

宇宙技術戦略の変更提案について

2025年1月24日

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）

3. 「宇宙科学・探査」 I 宇宙物理分野、II 太陽系科学・探査分野の変更案

2. 超小型探査技術

【項目】 II 太陽系科学・探査分野 ②超小型探査技術

【変更理由】超小型探査機技術を非常に重要と整理した際の探査小委での議論やS-Booster2023の審査結果等を踏まえて、超小型衛星の具体的なユースケースとして、我が国の深宇宙探査での経験・技術を生かした小惑星等の即応・高頻度探査について追記する必要がある。

【内容】

環境認識として以下修正を提案する。

- ・多数の超小型衛星を用いて、地球近傍に飛来する任意の小惑星を即応的かつ高頻度に低コストで直接探査するアイデアが注目を集めている旨を追記
- ・上記実現により、プラネタリーディフェンスやレアアース探索等の宇宙資源産業において我が国が大きな存在感を発揮でき、地球近傍における宇宙領域把握にも貢献できる旨を追記

技術開発の重要性と進め方について、以下修正を提案する。

- ・要素技術として、長寿命化、超長距離通信、自律的誘導制御、軌道決定、探査機通信、自律分散的意思決定などの各技術を追記・整理
- ・また複数機の超小型衛星による連動した運用を目指した段階的な技術開発技術としての軌道実証の必要性を追記

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

3. 宇宙科学・探査

III. 月面探査・開発等 ②超小型探査技術

i. 環境認識

2014年に「はやぶさ2」(第20号科学衛星 MUSES-C)と相乗りで打ち上げられた超小型深宇宙探査機(PROCYON)は、50kg級の超小型探査機バス技術を実証するとともに、科学的成果も上げ、超小型衛星による深宇宙探査の可能性を切り拓いた。PROCYONに続き、更に小さなCubeSat級の探査機(超小型探査機(OMOTENASHI及びEQUULEUS))が、2022年にNASAの新型ロケットSLSにより打ち上げられ、超小型探査機の更なる能力拡大に資する成果を得た。世界で初めてCubeSatとして火星圏での運用に成功したNASAのMarCO等、世界中で超小型探査機の小型軽量化と到達領域の拡大が図られてきた。SLSロケットにおける相乗りCubeSatの低いミッション成功率を踏まえると、深宇宙は超小型衛星にとって依然として挑戦的な領域である一方、技術と経験を蓄積してきた我が国は技術的に優位な立場にある。

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

ii. 技術開発の重要性と進め方

超小型衛星は、地球周回軌道を超えて太陽系探査に応用されている。小型・軽量で低コストかつ短期開発が特徴であり、遠方領域への到達、探査対象天体での子機としての高リスクミッション、月近傍を含む深宇宙での高頻度探査、コンステレーション構築など、様々な活用が期待されている。我が国の優位性を維持・拡大し、人材育成や産業振興に寄与する観点からも、超小型衛星での探査技術は非常に重要である。要素技術として超軽量発電、深宇宙通信、超小型推進系等、バスの能力の拡大とともに、自律運用や複数機のネットワーク運用（探査機間通信、地上局運用の効率化含む）、太陽系のより遠方領域への到達を目指した技術開発を多様な実証機会を活用しながら進める。また、信頼性を確保しつつ効率的な S&MA（ミッション保証）・SE（システムズエンジニアリング）/PM（プロジェクトマネジメント）の確立や、JAXA・大学におけるインハウス開発で蓄積してきた技術・経験のメーカへの技術移転によって、今後の超小型ミッション推進に必要な体制を我が国に構築していく活動も進める。

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

太陽系科学・探査分野の技術ロードマップ

	2023~2027	2028~2032	備考
世界における技術開発の見通し		月面における科学成果の創出（サンプル分析、月震計、月面天文台等） アルテミス計画の火星への展開 中国等による月、火星探査の進展	凡例 
我が国における技術開発の見通し	土星衛星探査計画 Dragonfly 長周期彗星探査計画 Comet Interceptor 火星衛星探査計画MMX 深宇宙探査技術実証機DESTINY+	彗星探査計画 CAESAR 日本主導の次世代サンプルリターン計画の推進 我が国の独創的・先鋭的な火星本星探査計画の推進	
	超小型探査技術 超小型探査バス、自律・ネットワーク運用技術等の開発、Comet Interceptor等 多様な機会での実証 信頼性を確保しつつ効率的なS&MA（ミッション保証）・SE（システムズエンジニアリング）/PM（プロジェクトマネジメント）の検討・確立		変更提案箇所

3. 「宇宙科学・探査」 I 宇宙物理分野、II 太陽系科学・探査分野の変更案

1. 深宇宙軌道間輸送技術

【項目】II 太陽系科学・探査分野 ④ 深宇宙軌道間輸送技術

【変更理由】軌道間輸送技術について、産学官による軌道間輸送機 (OTV) ワークショップ (8月、10月開催) において、静止軌道・シスルナ領域含め多様なニーズ・ユースケースへの対応を踏まえた技術開発の重要性が議論されたことなどを踏まえ、OTVを念頭に置いた産業基盤の発展・維持の観点等について追記する必要がある。なお、衛星等の項目においても軌道間輸送技術に関する追記が提案されている状況と認識しており、分野横断的に連携・シナジーを図ることが重要である。

【内容】

環境認識として以下修正を提案する。

- ・ NASAのSLSロケットや、SpaceX社のStarshipのような大量輸送では投入軌道の制約があるため、多様な個別輸送ニーズも潜在している旨を追記。
- ・ 深宇宙軌道間輸送技術を産業基盤とともに維持・向上することで、我が国による宇宙航行の自律性・自在性を確保する旨を追記。

技術開発の重要性と進め方について、以下修正を提案する。

- ・ 多様な軌道間の航行・運用を担い、各種の衛星や軌道上拠点等のインフラ整備、小型宇宙機の集団輸送等、あらゆる宇宙システムの効率的な物流手段として革新をもたらし得るOTVIについて、ランデブー・ドッキング技術といった我が国の競争優位性も踏まえながら、多様なニーズ・ユースケースを踏まえた拡張性・汎用性等も考慮し、静止軌道を含むシスルナ領域を中心とした用途での開発を推進する旨を追記。
- ・ シスルナ以遠での深宇宙においても拡張性・汎用性ある軌道間輸送技術を確立することが非常に重要である旨を追記。
- ・ 静止軌道を含むシスルナ領域との共用化が可能な輸送システム技術の獲得により、著しい部材高騰等の環境においても低コスト化を実現することで、我が国の宇宙航行の自律性・自在性確保に資する技術・産業基盤を効率的に発展・維持していくことが可能である旨を追記。

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

3. 宇宙科学・探査

III. 月面探査・開発等 ④ 深宇宙軌道間輸送技術

i. 環境認識

深宇宙輸送が可能な国は限られており、惑星間「往復」航行に至っては日米のみが実現している。一方、月以遠を目指す民間企業も現れる中、低コストかつ信頼性が高い深宇宙への輸送ニーズや、NASAのSLSロケットや、SpaceX社のStarshipのような大量輸送では届かない月や火星への個別輸送ニーズも潜在していると考えられる。本技術を獲得・向上することで、現在、ブルー・オーシャンである深宇宙輸送サービス市場に先駆けて、先行者利益を確保しつつ我が国の国際影響力を強化につながることを期待される。

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

3. 宇宙科学・探査

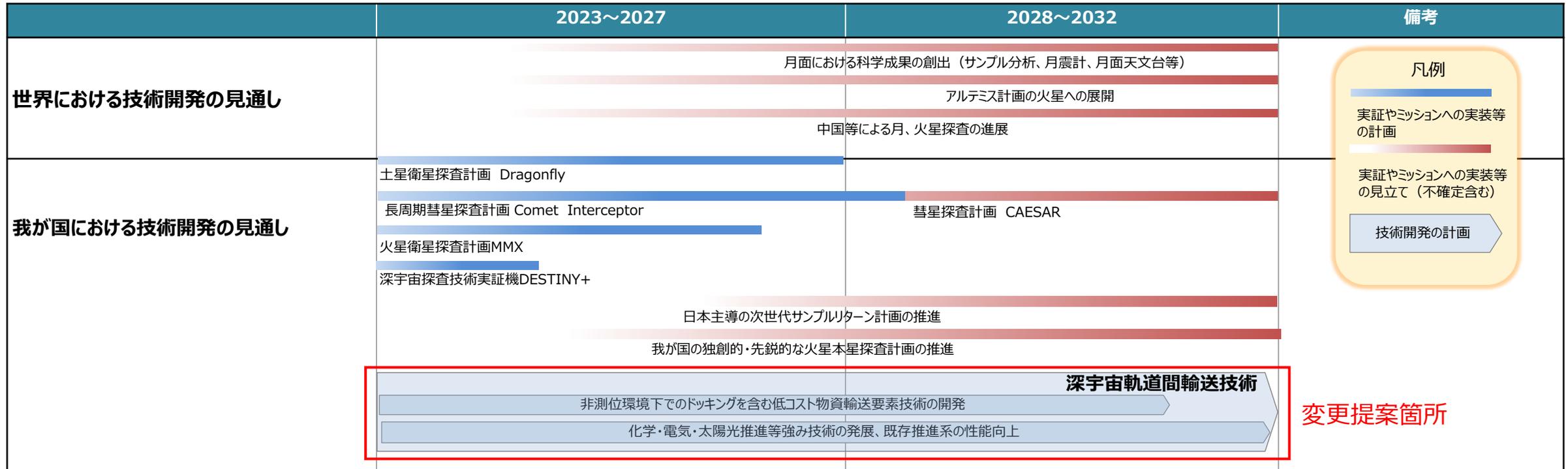
Ⅲ. 月面探査・開発等 ④ 深宇宙軌道間輸送技術

ii. 技術開発の重要性と進め方

米欧中が大型かつ個別の探査機開発にリソースを割く中、火星往還の本格化も見据えて、多様な行き先に対応し、物資輸送を効率的に行うための深宇宙軌道間輸送技術の確立が非常に重要である。GPSがない宇宙空間で、自在な輸送を実現するために、我が国の強みである高自律性の深宇宙飛行制御技術を活用して、分離・結合・周回・滞空に必要な高精度誘導航法の要素技術を獲得する。さらに、汎用性の高い輸送システム技術を獲得し、低コスト化を図ることで、月や火星を始めとする深宇宙輸送ビジネスや国際分担の獲得を視野に入れる。多様な目的天体へ輸送するシステムの共用化・共通化を図るとともに、将来的には、我が国の基幹ロケットで様々な太陽系天体に低コストで物資輸送する宇宙輸送ビジネスへつなげることも視野に入れる。また、深宇宙輸送において、化学推進系の性能向上、電気推進（イオンエンジン等）、太陽光推進（ソーラー電力セイル）等、これまでの我が国の強みとなる技術の維持・発展も図る。

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

太陽系科学・探査分野の技術ロードマップ



3. 「宇宙科学・探査」 I 宇宙物理分野、II 太陽系科学・探査分野の変更案

3. 表面等探査技術

【項目】太陽系科学・探査分野の技術ロードマップ

【変更理由】惑星保護技術の実証の観点も追記する必要がある。

【内容】線表を伸ばし、実証という文言も追記を提案。

(抜粋) 宇宙技術戦略(令和6年3月26日 宇宙政策委員会)
太陽系科学・探査分野の技術ロードマップ

	2023~2027	2028~2032	備考
世界における技術開発の見通し	<p>月面における科学成果の創出(サンプル分析、月震計、月面天文台等)</p> <p>アルテミス計画の火星への展開</p> <p>中国等による月、火星探査の進展</p>		<p>凡例</p> <p>実証やミッションへの実装等の計画</p> <p>実証やミッションへの実装等の見立て(不確定含む)</p> <p>技術開発の計画</p>
我が国における技術開発の見通し	<p>土星衛星探査計画 Dragonfly</p> <p>長周期彗星探査計画 Comet Interceptor</p> <p>火星衛星探査計画MMX</p> <p>深宇宙探査技術実証機DESTINY+</p> <p>彗星探査計画 CAESAR</p> <p>日本主導の次世代サンプルリターン計画の推進</p> <p>我が国の独創的・先鋭的な火星本星探査計画の推進</p>		
	<p>惑星保護技術の開発、設備整備</p> <p>表面等探査技術(惑星保護技術)</p>		変更提案箇所

3. 「宇宙科学・探査」 Ⅲ月面探査・開発等の変更案

1. 月面科学に係る技術

【項目】Ⅲ月面探査・開発等 (2) ①月面科学に係る技術 ii 技術開発の重要性と進め方 及び (3) 今後の課題

【変更理由】

月面科学に係る技術として得られた月面環境のデータや観測技術は、科学的な成果のみならず、今後の月面活動に資する基礎情報・基盤技術としての活用も想定されることから、技術開発の重要性として追記する必要がある。

【内容】

- 得られた月面環境データや観測技術が、今後の月面インフラ構築に資する基礎情報・基盤技術としても活用されることが想定される旨及び (3) 今後の課題において非常に重要である旨の追記を提案。

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

3. 宇宙科学・探査

Ⅲ. 月面探査・開発等 (2) ①月面科学に係る技術

ii. 技術開発の重要性と進め方

月面科学に係る技術は、我が国の強みを活かして月面科学に取り組み、アルテミス計画を通して一級の科学的成果を得て、国際的プレゼンスを向上させるとともに、獲得技術を火星探査等に応用することで、我が国の探査活動の自在性の拡大に資するため、非常に重要である。月面天文台、月サンプル選別・採取・分析、月震計等に関する検討・開発を進め、観測機器を月面に輸送 (民間サービスの活用可能性も含む) し、プリカーサーミッションによる早期実証を目指す。また、越夜に必要な太陽光に依存しない半永久電源や、科学観測機器の自立的な運用を行う上での通信、電源、構造、熱制御等のパッケージ化技術の開発を進める。これらにより、第一級の科学的成果を創出するとともに、国際協力の枠組みを利用し、観測システムの広域展開等により本格的な科学観測を行うことで、科学によりアルテミス計画の価値向上につなげる。

Ⅲ. 月面探査・開発等 (3) 今後の課題

国際協力や国際競争の環境下で推進される今後の月面探査・開発において、我が国が主導的な立場で参画するためには、月面活動でのユースケースを念頭に、その実現に必要な鍵となる技術についてその技術成熟度の向上に先んじて取り組むことが重要である。(略)

3. 「宇宙科学・探査」 Ⅲ月面探査・開発等の変更案

2. 月着陸技術

【項目】Ⅲ月面探査・開発等 (2) ②月着陸技術 i 環境認識

【変更理由】

現版では、高精度着陸技術により調査価値の高い場所や長期日照領域への着陸等が可能となるとの記述に留まっており、それらの具体的な想定領域が明記されていない。持続的な月面探査に向けて、特にどの地点への着陸技術が必要なのか追記する必要がある。

【内容】

持続的な有人月面活動の候補地点として期待されている月極域への輸送手段を念頭に置き、月極域への高精度着陸技術の開発が必要である旨の追記を提案する。

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

3. 宇宙科学・探査

Ⅲ. 月面探査・開発等 (2) ② 月着陸技術

i. 環境認識

月着陸技術は、我が国として探査活動の自在性を維持するために国内で確保、発展させていく必要がある。特に、従来の月着陸は位置精度にして数 km 程度の誤差が発生するものであったが、我が国は、小型月着陸実証機 (SLIM) により世界に先駆けて 100m 以内の高精度着陸技術の実証を達成しており、技術的優位性を有することとなった。これにより、科学的に調査価値の高い場所に着陸することや面積の限られた長期日照領域への着陸等も可能となる。今後は、より多くの輸送能力や、安全に着陸する技術等を獲得し、月着陸機システムによる月面への物資輸送等へ発展させていくことが期待される。

3. 「宇宙科学・探査」 Ⅲ月面探査・開発等の変更案

3. 月通信・測位技術

【項目】Ⅲ月面探査・開発等 (2) ④月通信・測位技術 i 環境認識

【変更理由】

月通信・測位ネットワークの構築に向けて各国が本格的に動き出していることから、最新の国際動向を環境認識に追記する必要がある。

【内容】

我が国が連携を調整している欧米を中心とした動向として、NASAとESAがそれぞれ月通信・測位のコンステレーション衛星の企業選定を完了する等の状況の追記を提案する。

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

3. 宇宙科学・探査

Ⅲ. 月面探査・開発等 (2) ④月通信・測位技術

i. 環境認識

月面探査における通信・測位技術は、欧米など各国が取組を進めており、国際的に協調して共通のインフラや規格を共同利用する方向で調整が進められている。今後各国が整備した通信中継インフラ等を相互運用して我が国もその枠組みに参画し、優位にインフラの開発・利用に関わるためには、光通信技術、惑星間インターネット技術、月測位システム技術等のインフラに必要となる技術を早期に獲得し、独自性のある貢献を果たすことが必要である。また、電波が地形に反射して複数ルートを通して伝播する現象(マルチパス)等を始めとした、月面の物性や地形の特徴に伴う通信特性に応じた技術開発の重要性も認識する必要がある。

3. 「宇宙科学・探査」 Ⅲ月面探査・開発等の変更案

3. 月通信・測位技術

【項目】Ⅲ月面探査・開発等 (2) ④月通信・測位技術 ii 技術開発の重要性と進め方

【変更理由】

月-地球圏の長距離対応可能な電波通信に係る要素技術に関して、検討方針を具体化する必要がある。

【内容】

検討方針として、国内外地上局ネットワークの統合運用技術や、大容量かつ高精度な捕捉・追尾機能等の追記を提案。

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

3. 宇宙科学・探査

Ⅲ. 月面探査・開発等 (2) ④月通信・測位技術

ii. 技術開発の重要性と進め方環境認識

また、天候等の地上の状況によらない月と地球圏でのフィーダリンク等のための安定的な通信環境を確立することが必要であるが、現状、地球側においても地上局が世界的に不足している等の事情があることから、現状把握を含む詳細な調査を行い、月と地球圏という長距離にも対応可能な電波通信に係る要素技術 (自動捕捉追尾機能等) の開発を実施し、地球地上局を含む通信設備の整備を進めることが非常に重要である。

3. 「宇宙科学・探査」 IV地球低軌道・国際宇宙探査共通の変更案

2. 回収・往還技術

【項目】Ⅲ地球低軌道・国際宇宙探査共通 ②回収・往還技術 i 環境認識

【変更理由】現行版策定以降にあった、関連する国際動向について反映を提案

【内容】欧州における将来の有人往還技術獲得を見据えたポストISS拠点への物資補給・回収技術の獲得に向けた動きについて追記を提案

(抜粋) 宇宙技術戦略(令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

3. 宇宙科学・探査

IV. 地球低軌道・国際宇宙探査共通 ②回収・往還技術

i. 環境認識

軌道上拠点から地上への物資回収について、我が国では、大型の回収機は実現していないが、HTV7号機に搭載した小型回収カプセル(HSRC)により、ISSからの宇宙実験サンプルの保冷回収に成功するとともに、将来の有人宇宙船の実現に必要な大気圏再突入飛行時の揚力誘導制御技術、軽量熱防護技術の飛行実証に成功するなど、重要技術の獲得を進めてきている。米国では、スペースシャトルでの豊富な実績に加えて、SpaceX社がCargo Dragon(ISS向け物資補給・回収機)やCrew Dragon(ISS向け有人往還機)を運用中であり、ボーイング社は、Starliner(ISS向け有人往還機)、Sierra Space社はDream Chaser(有翼型の物資補給・回収機及び有人宇宙船)を開発中である。また、ロシアと中国も、物資回収・有人帰還技術を有しており、インドも有人往還機を開発中である。我が国では、文部科学省において、革新的将来宇宙輸送システムの実現に向けた議論が行われ、有人帰還技術を含む往還技術の必要性についての議論が取りまとめられている。

今後、地球低軌道活動や月面を含む月周辺における宇宙活動の拡大が予想され、その利用拡大とあいまって、地球への物資の回収や搭乗員の帰還に関する需要も飛躍的に高まることが想定される。自律的かつ持続的な宇宙活動を実現するためには、これらの技術獲得の重要性がますます高まるものと考えられる。

3. 「宇宙科学・探査」 IV地球低軌道・国際宇宙探査共通の変更案

3. 宇宙環境利用・宇宙実験技術

【項目】Ⅲ地球低軌道・国際宇宙探査共通 ④宇宙環境利用・宇宙実験技術 i 環境認識

【変更理由】ポストISSにおける低軌道活動の実現に向け、装置開発や成果創出に加え、宇宙環境利用の更なる拡大の重要性が増しているため、記述の追加を提案

【内容】

・宇宙環境利用の更なる拡大に向けて、宇宙環境利用に関する高度な技術や装置等が学术界や産業界に広く利用されることを促進する取組の推進が重要である旨を追記

(抜粋) 宇宙技術戦略 (令和6年3月26日 宇宙政策委員会)

3. 宇宙科学・探査

IV. 地球低軌道・国際宇宙探査共通 ④ 宇宙環境利用・宇宙実験技術

i. 環境認識

我が国は、ISS 計画への参加と、「きぼう」における宇宙環境利用の推進により、他国が保有しない独自性の高い宇宙環境利用・宇宙実験技術を獲得・発展させてきており、技術的な強みとなっている。ISS では、米国、欧州、ロシアもそれぞれ宇宙環境利用を行っており、中国も独自の宇宙ステーションにおける宇宙実験を加速させている。また、国際宇宙探査においても、ゲートウェイや月面の環境を利用した科学的実験や観測等の実施に関し期待されており、検討が進められている。

ポスト ISS においては、我が国の産学官が自在かつ高頻度に利用できる場を確保することが必要であり、「きぼう」で培ったライフサイエンス、創薬、材料分野等に関する独自性や国際競争力の高い宇宙環境利用・宇宙実験技術を継承・発展させた最先端の実験装置群を開発し、ポスト ISSの活動拠点に搭載することで世界をリードする成果を創出していくとともに、それらの成果の地上社会への還元が強く期待されている。また、ゲートウェイでの宇宙環境利用は、国際協力により進められるが、アルテミス計画への参加による成果の獲得や国際プレゼンスの発揮の観点からも、「きぼう」で培った、日本が強みを有する宇宙環境利用・宇宙実験技術等により参画していくことが期待されている。

3. 「宇宙科学・探査」 IV地球低軌道・国際宇宙探査共通の変更案

3. 宇宙環境利用・宇宙実験技術

【項目】Ⅲ地球低軌道・国際宇宙探査共通 ④宇宙環境利用・宇宙実験技術 ii 技術開発の重要性と進め方

【変更理由】宇宙実験コア技術および宇宙実験効率化技術に関して、具体化のための例示の追記を提案

【内容】

- ・宇宙実験コア技術として記載されている革新的材料研究支援技術について、JAXAが獲得した技術の例として温度勾配炉技術（半導体材料の結晶生成等）の追記を提案
- ・宇宙実験効率化技術に関する記述について、日本がこれまでに培ってきた技術の例示として、各実験装置に加えて船内・船外プラットフォームに関する技術を追記
- ・また、宇宙実験や船内・船外利用の効率化等に資する技術の例示として、AIやIoT技術の活用や軌道上高度データ処理技術、高速通信技術等に関する記述を追記を提案

（抜粋）宇宙技術戦略（令和6年3月26日 宇宙政策委員会）

3. 宇宙科学・探査

IV. 地球低軌道・国際宇宙探査共通 ④ 宇宙環境利用・宇宙実験技術

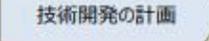
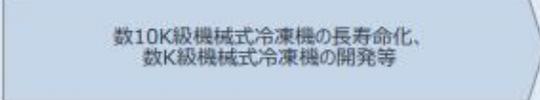
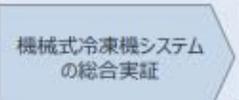
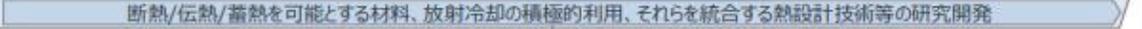
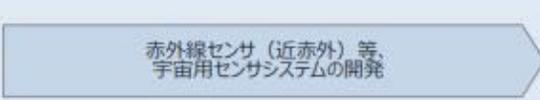
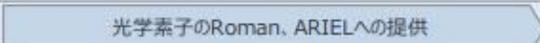
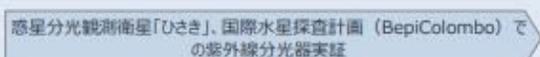
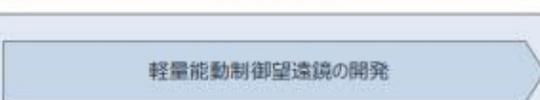
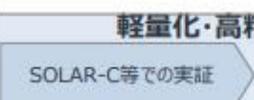
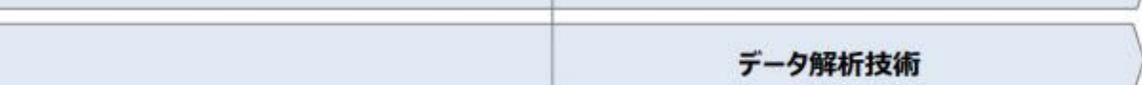
ii. 技術開発の重要性と進め方

「きぼう」を通じて培ってきた優位性の高い宇宙実験コア技術としては、タンパク質結晶生成等創薬を支援する技術、小動物飼育実験などの健康長寿研究支援技術、細胞立体培養等の細胞医療研究支援技術、静電浮遊炉による無容器処理（るつぼ等の容器を使用せず物質を浮遊させて熔融・計測等を行うこと）などの革新的材料研究支援技術、固体材料可燃性・液体燃料燃焼実験技術、重力発生・可変技術などがある。宇宙空間では、微小重力や放射線環境など、地球とは環境が異なるため、これらを活かし、地上では実施することが不可能な特殊な実験を行うことが可能である。上記の各技術はそれらを可能とするため、ISS 計画への参加を通じて独自に開発・成熟させてきたものである。社会課題解決に関する研究ニーズや事業化につながるシーズなどを見定めつつ、引き続き、世界をリードする成果を創出する実験環境を生み出す研究開発を不断に行うことが非常に重要である。

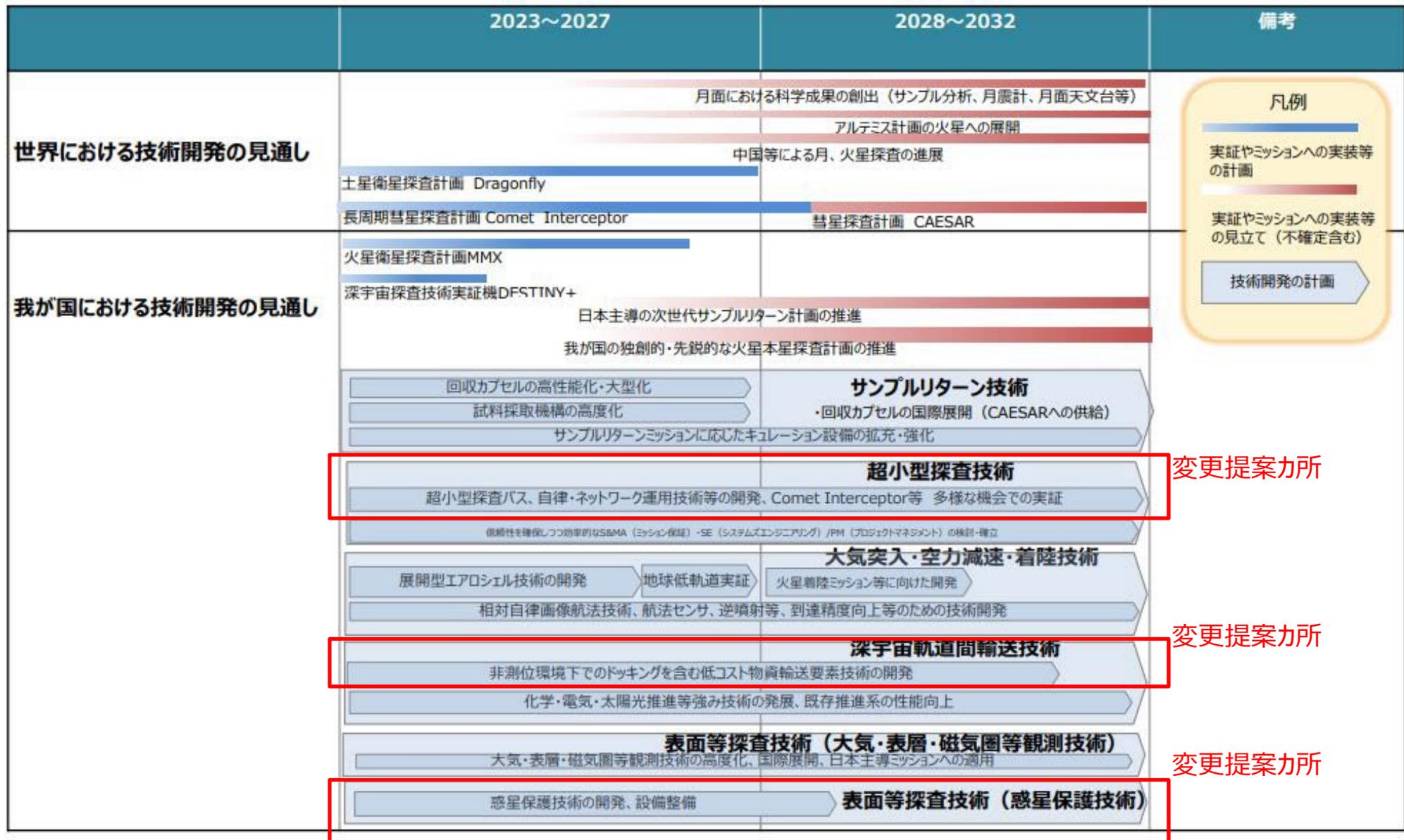
民間主体の活動に移行すると想定されるポスト ISS においては、日本が培ってきた宇宙実験技術を、軌道上拠点を運営する企業に対して継承しつつ、民間企業のアイデアや自動化技術の採用などにより実験の実施や実験前後のサンプルやデータの処理等を自動化する宇宙実験効率化技術等も取り入れ、高い頻度での成果創出を可能とする事業性の高いシステムとして整備していくことが非常に重要である。

宇宙物理分野の技術ロードマップ

※太陽系科学・探査分野との連携により技術開発を推進

	2023~2027	2028~2032	備考
世界における技術開発の見通し	Roman宇宙望遠鏡	超大型宇宙望遠鏡 Habitable Worlds Observatory(HWO)	凡例  実証やミッションへの実装等の計画  実証やミッションへの実装等の見立て（不確定含む）  技術開発の計画
	系外惑星大気赤外線分光サーベイ衛星ARIEL		
我が国における技術開発の見通し	宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星 LiteBIRD		
	高感度太陽紫外線分光観測衛星SOLAR-C		
	今後の戦略的に実施する中型計画、主として公募により実施する小型計画（赤外線位置天文観測衛星JASMINE、ガンマ線バーストを用いた初期宇宙・極限時空探査計画Hiz-GUNDAM等の推進）		
	宇宙用冷却技術  数10K級機械式冷凍機の長寿命化、数K級機械式冷凍機の開発等  機械式冷凍機システムの総合実証  LiteBIRDでの実証  断熱/伝熱/蓄熱を可能とする材料、放射冷却の積極的利用、それらを統合する熱設計技術等の研究開発		
	 赤外線センサ（近赤外）等、宇宙用センサシステムの開発 観測技術（宇宙用センサシステム技術） ・JASMINE、Hiz-GUNDAM等での実証		
	 光学素子のRoman、ARIELへの提供 観測技術（系外惑星観測技術）  惑星分光観測衛星「ひさき」、国際水星探査計画（BepiColombo）での紫外線分光器実証		
	 軽量能動制御望遠鏡の開発 軽量化・高精度制御技術  SOLAR-C等での実証		
	 高精度協調運用技術 精密協調編隊飛行技術		
	 データ解析技術		

太陽系科学・探査分野の技術ロードマップ



変更提案力所

変更提案力所

変更提案力所

月面探査・開発等の技術ロードマップ

	2023~2027	2028~2032	備考
世界における技術開発の見通し		<ul style="list-style-type: none"> アルテミス計画の進展に伴う定期的な月面着陸の実施 月の測位・通信インフラの構築 月面での資源開発・利用、拠点構築、火星探査に向けた技術実証 中国等による月・火星探査の進展 	<p>凡例</p> <p>実証やミッションへの実装等の計画</p> <p>実証やミッションへの実装等の見立て（不確定含む）</p> <p>技術開発の計画</p>
我が国における技術開発の見通し	<ul style="list-style-type: none"> SLIMによる高精度着陸技術の実証 LUPEXによる月極域の水資源探査 	<ul style="list-style-type: none"> 月の測位・通信システムの実証、運用（国際連携で推進） 月極域を含む定期的な月面着陸機会を活用した科学研究・技術実証 有人と伴ローバによる広域月面探査 月面での資源開発・利用、物資補給、拠点構築等に向けた技術実証 	
	<ul style="list-style-type: none"> 月面天文台、月サンプル選別・採取・分析、月震計等に係る技術 半永久電源（熱源）技術 	<ul style="list-style-type: none"> 月面輸送機会を活用した実証 各技術の高度化 	月面科学に係る技術
	<ul style="list-style-type: none"> 航法誘導制御技術及び自律障害物検知・回避技術 降着系技術（着陸脚等） 	<ul style="list-style-type: none"> 月面資源探査や月面科学を実現する月面着陸機への活用 	月着陸技術
	<ul style="list-style-type: none"> 発電技術（展開収納型太陽電池タワー等） 蓄電技術（高エネルギー密度電池等） 	<ul style="list-style-type: none"> 有人と伴ローバへの適用 	エネルギー技術
	<ul style="list-style-type: none"> 月測位システム(LNSS)技術 光通信技術、小型軽量化技術、惑星間インターネット技術 月面拠点域内のRF通信技術 	<ul style="list-style-type: none"> 測位インフラの整備拡張、高性能化 	月通信・測位技術
	<ul style="list-style-type: none"> 航法誘導制御技術（航法・自動運転技術、オンボードの有人操縦と地上遠隔操作の融合技術） 走行機構技術（不整地、長距離走行技術） 耐環境技術（越夜、防塵等）、作業支援技術（ロボットアーム） 	<ul style="list-style-type: none"> 有人と伴ローバへの適用 	月表面探査技術
	<ul style="list-style-type: none"> 月周回資源探査技術 月面資源探査技術（探査機による月面資源調査・掘削・採取技術等） 	<ul style="list-style-type: none"> 月面資源調査への活用 	月資源開発技術
	<ul style="list-style-type: none"> 水資源利用技術（資源採取技術、推菜生成技術等） 宇宙無人建設技術（無人建設技術、建材製造技術、簡易施設建設技術） 月面等での食料生産技術（高効率食料生産技術、有機物等の資源再生技術等） 		月資源利用技術

地球低軌道・国際宇宙探査共通の技術ロードマップ

