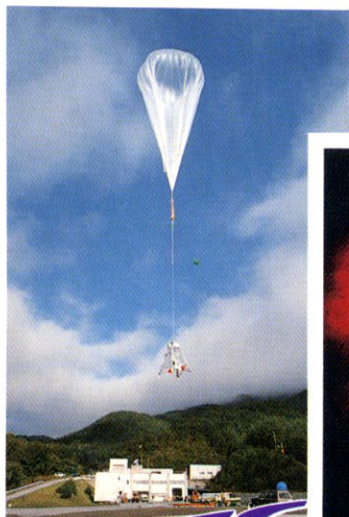
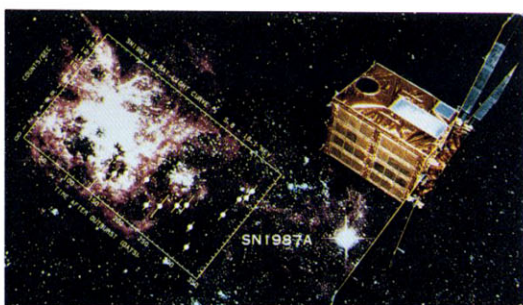
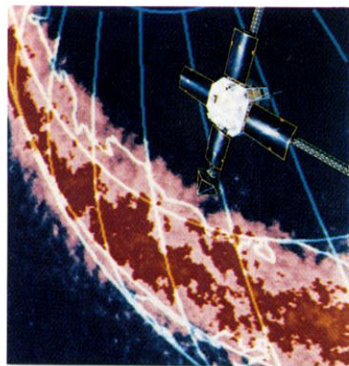




ニュース No.128 **特集：宇宙科学研究所の10年**

10周年を迎えて

所長 西村 純

昭和50年頃の文部省の学術審議会では、将来の日本の宇宙科学研究をいかに進めるべきかの議論が行われている。この議論をまとめた『50年答申』には、その後の日本の宇宙科学研究の発展をもたらした中小型衛星で頻度を高くというストラテジー、これを可能とする組織として現在の宇宙科学研究所の原形に当たるものが述べられている。

それから数年に亘る各方面との難しい議論と折衝の後に、東大付置の宇宙航空研究所から大学共同利用機関の宇宙科学研究所へと発展的に改組が行われている。今年はその10周年目にあたる。

発足の頃、その後の宇宙科学研究の主軸を成す新しいロケットの開発が、ハレー探査のために始まっている。初代所長の森先生が全力を傾注されたこのM-3S IIが完成したとき、先生はこの世を去られていたが、無事ハレー探査機『さきがけ』と『すいせい』を成功に導き、続いて『ぎんが』『あけぼの』『ひてん』『ようこう』と次々に重要な成果を生み出し、M-3S IIは90年代に至る日本の宇

宙科学研究を発展させる原動力となった。そして観測ロケットに大気球に基礎研究の成果を加えたこの10年間は、日本の宇宙科学研究にとって特記すべき発展をもたらした時期であった。

宇宙科学研究所は国際的にも米・欧・ソのNASA、ESA、IKIと並んで最も重要な宇宙科学研究機関として認識されるようになった。

10年間を振り返って、実に様々なことがあったことを思い起こす。2月の寒風吹き荒ぶ日の駒場から相模原への移転、長年にわたる念願が実ってMロケットの大型化が認められ月惑星探査を含め大きな展望が生まれたこと等々。研究所と、各大学の研究者の方々の一心になって力を合わせた努力、そして多くの方々の常に変わらぬご支援とご鞭撻が今日の発展をもたらしたことを思い出すにはいられない。ここに、深い感謝の意を捧げたい。

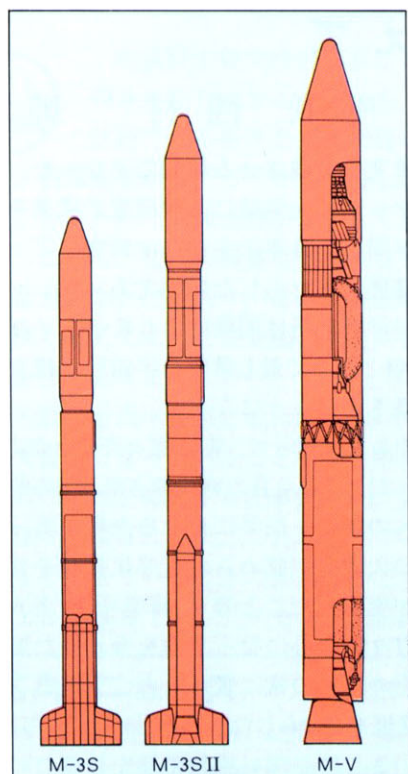
日々新たに、研究所は21世紀へ向けてさらに大きな発展を迎えようとしている。

まことに多端であったとともに華麗な成果をおさめた10年であった。

“ようこう”の打上げ成功の余韻醒めやらぬ今、10年間の成果を振り返ることが、M-V型による諸計画の遅滞ない実施、大規模プロジェクトと萌芽的研究との調和、国際協力の日常化とそれに伴う

問題の顕在化等々の難題を解決して将来の着実な進展を果たすためのよすがとなれば幸いである。

プロジェクト中心の記述になっているが、これらが地道な基礎研究の上に開花したものであることは言を俟たない。ただ、その多岐にわたる内容については年次要覧を見ていただくしかない。



▲ミュー・ロケット——10年の変遷

宇宙科学研究所創設以来の10年間をMロケット発展の系譜でたどると、初期はM-3S型による固体ロケット技術の洗練とそれに併行して行われたM-3S II型の開発、中期はM-3S II型の実現と安定した飛翔実績の確立、後期はM-3S II型の継続使用とM-V型開発の着手、ということになるが、中心的役割を果たしたのはM-3S II型である。

M-3S II型は我が国初の惑星間飛行を目指したものであり、何よりも第一にペイロード能力増加が要求された。最大径1.4mの制約下でこれを実現するべく、第1段を除いては補助ブースタを含みすべて新規開発となった。これまで逐次変更を重ねて来たMロケットの歴史の中であって、名称的には最も類縁的にみえるM-3SとM-3S IIの間で最大の変更がなされたのは皮肉なことである。直径の制約下では、これは各段性能の質的向上なくしては不可能であり、推進剤性能の向上、構造の軽量化によりM-3Sに比して全備重量で約2割の重量増大にもかかわらずそのペイロード能力は約2.5倍となった。

最初のミッションが惑星間飛行しかも76年に1度回帰するハレー彗星の探査であったことは、特に打上げ能力の増大を要求しかつ開発にきびしい時間的な制約を課した。既存の第1段モータの活用によってのみ期間内の開発は可能であったし、性能要求は残る新規開発部分について最大限の性能向上努力を引き出した。その一方では可動ノズル、デジタル型制御、大容量ノーズフェアリングとその開頭方式等の新技術が導入され、ミッション指向性と将来への発展とのバランスが図られている。

若干の準備期間はあったものの、開発は1981年度より開始され、能代実験場における8基の実機サイズモータの地上燃焼実験、ST-735-1号機による飛翔実験を初めとする数々の試験が実施され



▲ TM-800-TVCの地上燃焼実験（能代）

た。

1985年1月、M-3S II-1号機が試験探査機“さきがけ”をハレー彗星に送ることに成功。中規模打上げロケットの国際水準を凌駕するペイロード/発射重量比1.3%を実現するとともに、同8月に打ち上げられた“すいせい”とあわせて将来の月／惑星探査のための技術的基盤を確立した。その後、同ロケットはX線天文衛星“ぎんが”、オーロラ観測衛星“あけぼの”、月スウィングバイ衛星“ひてん”、太陽観測衛星“ようこう”の打上げに相次いで成功し、中小型衛星打上げロケットとして内外に評価を確立することになった。

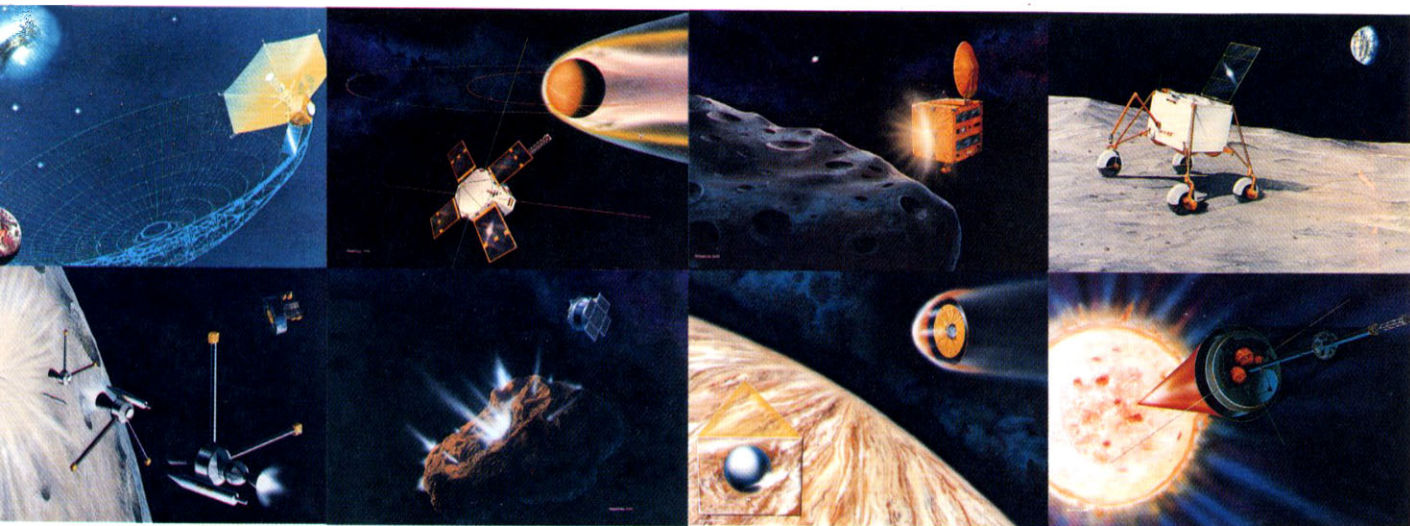
M-3S II型による順調な打上げが続く中、より本格的な月／惑星探査を含む90年代後半の科学ミッションのための打上げ手段への要望が高まっていた。これをうけて1989年の宇宙開発政策大綱においてMロケットの大型化が認められ、M-V型の名称で昨年度より開発が進められている。M-V

この10年間にミュー・ロケットが宇宙へ運んだ衛星一覧

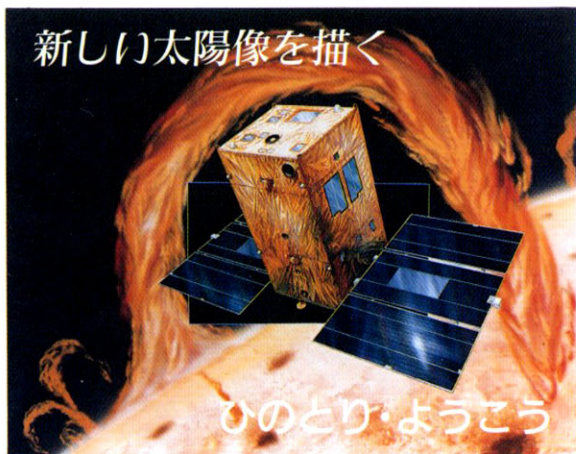
衛 星 名	打上げロケット	打上げ日
て ん ま (ASTRO-B)	M-3S-3	1983. 2. 20
おおぞら (EXOS-C)	M-3S-4	1984. 2. 14
さきがけ (MS-T5)	M-3S II-1	1985. 1. 8
すいせい (PLANET-A)	M-3S II-2	1985. 8. 19
ぎ ん が (ASTRO-C)	M-3S II-3	1987. 2. 5
あけぼの (EXOS-D)	M-3S II-4	1989. 2. 22
ひ て ん (MUSES-A)	M-3S II-5	1990. 1. 24
ようこう (SOLAR-A)	M-3S II-6	1991. 8. 30

型ロケットは全段固体の3段式ロケットで直径約2.5m、全長約30m、全備重量約130ton、低地球軌道に約2tonのペイロード投入能力を有する予定である。これによるスペースVLBI計画、月ペネトレータ計画、火星探査計画の実施が予定されており、90年代後半の科学ミッションを支えるものとして大いなる期待が高まっているところである。

（松尾弘毅）



▲ M-Vを想定して計画が練られているさまざまなミッション



1991年9月30日、宇宙科学研究所は記者会見を行い、1ヵ月前に軌道に乗せたばかりの太陽観測衛星“ようこう”(Solar-A)がとらえた太陽の軟X線像を発表した(下右図)。NASAのスカイラブによるX線像(下左図)に比べて圧倒的に解像度が高く、「ほとんど磁力線の一本一本が見えるよ

“ようこう”搭載の軟X線望遠鏡が撮影した太陽。黒点の付近でX線が強い。これまで、「太陽のX線写真」と言えば、必ずといっていいほどスカイラブの写真があらゆる文献・雑誌の紙面を飾っていたが、少くとも今後10年間は、わが“ようこう”のX線写真が「宇宙科学研究所」という名とともに世界を席捲することになる。

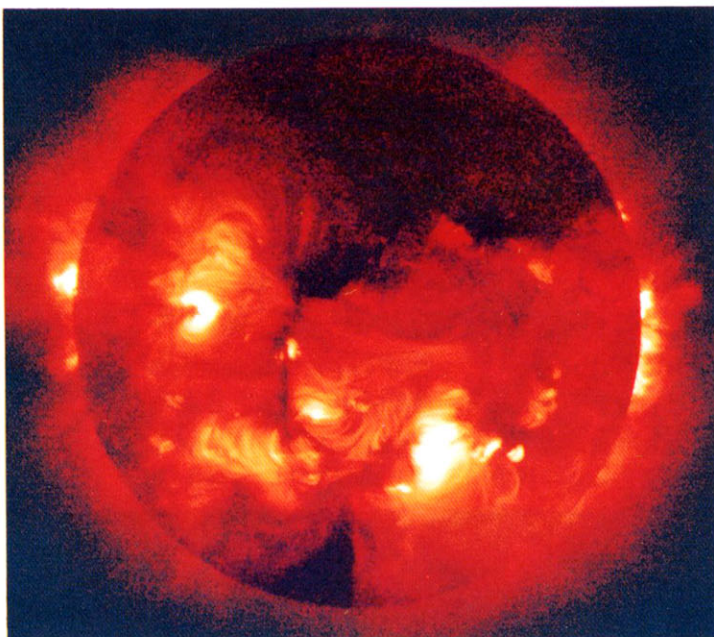
▼スカイラブのX線像



うだ！」と思わせるほどだ。この見事な太陽の姿は、翌朝の有力紙に一斉にカラーで掲載され人々の目を奪った。宇宙科学研究所が創立10周年を迎えた年にふさわしい、科学的価値に溢れたショット——“ようこう”は現在の活動極大期の太陽の様相を人類の記憶にとどめ新しい太陽像を獲得すべく、貪欲に大空を飛翔中である。

光で見ると穏やかに輝き続ける太陽も、電波で見ると約11年の周期で大きく変動しており(次ページ上図)1989年後半から現在まで高い活動期にある。活動期の太陽には多くの黒点が現われ、その付近の強い磁場に閉じ込められた高温コロナの活動が盛んになる。また磁力線の断裂や衝突に伴い、フレアと呼ばれる爆発現象が頻繁に起きる。こうした荒れ狂う太陽の姿をとらえるには、電波とともに、X線やガンマ線が適している。

1981年はじめ、前回の太陽活動極大期、奇しくも宇宙科学研究所の創立直前、前身である東大宇



宙研は太陽観測衛星“ひのとり”(Astro-A)を軌道に送った。“ひのとり”は、すだれコリメータの後ろに比例計数管を配置した望遠鏡によって太陽フレアからの強烈なX線の位置と形を正確に決めていった。“ひのとり”が発見した太陽フレアは何冊もの本になるほど沢山ある。

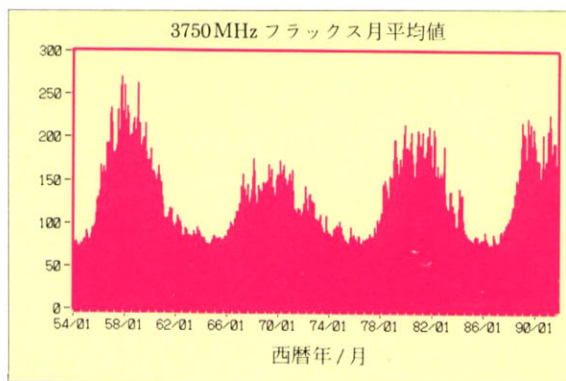
こうして産ぶ声をあげたばかりの宇宙科学研究所は、“ひのとり”をひっさげて、同時代のアメリカのSMM(Solar Maximum Mission)衛星と共に太陽観測に新時代を拓いていった。

あれから10年。この科学的成果と技術的蓄積を受け継ぐ“ようこう”は、

- ① 軟X線望遠鏡：日米共同開発、コロナ撮影
- ② 硬X線望遠鏡：フレア硬X線撮影
- ③ 結晶分光計：日英共同開発、精密X線分光
- ④ 広域分光計：X線・ガンマ線計測

を搭載している。①はX線検出器としては世界で初めてCCDを用いており、すでに前頁右図のような驚異的なデータを精力的に生み出している。残る3つの装置にも9月下旬に高压電源が投入されて試験観測態勢に入っている。

なぜ表面温度6000度の太陽に数百万度のコロナがあるのか？ 太陽ニュートリノの謎の原因は？ 典型的な恒星である太陽を理解することは、人類の星の理解のカギとなるものである。また太陽コロナは、宇宙のいたる所で見られる「磁場とプラズマのせめぎあい」の絶好の実験室であり、核融合反応との関連も興味深い。さらにコロナから高速で吹き出す太陽風は、オーロラや磁気嵐を引き起こし、探査機のコンピュータを混乱させ、地球

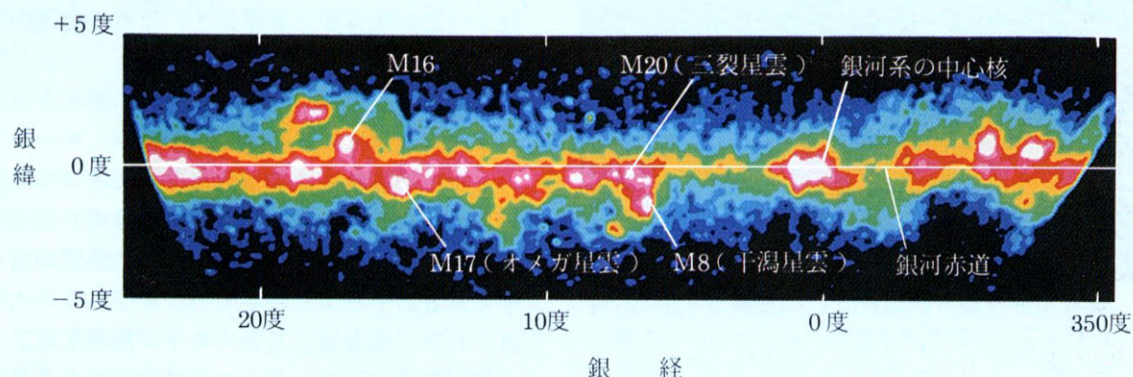


▲月平均した2.8GHz太陽電波強度の時間推移
(Solar Geophysical Data)。
約11年の活動周期がきれいに見える。

の気候を微妙に左右するなど、われわれの身近な問題とも密接に関わっている。

これらの謎を追う“ようこう”が現代科学に及ぼすインパクトははかり知れない。野辺山に急ピッチで建設中の電波ヘリオグラフとあわせ、“ようこう”のもたらすデータに、世界の熱い期待が寄せられている。
(牧島一夫)

銀河系に大量の炭素イオンを発見——気球による宇宙赤外線観測



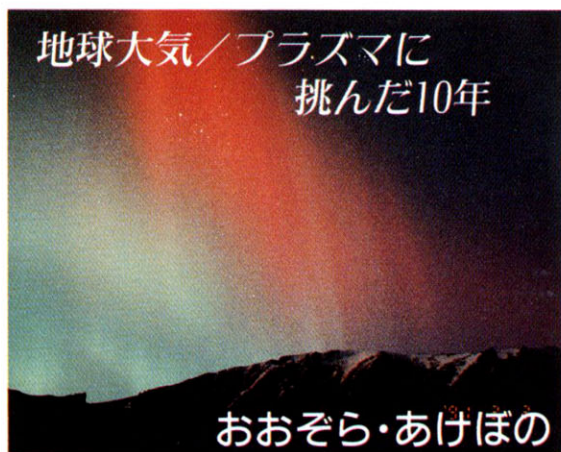
今年5月、アメリカ・テキサス州のパレストインから打ち上げられた気球観測(宇宙科学研究所とアリゾナ大の共同観測)から、われわれの銀河系に、星の形成過程と密接なつながりのある炭素イオンが大量に存在することが発見された。

上の写真は、われわれの銀河系の中心方向を遠赤外線で見横から見たもので、炭素イオンが放射する波長0.158ミリの遠赤外線スペクトルの強度だけを特にとりだしてある。

炭素イオンの遠赤外線スペクトルは、銀河系

の空間を満たす希薄なガスのうちで、比較的暖かい(100K~300K)成分から出されているが、上の写真によれば、これが銀河系の中心面に沿って大量に存在し、特に、活発な星の生成が予想される銀河系中心部やオメガ星雲付近に集中していることが見てとれる。

この炭素イオン一本のスペクトルのエネルギーだけでも、銀河系全体では太陽の放射エネルギーの1億倍に達すると見積もられており、星の誕生や宇宙での分子形成のメカニズムの解明に貴重な貢献をするものである。(芝井 広)

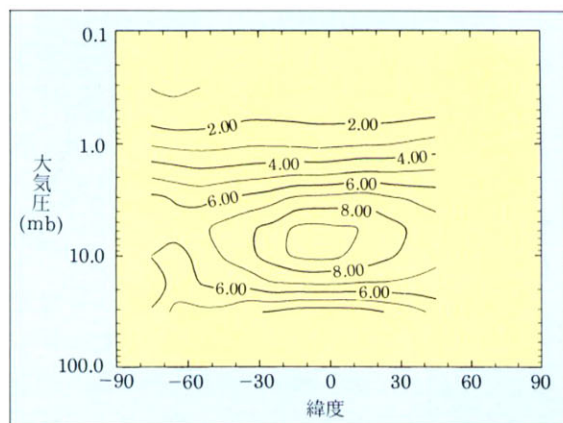


この10年、われわれを取り巻く大気／プラズマの研究についても、宇宙科学研究所の衛星は著しい活躍をしてきた。

地球の大気は、気象現象が生起する対流圏の外側に、成層圏・中間圏・熱圏と広がっていくが、組成としては熱圏には荷電粒子が見られ電離層を形成している。そしてその外側には広大な磁気圏が存在し、プラズマが主成分となる。

1984年に遠地点850kmの極軌道に乗った“おおぞら”（EXOS-C）は、環境問題が人々の関心をひきつけ始めた当時の社会的な要求に応え、オゾンの世界分布をわが国で初めて明らかにした。“おおぞら”に搭載された機器は環境モニターとしての機能をフルに発揮し、エアロゾルの垂直分布、二酸化炭素のプロファイルなどを精力的に調査し、その後の「衛星による地球監視技術の確立」に大きく寄与した。

地球大気のさらに高い所には電離層が形成され



▲ “おおぞら” が調べた1月のオゾン分布。ピークの領域が南半球に寄っていることが分かる。

ている。これは太陽からの紫外線やX線などにより中性大気が電離するものである。ひと昔前までは、長距離通信には主として電離層による反射が利用された（今でもハムなどの短波通信には電離層が不可欠である）。この電離層の消長などに関しても、“おおぞら”はいくつかの重要な発見を行った。赤道上空で電離層中に見られる泡構造の解明、極付近の電離層が消滅してしまうポーラー・ホール（極の穴）の成因などである。

オーロラは、宇宙空間から高速の電子が地球目にかけて降りこんでくる現象である。それらの電子は大気中の原子を強襲し、発光させ、極地域の夜空を美しく飾る。“きょっこう”に始まる宇宙科学研究所の一連の衛星が、この美しい謎を追っている。“おおぞら”はこのオーロラ粒子のスペクトルを詳細に観測し、同時にオーロラ粒子が大気に飛び込む途中で、地球に向けて激しく電波を放射する事実を発見した。

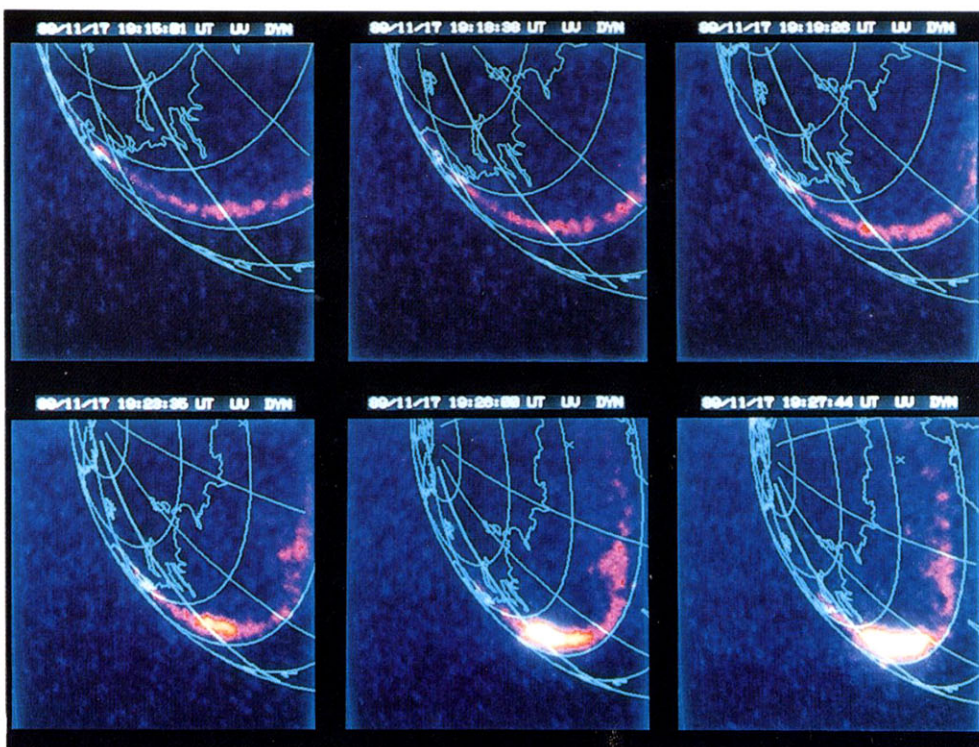
このオーロラを起こす粒子の故郷は、地球の夜側、プラズマシートと呼ばれる領域にあることが分かってきている。しかし、地球に非常に近い所（極域上空、数千キロから1万キロ）でさらにエネルギーを得て降下してくる。常識的には理解が難しいこの加速が、実際にこの領域で起こっているのである。

1989年はじめに、オーロラの謎の解明を主目的とする“あけぼの”（EXOS-D）が、オーロラ域の上空を通る軌道に送られた。“あけぼの”はテレビカメラを積み、オーロラの全体像を機上から撮り始めた。美しく、しかも科学的価値の高い撮像である。そしてこの年の秋、30年ぶりの大磁気嵐がおき、北海道にもオーロラが出現した。

“あけぼの”は、オーロラ爆発が起きる貴重な瞬間もキャッチした。ほぼ1時間くらい続く1回の爆発で消費されるエネルギーは、実にアメリカ合衆国の年間エネルギー消費量に匹敵するほどのすごいものである。これだけの大きなエネルギーが放出されるので、最近では、極域の気候にオーロラが強い影響を及ぼしているのではないかと考えられている。

来年7月、宇宙科学研究所の“Geotail”衛星がデルタIIロケットによってケネディ宇宙センターから打ち上げられる。“Geotail”はその名のとおり磁気圏尾部にもぐりこみ、オーロラ粒子の最初の加速の謎を現場で探る。そして第二の加速域を

“あけぼの”が捉えたオーロラブレイクアップの瞬間。明るい領域が広がっていくのが分かる。上段左から右、下段左から右に時間が進んでいる。色は擬似カラーで、実際の色とは異なったものである。

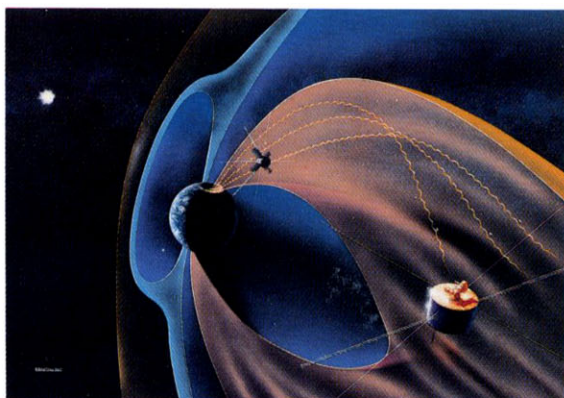


研究中の“あけぼの”と息の合った連携プレーを見せてくれるだろう。

宇宙の大放電現象——オーロラ。太陽風と地球磁場の相互作用が、その発電を受け持っている。“あけぼの”をトップバッターとして、今世界の研究者たちは、1990年代半ばにかけて多数の衛星を打ち上げ、観測のネットワークを組んで、この相互作用の形態を明らかにしようとしている。

NASA(アメリカ航空宇宙局)、ESA(ヨーロッパ宇宙機関)、Intercosmos(ソ連東欧宇宙連合)とのスクラムのもと、宇宙科学研究所は確実な足取りで世界の舞台を歩み続けている。

(小原隆博)



▲“Geotail”(手前)と“あけぼの”(向う側)の連携プレーはオーロラの謎を解き明かしてくれるだろう。

惑星探査への道を拓いた



さきがけ・すいせい

1985年1月8日、宇宙科学研究所が心血を注いだM-3S II型ロケットの1号機が、轟音とともに内之浦の夜明け前の闇に消えた。そして先端のノーズフェアリングに搭載された探査機は、やがて地球脱出速度を獲得し、日本で初めての人工惑星“さきがけ”となった。日本中の人々の関心を宇宙へひきつけ、多くの感動を呼んだハレー探査の幕開けであった。

“さきがけ”は太陽風の観測を行いながら、1986年3月のハレー彗星接近に備えた。1986年3月10日彗星核から1000万kmの距離に入った頃からブ

ラズマ波動観測装置には、時間的に周波数が変化するホイッスラー電波のような現象が頻繁に現れ、特に3月11日最接近時には非常に広いバンドにわたる電波放射が観測された。これはいわゆるイオンピックアップ領域内の静電プラズマ波およびイオン音波であり、わずか数kmの核しか持たないハレー彗星が非常に大きな影響を700万キロメートル以上にも及ぶ領域に与えていることを示したものである。また磁力計のデータのダイナミックスペクトルから太陽放射で電離された彗星起源の水（または酸素原子）イオンのサイクロトロン周波数に相当する磁気流体波が見いだされた。これは後に述べる“すいせい”のプラズマ観測の結果とも一致しており、彗星から流出する中性粒子が太陽放射により電離され、その後太陽風にとらえられて彗星まわりに特有のプラズマ状態を作るといふ彗星の影響を端的に表したものである。

1985年8月19日には、ハレー探査の本格機“すいせい”が打ち上げられ、その紫外線テレビカメラは1985年11月中旬からハレー彗星の水素雲をとらえ始めた。11月から12月にかけて得られた像が

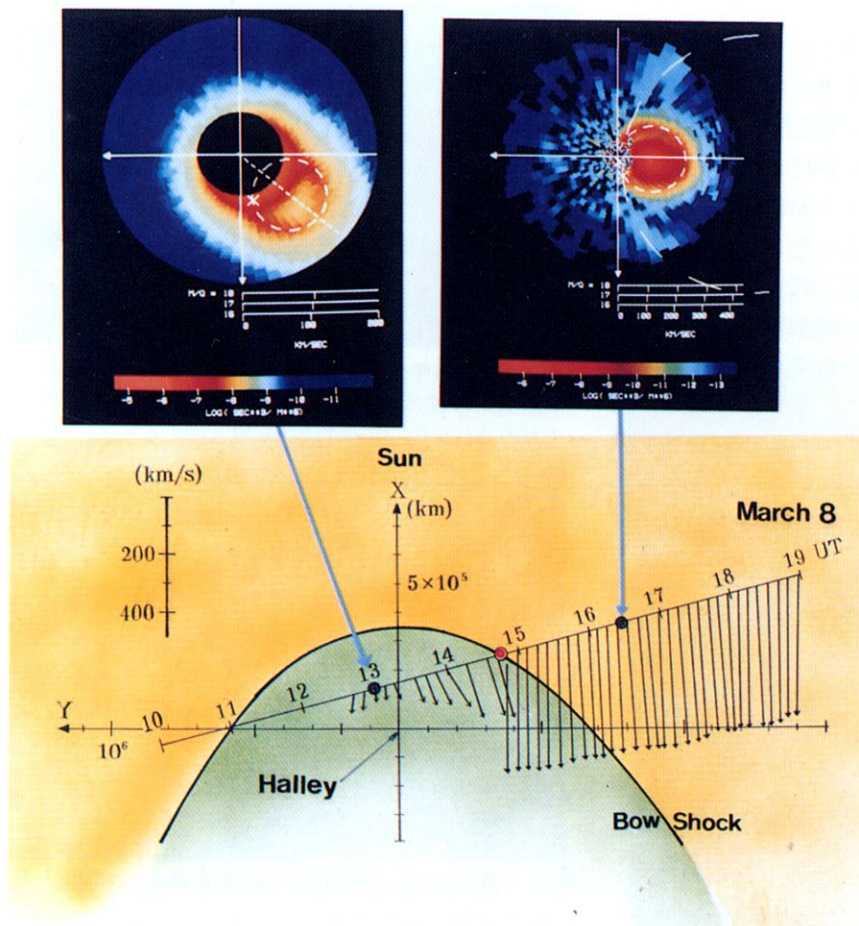
規則正しく突然明るくなる事に着目して他国に先駆けてハレー彗星の自転周期を 2.2 ± 0.1 日と決める事ができた。そして水素雲の測光モード観測から7個の核ジェット源を同定する事ができた。

一方プラズマ観測においては彗星の衝撃波の位置、いわゆるcomet sheath内のプラズマ流の方向と大きさ、磁力線方向分布等が見事に描き出された。またsheath内の乱れ等も明確にした。

彗星起源のイオンも、プロトンおよび水イオンを完全に同定する事ができ、水イオンについては核からの距離で数万キロメートル、プロトンについては1000万キロメートル迄密度分布を確定した。

小さな探査機ではあったが、“さきがけ”と“すいせい”は他の機関のミッションに伍してめざましい成果をあげ、日本の宇宙科学が惑星間空間へと探査の足を広げる貴重な道を拓いた。

なお“さきがけ”は1988年12月23日、ビーコンモードに切り替えられ、約2年たった1991年7月9日再び地球から電波を受信できる距離に入り、現在驚異的と思える順調さで太陽風の観測が続けている。
(小山孝一郎)

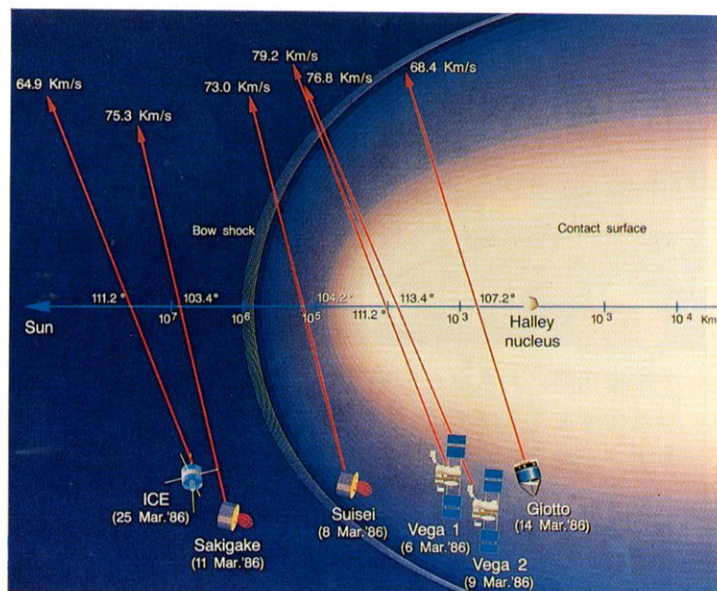


◀下は、“すいせい”がハレーに最接近した時のプラズマの流れ。矢印の向きが流れの方向を、長さが流速を示している。途中の流れのパターンの極端な変化から“すいせい”の衝撃波通過が確認された。
上は、太陽風磁場にトラップされたハレー彗星起源の水素イオン (O^+ , OH^+ , H_2O^+) が速度空間上に描いたリング。

6機から成る世界の探査機の歴史的接近▶

人々は「ハレー艦隊」と呼んだ。

この「ハレー艦隊」は、ソ連の2機のヴェガ、ヨーロッパのジオット、アメリカのアイズ、日本の“さきがけ”“すいせい”から成り、IACG（ハレー探査関係機関連絡協議会）を通じて、数々の国際的協力と友情を生んだ。ハレーが去った後も新生IACGは、NASA、ESA、Intercosmos、ISASの定期的「宇宙サミット」として、新たな国際協力の舞台となっている。

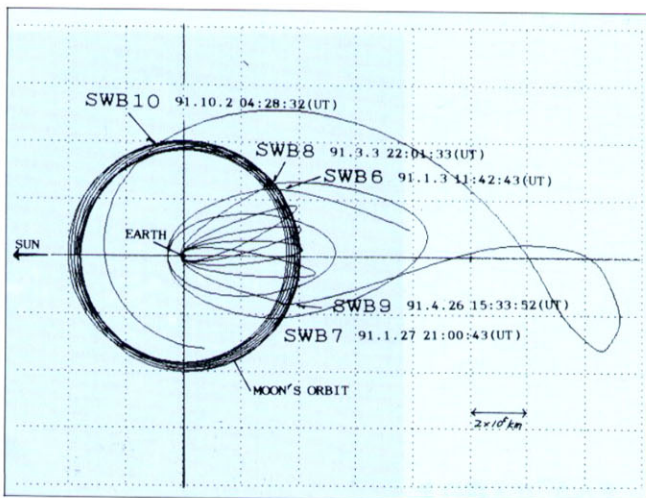


将来の月／惑星探査に必要な技術の修得と確立をめざして、1990年1月24日、工学実験衛星の1号機“ひてん”が、月へ向かった。やがて“ひてん”は二重月スウィングバイ軌道に投入され、3月19日の第1回目を皮切りに、すでに10度、月の重力を利用した軌道変更（スウィングバイ）を実施し、現在もミッションを継続中である。このスウィングバイ技術をマスターしたことによって、来年に打ち上げられる“Geotail”の軌道運用に確固たる自信を持つことができ、加えてはるか彼方の惑星探査に向け、大きな道を拓いた。

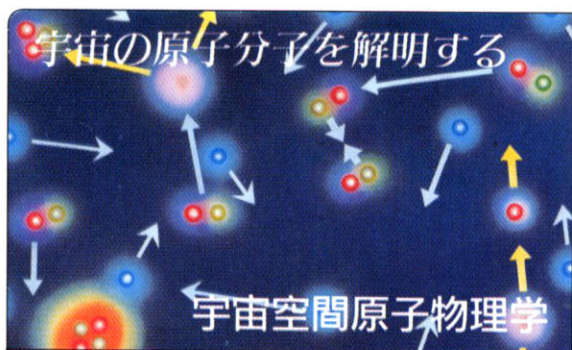
最初に月に接近した際には孫衛星“はごろも”を分離し月周回軌道に投入し、さらに光学航法による軌道決定実験、新しい通信系の使用、その他宇宙工学の成果をとりいれた様々な実験を遂行した。そして1991年3月には、軌道の近地点を下げて、地球上層大気によっ

て減速するエアロブレーキ実験を敢行し、極めて有意義なデータを得た。

ミュンヘン工科大学との共同になるダストカウンターは、月－地球系空間における塵粒子の空間分布・速度分布・質量分布につき、従来にない長期のデータを獲得している。とりわけ、地球の公転軌道とほぼ平行に運動しながら徐々に太陽に向かってラセンを描きながら落ち込んでいく粒子に加えて、太陽の光の圧力によって太陽方向から飛ばされてくる高速粒子が数多く検出されたのは、惑星間塵の軌道進化の実験的研究にとって特筆すべき結果である。今後、地球－月系のラグランジュ点にダスト粒子が集積しているかどうかなど、興味深い測定が待っている。（山本哲生）



▲月スウィングバイをくり返す「ひてん」の軌道



宇宙空間にある見える物質の大部分は、固体や液体でなく、ばらばらの原子と小さな分子、およびそれらのイオンと自由電子として存在している。これらの粒子は互いに衝突・反応し光を吸収・放出しながら、励起したり壊れたり再びくっついたりといった過程を繰り返している。

だから、宇宙の場所ごとに、様々な原子分子過程の理解が求められる。それも、しばしば、地上の実験室で到達できないような温度や密度でそれが重要になる。例えば、星と星との間の広大な空間には、水素を主成分とする極めて希薄（ ~ 1 原子/cm³）なガスが浮かんでいる。そのところどころでは、極めて低い温度（ ~ 10 K）のもとで化学反応がゆっくりと進行している。また、太陽コロナでは極めて高い温度（ ~ 100 万度）が保たれている。そのため、原子は多価のイオンの状態にあり、自由電子を捕獲したり自分の電子をはぎとられたりしている。このような極端な条件を地上実験で再現することは困難であり、理論計算による研究が行われている。

（市村 淳）

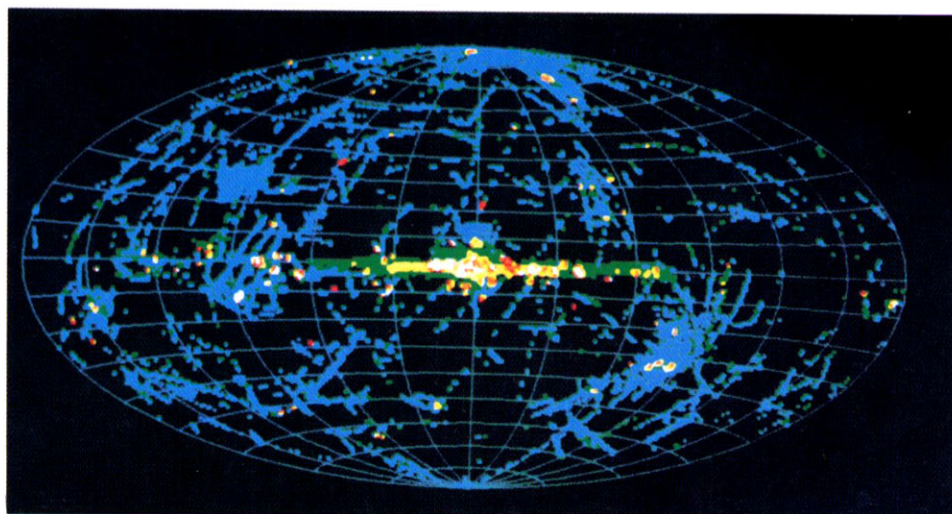


宇宙研はその前身の東大宇宙航空研究所時代から、“はくちょう”、“てんま”、“ぎんが”と、着実に3機のX線天文衛星を打ち上げ、天体の高エネルギー現象の謎に挑んできた。

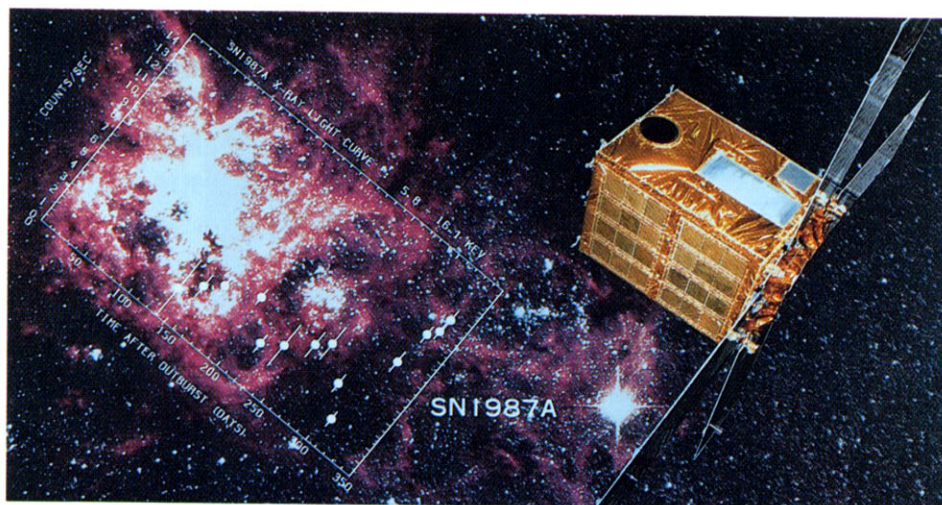
“はくちょう”、“てんま”は、銀河系内のX線天

体を中心に観測を行った。特に、X線バースター、X線パルサーといった、中性子星を含む連星や、X線を放射するブラックホールと考えられる天体（総称してX線星）の観測では、その物理的描像を明らかにした。

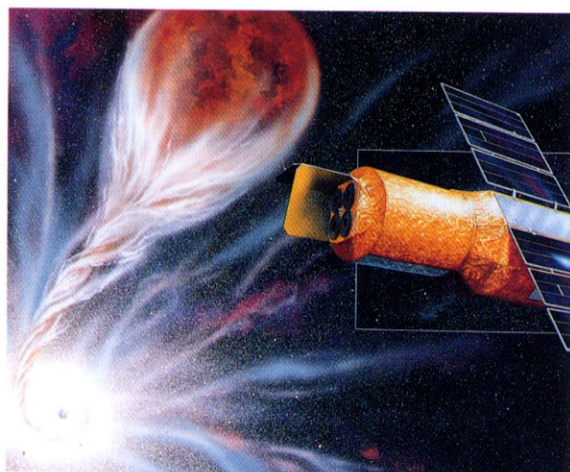
これらの成果を踏まえた“ぎんが”は、その高い観測能力によって、“X線天文台”とも言うべき性格を持ち、ここでは紹介しきれない様々な天体現象の観測を行っている。特に、“ぎんが”が打ち上がった1987年2月に折りよく大マゼラン星雲に発生した超新星SN1987Aの観測では、超新星発生の謎の解明に貢献した。“ぎんが”は微弱な銀河系外の天体を見る鋭い目を持っており、巨大なエネルギーを放射する活動銀河核、銀河団等の高エネルギー現象や、X線天文学の初期からの謎であるX線背景放射の起源の解明に挑み、その謎を明ら



“ぎんが”がX線の
目で見た宇宙



◀ 1987年2月5日に大マゼラン雲に出現した超新星と、“ぎんが”がキャッチしたこの超新星からのX線。



▲ 1993年1月に打上げ予定の宇宙科学研究所4番目のX線天文衛星“ASTRO-D”

かにしつつある。また、銀河系内のX線天体の精密な観測では、多様な現象を見だし、また、ブラックホールと考えられるX線新星を5個発見している。

また、“ぎんが”が搭載したガンマ線バースト検出器はこれまで謎とされてきたガンマ線バーストが、中性子星で起きる爆発現象であることを明確に示した。

現在、次世代のX線天文衛星として、ASTRO-D計画が1993年1月の打上げを目標に準備されつつある。ASTRO-Dは、遠方の宇宙を見通す目、X線反射望遠鏡と、X線スペクトルを精密に測定する検出器を備え持ち、その成果が期待されている。

(紀伊恒男)



宇宙の誕生から化学進化にたどりついたその先は宇宙生物学の領分である。地球が生命のゆりかごと成り得たのはどうしてか。生命の発生から知的な生物社会への道筋において乗り越えるべき壁はどこにあったのか。地球上の生命の原理は宇宙的な普遍性をもっているのか。宇宙

人はいるのかといった問に答えるのも、宇宙生物学に投げかけられている課題である。生命の発生以来不変の重力などの環境要素がどれほど生命現象を支配しているのかを知るために、カエルの宇宙での行動を調べたり、イモリの卵の発生、単細胞のゾウリムシの重力走性など、一風変わった動物も使った実験を企画してきている。植物は一度植えたら動けないだけに、動物より重力により強く支配されている。これらの成果は、生命に対する理解を深めるばかりではなく、人間の宇宙への進出に欠かすことの出来ない知識を与える。宇宙科学に新しく加わった一風変わった分野であるが、夢の大きさにはちぎれている。(タイトルバックは、宇宙ステーション・ミールで胸をはるニホンアマガエル—VTR画像から—)

(山下雅道)



500kg程度の観測装置でも容易に高度30km以上まで打ち上げることができること、大きさ、重量、外形の制約が少なく、観測器を自由に設計できること、準備期間も短くて良いので最新の技術を取り入れられることなど、気球による科学観測の利点が多い。この10年間では、そうした利点をより拡大するための努力が続けられ、着実に実を結んできたといえるだろう。

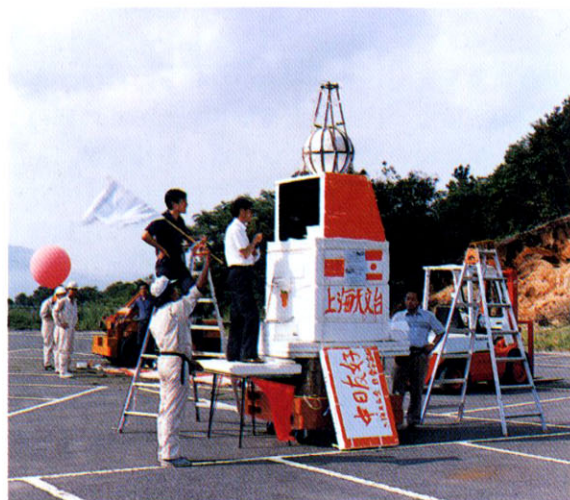
国内における気球実験の中心は、昭和46年に開設され今年で20周年を迎えた三陸大気球観測所である。昭和60年には、約5km程離れた大窟山の山頂に新たな気球追尾受信所が作られ、気球からの電波を半径700kmの広い範囲内で受信できるようになった。基地の設備も大幅に新しくなった。こうした施設は世界的に見ても一級の気球実験施設であると外国からの見学者からも感心されている。

この10年間にここから打ち上げられた気球は100

機近くになる。最近の傾向は、打上げ数は若干減少しているものの、気球のサイズは確実に大きくなっていることである。これは観測内容の高度化にともない、装置が大型化し重量も増加していることを反映している。こうした気球の大型化にたいして、放球フィールドが手狭に感じられることも多いが、放球方法に工夫を凝らすことで対応してきている。放球時に気球フィルムに加わる負荷を軽減させ、安定に放球できる「立て上げ放球法」は、わが国独自のユニークな方法である。また、観測装置を目標に正確に向けるための方向制御装置、上空で観測器を気球から引き離すための巻下げ器など、科学観測を行う上で有効な多くの装置がこの三陸大気球観測所での実験の中から生み出されている。(ISASニュースNo46参照)

観測装置を回収できることも気球実験の大きな利点である。わが国では、安全性の観点から、パラシュートで海上に降下させることにしているので、船で回収に向うこととなる。船酔いに悩まされるつらい仕事であるが、無事見つけて帰るときは、誰もが“してやったり”といった笑顔で港に帰ってくる。最近では、当初から予定したものについては、ほぼ100%の回収率を誇っている（タイトルバック）。

三陸大気球観測所以外の場所での気球実験を挙げるとすれば、まず第一に、内之浦から打ち上げ、東支那海を横断し中国まで気球を飛ばした、日中大洋横断気球である。昭和62年から3年間中国科学院との間の国際協力研究として続けられ、合計7機の気球が海を越え、上海、南京地区で回収さ



▲ 日中大洋横断気球実験。上海天文台の赤外線観測を準備しているところ。



▲ 衛星リンク気球実験のゴンドラ。このパラボラアンテナで静止軌道上の衛星と通信する。

れている（写真前頁左下）。

南極昭和基地で気球を打ち上げ、南極大陸を一周させるPPB計画の成功もこの間の重要な成果である（写真右）。これは国立極地研究所の計画に協力して進めてきたものである。昨年1月25日に放球された気球は、15日間の飛翔の後、一周して昭和基地から300kmの近くを通り、さらにおまけに半周すると言う快挙を成し遂げた。

その他、アメリカ、オーストラリア、ブラジルでも気球実験は行われ、文字どおり世界に羽ばたく大気球といったところである。

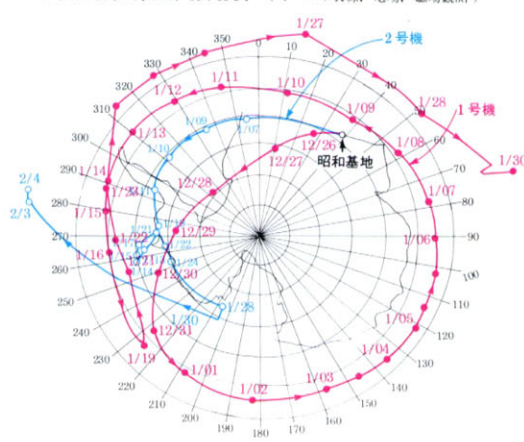
新しい技術を取り入れ、気球の飛翔をより発展させようとの試みもいくつか進められている。その一つは、気球と静止軌道上の衛星を結び、双方向通信を行うことである。前頁写真右下は平成3年5月、郵政省通信総合研究所移動体通信研究室との共同研究として実施し成功した、移動体通信衛星（ETS-V）による通信実験の打上げの様子である。こうした技術を実用化すれば、太平洋を遠く数千kmまで自由に気球をコントロールしながら

▼ PPB（ポーラー・パトロール・バルーン）の軌跡

PPB No.1, 2号機の軌跡

1号機：放球12月25日、08:25UT（磁場観測）

2号機：放球1月5日、18:55UT（オーロラX線、電場、磁場観測）



ら飛ばすことができる。南半球で世界一周飛翔にも挑戦できる。というように、夢は現実味をもって広がっている。（矢島信之）

高速気流総合実験設備（通称、高速風洞）は1988年に相模原キャンパスに新たに建設され、以後空気力学の共同利用設備として所内外の研究者に利用されている。本設備は遷音速と超音速の2つの風洞と計測設備、またこれらの風洞に空気を供給する空気源設備からなっており、空気源に蓄えられた高压空気を膨張させることでマッハ数0.3から4.0の気流を60cm角の測定部に送り、そこに置かれた風洞模型に対して最低30秒以上空気力や表面圧力などの計測を行うことを可能としている。

本風洞は特に技術的新しさを持つものではないが、安全性の確保に留意しつつ、様々な計算機制御の導入によって運転操作や測定結果の処理などの簡略化を図り、少ない人数による風洞運転を可能にした意味において最新の風洞設備であるということが出来る。従って、大型の設備であるにもかかわらず機動性の高さが確保されており各種の実験に素早く対応することができる。また高速ビデオ、レーザー発光装置、大口径シュリーレン可視化装置など最新の測定

機器によって風洞模型まわりの流れの状態を知ることができる。

現在本設備はM-Vロケットや有翼飛翔体及び様々な観測ロケットに関する実験をはじめ、所内の研究者による様々な基礎研究を支えるとともに、本年4月からは外部の共同利用も受付を開始し、国内における空気力学研究の拠点となる共同利用設備としての機能を発揮しつつある。

（藤井孝蔵）





科学衛星計画に比べて地味ではあるが、宇宙の研究にとって観測ロケットは不可欠の環を占めるものである。この10年間には下表のようなロケットが打ち上げられた。特徴的なことを記すと、

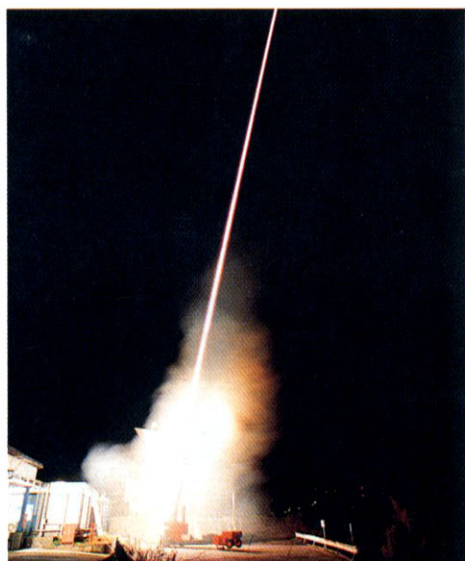
- ・何ととっても感慨深いのは、長い間観測ロケットの主演を演じてきたK-9M型の引退である。
- ・替わって主演の座についたS-520型では、4度のペイロード回収が行われた。現在、光ファイバージャイロを用いた新しいタイプの制御システムを開発中である。

▼ノルウェー・アンドーヤの実験スタッフ



- ・1990年のダイアナ計画（スーパーロッキー、ヴァイパー）は、事前協議に始まってその追尾の苦労など大変なプロジェクトであった。
- ・二度にわたるアンドーヤにおける「オーロラ・ロケット」S-520の打上げは、異色の話題をまいた。

この間、赤外線観測、オゾン観測をはじめ数々の価値ある成果を生んだ観測ロケット——今後も一層重視していきたいものである。（的川泰宣）



▲ヴァイパーロケットの打上げ（内之浦）



▲S-520によるペイロード回収

この10年間に打ち上げられた観測ロケット

機種	MT-110	MT-135	S-210	S-310	S-520	K-9M	ST-735	SL*	VP**
機数	2	12	1	11	12	10	1	6	9

*SL：スーパーロッキー

**VP：ヴァイパー



惑星間空間への船出

1985年1月8日の未明、内之浦の暗闇をつんざいてM-3S II型ロケットの1号機が地球を後にした。ノーズフェアリングの中では、日本で初めて地球脱出の旅に出る探査機 MS-T5 が鎮座している。MS-T5は順調に軌道に乗り、「さきがけ」と命名された。「この日のために力を合わせた」宇宙科学研究所が発足以来総力を傾けたハレー彗星探査計画のハイライトであった。

この計画を推進するにあたって、

- ①探査機をハレーとの会合点まで運ぶことのできる大きなロケット
- ②日本では初めてとなる惑星間探査機
- ③ハレーとの会合時に探査機と超遠距離通信を行うための大型アンテナ
- ④双曲線軌道への投入と惑星間飛行を遂行するための新しいソフトウェア

という4つの基本的に足りないものがあった。

新しいロケットM-3S II型の設計は、月1回の定例チーフ会議を軸にチームが編成され、能代で

の寒風を衝く燃焼試験や各種構造機能試験など、宇宙研の工学チームにとって未曾有の大仕事となった。1984年8月に新装なったミュー台地でのランチャ・テストまで漕ぎ付けた時の感慨は筆舌に尽くしがたいものであった。

いつにも増して軽量化の要求された2機の探査機の設計・製作も、ロケットの開発と並行して進められたが、厳しい惑星間空間という環境との闘いはもとより、ケーブル一本にまで気をつかう大変な努力が続けられた。いろいろな事情で探査機が突如重くなる、という報告を聞いては、ロケット・グループは厳しい表情の会議を開く、といった光景が、5年間に何度も現出した。

臼田の64mアンテナは文字どおりの突貫工事であった。道路づくりに始まって御本尊のアンテナまで、息もつかせぬ苦労をされた関係者の皆さんには、まことに頭がさがる思いである。「これで冥王星まで大丈夫」と豪語した市川満さんの言葉が、このアンテナの完成度を何よりも雄弁に物語っている。

未知の世界への船出にあたって、新しいソフトウェアの作成が求められた。飛翔計画の策定段階で新鮮な経験を積み重ねながらコーディングをする喜びと、リアルタイムのプログラムでの息を抜けない緊張したソフトウェアづくりは、今後の惑星探査に夢を開く苦労であった。

「さきがけ」と「すいせい」、おそらくは数千人の人々をまきこんだハレー彗星探査は、宇宙研チームに一層の強い団結をもたらし、これからの惑星探査に大きな財産を遺した。(的川泰宣)



▲ 惑星探査に縦横の活躍を見せる臼田の大型アンテナ

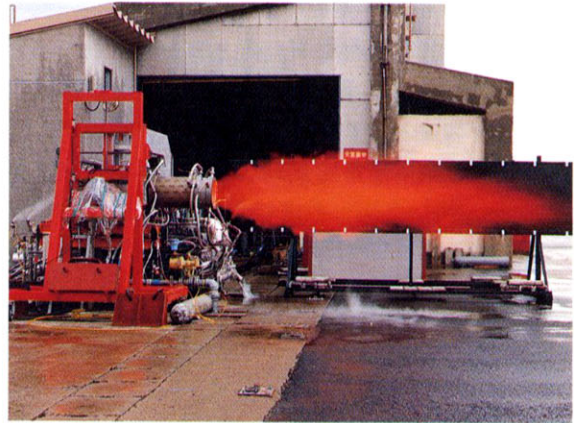


▲ 相模原の深宇宙管制センター



液体水素と液体酸素を推進剤とするロケットエンジンは、化学反応によって発生する熱エネルギーを利用するロケットの中では最も高性能でクリーンなエンジンである。宇宙研では実用化を目指して早くから基礎開発研究に取り組んで来たが、当初は燃料となる液体水素に対する一般産業界の需要がなく、これを取り扱う分野の基礎的技術も乏しかったことから全く手探りで研究が進められた。液体水素を自前で製造することは勿論のこと、

エンジンの試験装置自体を作ることが研究の対象となった。液体水素をタンクローリーで調達できる現在は正に隔世の感がある。しかし、極低温における計測技術の確立に悩まされながら、推力7トン級、10トン級の2つのエンジンを我が国で初めて完成することができた。この実績を踏まえ、一昨年からは宇宙輸送の将来を担う空気吸込式エンジンの一型式ATRの研究に着手している。ATRは間もなくシステムとしての地上試験を終了しようとしており、世界最先端の完成度を誇っている。
(成尾芳博)



▲ATR(エア・ターボ・ラム)の燃焼試験(能代)

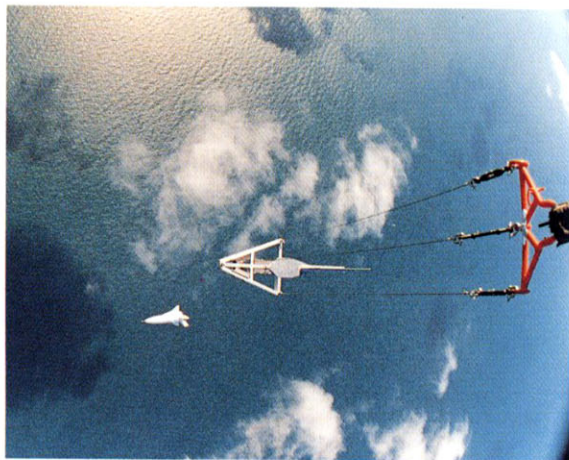


宇宙への輸送手段の将来はどのような姿になっているのだろうか。切符を買って飛行機に乗るように手軽に宇宙へ行って帰って来られるようなシステムの実現にはどのような技術が必要なのだろうか。有翼飛翔体の研究はこの様な動機で始められた。1981年の宇宙研の改組とほぼ同時に所内外

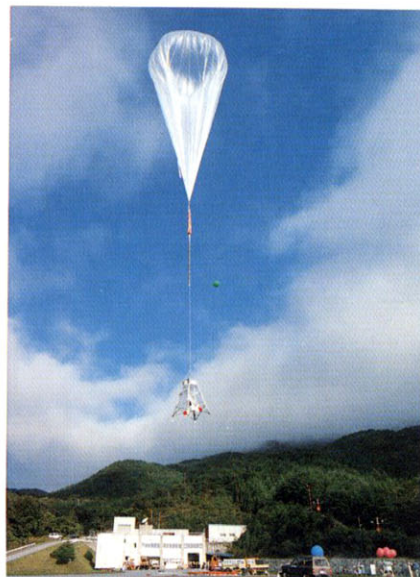
の研究者を中心にしてワーキンググループが設けられ、再使用が可能で高性能のロケット飛翔体を最終的な目標とし、単段で軌道に投入され再突入の後地上に戻る宇宙飛翔体(SSTO)のスタディを行ったのち、現在の技術の延長で実現可能なHIMESを提案しこれを中期的な目標として活動を行って来た。このHIMESは再使用可能な高性能ロケットや高速での再突入飛行の技術のデモンストレータといった性格の機体だがこれを試作し運用することにより必要な技術開発を図る計画である。

そうは言っても打上げのみの役割を果たせばよいロケットと違って、大気圏に再突入して揚力を使って空気の中を飛行できるようなロケットをいきなり作るのは仲々難しいので、HIMESに到るまでの前段階としてまず低速での飛行、次に高速での大気圏再突入飛行というように順次開発を進める方法を採用することにした。空力や飛行制御などの基礎実験や解析に引き続いて、まずは実際に飛ぶものを作って見ようという宇宙研的チャレンジ精神に支えられ飛行実験が計画された。幸い宇宙研には手近に気球や小型ロケットなどの飛翔

▼ヘリコプター曳航からの滑空実験



手段があるのでこれらを利用して行う飛行実験が実行に移されてきた。1986年と87年にはヘリを使った低速での滑空飛行実験が、88年には初の試みとして気球とロケットを用いたロックーン方式による大気圏への再突入飛行実験が実施された。後者の実験は不幸にして上昇中の事故により再突入飛行は実現できなかったが、必要な改良を加えて



今年度の冬実験で再度実施すべく準備中である。

宇宙輸送の革新のためにはこの有翼飛翔体のような再使用型宇宙飛翔体をはじめ高性能エンジンや高温耐熱技術など様々な新しい技術開発が不可欠である。この様な活動を通じて来たるべき出番に備えて十分腕を磨いておきたいと考えている。

(稲谷芳文)



何とんでも、1989年4月に終わった駒場から相模原へのキャンパス移転は、この10年間の最大のイベントであった。この「民族大移動」は、研究環境を変え、われわれ自身の生活のパターンを一新した。

【二重生活】 この引越しに先立って、すでに1984年3月には環境試験棟が竣工の運びとなり、観測ロケット・Mロケット・科学衛星の試験が一貫して行われるようになった。その前年は、「おお

ぞら」の試験に加えて、「さきがけ」フライトモデルの第一次試験が並行しておこなわれたので、駒場の諸施設の混雑ぶりは甚だしく、M-3Sロケットの試験に至っては、足の踏み場もないほどであった。新しい試験棟は、この状況を打開し、広さ・設備の優秀さのいずれにおいても、大いに作業を能率化してくれるものだった。

したがって、この環境試験棟における作業にタッチした人々は、比重の差こそあれ、駒場と相模原の二重生活を余儀なくされる日々であった。

【本部の一体化】 駒場のタコ足的な建物配置と違って、相模原の研究棟は管理部の諸課と一体となり、相互の行き来を容易にした。移転してしばらくの間は、よく本館の中で迷子になっている人が見られたが、人間とはげにたくまじきもの、建物の構造に生活を合わせていき、現在はすっかり順応している様子である。ただし、研究部・技術部・観測部と管理部の距離は、空間的には著しく縮小されたにも拘らず、交流が盛んになったとは言いがたいようである。建物の特長を生かして、お互いに気軽に足を運ぶことで、宇宙研の仕事は

一層スムーズになっていくと思われるが……。

【団樂の減少】 ところが困ったことが起きている。駒場の頃は、他の人に用事があるときに自分の建物から外に出ることが多かったので、その行き帰りによく人に出くわした。駒場キャンパスでは、あちこちで立ち話の光景を目にしたものである。その点、相模原キャンパスでは、目的とする人に会うのにあまり歩かなくて済む代わりに、偶然の出会いを楽しむことが少なくなった。

ただし「団樂が減った」という声は、このような建物の構造だけに起因するわけではないかも知れない。みんな歳をとって動きが鈍くなっているのかも知れないし、子持ちが増えて友人と付き合う時間が相対的に減っているのかもしれない。また仕事の総量が増大したり、通勤時間が長くなったせいなのかも知れない。

しかし、ここはひとつじっくりと腰をすえて、宇宙研の団樂を取り戻す算段をしなくてはなるまい。自由な雰囲気やとりからよいアイデアが浮かぶ、というのは、古今東西の鉄則である。

【スポーツ・酒】 みんなスポーツをしなくなった。広い中庭を失ったことと、年齢および忙しさ

▼駒場は遠くなりにつれ



から来る面倒くささが、テニスコートを淋しくさせている。それでもテニスにゴルフに健康体操に頑張っている人たちに、喝采を送ろう。

「ほろ酔い」のようなホッピー屋も「宝元」のようなお好み焼き屋もない。それでもめげず呑み続ける仲間たちに乾杯!! (的川泰宣)



宇宙科学研究所の創立とともに創刊されたISASニュースも、このたびめでたく生きたまま10周年を迎えました。秋葉先生から「どうせ3ヵ月しか持たないだろ」と言われた創刊当初が懐かしく思い出されます。これも、歴代の編集委員のみなさんの献身的な努力のおかげであり、また原稿依頼に対しいつも快く応えてくださる全国の宇宙関係者の方々のおかげであります。

ずっと以前と比べて感じるのは、“ISAS事情”の欄が大変多くなっていることです。毎号この欄は宇宙研の活動を紹介する記事が溢れ、皆さんの多忙な日々が偲ばれます。これはこれで宇宙研がたくましく生きていることの表れなのですが、ニュースとしてはもう少しアクセントと系統性を重

視し、読みやすい編集にしなければいけないかなとも考えています。

ISASニュースの読者は数千人いるわけですが、読者の人たちの意見やアイデアがもっといっぱい寄せられると有難いのですが……。とりわけきつい一言、というのが紙面の刷新・充実に貢献すると思いますので、よろしくお願いします。

さて「10周年特集号」如何だったでしょうか。10年ひと昔と申します。リラックスした時の話題に、髪と腹の話が頻度を増しているこのごろ、ひとつトピックを変じて、みんなで真面目にこの10年を振り返ってみるのも悪くはありません。組織としても、個人としても、より豊かな未来をめざして。この特集号がそのトリガーになれば幸いです。(的川泰宣)

ISASニュース

No.128 1991.11.

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合わせは、庶務課法規・出版係(内線2210)までお願いいたします。