

国際協力による月探査計画への参画に向けて

令和元年 8 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
ISS・国際宇宙探査小委員会

これまで国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会では、国際宇宙探査¹への参画の在り方を検討してきたが、種々検討の結果、米国が構想する月周回有人拠点いわゆるゲートウェイを含む国際協力による月探査計画への早期の参画表明が必要との結論に達した。以下、背景・理由、参画意義、参画に向けた方針についてまとめた。

1. 背景・理由

新たなフロンティアを探究し、宇宙空間における人類の活動領域を拡大することを目指した挑戦の中で、国際宇宙探査の大きな流れは、月、火星、ついで深宇宙に集約されつつある。これは昨 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) でも確認された。

米国は、一時は月を飛び越して火星を目指していたが、今やステップとしての月の重要性を認識し、2024 年の有人月面着陸、ついで 2030 年代の有人火星着陸を目指す「アルテミス計画」を発表した。そして、まず第一歩として、持続的な有人月探査を支える月を周回する有人拠点いわゆる「ゲートウェイ (Gateway)」を構築する計画を発表し、世界各国に参画を呼びかけた。これは、一国だけで行うよりも国際協力で行うことが効率的であるとの考えに基づく。

これに応じて、カナダは既に参画を表明し、欧州も本年 11 月末の欧州宇宙機関閣僚会議で参画方針を決定する見通しとなっている。

国際宇宙探査はいわばマラソンのような長期レースで、今はまだスタートの競技場から出るか出ないかの段階である。しかしいったん出遅れると盛り返しは容易でない。我が国は米欧口加とともに国際宇宙ステーション (ISS) の参画国として、初めから先頭集団に入っていた。既に大きな潮流の一步であるゲートウェイに参画することで、引き続き先頭集団に位置取りできることになる。逆にここで参画しなければ、宇宙は遠くなってしまう。一国のみで有人宇宙探査に取り組むことが困難な我が国にとって、今まさに好機が到来したと言える。

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は大きく変化しており、特に中国やインドが月・火星探査や有人探査を加速する中、国際協力による宇宙の平和利用の増進や我が国のプレゼンスの維持・向上の観点からも、戦略的

¹ 国際宇宙探査とは、天体を対象にして国際協力によって推進される有人宇宙探査活動及び当該有人探査のために先行して行われる無人探査活動を範囲とする。

な国際協力関係の構築が不可欠であることは言うまでもない。

然らばこそ本年5月の日米首脳会談で、月探査に関する協力について議論を加速することで一致したのを受け、6月の宇宙開発戦略本部では、安倍総理から、米国が進めるゲートウェイについて「我が国が戦略的に参画できるよう具体的な参画方針の年内の早期決定に向けて内外の調整を進め」るよう指示があったところである。

既に大きな方向性は明らかであり、可能な限り早く、ゲートウェイを含む月探査計画について、日本がどのような具体的貢献を持って参画する方針であることを示しながら、参画を表明すべき時期であると考え。これによってゲートウェイ計画の中で、我が国が自らが強く、かつ、意義ある部分を確保できる可能性が高まる。日本が将来にわたり国際宇宙探査の欠くべからざるパートナーとなり、ひいては日本人宇宙飛行士の月面着陸の可能性への途を開くことにも通ずるよう、方針決定や発表のタイミングが極めて重要であると考え。

2．国際協力による月探査計画への日本の参画意義

有人宇宙探査及び当該有人探査のために先行して行われる無人探査は、一国では非効率であり、各国の知見、資金を集結した国際協力が効果的であることは、ISSで既に明らかである。国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会における議論、整理の中でも、外交・安全保障、産業競争力、科学技術や人材育成など様々な観点からの意義を確認してきた（別紙1参照）。

いまや前述のとおり国際宇宙探査は当面の目標として月を目指すことになっている。これは、月が火星ひいては太陽系の他の天体の探査に向けたいわば実験場として、近距離にあって最適であること、月極域には水氷という資源が存在すると考えられ、かつ活動に適した長期日照地点が存在することなどから、いわば当然と考えられる。月を当面の目標とすることは、同小委員会としても、かねてから考えてきたところである。今後は月が協力とともに競争の場となると認識すべきであり、国際協力による月面の探査には積極的に参画すべきである。

月面探査を持続的に行うためには、月と地球を直接往復するのではなく、まず周回する有人宇宙船たるゲートウェイを建設し、地球と月面との中継的な拠点をつくるのが効率的であるというのが、米国をはじめとする関係諸国の見解である。ゲートウェイであれば、我が国もこれまでISSを通じて培ってきた知見を発揮できると考えられ、いわば望むところである。

ゲートウェイ建設や月面探査における国際協力に参画する場合、当然のことながら日本の強い分野で諸外国より求められる貢献を行うことが必要である。ただしそれだけでなく、参画することが我が国の科学技術や産業を前進させるとともに人材育成や科学技術教育の促進につながるべきである。

3．国際協力による月探査計画への参画に向けた方針

前述の通り、国際協力による月探査計画への参画には、様々な観点から意義が確認

でき、時宜を逸せず、早期に参画を表明することが極めて重要である。

なお、ゲートウェイを含む月探査計画に参画する場合、前述の参画意義が総合的に均整の取れた形かつ、費用対効果の高い形で享受できるよう、戦略的に参画することが重要であり、2年前の報告書で整理された「我が国として優位性・波及効果が見込まれる4つの技術」を念頭に、これまでの国内外の動向や調整状況、想定されるスケジュールや技術的展開も考慮して改めて整理すると、具体的な協力取組としては現時点では以下の4点が考えられる（別紙2参照）。

- 2024年の有人月面着陸に向けて建設される初期型ゲートウェイの組立要素（ミニ居住棟）に、我が国が強みや「きぼう」等で実績を有する生命環境を制御する熱制御系や空調系の技術・機器（例えば熱制御系ポンプやバッテリー等）を提供する。
- 有人月面着陸の前倒しに伴う2025年以降の物資・燃料補給ニーズの増大に対応するため、現在開発中の新型補給機（HTV-X）とH3ロケットを用いてゲートウェイへの物資・燃料補給を行う。
- 2024年の有人月面着陸・探査の着陸地点選定等に資する月面の各種データを共有する。具体的には、現在開発中の小型月着陸実証機（SLIM）の2021年度打上げに向けた開発や、インド等との協力による月極域着陸探査を目指した取組を着実に進め、月面探査における我が国のプレゼンスを確保するとともに、ゲートウェイを活用した月面探査の国際協力枠組みの一環としても位置付けられるようにする。
- 月面での持続的な有人探査活動にも資する、米国からも期待の高い月面の移動手段を開発する。

なお、宇宙基本計画（平成28年4月1日閣議決定）において、国際有人宇宙探査については、「与える効果と要する費用に関し、厳しい財政制約を踏まえつつ、厳格に評価を行」うとされており、これらの取組については、今後更なる検討や精査が必要である。

その際、宇宙関連産業にとどまらず、幅広い産業界等の積極的な参画を呼び込むための施策や取組を進めることも重要である。また、今後の国際交渉においては、日本人宇宙飛行士のゲートウェイ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留意する。

さらに、ISS計画への参画を通じて得られた技術や成果を最大限活かして費用対効果の高い形で進めるとともに、国際協力による月探査活動への参画に向けて必要となる技術の実証の場としても「きぼう」や「こうのとり」の利用・運用機会を最大限活かすなど、ISSでの取組から、国際協力による月探査活動に係る取組をシームレスで効率的に進めていくことに留意する。また、米国など参加国とともに検討していく

2025 年以降のゲートウェイを伸長する中で、生命維持環境を制御する技術や機器の提供、ゲートウェイから月面への着陸手段等、火星、さらに深宇宙への展開も視野に将来想定されるニーズへの対応や波及効果も念頭に置きつつ、引き続き戦略的かつ効率的な技術の展開を検討していくことも考慮する。

なお、ISS を含む地球低軌道の今後の在り方については、「きぼう」の運用・利用の更なる効率化や民間利用の拡大を図りつつ、有人宇宙活動を行う各国を凌駕する我が国の宇宙環境利用技術の維持・発展を念頭に、ISS の運用が終了された後の地球低軌道の利用ニーズや市場を見据えた、長期的な対応オプションや移行期の ISS 運用・利用の合理化の検討を加速する必要がある、そのために必要な検討や技術実証取組に民間企業とともに早期に着手することが重要である。

(別紙1) 国際協力による月探査計画への日本の参画意義

国際協力への参画意義

【外交・安全保障の観点】

世界の英知を結集した国際宇宙探査への参画により、協力国間の強固な関係の構築、宇宙空間利用における主導権や発言力の確保及び国際的プレゼンスの向上につながる。

また、世界情勢が不透明化・不安定化する中、国際宇宙探査という平和目的の協力が行われ、それに参画するということは、外交・安全保障の観点から大きな意義がある。

【産業競争力強化やイノベーションの観点】

国際宇宙探査は、世界の英知を結集する協力の場であるとともに、各国の技術力の競争の場でもあり、宇宙産業はもちろん、非宇宙産業、高度な特殊技術を有する中小企業の参入も得て、材料・部品からシステム統合に至る研究開発を促進し、最先端の技術の獲得・実用化につながる。

また、今後の国際的な調整を通じて、国際協力による到達点が明確に示されることは、投資の予見を可能とし、宇宙産業基盤の維持・強化、国際競争力の強化、新たな製品・サービス等の創出によるイノベーションにつながる。

【科学技術の観点】

宇宙探査そのものに科学的・技術的意義があることは論を待たないが、ISSの例のように、国際協力で各国の技術と資金を持ち寄ることで、一国で取り組むより大規模な挑戦が可能となり、より大きな成果の獲得につながる。

【人材育成の観点】

日本人宇宙飛行士やそれを支える科学者・技術者の活躍は、当事者本人の経験や感動が直接国民に伝えられることで国民の誇りや共感につながる。これにより、宇宙に対する関心・理解、科学に対する国民の関心が一層向上し、宇宙分野の次世代育成にも貢献する。また、国際的な巨大プログラムに参画可能な人材を育成する機会となる。

当面の目的地としての月の意義

【工学的観点(火星や深宇宙の探査も視野に入れた効率的・効果的な技術実証)】

月は地球に最も近い天体であるため、輸送、通信の観点から利点があり、重力天体への着陸・帰還技術、惑星表面探査ロボット技術など、今後の太陽系探査に向けた技術獲得・実証の重要な場である。

【イノベーションの観点】

特に、重力天体の一つである月を目指す場合、宇宙産業が従来から蓄積してきた宇宙技術に加えて、月資源から生成される材料を用いた現地での物品製造など、種々の新たな技術が必要であり、異分野産業との融合によるイノベーションの創出やベンチャーをはじめとする新規事業者の参入、新たな産業の創出が期待される。

【資源探査の観点】

これまでの月周回探査機の観測により、月の極域には一定量の水氷が存在すると考えられており、前述の科学的意義に加えて、深宇宙探査機への燃料として活用し、より高い自在性と経済性をもって、人類の活動領域を月面やその以遠へ拡大できる可能性がある。また月極域の丘陵部には、高日照率域(半年以上の連続日照や80%以上の日照率が得られ、エネルギー確保の観点から重要な領域)が存在する。これらのことから、宇宙探査を推進する各国が月極域に高い関心を有しており、月における知見や資源の重大な発見と合わせ、国際協力・競争の観点から重要となっている。

【科学的知見の創出の観点】

月は地球に最も近い天体であるにもかかわらず、その起源は依然として未解決である。月の地殻物質や内部構造の調査により、月の成因の特定が進むとともに、原始惑星間の巨大衝突過程や、地球型惑星の初期進化過程の解明が期待される。また、極域の水氷や揮発成分の由来調査によって、太古の太陽系環境を知る手がかりとなり得る。

月周回有人拠点(Gateway)を含む月探査へ参画する場合の考え得る協力取組(イメージ)

我が国の強みを活かして、重要な役割を担うなど、戦略的に参画

【米国の計画】

【具体的な日米協力】



(例) バッテリー
熱制御系ポンプ
窒素・酸素分圧用タンク

① 我が国が強みを有する技術・機器の提供

国際居住棟(I-Hab)
(NASA/ESA/JAXA)
への技術・機器の提供
についても今後調整

HTV-X1号機 HTV-X2号機

1,2号機によるISS補給後
を活用した技術実証

地球高軌道でのドッキング → HTV-X3号機

② HTV-X/H3ロケットによる
Gatewayへの物資・燃料補給
(2025年以降)

③ 着陸地点の選定等に資する
月面の各種データや技術の共有

ピンポイント着陸

月極域移動探査

月の南極域に
着陸
(2024年以降毎年)

④ 月面探査を支える移動手段
(月面非与圧ローバー)の開発

(イメージ図)

月面与圧ローバーの開発

(イメージ図)

2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028