

次期宇宙基本計画（案）（抄）

（令和5年4月29日 パブリックコメント版）

1. 宇宙政策をめぐる環境認識

(4) 月以遠の深宇宙を含めた宇宙探査活動の活発化

【宇宙物理学・惑星探査】

宇宙科学・探査に関する世界的な潮流として、宇宙物理学分野においては、より遠くまで、より鮮明に対象天体等を観測することが重要視され、NASA のジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）は科学史に残るような顕著な成果を挙げつつある。この JWST に代表される数千億円から 1 兆円を超えるミッションが進められる等、宇宙科学・探査ミッションは大規模化が進んでいる。惑星探査分野では、太陽系において将来人類が居住できる可能性がある唯一の惑星である火星が主要な対象となっており、米国、欧州、中国は、いずれも、火星からのサンプルリターンという大型計画に取り組んでいる。¹我が国も 2029 年度に火星衛星からのサンプルリターンを目指し、2024 年度に火星衛星探査計画（MMX）探査機の打上げを予定している。

これまで我が国は、未開拓な分野を研究対象に据え、必要な工学技術を磨くことで、理工融合による先端的な研究成果を上げてきた。「はやぶさ」シリーズは、その代表例であり、太陽系形成当時の状態を保持する可能性のある小惑星という未開拓の研究対象を捉え、我が国独自で磨いた技術でサンプルリターンを実現し、高度な物質分析技術と相まって、世界でも高く評価される成果を上げた。観測手法や科学上の目的が多様化する中、我が国は、国際協力も選択肢に含めつつ、リソースを有効活用しなければならない。また、今後、他の国々がサンプルリターン分野に参入すれば、その技術的優位性が相対的に低下する恐れもある。我が国が今後も世界的に評価される高度な研究成果を創出するには、萌芽的な基礎研究の中から、独創的な研究領域や先鋭的な技術を見出し、開拓・開発することで、我が国の新たな強みとして育てていく必要がある。

【地球低軌道】

国際宇宙ステーション（ISS）計画の 2030 年までの運用期間の延長を米国が表明し、我が国は延長期間への参加を決定した。更にその先の 2030 年以降を見据えた地球低軌道活動の方針を、各国の政府・宇宙機関は検討している。²我が国においては、2030 年までの ISS 運用延長期間において ISS 日本実験棟「きぼう」の成果を拡大・最大化していくとともに、2030 年以降の地球低軌

¹ 米国は 2021 年に探査機の火星着陸に成功、中国も 2021 年に火星探査機の軟着陸に成功し、サンプルリターン計画については 2028 年打上げを目指している。

² 米国は、国として地球低軌道活動を継続するに当たり、戦略的に合理化を図る方策として、民間商業ステーションを活用する方針であり、4 社の民間事業者を選定し、ISS 運用終了後（ポスト ISS）の地球低軌道拠点や輸送手段の検討を行っている。中国は、政府が既に宇宙ステーションを完成させており、2022 年から、その活動を本格化させている。ロシアは、時期は未定であるが、ISS 計画を離脱し、独自の宇宙ステーションの建設を開始する計画を有している。

道活動の在り方について検討を進めている。

【月面探査】

こうした動きが進む中、ISS の次の有人宇宙活動として、米国は、国際宇宙探査プログラムであるアルテミス計画を推進し、同盟国・同志国と民間産業とともに、火星を含めた深宇宙の有人探査を視野に入れつつ、月面における有人探査活動をスタートさせ、将来的には月面での持続的な活動を目指している。米国のメガスタートアップ企業は、人類の持続可能性と地球環境保護の観点から人類の生存圏を広げるべく、月面や地球近傍、火星の開拓に向け、輸送システムの開発や活動拠点建設に向けた取組を実施している。また、月については、中国、インド、その他の新興国も宇宙開発を加速しており、国際競争が激化している。³

こうした中、我が国は、2019 年 10 月にアルテミス計画に参画することを決定し、2020 年代後半に、有人与圧ローバーの提供と併せ、米国人以外で初となる日本人宇宙飛行士の月面着陸の実現を図ることとしている。アルテミス計画が政策的に推進される中で、まずは月面の探査を行うこととなるが、その際、研究者の独創的な発想に基づく無人探査計画等とも最大限有効に連携していく必要がある。また、月以遠の深宇宙が人類の新たな活動領域となっていくことを念頭に、月面開発の発展段階に合わせて、水資源を含めた資源探査やそのための基盤整備を適切に進めると同時に、非宇宙産業を含めた民間事業者の宇宙開発への参画を促し、国際競争力を獲得していくことが必要である。

³ 中国は、2019 年に世界で初めて月の裏側への探査機着陸、2020 年には月面土壌のサンプルリターンに成功した。ロシア等と連携し、2028 年頃までに国際月面研究基地の基本構造を完成させ、有人月面探査を実施する計画を表明している。インドは 2023 年に月面探査機を打ち上げ、初の月面着陸に挑戦する予定となっている。韓国も 2022 年 11 月に大統領が宇宙ロードマップを発表し、宇宙開発機関を新設して開発予算を倍増し、2032 年に月着陸と資源採掘を実施することを掲げている。

2. 目標と将来像

(3) 宇宙科学・探査における新たな知と産業の創造

i. 目標

(a) 人類共通の知の創出と人類の活動領域の拡大

宇宙科学・探査は、人類共通の知の創出と、宇宙空間における人類の活動領域の拡大とを目的とする営みである。知の創出は、活動領域の拡大に活かされ、これが更なる知の創出につながっていく。我が国は、リソースを有効に活用し、小惑星サンプルリターン等へ続く独創的なアイデアによる卓越した知の創出と、この知に基づき、人類の持続的な活動領域を地球上から地球低軌道、月以遠の深宇宙へと拡大することを目指す。

(b) 新たな産業の創造と人類の活動領域の拡大

月面探査活動と、地球低軌道活動について、産業振興を通じて新たな市場を構築しながら民間商業活動も含むものへと段階的に発展させることで、人類の活動領域を地球低軌道、月以遠の深宇宙へと拡大することを目指す。

(c) 次世代の人材育成と国際的プレゼンスの向上

宇宙科学・探査の成果や、宇宙飛行士の活躍に代表される活動によって、広く国民、特に子供たちの知的好奇心を喚起し、夢や希望、誇りを与え、次世代を担う人材育成と、国際社会における我が国のプレゼンス向上に貢献するとともに、幅広い分野の科学技術を牽引し、民間等との共同研究開発等によって産業競争力の強化にも貢献する。こうした成果や波及効果が、宇宙科学・探査分野の好循環をもたらす。

ii. 将来像

(a) 宇宙科学・探査

【宇宙物理学】

宇宙物理分野では、現在の宇宙物理学の共通のテーマである、宇宙の起源の理解や宇宙における生命の可能性の探求と宇宙の起源と進化の理解を大きな目的としている。2040年頃までには、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST)の後継の宇宙望遠鏡計画が、我が国を含む国際協力により進展し、地上の超大型望遠鏡群や我が国の中・小型宇宙望遠鏡等との連携により、宇宙の起源や進化、物質の根源等や太陽系外惑星における生命存在環境と生命の可能性に関する知見、ダークマター、ダークエネルギーの正体等が解明されることが期待される。

【太陽系科学】

太陽系科学分野では、太陽系と生命がどの様に生まれ、進化して、現在に至ったかを解明することを目的に掲げている。太陽や磁気圏等の太陽圏の観測により、恒星の活動が地球のような生命が生存できる環境の実現とどのように関連しているか、総合的な理解を深めていく。また、各国によるサンプルリターンを含めた小天体・惑星探査を通じた惑星科学・宇宙科学に関する知見を蓄積していく。

月に関しては、地球に最も近い天体であり、アルテミス計画と連携した探査が進展することで、地殻の物質や内部構造の調査による月の起源や、月面からの電波観測による宇宙の起源や進化過程に関する科学的知見を蓄積していく。また、地球近傍に位置することから地球からの輸送、通信の観点からも利点があり、火星等重力天体への着陸・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・実証を推進していく。

また、火星では、火星衛星探査計画(MMX)の成果に加え、米国、欧州、中国により計画されている無人着陸探査による高精度のその場観察と、サンプルリターン・実試料分析が実現することにより、火星の表層・内部及び起源に関する理解が飛躍的に進展するとともに、生命の痕跡となる有機物が発見される可能性もある。さらに、小天体・彗星のサンプルリターンや木星以遠の惑星・衛星の周回軌道からの観測が進展する。

火星、小天体・彗星等や月から得られた知見を糾合する等により、太陽系の形成過程や生命の起源等に関する理解を飛躍的に進展させる。同時に、特に惑星探査を通して、人類の活動領域の拡大に資する技術獲得を進めていく。

(b) 月面における持続的な有人活動

アルテミス計画の進展に伴い、まずは 2020 年代から科学探査活動の一環として資源探査が行われ、水資源を含め月面における資源の存在状況を把握し、将来の活用の可能性が明らかになる。これを踏まえつつ、月面での有人活動を持続的に進めていくため、民間の参画も得ながら、無人建設等の新技術を開発・活用して電力・通信・測位システムや食料供給システムなどの技術実証と整備を段階的に進めていく。さらに、将来的には、月面が段階的に人類の生活圏となり、新たな経済・社会活動が生み出され、月面宇宙旅行なども期待される。また、アルテミス計画を始めとした各国が実施する月面プログラムを通じて、民間事業者が地上技術を発展させて宇宙転用することを含め、新たな産業の創出を目指す。これによって、月面経済圏として発展していく可能性がある。

月面の水資源について一定量の存在が確認されれば、生活用水や、電気分解で呼吸用酸素、燃料の調達がその場で可能となり、持続的な有人活動に貢献し、月以遠の深宇宙探査が効率的になる可能性がある。また、シリコンや、鉄・アルミを始めとする金属資源の存在も確認されており、火星等の他天体へ行くための資機材工場となる可能性もある。

(c) 地球低軌道活動

アクセスや物資補給・回収が比較的容易な地球低軌道は、我が国の宇宙活動の自立性を確保するとともに、宇宙環境利用のための貴重な場であり、アルテミス計画を始めとする、月周辺や、月面での活動等に必要な技術の獲得・実証(実験の遠隔化・自動化・自律化技術、高効率の環境制御・生命維持技術等)や、宇宙飛行士の訓練・養成など、国として行うべき技術の開発・実証や利用を進めていく。また、国として、我が国の地球低軌道活動を推進するために必要な技術を蓄積し、その成果をポスト ISS における国内の活動主体において活用していく。さらに、アカデミアや国の機関による、地上では行うことができない社会的課題解決・知の創造や研究者・技術者・学生等の人材育成のためにも地球低軌道を利用していく。加えて、非宇宙業界も含めた民間事業者の

多様な利用や、商業的な技術開発が進展するとともに、宇宙旅行や宇宙空間でのエンターテインメント等のサービスの展開が期待される。

4. 宇宙政策に関する具体的アプローチ

(3) 宇宙科学・探査における新たな知と産業の創造に向けた具体的アプローチ

【基本的考え方】

独創的なアイデアを生み出し、特長ある技術を発展させることによって、独創的・先端的な研究成果を創出するよう、危機感を持って取り組んでいく。その際、国際的な研究の潮流や目覚ましい研究成果、民間の最新の技術動向等を常に注視し、国際協力ミッションでの実施も視野に入れて計画を立案し、必要に応じて改善を図る。科学的な知の創出に加え、国民への夢・希望の提供、経済・社会、外交等の側面にも配慮し、広く国民の支持と理解を得る努力を行いながら、宇宙科学・探査ミッションを推進していく。

加えて、我が国にとって、月面活動等のための技術実証等、地球低軌道活動の意義は引き続き存在することから、それに必要な場と機会を確保する。

(a) 宇宙科学・探査

宇宙科学・探査ミッションについては、研究者からの提案に基づくボトムアップを基本として JAXA の宇宙科学・探査ロードマップを参考にしつつ、今後も一定規模の資金を確保し、推進する。今後 10 年間では、戦略的に実施する中型計画に基づき 3 回の衛星・探査機の打上げ又は海外主導ミッションへの中型計画規模での参加、及び、主として公募により実施する小型計画に基づき 2 年に 1 回のペースで 5 回の衛星・探査機の打上げを目指すとともに、戦略的海外共同計画(海外主導ミッションに中型計画の規模を上回らない規模で参加することも必要に応じ検討)や小規模計画に基づきミッションを推進する等、より小規模なミッションでの成果創出機会も確保する。(文部科学省)

【宇宙物理学】

我が国単独では実施が困難な大型の海外計画への、存在感を持った形での参画を目指す。このため、JAXA や宇宙物理学分野の研究者のコミュニティが一体となった協力体制を構築し、国際動向の情報収集を行い、長期戦略を立案して必要な技術開発を行っていく。また、国際的な大型計画とも相補的にかつ独創的・先鋭的な技術を活用した、我が国としての、科学的にユニークな中・小型のミッションの創出を目指す。(文部科学省)

【太陽系科学】

我が国が強みを持つ小天体探査については、「はやぶさ」シリーズで獲得した世界でのリーダーとしての地位の維持・向上を図る。探査機を更に高度化し、サンプルリターンを行う次世代の小天体探査のミッションの対象や手法について具体的な検討を行う。また、強みを活かした国際協力等により、彗星などの海外主導大型の探査計画の中核での参画について検討を進める。加えて、太陽観測・太陽圏科学分野でも引き続き先鋭的な観測技術・手法の検討を図る。

同時に、アルテミス計画との連携を視野に、月及び火星について科学的成果の創出及び技術面での先導的な貢献を図る。

アルテミス計画による月面活動の機会(有人と無人探査機の活用を含む)を活用し、「月面における科学」(i. 月面からの天体観測(月面天文台)、ii. 重要な科学的知見をもたらす月サンプルの選別・採取・分析、iii. 月震計ネットワークによる月内部構造の把握)の具体化を進める。「月面における科学」の研究の実施及び、必要な要素技術の開発のため、小型月着陸実証機(SLIM)技術を維持・発展させた月探査促進ミッションと、可能な限り民間サービスを活用していくことについて検討を進める。

火星本星の探査については、米国と中国による大規模な計画が先行する中、将来の有人探査に向けて、2030年代には国際的な役割分担の議論が開始される可能性があるため、2040年代までの長期的視点を持って、我が国が有利なポジションを得るために、産学のリソースを最大限に活用して、米中を始め他国が有していない我が国の独創的・先鋭的な着陸技術・要素技術等の発展・実証を目指すとともに、火星本星の探査に関する検討を行う。

また、太陽系進化の解明を図るために、小天体・彗星、外惑星を探査する次期ミッションの対象や手法について具体的な検討を行う。(文部科学省)

【重要技術の開発】

宇宙科学・探査に関する宇宙技術戦略策定に際しては、高度な宇宙科学・探査ミッション実現のため、科研費等による基礎的な研究の成果や産業界における技術の進展等に鑑み、政策的な優先度を勘案して、獲得すべき重要技術を宇宙技術戦略において特定する。

我が国の現状の強みである小惑星等のサンプルリターン技術については、今後も世界でのリーダーとしての地位を維持・向上させるため、その技術を更に高度化するとともに、高度な分析技術を維持・発展させる。また、宇宙技術戦略に基づき、将来の我が国の強みとなり得る最先端技術(例えば、太陽光推進技術、大気圏突入・減速・着陸技術、越夜・外惑星領域探査に向けた半永久電源等の基盤技術等)の開発を行い、成果の蓄積を図る。

ミッションのプロジェクト化にあたっては、フロントローディングの考え方により、重要な要素技術の研究開発を事前に行うことで、プロジェクトを行い、円滑にマネジメントでき、企業の開発リスクが低減されるよう、図っていく。(文部科学省)

(b) 月面における持続的な有人活動

【国際パートナーと民間事業者が連携した持続的な月面活動】

人類の恒常的な活動領域が深宇宙に拡大することを目指し、アルテミス計画の下、国際パートナーと共に国として主体性を持って、持続的な月面探査と、探査の進展に応じた基盤整備を実施する。また、限られたリソースの中、効果的・効率的な開発を推進し、新たな市場を構築するため、科学・資源探査と基盤整備に向けた技術実証と可能な限り民間サービスの調達を行うことによる産業振興を行い、民間活動の段階的発展を図る。

具体的には、アルテミス計画の下、国際協力による月・火星探査を実施するとともに、持続的な

有人活動に必要となる、環境制御・生命維持システム、月周回有人拠点(ゲートウェイ)補給機、有人と圧ローバーの研究開発、月極域探査機(LUPEX)による水資源関連データの取得等に向けた取組を着実に実施していく。既に要素技術開発に着手した月周回衛星による測位・通信システムについても、着実に研究開発を進めるとともに、国際協力の下、位置付けていく。また、月面での持続的な活動に不可欠なインフラとして、資源探査・採掘利用、電力供給、無人建設、食料生産といった技術に関する研究開発を実施する。加えて、これらの技術を輸送する手段として、月面への輸送能力(ロケット含む)の整備と向上、及び月面着陸技術の実証等を目指した月探査促進ミッションを含めた月面着陸機の研究開発を実施する。

また、人類の活動領域の拡大を念頭に置くと、将来、政府中心のミッションから民間による月面商業活動に段階的に移行し、月面経済圏が構築されることも期待される。これを見据え、政府はJAXAと共に、民間事業者の早期参入を促進すべく、支援を実施する。例えば、科学・探査ミッションについて、重要技術について自律性を担保しつつ、民間事業者による事業化が進んでいる部分については、可能な限り民間事業者によるサービスを調達することで、効率化を図る。また、民間事業者による新事業の創出のため、月及び地球低軌道での宇宙実証の定期的で予測可能な機会を提供する。持続的な月面探査の実現を目指すアルテミス計画への参画の機会を活用し、米国人以外で初となる日本人宇宙飛行士の月面着陸など、日本人宇宙飛行士の活躍の機会を確保する。(内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省)

【月面開発工程の具体化に向けた構想策定と官民プラットフォームの構築】

月面活動に必要な技術開発・実証を行うに当たって、政府と宇宙開発の中核機関であるJAXAは、宇宙実証・導入まで見据えた研究開発工程の具体化を遅滞なく実施していくため、官民プラットフォームを構築するとともに、月面の持続的な探査及び開発に関する構想を策定する。当該プラットフォームにおいて、月面活動に関するアーキテクチャ⁴の検討を進めつつ、アルテミス計画等の進捗を考慮し、技術開発のベンチマーキングを定期的に実施する。その際、効果的・効率的に我が国の国際的プレゼンスを高めて今後の強みとなる戦略的な技術を精査し、国際協力における位置づけを含めて検討し、開発・実装を推進していく。(内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省)

【将来市場形成に向けた規範・ルールの形成】

日本が同盟国・同志国と共に国際標準・規格策定に向けた議論を主導することによって、日本の宇宙産業の発展に貢献していく。

具体的には、月面資源開発について、世界で4番目に宇宙資源法を整備した国として、宇宙資源法における民間事業者による商業活動の優良事例を積み重ねることを通じて、効率的な宇宙資源開発を目指す。また、民間事業者による宇宙資源開発について、国際世論の賛同を得て、行動の規範を形成していくことを目指す。具体的には、国際社会の平和や産業振興、人類社会の発

⁴全体システムがどのように目的を実現しているのかについて基本的なコンセプトやシステム性質、及び全体システムが目的を実現するための原則・ルール・ガイドライン等の総称。

展といった理念を共有する同志国と協力し、宇宙資源法許可案件について、民間事業者による商業的な宇宙活動の活性化に向けて、国連等の場で積極的に理解促進に向けた発信を行っていく。

また、月面における科学探査や商業資源開発・利用を行うに当たっては、複数のミッション間での活動の重複や衝突を防止するため、情報提供による透明性の確保や、安全区域の設定について、アルテミス合意署名国を始めとする他の宇宙活動国との調整枠組みに参加し、国際的に調和のとれた制度構築に貢献するとともに、紛争の未然防止に取り組む。（内閣府、外務省等）

(c) 地球低軌道活動

【ISS 延長期間（～2030 年）】

ISS の利用に関するJAXAの現行スキームを、米国との比較を含めて包括的に検証し、現在よりも民間事業者やアカデミア等が使いやすいスキームに見直すなどして、日本実験棟「きぼう」の利用拡大と成果の創出・最大化に取り組む。また、より使い勝手をよくするための方策を追求するため、実験機材の共同利用など国際連携による実験実施等について、ISS 関係各極との協議を行う。

また、民間の創意工夫を最大限活用して ISS 利用を促進する方策やフレームワークを検討し、民間の利用ニーズの掘り起こしを行うとともに、2030 年代の地球低軌道活動を見据えた民間による利用実証の機会を提供することなどにより、ポスト ISS 時代における事業展開を目指す企業やエンドユーザーの拡大を図る。

さらに、新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）により、ISS へ安定的に物資の補給を行い、併せて、その機会を活用してアルテミス計画や将来の探査、低軌道活動等に資する技術獲得等の取組を行う。また、我が国の宇宙活動の自立性の確保や、月周辺や月面での活動、地球低軌道における民間活動を支える技術⁵の研究開発及び実証の場として、ISS を最大限に活用するとともに、そのために必要な要素技術・システムの研究開発を進める。（文部科学省等）

【ポスト ISS（2030 年以降）を見据えた取組】

アルテミス計画等の月以遠への活動も見据え、戦略的に我が国の地球低軌道活動に必要な場と機会を確保するため、ポスト ISS の在り方を、国内外の状況を注視しながら日本の利用活動に空白を生じさせないよう、以下のいずれの選択肢も、実現可能なタイミングで検討し、結論を得る。

(a) 宇宙ステーション、モジュール又は実験設備等を我が国又は我が国の民間事業者が所有した上で活動すること

(b) 海外民間商業ステーションが提供する利用サービスを調達すること

これらの中から、ポスト ISS の在り方を決定するに当たっては、これまでに培ってきた技術の維持・継承の実現性を担保しつつ、国として必要な技術実証・学術研究の場の確保、宇宙飛行士の

⁵ 月周辺や月面での活動、地球低軌道における民間活動を支える技術として、例えば、効率的な拠点運営や宇宙実験等に資する遠隔化・自動化・自律化技術、高効率の環境制御・生命維持技術、輸送をはじめとする高信頼性・低コスト化基盤技術、低軌道プラットフォームや有人往還に関する要素技術等が想定される。

育成・訓練の場や体制の確保、国際的プレゼンスの維持・向上、産業界の参入可能性・事業発展性・競争力確保、費用対効果などの観点も踏まえ、総合的に検討を行う。

また、ポスト ISS の在り方に応じ、我が国の地球低軌道活動を着実に推進するために必要な技術を検討し、着実に研究開発を進める。

さらに、今後の民間による地球低軌道の利用の進展を睨み、宇宙ステーションの運営主体が民間となることに伴い必要となる国際的・国内的な法的枠組みや、求められる国際技術標準・規格等について、検討を進める。（外務省、文部科学省等）