

文部科学省における宇宙分野の 推進方策について

平成24年12月

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会

<目次>

○本報告書のポイント

○はじめに	1
I. 宇宙開発利用に係る基本認識	3
II. 宇宙開発利用に関する将来の姿	5
III. 文部科学省の取組の方向性	6
1. 宇宙を知る	6
(1) 宇宙科学	6
(2) 宇宙探査	8
2. 宇宙を支える	10
(1) 技術基盤の強化	10
①輸送技術	11
②宇宙環境利用技術等	14
③その他の技術基盤	15
(2) 人材の育成	17
3. 宇宙を使う	19
別添 1 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会 委員名簿	21
別添 2 文部科学省における宇宙分野の推進方策について	22
別添 3 文部科学省における宇宙分野の推進方策に係る 宇宙開発利用部会の開催状況	23

<本報告書のポイント>

I. 宇宙開発利用に係る基本認識

- ・ 国民生活の向上のための安全保障への貢献
- ・ 人類の持続的発展を支える知の源泉
- ・ 国際的なプレゼンスの確保
- ・ 宇宙への取組特有の社会的効果
- ・ 人材育成の必要性

II. 宇宙開発利用に関する将来の姿

宇宙科学・宇宙探査等フロンティア開拓分野と、同分野で得られた技術的知見を基盤として、社会的ニーズに基づく実利用分野が進展

III. 文部科学省の取組の方向性

研究開発を通じ「新たな知を育み社会につなぐゆりかご」の役割を担う文部科学省は、司令塔機能の内閣府への設置など本年7月に構築された新たな体制下においても、活力ある未来に向けた「明日への投資」との観点から、「宇宙を知る」及び「宇宙を支える」に重点的に取り組むことにより、「宇宙を使う」に貢献

1. 宇宙を知る

(1) 宇宙科学

- ・ 最先端の研究成果を持続的に創出するため、優位性を有する分野の更なる発展や新規分野の開拓、大学との連携強化などに取り組む
- ・ 学術コミュニティの自律性を尊重し、一定規模の予算を確保
- ・ 一定規模を超える大型プロジェクトに対応する仕組みを検討

(2) 宇宙探査

- ・ 総合的な政策判断による宇宙探査と宇宙科学としての宇宙探査
- ・ 我が国の強みを活かした国際協働プロジェクトへの主導的関与

2. 宇宙を支える

(1) 技術基盤の強化

①輸送技術

- ・既存ロケットについて、国の支援と併せ民間事業者のビジネス上の工夫によるコスト削減を期待
- ・次期基幹ロケットは、国費の負担軽減、国際競争力の向上、技術基盤の維持の観点から検討の上、早急に必要な措置を実施
- ・液体燃料ロケット及び固体燃料ロケットの双方を維持・向上

②宇宙環境利用技術等

- ・ISSを活用し、タンパク結晶生成等の有望分野への重点化や関係者間の連携強化等による優れた成果の創出
- ・ポストISSを意識した取組とISS運用経費の削減

③その他の技術基盤

- ・広範な宇宙利用関係者のニーズ反映に向けて、関係する府省、大学、産業界やJAXA等が参画するコミュニティを構築
- ・宇宙利用促進の観点から、大学研究者や中小企業等に対して、超小型衛星の打上機会の提供や開発支援等を実施

(2) 人材の育成

- ・プロジェクトをまとめあげる総合力を持った人材、優れたエンジニアリング能力を発揮できる人材及び新規利用分野の創出に貢献できる人材を育成
- ・年齢層に応じた宇宙に関心を有する青少年の裾野の拡大

3. 宇宙を使う

- ・文部科学省は、地球観測など科学技術・学術分野における研究開発の重要なツールとして積極的に宇宙を利用

○はじめに

宇宙開発利用とは、フロンティア領域への人類の飽くなき挑戦であり、宇宙の謎や物質・生命の起源解明といった人類共通の探求心に基づくものであるとともに、宇宙を活用して得られる種々の便益を目的とした活動でもある。

我が国は、ペンシルロケットの成功から約15年後の1970年2月、世界で4番目に自国射場から100%国産の固体燃料ロケットで国産衛星を打ち上げた。また、その前年、米国との協力協定が成立して液体燃料ロケット技術が導入されたことにより、1970年代末期以降、静止軌道以上に通信、放送、気象衛星を配置し得る環境を整えてきた。1994年には、全て自主技術により世界に比肩する打上げ能力を有するH-IIロケットの打上げに成功し、更に改良を加えたH-II A/Bでは、世界最高水準の成功率（平成24年12月時点で95.8%[24機中23機の成功]）を実現するに至っている。

衛星についても、1970年の「おおすみ」以降、科学衛星に加え、実利用分野では通信、放送、気象等広範なミッションを遂行し、数多くの衛星が国民生活の向上等に貢献している。

また、広範な先端技術の統合や大きな投資を要する宇宙探査等については、国際協力による取組が効果的であり、国際宇宙ステーション(ISS)は科学技術分野の国際協力の象徴の一つとなっている。我が国は、アジアで唯一ISS計画に参画し、宇宙先進国として国際的な信頼を集めるに至った。また、宇宙科学分野では、米国に比して20分の1以下の予算ながら、世界に誇る研究成果を挙げてきた。

このように宇宙開発利用開始から約半世紀で、我が国は、米国、ロシア、欧州とともに宇宙先進国の地位を占めるに至った。そして、それは他のいかなる国とも異なる環境の中で達成されてきたものである。

米国、ロシア、中国等では、軍事利用のための宇宙開発利用が重視されてきたことから予算規模も相対的に大きく、官需や軍事技術の移転等により宇宙産業の発達が比較的容易であった。

他方、我が国は、2008年の宇宙基本法制定までの約半世紀、宇宙の非軍事利用との政策により、民生の研究開発成果に基づく宇宙開発利用に官民で力を合わせて取り組んできた。しかし、我が国の衛星製造が産業として離陸しかけ、欧米でも宇宙の商業化が本格化し始めた頃、日米貿易摩擦の高まりの中で1990年に日米衛星調達合意がなされ、政府等の非研究開発衛

星は公開入札により調達することとなった。以後、政府等の実利用衛星には米国製のものが多く見られることとなった。

このような状況の下、我が国の宇宙開発利用は、商業化が十分進まない中で研究開発による技術の高度化に重点が置かれ発達してきた。そして、宇宙科学技術水準の向上を目指して研究開発に取り組み、その成果について実利用への橋渡しが行われることで、通信、放送、気象衛星などの利用が社会に定着してきた。また、高い技術力と平和利用の基本理念に基づく国際的な信頼醸成を経て、国際協力の場において参画が要請される国としての地位を築いてきた。

今日、宇宙開発利用は、先進国のみのものではなく、衛星の活用はアジア、アフリカ、ラテンアメリカ等にまで拡大しつつある。また、地球温暖化問題、防災・減災、資源・エネルギー問題等の人類全体の課題を克服するためにも、宇宙利用活動は必要であり、国際的な期待も大きい。

科学技術立国を標榜する我が国は、先進国の矜持をもって宇宙開発利用を通じた安全保障の向上、人類の知的資産の蓄積への貢献、国際協力による我が国プレゼンスの向上を進めていくことが極めて重要である。

そのためには、人材育成を重視しつつ、自律的な宇宙開発利用を確保するとともに、技術基盤の維持・向上を図り、自国利益のみに偏重することなく、国際的な関係に配慮した相互利益の拡大に努めなければならない。その際、新興国に対し大学研究者等が草の根的に築いてきたつながりを活かした支援など、宇宙利用の基盤作りを含めた国際的な宇宙利用の拡大に努めつつ、国際競争力の強化を図ることが有益である。

本年7月、宇宙政策の司令塔機能が内閣府に設置され、独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）が政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核的な実施機関として位置付けられるなど、新たな体制が構築された。

我が国の宇宙開発利用は、新体制の下で宇宙の利用拡大と自律性の確保に向けて進められることとなる。上述の大きな方向性の下で検討を進め、文部科学省が果たすべき役割や今後5～10年程度の取組の方向性を明確にすることを目的として本報告書を取りまとめた。

今後、本報告書に示した推進方策の実現を文部科学省に期待するが、宇宙開発利用部会としてもその進捗状況について適宜報告を受け、必要に応じて本報告書の見直しを行うものとする。

I. 宇宙開発利用に係る基本認識

宇宙基本法は、宇宙開発利用の果たす役割を拡大し、国民生活の向上及び経済社会の発展に寄与するとともに世界の平和及び人類の福祉の向上に貢献することを目的とし、各種施策を総合的かつ計画的に推進することとしている。

こうした取組を持続的に発展させていくため、以下の基本認識の下、文部科学省の取組の方向性を検討する。

1. 国民生活の向上のための安全保障への貢献

宇宙の利用は、技術・安心安全・経済など広い意味において、国民生活の向上のための安全保障に貢献するものとして、国際的にも必須の社会基盤と認識されつつある。

また、我が国は、昨年3月の東日本大震災により人的・物的に甚大な被害を受けるなど激動の中にあり、豊かで安全な社会の実現といった広義の安全保障の重要性が強く認識されるようになってきた。

このような安全保障への期待を実現するため、我が国はあらゆる政策手段を動員すべきであるが、その際、科学技術立国として宇宙技術を活用していくことが重要である。

2. 人類の持続的発展を支える知の源泉

国民生活や経済社会の持続的発展のためには、新たな知への挑戦を絶え間なく行い、その成果をイノベーション創出につなげていくことが重要である。

宇宙科学技術により得られる知的資産は、それ自体が真理探究等の成果として意義を有するのみならず、地球温暖化問題、防災・減災等への対応に貢献するなど、人類の持続的発展を支えるものである。また、宇宙科学技術は、幅広い技術分野にわたり、匠の技から最先端技術までが統合された巨大科学技術であり、我が国の科学技術の底上げや裾野の拡大、そして産業競争力の強化にも寄与する。特に、革新的なプロジェクトにより得られる知見や経験は、新産業創出や人材育成につながる貴重な資産となる。

さらに、宇宙利用を持続的に発展させていくためには、現在の官需中心の状況から、国内民需や海外受注を拡大していくことが必要である。海外へのパッケージ型インフラ輸出など政府によるサポートは重要であるが、商品自身の魅力がまず問われることとなる。その際、価格に加え、我が国の強みとして、優れた技術やそれに裏打

ちされた信頼性の提供が国際的な競争力強化につながると考える。

このため、絶えず新たな知的資産を創出して、実利用に貢献する知識と技術を供給し続けることが重要である。知の源泉である先端科学技術への挑戦も、このような観点から実利用を直接支えるものであり、経済的観点からも高い優先順位付けをもって取り組まなければならない。

3. 国際的なプレゼンスの確保

我が国が国際社会において確固たる地位を確保し、その地位をより強固なものとするためには、人類共通の真理の探究に貢献するとともに、地球規模の問題等に対する取組を主体的に行い、国際的な互惠関係を構築していくことが重要である。

そのためには、宇宙科学など先端科学技術に関して、我が国がトップランナーの地位を維持し、その成果を国際社会に発信していくことが不可欠である。これにより、ISSなどの国際協働活動において主導的な役割を果たすことが可能となり、特にアジア地域において、人材育成も含め我が国の技術力を活かしたイニシアチブの発揮が期待される。

4. 宇宙への取組特有の社会的効果

宇宙への取組は、国民の関心を集め、国民に夢や希望を与え、我が国の誇りにつながるといった社会的効果が期待されるものである。例えば、小惑星探査機「はやぶさ」は小惑星からの試料採取が主目的であるものの、その成功やそこに至る過程には国民から大きな関心が寄せられた。

こうした宇宙への取組の特性は、納税者として宇宙活動を支える国民の理解を醸成したり、次世代を担う青少年の科学技術に対する関心をかき立てるなど、科学技術立国の礎を築くことにもつながる。

また、宇宙科学技術の展開は、東日本大震災等により失われた科学技術への信頼回復にも貢献し得るものと考えられる。

5. 人材育成の必要性

宇宙開発利用の持続的な発展のためには、それを支える人材の継続的な育成が不可欠である。特に、新たな利用分野の拡大には、成果の実利用における定着までを見通してプロジェクトをまとめあげる総合力を持った人材の育成が必要である。

II. 宇宙開発利用に関する将来の姿

今後の展望としては、宇宙科学や宇宙探査、有人宇宙開発等の「フロンティア開拓分野」が進展していくとともに、同分野で得られた技術的知見が基盤となって、国民生活の向上等につながる通信、放送、気象、地球観測等の「実利用分野」が発展していくものと考えられる。

「フロンティア開拓分野」においては、科学技術の進展により観測装置、衛星等の大型化、高性能化やロケットの低コスト化、高信頼性化が実現され、更なる遠方の宇宙空間や天体への到達が可能となることが期待される。さらに、人類にとって未知の宇宙の謎や物質・生命の起源等新たな知見の獲得も期待される。また、有人宇宙開発については、NASAや欧州においてもポストISSとして宇宙探査を検討中であることから、遠くない将来に国際協働による有人宇宙探査プロジェクトが立ち上がる可能性が高いと考えられる。

「実利用分野」においては、既に商業利用されている通信、放送、気象分野について、情報通信技術の発展や今後益々進むグローバル化などと相互に影響を及ぼしあい、新興国を含めて更なる社会インフラ化が進み、経済・社会への貢献も拡大していくと考えられる。

現在は小規模である地球観測データの商業利用についても、衛星から得られるデータの高度化や低コスト化等が進むと考えられ、地上での種々の情報と組み合わせることにより、益々社会基盤として重要性を増していくものと考えられる。

以上のように今後の宇宙開発利用は、「フロンティア開拓分野」においては、技術の進歩と国際協働に支えられ、より遠方への到達を果たし、より優れた科学的知見の蓄積が進むものと期待される。これらが宇宙の「実利用分野」発展の基盤となり、地上における利用拡大の取組と相まって、更なる宇宙利用の一般化が進展し、国民生活の向上や経済・社会の発展などに持続的に貢献していくものと期待される。

また、このような方向性は、2010年に公表された科学技術政策研究所のデルファイ調査^(※)による技術予測においても示されている。同調査においては、2040年頃までに宇宙利用に関して実現可能性のある技術として、衛星の信頼性向上と低コスト化、衛星を活用した自律型ロボット、地球軌道を周回する宇宙観光、月面基地、宇宙太陽光発電等が列挙されており、将来的に宇宙開発利用が大きく発展する姿が予測されている。

※デルファイ調査：科学技術政策研究所においては、1971年よりデルファイ法を用いた将来の技術予測調査が行われている。デルファイ法とは、専門家グループなどが持つ意見や判断を反復型アンケートを使って組織的に集約・洗練する意見収束技法。技術革新や社会変動などに関する未来予測を行う定性調査によく用いられる。

Ⅲ. 文部科学省の取組の方向性

文部科学省は、科学技術の総合的な振興、学術や教育の振興を任務としており、研究開発を通じて“新たな知を育み社会につなぐゆりかご”としての役割を果たしてきた。

宇宙分野においては、JAXAとともに宇宙科学など先端科学技術を通じて新たな知見を創出し、研究開発や技術実証を経て、実利用に至ることで、国民生活の向上等に貢献してきた。具体的には、国産技術による輸送技術の確立とその民間移管や、通信、放送、気象衛星等の開発から実利用への橋渡しを行ってきた。

本年7月に構築された新たな宇宙開発利用の推進体制の下においても、文部科学省は引き続き、国家存立の基盤となる技術として宇宙分野を位置付け、新たな可能性を育み、活力ある未来に向けた「明日への投資」に重点的に取り組んでいくべきである。

具体的には、研究開発により宇宙のフロンティアを^{ひら}拓き（宇宙を知る）、宇宙利用の基盤となる技術の強化や人材育成などの取組（宇宙を支える）を積極的に推進することにより、国民生活の向上や経済社会の発展等に寄与する宇宙利用（宇宙を使う）に貢献する。

1. 宇宙を知る

（1）宇宙科学

①意義

宇宙科学とは、宇宙理学及び宇宙工学の学理及びその応用であり、人類の発展に貢献する真理の探究や最先端の技術・知見を集約して未踏の研究課題に挑み、世界を先導^{ひら}する画期的な成果を期する学術研究である。また、宇宙開発の端緒を^{ひら}拓き、宇宙開発利用を先導するものでもある。その取組においては、宇宙空間を利用した観測や実験により真理の探求^{ひら}を目指す宇宙理学と、衛星等を宇宙空間に飛翔させてフロンティアを^{ひら}拓く宇宙工学が緊密に連携することで、宇宙科学全体として優れた成果が期待される。

また、得られた知見が更に新たな研究領域の開拓やイノベーション

の創出につながるなど、宇宙科学技術の「多様性の苗床」として、直接的あるいは間接的に新たな宇宙開発利用の拡大、ひいては国民生活の向上やこれらを支える人材育成にも寄与するものである。

②将来の姿

これまでの成果に鑑みれば、宇宙科学に携わる宇宙科学研究所（I S A S）や各大学の研究者からなるコミュニティの合意形成に基づき取組を進めるようなシステムが十分に機能してきたと考えられる。今後、このような取組を更に伸ばし、我が国が世界的な頭脳循環の拠点の一つとなり、世界水準の研究者が結集し、知的触発を促す環境が一層醸成されることが期待される。

このような将来に向けて、最先端の研究成果が持続的に創出されるよう、深宇宙の赤外線やX線、粒子等の観測、あるいは惑星・小惑星からの試料回収など、未知のデータ収集を可能とするような最先端技術を集約したプロジェクトの実現が求められる。

今後、国際共同研究が益々重要視される中で、世界を先導するとともに国際的プロジェクトに常に参画が求められる国となるべく、このような取組の一層の強化を図ることが重要である。

③具体的な推進方策

ア. 世界を先導する宇宙科学研究の推進

宇宙科学については、今後とも我が国が世界最高水準の研究成果を持続的に創出し、世界を先導していくことが求められる。

このため、我が国が現在優位性を有する分野を更に発展させる挑戦的なプロジェクトの実施や新規分野の開拓などが重要である。これまでに、X線や赤外線等による天文観測や宇宙物理、太陽研究、磁気圏観測・月面詳細観測等の太陽系探査科学、「はやぶさ」で得られたイオンエンジン技術を含む宇宙空間航行技術などの分野で卓越した成果を生み出してきた。これら実績を踏まえ、I S A Sの大学共同利用機能を活用し、宇宙科学コミュニティの提案を踏まえつつ、文部科学省は更なる支援を実施すべきである。

その際、新規分野・融合分野への取組の促進、I S A Sと各大学の連携協力の強化、国内大学研究者の流動化の促進、外国人の受入れ促進など、I S A Sを中心とした宇宙科学コミュニティが世界のトップサイエンスセンターとして機能するような取組について、具体的な方策を検討すべきである。

当該検討に当たっては、宇宙開発利用を先導していくとの観点や学術研究の特性に配慮し、当部会に検討の場を設けるなど広く関係者の意見を集約しつつ施策の具体化に取り組むべきである。

イ. 宇宙科学コミュニティの自律性の確保

優れた学術的成果の実現のためは研究者の自由な発想に基づく取組が重要であり、この観点から現在 I S A S を中心として実施されている研究者間での研究提案の磨き合いが有益であるため、引き続きこのようなシステムを維持することが重要である。

このため、宇宙科学コミュニティによる選定結果を尊重し、これまでの実績を踏まえつつ、一定の予算規模の枠内で研究の実施が担保される仕組みを構築すべきである。

ウ. 宇宙科学プロジェクトの大型化への対応

今後我が国が宇宙科学分野において世界を先導していくためには、フラッグシップとなるような挑戦的なプロジェクトの提案や参画が重要である。他方、一定の予算規模で宇宙科学を実施するとした場合、当該予算規模の枠内では、今後重要性が高まる大型プロジェクトを実施することは困難である。

このため、一定規模を超えるものについては、コミュニティによる科学的判断が行われたものに対し、更にプロジェクト毎に政策判断を行った上で適切な財政措置が可能な仕組みを検討すべきである。

エ. 情報の発信

公共財としての宇宙科学技術への投資が行われ発展していくためには、ユーザーであり出資者でもある国民の理解を得ることが不可欠であり、社会との間の双方向のコミュニケーションが重要である。

このため、これまで比較的社会との関係への取組が弱かった研究者や技術者においても、国民の理解を得るための情報発信がなされるよう、文部科学省や J A X A はそのための人材育成や機会の提供等の支援を強化すべきである。

(2) 宇宙探査

①意義

宇宙探査は、“宇宙の^{なぎさ}渚から深宇宙へ”人類のフロンティア^{ひら}を拓くとともに、宇宙科学技術の底上げを先導するなど宇宙開発^{けん}の牽引役を

担うものである。また、将来的には、新材料の発見や新産業の創出、地球外での資源獲得やエネルギー施設建設、さらには宇宙観光など、新たな宇宙利用の可能性につながるものである。

また、宇宙探査に必要な輸送技術や探査技術の開発は、宇宙産業の技術基盤・産業基盤の維持・向上に貢献するものであり、その技術のスピノフ等を通じた国民生活の向上にも寄与するものである。

さらに、国際協働プロジェクトへの参画要請は、日本の技術に対する高い評価の表れであり、国際的プレゼンスの向上により外交的、経済的メリットも有する。これらに十分応えるためには、主導性を発揮できるように国際協働活動に初期段階から参画することが効果的である。

②将来の姿

宇宙探査の一形態である有人宇宙探査は人類の活動領域の拡大を目指すものであり、これまでの例を見ても、そのメリットは科学技術面にとどまらず、外交面を含めた多様な側面を有する。

このような中、2010年には米国オバマ大統領により2030年代中期における有人火星探査計画が発表された。また、各国宇宙機関からなる国際宇宙探査協働グループ(ISECG)からは、昨年8月、小惑星又は月を経て国際協働によりステップバイステップで有人火星探査を目指すとのロードマップが公表された。さらに、本年11月の欧州宇宙機関閣僚級会合において、将来の有人宇宙探査に使用可能な宇宙船を米・欧で共同開発することが決定されたところである。

このような国際動向に鑑みれば、近い将来、将来の火星探査を視野に入れたポストISSとして国際協働探査プログラムが具体化していくと考えられる。他方、我が国の技術や財政状況を考慮すると、日本が単独で有人宇宙探査を実施することは困難な状況にある。

これらを踏まえ、当面、大型探査プロジェクトの国際的な検討に当初から加わり、開発すべき宇宙システムとその分担等を明らかにしていくべきである。また、ISSを活用した有人宇宙技術等の一層の蓄積や将来の日本の貢献を見据えて技術的優位性を更に伸ばす取組についての具体的な検討が行われるべきである。

③具体的な推進方策

ア. 総合的な政策判断による宇宙探査と宇宙科学としての宇宙探査

宇宙探査には、研究者の自由な発想に基づきボトムアップにより実施されるもの(宇宙科学)と、科学技術水準の向上、外交的メリッ

ト、宇宙産業の維持発展、社会への波及効果等を総合的に勘案した政策判断、いわゆるトップダウンにより実施されるものがある。

後者の総合的な政策判断による例としては、ISS計画が挙げられる。また、今後具体化が見込まれるポストISSとしての国際協働による有人宇宙探査への参画についても、総合的な政策判断に基づき対応することになると考えられる。

このような大型国際協働プロジェクトは、総合的な政策判断を要するため、関係府省が連携して政府全体として取り組むことが必要である。その際、プロジェクト参画やその先行段階の活動については、JAXAとして適切な実施体制を構築して進めることを検討すべきである。

イ. 国際的議論への参画

我が国としては、ISECG等の国際的な場に引き続き積極的に参画するとともに、欧米など他の宇宙先進国との接触の機会を捉え、将来の宇宙探査に関する各国との意見交換を進めることが重要である。その際、ISS計画の枠組みをベースとして新たな国際協働プロジェクトに向けた実質的な協議が進められる可能性もあるため、双方の関係に十分留意すべきである。

ウ. 我が国の技術的強みの明確化

国際協働プロジェクトの具体化段階においては、宇宙先進国の一翼として我が国がプロジェクトを主導し得るよう、また、他国から参画を要請されるべく、高度な技術力を有することが重要である。

このため、国際動向を把握しつつ、ISSで蓄積した有人宇宙技術等これまでの知見を踏まえ、我が国として貢献し得る、あるいは主導し得る技術面での強みを明確にすることが必要である。

その上で、国際協働プロジェクトへの参画を念頭に、宇宙政策委員会等の意向も踏まえつつ、無人宇宙探査など我が国の強みを伸ばす先行的な取組を実施することを検討すべきである。

2. 宇宙を支える

(1) 技術基盤の強化

宇宙を支える技術基盤は、学術の基礎的理解を含む科学技術に関する知見、人材、施設・設備等からなり、世界水準の先進的ミッションや宇宙利用の拡大を支えるものであり、ニーズを踏まえつつ、

その強化を図ることが重要である。

このため、プロジェクトを達成するための要素技術の向上、獲得された技術の維持・発展等に取り組んでいくことが求められる。

また、これら技術基盤は、スピンオフにより様々な方面へ波及することが期待され、我が国の技術の底上げや裾野の拡大、ひいては産業競争力の強化につながるものである。

①輸送技術

ア. 意義

輸送技術は、衛星等の打上げを担う技術であることから宇宙利用の第一歩といえ、希望する時期や軌道に衛星等を打ち上げる能力は自律性確保の観点から不可欠な国家基幹技術といえる。

また、宇宙への輸送能力を独自に有する国は世界の中でも限定されており、その保有自体が宇宙先進国としての国際的プレゼンスの確保にも大きく貢献するものである。

イ. 将来の姿

今後、ロケットの性能や信頼性の飛躍的な向上、大幅なコスト低減により、宇宙利用が社会インフラとして益々重要性を増していくと考えられる。科学技術政策研究所の技術予測によれば、有人宇宙探査、月面基地、宇宙観光旅行、宇宙太陽光発電等の実現に向けて、2040年頃には宇宙への大量の物資輸送を行う時代の到来が見込まれている。

また、米国のスペースX社の参入等による国際競争の激化により、短期的には世界的にロケットの新規開発や改良の実施等が進むものと見込まれる。

このような将来に向け、当面、我が国は、宇宙輸送の自律性や高信頼性を確保しつつ、輸送技術の高度化や低コスト化の実現に努めるなど、多様なニーズに応え得る技術開発を推進する必要がある。

ウ. 具体的な推進方策

(ア)既存ロケットのコスト削減

H-II A/Bについては、以下の観点より、民間事業者のビジネス上の工夫等による一層のコスト削減を期待する。

その際、国においては、トータルでの国の支出抑制の観点から民間事業者によるコスト削減を促進するため、削減が見込まれる

費用を上限として民間事業者が採用した措置に係るリスク等をJAXA又は国が負担することなどについて、民間事業者の提案等を踏まえて検討すべきである。

また、現在開発中の固体燃料ロケットイプシロンについては、現在の打上げコストについて大幅な削減を進めるものとする。

a. コスト削減による国際競争力の向上

宇宙への第一歩である輸送コストの削減は、宇宙利用の拡大に当たっての最重要事項の一つである。

コスト削減には、開発により技術的に達成する方策と部品調達手法等ビジネス上の工夫により達成する方策とが考えられ、これら双方について検討がなされるべきである。既存ロケットについても後者について更に努力が求められる。

また、国際競争力の強化に向けて、我が国の民間輸送サービス事業者が、海外事業者との連携による相互バックアップ協力等きめ細かな顧客ニーズに応えうる体制を整えることも有益と考えられる。

b. 自律性確保への寄与

輸送技術は宇宙利用の自律性の根幹をなすものであり、国家基幹技術として国の技術力を示す指標でもあることから、基本的には国の責務として維持・向上すべきものである。

他方、自律性を支える宇宙産業は官需及び民需によって成り立っており、国際競争力の向上は自律性確保に要する国の負担軽減につながるため、国の役割を補完するものといえる。

(イ) 次期基幹ロケットの開発

今後の基幹ロケットについては、以下の観点より、十分な調査検討を行った上で、早急に必要な措置を講ずるべきである。

その際、世界的な衛星打上げ需要や海外ロケットの開発動向等について調査を行うとともに、地上設備維持を含めたコストの半減程度の削減を目標として、その達成可能性を見極めた上で判断すべきである。また、打上需要に応じて輸送能力を拡大できるような柔軟な設計とすることや、民需を視野に入れた国際競争力の向上、将来の輸送技術の発展性などの観点に留意すべきである。

a. 打上げに要する国費削減

次期基幹ロケット開発により、打上げコスト及び老朽化した地上設備の維持コストについて半減程度を目標として削減を行うことにより、長期的に見ればロケット開発費を含めて考えても、今後の打上げに係る国費負担を全体として軽減できるものと考えられる。

b. 民間衛星等の受注促進

ロケット打上げコストの大幅削減は、国際競争力の向上による民間衛星等の受注の増加につながり、ひいては宇宙産業基盤の維持・強化や自律性確保に貢献し得るものである。

c. 技術基盤・産業基盤の維持

現在我が国は、ロケットの技術基盤・産業基盤の喪失の危機に直面している。最短スケジュールで開発に着手する場合でも、1986年に開発に着手したH-IIやその改良型であるH-IIAから長期間の開発の空白が生じる状況にあり、人的基盤を含めこれまで培われた技術基盤の継承が困難となりつつある。

このような状況を放置した場合、我が国において、将来的にロケットの新規開発や既存ロケットの円滑な運用が困難になるおそれがあることを認識する必要がある。

(ウ) 液体燃料及び固体燃料のロケットの維持・向上

液体燃料ロケットは、システム的に複雑であるがエネルギー効率が優れており、一定規模以上の衛星打上げの場合にコストの観点から優位性を有する。他方、固体燃料ロケットは小規模の衛星を打ち上げる場合に経済性に優れる。

このような得失及び我が国が培ってきた独自技術の維持・向上の観点から、液体燃料ロケット及び固体燃料ロケットの双方について引き続き取り組むことが重要である。

(エ) 将来輸送技術に関する研究

将来的な宇宙への大量物資輸送や宇宙輸送の利用拡大を視野に入れて、再使用型ロケット、極超音速輸送等の輸送技術についても将来的なオプションとして研究を進めるべきである。

②宇宙環境利用技術等

ア. 意義

I S Sの日本実験棟「きぼう」は、地上では得られない長期間の微小重力等の極限環境を利用可能な有人研究施設であり、ここでの研究開発の成果により新たな科学的知見の獲得や新産業の創出、国民生活の向上への寄与が期待される。

また、I S S計画への参画は、将来の有人・無人の宇宙活動に関する先端技術や経験の獲得につながるとともに、国際的プレゼンスの向上により外交・安全保障に貢献するものである。

さらに、日本人宇宙飛行士の活躍は、科学技術の理解増進に貢献するとともに、「こうのとりの」計画的な打上げは技術基盤・産業基盤を支える役割も担ってきた。

イ. 将来の姿

I S S計画は、宇宙分野でこれまでにない規模の国際協働プロジェクトであり、アで示した意義に加え、将来の大型国際協働プロジェクトに向けた取組とも位置付けられる。

したがって、当面、我が国は他の参加国とともに国際的責務を果たすことでI S S計画が最大限の成果をあげるよう努めるとともに、その経費節減を図りつつ、今後の宇宙開発利用の発展につながる知見等の一層の蓄積を図るようI S S利用の機会を活用すべきある。

また、「きぼう」や「こうのとりの」を通じて獲得した技術基盤を保持し、ポストI S Sも見据え、我が国宇宙産業の国際競争力強化につながる優位性を活かした技術開発を推進していくべきである。

ウ. 具体的な推進方策

(ア)「きぼう」の効果的な活用

今後、「きぼう」を一層効果的・効率的に活用し、新たな知の獲得や新産業創出などにつながる優れた成果を生み出していくことが重要である。

このため、成果獲得の見込みや社会的要請を踏まえたタンパク質結晶生成等の有望な分野への課題の重点化などを行うとともに、我が国有数の研究機関や研究チームとの連携の強化、競争的研究資金とのマッチングなど、より効果を高める取組を進めるべきである。また、船外実験装置に関し、宇宙科学と地球観測分野の研究コミュニティの協力による積極的な利用開拓を行うべきである。

さらに、他施策との連携や宇宙産業以外の企業需要の掘り起こしなどにより、産業応用につながる成果創出に資する取組を進めるべきである。

(イ) ポストISSを意識した取組

ポストISSとしての将来の有人宇宙探査につながる知見の獲得を目指し、ISSの一層の活用を進めることが重要である。

このため、「こうのとりのこ」を基本に地上帰還及び物資回収の機能を付加する「HTV-R」や軌道間輸送機、空気・水の再生装置の研究開発、そして、宇宙飛行士の医学データの取得等の実施について検討を進めるべきである。

また、先述のようにポストISSに関して国際的な検討が実質的に始まることを想定し、我が国としても様々な機会を活用して国際動向など情報の把握に努めるべきである。

(ウ) ISS運用経費の削減

今後ISS計画については、経費節減を基本として、2016年から2020年間の経費総額及び各国負担に関する調整に臨むことが必要である。その際、財政負担の軽減、ポストISSにつながる技術開発、我が国の宇宙産業基盤の維持等の視点を踏まえることが重要である。また、「きぼう」の運用経費については、引き続き削減に努めるべきである。

③ その他の技術基盤

ア. 意義

宇宙開発利用の効果的・効率的な推進のためには、輸送系から衛星の製造・運用、そして地上における利用までを俯瞰した取組が極めて重要である。技術基盤は、これら取組を支えるとともに各活動を有機的に結びつける役割を果たすものである。

具体的には、共通的、基盤的な施設・設備を保持し、信頼性の高い技術の維持・向上を図るとともに、社会的ニーズを踏まえつつ、新たな技術分野を開拓して実利用につなげていくことが求められる。特に、先進的な衛星技術の研究開発や新たな宇宙利用の可能性につながる研究、例えば、宇宙探査の本格化に際して有用となる技術や宇宙太陽光発電など将来の飛躍的發展に寄与する研究は、明日への投資との観点から重要な意義を有する。

イ. 将来の姿

我が国の自律的な宇宙活動が将来においても確保されるよう、強固な技術基盤の維持や、技術の持続的な世代交代をなし得る革新技術への挑戦が期待される。

このようなことから、当面、JAXAは、最終的な便益の受け手のみならず中間段階の関与を含めた宇宙利用関係者のニーズ(ユーザーニーズ)を反映しつつ、宇宙利用の社会への定着に貢献できる技術基盤の構築を積極的に進めていくべきである。

また、大きな資金と能力を有し実利用において衛星等を活用し得る力のあるユーザーへの対応に留まらず、大学や中小企業等のユーザーにも宇宙利用の機会を提供し得るよう工夫が必要である。

ウ. 具体的な推進方策

宇宙を支えるとの観点から、将来の宇宙利用の可能性を拓く技術革新に取り組みつつ、ユーザーニーズに^{ひら}応え得る技術基盤を提供していくことが重要であり、そのための仕組みを構築すべきである。

(ア) 実利用との結節点

a. ユーザーニーズに応える技術の獲得

プロジェクト立上げ当初から、ユーザーニーズを反映させる取組を進めるべきである。我が国は、これまで海外の宇宙先進国の技術レベルへの到達を目指して、開発側がプロジェクトを主導するとともに利用ニーズを発掘するといった面もあった。しかし、宇宙開発利用の進展に伴い、今後の利用拡大のためには、幅広い分野のユーザーニーズを集約して活用されるプロジェクトの実現や衛星技術・センサ技術の開発が必要である。

このため、自ら利用ニーズを有する府省や関心を有する業界を所管する府省が中心となって、ニーズを有する産業界や大学研究者等が参画する開かれたコミュニティを構築し、その総意が適切にプロジェクトに反映される仕組みを検討すべきである。

その際、利用分野毎にコミュニティが形成され、JAXAが技術面を支えるものと考えられるが、利用拡大の実現には、参画する府省が主導的役割を果たすことが期待される。

b. 利用拡大に向けた幅広い連携の強化

宇宙利用は、他の手段と連携することで一層効果的な成果を期待できる場合がある。例えば、地球規模の環境問題解決に資するデータ取得については、宇宙からの観測に加えて、地上での観測、航空機や気球による観測といった手法が有効である。

したがって、宇宙利用の拡大のためには、宇宙分野のユーザーのみならず、当該利用分野の性格に応じて幅広い連携の強化を図っていくべきである。

(イ) 宇宙利用を促進する環境の整備

利用拡大の促進のためには、新たなアイデアの宇宙での挑戦や民間企業による宇宙実証などの機会が比較的容易に得られる環境が重要である。このようなユーザーの中には、学生・大学研究者や中小企業など独力で衛星の開発、打上げ、運用を実施することが困難な者も多いと考えられる。

これらユーザーに対して超小型衛星の打上機会等を提供する試みが、既にJAXAにおいてH-IIAの余剰スペース等を活用して行われている。しかしながら、利用拡大に資する研究開発と人材育成の観点での無償実施に限定されており、今後これを利用拡大の観点からより効果的に活用していくことが重要である。

このため、余剰スペース等を活用した打上機会の提供について、産業界が優先的に利用できる有償利用枠の設定や、実証用センサ等の搭載希望者に対し打上機会の提供、超小型衛星の開発支援など、比較的容易に宇宙を利用できる方策についてJAXAにおいて更に検討すべきである。

(2) 人材の育成

① 意義

我が国が宇宙先進国として宇宙開発利用を持続的に進めていくには、これらを支える人材育成が不可欠である。具体的には、様々なニーズに適切に対応し、優れたプロジェクトをまとめあげる総合力を持った人材、技術面で豊富な知見を有し、ロケット、衛星等の設計・製作等を的確に行える人材、更には新規利用分野の創出に貢献できる人材の育成が重要である。

また、宇宙に関心を持つ一般の人々の増加は、宇宙開発利用を受け入れる社会的環境の醸成につながり、その推進に大きく貢献する。

②具体的な推進方策

ア. 宇宙開発利用を支える専門人材の育成

宇宙開発利用を支える専門人材の育成は、量ではなく質が問われる状況にあり、魅力あるプロジェクトへの参加を通じた能力向上など宇宙開発利用の各事業が適切に実施される中で実経験による人材育成が図られることに加え、その前段階として以下のような人材の育成を図っていくことが重要である。

- －実利用までを見通してプロジェクトを適切にまとめあげる総合力を持った人材を育成するため、宇宙科学など先端科学技術の専門性に加えて、人文科学やリスク管理等の見識を修得する機会が提供されるよう、当該取組を行う大学院等に対して支援を行うなど配慮すべきである。
- －優れたエンジニアリング能力を発揮できる人材を育成するため、実際の衛星プロジェクトへの参加などを通じて実践的なスキルが修得されるよう、超小型衛星の製作支援や製作された衛星の打上げ機会の提供に配慮すべきである。
- －将来の新規利用分野の創出に貢献できる能力を有する人材を育成するため、新たな利用方策の開発や実証を経験できるよう、当該取組を行う大学院等に対して支援を行うなど配慮すべきである。

また、これら施策の実施に当たっては、国内の人材育成に加えて、宇宙新興国における人材育成にも配慮することで、海外における将来の宇宙利用拡大に貢献していくこととする。

イ. 関心を有する青少年の裾野の拡大

将来の宇宙開発利用を支える専門人材や宇宙に対する社会的理解を支える人材は一朝一夕に確保されるものではなく、幼少の頃からの関心等が大きく影響すると考えられる。したがって、科学技術や宇宙に関心を有する青少年の裾野の拡大に向けて、年齢層に応じたきめ細かな支援を実施することが有効である。

このため、小中学生等に対しては宇宙分野への関心の向上を主眼とした教材開発などの取組を、高校生・大学生等に対しては模擬のロケットや衛星の打上げ等の実体験を通じてより専門的な関心を高める取組などを支援すべきである。

3. 宇宙を使う

(1) 意義

宇宙利用については、既に日常生活の一部となっている通信、放送、気象の分野で一層の発展が期待されるとともに、地球観測等のリモートセンシング分野での更なる活用、更に将来的には宇宙環境利用産業や、地球外資源・エネルギーの獲得、宇宙観光等も見込まれている。

また、宇宙利用は、広範囲の地球観測や宇宙でしか得られないデータの取得など、研究環境としても大きな魅力を有しており、文部科学省としても、ユーザーとして種々の科学技術・学術分野において宇宙利用が期待される場所である。

(2) 具体的な推進方策

① 文部科学省の取組

文部科学省としては、所掌する科学技術・学術の振興の観点から、宇宙利用が他の手段と比較して優位性を有する分野において、科学技術水準の向上に向けて研究開発の重要なツールとして宇宙を積極的に利用していくことが重要である。

特に地球観測分野は、地球温暖化の解明、気候変動予測の精度向上、自然災害等に密接に関連する気象の仕組みの解明、海洋に関するデータの充実等の観点から、宇宙を利用した継続的なデータ収集により大きな成果が期待できる分野である。また、地球観測分野における宇宙利用は世界各国においても進められており、地球観測データの統合と解析を目指した全球地球観測システムの構築といった国際協力が進められており、このような取組により成果が最大化されるものである。

このため、まずは地球観測の分野において、他の観測手法とも連携しながら開かれたユーザーコミュニティの形成に努め、当該コミュニティのコンセンサスの下、センサの研究開発や衛星の打上げ、運用中の衛星からのデータ解析等に積極的に取り組むべきである。具体的には、「しずく」や「いぶき」、「だいち」後継機等による陸・海域や大気地球環境に関するデータを活用し、関係府省や研究者など地球観測コミュニティの力を結集し、国際協力を通じて地球規模の課題解決に資する研究開発を実施すべきである。

②技術で支える中核的機関としてのJAXA

新たな体制下においては、JAXAは政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核的な実施機関と位置付けられ、今後、各府省は必要に応じてJAXAの技術的な支援を得つつ、宇宙利用の拡大に取り組んでいくこととなる。

その際、宇宙の利用ニーズを有する各府省は、それぞれのプロジェクトについてJAXAと連携し、必要な財政的措置を含めて事業が円滑に行われるよう配慮することが期待される。具体的には、気象庁が開発・運用を行うに至った気象衛星や、文部科学省及び環境省が開発費を分担する「いぶき」後継機に見られる利用府省とJAXAの関係などが参考となると考えられる。

以上、当部会として、文部科学省に期待する取組についてまとめた。

これらの取組に当たっては、I.の基本認識に示した事項の相互連関を十分に考慮し、文部科学省の明日への投資に重点化するとの役割を認識しつつ進めるべきである。また、広範な分野に係る研究機関や学術研究・人材育成の拠点たる大学を所管する文部科学省の強みを活かし、産業界とも連携しつつコミュニティ形成を進めるなど、様々な関係者との対話を通じて社会ニーズへの貢献を最大化していくことが重要である。

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会
委員名簿

平成24年7月19日
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会

(委員)

大垣 眞一郎 独立行政法人国立環境研究所 理事長

柘植 綾夫 公益社団法人日本工学会 会長

(臨時委員)

井上 一 独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
特任教授

河内山 治朗 元宇宙開発委員会委員

服部 重彦 株式会社島津製作所 代表取締役会長

青木 節子 慶應義塾大学総合政策学部 教授

文部科学省における宇宙分野の推進方策について

平成24年9月6日
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会

1. 趣旨

平成24年7月12日に「内閣府設置法の一部を改正する法律」が施行されたことを受けて、我が国の宇宙の開発及び利用（以下、「宇宙開発利用」という。）に係る推進体制は新たなものとなった。文部科学省としてはこの体制の下で、今後どのように宇宙開発利用に取り組んでいくのか明らかにしていく必要がある。

このため、今後文部科学省が宇宙開発利用に取り組むに際しての基本的な方針を、推進方策としてまとめるべく、宇宙開発利用部会において調査審議することとする。

2. 調査審議の進め方

- (1) 有識者からの意見聴取等を行い、9月中を目途に中間的にとりまとめる。
- (2) 年内を目途に最終とりまとめを行う。

3. その他

内閣府の宇宙政策委員会においては、8月29日に開催された第三回会合より、新たな宇宙基本計画に盛り込むべき事項の検討が開始されたところ。

文部科学省における宇宙分野の推進方策に係る
宇宙開発利用部会の開催状況

【宇宙開発利用部会（第2回）】

1. 日時：平成24年9月6日（木）13：00～15：00
2. 場所：文部科学省3階 2特別会議室
3. 議題
 - (1) 安全確保に関する事項の審議・検討のための評価指針・評価基準について
 - (2) H-II Bロケット3号機の打上げ結果及び宇宙ステーション補給機「こうのとり」3号機（HTV3）の運用状況について
 - (3) 文部科学省における宇宙分野の推進方策について
 - (4) その他

【宇宙開発利用部会（第3回）】

1. 日時：平成24年9月13日（木）15：00～17：00
2. 場所：文部科学省18階 局1会議室
3. 議題
 - (1) 第一期水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W1）の運用状況について
 - (2) 平成25年度の文部科学省における宇宙分野の概算要求について
 - (3) 文部科学省における宇宙分野の推進方策について
 - (4) その他

【宇宙開発利用部会（第4回）】

1. 日時：平成24年10月11日（木）15：30～18：00
2. 場所：文部科学省3階 2特別会議室
3. 議題
 - (1) 宇宙ステーション補給機「こうのとり」3号機（HTV3）のミッション結果について
 - (2) 文部科学省における宇宙分野の推進方策について
 - (3) その他

【宇宙開発利用部会（第5回）】

1. 日時：平成24年10月25日（木）15：00～18：00
2. 場所：文部科学省16階 特別会議室
3. 議題
 - (1) H-II A ロケット22号機の安全確保について
 - (2) 文部科学省における宇宙分野の推進方策について
(輸送技術、国際宇宙ステーション計画に係る議論 等)
 - (3) その他

【宇宙開発利用部会（第6回）】

1. 日時：平成24年11月8日（木）15：00～18：00
2. 場所：文部科学省3階 2特別会議室
3. 議題
 - (1) H-II A ロケット22号機の打上げに係る安全対策について
 - (2) 星出宇宙飛行士の国際宇宙ステーション長期滞在ミッションの実施状況及び帰還ミッションの準備状況について
 - (3) 文部科学省における宇宙分野の推進方策について
(実利用との結節点・「宇宙を使う」・人材育成、最終取りまとめに向けた議論 等)
 - (4) その他

【宇宙開発利用部会（第7回）】

1. 日時：平成24年11月27日（火）10：30～12：30
2. 場所：文部科学省3階 2特別会議室
3. 議題
 - (1) 文部科学省における宇宙分野の推進方策について
(最終取りまとめに向けた議論等)
 - (2) その他

【宇宙開発利用部会（第8回）】

1. 日時：平成24年12月13日（木）15：00～17：00
2. 場所：文部科学省3階 2特別会議室
3. 議題
 - (1) 文部科学省における宇宙分野の推進方策について
(最終取りまとめ)
 - (2) その他