第２４回宇宙開発委員会（定例会議）

議　事　次　第

1. 日時　　昭和５０年１０月２９日(水)
　　午後２時～４時

2. 場所　　宇宙開発委員会会議室

3. 議題　　学術審議会答申（宇宙科学研究の推進について）について
　　（説明者
　　文部省学術国際局学術課長　七田基弘）

4. 資料

　　委２４－１　第２３回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨

　　委２４－２　宇宙科学研究の推進について（答申）

委24-1

第２３回宇宙開発委員会（定例会議）
議事要旨

1　日時　　昭和５０年１０月８日(水)
　　午後２時～４時

2　場所　　宇宙開発委員会会議室

3　議題

(1)　昭和５０年度８～９月期におけるロケット及び人工衛星の打上げ結果について　（報告）

(2)　昭和５０年度８～９月期におけるロケット及び人工衛星の打上げ結果の評価について

4　資料

委２３－１　第２２回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨

委２３－２　技術試験衛星Ⅰ型打上げ及び追跡管制結果の概要（昭和５０年8.9月期）

委２３－３　Ｋ－１００－５号機実験報告

委２３－４　昭和５０年度８～９月期におけるロケット及び人工衛星の打上げ結果の評価について(案)

（参考資料）

技術試験衛星Ⅰ型打上げの概要

5　出席者

宇宙開発委員会委員長代理	山県昌夫
〃　委員	網島毅
〃　〃	八藤東禧
〃　〃	斎藤成文

説明者

宇宙開発事業団副理事長	松浦陽恵
〃　理事	高田茂俊
〃　理事	野島正義
東京大学宇宙航空研究所教授	森大吉郎

関係省庁職員等

科学技術庁研究調整局長	伊原義徳
〃　〃　宇宙開発参事官	園山重道
運輸省大臣官房参事官	沼越達也 （代理：菊地）
気象庁総務部長	宇都宮寛 （〃：高谷）
海上保安庁総務部長	兼松暁昭 （〃：佐藤）
郵政省電波監理局審議官	市川澄夫 （〃：亮）
宇宙開発事業団	榊博
〃	村松金也
〃	黒田泰弘
〃	宇田宏
〃	平野睦弘

事務局

科学技術庁研究調整局宇宙企画課長	上島史郎
宇宙国際課長	塚田真一
宇宙開発課長	今村宏他

6　議事要旨

(1)　前回議事要旨について

第２２回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨が確認された。

(2)　昭和５０年度８～９月期におけるロケット及び人工衛星の打上げ結果について（報告）

①　宇宙開発事業団

宇宙開発事業団の松浦陽恵副理事長、高田茂後理事及び野島正義理事から、資料委２３－２及び参考資料に基づいて説明が行われたのち、以下の質疑応答が行われた。

八藤：Ｎロケット１号機の打上げが予定より３０分遅れたのはなぜか。

松浦：液体酸素をタンクに送り込むための窒素ガス系統に不具合があり、３０分遅れた。

網島：第３段ロケット切離しは燃焼途中か、それとも燃焼終了後か。

松浦：燃焼終了後、自動的に切り離される。途中でcut－offはできない。

網島：第３段ロケットは、地上からコントロールするのか。また、固体燃料が入つたものをアメリカから輸入したが、将来はどうするのか。

松浦：地上からのコントロールはない。このため燃料に対する要求がシビアになつてくる。当分の間は米国からの輸入に依存せざるを得ない。また、燃料を液体化することも考えられるが、ロケットの大きさの点から無理と思う。

高田：生産工程の途中で品質検査を厳密にやり、推薬重量を調整している。この点が非常にクリティカルで、米国はこれのノウハウを出さないだろうと予想される。

斎藤：第２段エンジンCut－offは電波指令で行うのか。

高田：そうである。

八藤：追跡管制上で何か今後の参考になることはあつたのか。

松浦：ＴＲＷに依頼した、マーシャルにおける追跡管制で、ミスがあつたためデータが一部とれなかつたので今後検討したい。

網島：小笠原との通信回線に不備な点があつたが、原因は判明したのか。

村松：機械設計のミスではなく、種々の手直しの際他の機器との調整が十分図られなかつたためと予想される。

②　東京大学

東京大学宇宙航空研究所の森大吉郎教授から、資料委２３－３に基づいて説明が行われたのち、以下の質疑応答が行われた。

網島：従来の東大のロケットには、ＳＭＲＣを装備しなくてもうまく上がつているようだが、今回つけたのは何のためか。

森：一つには、２段目以降の制御では地上風の影響を完全に除けないためであり、もう一つはＳＭＲＣを装備すれば予定落下点に落と　せる確率が大きくなるためである。これにより、ロンチウインドが拡大出来る。

網島：ＳＭＲＣは液体燃料ロケットにも使えるのか。

森：使える。米国ではロケットの２段目にのせている例もある。

八藤：今回の打上げの主目的は達成したと考えているのか。

森：今回の打上げの主目的はロケットの飛翔特性、ＳＭＲＣによるロール制御特性及び尾翼構造特性を知ることであつた。
空力的効果によるスピンが大きすぎたため、ＳＭＲＣは正常に作動したがＳＭＲＣではロールを押さえることができず、２番目の目的は達せられなかつたが、他の２つに関しては成功した。

網島：他の姿勢制御法は考えているのか。

森：現在のところ、姿勢制御法としてはＳＩＴＶＣ、サイドジェット、ＳＭＲＣの３つのみを考えている。

山県：ＳＭＲＣをラムダロケットに搭載することも考えているのか。

森：来年度の夏期に実験したいと考えている。

(3) 昭和５０年度８～９月期におけるロケット及び人工衛星の打上げ結果の評価について

事務局から資料委２３－４に基づいて説明が行われ、原案どおり決定された。こののち、以下の質疑応答が行われた。

山県：米国に打上げを依頼した３衛星については、評価のための資料は手に入るのか。

松浦：失敗したときの資料は手に入るが、成功した場合は入らぬと思う。

八藤：その点については、ＮＡＳＡの意向を打診しておいてほしい。

松浦：成功不成功にかかわらず資料が手に入るよう努力したい。

山県：資料を得て、説明してもらえば皆んなの為にもなり、出来るだけ努力していただきたい。

委24-2

宇宙科学研究の推進について（答申）

昭和５０年１０月１３日

学　術　審　議　会

宇宙科学研究の推進について

頁

Ⅰ 総　論 …… 1

Ⅱ 宇宙科学の目的及び意義 …… 4

(1) 新しい学問領域の開拓 …… 4

(2) 地球環境の解明 …… 4

(3) 惑星及び生命現象の起源と進化の探究 …… 5

(4) 新しい工学・技術の創造展開 …… 5

Ⅲ 宇宙科学研究の現状 …… 6

(1) 世界の現状 …… 6

(2) 我が国の現状 …… 6

Ⅳ 我が国における宇宙科学研究の課題 …… 8

(1) 研究分野と課題 …… 8

(2) 研究計画 …… 11

(3) 地上における研究・観測 …… 13

Ⅴ 宇宙科学研究の推進体制 …… 15

(1) 研究体制の再検討の必要性 …… 15

(2) 研究体制の基本的考え方 …… 15

(3) 中枢研究所の役割と規模 …… 16

(4) 人材養成 …… 16

(5) 評価システム …… 17

I 総　　論

（宇宙科学の目指すもの）

我々人間の住む地球と、地球が置かれている太陽系、そこから更に果てしなく広がる宇宙は、古来から人類の知的探求心を刺激し、そこに生起する未知の現象は、人類に常に新しい知見を与え学問の進展をもたらしてきた。

宇宙空間で生起する諸現象の観測、研究及び宇宙空間において行われる各種の実験は、新たな自然法則を発見し、かつ、新しい学問体系の発展を促す可能性を秘めている。例えば、宇宙及び生命の起源、進化の解明の可能性などはその一例である。

特に、近年に至って宇宙飛翔体（気球、ロケット、人工衛星など）が出現した結果、直接的な宇宙探査が可能となり、宇宙空間についての研究は、従来の地上からの観測とあいまって著しい進歩を遂げることとなった。

また、飛翔体は、地球を惑星の一つとして、外側から観測する研究分野の発生を促すこととなった。このような分野の研究は、太陽活動及び宇宙空間の諸現象が地球周辺に及ぼす影響の正しい理解をたすけ、地球環境を明らかにすることにも貢献するものである。このことは、食糧、資源問題をはじめとし、人間の活動と環境とのかかわりについての諸問題の解決に新しい指針を与え、人類の未来にも大きく寄与することとなるであろう。

さらに、宇宙飛翔体は、それ自体としても、極限条件への対応、高精度、高機能の諸課題の探求を指向する宇宙工学の研究及びその所産として培われる宇宙技術の総合であり、工学分野の創造的研究の発展につながるもので、これを契機として開拓される新しい技術は関連産業に波及し、その進歩を通じて社会全般に与える効果は極めて大きいものがある。

（宇宙科学研究の総合性及び国際性）

上に述べたような研究対象と観測研究の手法の性質から、宇宙科学は、物理学、天文学、地球科学、化学、生物学、医学、工学等の諸分野にまたがった基礎科学の総合的研究領域であり、また、宇宙科学は宇宙飛翔体を不可欠な研究手段とするため、多額の経費と多数の人材を投入せざるを得ず、その意味で巨大科学としての性格をもつ。

また、宇宙科学は学問の性質上も国際的性格をもっているが、特に大規模な宇宙空間探査計画等については、国際的な多国間協力の下に実行しようとする機運が世界的に高まりつつあるのは注目に値する。

（我が国の歩みと成果）

我が国においては、宇宙飛翔体及びそれを用いた観測研究の重要性は早くから認識され、諸外国が主として国防上の見地から推進してきた飛翔体の開発を、純粋に学問的な課題として取り上げることによって独自な発展を遂げてきた。その過程には数多くの困難、障害があったが、これを一つずつ克服し、広く各分野の多数の研究者の協力の下に着実に自主的な研究を進め、今日、科学衛星による宇宙科学研究を可能とする段階にまで発展した。

我が国は、伝統的に地球物理学、天文学の領域において優れた研究者を擁し、顕著な実績を上げてきたが、我が国独自の宇宙飛翔体の研究開発の成功を通じ、今や宇宙物理学、超高層大気物理学、地球科学等の分野において国際的にも高く評価される業績を上げるに至っている。

また、これらロケット、科学衛星等の研究開発の成果は、宇宙工学における幅広い知見と経験を提供することによって、民間企業にまたがる宇宙技術の広い裾野を形成してきた。

この自主開発の努力によって得られた幅広い知見と経験は、宇宙理学における研究成果とともに、今後の宇宙開発の推進に対し重要な意味をもつものといえる。

（我が国の宇宙科学研究推進の必要性）

このように、我が国の宇宙科学研究は、過去において独自な方式で順調な発展を遂げ、プロジェクト研究の典型的成功例の一つとなっており、また、国際的にも高い評価を受けている。今後、我が国が国際社会において期待される役割の一つは、高い教育研究水準を基盤とする知的貢献にあると考えられるが、過去の実績と現状に照らして宇宙科学研究の推進こそこの期待にこたえることのできる最も確実な事例であろう。

我が国では、現在大規模な宇宙開発計画が国家的な科学技術政策として進行しつつある。このような政策が円満に結実し、なお将来の発展を期するためには、基礎から実用までいずれに遍することなく十分調和のとれた実施が必要なことは自明である。この意味において、今後宇宙開発計画の大型化に伴って、その基礎となる宇宙科学研究を一段と振興する努力が必要である。ただし、本来基礎研究は、研究者の自由な発想に基づく自主性が保障されて初めて独創的、先駆的な研究を生み出すことができる特質をもっている。したがって、国家的プロジェクトの推進にあたっては、このような基礎科学の重要性と特質についての十分な認識が必要である。

科学研究における国際協力の重要性は今後ますますその比重を増大すると予想されるが、特に宇宙科学研究は国際協力が不可欠な分野である。現在、大規模な宇宙探査の国際的協力事業が企画されつつあり、これに対し我が国の参加が要請されている事実に照らし、我が国も宇宙科学研究の国際的計画に積極的に寄与する必要がある。

（宇宙科学研究の将来計画）

飛翔体を利用した宇宙科学研究の今後おおむね１０年にわたる将来計画を考えるとき、その研究分野としては、地球及び地球周辺空間、宇宙空間プラズマ現象、太陽及び惑星、天文・宇宙圏、宇宙生命科学、並びに、宇宙工学があるが、これらの諸分野のうち、我が国の研究活動の実績と可能性に照らし、研究課題を精査した上、重点的に振興を図ることが肝要である。同時に、宇宙飛翔体及び関連宇宙技術の基礎となる工学上の諸研究課題についてもこれまでの実績を生かし、引き続いて独創的、先駆的な研究の展開を目指す努力が必要である。

宇宙飛翔体による直接探査と並んで地上における天文観測、地球物理観測が重要であり、両者はあいまって観測の効果を飛躍的に拡大する関係にある。このため、大型電波望遠鏡等各種の地上施設設備を整備充実する方策がとられなければならない。

（研究体制等の整備充実）

以上述べた宇宙科学研究推進の必要性と今後取り組むべき研究課題に対応して、その推進を図るためには、これにふさわしい研究体制を整えなければならない。特に飛翔体による宇宙科学研究のための研究体制について見ると、宇宙科学が基礎科学における総合研究領域であること、国際的な分業・協力体制の一環として進められる場合が多いこと、また、今後の計画が現状に比してかなり拡大した規模のものとなることなどを考慮し、計画立案の段階から成果の取得に至るまで、宇宙理学及び宇宙工学を中心とする関係研究者の密接な協力の下に、一貫したシステムとしての体制を確立する必要がある。それとともに、今後における宇宙への人類活動の発展は、工学の幅広い研究基盤の上に成り立つものであることから、宇宙工学の基礎研究の充実についても十分な配慮が必要である。

したがって、現在の研究及び人材養成の体制について十分な吟味をした上で他の関係諸機構との関連をも考慮し、適切かつ効率的な研究体制の整備充実を図ることが必要である。

Ⅱ　宇宙科学の目的及び意義

人類は非常に長い間地球を厚く覆う大気に阻まれて、光及び電波の狭い窓を通してしか、宇宙空間をのぞけなかった。また、極めて間接的にしか、宇宙空間の諸現象を知る術をもたなかつた。しかし、近年における宇宙飛翔体の出現は、人類が大気圏外に出て宇宙の情報を受け止め、宇宙の諸現象を直接観測することを可能にした。このことにより宇宙への窓は広くひらかれ、宇宙に関する多くの新しい知見が得られるようになり、宇宙現象の解明に関して飛躍的発展が期待されるようになった。

また、宇宙飛翔体による観測は、人類の住む地球を外側から観察して地球環境の解明に資するという意味でも、その意義は極めて大きい。

さらに、宇宙飛翔体は高度な工学・技術の発展を刺激するもので、その波及効果は、計り知れないものがある。

このように宇宙科学研究は飛翔体を中心として新たな展開を見せつつあるが、その目的と意義は、次のように要約することができる。

(1)　新しい学問領域の開拓

宇宙は古来、人類が数多くの基本的な法則を学び取つてきた真理の宝庫であり、それはまた、自然が人類に与えた巨大な実験室でもある。

飛翔体の出現によって、従来の観測手段ではとらえることのできなかった宇宙の諸現象の研究が可能となり、X線、γ線天文学の新しい分野がひらかれることになった。この結果、中性子星、ブラックホール、銀河系外の天体などに得られた画期的な知見は、新しい宇宙像をとらえることを可能にした。このことは、物理学の最も基本的な問題に深いかかわりをもち、学問領域の新生面をひらくものである。また、飛翔体の観測によって、放射線帯、太陽風、地球磁気圏等の存在が初めて明らかとなり、太陽地球間物理学という新しい学問領域を生み出し、また、このことによってプラズマ物理学は大きな進展を遂げつつある。

さらに、宇宙空間は、地上の実験室では実現し得ないような無重量、高真空、超低温等の極限条件下における諸現象を生起させており、そこにおける観測と実験は、予想し得ないような知見をもたらすことになるであろう。

こうして宇宙科学は宇宙空間の諸現象を支配する未知の法則を見いだすとともに、新たな学問の領域を開拓し、人類に新しい将来への展望を与える可能性をもつものである。

(2)　地球環境の解明

科学衛星を用いた宇宙科学研究が果たす今一つの重要な役割は、衛星軌道から地球及び地球周辺を鳥瞰的に観測することにより、そこに生起している現象を総合的に把握し、研究することである。この種の観測には、近年のリモート・センシング技術の発達に伴い、気象衛星や地球資源探査衛星が利用され始めており、今後更に、海洋や大陸の調査とモニター、成層圏の長期変動、地殻変動や火山活動の広域にわたる観測及びそのための基礎研究が必要となる。これらの観測研究は、学術上極めて重要な意義を有するのみでなく、人類の置かれ

た地球環境を明らかにし、環境の保護、災害の予知、資源の探査など広い分野に役立つことになるであろう。

(3) 惑星及び生命現象の起源と進化の探究

地球や太陽系の起源を探求することは、自然科学の基本的な命題の一つである。

近年、月面上陸や惑星探査が可能となった結果、直接にその岩石標本を持ち帰り、あるいは天体に接近して観察することができるようになり、太陽系惑星群の特性が次第に明らかにされている。これらの情報は惑星の進化、太陽系の起源を解明する上で極めて重要であるが、更に地球上の生命の起源と進化を探る手懸かりとなる他の天体の生命現象を直接発見する可能性もあり、これによって生命のなぞを解くこととなろう。

(4) 新しい工学・技術の創造展開

宇宙飛翔体や、それに搭載される計測機器等を造り出す工学・技術は、多くの極限的技術を結集し、宇宙という極端な環境条件下において、高い信頼性を有する高度のシステムとして考えられる必要があるところから、高度の応用的研究を刺激することとなり、更に新しい工学・技術の創造展開を促すこととなる。これらが産業界ひいては社会全般に波及転用される効果は誠に大きく、宇宙空間の利用や将来における惑星の利用を図ろうとする動きもあることを考えれば、宇宙科学研究は単に基礎科学の発展にのみ資するにとどまらず、幅広い応用効果をもつことになる。

Ⅲ　宇宙科学研究の現状

(1)　世界の現状

１９５７年のソ連の人工衛星の打上げにより、いわゆる宇宙時代が始まり、宇宙科学は飛躍的な発展を遂げた。アメリカ及びソ連は、大規模な宇宙開発計画を進め、現在までに約1,５００個以上の人工衛星を軌道に乗せ、年間それぞれ１００機種程度の科学観測気球及び科学観測ロケットを打上げ、広範な学問分野にわたって多種多様な観測研究を行い、実利用面でも、人工衛星による通信、気象観測、資源探査などに大きな業績を上げている。なかんずく、アメリカの大規模な人間による月探査事業（アポロ計画）は、人間が初めて地球以外の天体に達したという歴史的な成果とともに、宇宙科学のあらゆる分野に飛躍的な発展をもたらした。アポロ計画以後アメリカの非軍事面での宇宙活動はややその規模を縮小しているが、現在でも年間約１兆円に上る研究投資が続けられており、ソ連もこれとほぼ同程度のものが行われていると推定されている。アメリカは、１９８０年代の宇宙活動の一環として、スペースシャトル計画を決定し、それによる宇宙科学研究を国際協力事業として実施することを企画しており、１９７８～９年までの実験テスト期間を経て、１９８０年以降は、スペースシャトルの定常的な打上げを予定している。

欧州諸国ではイギリス、フランスが独自のロケットを開発し、人工衛星を打上げ、科学観測を行つた実績をもつているが、欧州諸国の間では、最近、国際協力の必要性が強調され、欧州宇宙機関（ＥＳＡ）を中核とした共同事業が進められている。フランスと西ドイツは、現在最も宇宙科学研究に力を入れている国であるが、両国とも年間それぞれ宇宙関係予算の約３０％に相当する２００～３００億円の経費を独自の国家研究計画、欧州宇宙機関（ＥＳＡ）の共同事業計画、アメリカ・ソ連との間の協力事業計画の３本の計画の遂行に充てている。イギリス、イタリア、オランダ、スウェーデン等の諸国も同機関の活動に参加している。また、その他の国でもカナダ、インド等は国際協力を前提とした宇宙研究開発活動を進めている。

(2)　我が国の現状

我が国は、従来、宇宙科学研究の諸分野において優れた研究者を擁し、国際地球観測年以来、極めて顕著な成果を上げてきた。

殊に飛翔体及びそれによる宇宙観測については早くからその重要性が認識され、自立的な技術の拡充に努め、発展段階に見合つた科学観測計画を実行するという考え方の下に、過去十余年にわたり多くの成果を上げてきている。国際地球観測年を契機とする観測用ロケットの研究開発は、新しい研究分野の開拓に対する工学者の意欲に支えられ、当初ペンシルロケットの時代から様々の困難を乗り越えて順次高性能化、大型化が図られ、今や６個の人工衛星を軌道に乗せる段階にまで成長し、他方、観測用大気球技術の拡充も着々と行われている。このことは、大学、研究所などの研究観測体制の整備、各種の地上観測網の充実、及び南極観測の実施等とあいまって、我が国独自の研究計画の実施を可能にし、宇宙科学研究発展の基礎を築くとともに、国際的な観測事業における我が国の地位を高めた。

我が国が飛翔体を用いて今まで上げてきた主要な研究成果としては、ｉ）地球超高層の領域において、オゾ

ン層の高度分布、高層大気の風系、大気光の発光層の高度分布などを測定して、超高層圏の構造を確立したこと、ii）電離層の領域において、電子密度、電子温度の標準分布を確立し、下部放射線帯の存在を発見し、また、磁気圏内ホイッスラー波、プラズマ波の動静などを確かめて、宇宙空間プラズマのダイナミックスを研究する端緒をひらいたこと、iii）天文圏の領域において、太陽紫外線の絶対測定を行つたこと、X線星の位置を決定し、そこに新しい型の天体を発見して、X線天文学の基礎をひらいたこと、また、X線星の時間変動を確かめたこと、軟X線放射の天空分布を確立しつつあることなどが挙げられる。これらの成果は、海外学界においても高く評価されている。

宇宙工学の面においては、国際地球観測年を契機として開発された観測ロケットは、その後大型化と改良によって整備され、現在ではS型、K型、L型の3系列の機種が観測の目的に応じて使用されている。いずれも1～3段の固体燃料ロケットである。この観測ロケットの成果を踏まえ、科学衛星打上げ用M型ロケットの開発研究が進められた。昭和45年にはその試験機であるL型ロケットによって我が国最初の人工衛星「おおすみ」の打上げが成功し、打上げ技術の基礎を確立した。昭和46年にM－4S型により試験衛星「たんせい」が打上げられ、次いで打上げられた「しんせい」によって初めて科学観測が行われた。さらに、飛行制御を加えることにより衛星の軌道精度の向上を図るため、昭和42年度から2次流体噴射推力ベクトル制御（TVC）の研究に着手し、数次にわたる地上及び飛翔実験の後、これを備えたM－3C型は、昭和49年「たんせい2号」を所期の軌道に打上げることに成功した。このM－3C型によって、昭和50年2月には「たいよう」（太陽放射線及び上層大気観測衛星）が打上げられている。一方、衛星打上げ能力の向上を図る研究が進められており、優れたエレクトロニクス技術を基盤としたロケット搭載電子機器並びに科学衛星の研究開発の成果、及び幅広い宇宙工学基礎研究によつて、今後における宇宙研究活動を支える技術的基礎は、着実に向上充実している。

これらの宇宙科学研究のための経費について見ると、我が国の過去20年間の研究投資はおよそ400億円程度であり、昭和50年度について見れば、年間宇宙関係予算の約10%に相当する65億円程度の経費が充てられている。

Ⅳ　我が国における宇宙科学研究の課題

(1)　研究分野と課題

宇宙科学は極めて広範囲な研究分野を含む総合的な研究領域であるが、特に宇宙飛翔体及びそれを用いた研究を中心とした場合、次のような分野に分類される。

1.　宇宙理学

　a　地球及び地球周辺空間

　b　宇宙空間プラズマ現象

　c　太陽及び惑星

　d　天文・宇宙圏

　e　宇宙生命科学

2.　宇宙工学

　a　飛翔体に関連する工学

　b　宇宙における工学実験

上記各分野について、今後１０年を見通して学術的重要性、規模等を勘案して我が国として取り上げるべき研究課題としては、次のものがある。

1.　宇宙理学

　a　地球及び地球周辺空間

飛翔体による大気圏外の直接探査は地球電離圏、磁気圏の状態を知る上に大きな役割を果たしている。これらの観測資料は広い意味の地球環境の理解につながるものである。また、大気圏外から地球自体を鳥瞰的に観測することは地球科学上の価値が極めて大きいばかりでなく、将来の実利用への道をひらく役割も果たす。

電離圏、磁気圏の直接探査は、飛翔体による観測研究の初期から顕著な成果を得てきた研究課題の一つである。我が国においても、電離圏のロケット観測では、前章に述べたとおり優れた業績を上げており、また、既に打上げられた３個の科学衛星によって、多くの新しい知見がもたらされている。さらに、1972年（昭和４７年）以来、南極地域においても、主としてオーロラ現象を対象とするロケット観測が行われており、また、１９７８年（昭和５３年）にはＥＸＯＳ－Ａ（外圏観測衛星、極軌道）及びＥＸＯＳ－Ｂ（長楕円軌道）の２個の科学衛星を打上げて、国際磁気圏観測計画（ＩＭＳ）に参加する予定となっている。今後も、超高層における大気組成、電離圏、磁気圏における粒子と波動の状態等について、重点的な観測を行うことが重要である。

地球観測については、その重要性が今後増大することは明らかであるが、我が国は現在、アメリカの気象衛星や資源探査衛星の取得するデータに依存するのみで、独自の研究開発、観測が十分に行われていない。今後早急に基礎研究及び技術開発を進めるとともに、気球、ロケット、科学衛星等による観測を実施して、この方面の研究の発展を図り、併せて実利用の各種衛星の開発に資する基礎を培うことが必要である。

b　宇宙空間プラズマ現象

宇宙空間の諸現象は、共通してプラズマ物理学と深い関連をもつ。プラズマ物理学は、基礎物理学としても、また、核融合に直接関連する研究分野としても重要である。宇宙空間においては、地上の実験室では到底達することができない極限状態の下でのプラズマ現象の研究が可能であり、この意味で、地球電離圏及び磁気圏は自然が我々に与えた巨大なプラズマ実験室の役割を果たすものである。

ロケット観測によるプラズマ研究は、我が国では１０余年の歴史をもち、多くの優れた成果を上げ、また、地上実験室におけるシミュレーション研究も行われており、研究活動は極めて旺盛である。

したがって、今後も宇宙空間におけるプラズマの動静に関する観測を進める必要があるとともに、荷電粒子や電磁波の放射により宇宙空間プラズマに人工的に刺激を与え、それによって生ずるプラズマのふるまいを観測する実験（能動実験）を行うことは、プラズマの特質を究めるものとして、極めて重要である。

我が国は、こうした能動実験に関して、既に先駆的役割を果たしており、その成果は高く評価されている。この種の実験の大規模なものは、将来はスペースシャトル計画ＡＭＰＳ（大気圏、磁気圏及び宇宙空間プラズマ総合研究）プログラムが中核となると考えられ、我が国としてもこれに参加し、国際共同事業として遂行していくことを検討すべきである。

c　太陽及び惑星

アメリカにおけるスカイラブの観測は、太陽面上の活動域やコロナに関する知識を飛躍的に高めたが、我が国でも、ロケット及び気球によって、太陽紫外線の絶対測定、フレヤーＸ線源の位置決定等、国際的に評価される成果を上げている。

太陽は我々の最も身近にあって詳しい観察のできる典型的恒星であり、今後とも宇宙科学研究の対象として重要な位置を占める。１９８０年（昭和５５年）を中心とする太陽活動極大期は太陽研究の好機であり、我が国の従来からの実績を踏まえ、超高層望遠鏡による太陽、惑星の観測、太陽Ｘ線及び紫外線の観測等を行う必要がある。

月、惑星を含む太陽系空間の直接探査は、これまでアメリカ、ソ連を中心として進められ、多くの探査機の活躍により数々の成果がもたらされている。太陽系は将来我が国の宇宙科学研究が目指すべき重要な研究対象であり、惑星や惑星間空間等の探査計画は、地球を初めとする太陽系の起源を解明する上で、不可欠であるばかりでなく、宇宙工学の飛躍をもたらす重要なプロジェクトとなろう。また、それは、宇宙生物学の発展を促し、生命現象を解明する可能性につながるであろう。

d　天文・宇宙圏

宇宙飛翔体の出現によって、大気圏外から来る紫外線、赤外線、Ｘ線、γ線及び粒子線の情報を受け止めることができるようになり、これらの観測から、各種天体、星間空間、銀河系外宇宙に生起している各種現象がとらえられるようになり、ここに、従来からの光及び電波による天文学に加え、新しい天文学の領域がひらかれるに至った。これらは、いずれも極限条件下における物理現象を反映するものであって、物理学の

基本的問題にも深いつながりをもつ。

我が国ではX線天文学の草創期から研究活動を始め、多くの先駆的発見と独創的な観測技術とにより、その発展に著しい貢献を果たした。また、宇宙粒子線、γ線等の研究についても、顕著な成果を上げている。これらの成果を踏まえ、今後は、更にX、γ線源の2次元像の観測、あるいは詳細な時間変動の観測等が重要な課題になるであろう。また、宇宙粒子線、γ線については、高いエネルギー分解能を備えた観測の実施が必要である。

一方、大気圏外における観測が可能となってひらかれつつある赤外線天文学は、低温度星、銀河中心核、星間塵等についての新しい知見を与えるものとして、今後が期待されている。高精度の観測の実施により、その発展を促す努力が必要であろう。

今後の天文・宇宙圏に関する研究には、高精度の各種望遠鏡と高度の姿勢制御機能を備えた大型科学衛星による観測が不可欠のものとなろう。それとともに、スペースシャトル計画の動向にも十分注意を払い、適切なプロジェクトに参加することを考えるべきであろう。

e　宇宙生命科学

人工衛星の実現は、一方では宇宙生命科学という新しい学問の領域を成立させた。宇宙医学は有人宇宙飛行に不可欠な分野で、宇宙飛行や地球外空間に滞在することに伴う過重量や無重量状態、あるいは放射線の影響などの特異な環境が人の生理や心理に及ぼす影響並びに対策を探求する分野であり、既に広く人間以外の生物について研究が行われており、宇宙環境生物学とでも呼ばれるべき複合分野を形づくろうとしている。

宇宙生物学は、地球外生命の探査を目指すものであり、火星その他の惑星上で生命又はその前駆的有機物質を発見することは、今世紀における生物学者の最大の関心事の一つである。既に、隕石や月の石からのアミノ酸等の発見が行われ、一方、最近における生物の進化とその誕生をもたらした化学進化の研究の著しい進歩によって、宇宙生物学の一大発展が期待されている。

このような宇宙医学・生物学の分野においては、アメリカ及びソ連が、有人宇宙活動や惑星探査の経験を通じ、基礎的な形においても他国に比し格段に進んでいる。このような現状にかんがみ、我が国においても宇宙医学の研究体制の強化と宇宙生物学、宇宙生化学の基礎研究の育成とを心懸けるべきである。それはまた、宇宙科学の健全な発展にも寄与するであろう。

2.　宇宙工学

a　飛翔体に関連する工学

宇宙の特殊な環境条件の下に繰りひろげられる宇宙観測研究を始め、実利用分野にわたる多彩な宇宙活動を可能にするものは、宇宙工学の所産による技術である。宇宙における技術は、特殊な宇宙環境に耐え、小型、軽量、かつ高性能であることが要求されるとともに、高い信頼性を有する高度のシステムとして機能する必要がある。その基礎となる宇宙工学は、いわばこうした極限を追求する新しい工学の研究領域として、重要な意義を有している。

我が国の宇宙工学は、これまで宇宙理学研究の必要に刺激され、新しい可能性への挑戦という形で発展してきた。その結果、固体燃料ロケットの基礎技術を確立し、一連の高性能観測ロケットを実現するとともに、その基盤の上に立って独自性に富む人工衛星打上げ方式、及び打上げロケットの研究開発に成功し、これによって既に6個の衛星を打上げるに至った。また、その成果は実利用分野における開発にも反映されて、その円滑な進捗にも重要な貢献をしている。

しかし、最近における国際的な宇宙研究活動の拡大の機運と宇宙の実利用分野の急速な進展に伴い、今後の宇宙工学研究は、更に幅広い研究活動を展開して基礎の充実を図ることが重要である。特に高度の自動機構及び機器、各種のセンシング技術、宇宙における動力源、情報通信、飛翔体の構造及び材料、宇宙における生命維持、宇宙飛翔体の回収、衛星打ち上げ能力の向上などの研究課題は、将来における規模の拡大した宇宙活動を可能をする技術の基盤として重要であり、研究開発を推進する必要がある。

我が国の工学研究は、優秀な研究者層に恵まれ、高度に発達した産業の基盤の上に多方面にわたって高い水準に達しており、進んだ宇宙技術を培う潜在的能力を有している。進んだ宇宙技術は優れた工学の基礎研究を土台とした実際の飛翔実験の結果が、研究にフィードバックされることによって、初めて確実に育つものであり、その意味で基礎研究、及びその成果を反映することのできる飛翔体プロジェクト研究の意義は極めて大きい。今後における大型科学衛星の研究開発やスペースシャトルを用いる宇宙科学研究、打上げロケットの性能向上に関する研究、液酸・液水エンジン等の高性能ロケット及びそれによる打上げロケットシステムの研究、あるいはそれを用いる新しいミッション等の研究が、プロジェクトとして行われる必要がある。

b　宇宙における工学実験

宇宙空間における特殊環境は、地上では実現することのできない実験環境であり、これを利用することによって、工学の基礎及び応用に関する研究に、革命的な進展がもたらされる可能性がある。既に米国はスカイラブ計画において種々の試みを行っており、また、１９８０年代におけるスペースシャトル計画においても、その相当部分をこうした宇宙の特殊環境を利用する工学研究に振り当てる構想を立てている。このことは、我が国の工学研究者においても関心を払うべき重要な課題であり、今後そうした飛翔体を用いた工学研究活動の進展を図ることが必要となるであろう。

(2)　研究計画

上述の研究課題を遂行するには、これら宇宙理学・宇宙工学の諸課題を総合した具体的なプロジェクトを策定し、飛翔体による実験研究計画として実現を図らなくてはならない。

我が国の実績、技術的能力、研究投資の可能性等を勘案して精査した結果、今後１０年を見通した飛翔体による研究計画は、次のとおりと考えられる。

a　気球及び観測ロケット計画

気球及びロケット観測は、急速な進展に対応して機動的な研究を行う手段として大規模な宇宙飛翔体の出現した現在でも、その価値は極めて高い。また、科学衛星や大型飛翔体に搭載する観測機器の予備試験や新しい研究観測及び宇宙技術の芽を育てるためにも重要な手段であるので、今後も研究開発を継続して、これらの飛翔体の高性能化と所要の技術の拡充を図る必要がある。我が国においては、全国の大学の共同利用機関という立場から、現在東京大学の宇宙航空研究所（内の浦、三陸）及び国立極地研究所（南極）がその打上げ

を担当しているが、利用研究者層の厚さと研究課題から考えて、その有効性は今後とも増大することが予想され、その需要に見合った措置を要する。殊に１９７６年から１９７８年（昭和５１年から５３年）までの国際磁気圏観測計画（ＩＭＳ）においては、我が国でも国際観測網の一環として、内地及び南極で気球及びロケット観測を充実させる必要がある。

b　科学衛星計画

科学衛星による地球周辺及び宇宙空間の観測は引き続き実施する必要がある。特にＥＸＯＳ－Ａ、Ｂによる実験計画は、国際磁気圏観測計画（ＩＭＳ）の重要な一環をなすものである。また、宇宙から地球を観測する科学衛星も必要とされるようになる。重量２００Kg級までの科学衛星は、機動性、経済性に優れ、基礎的な工学研究にも適しており、将来にわたつて年１個程度の打上げを行う必要性が続くと考えられる。M型ロケットは安全性、経済性に優れ、取扱いも容易であるという特徴があり、また、我が国が独自に開発し、その技術及び知見が高度に結実している固体ロケット技術の一層の発展の意味からも、これらの衛星の打上げは、M型ロケットで行うのが適当である。この場合、構造の軽量化、推進薬の改良等、ロケットの性能向上に関する研究成果を採り入れて、ロケット技術の涵養に資するよう配慮すべきである。一方、１９８０年代に入ると観測の精密化、総合化のために、より規模の大きい観測装置を搭載し、より高精度の制御、情報取得能力をもつ２５０～５００Kg級の科学衛星も必要となり、更に軌道についても低緯度軌道、極軌道、太陽同期軌道、静止軌道など、それぞれのミッションに最も適した所に打上げる必要も出てくるであろう。

c　国際協力計画

１９８０年代に予定されているスペースシャトル計画に対しては、我が国の宇宙科学の実績、将来の発展性などを考慮して、これに積極的な参加を行うよう努めるべきである。大型実験装置の開発を通じての参加には、我が国で計画が進められているプラズマ加速器（ＡＭＰＳプログラム）によるプラズマ能動実験等があるが、その他にも小・中規模の各種搭載機器による実験参加が考えられ、将来は更に国内外のテーマを結集した大型のユニット（スペースラブ）を我が国で開発し、運営することも考慮する必要があろう。また、惑星探査計画に対しても、基礎能力を育て可能な限り参加できるよう努力をすべきであろう。このように今後における国際計画は、質としても規模としても、従来に比し格段の変化が予想される。

以上に述べた飛翔体による実験計画を年次別に想定したのが別表の「宇宙飛翔体による実験計画モデル」である。中・小型科学衛星計画では、今後、地球周辺、電離圏、磁気圏等の観測を目的とするＥＸＯＳ衛星シリーズ、太陽や天文・宇宙圏の観測を目的とするＡＳＴＲＯ衛星シリーズの打上げが行われ、その成果は順次大型科学衛星計画に受け継がれる。これらの計画には、大型のＸ－γ線望遠鏡を搭載する大型天文衛星（ＣＸＧＴ）、地球観測を目的とする静止地球科学衛星（ＧＳ）、地球科学研究用の極軌道衛星（ＰＳ）、太陽風観測のためラグランジュ点に打上げる定点観測衛星（ＬＧＳ）が含まれるであろう。また、こうした科学衛星はい

いずれも衛星技術面での宇宙理学研究の成果を十分反映したものとして計画されるもの。国際協力事業として
は気球、ロケットなどによる協同観測のほかに、スペースシャトル計画及び惑星探査計画（太陽、惑星間空間を含む。）を予定している。

なお、宇宙科学研究の将来計画については、今後の研究開発のテンポ、研究の実績、国際的動向、研究をめぐる諸条件などに大きく影響されることが考えられ、必要に応じて随時その見直しを行うことを要する。

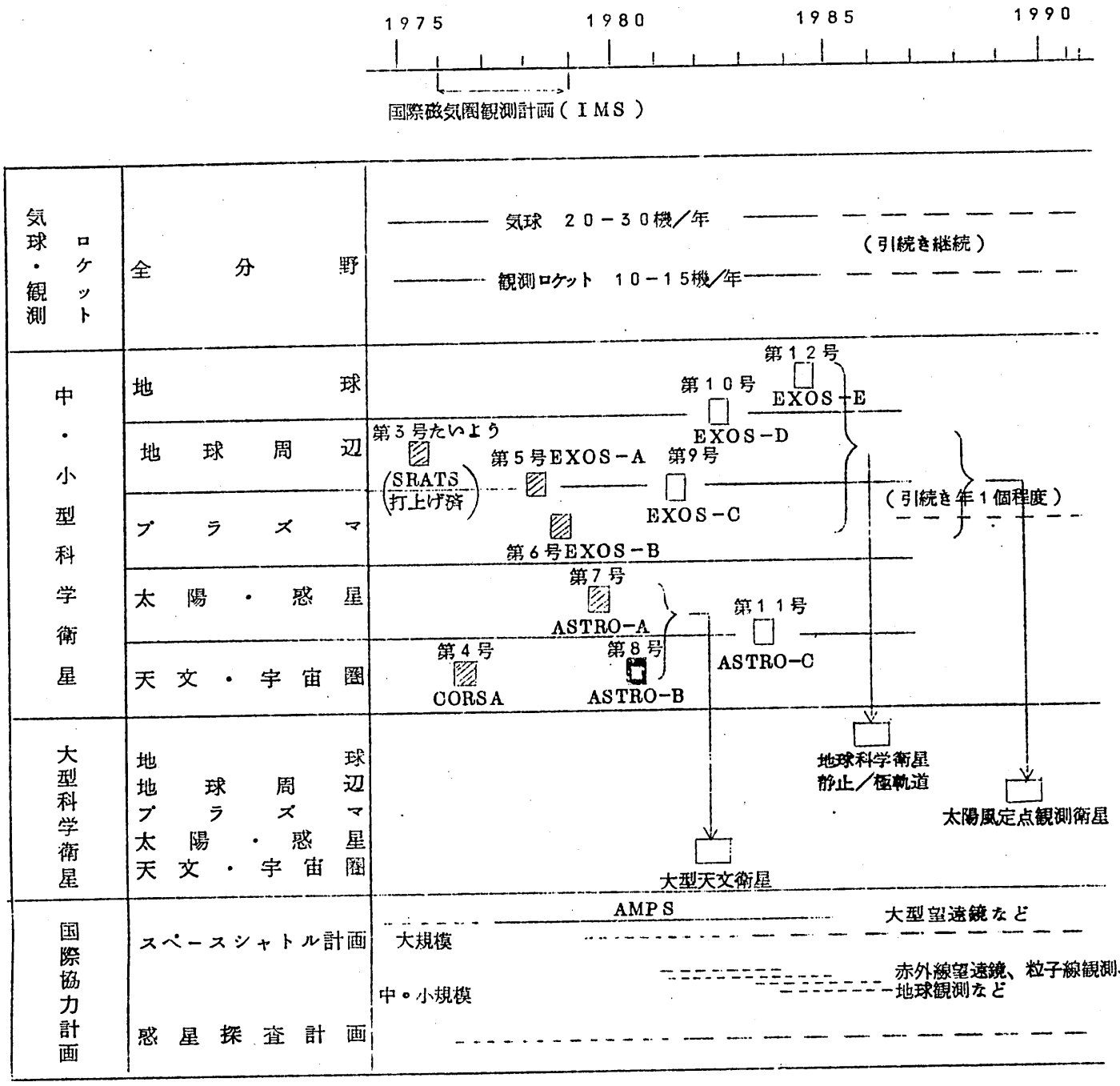
(3) 地上における研究・観測

宇宙科学研究の推進において、地上観測と地上実験室における各種実験的研究は、飛翔体による観測とあいまって、立体的かつ総合的な研究に不可欠の要素である。かつて国際地球観測年を契機として整備された諸施設、設備も、爾来20年を経過して老朽化しており、今後年次的にその更新と、新しい学問領域の展開に対応した新しい設備の導入を図っていく必要がある。特に天文学の分野においては、世界における電波天文学の発展、我が国におけるこの分野の歴史が古く優秀な人材も研究成果もあること、極東地域に大型電波望遠鏡の無いことなどを考慮し、当面の施策として、大型電波望遠鏡を速やかに設置すべきである。また、飛翔体による観測の事実を裏付けるための地上実験装置についてもその充実を図ることが必要である。

飛翔体及び地上観測網により得られる宇宙観測のデータ資料は、今後学問の全般にわたって加速度的に増大すると予想される。これら宇宙観測データの迅速かつ正確な処理とそれを広く学界の利用に供することが重要であり、そのためには、大型計算機を中心とする効率的な宇宙データ総合解析システムの完成と学界の要望に応じるような情報中央管理機能が望まれる。

別紙

宇宙飛翔体による実験計画モデル



なお、上図中斜線部分は、開発計画の進行中の意である。

脚注

ＩＭＳ：International Magnetospheric Study
（国際磁気圏観測計画）

SRATS：Solar Radiation and Thermospheric Structure Satellite
（太陽放射線及び上層大気観測衛星）

CORSA：Cosmic Radiation Satellite
（宇宙放射線観測衛星）

ＥＸＯＳ：Exosphere Satellite
（外圏観測衛星）

ASTRO：Astronomical Satellite
（天文観測衛星）

ＡＭＰＳ：Atmospheric, Magnetospheric and Plasma in Space
（大気圏、磁気圏及び宇宙空間プラズマ総合研究計画）

V　宇宙科学研究の推進体制

(1)　研究体制の再検討の必要性

前章までに述べた宇宙科学研究の将来課題を実施するためには、研究の推進に必要な体制の整備充実が殊に重要である。

現在、飛翔体の研究及びそれによる宇宙観測研究は、全国共同利用研究所である東京大学宇宙航空研究所を中心として、各大学、研究所の緊密な協力、連携の下に、試験衛星・科学衛星の研究開発、衛星打上げロケット・観測ロケット・観測用大気球の研究開発及び打上げ並びにこれらによる研究観測からデータの取得、解析処理に至るまで、研究者の自由な発想に基づく一貫した研究プロジェクトとして実施されている。

この研究体制の下に、宇宙理学、宇宙工学を中心とする関係研究者の知識・経験が幅広く集積され、既に述べたように幾つもの優れた業績が生み出されてきた。

こうした研究活動が我が国では純粋に学術的な課題として進められ、諸外国に比しては僅少な経費をもって今日の顕著な成果を上げるに至った事実は、特徴的であり、国際的にも高い評価を受けている。しかし、現在の実績は必要最小限度の研究者陣と経費の下で、特別の努力と情熱を傾注し密接なチームワークによって達成されてきたものであることを見逃してはならない。

今後における我が国の宇宙科学研究の発展のためには、既に述べたような将来課題に対応する研究計画の実現が必要であるが、これらの計画の規模は、現状に比しかなり拡大したものとなり、また、その中には、大型国際協力計画への参加など国際的な連携体制への配慮を必要とするものが含まれている。さらに実利用分野にわたる国の宇宙開発計画の拡大に対して、その自立的発展に寄与するためにも、特に宇宙工学分野における幅広い研究の拡充が必要となってきている。

これらを勘案するとき、今後の宇宙科学研究においては新しい局面の展開が予想され、ここに今後における宇宙科学研究を推進するための体制についてあるべき姿を十分に吟味し、適切な対応をとることが必要となってきている。また、その際独創的、先駆的研究が一層推進されるよう、優秀な研究及び技術の後継者の養成についても、十分な配慮をすることが必要である。

(2)　研究体制の基本的考え方

飛翔体の研究開発及びそれによる宇宙科学研究は、基礎科学の総合研究領域であること、宇宙工学の幅広い基礎の上に成り立つものであること、国際的な研究協力体制の一環として研究が行われる場合が多いことなどの理由から、そのプロジェクトは宇宙理学・宇宙工学を中心とする関係分野の多数の研究者の密接な協力の下に、計画立案の段階から成果の取得利用に至るまでの全過程について、一貫したシステムとして責任をもつ体制の下に推進される必要がある。それとともに、優れた成果は優れた基礎研究を基盤として生まれるものであるから、広く大学等における研究活動の拡充にも配慮する必要がある。

このような基本理念に立って宇宙科学研究の推進体制を考えるとき、宇宙科学研究プロジェクトを推進するための中枢となる研究機関（以下「中枢研究所」という。）が必要となる。中枢研究所は、将来計画の内容と規模

に対応できるものでなくてはならないが、その際、考慮すべき事項が２点ある。第１は、中枢研究所は、全国の大学・研究者等と密接な連携を保つとともに、関係研究者に対し開かれたものでなければならないということである。第２は、この研究プロジェクトの一環である科学衛星及びその打上げロケットの計画は、我が国の国家的な大型プロジェクトとして推進されている宇宙開発計画の主要な一部をなすものであるが、基礎科学としての本質をもつゆえに、あくまでも研究者の自由な発想が十分発揮される性格のものでなければならないということである。

(3) 中枢研究所の役割と規模

上記の基本的考え方に立つ全国共同利用の中枢研究所の役割は、次のように要約される。

(i) 宇宙理学及び宇宙工学を中心とする関係分野の密接な協力の下に、飛翔体による宇宙科学研究プロジェクトを実施し、宇宙科学研究を推進すること。

(ii) 宇宙科学研究プロジェクトの計画立案から成果の取得、利用に至るまでの全過程について一貫したシステムとして責任をもつこと。

(iii) 宇宙科学の大型国際協力事業に我が国の宇宙科学の研究者を代表して参加すること。

(iv) 宇宙科学の振興上必要な人材養成を各大学等と協力しつつ行うこと。

(v) 宇宙科学に関する情報・解析センターの機能をもつこと。

これらの役割をもつ中枢研究所は、大学等の学術研究機関における自主的な研究を反映し、総合してその発展に寄与する性格をもつものである。また、そこにおける研究の興味は、主として未知の事象、未開発の技術等に絞られるものであり、既に確立された技術を中枢研究所で反復実施する必要はなく、事宜に応じてしかるべき機関を利用することが適切であろう。

さらに、中枢研究所は実利用を目的とする宇宙開発計画に関しても先行的役割を果たし、その確実な進捗に寄与するとともに、その要請によって研究開発を行う場合も有り得る。この場合にも、他の関係機関と密接な連携の下にプロジェクト策定の当初の段階から参画し、研究所の担当する部分について一貫した責任をもつことができるようにするとともに、研究者の自由な発想が十分発揮されるような体制が考慮されなければならない。

中枢研究所は、前述した役割を担当し得るに必要な研究者（教授、助教授、助手等）、専門技術者及び事務職員をもって構成されるものとし、特に研究者でいえば教授クラスの専門技術者を置くことのできる組織とすべきである。また、全国研究者の共同利用機関として機能するため、他の大学等からの客員部門や客員研究員を充実するとともに、それ自体として相当数の固有部門を設けることが重要である。

(4) 人材養成

第Ⅳ章に述べられた宇宙科学研究の課題を達成するためには、現在及び近い将来においてかなりの数の研究者を増加する必要がある。この場合において、宇宙科学は高度に総合的な研究分野であるから、研究者の養成は中枢研究所及び全国主要大学における大学院教育が基本となるべきであり、そのため宇宙科学関係の大学院の課程を増強していく必要がある。

a　宇宙理学分野

宇宙飛翔体を利用する今後５～１０年の実験プロジェクトを実施し、観測資料の解析、地上観測施設の運用等を通じ、宇宙理学研究を遂行していくためには、各種の専門分野を基礎とした宇宙理学の研究者を確保しなければならない。しかし、現在の全国の宇宙理学関係大学院講座だけではこの需要を満たし得ない実情である。したがって、全国の主要大学に宇宙理学の分野に関する大学院講座、例えば地球環境、惑星大気、希薄プラズマ、宇宙放射線などに関する講座を整備（大学院課程のみの講座・部門の設置を含む。）して研究者養成に努めるとともに、中枢研究所も各大学等と協力しつつ大学院教育を分担する必要がある。

また、この大学院教育の効率化を図るため、主要大学にそれぞれ重複しない分野での実験設備、データ解析設備等を配置し、近辺の大学が共同で利用し、また、飛翔体実験プロジェクトにも積極的に参加できるような体制を確保することも必要である。なお、中枢研究所としても、ポスト・ドクトラル・フェローシップの制度を十分活用して全国の大学、研究機関と協力しつつ人材養成を図ることについても配慮すべきである。

b　宇宙工学分野

宇宙工学の分野においては、関連の工学諸分野において、極限を追求し、進んだ宇宙技術を培う基礎を築き、進んだ宇宙技術を発展させる研究者、技術者の養成が必要である。

また、これらを総合して創造され展開される優れたシステムを担当し、発展させることのできる人材の養成も必要であるが、そうした人材は特定の分野に関する専門家として深い知識を備えるとともに、その知識を幅広く実地に応用する能力を涵養するための十分な訓練を受けていることが必要である。

今後、宇宙開発計画が進展すれば、国・公・私立の諸機関及び関連産業において研究者、技術者のかなりの需要増大を招くこととなるが、これらの研究者・技術者の養成のためにも、既存の大学院課程及び中枢研究所における宇宙工学に関する大学院教育の果たす役割は大きく、その拡充が必要となる。

(5)　評価システム

宇宙科学の研究計画の実施のためには、かなり巨額の経費を国家予算に計上しなければならない。したがって、宇宙科学研究については、他の分野以上に公正かつ厳密な評価と、計画を随時見直すことが必要となる。これらの評価は、関係研究者によるもの、部外者によるものなどが考えられるが、いずれにしても評価の態度、基準、方法などについては、研究の自由を保障しつつ先端的、独創的な研究、地味な研究を推進することができるような配慮の下に検討を行い、早急にそのためのシステムを整備する必要がある。