



ISAS ニュース

—特集— ペンシルから40年

ペンシル	1955
ベビー	1955
カッパ発進	1956~1957
カッパ活躍	1958~1961
内之浦へ	1962~1963
さらに高く	1964~1966
挑戦	1966~1969
軌道へ	1970
M-4S	1971~1973
M-3C	1974~1979
M-3H	1977~1978
M-3S	1980~1984
ハレー	1985~1986
世界の舞台	1987~1988
相模原へ	1989~1990
発見	1991~1994
新しい時代へ	1995~

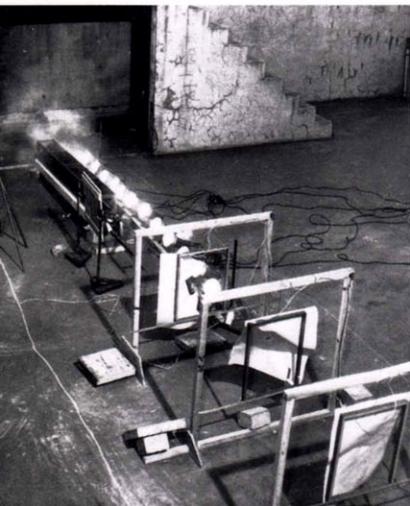


ペンシル

1955年

- 1955 2 東大生研がロケットの開発研究に着手
- 4 東大生研に宇宙開発予算初めて成立
- 4.12 ペンシル水平試射 (国分寺)
- 6.22 2段式ペンシル水平試射
- 8 秋田ロケット実験場開設 (道川)
- 8.6 ペンシル300の初打上げ
- 8.23 ベビー・ロケットの初打上げ

1953年(昭和28年)12月の準備会議を経て、翌年2月5日、AVSA研究班という研究グループが東京大学生産技術研究所に誕生した。糸川英夫の「高速飛翔体構想」に心を強く捉えられた若い研究者たちが、専門分野を越えて幅広く結集したものである。その最初の成果は、東京・国分寺におけるペンシル・ロケットの水平発射であった。ペンシルが使った推進剤はダブルベース(ニトログリセリンとニトロセルロースを混ぜ合わせて硬化剤で固めたもの)である。



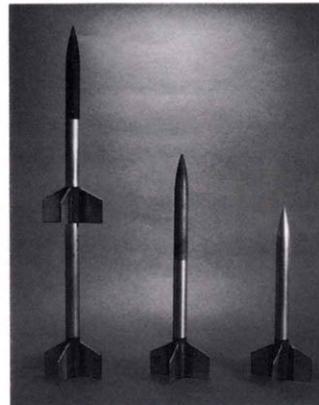
▲ 実験を見守る関係者

◀ 実験の道具立て

ペンシルロケットの
水平発射(国分寺) ▼



国分寺の後は、千葉の生研にあった長さ50mの船舶用実験水槽を改造したピットで、長さ300mmのもの(ペンシル300)、2段式のペンシル、無尾翼のペンシル等を水平発射して経験を積んだ。



◀ 左から2段式ペンシル, ペンシル300, ペンシルの各ロケット

▼ 実験準備に余念のない糸川英夫



この後発射の舞台は秋田県の道川海岸に移る。道川での歴史的な第1回実験は、ペンシル300の斜め発射であった。8月6日14時18分に発射されたペンシルは、イグナイターが発火した時、その小さな噴射で尾翼を支えていたビニールテープが外れ、ランチャーから砂場へ転げ落ちて砂浜をねずみ花火のようにはい回った。

急いで鉄線のストッパーを取り付け、15時32分に再度挑戦、ペンシルは、史上初めて、重力と空気抵抗の障害のただ中を、美しく細い四塩化チタンの白煙を残して夏の暑い空へ飛び立った。到達高度600m、水平距離700m、記念すべきペンシルの飛翔時間は16.8秒であった。



◀ ペンシルの航跡

道川実験場の全景 ▼



ペンシルにつづくダブルベース推葉の二番手は、外径8cm、全長120cm、重さ約10kgのベビー・ロケットだった。ベビーは2段式で、S型・T型・R型の3つのタイプがあり、1955年（昭和30年）9月から12月にかけて打ち上げられ、いずれも高度6kmくらいに達した。S型では、発煙剤をつめ噴出煙の光学追跡によって飛翔性能を確かめた。T型はわが国初のテレメータを搭載したロケット、R型は搭載機器の回収に成功した。



◀ テレメータを手にする
高木昇

実験班の打合せ▼



▲ ベビーTの発射

カメラ回収用のパラシュートと浮輪▶



▲ ベビーRの発射台



道川のテント内には、小さな黒板がかかっている、毎日その日の予定や連絡が書かれていた。ある日、この黒板に俳句が書かれていて人目を惹いた。

空高く 想ひはるけし 秋の海

作者は糸川。彼はこの句に天地人の三才を詠んだ。この三位一体の協力がなければ、観測ロケットの成功は達成できない、という願望をこの句に寄せた。

【ロケット・シリーズの名称あれこれ】

ロケットをどのように大型化していくかについての議論があり、とりあえず、タイニー・ランス→ベビー・ランス→フライング・ランスという順序で開発していこう、ということになった。「ランス」とは投げ槍のことである。タイニー・ランスは後に「ペンシル」と呼ばれるようになり、ベビー・ランスは「ベビー」に、そしてフライング・ランスは「アルファ」と改名されたのだが、これ以後、彼らはアルファ→ベータ→カッパ→オメガと徐々に大型のロケットを作っていこうと考え、オメガ型で20kgの観測機器を100kmまで上げることを目標としていた。それが後に、IGYに間に合わせるため開発のテンポを速める必要が出てきて、アルファとベータは机上計画と一部のエンジンの地上燃焼試験だけを行って中止され、いきなりカッパ型に進んだのである。当初ベータからガンマとかデルタなどギリシャ文字のアルファベットを省略していきなりカッパに跳んだのは、「カッパ」という言葉の歯切れの良さをかったものである。「河童」とは関係ないが、語感が大変ユーモラスで、一般からも随分と愛された。

ギリシャ文字のアルファベットをロケットの名にすることは、スムーズに決まったわけではない。初めは「ぎんが」とか「かもめ」とかの急行列車の名前が速そうだからいいとか、日本のロケットらしく「高砂」とか「紅葉狩」とかの能の曲名がいいとか、色々な意見が出た。どれも一長一短だったところへ、糸川英夫の鶴の一声でギリシャ文字に決まったらしい。カッパ(K)の後には、ラムダ(L)→ミュー(M)と進んだ。

カッパ発進

1956~1957年

- 1956 2 秋田ロケット実験場移転
- 9.24 K-1-1打上げ
- 1957 1 国際地球観測年開始 (1957-58)
- 4.24 K-2-1打上げ
- 5. 2 K-3-1打上げ
- 9.20 K-4-1打上げ
- 12 コンポジット推薬評価の実験開始

1954年(昭和29年)春、ローマ。IGY(国際地球観測年)の準備会議が開催された。この準備会議で、二つの特別プロジェクトが組まれることになった。一つは南極大陸の観測、もう一つは観測ロケットによる大気層上層の観測である。そしてAVSA研究班のロケットで超高層観測に挑戦することになった。

かくして日本の宇宙開発は、草創の時代から、宇宙物理学と宇宙工学がガッチリと腕を組んだ形で、その険しい道を登り始めた。

IGYに堂々と参加するには、高度50kmに達する必要がある。ロケット観測班のメンバーたちはベビー・ロケットの時代を経て、ようやく国際地球観測年において使用するカッパ・ロケットの開発に入っていた。

最初のカッパは、当時「K-128J」と呼ばれていたエンジンを備えたK-1型ロケットだった。実験は1956年2月から開始された。糸川の指示は一言「桜の花の咲くころに飛ばしましょう」であった。考えてみれば、すでにIGYは翌年に迫っていたのである。

K-128Jはいわゆる「全面燃焼」という燃焼方式で、高温の燃焼ガスがロケットチャンバーの金属に直接に触れて、チャンバーが溶けてしまうという難題が発生した。燃やすたびにチャンバーが溶けるという悲劇に敢然と立ち向かった技術陣は、約30種類に及ぶ各種の実験を行い、その中でロケットチャンバーの内面にアブレーションを施して良好な結果を得た。

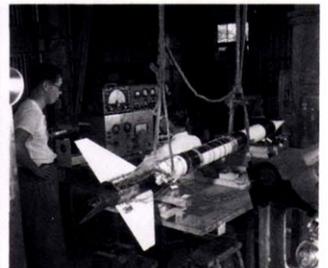
この喜びの日は、1956年6月24日、桜は散りサクランボの実る季節を迎えていた。K-1型の初飛翔は、この年の9月、道川で行われた。



▲ 秒読み中の糸川英夫



▲ 馬も活躍・機材運搬



▲ 振動試験中の森大吉郎



ランチャー上のK-1 ▲



活躍する生研のトラック ▲



宿舎を出る実験班の面々 ▶

何しろ今から40年も前のこと、ロケットの実験場への運搬は馬車に頼る、アンテナは手動、作業の監督は、砂浜に設けられた青空コントロール・センターで行うといった風情だった。背後には大勢のギャラリー。

ダブルベースは圧伸成型で作るので形を自由に作る事ができず、大きさも直径1cmくらいが限度であった。大型モーターに詰めるには、この推薬を「傘立てに傘を並べる」ように配列して燃焼室に仕込む。直径11cmの「マカロニ」を束ねて外径をそれぞれ22cm、33cmにした第1段の上にK-128Jを乗せたK-3型とK-4型が作られた。しかしこれがどうもうまくない。これではとてもIGYの要求性能に到達するのは無理かと思われた。

カップパ活躍

1958~1961年

- 1958 4.29 K-5-1打上げ
- 6.3 ロックーン実験開始
- 6.16 K-6-1打上げ
- 1959 11.18 K-7-1打上げ
- 1960 7.11 K-8-1打上げ
- 12 ユーゴスラビアにK-6輸出
- 1961 2 内之浦の長坪地区調査
- 4.1 K-9L-1打上げ

コンポジット推薬ならば、組成物を単に混合して任意の形の推薬を鋳型法で作れるので、サイズに制限がなく、また内面燃焼のモーターによる機体の軽量化も可能となる利点があった。順風満帆ではなかった開発期間を経て、第1段・第2段ともにコンポジットをつめたロケットとして、1958年（昭和33年）6月、ついに高度40kmまで達するK-6型が誕生した。

K-6型による上層大気の水・気温等の観測データをひっさげて日本がIGYに参加したのは1958年（昭和33年）9月であり、IGYの期間は前年7月からこの年の12月までだったから、まさに滑り込みセーフ、関係者は辛うじてIGY参加という錦の御旗を守りぬくことができた。K-6型は21機打ち上げられた。



▲ K-5の発射準備



▲ 前田憲一(右)と糸川英夫とK-6

1960年（昭和35年）7月には、カップパ8型ロケットが初めて高度200kmを越え、電離層のF層に届くようになって、科学者たちを驚喜させた。このカップパ8型は各種の宇宙観測を可能にし、電離層の中の昼夜のイオンの分布などを世界で初めて観測するなど、本格的な観測ロケットとして世界の注目を浴びた。

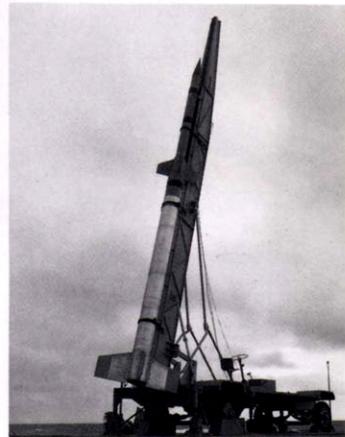
懸命に駆け足でくぐり抜けて来た草創の時期、こうしてIGYは、日本の宇宙開発にとって忘れ得ぬ思い出を刻んだのだった。このころのほとぼしるような情熱が珠玉の輝きを失わぬようでありたい。

「初心忘るべからず」世阿弥はいいことを言った。



▲ ランチャー上のK-7-1

▼ 打上げを待つK-8-1



IGYにおける任務を終えたカップパ・ロケットは、さらに高く遠い宇宙をめざし始めた。K-8が到達高度200kmを越えた時点で、日本海の狭さが気になりはじめ、ロケット・グループの眼は、太平洋に面した表日本に向けられた。北海道、青森、茨城、和歌山、宮崎、鹿児島それぞれの太平洋岸。まるで500年前の伊能忠敬のように、1960年、全国調査の旅の幕が切って落とされた。かつて第二次世界大戦のさ中、ロケット開発の秘密基地の適地を求めて、ウェルナー・フォン・ブラウンは足を棒にしてドイツ国内を探し回った。「ロケットの研究は歩くところから始まる」という彼の言葉が残っている。

全国行脚の末に白羽の矢が立てられたのが、現在の内之浦の地である。

内之浦へ

1962~1963年

- 1962 2. 2 OT-75-1 (KSCの1番機)
鹿兒島宇宙空間観測所起工式
- 5.24 K-8-10の爆発事故
- 8.23 K-8L-1打上げ
- 10 Mロケット直径1.4mに決定
能代ロケット実験場開設
- 11.25 K-9M-1打上げ
- 1963 4 Mロケットの開発研究に着手
- 8.24 L-2-1打上げ
- 12. 9 KSC開所式

一面に山笹の生い茂った丘陵，南九州特有の深く入りこんだ谷がその間をえぐって，瘦せた尾根が幾条も太平洋に断崖となって落ちている。尾根づたいに作られた道が急に下ると，内之浦の長坪地区がある。

1961年2月，生研の丸安隆和を中心として調査測量が開始された。南国にしては寒い内之浦の冬だった。起工式にこぎつけたのは，1962年2月2日である。

翌日の新聞には，
「陸の孤島内之浦，極東のケープカナベラルに変身」という見出しが躍った。



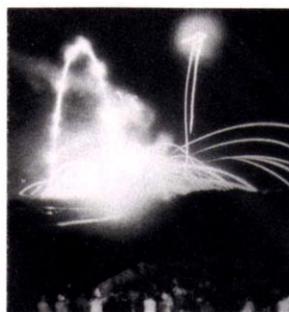
KSCの起工式 ▲



KSC1番機・OT-75-1 ▲



実験場建設前の風景 ▶
(長坪地区)



▲ K-8-10の爆発事故



▲ 回収されたK-8-10

1962年（昭和37年）5月24日。道川の空には雨雲が低く垂れ込めていた。電離層の観測と地磁気による姿勢測定を目的とするK-8型10号機の発射日である。2週間ほど前に桜が散った。北国の夕べは肌寒い。午後5時，タイムスケジュールに入った。午後7時50分，発射。しかし50mほど上昇したカップパ・ロケットがにわか傾き，まるでスローモーション・フィルムのように落下しはじめた。強烈な閃光と爆発，そして耳をつんざく轟音。そして1段目の上半分は2段目と繋がったまま右よりに低く飛翔し，海岸線から15mほどの海に突っ込んだ。加えて，海に落ちた2段目のモーターは，30秒後に着火，やがて「ゴーッ」という燃焼音とともに，実験班の頭上を越えて砂丘の方へ飛んで行った。幸いにして一人の負傷者もなかったが，この経験はその後のロケットの安全設計に全面的に活かされ，以後類似の事故は皆無である。ただし道川で予定されていた数機のロケット実験は中止され，ロケットの飛翔の舞台はすでに建設が始まっていた鹿兒島県の内之浦だけに限定されることになった。そして日本の観測ロケットは，内之浦で，さらに高高度を求めて大型化と性能向上をつけ，K-8型からK-9M型へと移行し，高度は350kmをクリアするようになった。



◀ 観測ロケットの中心となった K-9M

さらに高く

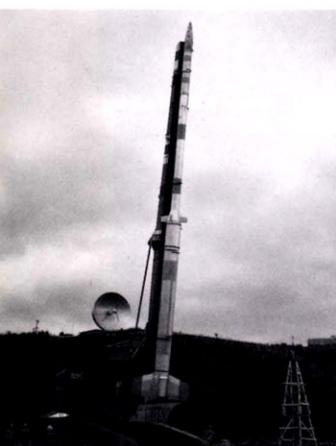
1964~1966年

- 1964 7.11 L-3-1打上げ, 高度1000kmに到達
- 7.24 MT-135-1打上げ
- 1965 6.20 科学衛星計画発表
- 11. 8 K-10-1打上げ
- 12.12 「美宇橋」渡り初め
- 1966 3. 5 L-3H-1打上げ
- 7 茨城県太洋村大気球実験を開始
- 9.26 L-4S-1打上げ
- 10. 9 ミューセンタ竣工式
- 10.31 M-1-1打上げ
- 12.20 L-4S-2打上げ

内之浦に移って2年後の1964年、東大生研のロケット・グループと宇宙の謎に挑戦する科学者たちは、東大航空研の人たちと合併して、東京大学宇宙航空研究所を創設した。本部は目黒区駒場におかれた。

この研究所の初のビッグ・イベントは、まずもってL-3型ロケットによる高度1000kmのクリアであった。この年の7月。観測上の要請によって未明の打上げとなった。内之浦に当時「ロケット」という名前のバーがあり、そこで気炎を上げてそのまま実験場へ直行という猛者が2~3人いた。さしさわりはないと思うが、名前はここでは言わない。

この1号機は高度857kmだったが、2号機はついに高度1000kmに達し、日没直後の空に向けて上昇するにつれて、機体を中心に大きく上空に青白い光の輪がひろがって行った。その神秘的な光景がいつまでも人々の目に焼き付く鮮やかな実験であった。



◀ラムダの初号機・L-3-1



飛び立つMT-135-1 ▼

ラムダ(L)計画は、もともと1960年ごろから、高度1000km以上の内側バン・アレン帯に到達する能力を持つロケットとして作られ、さらに外側バン・アレン帯を狙うロケットとして、高度1万km以上を展望するミュー(M)計画が構想されていた。そして1965年、このMロケットを用いる科学衛星計画が公表され、その人工衛星打上げの試験機として、3段式L-3Hの上にも4段目を載せたL-4S型ロケットを使うことになった。



▲「美宇橋」渡り初め (M台地の建設)

▼ラムダ打上げ用ランチャー



人工衛星を軌道に投入するには、何らかの軌道制御が必要となる。この未経験の技術の使用を最小限に抑えるために、次のような打上げ方式が採られた。第1段は空気力で安定(空力安定)させる。第2段は燃焼中にスピンをかけ、空力安定とスピン安定を併用する。第3段は第2段から引き継いだスピンで安定を保つ。第3段燃焼終了と同時に第4段の姿勢制御を開始し第3段軌道の頂点における局地水平に向ける。第4段モータは第3段軌道の頂点で点火し、衛星を軌道に投げ込む。この姿勢制御を容易にするため、第3段燃焼終了後にデスピン・モータによってスピンを停止してから制御を開始し、制御終了後に再びリスピン・モータでスピンを与えて第4段燃焼中の姿勢安定を図る。すなわちただ1回の姿勢変更によって衛星軌道を成立させようというのが「無誘導打上げ方式」の眼目だった。

挑戦

1966~1969年

- 1967 1 MT-135の日米比較観測
- 2.6 L-3Hが高度2000kmをクリア
- 3.15 気象ロケットの日米比較観測
- 4.13 L-4S-3打上げ
- 5 漁業者対策のためロケット実験中止
- 1968 7 福島県原ノ町に大気球実験場移転
- 9.10 打上げ再開 (ST-160F)
- 9.14 S-160-1打上げ
- 1969 1.5 MT-135P-1打上げ
- 1.9 S-300-1打上げ
- 1.12 K-10C-1打上げ
- 8.7 S-210-1打上げ
- 8.17 M-3D-1打上げ
- 9.3 L-4T-1打上げ
- 9.22 L-4S-4打上げ

1966年9月26日、軌道への挑戦が開始された。

L-4S-1。第3段から軌道が上向きに10°、北向きに20°それた。

L-4S-2。1966年12月20日。第4段が不点火。

L-4S-3。1967年4月13日。第3段に点火せず、保安コマンドによって最終段の点火を中止。

この間、科学技術庁もロケットを打ち始め、その発射場を新島から種子島へ移転する際に生じた「漁業問題」のため、1967年4月半ばから1年半後の1968年9月上旬まで、内之浦・種子島ともロケット打上げは、すべて停止されてしまった。



◀ L-4S-1発射

成功へ向けての努力が続く(L-4T-1) ▼



▲ 1969年の正月を祝う実験班員



▲ 当時の内之浦町

3号機の打上げ後、漁業問題のため実験が中断している間も、各部分の改良計画は積極的に進められた。これらの改良の成果を総合的に確認するために計画されたL-4T-1。この点を強調するため、最終段の推薬量は60%に減量。衛星軌道への投入能力を持っていなかった。1969年9月3日。切り離された第3段が、伏兵の残留推力によって加速され上段に衝突するという事故が起きたが、衝突が上段の重心近傍で起こったため、上段機体の姿勢の擾乱は小さく、姿勢制御装置は正常に作動して所定の方に姿勢を整定することができた。推薬が一杯であったなら、日本最初の人工衛星は、この時に誕生したはずである。

L-4S-4。1969年9月22日。第3段分離後またしても第3段が上段に衝突。これによる上段機体の姿勢擾乱は著しく、姿勢制御装置によってこれを回復できないまま最終段に点火、ロケットは遠く東北方へ。

- 1970 2.11 「おおすみ」 打上げ
- 2 南極昭和基地でS-160打上げ開始
- 7.15 気象庁、綾里でロケット打上げ開始
- 9.25 M-4S-1 打上げ
- 11.19 三陸大気球観測所起工式

そして1970年2月11日。L-4S-5。日本で最初の人工衛星が誕生した。記者発表で玉木章夫は、内之浦の日本晴れの空を見上げながら、こぼれんばかりの笑顔で述べた。

——打ち上げ地に因んで「おおすみ」と命名します。

日の丸の小旗を両手に待機していた町の人たちは、祝砲を合図に小躍りして旗行列に出かけ、夜を徹して喜びに湧いた。

この時、日本の宇宙科学は、長期にわたって観測機器を宇宙に滞在させる手段を獲得した。後発ながら日本もようやく、自分の力で宇宙を臨める国に成長しつつあった。



▲ 成功を祝う旗行列



◀ 成功を報ずる新聞



「おおすみ」の打上げ ▲

◀ 初の国産衛星「おおすみ」

笑顔がこぼれる首脳陣 ▼



苦難に耐え、難しい障害をみんなで乗り越えていく過程で、ロケット・チームの団結が固まり、日本の宇宙時代を築くための貴重な戦力が出来上がった。この間「悲劇の実験主任」と言われた野村民也実験主任の総括から——「幾多の曲折を経たL-4Sであったが、問題の所在を明らかにし、その解決の途を切り開いていったことで、確固たるロケットの技術を育てる土台を築いたということができよう。単に初の人工衛星を産んだということではなく、多くの貴重な知識と経験を残した実験として記憶されるべきものと思う」

この最初の衛星を生むための苦しい時代に、内之浦のある鹿児島県大隅半島の人々は、東大グループにつねに暖かい支持と熱い激励を送り続けた。これらの人々は、日本の宇宙開発の恩人として長く人々の心に残り続けることだろう。

この年2月、南極昭和基地では、S-160の打上げが開始され、さらに7月、岩手県綾里で気象庁が気象観測用ロケットを定期的に打ち上げ始めた。

M-4S

1971~1973年

- 1971 2.16 M-4S-2/「たんせい」 打上げ
- 7.30 三陸大気球観測所開所式
- 8.20 L-4SC-1 打上げ
- 9.28 M-4S-3/「しんせい」 打上げ
- 1972 日米仏、気象ロケット比較実験
- 8.19 M-4S-4/「でんぱ」 打上げ
- 10.25 宇宙科学資料センター竣工

かくして日本は、ソ・米・仏に次いで、第4番目の人工衛星自力打上げ国になり、日本の宇宙科学も、世界のレベルをめざして、歴史的なスタート台についた。

ミューの第一世代であるM-4S型は4段式で、軌道投入はL-4S型と同じ重力ターン方式を採用、尾翼とスピンによって姿勢安定を保った。

1号機こそ姿勢制御装置の電磁弁の故障で軌道投入に失敗したが、2号機以降続けて3機が人工衛星を軌道に乗せ、ミューによる衛星打上げ技術は安定した評価を受けるに至った。

ミュー・ロケットによる最初の衛星は試験衛星で、東大のスクールカラーに因んで「たんせい」(淡青)と名づけられた。

たんせい1号 ▶

「たんせい」打上げ時の駒場 ▼



3号機の打上げに先立っては、実験班の面々の間で衛星の愛称公募が行われた。ミューセンター、レーダセンター、テレメータセンター、コントロールセンター、……それぞれに投票箱が置かれ、一人一人がひらがな・漢字・ローマ字の名前を投票用紙に書いて投げ入れた。この時から、衛星の愛称は投票を基礎にして決められる慣例となった。3号機が軌道に送った日本で最初の科学衛星は、「しんせい」(新星)と名づけられた。当時の紙巻きたばこに「しんせい」というのがあったので、選にもれた人が口々に「安煙草みたいでいやだなあ」と遠吠えをした。

4号機は「でんぱ」を軌道に乗せた。



▲ 1971年当時のKSC女子作業員

ミュー打上げ用ランチャー ▶



▼ 宇宙科学資料センター竣工式



【アロンアルファ事件】

ある冬の日の内之浦。ランチャー班の控え室。

ポカポカとした暖房のそばでB先生が昼寝をしている。ソファに腰掛けた先生は、そろえた膝をわずかに傾けて、まるでレディのように行儀よくおねんねである。その姿を眺めているうちにH技官の頭に、突然閃くものがあった(この人はいつでもこの種のことがヒラメクのである)。

やおらテーブルの上のアロンアルファ(ご存知の強力な接着剤である)をとりあげるや、B先生の両膝のわずかな隙間に、タラタラと垂らし始めた。

結果は言うまでもない。やがて目覚めたB先生は、くるぶしがくっついたまま離れなくなってしまった。

数分後、カミソリの刃を慎重に使って、両足の靴下の間を切り離そうとするB先生の姿が見られた。

M-3C

1974~1979年

- 1974 2.16 M-3C-1/「たんせい2」 打上げ
- 1975 1.20 S-310-1打ち上げ
- 2.24 M-3C-2/「たいよう」 打上げ
- 1976 2.21 国際磁気圏観測計画開始 (~1979)
- 2. 4 M-3C-3/「CORSA」 失敗

無誘導方式のM-4S型から一歩進んで、第2段に推力方向制御装置(TVC)を装備したのが、ミューの第二世代であるM-3C型である。

もともとミュー・シリーズというのは、4段式の長期計画が立てられていたのだが、推進や材料技術の進歩を睨んで、「3段式にしよう」と最終的に言い出したのは、当時所長の玉木章夫だった。その玉木は1973年9月、M-3Cの1号機の飛翔を見ることなく、所長のまま世を去った。

M-3Cは、軌道投入の精度を大幅に向上させて、試験衛星「たんせい2」につづいて、「たいよう」と「はくちょう」を宇宙へ送り出した。



▲ランチャー上のS-310-1



三陸大気球観測所での気球実験 ▶



▲記録班の眼がとらえたKSCの夜景

1976年2月4日、ミューの歴史上忘れられない事件が起きた。この日午後3時に内之浦から飛び立ったM-3C型ロケットの3号機が、第2段の点火と同時に頭を異常に下げて水平に飛翔し、飛翔保安の立場からタイマー停止のコマンドを送信され、太平洋の藻屑と消えたのである。発射前のコネクター離脱の際の雑音によって、ロケットのコンピュータに憶えさせておいた第2段と第3段の姿勢基準が入れ替わってしまっていたのだ。

しかし失敗したその日から奇跡的に立ち直ったスタッフは、わずか3年後の1979年2月21日に雪辱戦を迎えることができた。それは後日譚に属する。

▼M-3C-1/「たんせい2」打ち上げ▶



「たいよう」の打上げ準備のさなか、内之浦に30年ぶりの大雪が降った。内之浦の町から実験場へ登っていく坂道もびっしりと雪で覆われ、300人を越える実験班を車で運ぶのは大変な苦勞だった。

実験場の入り口の手前には美濃峠という急な坂道があり、町からの車はすべてここで立往生となった。自分の車で登ってきた人が、ここから車を実験場まで押していく光景が見られた。

この大雪で、打上げは10日ほど延期された。

M-3H

1977~1978年

- 1977 2 SEPAC計画開始
- 2.19 M-3H-1/「たんせい3」打上げ
- 7 液水/液酸ロケット地上燃焼実験開始
- 1978 2. 4 M-3H-2/「きょっこう」打上げ
- 9.16 M-3H-3/「じきけん」打上げ
- 1979 2.21 M-3C-4/「はくちょう」打上げ
- 4.1 宇宙科学資料解析センター開設

つづいて、第1段を長くして能力を高めたM-3H型ロケットがデビューした。M-3Hは、試験衛星「たんせい3」につづいて、「きょっこう」「じきけん」を地球周回軌道に運んだ。

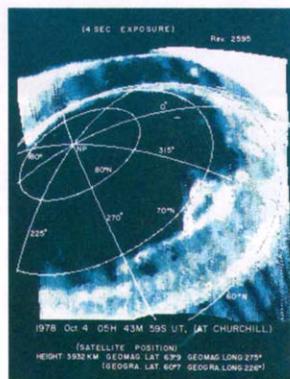
地球周辺の観測は、1957年に人類が人工衛星の技術を獲得して以来、宇宙観測の中でも真っ先に試みられた分野である。M-3H型ロケットによって、日本も本格的にその仲間入りを果たした。

1978年2月に打ち上げた「きょっこう」は、搭載した紫外線テレビカメラによって、北極圏をグルリと取り巻くオーロラのグローバルな姿を1枚の画像に収め、その時間変動を探った。世界初の快挙であった。

同年9月には、地球磁気圏の様子を研究する衛星「じきけん」を軌道に運んだ。「じきけん」は、地球周回の長楕円軌道を描きながら、磁気圏の構造を暴き出す数々の発見をなしとげた。



▲ランチャー上のM-3H-2



▲世界初のオーロラ紫外線像



◀「おおすみ」記念碑除幕式



▲液水/液酸ロケットの地上燃焼実験

「はくちょう」と小田稔 ▶

▼ある日のKSC総務室



前のページに書いたが、1979年2月21日、M-3C型ロケット4号機が、雪辱戦を迎えた。この日、日本最初のX線天文衛星「はくちょう」は、「まるでX線天文学者たちの執念に支えられたように自ら最適の軌道に」(野村民也)飛び込んで行った。

「はくちょう」に乗った小田稔発明のX線観測機器「すだれコリメータ」は広い天空を見張っていて、どこかに突然X線星が出現すると、すぐその場所を精密にとらえる。この「天空上のもぐらたたき」は大変な威力を発揮し、X線を出す星がいくつも発見された。中性子星の半径がすべて10km程度であることをつきとめ、銀河中心までの距離の誤差を指摘し、パルサーの観測から中性子星の自転のふらつきを明らかにしたのも「はくちょう」の功績である。ブラックホール候補星「はくちょう座X-1」についても重要な観測を行った。

この楽しくも必死の日々に、日本のX線天文学は、世界の最前線に躍り出た。「はくちょう」以後、「ひのとり」(1981)「てんま」(1983)「ぎんが」(1987)「ようこう」(1991)「あすか」(1993)と続けてX線天文衛星を打ち上げ、宇宙研は今日まで間断なく観測を行ってきた。それ以来、地球の空には必ず日本のX線天文衛星が飛んでいる。

M-3S

1980~1984年

1980	1.18	S-520-1打上げ
	2.17	M-3S-1/「たんせい4」打上げ
1981	2.21	M-3S-2/「ひのとり」打上げ
	4.14	宇宙科学研究所発足
	9	第1回IACG会議(パドヴァ)
1982		国際中層大気観測計画(MAP)開始
	4.28	真空テストスタンド実験棟起工式
	7.21	臼田宇宙空間観測所敷地造成披露
	11.11	第2回IACG(ブダペスト)
1983	2.20	M-3S-3/「てんま」打上げ
	5.26	日本海中部地震発生, NTC津波被害
	11	SEPAC実験実施
	12	第3回IACG(鹿児島)
1984	1.17	ST-735-1打上げ
	2.14	M-3S-4/「おおぞら」打上げ
	2.16	MT-110-1打上げ
	3.19	相模原に飛翔体環境試験棟竣工
	7.30	相模原構造機能試験棟竣工
	10.31	臼田宇宙空間観測所開所式
	11	第4回IACG(タリン)

1980年代の年頭には、二つの華々しい船出があった。一つは、2段式の名機K-9Mにかわって、単段式ながら観測ロケットの主役の座につくS-520。1号機が1980年1月18日に打ち上げられた。

もう一つは、M-3S。ミュー・シリーズも、この第4世代のM-3S型に至って、第1段にもTVCを導入し、軌道精度の一層の向上と打上げ条件の緩和が実現された。

1981年2月21日、太陽活動期のさなか、太陽観測衛星「ひのとり」が打ち上げられた。これらの搭載機器は見事な連携を見せ、太陽表面やその上を竜のようにはい回るX線フレアの像が、太陽物理学者たちによって作られた。

1981年4月14日、宇宙研は、さまざまな事情で東京大学を離れ、文部省直轄の研究所に組織替えされ、「宇宙科学研究所」が発足した。折から、ハレー彗星探査の大計画がスタート台についた。ハレー探査に挑む4つの機関(NASA, ESA, IKI, ISAS)の連絡協議会IACGも、この年の秋に、ガリレオ・ガリレイが教鞭をふ

るったパドヴァ(イタリア)で第1回会合を開いた。

2号機による「ひのとり」について、3号機は、X線天文衛星の2番機「てんま」を打ち上げた。「てんま」は「はくちょう」の成果を発展させ、たとえば中性子星の強い重力場によってX線の波長が伸びて見える「X線の赤方偏移」という現象を発見したり、銀河面に沿って100万度以上にも達する高温のプラズマが分布していることをつきとめた。

1982年から1984年にかけては、国際中層大気共同観測計画(MAP)の網が敷かれた。1984年2月に4号機によって打ち上げられた「おおぞら」は、その一環として極軌道から中層大気のおゾン、エアロゾルなどの微量成分を観測している。

1984年7月、内之浦のミュー台地に新しいロケットM-3S II型のための整備塔が姿を現した。そしてダミ



▲新ISAS発足



▲建設中の64mアンテナ

ーのロケットを使ってその動きをチェックする「ランチャ・オペレーション」、つづく地上系オペレーション、総合オペレーション。

10月末には臼田の大型アンテナも雄姿を見せ、あとは5ヵ月後の打上げを待つばかりとなった。

ハレー彗星探査をめざすM-3S II型ロケットの開発は1981年度から開始され、実機サイズのロケット・モータについて、8度にわたる地上燃焼実験が能代ロケット実験場において行われた。補助ブースタの切離し等のテストのため、試験機ST-735-1号機の打上げも1984年1月に実施された。

1983年11月25日、M-3S II型の打上げを見ず、森大吉郎所長が現役のまま亡くなった。大きな痛手となる世界であった。

- 1985 1. 8 M-3SII-1/「さきがけ」 打上げ
- 8.19 M-3SII-2/「すいせい」 打上げ
- 9 第5回IACG (ワシントン)
- 1986 3 臨時IACG (モスクワ)
- 3. 8 「すいせい」がハレー彗星に最接近
- 3.11 「さきがけ」がハレー彗星に最接近
- 6.16 有翼飛翔体滑空飛行実験
- 11 第6回IACG (ローマ, パドヴァ)

M-3S型に続いて開発されたM-3S II型では、M-3Sの第1段だけをそのまま使い、補助ブースタ・第2段・第3段はいずれも新たに設計・製作された。

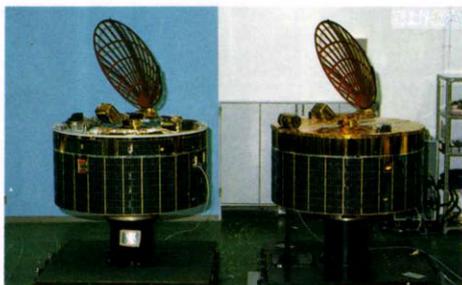
1985年1月初めの打上げに備えて、ロケットの各器材が内之浦に搬入されたのは、前年の11月2日。組立オペレーションを経て、クリスマス・イヴの当日、打上げオペレーションのスケジュール入りとなった。

大晦日には、新装なって名前も新しくなったバー「ニュー・ロケット」で、カラオケ大会が行われた。こんなに楽しそうにカラオケに興じている亭主の顔を見たら家族は頭にくるのではないかと、と思われるような盛り上がりであった。

さて「さきがけ」「すいせい」は、翌1986年3月、ESA (ヨーロッパ宇宙機関) の「ジオット」、ソ連の2機の「ヴェガ」、アメリカの「アイス」とともに、折から76年ぶりに回帰してきたハレー彗星を接近観測した。人々は「ハレー艦隊」と呼び、宇宙科学史上最大規模の国際協力が実を結んだこの快挙を讃えた。

ハレーへの最接近に先立つ1985年11月から12月にかけて、「すいせい」搭載の紫外線テレビカメラは、ハレーがときには強く、ときには弱く、まるで間欠泉のような周期的な活動をしていることを見つけた。

太陽コロナから磁場を伴いつつ噴き出る高速の太陽風プラズマは、彗星のコマとぶつかって自由な運動を妨げられ、衝撃波面を作る。衝撃波の内側 (彗星側) にはエネルギーの高い荷電粒子がウヨウヨしている。その乱流化したプラズマの中を、太陽風の磁場はコマのイオンをまきつけつつ、スピードをゆるめながら内側に進む。この磁場が彗星イオンをトラップする瞬間を、「すいせい」のプラズマ観測器が史上初めてキャッチして喝采を浴びた。

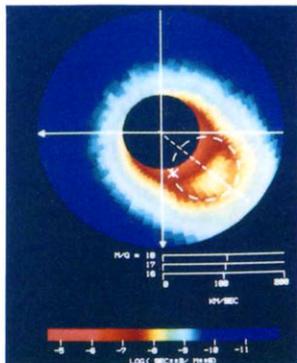


仲良くならんだ「さきがけ」(左)と「すいせい」▲

◀角度セット作業中のM-3SII-1

このロケットによって、1985年、76年ぶりに回帰して来たハレー彗星に向けて、2機の探査機 (「さきがけ」「すいせい」) が地球の重力圏を脱出して行ったことは記憶に新しい。ミューは世界の宇宙開発史上初めての「固体燃料ロケットによる地球脱出」という偉業を成し遂げたのだった。

以後M-3S IIロケットは、「ぎんが」「あけぼの」「ひてん」「ようこう」「あすか」という、宇宙科学史上に画期的な業績を残す衛星・探査機を次々と宇宙へ送り出すことになった。



▲ローマ法王に報告する小田稔

◀「すいせい」の観測結果

この年の6月には、宇宙との往還をめざす有翼飛翔体の滑空飛行実験もお目見えした。



▲有翼飛翔体の滑空飛行実験▶



世界の舞台

1987~1988年

- 1987 2.5 M-3SII-3/「ぎんが」打上げ
- 5.21 宇宙基地利用研究センター開設
- 10 IACG会議 (京都)
- 1988 11 IACG会議 (ココアビーチ)

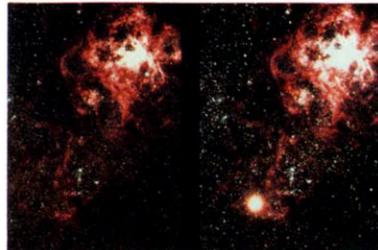
1987年2月に「ぎんが」が軌道に乗った時には、この衛星の誕生を待っていたかのような絶妙のタイミングで17万光年彼方の大マゼラン雲で、肉眼で見える超新星が400年ぶりにはじけた。この超新星からのX線を、1987年の夏、世界に先駆けて「ぎんが」が捉えた。その後2~3週間に一度の割合でつづけられた超新星の観測は、人類が飛翔体を手にして以来初めての貴重なものである。

もちろん本来の目的であった数々のX線源の観測も「ぎんが」によって精力的に行われた。とくにイギリスと共同開発した大面積比例計数管は、天の川に沿って続々と見つかる超新星の残骸、暗黒星雲の芯に隠れている高温プラズマ、近接した2個の星の相互作用で



▲ M-3SII-3/「ぎんが」打上げ

発生した巨大なフレア、巨大なブラックホールの証拠と思われるセイファート銀河の中心核の激しい変動、宇宙の果てのクエーサーのスペクトルなどを次々と発見し、身近な星から遙かなクエーサーや超銀河団まで、すべての天体をX線天文学の対象に引きずり込んだ。



▲ 大マゼラン星雲に超新星出現(右)



▲ 「ぎんが」と超新星の観測データ



◀ 宇宙基地利用研究センターでの生物実験

内之浦町銀河マラソン ▼



【ラーメンの指】

1988年11月、ココア・ビーチでIACGが開かれた。ホテルの近所に「バンブー・パンダ」という中華料理店がある。「スペシャル」という大盛りのラーメンを注文した。この店の名物である。しばらくして来た！来た！みんな一斉に、ラーメンを捧げ持ったウェイターを見つめた。でも一様に眉をひそめた。ウェイターの、節くれだった、決してきれいとは言えない親指が、どっぴりとラーメンのつゆの中に突っ込まれている。それからやってくるラーメンは、すべて彼の親指の「洗礼」を受けていた。しばらくしてそこのマスターがテーブルの近くを通ったので一応クレームをつけた。

「ねえ、あのウェイターは、さっきラーメンに指を突っ込んで運んできたよ」

その時のマスターの得意そうな答え――

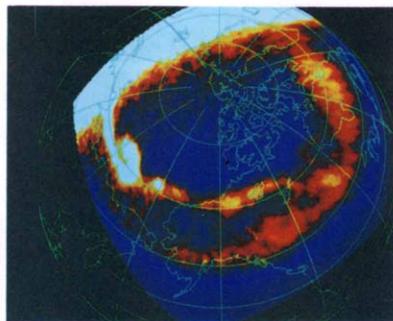
「ハイ、あいつは長年やってるから熱くないらしいんで」

相模原へ

1989~1990年

- 1989 2.22 M-3SII-4/「あけぼの」 打上げ
- 4.1 相模原キャンパスへの本部移転
- 8.25 ボイジャー海王星日米共同電波実験
- 9 IACG会議 (プラハ)
- 1990 1.24 M-3SII-5/「ひてん」 打上げ
- 1~3 DYANAキャンペーン
- 6.19 宇宙科学振興会設立
- 11 IACG会議 (テネリフェ)

1990年代最大の国際協力を行う太陽地球系科学の国際共同観測計画のトップバッターとして、M-3SII型の4号機により、1989年の2月に軌道へ運ばれた「あけぼの」が、極上空のオーロラ粒子の加速メカニズムを克明に研究しつつある。「あけぼの」が送っている美しい画像は、極域を包むオーロラの姿をグローバルに浮かび上がらせている。



▲「あけぼの」が捉えたオーロラ

◀ 打上げを待つ「あけぼの」

すでに飛翔体環境試験や構造機能試験などのために、多くの人が1980年代前半から相模原で仕事をしてきたが、「あけぼの」を打ち上げた直後の1989年4月、宇宙科学研究所の本部も相模原キャンパスに移転となり、肌寒い花冷えの季節が私たちを迎えてくれた。

そしてこの年8月には、アメリカの探査機ボイジャー2号が海王星に接近、その接近時にアメリカ本土が海王星の方を向いていなかったため、キャンベラと白田の大アンテナが協力してこの歴史的接近を追跡した。白田の晴れの国際舞台であった。

明けて1990年1月、工学実験衛星「ひてん」が内之浦を飛び立った。将来の惑星探査に備えて、月の重力を利用して軌道を変更する「スイングバイ」の技術をマスターすべく、月の公転周期と「ひてん」の公転周期をうまく同期させて、十数度にわたってスイングバイを敢行して自信を得た。他にも航行上の工学実験をこなし、「ひてん」の運用により、日本は、太陽系空間をほぼ自由に動き回ることが可能になった。



▲ 工学実験衛星「ひてん」と孫衛星「はごろも」



▲「ひてん」運用管制室

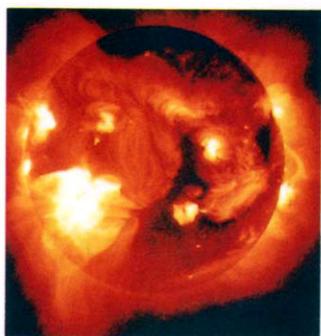


◀ ヴァイパーロケット 打上げ準備

成層圏の異常昇温現象を探るダイアナ・キャンペーンが展開されたのは、1990年の1月~3月だった。スーパーロッキ、ヴァイパーという2種類の異常に安い観測ロケットを異常にたくさん打ち上げることになり、異常な日程で漁業交渉を重ねた。この世界にまたがるキャンペーンが大きな成果を収め、地理的に重要な位置にある日本が観測に貢献できたことは幸いであった。

1991	8.30	M-3SII-6/「ようこう」打上げ
	11	IACG会議 (奈良)
1992		国際宇宙年 (ISY)
	7.24	デルタII/GEOTAIL打上げ
	10	IACG会議 (ワシントン)
1993	2.20	M-3SII-7/「あすか」打上げ
	4.1	宇宙科学企画情報解析センター開設
	10	IACG会議 (モスクワ)
	12	第三者評価実施
1994	9	IACG会議 (クルンバッハ)

1990年代初めの太陽活動極大期には、「ようこう」(1991年8月打上げ)がその活動の謎に挑み、軟X線と硬X線の両波長の望遠鏡が搭載され、数秒角の精度で太陽のX線二次元像を捉え、ため息の出るような見事な太陽像を送り続けている。



▲極大期に向う太陽像



▲GEOTAILとロケットの組付け

1992年は、国際宇宙年と定められ、世界中で大がかりな宇宙キャンペーンが展開された。宇宙科学研究所も国内外でこれに協力した。

オーロラの謎に挑む「あけぼの」の活躍に、7月、新しい仲間がやってきた。デルタ・ロケットで打ち上げられたGEOTAILである。GEOTAILは磁気圏の尻尾に直接飛び込んでその構造を詳細に探るとともに、オーロラの原因となる粒子群が磁力線のつなぎかえと呼応して加速されていくメカニズムを解き明かしつつある。

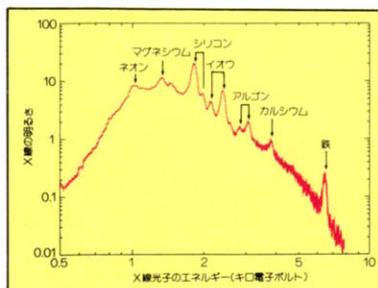
そしてこの「あけぼの」とGEOTAILとの連携プレーは、X線天文学につづいて、宇宙プラズマ物理学においても、宇宙科学研究所が世界のリーダーに成長したことを物語りつつある。

1993年2月には、最新のX線望遠鏡を搭載して、「あすか」が内之浦を出発した。その1ヵ月後「おおぐま座」に位置するM81銀河の中に出現した超新星からのX線を出現後わずか10日目から観測し始めた。これは超新星観測としては画期的なことで、ここから超新星爆発のメカニズムが大いに解きあかさされつつある。

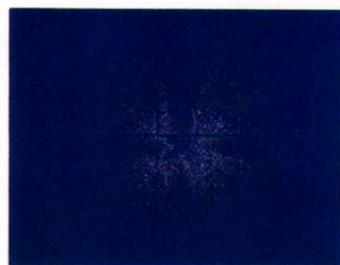
1968年以来、1000個くらい発見されたガンマ線バスターのうち3個だけ、同じ方向から繰り返しやってくるものがあり、「ソフト・ガンマ線レピーター」と呼ばれており、これはX線でもかなり強い放射を出している。「あすか」は、その正体が超新星残骸の中の中性子星から来たものであることをつきとめた。

また「あすか」はC L0016+16という銀河団を観測しており、それが我々から遠ざかるスピードが秒速12万キロメートルであることから、我々からの距離を70億光年と弾きだした。「ぎんが」とアメリカのインシユタイン衛星が観測した銀河団のうち最も遠かったのが約30億光年だったから、「あすか」は一挙にその2.3倍の彼方まで見通すようになったことになる。

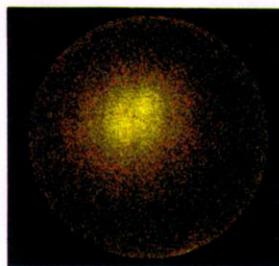
宇宙の果てはもうすぐそこである。



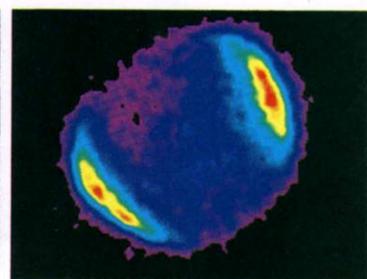
▲カシオペアAのX線スペクトル



▲X線カメラが初めて捉えた天体・はくちょう座X-1



▲X線カメラで観測された銀河団A2256



▲超新星1006のX線画像

1993年12月、宇宙科学研究所は、国内外の有識者において「第三者評価」を実施した。結果として大変高い評価をいただき、今後の方向についても貴重な示唆を得た。

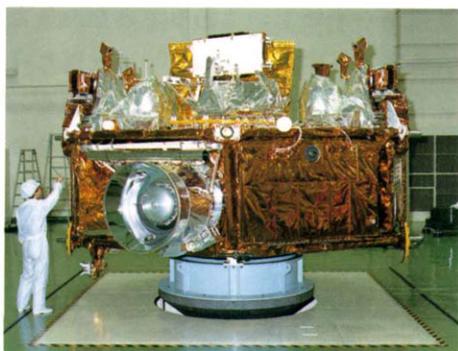
1995 1.15 EXPRESS打上げ失敗
 3.18 H-II-3/SFU打上げ
 — M-Vロケット開発急ピッチで進む —

1995年の劈頭にM-3S II型のフィナーレを飾るはずだった日独共同の回収カプセル「EXPRESS」が、予定より低い軌道に投入されて目的を達せられなかったことは残念だった。

つづいて3月に宇宙開発事業団のH-IIによって打ち上げられた宇宙実験観測フリーフライヤーSFUは、赤外線望遠鏡その他の運用を精力的に行いつつある。



EXPRESS ▲



SFU ▲

ペンシル・ロケットが国分寺駅前で水平発射されて40年目、日本の宇宙科学陣は、1996年の発進をめざして、ペンシルの現代の後継機M-V型ロケットの仕上げのテストに忙しい日々を送っている。

寒風を衝いて能代で敢行されるロケット・モータの地上燃焼試験、接手やノーズフェアリング等の構造機能試験、スケジュールは目白押しである。

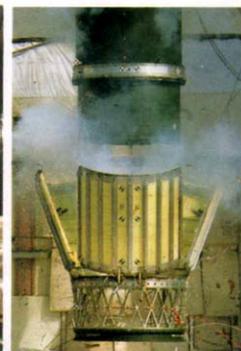
新しい時代へ——宇宙科学研究所はいま、世界と日本の宇宙科学をあらたな段階に引き上げるために、ペンシル以来の40年の蓄積を最大限に生かすために奮闘している。



▲ M-Vロケット1段目の地上燃焼試験

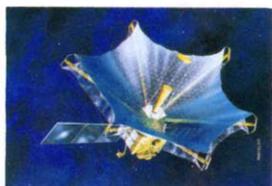


▲ ノーズフェアリング開頭試験



▲ 1~2段接手分離試験

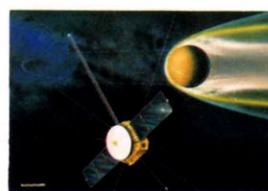
21世紀をめざす日本の宇宙科学



電波天文衛星MUSES-B



月探査機LUNAR-A



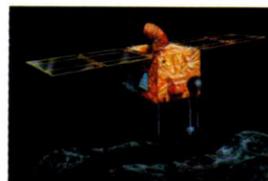
火星探査機PLANET-B



X線天文衛星ASTRO-E



赤外線天文衛星IRIS



小惑星サンプルリターン