

I S S を含む地球低軌道活動の在り方について（提言）

令和4年11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

はじめに

宇宙開発利用部会としては、次の理由により、我が国は2030年まで延長された運用期間において引き続き国際宇宙ステーション（ISS）に参画することが適当と考える。

- ・ 我が国にとって、国際宇宙探査（アルテミス計画）で必要となる技術の獲得・実証の場として不可欠であり、社会的課題解決、知の創造、人材育成等に繋がる継続的な成果創出の場として引き続き利用価値が高いこと
- ・ 将来の地球低軌道における民間活動の拡大のための準備機会を提供し得ること
- ・ 国際宇宙基地協力協定（IGA）に基づくISS計画参加極間の調整の場において、ISSは、適切な保守を継続しながら地球低軌道における卓越した生産的なプラットフォームとして維持できることが確認されていること
- ・ 宇宙環境利用でも極めて密接に連携してきた米国がアルテミス計画で人類を月や火星に送る道を拓くこと等を理由に延長された期間における引き続きの参加を国際パートナーに呼び掛けていること

今後、アルテミス計画の進展に伴い政府の宇宙探査活動が月や火星など深宇宙へと進んで行き、2040年代の地球低軌道における宇宙活動は民間中心に行われていることも想定し得る。これに向けて、アルテミス計画で必要となる技術の獲得・実証をはじめとした宇宙環境利用の場の確保・維持・発展等の観点から2030年代の地球低軌道活動がいかにあるべきか、また、そのために2030年までのISS運用期間をいかに活用するかについても現時点から検討していく必要がある。

1. ISS利用の成果と見通し

(1) 国際宇宙探査で必要となる技術の実証

2019年、我が国は、これまでのISS計画や宇宙科学探査等を通じて得られた技術・人材を最大限活用し、優位性のある技術及び波及効果が見込まれる技術の蓄積・獲得のため、4つの重点化技術（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）を協力事項として、月面での持続的な探査を目指すアルテミス計画に参画した。このことにより、これらの技術を更に発展させつつ、更なる深宇宙探査や非宇宙分野も含む広範な産業の拡大などを目指すことが可能となった。これを踏まえ、ISSは、地球からのアクセスが良く、技術実証等において修理や改善が可能であるため、宇宙基本計画においてアルテミス計画で必要となる技術の実証の場として位置づけられた。

すでに延長が合意されている2024年までに水・空気再生や自動ドッキング等の深宇宙探査に必要な技術を獲得するが、その後も実験の遠隔化・自動化・自律化や高効率の環境制御・生命維持システム等の深宇宙探査に必要な技術の獲得が見込まれているなど、ISSは、今後の国際宇宙探査に必要な技術の実証の場として2025年以降も引き続き不可欠である。

(2) 知の創造・社会的課題解決及び新たなビジネス・サービスの創出

我が国は、ISS計画への参画を通じて、宇宙空間における観測や実験により地上では得られない研究結果を取得するため、優位性の高い独自の宇宙環境利用技術を獲得し、社会的課題解決や科学的知見の獲得に貢献してきた。

また、更なる利用・成果の拡大に向け、これらの技術を利用しやすいプラットフォームとして定型化し、民間移管・事業化を推進してきており、移管後は、民間による利用者開拓や運営効率化による利用コストの低減等により、更なる需要拡大が見込まれている。これにより、政府は、例えばiPS細胞の立体培養技術のような新たな利用技術開発に注力することで、今後、より挑戦的な科学研究による知の創造や、国際競争力の高い宇宙環境利用技術の獲得などが期待される。

日本実験棟「きぼう」の民間利用件数は、年々大幅に増加してきた。「きぼう」有償利用制度や非宇宙業界も含めた民間との事業共創を行うJ-SPARC制度を通じて多様な利用・事業化が進展しており、今後も高い利用価値と利用の増加が見込まれる。

一方で、これまでの民間利用の拡大は、「きぼう」が国費によって運用されていることが前提となっており、我が国においては必ずしも地球低軌道における民間単独での事業成立性が検討されてきたわけではないことを鑑みれば、我が国は、民間による地球低軌道活動が更に広がっていく未来を見据え、今後も民間移管・事業化の支援など更なる参加拡大等に取り組むことが必要である。

(3) 宇宙活動を担う人材の育成

我が国のISS計画への参画により、これまでISS船長2名を含む優れた日本人宇宙飛行士を輩出し、選抜・訓練ノウハウや宇宙飛行士に蓄積された経験は、新たな宇宙飛行士の効果的な育成にも寄与している。また、「きぼう」や「こうのとり」の開発・運用・利用等を通じ、大規模国際宇宙プロジェクトで活躍できる専門性の高い管制官や多くの宇宙開発技術者が育成された。さらに、大学等研究機関の宇宙実験を積極的に受け入れたことで、多数の若手研究者や大学生等が最先端研究で経験を蓄積するなど能力構築にも大きく貢献した。

「きぼう」を利用した国際協力枠組や教育プログラム、宇宙飛行士の講演やGIGAスクール等に関する様々な取組により、国内外の多くの青少年への科学技術等への興味や関心を喚起する等、科学技術等の教育にも大きく貢献している。

ISS計画や関連プログラムを通じて育成された宇宙飛行士や技術者、研究者らは、次の世代の人材育成に貢献している。そして、育成された若手人材は、産学も含む様々な分野で活躍し、我が国の将来の宇宙開発利用を担う更に次の世代の育成に貢献する等、好循環の形成が進んでいる。

今後も、多様な分野の人材の参加を促進しつつ、将来を担う宇宙飛行士、技術者等の育成・実践の場として、また、青少年育成にも貢献していくことが期待される。

(4) 国際宇宙協力の強化

我が国は、ISS計画を通じて、信頼される国際パートナーとしての地位を確立しており、現在進められているアルテミス計画への主要参加国としての参画にもつながっている。

「きぼう」の強みを生かした日米関係の強化・進展に加え、アジア唯一の参加国として、アジア諸国や他地域の新興国への地球低軌道活動への参加機会の提供等により、我が国の国際プレゼンス向上、各国との関係強化に貢献してきている。

地球低軌道においては、民間参入やISS計画参加国以外の国による活動も活発化しており、将来の地球低軌道活動の発展を見据え、今後もアジア太平洋地域をはじめとする多国間協力枠組の更なる拡大など、これまでの国際宇宙協力で築いた資産を維持・発展していくことが期待される。

(5) 費用対効果の向上のためのコスト削減方策

「きぼう」や「こうのとりの運用開始以降、我が国はこれらの運用や宇宙実験等の利用の効率化を進めており、成果の拡大・最大化に取り組みながら、コスト削減を図ってきたが、これら効率化努力によるコスト削減の余地は年々少なくなってきた。今後は限られた予算の中でこれら利用の成果を更に拡大し、質の向上、適切な公開、社会還元等に関する情報発信の強化が求められる。

現在開発中のHTV-Xは、「こうのとりの」と比較して1.45倍の質量の貨物を搭載可能であり、「こうのとりの」の経験を活かした開発・製造・運用コストの削減等により2倍のコスト効率を目標としている。このため、仮に延長されたISS運用期間に我が国も参加する場合、2025年度以降のISS関連の年間予算は、2022年度までの平均額に対して約4割の削減が期待でき、アルテミス計画の推進に必要な予算を考慮した場合でも、2022年度までのISS予算及びアルテミス予算の合計額の水準からの大幅な増加は抑制可能と考えられる。

2. ISS耐用年数に関する技術的評価

ISSの耐用年数に関しては、ISS参加各極において継続的に技術的評価を実施してきている。このような評価の結果、IGAに基づき、参加極間でISS運用・利用に関する活動調整を行う場として昨年7月に開催された多数者間調整委員会において、ISSは、2030年まで適切な保守を継続しながら地球低軌道における卓越した生産的なプラットフォームとして維持できることが確認されている。

3. 米国によるISS運用期間延長の発表

ISSについては、これまで2024年までの運用が参加各極間で合意されていたところ、本年1月1日（日本時間）、米航空宇宙局（NASA）より、米国政府としてISSの運用を2030年まで延長することについて発表された。また、本発表とともに、NASA長官からISS参加各極に対して、ISS延長への参加を促す書簡が送付されており、これを踏まえ、各極において、延長された期間における参加継続について検討が開始されている。

発表において、NASAは、延長の理由に関して、国際パートナー（欧・日・加・露）とともに軌道上での革新的研究の継続を可能とすること、アルテミス計画で人類を月や火星に送る道を拓くこと、2020年代後半には、地球低軌道での活動能力を商業的な所有・運用へとシームレスに移行させることが可能となることに言及している。

4. 2030年代の地球低軌道活動に向けた各国の動向

- (1) NASAは、2030年代の地球低軌道活動は民間主体の運営に移行し、自身は利用者の一つになる方向性を提示。2029年から30年の2年間で、民間宇宙ステーションへの移行期間と位置付けるとともに、2021年中に、このような民間宇宙ステーション構想を担う米国民間企業として4社を選定し、開発に向けた支援を開始した。
- (2) 欧州宇宙機関（ESA）も、NASAと同様、将来、欧州各国政府や宇宙機関等が利用者の一つとなることを想定し、2030年代に民間主体の低軌道活動に移行する方向性を提示し、欧州民間企業等に対する情報提供要請を行うなど、将来の地球低軌道活動への投資も見据えた検討を進めている。
- (3) 我が国においては、一部の民間企業がNASAの民間宇宙ステーション構想に選定された米国民間企業との連携を表明している。政府は、上記（1）、（2）の方向性も念頭におきつつ、今後、2030年代の地球低軌道活動の在り方を検討する際に、我が国の産学官の地球低軌道活動の場の確保・維持・発展等の観点から、その国際枠組、技術的成立性、事業成立性、官民の役割分担等について多角的な視座から検討を進める必要がある。

5. 国際情勢を踏まえた考え方

ISSは、これまで様々な国際情勢の中であっても、地球低軌道において不可欠な有人プラットフォームとして運用されてきた。この中で、我が国は国際協力を通じた自国の宇宙開発利用の発展等の国益に鑑みISS計画への参加を続けてきている。

今般のロシアによるウクライナ侵略など、国際情勢は予断を許さないが、我が国としては、国際情勢の動向を見極めながら、アルテミス計画の推進等をはじめとした国益の観点からISSの意義を考える必要がある。

6. ISS運用期間延長の意義（まとめ）

1. に詳述したとおり、ISSは我が国の宇宙活動を支える唯一の有人プラットフォームとして不可欠であり、高い価値を有していると考えられる。また、仮に2030年までISS計画に参加を継続する場合は、これらの価値が更に高まるだけでなく、以下のような効果も期待される。

- ・ アルテミス計画に必要な更なる技術の獲得・実証
- ・ 遠隔化・自動化・自律化等の機能向上の取組による、効率的・効果的で持続性の高い宇宙環境利用の実現
- ・ 将来の地球低軌道における民間活動の拡大のための準備機会の確保

一方、仮に2024年を最終年として我が国がISS計画から脱退する場合、我が国は、2020年代後半の地球低軌道における活動の場とそこから得られる価値を失い、将来的にそれらを取り戻すことが極めて困難になる。特に、アルテミス計画を通じて我が国が深宇宙探査を行っていくにあたり、その技術の実証の場としてのISSを失うわけにはいかない。また、これまでISS計画を通じて我が国が築き上げてきた参加各極との協力関係が大きく損なわれるとともに、アジア太平洋地域をはじめとする各国との協力関係を構築・けん引してきた我が国のプレゼンスが大きく低下することが予期される。

このように、ISSについては、アルテミス計画をはじめとする今後の有人宇宙活動のために不可欠であり宇宙環境利用の場としての高い利用価値が引き続き見込まれること、2030年まで活用可能であることが技術的に確認されていること、将来の地球低軌道活動のための準備機会を提供し得ること、宇宙環境利用でも極めて密接に連携してきた米国がアルテミス計画で人類を月や火星に送る道を拓くこと等を理由に延長された期間における引き続きの参加をパートナー国に

呼び掛けていることを踏まえると、我が国としては、2030年まで延長された運用期間において引き続きISS計画に参画し、アルテミス計画への活用をはじめ宇宙環境利用の更なる拡大を図っていくべきであると考えられる。

なお、延長された期間においても、引き続き同計画に国費を投入することについて国民の十分な理解を得るため、遠隔化、自動化、自律化技術の開発・導入等を含めたコスト削減や、国民に分かりやすい形での事業内容や成果の適切な公開及び積極的な情報発信について不断の努力を行っていく必要がある。

7. 2040年代の地球低軌道における宇宙活動の姿に向けて

- (1) 2020年代から30年代にかけての地球低軌道は、国際宇宙探査活動に寄与する技術の開発・実証の場、社会的課題解決・知の創造・人材育成等に繋がる継続的な成果創出の場、そして民間による商業利用の場として持続的な形で整備されていくことが重要と考えられる。現時点では、2030年代の地球低軌道活動は、「政府主体／民間主体」、「有人／無人」、「常設拠点有り／無し」、「国際協力／我が国独自」など、複数のオプションが想定される中で、現段階ではビジネスモデルや国際協力の枠組を含め各国とも模索中である。
- (2) 国際的に、地球低軌道における民間活動が活発化していることや2030年以降を想定した具体的な民間宇宙ステーション構想が進展していることを踏まえると、2040年代の地球低軌道における宇宙活動は、国際的に民間中心に運営されており、現在の運営主体である政府は、低軌道利用サービスを民間から調達する多様な利用者の一つとなっていることも想定される。
- (3) 我が国は、2040年代には、地球低軌道活動において、我が国の産学官が自在かつ持続的に宇宙環境利用を行い、有人宇宙滞在の場としても多様な宇宙活動の進展が図られていることを目指すべきである。今後、アルテミス計画の進展に伴い政府の宇宙探査活動が月や火星など深宇宙へと進んで行き、2040年代の地球低軌道活動は国際的に民間中心に行われていることも想定し、2030年までのISS運用期間においては、民間利用の更なる拡大に取り組むとともに、アルテミス計画で必要となる技術の獲得・実証等の宇宙環境利用の場の確保・維持・発展等の観点から2030年代の地球低軌道活動のあり方について検討を行う必要がある。

I S S を含む地球低軌道活動の在り方について（検討の経緯）**【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第36回）】**

1. 日時：2020年8月7日
2. 議題：I S S を含む地球低軌道の在り方に係る今後の検討の進め方及び産業界ヒアリング

【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第37回）】

1. 日時：2020年9月11日
2. 議題：I S S を含む地球低軌道活動の在り方について（J A X Aからのヒアリング）

【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第38回）】

1. 日時：2020年10月9日
2. 議題：I S S を含む地球低軌道活動の在り方について（J A X Aからのヒアリング）

【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第39回）】

1. 日時：2020年11月11日
2. 議題：I S S を含む地球低軌道活動の在り方について（中間とりまとめ（素案））

【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第40回）】

1. 日時：2020年12月7日～9日（書面開催）
2. 議題：I S S を含む地球低軌道活動の在り方について（中間とりまとめ（案））

【宇宙開発利用部会（第60回）】

1. 日時：2021年2月9日
2. 議題：I S S を含む地球低軌道活動の在り方について（中間とりまとめ（案））

【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第43回）】

1. 日時：2021年9月15日
2. 議題：
 - (1) 地球低軌道に関する産業界の活動について（産業界からのヒアリング）
 - (2) 将来の地球低軌道活動において目指すべき姿（J A X Aからのヒアリング）

【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第44回）】

1. 日時：2021年11月12日
2. 議題：国際宇宙ステーション（I S S）における成果創出活動の状況について

【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第45回）】

1. 日時：2022年1月19日
2. 議題：
 - (1) ISSを含む地球低軌道活動の在り方に関する検討
「国際宇宙探査活動を見据えた地球低軌道活動のビジョン」
「民間が主体となった利用へのシームレスな移行」
(JAXA及び民間事業者からのヒアリング)

【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第46回）】

1. 日時：2022年2月18日
 2. 議題：
 - (1) ISSを含む地球低軌道活動のビジョンについて
 - (2) ISSの有用性について
 - ・更なる国際宇宙探査に必要な技術の獲得
 - ・社会的課題の解決、科学的知見の獲得、国際協力等
 - ・宇宙活動を担う人材を長期的・継続的に育成する好循環
- ※民間が主体となった利用へのシームレスな移行も含む

【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第47回）】

1. 日時：2022年3月9日
2. 議題：
 - (1) ISS費用対効果の向上のためのコスト削減の方策
 - (2) 提言案素案について（非公開）

【宇宙開発利用部会（第65回）】

1. 日時：2022年3月23日
2. 議題：ISSを含む地球低軌道活動の在り方に関する検討状況（非公開）

【国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会（第50回：書面審議）】

1. 日時：2022年10月27－28日
2. 議題：ISSを含む地球低軌道活動の在り方について（提言案）

【宇宙開発利用部会（第70回：書面審議）】

1. 日時：2022年10月31日—11月4日
2. 議題：ISSを含む地球低軌道活動の在り方について（提言案）