

探査プログラムについて
(案)

平成 30 年 10 月 19 日
宇宙科学・探査小委員会

1. 宇宙科学探査をめぐる状況

宇宙基本計画（平成 27 年 1 月 9 日宇宙開発戦略本部決定、平成 28 年 4 月 1 日閣議決定）では、「太陽系探査科学分野については、効果的、効率的に活動を行える無人探査をボトムアップの議論に基づくだけでなく、プログラム化も行いつつ進める。プログラム化においては、月や火星等を含む重力天体への無人機の着陸及び探査活動を目標として、特に長期的な取組が必要であることから、必要な人材の育成に考慮しつつ、学術的大局的観点から計画的に取り組む。」とされている。

当該「太陽系科学探査分野」に関し、特に月、火星については、欧米、中国が相当な実績を挙げつつあるほか、インド、UAE（アラブ首長国連邦）といった国々も具体的な探査計画を実行に移してきており、国際的な競争が激しくなっている。さらに、第 2 回国際宇宙探査フォーラム（ISEF 2）が開催されて国際宇宙探査の機運が高まるなかで、国際宇宙探査における月・火星探査に関する議論が具体化してきている。

一方で、現在の科学探査については、プロジェクトの相互連関が乏しいことによる開発のための資金や体制等の分散への懸念や長期的、戦略的な技術開発への対応が十分でない等の課題が指摘されており、ボトムアップの議論に基づくだけでなく、プログラム化が必要である。

今般、宇宙科学・探査小委員会において、太陽系惑星科学分野の中でも、月、火星を念頭に検討を行い、国際的な観点、財政的な観点も含めた戦略的見地から、「プログラム化」の基本的な考え方を示す。

2. 月・火星探査等の進め方について

(1) 当面の月・火星探査

月・火星をはじめとする重力天体探査では、以下のような流れで探査技術の実証を進めながら、探査を行うことが想定されている。

- ①周回探査（周回軌道上からの網羅的観測）
- ②局所探査
- ③移動探査
- ④広域・回収探査（サンプルリターン）
- ⑤本格全球探査

このうち、月探査に関しては、「太陽系生命環境の誕生と持続に至る条件としての前生命環境の進化の理解」を目標とする科学探査として、かぐや（2007 年打上げ）による月周回探査の後、SLIM（Smart Lander for Investigating Moon：小型月着陸実証機。2021 年度打上げ予定）による着陸地点周辺の月面撮像観測が予定されている。

さらに、現在、以下の通り、JAXA において月極域の水氷の資源探査が計画され、ま

た、その次の計画として HERACLES が予定されている状況であるが、これらの探査計画においても科学的な知見の獲得に貢献することも目指しているところである。

このため、当面の月の科学探査は、これらの探査の機会を利用して進めることとする。

○月極域探査（移動探査）（2023 年度打上げ目標）

- ・月極域における水の存在量や資源としての利用可能性の確認。
- ・地球・月系にもたらされた水の起源（生命の起源）の解明への寄与等を目指す。

○HERACLES（月広域・回収探査（サンプルリターン））（2026 年度打上げ目標）

- ・月面の複数の領域へ移動し、広範囲から大量のサンプルを詳細分析のために地球に持ち帰る技術を確立。
- ・我が国の惑星の大目標の解明に関わる科学的な成果の創出にも寄与。

火星探査については、MMX（Martian Moons eXploration：火星衛星探査計画。2024 年度打上げ予定）による火星衛星観測・サンプル採取に向けた準備が着手されている。MMX では、火星における「有機物・水の移動、天体への供給」過程の解明への貢献が期待されているほか、火星探査において重要な役割を果たす火星の衛星状況が解明される点からも、その探査に各国が期待しているところである。

（2）国際宇宙探査への対応

月探査に関連しては、米国は、2018 年 2 月に予算教書において、月の周回軌道に、国際協力・民間協力によって設置する有人拠点「Gateway」を構築していくことを発表したところであり、日本に対しても参画を呼び掛けている状況である。

この Gateway 構想に関しては、月面のローバへの通信や月のサンプル回収等に Gateway を活用することにより、我が国の月探査を効果的・効率的に行うことが期待できるほか、Gateway 内での実験・実証や Gateway に貢献する HTV-X を活用した探査（月面への小型探査機やペネトレータの放出、月面の広域詳細観測）も考えられる。

このため、Gateway に我が国が参画する場合には、我が国の科学探査にも資する形で活用できるようにすることを考えるべきであり、早急に科学コミュニティの意見を踏まえて、JAXA としての考え方をとりまとめるべきである。

一方で、Gateway への参画がそれ以外の科学探査活動の後退につながるといった悪影響がでないように十分配慮すべきである。

（3）今後の科学探査の強化に必要な工学技術研究の推進

月・火星探査をはじめとする今後の科学探査を支える宇宙工学技術については、

- ① 我が国として実績を有し優位性（“強み”）が見込まれる技術
- ② 土星以遠の探査や波及効果の大きさから我が国として獲得すべき技術があり、JAXA が民間企業と連携して研究開発を進めていくことが重要である。

- ① 我が国として実績を有し優位性（“強み”）が見込まれる技術

- ・ サンプルリターンカプセル（SRC）技術
- ・ 展開型柔軟エアロシェル（バリュート）による大気圏突入技術
- ・ 薄膜軽量太陽電池/電力セイル技術
- ・ 検出器を極低温に冷却する冷凍機技術
- ・ 画像処理解析等による航法誘導技術

② 我が国として獲得すべき技術—探査機の小型化技術—

- ・ 耐低温姿勢制御用推進系技術
- ・ 安定性を確保した半永久的発電技術
- ・ 極小待機電力システム技術等

なお、これらの技術開発にあたっては、JAXA において現在推進中の宇宙探査イノベーションハブ事業における技術の開発研究と連携して宇宙科学研究所で研究を実施する必要がある。

このほか、国際宇宙探査において、国際協力により効率的に進めることに加え、我が国として実績を有し優位性が見込まれ、波及効果が大きい4つの技術（重力天体離着陸技術、重力天体表面探査技術、深宇宙補給技術、有人宇宙滞在技術）の開発に取り組まれているが、これらの開発成果は月・火星探査をはじめとする科学探査にも積極的に活用していくこととする。

3. 人材確保・育成

科学探査を担う人材の確保・育成に関しては、中長期的な観点はもとより現時点でも大きな課題であるが、2018 年度から JAXA 宇宙科学研究所にテニユアトラック制度が導入され、若手研究者の育成のみならず確保方策として期待されている。

今後、同制度の状況についてフォローアップするとともに、以下の点について検討し、可能な限り速やかに成案を得ることが重要である。その際、人材を宇宙科学コミュニティのみでなく、他分野の科学コミュニティや民間企業にも求めていくことも検討すべきである。

- ① 大学共同利用機関としての JAXA 宇宙科学研究所の活用
- ② 大学生・大学院生が JAXA 宇宙科学研究所で研究を行うことができる環境の整備
- ③ 宇宙科学研究者のキャリアパスのモデルケースの構築
- ④ 若手技術者がプロジェクトに参加することにより探査技術に関する知見・プロジェクトマネジメントの経験の取得

4. 今後の課題

(1) 科学探査における資源の取扱い

科学探査において資源は、科学的アプローチによって解析し、その結果を論文に発表する重要な研究対象であり、科学探査としての資源に関する活動は、惑星や小天体上の資源の存在や量の推定、確認を行うための調査研究活動が主となると考えられる。

一方で、資源は今後の商業利用の観点からも重要視されていることから、今後の商業利用における資源を対象とした探査活動との関係を明確にする必要がある。

(2) プログラム化の検討の今後について

今後、小天体やその他の科学探査も対象として、探査機の小型化技術等、今後我が国として開発していく技術とその技術により実現される探査プロジェクトを盛り込んだ、より具体的な科学探査プログラムの策定することとする。

JAXA においては、そのプログラムを踏まえ、科学コミュニティと連携しつつ具体的なプロジェクトの検討や技術開発を進め、特に探査実現のキーとなる技術についてフロントローディングを行い、プロジェクトの着実な実施を目指すことを期待する。