

第2部

# 日本の宇宙工業

# C O N T E N T S

## 第2部 日本の宇宙工業

### 総論

はじめに	153
------	-----

### 第1章 敗戦後ゼロからのスタート:基礎固めの時代 (1945~1970)

1節 宇宙開発の黎明	156
1 敗戦後発足した東京大学生産技術研究所	156
2 ペンシルロケットの初公開水平発射から ベビーロケットへ	156
3 国際地球観測年(IGY)参加へ	157
4 世界水準の観測ロケット、カップ・シリーズ	158
2節 宇宙開発体制の整備へ	159
1 人工衛星打ち上げへの期待	159
2 科学技術庁の取組みと研究	159
3 文部省、東京大学 航空宇宙研究所へ改組	160
4 宇宙開発審議会から宇宙開発委員会へ	161
5 日米宇宙協力に関する交換公文	161
6 宇宙開発推進本部から宇宙開発事業団へ	162
3節 基礎技術力養成を目指して	162
1 東京大学航空宇宙研究所の活動	162
2 宇宙開発推進本部の活動	163
3 宇宙開発事業団の活動	163

### 第2章 追いつく努力:独自技術力育成の時代 (1970~1980)

1節 日本初の静止衛星を目指して	165
1 電離層観測衛星・技術試験衛星、 研究から開発へ	165
2 新N計画の各衛星の開発	165
3 N- ロケットの開発と日本初の静止衛星 「きく2号」の誕生	166
4 N- ロケットの開発	166
5 H- ロケットの開発	167
2節 宇宙を科学の目で	168
1 Mロケット・シリーズの性能向上	168

2 科学衛星<太陽系観測>シリーズ	168
3 科学衛星<天文観測>シリーズ	169
3節 実用衛星を目指して	170
1 気象衛星「ひまわり」シリーズ	170
2 通信衛星「さくら」シリーズ	170
3 放送衛星「ゆり」シリーズ	171

### 第3章 追い越す努力:技術基盤確立の時代 (1980~1999)

1節 国際舞台への登場	172
1 気象観測小型ロケットで定期観測へ	172
2 念願の大型ロケットへ (M-3S- ,M-V,H- )	172
3 無重力宇宙実験から 宇宙環境利用実験へ	174
4 回収型無人実験衛星	178
2節 実用衛星時代を迎えて	179
1 取り巻く制約	179
2 民間商業通信衛星の活躍	180
3 信頼性・品質保証の向上とISOへの参加	180
3節 宇宙の更なる利用を求めて	181
1 資源探査衛星シリーズ	181
2 地球観測衛星シリーズ	182
3 運輸多目的衛星シリーズ	183
4 再利用型宇宙往還機へ向けて	183
5 国際宇宙ステーション (ISS)計画への参加	184
4節 H- 及びM-Vロケット打ち上げ失敗、 宇宙事業の停滞	185
1 H- ロケットの2回連続打上げ失敗と 計画の見直し	185
2 M-Vロケット4号機の打上げ失敗と 計画の見直し	187

### 第4章 宇宙商業化への対応:国際競争力養成の時代 (1999~)

1節 宇宙商業化に向けた世界の流れ	188
2節 新たな宇宙開発利用体制と 宇宙開発利用の基本方針	188

1 総合科学技術会議による宇宙開発利用の 新方針 .....	188	6. 宇宙科学研究所の主な打上げ ロケットの流れ .....	223
2 文部科学省下の宇宙開発委員会と 3機関統合 .....	189	7. M-Vロケット .....	224
<b>3節 商業化を目指して</b> .....	189	8. 宇宙開発事業団の主な打上げ ロケットの流れ .....	225
1 国際ロケット市場 .....	189	9. H- ロケットと H- Aロケットの比較(標準型).....	226
2 H- Aロケットの開発 .....	190	10. H- Aロケット1号機から4号機まで ...	227
3 H- Aロケットの商業化への努力と 民間移管 .....	192	11. H- Aロケットの今後の展開 .....	228
<b>4節 宇宙利用産業の将来展望と 衛星の商業化の努力</b> .....	194	12. H- Aロケットの製造分担 .....	229
1 宇宙利用の拡大 .....	194	13. H- Aロケット打上げ関連地上設備の 製作分担 .....	230
2 国際衛星市場における受注活動 .....	194	14. 国際宇宙ステーションの構成 (完成時).....	231
<b>5節 我が国宇宙産業の新たな動き</b> .....	195	15. 日本の実験棟(JEM)「きぼう」.....	232
1 IHIエアロスペースの誕生 .....	195	16. 宇宙ステーション補給機(HTV) .....	233
2 NEC東芝スペースシステムの誕生 .....	196	17. 生命科学実験施設 (セントリフュージ).....	234
3 ギャラクシーエクスプレスの誕生 .....	196	18. 国際宇宙ステーション組立 スケジュール .....	235
4 中小企業の挑戦 .....	196	19. 再使用型宇宙システム(RLV) .....	237
<b>6節 官民協同によるニュープロジェクトの 推進</b> .....	196	20. 宇宙開発事業団の宇宙飛行士一覧 .....	238
1 GXロケットの開発・運用を .....	196		
2 準天頂衛星のシステムの構想の具体化へ ...	197		
3 「きぼう」利用ビジネスへ向けて .....	198		
<b>7節 宇宙産業基盤の強化に向けた努力</b> ...	198		
1 CALSを用いた宇宙産業基盤の整備 .....	198		
2 プロジェクトによる宇宙産業基盤の 育成例 .....	200		
<b>8節 将来へ向けて</b> .....	201		
1 将来へ向けたプロジェクト .....	201		
2 宇宙工業の流れ .....	202		
<b>あとがき</b> .....	205		

## 各論

1. 日本の主な人工衛星等の打上げ一覧 (含スペースシャトル利用).....	206
2. 日本の人工衛星 .....	207
3. 日本の民間通信放送衛星等一覧 .....	219
4. 世界の主な打上げロケット .....	220
5. 日本の主な打上げロケット .....	222

## 統計データ

図-1 宇宙産業市場規模の動向 .....	239
図-2 主要国の宇宙開発予算 .....	239
図-3 宇宙関連事業の売上高の推移 .....	240
図-4 人員構成の推移 .....	240
図-5 設備投資額の推移 .....	241
図-6 輸出高の推移 .....	241
図-7 輸入高の推移 .....	242
図-8 研究開発費の推移 .....	242
図-9 宇宙産業の市場規模 .....	243
図-10 宇宙開発関係予算の推移 .....	243

## はじめに：今日の宇宙工業

この50年史は「日本の航空宇宙工業戦後史（昭和62年3月発行;35年史）」の内容を全面的に見直したものであり、その後の我が国の宇宙開発政策に基いた宇宙工業の活動の発展を述べたものである。

敗戦後、連合国軍総司令部（GHQ）の命令で、すべての航空機の生産・研究などが一切禁止されたが、昭和25年6月25日、朝鮮戦争が勃発後対日政策は急変し、昭和27年3月8日、GHQは航空機等の生産禁止を解除した。4月28日、サンフランシスコ対日平和条約が発効となり航空の主権が日本に返還され、7年に及ぶ航空空白の時代は終わった。

航空再開となるや、レシプロ小型機の国産やジェット機のライセンス生産等が開始されたが、東京大学生産技術研究所の糸川英夫教授グループによる極超音速ロケット機構想という全く別の動きが現われた。この構想の第一歩として、昭和30年4月14日、超小型固体ロケット「ペンシル」の初の公開水平発射実験を成功させた。その後自主技術による固体ロケットの性能向上を図り、国際地球観測年（IGY:1957・7・1～1958・12・31）終了1ヶ月前に「カツパ」シリーズにより観測を成功させた。この間、昭和39年4月1日に東京大学宇宙航空研究所（宇航研）と改組した後、更に地球周回衛星を目指したが、4度の失敗のあとの昭和45年2月11日、鹿児島県内之浦より日本初の人工衛星「おおすみ」の軌道投入に成功し、ソ連、米国、仏国に次ぐ4番目の自力衛星打ち上げ国となった。

一方、ペンシル初発射の翌年、昭和31年5月19日に発足した科学技術庁は、その実施機関として宇宙開発推進本部を設立、約5年間のQ、N計画の推進や小型ロケットの開発・打ち上げの後、昭和44年10月1日に宇宙開発事業団へ改組し、業務を引継いだ。初代理事長に就任した島秀雄博士は、自主技術に基づく固体ロケット主体のQ、N計画では技術的に、資金的に問題が多いという判断の下に、同事業団設立直前に成立した日米宇宙協力交換公文を基に、液体ロケットの技術導入に基づく新しいN計画に大転換した。このように戦後の宇宙開発は、大学による

科学分野と国としての実用分野との2本立てで、それぞれゼロからスタートし活動したが、宇宙工業の点からはまだまだ序の口であった。

昭和45年代に東大宇航研そして宇宙開発事業団は各種の衛星を次々と打ち上げたが、その宇宙先進国に追いつく努力は眼を見張るものであった。宇航研は「おおすみ」を誕生させたのに続いて、各種の科学衛星を打ち上げ、その存在と得られた観測成果が世界的に評価されていた。また、新型ロケットの初打上げは、試験衛星を搭載するとの方針が示された。

昭和44年10月に創立された宇宙開発事業団は新N計画に基いて予定通りに開発を推進した。導入された米国技術を利用して開発した新Nロケット（N- ）7機により技術試験衛星（ETS）シリーズ等を次々と打ち上げた。打ち上げ後、分離や衛星側のトラブルによって一部ミッションを達成できなかったものもあったが、これらは追いつく努力の過程における価値ある教訓となって次期N-、H- 計画に活用されていった。昭和52年2月23日、N- ロケット3号機により打ち上げられた「きく2号」によって日本は、米、ソ連に続いて3番目の静止衛星の自国打ち上げ国となった。

一方、運輸省（気象庁）・郵政省の強い打ち上げ要望によって、わが国初の実用静止衛星「ひまわり」、「さくら」、「ゆり」（いずれも米企業主体で製作）が米国のケープカナベラル射場からNASAデルタロケットにより、昭和52年7月14日、同年12月14日、翌昭和53年4月7日に夫々打ち上げられた。国産化向上のさなか何かと批判もあったが、日米の事業団・衛星メーカー・チームによる3回の現地打ち上げ作業において、射場施設を含めて多くの技術体験を修得でき、以降のロケット、特にH-Iロケットの開発や打ち上げ、追跡管制業務の参考となった。この追いつく時代の約10年間に宇宙工業の売上高は急激に増加したのであった。

東大宇航研は昭和56年4月14日に文部省直轄の宇宙科学研究所（宇宙研:ISAS）に改組し、Mロケットシリーズ4代目のM-3S、5代目のM-3S そして大

型化した次世代のM-Vを実用化し、約15基の科学衛星を次々と打ち上げて世界的な成果を挙げた。また、宇宙開発事業団では、Nロケットシリーズ2代目のN-を8機、そして液体水素エンジンを第2段としたHロケットシリーズのH-Iを9機、更にH-を5機の計21機の連続打ち上げ成功を達成したが、H-打ち上げ後半に発生した予期せぬ2回の失敗（5、8号機）によって当時開発中の次世代H-Aロケットによる世界の衛星打ち上げ市場参加への望みは一時遠のいたのであった。

一方、NASAのスペースシャトルによる宇宙環境利用実験ミッション等に7回に亘り日本人宇宙飛行士を搭乗させ、有人宇宙技術の習得を図るとともに、米主導による国際宇宙ステーション（ISS）プロジェクトへ参加し、ロシアと米国による度重なるISS打ち上げスケジュール遅延に伴う諸問題点を克服しながら、日本の実験棟（JEM）「きぼう」の開発と利用・運用の準備を着実に進めている。

更に米国スーパー301条の適用により平成2年6月15日に日米決着した非研究開発衛星の調達手続きによって、国としての通信・放送衛星シリーズは3代目で中止されたが、民間複数企業による商業通信衛星シリーズのサービスが定常化されている。このような宇宙活動を経てこの時期の日本の宇宙開発は、「宇宙開発政策大綱」に基づき次世代H-Aロケットの開発、地球環境観測、宇宙環境利用そして宇宙科学の4本を柱として、技術基盤を確立していった。

スペースシャトル初飛行の翌1982年にレーガン米大統領が発表した国家宇宙政策において、民間部門の投資及び非軍事宇宙活動への関与の増大を目標として民間による宇宙技術開発の促進を実施原則の一つとした米国の宇宙商業化政策が示された。その後、使い捨てロケット（ELV）の民営化（1983年）、民間企業による商業打ち上げへの移行等次々と宇宙商業化を促進してきた。

一方、我が国における宇宙商業化への対応については、平成14年6月19日の「今後の宇宙開発利用に関する取り組みの基本について」の中で初めて戦略として示された。従来、我が国の宇宙開発の指針として宇宙開発委員会が決定した「宇宙開発政策大綱」があり、それに従い各年度の宇宙計画が実施されてきた（平成8年1月の第4次改定が最終）。宇宙開発委員会は、中央省庁再編直前の平成12年12月14日、「我が国の宇宙開発の中長期戦略」と題する基本戦

略部会報告書を、従来の「宇宙開発政策大綱」に代わるものとした。しかし、省庁再編後の平成14年6月19日、総合科学技術会議は、「今後の宇宙開発利用に関する取り組みの基本について」と題する報告書を発表し、文部科学省の宇宙開発委員会も積極的に動き出した。これが現在の宇宙開発の指針となっている。

更に、国としての宇宙開発機関としては、文部科学省下の3機関（宇宙科学研究所、航空宇宙技術研究所、宇宙開発事業団）は、平成15年度に統合されることが決定された。新機関の名称は「宇宙航空研究開発機構」とされ、平成15年10月設立を目指して、現在各プロジェクトを実施しながら精力的に創立の準備を行っているところである。

さて、我が国の宇宙工業は、国の宇宙開発の進展とともに、着実に基礎固めを行い、多くの分野で成果を挙げてきた。しかし、宇宙開発に対する累積資金投資額は米、旧ソ連はもとより西欧諸国と比べても少なく、産業基盤を確立するまでには至っていないが、宇宙開発技術については基盤を確立しつつ21世紀に入った。

打上げロケット分野では、H-ロケットの成功により海外技術への依存が終了し、その発展型であるH-Aロケット試験機2機と3、4、5号機の5回連続打ち上げ成功により、商業衛星打上げ分野での国際市場参入への足場を固める努力を行っている段階である。そして、H-Aロケット標準型の民間移管が決定され、平成14年11月に三菱重工がプライムに選定され、平成6年6月の年間打ち上げ期間拡大という政府との合意のもとに商業化に向けた企業努力がスタートした。

次に衛星分野では、我が国衛星関連企業の規模は米企業に比して規模は小さいものの、技術レベルでは見劣りするものではなく、衛星システムの製造については欧米に対抗可能となっている。また、通信・放送衛星を中心とする実利用の分野では、宇宙商業化が急速に進み、我が国の企業はかなり高度な技術を有するものの、コスト面での一層の競争力の強化が必要である。部品やコンポーネントなどは先進国向け輸出が十分可能な技術レベルに達していると言えよう。

また近年、地球環境問題のグローバルな展開から、地球観測・地球科学に係わるプログラムが重要視さ

れてきており、国際的な地球観測システムでの我が国の役割を果たすための衛星開発や観測データ利用のための地上のネットワークシステムの構築等は、宇宙産業分野の拡大につながるものとして期待が大きい。

一方、国際社会への応分の貢献を図る意味からも、現在開発・建設中の国際宇宙ステーション(ISS)などの国際プロジェクトに積極的に協力することは、我が国の果たすべき責務であり、その実効ある協力のためには、我が国独自の優秀な技術を保有し、かつ国力に見合った資金を負担し、自在性を保つことが必要である。この分野の商業化のためには、日本実験棟「きぼう」利用ビジネスへの一般参加の仕組みを構築して前進することが望まれる。

宇宙機器・部品材料分野では、高性能化、小型軽量化、耐環境性、信頼性、安全性の向上化への地道な努力が続けられているとともに、無重力、高真空などの宇宙環境を利用した新しい材料や薬品、新しい工法による製品が実用化され、今後新しい産業として展開する可能性もある。

さて我が国の宇宙産業をみると、ロケット、地上施設、ソフトウェアを含めた平成13年度の生産高は、3,618億円であるが、衛星による通信放送サービス関係等の宇宙利用分野を含めると約1兆2千億円となる。N-Iロケット計画が行われていた昭和58年代には、宇宙産業の生産高は1,700億円、平成元年に2,800億円、平成13年度に3,618億円に伸長したが、この間、約2倍の規模に達するのに20年近くを要している。なおこの生産高は欧州の2/3、米国の1/10に過ぎない。射場打ち上げ期間が倍増したとはいえ衛星打ち上げ回数が研究開発衛星を主体とし年2~3回程度では産業基盤として脆弱である。

我が国を取り巻く内外の経済情勢は当面大きく好転するとは考えにくく、将来に亘って我が国の宇宙産業が国際市場に展開していくためには、米欧諸国が強力に推進してきたように、宇宙産業を裾野の広い産業分野として捉え、材料・バイオ・製薬・情報・通信・運輸等値の産業分野と有機的に結合したシステム産業として発展しなければならない。我が国の航空宇宙産業は、その発展の過程で日本の安全保障に貢献することともに、高度先端産業として技術水準の維持・向上に寄与し、人類共通の夢である宇宙開発に大きな役割を果たしてきた。21世紀に入り、科学技術創造立国として国際的役割を果たすた

めには、日本の次世代産業としての航空宇宙産業の発展がますます重要になることは疑いない。

なお、この50年史は、平成15年2月1日のスペースシャトル・コロンビア号(STS-107)の帰還予定16分前の空中分解事故前にほぼ脱稿していたものであり、今後のシャトル打ち上げ後の見直しで国際宇宙ステーション(ISS)計画等は変更されることをご了承賜りたい。故搭乗員7名とその遺族の方々に対して深甚の哀悼の言葉を述べるとともに、事故原因の徹底的追究と対策の後、早急なシャトル再開飛行とISSの組み立て続行を期待するものである。

# 第1章 敗戦後ゼロからのスタート：基礎固めの時代(1954～1970)

## 1節 宇宙開発の黎明

### 1 敗戦後発足した東京大学生産技術研究所

戦後の日本復興時期において、米・ソの冷戦と宇宙開発競争が始まっていたが、日本のロケット研究は官学民のいくつかの組織によって始められていた。その中でも重要な役割を果たしたのが、糸川英夫教授ほか有志10数名の研究者で結成されたAVSA (AVionics and Supersonic Aerodynamics) 研究班である。この研究班は、東京帝国大学第二工学部(西千葉)解散後の昭和24年5月に発足した東京大学生産技術研究所(以下、東大生研)の中に、昭和29年2月5日に誕生した。

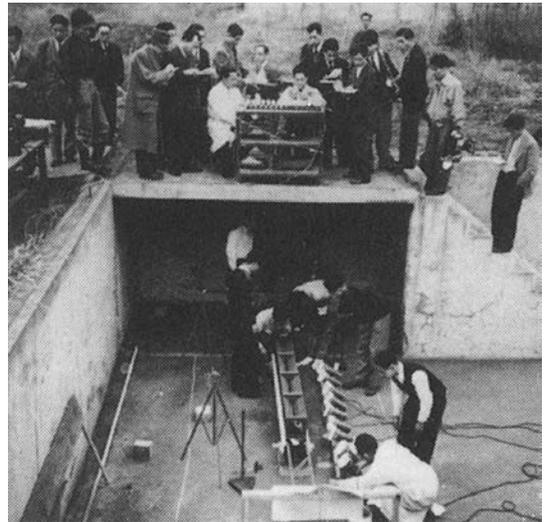
### 2 ペンシルロケットの初公開水平発射からベビーロケットへ

昭和29年にAVSA研究班は研究費60万円を受け、高速衝撃風洞の建設とロケット・テレメータ装置の研究を目指して、その活動の第一歩を踏み出した。それとは別に文部省からの補助金40万円と通産省から富士精密に補助金230万円が出るようになった。この270万円で多くの超小型ロケットが試作され、富士精密荻窪工場での燃焼試験を経て、直径1.8cm、長さ23cm、重さ202gの翼幅8cmの十字尾翼を持つペンシル・ロケットが生まれた。

荻窪工場内での燃焼実験により、内圧112気圧、燃焼時間63ミリ秒、推力29kgなどを確認の後、翌昭和30年の3月12日、東京都・国分寺の新中央工業工場跡地の銃器試射用ピットにおいてペンシルの初水平試射を行い、次いで4月14日には関係官庁・報道関係者大勢の立会いのもとで初の公開試射を行った。この水平試射は4月12、13、14、18、19、23日に行われ、34機すべてが成功裡に終了した。

国分寺での実験の後には、千葉の東大生研にあった50mの船舶用実験水槽を改造したピットで、全長を300mmにしたペンシル300、2段式ペンシル、無尾翼のペンシル等を次々と水平発射して経験を積んだ。ここでの実験以後、ロケット発射の舞台は秋田県道川海岸に新設した道川実験場に移る。道川実験場は、昭和30年8月から8年間日本の固体ロケットの発射試験等の技術開発の舞台として利用され、昭和37年に

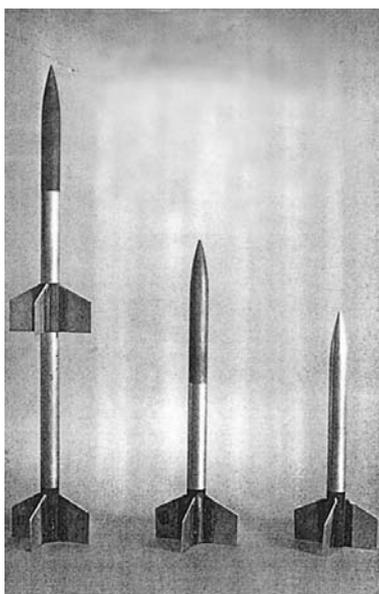
閉鎖されて鹿児島県内之浦へ移った。こうしてペンシルロケットを開発したAVSAグループは、国際地球観測年(IGY:International Geophysical Year)の計画参加に向けて中心的な役割を担うことになる。



ペンシルロケットの水平発射前作業  
(昭和30.4.14国分寺での初公開時)



ペンシルロケットの初水平発射  
(昭和30.4.14国分寺での初公開時)



ペンシル形式	2段式	300型	標準型
全長 (mm)	460	300	230
重量 (kg)	0.367	0.251	0.202
外形 (mm)	18	18	18

ペンシルロケットシリーズ  
(2段式、300型、標準型)



ペンシル300発射直前の糸川教授  
(昭和30.8.6道川実験場)

### 3 国際地球観測年 (IGY) 参加へ

昭和27年、世界の地球物理学研究者の間で、IGYの計画が立てられた。これは1957 (昭和32) 年7月1日から翌年12月31日までの18ヶ月間、世界63ヶ国が各地で協力して、地球物理学、天文学、物理学、地質学、海洋学などの各種の観測を共同で行い、地球の全体像を明らかにしようというもので、共同観測の分野は13項目あった。

昭和29年春、第2次大戦後初めてのIGYの準備会

議がローマで開催された。大戦後の飛躍的な技術革新を背景にして、戦勝国であるアメリカ、イギリス、ソ連の強力なリーダーシップのもとで開催され、南極大陸の観測、観測ロケットによる大気圏上層の観測という2つの特別プロジェクトが組まれた。当時、AVSA研究班の極超高速ロケット機構想は、当時の国情では余りにも突飛過ぎて予算化も適わず苦慮していた。このIGY計画を知った糸川教授は直ちに参加を決心した。東大生研のIGY参加計画は、昭和30年2月3日、日本学術会議の国際地球観測年特別委員会で承認され、同月文部省からも認められた。昭和30年度には東大のロケット研究に6,000万円の予算が初めて計上され、西千葉の東大生研千葉実験所内にSR (Sounding Rocket) 研究班が設置された。

ペンシルの公開実験と併行したこのIGY参加計画のため、SR研究班が先ずとりかかったのは、今後発展する観測ロケットの発射場の選定と建設であった。海に面し、人家や船舶・航空路から十分に離れて安全が確保できる等の条件で、秋田県道川海岸が選ばれ道川実験場が整備された。昭和38年8月6日14:20発射信号でペンシル300はランチャーから転げ落ちた。急いでランチャーにストッパーを取り付け、15:32初の斜め発射となった。記念すべき2回目のペンシル300の到達高度は600m、水平距離700m、飛行時間16.8秒であった。

一方、AVSAグループの当初の計画では、ベビーに次いでアルファ( )、ベータ( )、カッパ(K)、オメガ( )と順次大型化を図り、オメガロケットで20kgの観測機器を100kmの高度まで上げることを目標としていた。しかしIGYに間に合わせるため研究開発のテンポを速める必要があり、ベビーS、T、R型計13機を発射した後、途中、を省略してカッパに進んだのである。

カッパシリーズの開発にあたって、東大生研は今日に至るまで踏襲されているいくつかの基本的な開発方針を定めた。まず第一の方針は、固体推進剤の採用である。固体推進剤ロケットにした理由は、液体推進剤ロケットに比べて構造が単純で取り扱いが容易、価格が安い、安全である、大戦中のロケット機や誘導弾の技術が活用できたことであったが、当時アメリカ、イギリス、フランスなど先進国が実用化していたカッパクラスの観測ロケットは、ほとんど液体推進剤を用いていた。従って、この開発方針はかなり奇異な目で見られたが、実際には先進諸国

も同じ頃、液体推進剤から固体推進剤への転換を図っており、昭和31年以降には新世代の固体推進剤を用いた観測ロケットが相次いで登場したことで、東大生研が先見の明を誇る結果となった。

第二の方針は、積み上げ方式とでもいうべきものであり、今日まで一貫した方針となっている。これは、十分に実験を重ね、実績を積んだロケット・モータを上段で使用し、新規開発の大型ロケットモータを第1段に使用することによって、着実に順次多段化、大型化を図って行く方式である。

第三の方針は、漸進的改良方式をとったことである。固体推進剤ロケット・モータはモータそのものが機体構造を兼ね、その最も基本的なパラメータはモータの直径である。モータの直径を変えずに、推進剤、ノズル、構造材料などに新技術を随時盛り込んで行くことによって、全体の性能向上を図っていた。このため同じ直径のロケット・モータでも、初期型と後期型では構造も性能も大きく異なり、第1段として登場したモータが技術の成熟に伴い第3段として使用されたこともあった。

これらの独創的な開発方針は、いうまでもなく、決して潤沢ではない予算、十分ではない研究技術者の数・乏しい経験といった制約のなかで、当時の日本として最大限の成果を得るべく取られたものであった。

#### 4 世界水準の観測ロケット、カップ・シリーズ

カップ・シリーズの最初のK-1型1号機（K-1）は、直径12.8cm、長さ225cm、重量33kgの1段式で、昭和31年9月24日道川実験場から初発射された。昭和32年4月24日には直径22cm、長さ240cmの第1段ロケットを組み合わせさせた2段式のK-2-1を打ち上げた。

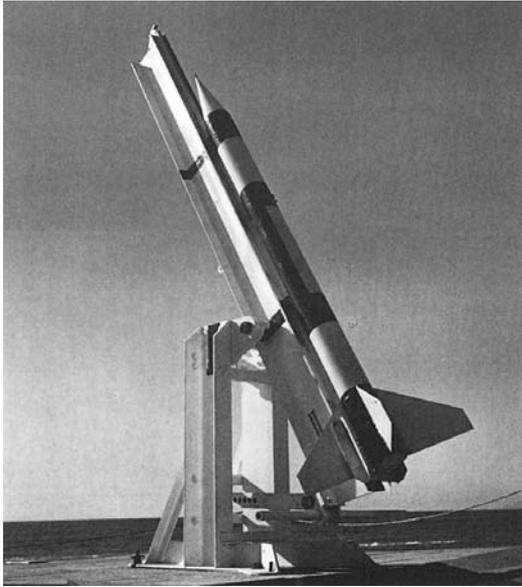
昭和32年9月20日に打ち上げられたK-4-1からIGYの一環としての高層大気観測が開始された。これは第1段直径33cm、全長586cm、重さ364kgの2段ロケットでペイロードとして宇宙線観測装置を積んでいた。K-4-1は高度50km付近の成層圏界面（Stratopause）の観測を目指していたが、実際に到着した高度はその半分以下であった。また宇宙線観測も、装置が故障して観測に失敗した。翌33年6月16日には、IGY観測の本番用ともいうべきK-6-1が初飛行した。K-6型ロケットは昭和35年9月17日までに、18機が道川実験場から発射された。糸川教授は、第9回国際宇宙航行連盟（IAF）大会（1958年10月アムステルダム）

において日本の観測ロケット成果を発表し、日本ロケット協会（昭和31年9月4日設立）のIAF加盟が承認された。IGY期間中、自力で観測ロケットを打ち上げたのは、米ソを除けば、日本と英国だけであった。ほとんどゼロの状態からスタートし、4年間に実際に観測を行えるロケットをつくり上げた意義はきわめて大きい。東大生研と協力した富士精密（後の日産自動車を経てIHIエアロスペース）、日本電気（NEC）等の民間企業が、貴重な設計・開発経験を蓄積ができたことも、より大きな意義を有しているといえる。

鹿児島県大隈半島内之浦の実験場が完成する前の昭和37年5月24日19:50、秋田実験場で発射直後のK-8-10が落下、暗闇の海岸を火を吹きながら転げまわる大事故があったが幸い死傷者はなかった。この後の打ち上げは内之浦へ移った。内之浦の実験場の建設は昭和37年2月に開始され、同年11月25日にはK-9M-1が発射された。実験場が正式に開所したのは昭和38年12月9日のことで、「東京大学鹿児島宇宙空間観測所」（KSC）と命名された。



ペンシル300の初発射  
（昭和30.8.6道川実験場）



K-1-1ロケット  
(昭和31.9.24道川実験場)

## 2節 宇宙開発体制の整備へ

### 1 人工衛星打ち上げへの期待

1957(昭和32)年10月4日、世界初の人工衛星スプートニク1号が旧ソ連によって打ち上げられて以来、アメリカ・旧ソ連両国の宇宙科学技術分野における発展はめざましく、先進諸国ではこれに呼応する動きが急速に高まった。日本においても人工衛星打ち上げを望む声は自然発生的に湧き上がって来た。スプートニクが打ち上げられた直後から、日本もいつかは人工衛星を打ち上げることになるだろうとの漠然とした期待が、一般の国民の間にあった。

東大生研AVSA研究班の観測ロケットの実績が積み重ねられるにつれ、第一線の研究者、技術者、政策決定者の間から、将来の目標として人工衛星実現を望む声が上がらなうようになったのも当然のことであった。わが国でも研究開発体制の整備を行いつつ、国としても本格的に宇宙開発を推進することになった。

昭和31年5月19日、原子力・宇宙開発等の最先端科学技術の研究開発を促進するため、科学技術庁が発足した。昭和34年7月10日、第9代中曽根康弘科学技術庁長官の音頭取りで、宇宙科学技術振興準備委員会が設置され、同年8月には当面の宇宙科学技術開発計画がまとめられた。高度300～400kmに達する観測ロケットを開発、数年以内に500～1,000kmに達する観測ロケットを実現した後で、人工衛星の打

ち上げを目標として研究開発を進めることになった。

昭和35年5月16日には、総理大臣の諮問機関として総理府に宇宙開発審議会が設置された。審議会は昭和37年5月11日、最初の答申「宇宙開発推進の基本方策について」を示したが、そのなかでは、日本の宇宙開発が平和・自主・公開の三原則の上に立つべきこと、国際協力を重視すべきこと、などが主張されたが、人工衛星計画についてははっきりした態度は示されなかった。

産業界も政府の審議会設置の動きに対応して、体制整備のため昭和36年6月、経団連内に宇宙平和利用特別委員会を設置し、同年7月「宇宙開発体制の整備に関する意見」をまとめた。この意見書では、国が宇宙開発に関する基本政策、長期計画を策定したうえで行政を一元化し、産業界の積極的協力を得て宇宙開発を強力に推進すべきであるというものだった。この意見は、翌昭和37年5月の宇宙開発審議会の1号答申にもほぼ採り入れられ、さらに同委員会は、政府の窓口一元化と調整機関の設置を働きかけ、昭和37年12月、「宇宙開発本部の設置に関する要望意見」を発表して、総理府に宇宙開発本部を設け、科学技術庁に研究開発の実施機関を設けるよう政府に要望した。

### 2 科学技術庁の取組みと研究

昭和31年5月19日に発足した科学技術庁が宇宙開発に取り組み始めたのは昭和35年からである。その年の5月16日に総理府に宇宙開発審議会並びに宇宙科学技術準備室を設置し、昭和37年4月25日には同準備室は研究調整局航空宇宙課へと発展して、昭和39年7月1日には宇宙開発推進本部(以下、推本)の設置をみるに到った。推本は昭和45年度までに150kg級の実用衛星を打ち上げる目標を掲げていた。これは民間レベルにおける国産衛星待望論の高まりに呼応するものであった。

昭和35年に科学技術庁は委託研究費によって気象観測ロケットの研究を民間企業に委託した。その後科学技術庁は推本に宇宙開発業務を移管するまでの4年間、科学技術庁は自ら研究開発を担当し、民間企業に対する研究の委託、特別研究促進調整費による重要研究の推進などを実施したほか、ロケットに関しては、小型液体ロケットの開発に努力を注いだ。以来、約40年間、科学技術庁は関係省庁の調整機関

として宇宙開発審議会、宇宙開発委員会の事務局を担当し、内外の動向に対応しつつわが国の実利用分野の宇宙開発体制づくりに行政面での活動を続け、平成13年1月の中央省庁再編で新しい文部科学省に移った。

一方、昭和30年7月11日に発足していた同庁の付属機関である航空技術研究所（National Aeronautical Laboratory;NAL）は、昭和38年4月1日に航空宇宙技術研究所（National Aerospace Laboratory;NAL）と改称し、宇宙技術に関する研究を重要研究の一つとして採り上げ、ロケット部を新設した。同部はロケットのシステムスタディ、ロケットの空気力学、固体ロケット、液体ロケット、ロケットの制御・誘導等に関する基礎的、先行的な試験研究、また、これら技術成果の確認のためのロケットの試作、飛翔試験の実施などを進めるとともに、推本、宇宙開発事業団の開発業務に対し強力な支援を行ってきたが、中央省庁再編に伴い平成13年4月1日より独立行政法人航空宇宙技術研究所（NAL）として再出発した。

昭和36年、科学技術庁は独自に誘導制御に有利となる液体ロケット開発を開始し、JP-4を燃料、硝酸を酸化剤とする推力1tの液体推進剤ロケットを民間に委託し試作した。昭和38年8月10日、科学技術庁は、第1回のロケット打ち上げ実験を、防衛庁新島実験場において実施した。この実験では、気象観測ロケットS-A3機、液体ロケットLS-Aサステーナ1機（直径0.3m、全長4.55m、重量272kg）を打ち上げたが発射数秒後、構造部が破断、分解して失敗した。この打ち上げ実験は、科技庁自らが実施した最初にして最後の打ち上げとなった。昭和39年7月1日の推本の発足とともに、同年7月17日～23日新島で実施された第2回以降の打ち上げは、推本が行うことになったためであった。

しかし新島では地元住民のミサイル実験場反対運動が高まり、科学技術庁としては別の実験場を探さざるを得なくなった。昭和41年5月に科学技術庁は鹿児島県熊毛郡南種子町を中心として新しい実験場、「種子島宇宙センター」を建設することを決めた。地元等の漁民との打ち上げ時期の交渉がまとまり、種子島宇宙センターにおいて最初のロケット実験が行われたのは翌昭和43年9月19日のことである。9月19日打ち上げられたのは、LS-Cの第2段をダミーに代えたLS-C-Dと航空宇宙技術研究所の開発したNAL-16H-1である。

これらの小型ロケット開発と打ち上げには思わぬ失敗もあったが、その貴重な経験・成果は宇宙開発事業団に引継がれた。このように東大生研が道川実験場において昭和30年8月6日に実施したペンシル300初空中発射より8年遅れて、科技庁推本による新島でのS-A型ロケットの初発射が行われたのであるが、糸川教授という先駆的リーダーの活動がなければ、日本の実利用分野の宇宙開発のスタートはもっと遅れていたかも知れない。



LS-A-1の発射  
（昭和39.7.25 新島実験場）

### 3 文部省、東京大学宇宙航空研究所へ改組

このような観測ロケット開発の発展に対応して、昭和39年4月1日には東京大学に、宇宙航空研究所（以下、宇航研）（Institute of Space and Aeronautical Science ; ISAS）が開設された。この宇航研は、東大生研のSR研究班等と既存の東大航空研究所の宇宙科学関連研究者等を合併したもので、全国の大学の研究者の共同研究機関と位置づけられ、都内目黒の航空研究所キャンパスに設置された。

昭和39年12月、東京大学宇宙航空研究所長と科学技術庁宇宙開発推進本部長が兼任されることを手はじめに、わが国の宇宙開発の一元化への動きが進み、体制整備への足がかりが得られるに至った。昭和39年にはSA（SAteellite）研究班も生まれた。これは、東大をはじめとする全国の大学、郵政省電波研究所、日本電信電話公社電気通信研究所、通産省工業技術院電気試験所、NHK総合技術研究所、理化学研究所などの第一線研究者の集まりであった。

昭和40年6月には宇宙空間特別委員会主催で科学

衛星計画シンポジウムが開かれ、具体的な方策が討議された。日本には独自の技術によって科学衛星を製作し、打ち上げる能力を有するし、そうすべきであるという結論を得た。ソ連、アメリカに続いて日本が衛星を飛ばすことには十分科学的な意義があり、また、その打ち上げについても、日本が製作した人工衛星を米NASAの手を借りて打ち上げる場合には、実現までに4年かかることから自力で打ち上げた方が早く、また有用であるとの主張もあった。

#### 4 宇宙開発審議会から宇宙開発委員会へ

わが国の宇宙開発は、まず東大生研グループを中心に進められてきたが、政府は宇宙開発審議会を設置し、宇宙開発に本格的に取り組むための体制整備に乗りだしていた。昭和40年代初めの世界の宇宙開発はかなりの速度で進んでいたが、日本では東大ロケットによる科学観測が多く成果をあげてきていたものの、人工衛星による宇宙開発の面では立ち遅れていた。宇宙開発審議会は、昭和42年12月20日、わが国としても人工衛星の打ち上げによる大規模な宇宙開発に乗り出すべき時期に来ているとの認識のもとに、わが国の宇宙開発の長期計画と体制の大綱について答申した(4号答申)。

この答申は、わが国が人工衛星を打ち上げて行くには、わが国における研究開発および利用を強力にかつ効率的に推進することを求めており、このため長期的見通しにそって計画、実施、評価等の機能が有機的に発揮されるような体制をすみやかに整備することが必要であるとした。そして、このような体制を整えるために、わが国の宇宙開発に係る最高方針として尊重される権限を与えられた委員会を設置し、国として統一した構想のもとに人工衛星を打ち上げ、利用するための宇宙開発基本計画を審議決定し、その実現を期するとともに、計画の進行途上における評価・調整を行うことが必要であるとした。この答申を受けて、昭和43年5月2日に宇宙開発委員会設置法が公布・施行され、「宇宙開発委員会」が科学技術庁長官を委員長として、総理府に置かれ、第1回委員会が同年8月16日に開催された。

一方、経団連の宇宙平和利用特別委員会は、政府の宇宙開発委員会設置と前後して、昭和43年6月発展的に解消し、「宇宙開発推進会議」となった。この間、同委員会は政府と民間の接点にあって、わが国宇宙開発のために果たした役割は意義深いものが

あった。このような経緯の中で、宇宙開発委員会は長期的な計画の策定にかかり、宇宙開発事業団の発足した昭和44年10月1日に、推本の企画していたQ、N計画を含む「宇宙開発計画」を決定した。なお、この計画は、国内の研究・開発の進捗状況、国際環境の変化、宇宙利用の長期的見通しなどを踏まえ、その後もほぼ毎年その見直しが行われている。

諮問(発議)事項	諮問年月日	答申(建議)年月日
諮問第1号 「宇宙開発推進の基本方針」	昭和35年6月10日	昭和37年5月11日
諮問第2号 「昭和36年度における宇宙科学技術推進方策について」	昭和35年6月10日	昭和35年10月3日
諮問第3号 「宇宙開発における重点開発目標とこれを達成するための具体方策いかん」	昭和38年1月30日	昭和39年2月3日
建議 「人工衛星の打上げ及びその利用に関する長期計画について」		昭和41年8月3日
諮問第4号 「宇宙開発に関する長期計画及び体制の大綱について」	昭和42年9月28日	昭和42年12月20日

#### 宇宙開発審議会の諮問事項等

#### 5 日米宇宙協力に関する交換公文

わが国の宇宙開発の目的の一つとして、国内の産業技術の育成と涵養があげられており、従来はこの趣旨に基づいて国内技術中心に開発が進められていた。一方、推本での自主技術によるQ計画の企画・開発が進むにつれてそれぞれの技術分野における開発テンポに相当の格差がみられた。これを是正し、早期に開発の実をあげるためには、国内技術のみに頼るとすれば、莫大な人的ないしは資金的な資源が必要であることが明確になってきた。このため、直面する問題を確実にかつ財政的にも妥当な投資で遅れている国内技術水準を急速にレベルアップするためには、技術導入という方策が極めて有効な方法の一つであると考えられるに至った。このように自主技術・国産と良いながらその行方には、技術的にも資金的にも不安があったのである。

ところが、推本によるQ計画の進行とは別に、政治的な動きがあった。昭和42年11月14、15日に行われた渡米中の佐藤首相とジョンソン米大統領との会談後に発表された共同声明の中に、「宇宙開発に関する両国の協力の可能性につき検討することに合意した」ことが明らかにされ、ここに米国の液体ロケ

ット技術導入の可能性が示された。その後、昭和43年1月に、ジョンソン駐日米国大使から日本の宇宙開発のために米国から人工衛星およびロケットに関する技術を提供する用意があるという申し入れがあり、それを契機に、日米技術協力に関する日米交渉が昭和43年度から昭和44年度まで続けられ、推本の解散と宇宙開発事業団の創立を間近に控えた昭和44年7月31日、来日中のロジャーズ国務長官と愛知揆一外務大臣との間で「宇宙開発に関する日本国とアメリカ合衆国との間の協力に関する交換公文」が取り交されたのであった。

## 6 宇宙開発推進本部から宇宙開発事業団へ

宇宙開発審議会の答申（昭和42年12月20日の4号答申）を受けて、宇宙開発委員会は、科学技術庁の宇宙開発を主導してきた推本を発展的に解消し、科学技術庁、郵政省及び運輸省が主管する特殊法人を設立することを昭和43年12月に決定した。翌昭和44年6月23日には宇宙開発事業団法が公布され、同年10月1日をもって宇宙開発事業団、英語の略称NASDA(National Space Development Agency of Japan)が発足した。発足当時の資本金は46億6,600万円、役員10人（非常勤2人）、職員151人であった。初代理事長には国鉄技師長として東海道新幹線実現に功績のあった島秀雄博士が、また副理事長には推本本部長の松浦陽恵氏が夫々就任した。

NASDAは、それまで科学技術庁推本で進められていたQ、Nロケット計画の実施及び小型ロケットの開発打ち上げを民間委託で行うとともに、種子島宇宙センターもろとも引き継いだ。同時に、郵政省電波研究所が進めていた電離層観測衛星計画もその小平分室等とともにNASDAが引き継いで、実利用分野の実施機関となった。

## 3節 基礎技術力養成を目指して

### 1 東京大学宇宙航空研究所の活動と

日本初の人工衛星「おおすみ」の誕生

#### (1) ラムダとミューロケットの関係

昭和40年6月の宇宙空間特別委員会主催による科学衛星計画シンポジウムの参加者が念頭に置いていたのは、昭和38年4月に東大生研が開発に着手した固体推進剤による4段式M(ミュー)4Sロケットであった。翌年10月には、改組されていた宇

航研の野村民也教授が、昭和41年度にMロケットの本格実験を開始し、早ければその翌年度中にも国産衛星を打ち上げる、との構想を明らかにした。K(カッパ)に続く大型の観測ロケットとして、東大はL(ラムダ)の開発に取り組んでいた。M(ミュー)はそれに続くものとして、科学衛星打ち上げを目的としていた。

L(ラムダ)とは、直径73.5cmの第1段を持つロケットのシリーズの名称である。開発順に番号がふられたKシリーズと異なり、Lシリーズ、Mシリーズでは数字は段数を、Sはロケットモータが球形(Sphere)を表し、必要ならば添字が付けられた。Mとは、直径1.41mの第1段を持つロケットシリーズの名称である。アメリカが1961年に登場させたスカウト(XRM-91)の第1段の直径は1.0mであることを考慮すると、宇宙用の固体推進剤ロケットとしてはMロケットは最大級であった。

#### (2) 日本初の人工衛星「おおすみ」の誕生

昭和41年9月26日のL-4S-1の打上げから連続4回軌道投入に失敗した宇航研は、満を持して5度目の挑戦へ進んだ。L-4S型ロケット5号機の各段は、昭和45年1月末に内之浦に運び込まれ、同年2月6日に組み上げられた。同7日に打ち上げリハーサルが実施され、天候を待って打ち上げは同11日まで延期された。同年2月11日午後1時25分、L-4S-5は方位角93°(ほぼ東)仰角63°にセットされたランチャから打ち上げられた。8秒後、2本の補助ロケット(SOB)が切り離されるのが地上から見てとれた。

発射から1時間半経過した午後2時55分、人工衛星の追跡を依頼しておいたNASAから、“Congratulation”の言葉とともに、人工衛星からのテレメトリ電波を捉えたことを知らせて来た。午後3時56分には、軌道を1周した衛星からの信号が内之浦でも受信された。人工衛星は「おおすみ」と命名された。日本は旧ソ連、米国、仏に次いで世界で4番目に自国ロケットで自国の人工衛星を軌道に投入した国となった。なお、その約2ヵ月後の4月24日には、中国が初の人工衛星「東方紅」を長征1号ロケットで打ち上げたのであった。

## 2 宇宙開発推進本部の活動

### (1) Q、N計画の推進へ

推本の開発業務の内容は、宇宙開発審議会の諮問第3号（昭和38年1月30日付）に対する答申（昭和39年2月3日付）にある宇宙開発の重点目標のうち、人工衛星の開発製作、気象衛星用ロケットの早期開発、ロケットの能力の涵養、各種観測、計測機器の開発という目標を達成するものであった。昭和42年には推本は航空宇宙技術研究所の協力のもとに、誘導制御技術、関連地上施設設備および輸送等全般にわたる問題をも含めて各種のシステムスタディを実施し、人工衛星ならびにその打ち上げロケットについてもシステム予備設計を民間委託により行った上、Q、N計画の開発計画を作成した。

当初の開発計画はQ、N'、Nロケットの段階的開発計画より成っていた。QロケットはN'とNのための誘導制御技術の開発を主たる目的とし、N'ロケットにより中高度の実用実験衛星を、Nロケットにより100kg級の静止通信衛星を打ち上げることとしていた。当時Qロケット第1段の直径は1～1.4m、N'、Nロケットの第1段の直径は2.3mという構想であった。その後、宇宙開発委員会は推本の検討結果等を踏まえ、宇宙開発事業団創立の昭和44年10月1日に、政治的な技術導入の動きの中、あえてこのQ、N計画を含めた自主技術による我が国初の「宇宙開発計画」を決定したのであった。何かちぐはぐな動きであった。

### (2) 小型ロケットの開発と打ち上げ

推本では、前項に述べたQロケットの重要サブシステムについては、科学技術庁及び航技研が民間委託により先行開発していたLS-A型小型ロケット等を引継ぎ、改良して新島と種子島で多数機打ち上げ、一部失敗もあったが所要の飛翔データを取得・解析して技術の取得を続けていた。科学技術庁及び推本が打ち上げた小型ロケットは、S-A（3機）、S-B（10機）、LS-A（3機）、LS-C（3機）、JCR（2機）、S-C（3機）、S-T（1機）、HM-16（3機）、NAL-16他（5機）の計33機にものぼった。このように推本の約5年に亘る開発活動は、東大宇航研との対抗意識もあったが、自主開発・国産を目指したものであり特筆すべきものであった。

## 3 宇宙開発事業団の活動

### (1) Q、N計画を米国技術導入により新N計画へ大転換

宇宙開発委員会は、宇宙開発事業団創立と同日、これまで推本の進めていたQ、N計画を「宇宙開発計画」（昭和44年度）の中に了承せざるを得なかったが、1年後の昭和45年10月21日には、昭和45年度分の「宇宙開発計画」の内容に、早期にかつ大型の静止衛星を打ち上げたいという関係機関の強い要望を受けて、米国技術導入による液体ロケットを主体とする新しいN計画を含めて決定した。

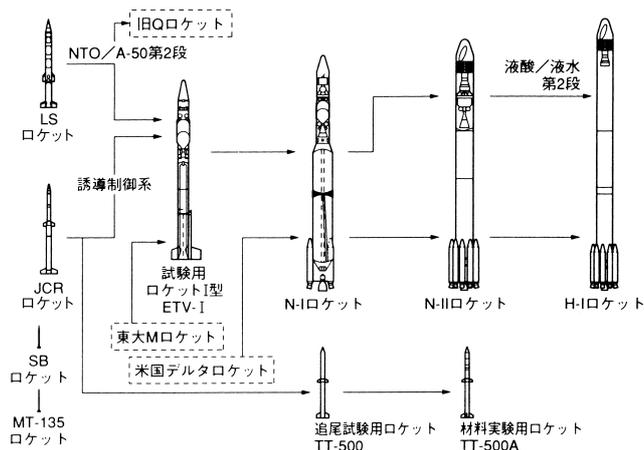
初代島理事長は就任後、Q、N計画の総合的見直しをトップダウンで命じ、Qロケットの開発を中止すると共に、米国技術導入による新しいNロケットによる新N計画案を作成、これが半年以上に亘る宇宙開発委員会等での白熱した議論を経て、昭和45年度「宇宙開発計画」に決定された。この前後1年間は宇宙工業界にとっては大激動の1年であり、事業団内においても動揺がみられ、またQロケットは幻のロケットと報道界から揶揄されながらも、徐々に新N計画の推進へベクトルを揃えて行った。

### (2) 小型ロケットの継続

小型ロケットは、Nロケット用に先行開発したLS-C型ロケットとJCR型ロケットの二種類がある。LS-C型ロケットはNロケット第2段の液体エンジンの開発を、JCR型ロケットはNロケットの搭載電子機器、誘導制御技術の開発を目的として計画したものである。推本から引継がれた小型ロケットを含め昭和59年までに、JCR（8機）、LS-C（5機）、空力研究用NAL-7BS（2機）、気象観測用SB-A（4機）とMT-135PT（33機）、更に射場設備とロケットとの整合確認用等のTT-210（3機）とTT-500（7機）等の合計62機に達し、Nロケットの開発に貢献した。



創立時、看板を掲げる島初代理事長  
(昭和44.10.1日郵政本館の仮庁舎玄関前)



NASDAのロケット開発の流れ  
(H-ロケットに至るまで)

## 第2章 追いつく努力：独自技術力育成の時代(1970～1980)

### 1節 日本初の静止衛星を目指して

#### 1 電離層観測衛星・技術試験衛星、研究から開発へ

わが国の人工衛星に関する関心は米ソの宇宙開発の進展につれて急速に芽生え、昭和36年4月に郵政省電波研究所に宇宙通信研究室が設置されたのを初めとし、昭和37年4月には科学技術庁に航空宇宙課が設置された。当初はあくまで米国の人工衛星を利用しての通信・測地(衛星位置観測)軌道観測等に関する計画が進められ、昭和38年11月国際電電茨城宇宙通信実験所により米国のリレー1号衛星による通信実験に成功するとともに、昭和39年10月にはシンコム3号衛星によって東京オリンピックの様子が郵政省電波研究所鹿島地球局を介して全世界に伝送された。

この頃より次第にわが国でも独自の衛星を開発すべきであるとの議論が行われた。まず、東京大学宇宙航空研究所が昭和39年4月に発足し、科学衛星の研究を開始した。ついで、郵政省電波研究所が昭和40年より人工衛星の開発に必要な施設等の調査研究を開始し、昭和42年6月には衛星研究開発部を設置し、電離層観測衛星及び通信衛星の開発に関する研究、施設の整備を開始した。これと並行して同4月に、電電公社電気通信研究所に衛星通信研究室が設置され、通信衛星に関する基礎研究が始められる一方、NHK技術研究所において放送衛星を対象とする基礎研究が開始された。当時は人工衛星打ち上げ用ロケットとして、昭和39年7月に設置された科学技術庁推本がQ、N計画中のQロケットを想定し、昭和45年度に重量約85kgの電離層観測衛星、および昭和48年度に重量30kgの静止軌道通信実験衛星を打ち上げる計画であったが、その後、計画が修正され電離層観測衛星は昭和47年度に、静止衛星は昭和48年度にそれぞれ自主技術で開発し打ち上げることとなった。

#### 2 新N計画の各衛星の開発

昭和42年当時ではすでに昭和41年度に成立した予算に基いて昭和39年4月1日改組した東大宇航研では、科学衛星第1号の開発を進めていた。一方、郵

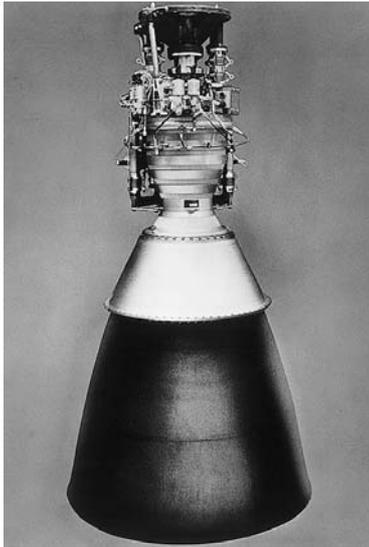
政省電波研究所では昭和43年に電離層観測衛星( ISS:Ionospheric Sounding Satellite )の開発およびそれらに必要な施設の予算が認められ正式に開発が開始され、推本においても衛星打ち上げのための最初の試験衛星が計画された。その後、昭和44年10月、宇宙開発事業団の発足により、電離層観測衛星及び基礎実験衛星の開発計画がすべて事業団に移管された。一方、宇宙開発委員会は、昭和44年10月に電離層観測衛星に先行して基礎実験衛星をQロケットにより打ち上げることを決定した。

昭和45年度には基礎実験衛星および電離層観測衛星(フライトモデル)の予算措置が講ぜられた。昭和45年10月の宇宙開発計画の見直し決定により、新たに設定されたN計画に基づき、基礎実験衛星は技術試験衛星 型( Engineering Test Satellite ; ETS- )と改称され、これを昭和50年8月に、電離層観測衛星( ISS )を昭和51年2月に、新しい技術試験衛星 型( ETS- )を昭和52年2月に、実験用静止通信衛星( ECS )を昭和53年2月に打ち上げることとなった。

技術試験衛星( ETS )シリーズの開発は、衛星製作の基礎技術と衛星の打ち上げ・運用に必要な技術習得を目的としたものでN計画以降にも多く開発され現在に至っている。新N計画においてはETS- (製作；日本電気) ISS/ETS- 、ECS(製作；三菱電機)及びETS- (製作；東芝)の5種類の衛星を新しいNロケットで打ち上げることになった。



第1段エンジン (MB-3) ; (N- 、N- 、H- 用)



第2段エンジン (LE-3) ; (N-1 用)

### 3 N-1 ロケットの開発と日本初の静止衛星「きく2号」の誕生

新Nロケットは、1,000km円軌道へ約800kg、静止軌道へ約130kg(アポジモーターケース分を含む)の打ち上げ能力をもち、中型液体のデルタロケットの技術を米国より導入した第1段(MB-3エンジン)及び第1段固体補助ブースタ(SOB:キャスター)3本、第2段はQロケットの成果を基にした液体ロケット(LE-3エンジン)を、第3段は技術導入した固体ロケットを使用した。全体としては液体、液体、固体の3段式ロケットで、第1段直径2.44m、全長約33m、発射時総重量約90tである。なお新Nロケットは次期ロケット(N-2)開発中の昭和53年3月、N-1ロケットと改称された。

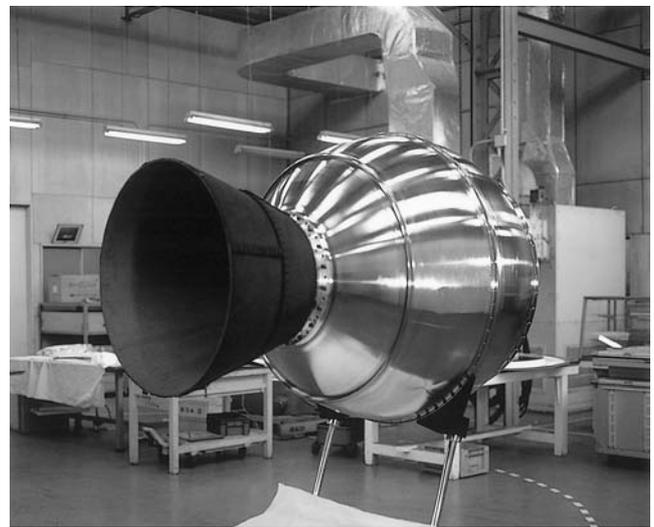
Nロケットの第1号機(N-1-1)は、技術試験衛星型(ETS-1)を搭載して昭和50年9月9日に打上げられ、「きく」と命名された。宇宙開発事業団ではこの時から原則として、衛星には花の名を与えている。「きく」に続いて2番目に打ち上げられたのが電離層観測衛星(ISS)で、昭和51年2月29日、N-1-2により打ち上げられ、「うめ」と命名された。

技術試験衛星型(ETS-1)は、人工衛星の静止軌道への投入技術の習得を目的としていた。実用衛星の多くは静止軌道であり、宇宙開発事業団が実用衛星打ち上げを目的とする以上、この技術は是非ともマスターする必要があった。ETS-1 を載せたN-1-3は昭和52年2月23日に打ち上げられ、ETS-1 は「きく2号」と命名された。打ち上げ当日、種子島射

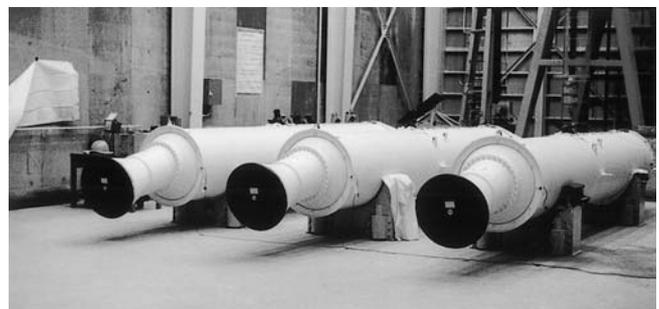
場内には南国には珍しく小雪が降った。

ノウハウはアメリカに学んだものとはいえ、日本人だけの手による初の静止衛星の誕生であり、日本はアメリカ、ソ連に続き3番目に静止衛星を自力で打ち上げた国となった。テレビ、新聞等のメディアは日本初の静止衛星「きく2号」誕生と大きく報道した。

この後、「うめ2号」(昭和53.2.16)、「あやめ」(昭和54.2.6;第3段が衛星に追突し静止トランスファ軌道(GTO)投入失敗)、「あやめ2号」(昭和55.2.2;衛星アポジモーター異常燃焼により静止軌道投入失敗)後述のN-2-1、2の打ち上げ後、「きく4号」(昭和57.9.3)とN-2は計7機打ち上げてN-2計画は終了した。



第3段用固体モーター (N-1 用)



固体補助ロケット (SOB) (N-1、N-2、H-1 用)

### 4 N-2 ロケットの開発

N-2 ロケットは、昭和56年2月に1号機によって技術試験衛星(ETS-2)を、同年8月に静止気象衛星2号(GMS-2)を打ち上げることを基本スケジュール

として、第2段推進系（SSPS）は米国技術導入として開発を進めた。N-1 ロケットの構成は、N-1 ロケットと同様なSOBを3本から9本に増強した3段式であり、全長35.4m、直径2.4m、発射時総重量約136t、慣性誘導方式により約350kgの静止衛星（アポジモーターケースを含む）を打ち上げる能力を有する。

宇宙開発事業団は、昭和56年2月11日にN-1-1によるETS-1「きく3号」の静止トランスファ軌道（GTO）打ち上げを行った後、気象衛星「ひまわり2号、3号」、通信衛星「さくら2号-a、2号-b」、放送衛星「ゆり2号-a、2号-b」及び海洋観測衛星「もも1号」の合計8基の衛星を昭和61年2月12日打ち上げのN-1-8までの計8機のロケットで打ち上げ、すべて成功した。使いやすいロケットであったと言われた。

N-1 ロケットは、ユーザ側の強い要望のため、第2段推進系（SSPS）は再び技術導入によるロケットとして一部の関係者からは悪評を浴びたが、信頼性も高く、実用衛星の打ち上げをわが国に定着させた功績は大きい。また技術導入に徹した結果、次期ロケットの自主開発に我が国の技術者と予算を振り向けることが可能になり、国産の世界的にも誇れる再着火可能な第2段液酸・液水エンジン（LE-5）を搭載する次期H-1 ロケットの順調な開発と、後の国産の第1段、第2段とも液酸・液水エンジン（LE-7）を搭載するH-2 ロケットの実現にもつながった。

## 5 H-1 ロケットの開発

昭和53年3月、宇宙開発委員会により宇宙開発政策大綱が発表され、昭和60年代の主力ロケットとしてのH-1 ロケットの位置付けが明確になった。それによると、H-1 ロケット開発の目的は、昭和60年代に打ち上げが予定されている重さ500kg以上の静止衛星を打ち上げる能力を有するロケットを開発すること、H-1 ロケット、軌道間輸送機、その他昭和65年以降に必要とされる宇宙輸送系の技術の基盤を蓄積することであり、将来の方向性もここに定められた。第2段には、国産の液酸・液水エンジン（LE-5）を持つ全長約40m、直径2.44m、全備重量約140tのH-1 ロケットの登場となった。

H-1-1は昭和61年8月13日に、複数衛星を搭載して2段式で打ち上げられ、測地実験衛星（EGS）「あじさい」を軌道傾斜角50度、高度約1,500kmの楕円軌道への投入に成功した。同時に第2段LE-5エンジンの世界初の再着火実験に成功するという成果を挙げ

た。更にピギーバック式の日本初のアマチュア無線衛星（JAS-1）「ふじ」の同時打ち上げにも成功した。

続いてH-1-2を初の3段式で昭和62年8月27日に打ち上げ、第3段のスピンアップおよび燃焼、衛星分離等も順調で、技術試験衛星V型（ETS-V）「きく5号」の静止軌道投入に成功した。

昭和63年2月19日に通信衛星3号a（CS-3a）「さくら3号a」、同年9月16日には、同じく（CS-3b）「さくら3号b」、平成元年9月6日には静止気象衛星4号（GMS-4）「ひまわり4号」をそれぞれ静止軌道に打ち上げた。平成2年2月7日には海洋観測衛星1号b（MOS-1b）「もも1号b」とピギーバック式のアマチュア無線衛星1号b（JAS-1b）「ふじ2号」と伸展展開機能実験ペイロード（DEBUT）「おりづる」を打ち上げた。さらに同年8月28日には、放送衛星3号a（BS-3a）「ゆり3号a」、翌平成3年8月25日には放送衛星3号b（BS-3b）「ゆり3号b」、平成4年2月11日に、地球資源衛星1号（JERS-1）「ふよう1号」を打ち上げ、H-1 ロケット9機と年1～2回のペースで全数成功と快挙を成し遂げた。

このH-1 シリーズの成功は、宇宙開発事業団や各メーカーをはじめ、わが国宇宙開発関係者に、大きな自信を与えたことは言うまでもない。そしてこの成果は自主技術の大型ロケットH-2 の開発へと引き継がれて行った。昭和45年にQロケットから技術導入のN-1 ロケットへ劇的な転換を遂げたわが国の実用衛星打ち上げロケットは、N-1 を経て平成4年のH-1-9の打ち上げをもって、国産化率をN-1 の53～67%、N-2 の54～61%（SSPSの導入で低下）、H-1 の78～98%と着々と向上させて歴史的な役目を終え、技術導入によるロケット打ち上げを脱却したのである。

N-1、N-2、H-1 の開発、製造過程で各ロケットのサブシステムは、技術導入により急激に生産能力を高めたが、特にSOBがN-1 の3本からN-2、H-1 で一気に9本と3倍になったため、日産自動車の製造能力、品質管理、輸送力等は、従来の自主技術主体から大きく進展した。



第2段エンジン (LH-5); (H-用)



H-ロケットの組み立て風景  
(平成2年、三菱重工名航飛島工場)

## 2節 宇宙を科学の目で

### 1 Mロケット・シリーズの性能向上

東大宇航研は「おおすみ」をL-4S-5で打ち上げに成功した後、無誘導式の4段式M-4S型ロケットの開発に進んだ。M-4S型ロケットによる衛星打ち上げは4回試みられ、昭和45年9月25日のM-4S-1は失敗に終わったが、3機の衛星が軌道に乗った。これは初期の成績としては他国と比べても見劣りするものではないが、衛星の軌道が計画値とはいずれもとんでもなくかけ離れている点はやはり問題であった。

各種の科学衛星を打ち上げるためのMロケットシリーズをM-4S (4機)、M-3C (4機)、M-3H (3機)、そしてM-3S (4機)を開発し、M-4S-2による「たんせい」(昭46.2.16)、第1号科学衛星「しんせい」(昭46.9.28)、「でんぱ」(昭47.8.19)、「たんせい2号」(昭

49.2.16)、「たいよう」(昭50.2.24)、「CORSA」(昭51.2.4:M-3C-3で失敗)、「たんせい13号」(昭52.2.19)、「きょっこう」(昭53.2.4)、「じきけん」(昭53.9.16)、「はくちょう」(CORSA-b) (昭54.2.21)、「たんせい14号」(昭55.2.17)、「ひのと」(昭56.2.21)、「てんま」(昭58.2.20)、「おおぞら」(昭59.2.14)までと、計13基の衛星をMシリーズロケットで打ち上げることに成功し、次のM-3S型ロケットの開発へ進んでいった。

### 2 科学衛星<太陽系観測>シリーズ

太陽系観測分野では、宇航研はM-4S-1による試験衛星(MS-F1)の打ち上げに失敗したが、MS-F1の姉妹衛星であるMS-F2に若干の改良を加え、昭和46年9月28日にM-4S-3で打ち上げ、「しんせい」(新星)と命名した。M-4S-4最終号機の打ち上げは、昭和47年8月19日の第2号科学衛星REXSである。REXSは電離層と磁気圏内の電磁波動現象観測を目的とし、軌道投入後「でんぱ」(電波)と命名された。

次の太陽系観測衛星は、第1段を性能向上したM-3H-1が昭和52年2月19日に打ち上げた試験衛星(MS-T3)「たんせい13号」で、打上げ目的は次のEXOS-Aの予備実験であり、高軌道傾斜角(66°)の軌道への投入、第4段球形ロケットによる遠地点キックを使った軌道移行、永久磁石を用いた沿磁力線姿勢制御などが試みられた。

EXOS (Exospheric Satellite) は、地球とその周辺(電離圏、磁気圏)を観測する衛星のシリーズに与えられた名称である。EXOS-Aは昭和51年1月から昭和54年12月までの国際磁気圏研究計画(IMS)の一環として、北極オーロラなどの観測を、EXOS-Bは、同じくIMSの一環として中緯度地帯の電磁波動現象を観測することを目的としていた。

第5号科学衛星EXOS-Aは、昭和53年2月4日にM-3H-2で打ち上げられ、紫外線TVカメラによる北極オーロラの撮影を目的とし、「きょっこう」(極光)と名付けられた。「きょっこう」からの画像を受信するため、カナダのチャーチル研究基地内に日本北方地上局が設けられた。「きょっこう」と同じく、IMSの一環として磁気圏の物理現象観測を目的とする第6号科学衛星EXOS-Bが、昭和53年9月16日にM-3H-3で打上げられ、「じきけん」と命名された。昭和59年2月14日、M-3S-4(最終号機)によって第9号科学衛星(EXOS-C)「おおぞら」が打ち上げられた。

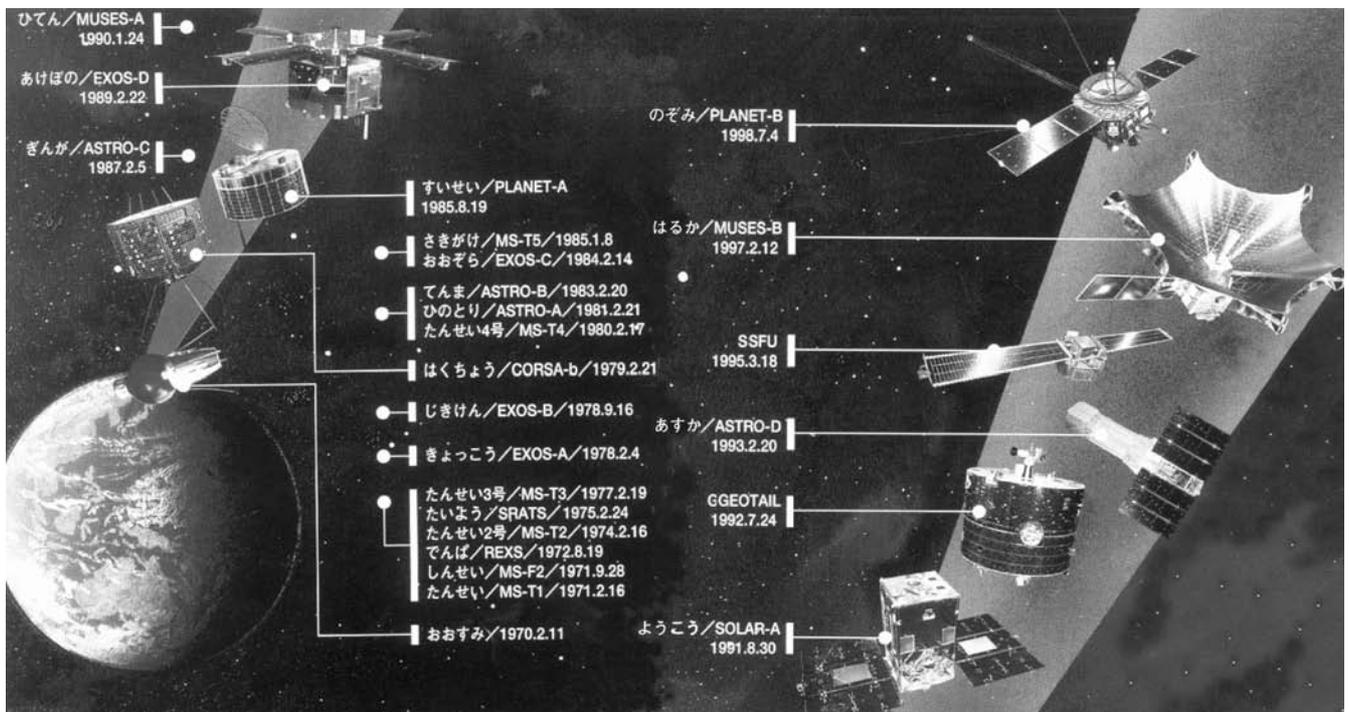
### 3 科学衛星<天文観測>シリーズ

宇航研は天文観測の分野にも目ざましい活動を行っていた。M-3C-1は、Mロケットの新シリーズであり、第2段でTVCによる誘導制御が可能であった。同ロケットにより昭和49年2月6日、試験衛星MS-T2が打ち上げられ、「たんせい2号」と命名された。「たんせい2号」は、第3号科学衛星SRATSの露払いの役割を持っていた。天文学的見地から太陽の放射線と地球大気の観測を目的とするSRATSは、翌年2月24日にM-3C-2で打ち上げられて、「たいよう」と命名された。

第4号科学衛星のCORSA (Cosmic Radiation Satellite) は、同じく天文学的見地からX線、線などの高エネルギー放射線の観測を目的としていた。昭和51年2月4日打ち上げられたM-3C-3は、第2段の燃焼中に予定経路を外れ、第4号科学衛星CORSAは上段ロケットとともに太平洋に落下してしまった。その代替のCORSA-bは昭和54年2月21日になって打ち上げられ、軌道投入後「はくちょう」と命名された。

昭和55年からは宇航研のロケットは、第1段ロケットにも誘導制御を適用したM-3Sに代わった。この年2月17日に打ち上げられたM-3S-1は、試験衛星MS-T4「たんせい4号」を軌道に投入した。M-3S-2で打ち上げられた最初の科学衛星は、ASTRO-Aである。ASTRO (Astrology) は天文系科学衛星のシリーズの統括的な名称で、以後宇航研の科学衛星はASTROシリーズとEXOSシリーズ (地球周辺科学) の二系統で構成されることとなった。

ASTROシリーズの一番手、第7号科学衛星ASTRO-Aは、太陽光X線、太陽粒子線の観測を目的として、昭和56年2月21日にM-3S-2で打ち上げられ、「ひのと」と名付けられた。この後、昭和58年2月20日にM-3S-3で打上げられたX線天文学分野の第8号科学衛星ASTRO-B「てんま」、昭和59年2月14日にM-3S-4で打ち上げられた超高層大気を観測する第9号科学衛星EXOS-C「おおぞら」が続いた。以降はM-3S型ロケットでの打ち上げによる観測が平成6年度まで行われている。



科学衛星シリーズ

### 3節 実用衛星を目指して

わが国初の実用衛星はユーザの気象庁、郵政省、電電公社、NHKなどの早期打ち上げの強い要望のため、N-1ロケットでは打ち上げ時期が間に合わないの、米国に打ち上げ依頼をすることになり米NASAとNASDA間の実費支弁方式契約（Reimbursement Agreement）に基づき、NASAのデルタ2914型ロケットによってフロリダ州のケープカナベラル基地から打ち上げられた。すなわち、気象、通信及び放送の3静止衛星であり、各衛星の2号機以降は、N-1以降のロケットにより種子島からシリーズとして打ち上げられた。

#### 1 気象衛星「ひまわり」シリーズ

GMS「ひまわり」はNASAに打ち上げを依頼した最初の衛星である。1977（昭和52）年7月14日、デルタ132号機によって打ち上げられた静止気象衛星GMS（Geostationary Meteorological Satellite）は、東経140度の静止位置から地球半球の可視、赤外画像を取得するとともに、気象データ、画像の送信を行うスピン型衛星である。GMSは、NASA、ESA（欧州宇宙機関）の同クラスの静止気象衛星とともに、世界気象監視（World Weather Watch）計画の世界大気開発計画（Global Atmospheric Research Program）の観測網を構成している。

GMS-2「ひまわり2号」は、昭和56年8月11日、N-1-2によって打ち上げられ、東経140度の静止衛星軌道投入後、初期段階における運用試験を経て、昭和56年12月21日から気象庁により運用されてきたが、昭和59年9月27日にGMS-3と交代した。その後、軌道上待機衛星として運用されたが、搭載機器の劣化が顕著となり、昭和62年11月20日に停波し、運用を停止した。

GMS-3「ひまわり3号」はN-1-6で打ち上げられた。昭和59年9月27日から気象庁により運用されてきたが、平成元年12月14日にGMS-4と交代した。GMS-4「ひまわり4号」は平成元年9月6日、H-1-5で打ち上げられ、平成元年12月14日から気象庁により運用されてきたが、平成7年6月21日にGMS-5と交代した。平成12年2月24日に停波し、運用を終了した。

GMS-5「ひまわり5号」は、平成7年3月18日、H-1-3によって打ち上げられ、平成7年6月21日から気象庁により運用されている。ところが、公開調達された

後継機の運輸多目的衛星（MTSAT; Multi-functional Transport SATellite）は、平成11年11月15日にH-1-8により打ち上げられたが、第1段エンジン（LE-7A）の早期停止によって異常飛行となり、地上指令破壊信号によってロケットとともに破壊された。前年2月21日のH-1-5に続く軌道投入失敗となり関係者に衝撃を与えたのであった。

国土交通省・気象庁はGMS-5の残存燃料の消費を最小限にして寿命を永らえる運用を行って、次の運輸多目的衛星新1号機（MTSAT-1R）を打ち上げる平成15年夏頃までの綱渡り運用を続けることになった。不測状態を考慮して、米気象衛星のバックアップ体制も併行して、平成14年9月現在、「ひまわり5号」を慎重に運用中である。

#### 2 通信衛星「さくら」シリーズ

CSシリーズの通信衛星は、増大かつ多様化する通信需要に対処するため、通信衛星に関する技術の開発を進めることを目的として、科学技術庁、郵政省、旧日本電信電話公社／日本電信電話（NTT）、NASDAの協力の下に開発された。実利用と研究開発目的とを兼ねたシリーズである。これらの通信衛星は、米国からの技術導入により開発されたスピン安定静止衛星である。ただし、準ミリ波帯（Kaバンド）の利用については、自主技術により世界に先駆けた開発と実用化を行った。CS～CS-3のシリーズで計5機打ち上げられた。

第1号となった実験用中容量静止通信衛星CS（Medium-capacity Communications Satellite for Experimental Purpose）は、1977年（昭和52）12月14日にデルタ137号機によって打ち上げられ、「さくら」と命名された。CSは20/30GHzの準ミリ波帯域（Kバンド）及び4/6GHz帯域（Cバンド）での通信実験を目的とし、特に準ミリ波の実験は、世界に先駆けたものであった。

通信衛星2号（Communication Satellite-2a）CS-2 a「さくら2号a」は、N-1-3によって昭和58年2月4日に、またCS-2b「さくら2b」はN-1-4により、昭和58年8月6日にそれぞれ打ち上げられた。静止位置はCS-2aは東経132度、CS-2bは東経136度であった。CS-3a「さくら3号a」は、H-1-3によって昭和63年2月19日に、またCS-3b「さくら3号b」はH-1-4によって昭和63年9月16日にそれぞれ打ち上げられた。静止位置はそれぞれCS-2a、-2bと同じである。

なおCS-3後の後継機について、平成元年より宇宙開発事業団はNTTと協力してCS-4計画を固めていた。ところが、対外貿易赤字にあった米国商務省通商代表部（USTR）は、包括通商競争力法スーパー301条に基づき、人工衛星等についても日本を市場開放優先国に認定した。日米人工衛星問題交渉の結果、遂に平成2年6月15日に非研究開発衛星の調達手続きについて合意、決着したため、CS-4の開発は中止されたのである。CS「さくら」シリーズは、3代（計5基）で終了した。

なお、CS-3による通信サービスの継承・発展のために、NTTは平成7年8月29日にはN-スターaを、平成8年2月5日にはN-スターbをアリアン型ロケットでそれぞれ打ち上げた。このN-スター衛星は内外無差別公開調達の結果、米国企業が主契約者として受注した。

### 3 放送衛星「ゆり」シリーズ

NASAに打ち上げを依頼した3番目の最後の衛星は、昭和53年4月8日にデルタ140号機により打ち上げられた実験用中型放送衛星BS（Medium-scale Broadband Satellite for Experimental Purpose）「ゆり」である。それまでの日本の静止衛星が全てスピン安定方式であったのに対し、「ゆり」は三軸姿勢安定方式で、展開型ソーラ・パドル（太陽電池板）を有している。昭和53年7月20日から郵政省電波研究所を中心として、「ゆり」を利用して衛星放送に関する各種実験が行われたが、昭和55年6月、搭載中継器の送信機能停止に伴い以降は伝播実験、管制・開発実験等が行われ、昭和57年1月には搭載燃料を消費しつくし、3年10ヵ月にわたる運用を終了した。

BS-2a「ゆり2号a」は昭和59年1月23日にN-5で、続いてBS-2b「ゆり2号b」は昭和61年2月12日、N-8で、それぞれ打ち上げられた。BS-2aは、平成元年4月には、搭載燃料が枯渇したため静止軌道外に移動させ5年3ヶ月にわたる運用を終了した。また、BS-2bはその放送サービスをBS-3に引き継ぎ、平成3年10月24日静止軌道外に移動させ、全ての運用を終了した。

BS-3a「ゆり3号a」は、平成2年8月28日にH-7で、またBS-3b「ゆり3号b」は平成3年8月25日にH-8でそれぞれ打ち上げられた。BS-3aは、静止衛星軌道外に移動の後、平成10年4月20日停波、運用を終

了した。BS-3bについても、平成10年11月30日停波、運用を終了した。BS-3の後継機となるはずのBS-4はCS-4と同じく平成2年6月15日に結着された非研究開発衛星の調達手続き発効のため中止され、以降公開調達衛星となった。BS「ゆり」シリーズは、CSシリーズと同じく3代（計5基）で終了した。

約3年後の平成6年7月8日、公開調達されたBS-3の補完衛星BS-3Nはアリアン44Lロケットでパンナムサット（PAS-2）とともに打ち上げられた。そして次期放送衛星BS-4の先発機として同じく公開調達されたBSAT-1aがタイのタイコム3と共に平成9年4月16日に、次いで予備機のBSAT-1bも平成10年4月28日にそれぞれアリアン44Lロケットで打ち上げられた。その後、BSAT-1の後継機BSAT-2aは平成13年3月8日に新型のアリアンV型ロケットで打ち上げられた。次いで予備機のBSAT-2bは、同年7月12日に打ち上げられたが、アリアンV型ロケット上段部の不具合のため相乗りのESAの通信衛星アルテミスとともに予定外の軌道投入に投入され運用されていない。このためBSAT-2a、bと同じBSAT-2cを発注し、平成15年春にアリアンVで打上げる予定となっている。



デルタ2914型140号機によるBSの打ち上げ  
（昭和53.4.8.米東部海岸ケーブルカナベラル基地）