

国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会 中間まとめ
～国際宇宙探査への参画の具体化に向けて～

平成 30 年 12 月

【中間まとめの目的】

月・火星探査を巡る国内外の動向や 2018 年 3 月に東京で開催された第 2 回国際宇宙探査フォーラム (ISEF2) 等を踏まえ、我が国の国際宇宙探査への参画の具体化に関する現時点での考え方を取り纏めたもの。

【ポイント】

- 深宇宙における人類の活動領域の拡大や新たな価値の創出への期待が高まる中、科学コミュニティや産業界とも連携し、深宇宙での恒久的な技術基盤の確立や拠点・インフラの構築・確保を図っていくことが重要であり、そのような取組の実現に向けて、まずは月での持続的な活動に向けた技術的な見通しを得ていくことが重要。
- 米国が構想する月近傍有人拠点 (Gateway) の構築・運用などの国際協力へは、重要な役割を担うなど存在感を持って参画。その際、ISS を通じて得られた知見・教訓、課題等を今一度総括し、国際宇宙探査活動に活かしていくことが重要。また、日本人宇宙飛行士の Gateway 建設への参画や月面着陸の機会の確保など、プレゼンス確保にも留意が必要。
- ISS を深宇宙探査に向けた技術実証の場として活用しながら、ISS での取組から国際宇宙探査に係る取組をシームレスで効率的に進めていくとともに、物資輸送単価の半減等により ISS 計画の経費削減を図り、ISS と国際宇宙探査を合わせた経費を適切に設定し、効率化していくことが重要。また、ISS の運用終了後も見据えた地球低軌道の利用の在り方の検討の加速が重要。

1. はじめに

(1) 月・火星探査を巡る内外の情勢と課題

- 国際宇宙探査の目的地については、多くの国の当面の関心が月近傍や月に集まっており、有人探査を月近傍から月、火星へと進める流れがある。2018 年 3 月に東京で開催された第 2 回国際宇宙探査フォーラム (ISEF2) においても、月・火星・その先の太陽系の探査活動が広く国際的に共有された目標であり、当面の目標として月に向かう流れがあること、また国際協力の重要性が確認された。
- これまでの観測結果から、月の極域には一定量の水が存在すると考えられており、各国は 2020 年代前半に、この水資源の利用可能性調査を目指した月極域探査を計画している。
- 米国は月近傍有人拠点 (Gateway) を構築する計画を示し、世界各国に広く参画を呼びかけており、技術検討や分担調整に向けた動きが加速してきている。
- また、新興国による宇宙開発の加速により、宇宙空間を巡る地政学的バランスも

変化するとともに、宇宙産業はもちろんのこと、非宇宙産業やベンチャー等の取組も活発化してきている。

(2) 我が国の国際宇宙探査の方針を巡る議論の背景

- 国際宇宙ステーション（ISS）計画への参画を通じて、宇宙分野における我が国の信頼性・プレゼンスが高まるとともに、アジア諸国等をリードする立場となる等、ISS 計画参画時から状況は大きく変化した。このため、国際宇宙探査の国際協調に向けた議論の本格化に先立って、ISS で得られた教訓・課題や国際動向を踏まえながら、我が国として主体性・戦略性のある方針を改めて打ち出していくことが重要となってきた。
- 2017年12月、文部科学省科学技術・学術審議会に設置された国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会において、我が国としての国際宇宙探査の在り方がとりまとめられた。国際宇宙探査の意義や国際宇宙探査の目的地・中継拠点とその考え方が整理されるとともに、国際宇宙探査への参加に向けて、我が国として優位性・波及効果が見込まれる技術（深宇宙補給技術、有人宇宙滞在技術、重力天体離着陸技術、重力天体表面探査技術）の早期実証に取り組む等の当面の方向性が示された。
- ISEF2 では、日本がリーダーシップを発揮しながら、世界各国の閣僚を含むハイレベルの政府関係者等による対話を通じて、「国際宇宙探査に関する東京原則」等の成果文書を取りまとめるとともに、宇宙探査への関心喚起・門戸拡大に向けた若手・産業界向けのサイドイベントも初めて開催された。

(3) 宇宙基本計画工程表との関係

- 上述の動向等を背景として、宇宙政策委員会による「宇宙基本計画の工程表改定に向けた重点事項（平成30年6月22日）」では、国際宇宙探査について、「ISEF2での議論を踏まえつつ、月・火星探査に向けた無人探査に係る取組の着実な実施と国際宇宙探査との連携の在り方を検討する。米国が構想する月近傍の有人拠点への参画や、国際協力による月への着陸探査活動の実施等を念頭に、国際宇宙探査プロジェクトに関する国際調整や技術実証を主体的に進める。」とされている。

2. 我が国としての国際宇宙探査への参画の具体的方針

(1) 基本的考え方

- 科学技術・イノベーションの進展や宇宙空間における新興国や民間企業の活動の活発化に伴い、近年急速に、地球低軌道より遠方の深宇宙における人類の活動領域の拡大、新たな価値の創出への期待が高まっており、我が国の科学技術や産業などの国際競争力強化の早期実現に資するよう、深宇宙での恒久的な技術基盤の確立や拠点・インフラの構築・確保を図っていくことが重要である。

- 深宇宙における活動領域の拡大に向けた基盤的技術の実証、拠点・インフラの構築を、地球に最も近い天体であり、輸送や通信の観点からも利点のある月で、まず進めていくことが効率的・効果的と考えられる。このため、我が国の国際宇宙探査活動においては、まず深宇宙での活動を支える恒久的な技術基盤の確立や拠点・インフラの構築・確保に向けた研究・開発を通じて、月での持続的な活動に向けた技術的な見通しを得ていくことが重要である。
- その際、早期にかつ効率的に見通しを獲得できるよう、月への着陸探査活動の実現に向けた取り組みを国際協力により進めていくとともに、ISSに続く有人活動の拠点となる米国が構想する Gateway の構築・運用に欠かせない重要な役割を担うなど、存在感を持って参画することが重要である。また目的を明確にしたうえで参加するとともに、国民に目的や意義をわかりやすく説明することも必要である。
- また、これまでの ISS を通じて得られた知見・教訓、課題等を今一度総括し、国際宇宙探査活動に活かしていくことが重要である。また、深宇宙での活動に向けた研究・開発の本格化に先立ち、ISS を地球低軌道環境や深宇宙でのテストベッドとして使いながら、有人宇宙滞在技術等のキー技術の高度化を図るとともに、民間事業者による実証の機会を拡大していく必要がある。
- さらに、国際宇宙探査の機会をとらえて宇宙科学・探査にも貢献するとともに、火星衛星サンプルリターン計画（MMX）等の無人探査を通じて得られる技術を国際宇宙探査においても有効活用することとし、人材育成を含め、科学コミュニティとの密な連携を図ることも重要である。
- 国際宇宙探査の機会の活用方策の検討に当たっては、非宇宙産業からの技術の導入や民間企業の事業構想実現に向けた実証機会の提供などにより、多様な機関の参入やオープンな共創環境を喚起するとともに、将来的な民間企業からのサービス調達の可能性についても検討していくことが必要である。

（2）月近傍の有人拠点（Gateway）への参画

- ISS に続く有人活動の拠点として、米国が構想し、国際協力により構築される Gateway は、地球低軌道とは異なる宇宙環境や活動の機会を提供するプラットフォームである。さらに、Gateway への参画を通じて、米国を中心とした参加国間の強固な関係構築や宇宙空間利用における発言力の確保、科学的・技術的な挑戦を通じたイノベーション創出、産業競争力の強化等が期待されるものである。このため、それらの価値を費用対効果が高い形で享受できるように、Gateway の構築・運用への参画の具体化の検討や国際調整を実施することが重要である。
- そのような観点から、ISS を通じて得られた成果を最大限生かすとともに、米国や参加国との協力の更なる強化に資するよう、我が国として優位性・波及効果が見込まれる技術のうち有人宇宙滞在技術や深宇宙補給技術を中心に貢献する方針で、分担等に係る国際調整を進める。

- 有人宇宙滞在技術については、ISS での技術実証を通して確立しつつ、環境制御・生命維持技術、放射線防護技術などにより、Gateway 本体への参画を通して向上を図る。
- 深宇宙補給技術についても、同様に ISS での技術実証を通して確立しつつ、将来の地球周回軌道でのデブリ除去や月以遠の探査・サンプルリターンにおいても活用が期待されるランデブ・ドッキング技術を発展させることが期待される。また補給機については、与圧内の物資の Gateway への補給にとどまらず、月低軌道への観測機器の輸送や燃料の輸送等の様々な活用も考えられる。このため、将来の深宇宙での活動領域の拡大を支える基盤技術・インフラの確保・提供の観点から、補給機の多様な活用方策や技術的可能性についても検討を加速し、Gateway の構築・運用の参画機会を最大限に活用できるように調整を進める。
- なお、国際調整に際しては、費用対効果が最大限に得られるようにするとともに、日本人宇宙飛行士の Gateway 建設への参画や月面着陸の機会を確保し、宇宙先進国としてのプレゼンスの確保を図ることにも留意する。また月面探査活動の成果も我が国の貢献として評価されるように調整を行う。さらに、他国が提案する設計や仕様について、安全性の確保の観点等から、我が国として確認をしていく必要がある。
- 日本人宇宙飛行士の ISS における活動は評価も高く、国際的にも期待されているところであり、重要な日本の貢献としても位置づけられる。さらに日本人宇宙飛行士が搭乗することにより、国民の関心を引き、教育への貢献も期待される。
- また、技術的な観点から、今後以下のように Gateway やそこへの補給機を有効活用していくことも可能と考えられ、今後広く科学コミュニティや産業界からの意見も反映しながら、Gateway への参画を最大限活用していくことが重要である。
 - 宇宙探査に向けた技術実証の場
 - 月面探査機の遠隔操作拠点
 - 月面から採取したサンプルの地球帰還船への引渡し拠点
 - 地球から直接交信が困難な地点との通信中継拠点
 - 科学観測や実験等の実施
 - 超小型探査機の放出
 - 有人月面探査時の緊急退避拠点 等
- また、多様な機関が Gateway や補給機等からの超小型衛星・探査機の放出の機会を活用できるようにするとともに、そのような取組を通じて新しい発想や革新的な技術力を持つ人材の育成にも資するよう、大学等における人材育成や研究開発を支援することも重要である。

(3) 国際協力による月への着陸探査活動の実施

- 月での持続的な活動に向けた技術的な見通しを得ることを目指し、月面着陸探査活動を中心に捉え、本格的な月面の探査、利用に備えて、まず、重力天体離着陸

技術や重力天体表面探査技術の獲得に向けた取組を進める。

- 重力天体離着陸技術については、2021 年度に打ち上げ予定の小型月着陸実証機 (SLIM) の開発を着実に進めるとともに、さらに国際協力による離着陸実証機などの機会を通じて継続的にその向上を図る。
- 重力天体表面探査技術については、月面上を自在に移動等する技術であり、持続的な月面探査に必須であることから、当該技術を確立するとともに、各国に遅れることなく、月極域における水の存在量や資源としての利用可能性、さらに極域の拠点構築の可能性を確認することを目指して、インド等との国際協力による月極域地域の探査 (2023 年度打上目標) を行う。また、他国のミッションの状況等に応じた更なる連携や、大型・小型探査機の組み合わせによるネットワークによる効率的な月探査の可能性についても検討する。
- 月着陸探査の機会を活用して、科学的な成果の創出にも寄与するよう、科学コミュニティから科学観測機器の搭載についても積極的にニーズを吸い上げ、反映していく。
- また、月着陸探査で確立された技術が、月以外の重力天体の探査にも応用・活用され宇宙科学・探査や民間事業者の取組にも貢献するようにしていくことが重要である。

(4) 今後の課題

- 国際宇宙探査や科学探査で得られた成果 (技術や原材料の情報・データ等) は、民間活動に確実に引き継ぐことが期待される。今後、民間商業活動との関係、情報提供のあり方については今後検討していく必要がある。
- 深宇宙での活動領域の拡大や持続的な活動を実現するための通信やエネルギー等の基幹システムについても関係機関と連携しながら検討していく必要がある。

3. 国際宇宙ステーション計画を含む地球低軌道での活動方針

- ISS を含む地球低軌道での活動は、科学的成果の創出や無重力環境等の利用技術に加えて、深宇宙探査に必要な技術実証の場としての役割を果たすものでもあり、ISS での取組から国際宇宙探査に係る取組をシームレスで効率的に進めていくことが重要である。また、宇宙ベンチャーの参入も含め、観測、測位、旅行などの様々なビジネス活動も盛んになりつつある。
- 2025 年以降の ISS を含む地球低軌道での活動については、各国の検討状況を注視しつつ、民間活力や自由な発想の積極的な活用により民間需要を喚起し、経費の削減や民間の自立的な活動の促進を図り、国際宇宙探査に係る国際調整とも連携して調整や検討を進めることとし、ISS に継続して参画する場合は、ISS と国際宇宙探査それぞれへの参画を通じて得られるメリットや負担を総合的に検討し、ISS と国際宇宙探査を合わせた経費を適切に設定する。

- 費用対効果の最大化を目指して現在開発中の新型補給機（HTV-X）については、早期にその効果を享受できるよう、特にシステムの簡素化と搭載効率の向上による輸送単価の確実な半減を目指して、開発を着実に進める。
- ISS がいずれ構造物としての寿命を迎えることは避けられないことから、ISS の運用終了後も見据えた地球低軌道の利用の在り方について、検討を加速することが重要である。