

宇宙技術戦略（宇宙科学・探査）の方向性 （宇宙科学・探査小委員会における議論のまとめ）

- 宇宙技術戦略に関する考え方（概要）
- 重要技術の評価軸
- 技術トレンドと宇宙科学・探査小委員会における議論

2024年2月6日

内閣府宇宙開発戦略推進事務局

宇宙技術戦略に関する考え方（概要）

- 「世界の技術開発トレンドやユーザーニーズの継続的・的確な調査分析を踏まえ、**安全保障・民生分野において横断的に、我が国の勝ち筋を見据えながら、我が国が開発を進めるべき技術を見極め**、その開発のタイムラインを示した技術ロードマップを含んだ**「宇宙技術戦略」を新たに策定し、ローリングしていく。**」（令和5年6月13日閣議決定「宇宙基本計画」）
- **宇宙政策委員会**において宇宙技術戦略を**年度内に策定し**、関係省庁における**技術開発予算の執行において参照**。
- 必要な宇宙活動を自前で行うことができる能力を保持（「自立性」の確保）するため、下記に資する技術開発を推進：
 - ① 我が国の**技術的優位性**の強化
 - ② サプライチェーンの**自律性**の確保 等

衛星

防災・減災、国土強靱化や気候変動を含めた地球規模問題の解決と、民間市場分野でのイノベーション創出、SDGs達成、Society5.0実現をけん引：



【出典】独TESAT-Spacecom

- ① 通信
- ② 衛星測位システム
- ③ リモートセンシング
- ④ 軌道上サービス
- ⑤ 基盤技術

大容量のニアリアルタイム伝送を可能にする光通信

宇宙科学・探査

宇宙の起源や生命の可能性等の人類共通の知を創出し、月以遠の深宇宙に人類の活動領域を拡大するとともに、月面探査・地球低軌道活動における産業振興を図る：



【出典】TOYOTA

- ① 宇宙物理
- ② 太陽系科学・探査
- ③ 月面探査・開発等の国際宇宙探査
- ④ 地球低軌道・国際宇宙探査共通

JAXA/TOYOTAが研究開発中の有人与圧ローバ(イメージ)

宇宙輸送

宇宙輸送能力の強化、安価な宇宙輸送価格の実現、打上げの高頻度化、多様な宇宙輸送ニーズへの対応を実現：

- ① システム技術
- ② 構造系技術
- ③ 推進系技術
- ④ その他の基盤技術
- ⑤ 輸送サービス技術
- ⑥ 射場・宇宙港技術



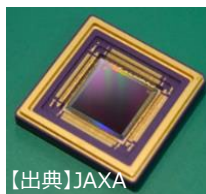
【出典】JAXA

CALLISTO(カリスト)プロジェクト：日・仏・独の宇宙機関共同で、2025年度にロケット1段目の再使用を実施予定

分野共通技術

上記の衛星、宇宙科学・探査、宇宙輸送分野共通となる技術について、継続的に開発に取り組むことが、サプライチェーンの自律性確保、国際競争力強化の観点から不可欠：

- ① 機能性能の高度化と柔軟性を支えるハードウェア技術（デジタルデバイス等）
- ② 小型軽量化とミッション高度化を支える機械系基盤技術（3Dプリンティング等）
- ③ ミッションの高度化と柔軟性を支えるソフトウェア基盤技術（AI、機械学習等）
- ④ 開発サイクルの高速化や量産化に資するシステム開発・製造プロセスの変革



【出典】JAXA

宇宙用高性能デジタルデバイスマイクロプロセッサ



【出典】Oneweb

製造試験ラインを自動化しているOneweb衛星



【出典】理化学研究所

重粒子放射線試験設備例@仁科加速器科学研究センター

重要技術の評価軸（宇宙科学・探査）

i .技術的優位性	当該技術がコアとなって実現されるミッションの成果が科学的に高い評価を得られるか
	機能・性能面で優位であるか（今後、優位性を獲得しうるか）
	国際協力ミッションに関する技術については、当該技術がコアとなって実現される国際貢献により、我が国のプレゼンスを発揮・向上できるか
	宇宙科学・探査ミッションとして具体化する段階にあたっては、世界的な科学的成果が得られるか
	コスト・納期面を含め技術的に実現可能性があるか
ii .自律性	地球低軌道活動や月面活動等については、将来の活動の進展に応じた基盤整備や市場創出につながる可能性があるか
	サプライチェーン上の代替困難度
	調達自在性
iii .緊要性	国内需要を支える意思や計画を有するか
	既にミッション化したものであるか
	国際的な枠組みの中で、我が国として研究開発することをコミットしているか

技術トレンド（①宇宙物理分野）

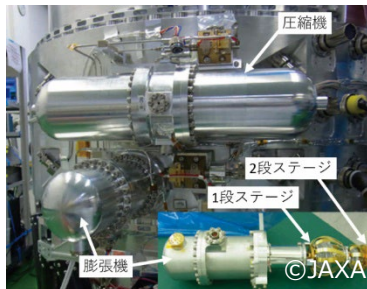
- 宇宙の理解や、ダークマターやダークエネルギーの正体解明を目指す宇宙科学ミッションが国内外で実施・計画されている。
- 超大型宇宙望遠鏡プロジェクトが、我が国を含む国際協力によって進展することが期待される。

宇宙用冷却技術

- 我が国の強みであるX線天文衛星を**低ノイズ・高感度化する冷却技術**。

技術的なトレンド：

- X線分光撮像衛星（XRISM）等において、我が国の冷媒を使わない冷凍機の手法が使用され、高感度な観測を実現した。
- 海外では、欧米や中国が、XRISMで用いられた手法の研究開発を進めている。



XRISMに搭載された2段スターリング冷凍機

観測技術

- 宇宙環境下での長期間・安定的な観測を可能とする技術や**世界初の複数の超小型衛星による宇宙望遠鏡を実現する技術**。

技術的なトレンド：

- 我が国はX線/赤外線天文衛星を始めとする宇宙科学ミッションを多数実現してきた。
- これまで、近赤外線センサは限られた米国企業のみからしか調達できなかったが、一部の波長帯では国内企業もこれに比肩し得る検出器の開発を進めている。



←国産の赤外線検出器による赤外線位置天文観測衛星（JASMINE）

軽量構造・制御技術

- 望遠鏡の**軽量化、高精度化技術**。

技術的なトレンド：

- 「より遠くまで、より鮮明に」という要求から、望遠鏡の有効面積は増大し、ミッションが大型化する傾向にある。
- 大型分割鏡に鏡面の形状制御機能を取り入れたジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡が大きな科学成果を挙げている。



←ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡

技術トレンド（①宇宙物理分野）

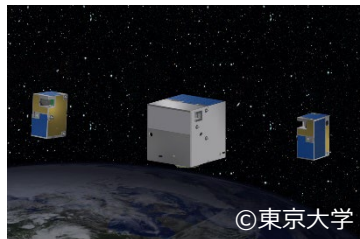
- 宇宙の理解や、ダークマターやダークエネルギーの正体解明を目指す宇宙科学ミッションが国内外で実施・計画されている。
- 超大型宇宙望遠鏡プロジェクトが、我が国を含む国際協力によって進展することが期待される。

編隊飛行技術

- **高精度フォーメーションフライト**や将来の**編隊飛行ミッション**により、単一の宇宙機の物理サイズを超えた観測を行うことができる技術。

技術的なトレンド：

- 我が国は、技術試験衛星Ⅶ型（ETS-Ⅶ）でのランデブー・ドッキング技術の実証を通じて、編隊飛行技術を獲得してきた。
- NASAやESA等は0.1~1ミリ級の制御精度を目指したミッションの開発を進めている。



©東京大学

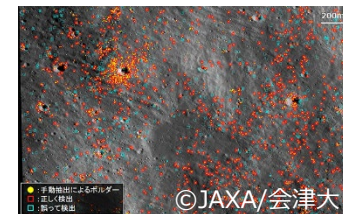
編隊飛行ミッションのイメージ（SEIRIOS）

データ解析技術

- 科学衛星・探査機で収集された観測データについて、科学的成果の創出を加速するとともに、**データの利用価値、ビジビリティ（認知度）の向上**を図る技術。

技術的なトレンド：

- 海外では、クラウド上において観測データのアーカイブ・解析を行うプラットフォームの計画・実装が進められている。
- AI等の情報科学技術を活用した高度なデータ解析技術について、国際競争力のあるプロダクトが生まれ出されており、我が国でも技術蓄積が進んでいる。



AIによる月面ボルダール検出

I. 宇宙物理分野（宇宙科学・探査小委員会における議論）

技術項目	小委における議論
宇宙用冷却技術	<ul style="list-style-type: none"> 低温化や大冷却能力などの能力向上を行い、世界トップレベルの機械式冷凍機の開発を進めるべきではないか。 将来的に、断熱や伝熱、蓄熱を可能とする材料や、放射冷却の積極的な利用とそれらを統合する熱設計技術等の研究開発が必要なのではないか。
観測技術（宇宙用センサシステム技術）	<ul style="list-style-type: none"> 宇宙用センサシステム技術は、宇宙空間での高感度観測と地上でのデータ解析を可能にする一貫したシステムとして、自在な宇宙観測を継続的に発展させることができるのではないか。 センサシステムにおいてキーとなる検出器技術において、国内で独自かつ優れた検出器技術を発掘・強化し、オリジナリティの高いミッション実現と国際協力における日本の独自性の強化を目指すべきではないか。
観測技術（系外惑星観測技術）	<ul style="list-style-type: none"> 太陽系以外の惑星の観測は、現代天文学の中心的課題ではないか。 また、宇宙における太陽系や人類の科学的位置づけを探求し、宇宙における生命の可能性を検証する全人類的な意義を持つ課題ではないか。
軽量化・高精度化制御技術	<ul style="list-style-type: none"> より遠くまで、より鮮明に観測を行うため、望遠鏡の有効面積は増大し、ミッションが大型化している中、限られたペイロードの中において、望遠鏡の軽量化、高精度化が一層求められているのではないか。 軽量かつ鏡面の精度の補正制御の機能を搭載した宇宙望遠鏡の実現に向けた技術開発を検討する必要があるのではないか。
編隊飛行技術	<ul style="list-style-type: none"> 昨今の世界的な装置大型化の潮流とは異なり、我が国の限られたリソースやこれまでの技術知見を活用できる観点に鑑み、編隊飛行技術の開発を世界に先駆けて実施することで、当該分野における我が国の優位性の獲得できるのではないか。 世界的にも前例の少ない編隊飛行技術を検証する地上試験設備を先行して構築するとともに、編隊飛行技術を活用した観測ミッションへの適用可能性を追求するべきではないか。
データ解析技術	<ul style="list-style-type: none"> 科学衛星・探査機ミッションで収集された観測データについて、科学的成果の創出を加速するとともに、データの利用価値や、利用性、認知度の向上を図る必要があるのではないか。 大量の観測データへのアクセスを、多くのユーザーが使いやすい統合的なプラットフォーム技術の開発と整備を進めるべきではないか。

技術トレンド（②太陽系科学・探査分野）

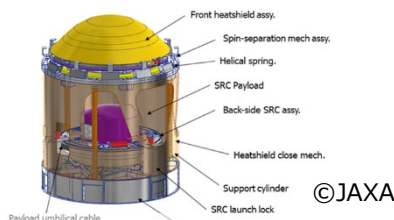
- 「はやぶさ」シリーズから蓄積された、我が国の“お家芸”である**サンプルリターン技術**をさらに発展させ、**国際プレゼンスを強化する。**
- **アルテミス計画による月面活動の機会を活用し、月の地質・内部構造の解明や地球上では観測が出来ない電波を観測する等の世界一級の科学成果創出を目指す。**

サンプルリターン技術

- **火星衛星探査（MMX）** や、国際共同計画により、彗星、生命が生息する可能性がある天体から**サンプルを回収し、分析する技術。**

技術的なトレンド：

- 現在、サンプルリターン計画として、MMXを進めている我が国は、この分野を先導する立場にある。
- 海外では、NASAの小惑星探査機OSIRIS-Rexが帰還し、また火星サンプルリターン（MSR：Mars Sample Return）計画が進行中である。



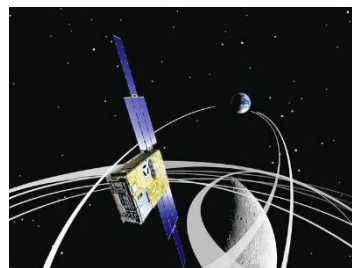
構想中の彗星からのサンプル回収カプセル

超小型探査技術

- 小型・軽量・低コスト・短期開発により、月近傍を含む**深宇宙での高頻度探査等を実現する技術**

技術的なトレンド：

- 我が国は、CubeSat級の探査機（OMOTENASHI）、（EQUULEUS）が、2022年にNASAのSLSロケット（Artemis-1）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。



月以遠での超小型探査機（EQUULEUS）

技術トレンド（②太陽系科学・探査分野）

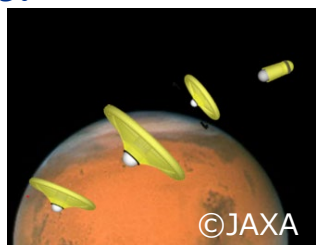
- 太陽系と生命の起源と進化を解明することを目指しており、各国の惑星・小天体探査を通じて科学的知見の蓄積が進む。
- 月や火星などへの探査を通じて、宇宙科学や人類の活動領域を拡大するための技術獲得が進展する。

大気突入・空力減速・着陸技術

- 火星などの大気惑星への安価で確実性の高い着陸技術。

技術的なトレンド：

- ・ 火星などの大気重力天体で必要となる大気圏突入・空力減速技術は、「はやぶさ」のサンプルリターンカプセルなどの数例の実績しか有していない。
- ・ 火星探査は、現状、米国の独壇場で、多くの探査機を火星表面に送り込んでいる。
- ・ その間、欧州、ロシア、中国も、火星着陸に挑戦しているが、その成功率は少なく、中国が2021年に「祝融号」を着陸させたのが、米国以外での唯一の成功例である。



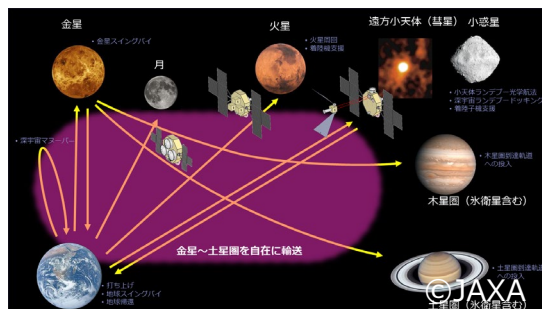
大気突入に使用する展開型エアロシェル

深宇宙軌道間輸送技術

- 火星など多様な行き先に対応する輸送サービス実現に向けた安価で共用性の高い物資輸送技術。

技術的なトレンド：

- ・ 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。
- ・ 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、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。



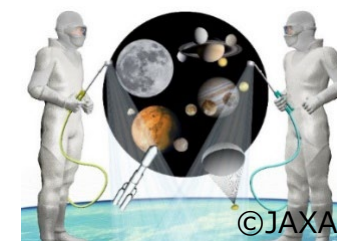
深宇宙軌道間輸送機イメージ

表面等探査技術

- 火星など生命生息可能性がある天体の探査に必要な探査技術。

技術的なトレンド：

- ・ 我が国は惑星保護技術の要素技術の開発に着手した段階。NASAは、すでに微生物汚染管理下で、火星着陸探査を実施中。中国も、火星着陸探査を実現していることから、該当探査が実施可能なレベルの惑星保護技術を有していると推測。
- ・ 火山大国である我が国が培った地下の水やマグマの動態を探る磁場計測等の探査技術を火星などにおいて活用可能。



惑星保護イメージ

Ⅱ. 太陽系科学・探査（宇宙科学・探査小委員会における議論）

技術項目	小委における議論
サンプルリターン技術	<ul style="list-style-type: none"> • サンプルリターンカプセルやそのデータ分析に係る技術は、国際的なプレゼンスを強力に発揮できる分野ではないか。 • 国内で継続的に計画されるサンプルリターン計画に加えて、国際共同ミッションにもこれらの鍵となる技術をもって、積極的に参画し、技術レベルを高めていくべきではないか。
超小型探査技術	<ul style="list-style-type: none"> • 超小型衛星は、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、さまざまな活用が期待されているのではないか。 • 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べきではないか。
大気突入・空力減速・着陸技術	<ul style="list-style-type: none"> • 月・火星のような、重力天体・大気重力天体で自立的に活動を行うためには、それらの天体表面への輸送手段は必須ではないか。 • 当該技術は難易度が高いことから、技術実証が必須である。早期に地球低軌道実証や、火星着陸探査プログラムを計画し、当該技術を段階的に獲得していくことが重要ではないか。
深宇宙軌道間輸送技術	<ul style="list-style-type: none"> • 米欧中が大型かつ個別の探査機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必要があるのではないか。 • 汎用性の高い輸送システム技術を獲得し、低コスト化を図り、月や火星をはじ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べきではないか。
表面等探査技術（大気・表面・磁気圏等観測技術）	<ul style="list-style-type: none"> • 科学・探査ミッションの成果は観測機器を通じて得られる面が大きく、火星や彗星など多様な天体を探査するためには、着陸探査及びフライバイ・ランデブー観測に必要な質量分析器や中間赤外イメージングカメラ等、太陽圏の構造や変動を理解するためにはプラズマ・高エネルギー荷電粒子・中性粒子、電磁場の観測が重要なのではないか。 • 民間・大学が保有し、我が国の強みである、小型で高性能な探査技術の活用を図るべきではないか。
表面探査技術（惑星保護技術）	<ul style="list-style-type: none"> • 惑星保護技術を保有しない場合、火星・深宇宙を対象とした生命生息可能性がある天体への探査ミッションに制約が生じるに留まらず、これらの天体を対象とした国際協力での探査においても、我が国の搭載機器提供が困難となるのではないか。 • 宇宙機の組立・試験・輸送・射場に至るまでの清浄度管理されたクリーンルーム、微生物検査を行う実験設備の整備、要素技術の確立とシステム化を進め、人材育成や運営体制について、現実的で段階的な構築を目指すべきではないか。

技術トレンド（③月面探査・開発等）

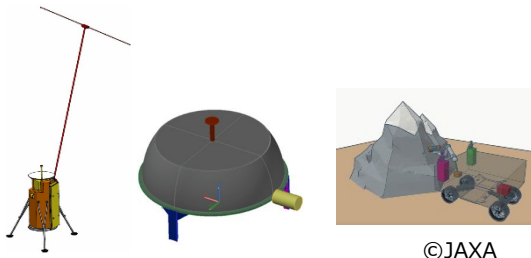
- アルテミス計画に基づく**持続的な月面探査**と、計画の進展に応じた活動領域の拡大に対応した**基盤技術を開発してゆく**。

月面科学に係る技術

- 地球上ではできない天体観測を実現する**月面天文台**、月の起源・進化を解明する**月震計ネットワーク**、**月サンプル分析**等を実現する技術

技術的なトレンド：

- 米国、ロシアや中国は、月面活動を通じて月面での科学や探査技術を獲得している。
- 我が国では月面の科学に資する観測センサについては開発実績があるものが多いが、月面での本格的な観測実績は一部にとどまっている。



観測・分析機器のイメージ
(左から、月面天文台、月震計、月サンプル分析)

月着陸技術

- **月面に着陸し、探査・物資輸送を行うための技術開発**を行う。

技術的なトレンド：

- 従来の重力天体への着陸は、位置精度にして数km程度の誤差が発生するのに対して、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、優位性を有する。



月面着陸機（イメージ）

エネルギー技術

- **長期間の月面滞在を可能とする技術開発**を行う。

技術的なトレンド：

- 我が国では、月・火星探査の本格化に向けた発電技術・蓄電技術・送電技術の研究開発に取り組んでいる
- 米国や欧州では、熱電素子や変換効率の高いスターリングエンジンの研究が行われている。



展開収納型太陽電池タワー



©TOYOTA

技術トレンド（③月面探査・開発等）

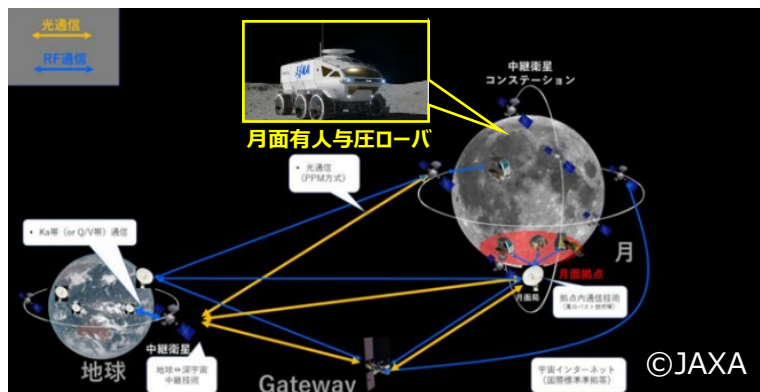
- 人類の恒常的な活動領域が深宇宙に拡大することを目指し、アルテミス計画の下、国際パートナーとともに国として主体性を持って、持続的な月面探査（限られた資源を効率的に探査・利用する技術）と、探査の進展に応じた基盤技術の開発が重要。

月通信・測位技術

- 我が国がより優位に月通信・測位インフラの開発・利用に関わっていくために、国際的プレゼンスを向上させる**月通信・測位技術**の技術開発を行う。

技術的なトレンド：

- 月面探査における通信測位技術は、欧米など各国が取り組み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てゆく



月表面探査技術

- **広域・長期の月面探査活動の実現と成果の最大化を図るため、有人与圧ローバ等の研究開発を実施。**

技術的なトレンド：

- 我が国では、月極域探査ミッション（LUPEX）により、月表面探査技術の実証を行い、アルテミス計画における将来の月表面探査ミッションのための有人与圧ローバ等の実用化を目指している。
- 月・火星のローバでは米・ロ・中実績があり、後続では欧州、インド等で取り組みが進んでいる。

JAXA/トヨタが研究開発中の有人与圧ローバ（イメージ）



技術トレンド（③月面探査・開発等）

- アルテミス計画に基づく**持続的な月面探査**と、計画の進展に応じた活動領域の拡大に対応した**基盤技術の開発が重要**。

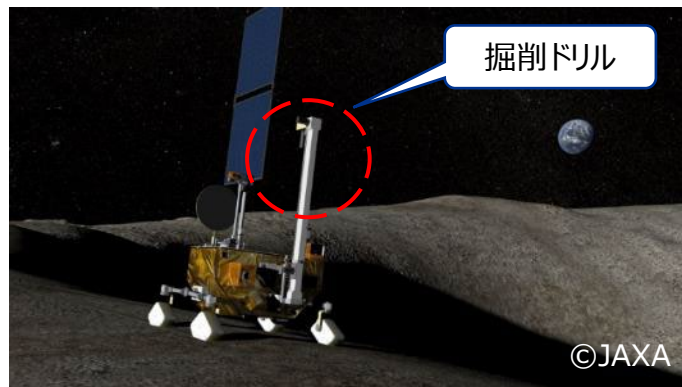
月資源開発技術

- 将来の**資源探査**や**月面基地建設**のために必要な技術を開発する。

技術的なトレンド：

- 月を活動拠点とする際にはエネルギー源の確保が極めて重要であり、その資源として「水」が有力視されている

月極域探査機（LUPEX）プロジェクトのイメージ



月資源利用技術

- 持続可能な月面探査の実現に向けて、**月面の資源を効率的に利用**するための技術開発を行う。
- 月面の氷含有レゴリスから再使用離着陸機などの**宇宙機に供給する推薬を生成**するための技術開発を行う。

技術的なトレンド：

- 2022年10月にISECGより公表された「国際宇宙探査ロードマップ追補版2022」において、月面の氷含有レゴリスを原料として、月周回有人拠点「ゲートウェイ」と月面拠点間の往復に使用する宇宙機の推薬を月面で生成する構想等が掲げられている。



Ⅲ. 月面探査・開発等（宇宙科学・探査小委員会における議論）

技術項目	小委における議論
月面科学に係る技術	<ul style="list-style-type: none"> 月面科学に係る技術は、我が国の強みを生かした月面科学に取り組み、アルテミス計画の実施を通して一級の科学成果を得て、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のではないか。 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べきではないか。
月着陸技術	<ul style="list-style-type: none"> 月着陸技術は、他国からの影響を受けずに探査活動を実施し、そ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のではないか。 SLIMで実証した画像航法アルゴリズムをはじめ、各種航法センサや誘導アルゴリズムや制御アクチュエータ含めた航法誘導制御系の技術を継承発展させることで、ハイコントラストとなる日照環境の月極域でも高精度着陸を可能とする航法誘導制御技術を確立できるのではないか。
エネルギー技術	<ul style="list-style-type: none"> 月面拠点、有人と圧ローバ、月面における資源探査・利用、月面建設機械等への適用の観点から発電技術の開発が重要なのではないか。 太陽電池による発電が困難な日陰時でも電力を供給可能な大型の発電システムの開発が必要ではないか。
月通信・測位技術	<ul style="list-style-type: none"> 将来の探査活動においては、8K等の高精細映像データや、科学観測データ等の大容量データのリアルタイム通信を実現する光通信技術が有用であり、月と地球圏という長距離通信に必要な要素技術を獲得するべきではないか。 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など、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のではないか。
月表面探査技術	<ul style="list-style-type: none"> 航法誘導制御技術、走行機構技術、耐環境技術、作業支援技術は、月面での自立的な広域探査において必要な技術であり、その開発には、非宇宙産業の参入や地上技術との相乗効果が期待できるのではないか。
月資源開発技術	<ul style="list-style-type: none"> 月を活動拠点とする際にはエネルギー源の確保が極めて重要であり、その資源として「水」が有力視されている中、水循環など月面の水資源の実態の把握は大きな意義を持つのではないか。
月資源利用技術	<ul style="list-style-type: none"> 我が国が得意とする省エネルギー、再利用・再資源化技術、資源精製技術、植物生産技術等を応用し、限られた資源から必要な物資を効率的かつ無人で調達・生産できるシステムを構築することができるのではないか。

技術トレンド（④地球低軌道・国際宇宙探査共通）

- **地球低軌道及び深宇宙**における、有人による宇宙活動を行うために、**活動の場となる拠点**の構築に必要となる技術やそこでの**活動**を支える技術の開発を進めてゆく。

物資補給技術

- **アルテミス計画**における月周回拠点（Gateway）や**ポストISS商業宇宙ステーション**等への**物資補給**に必要となる技術

技術的なトレンド：

- ・ 我が国は、宇宙ステーション補給機（HTV）や新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の開発・運用等により、物資補給技術を獲得・蓄積してきた。
- ・ 世界では、地球低軌道への物資補給技術は、我が国の他に米露欧中が保有している（欧州のATVは運用終了）。



©SpaceX

ISSに自動ドッキングする米国宇宙船
Crew Dragon(SpaceX社)



©JAXA

Gatewayに接近する
改良型HTV-X（想像図）

回収・往還技術

- **ポストISS商業宇宙ステーション**からの**物資回収**や**有人往還**に必要となる技術

技術的なトレンド：

- ・ 我が国では、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した。
- ・ 米国では、SpaceX社がISS向け物資補給・回収機とISS向け有人往還機を運用中。
- ・ 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。



©SpaceX

地上に帰還する米国宇宙船
Crew Dragon(SpaceX社)



©JAXA

回収される
HTV搭載小型回収カプセル

技術トレンド（④地球低軌道・国際宇宙探査共通）

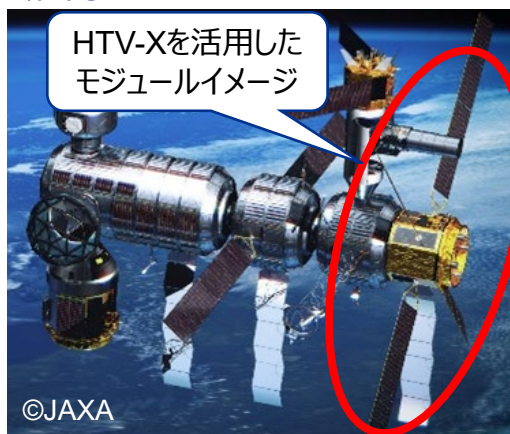
- **地球低軌道及び深宇宙**における有人宇宙活動を行うため、**活動の場となる拠点の構築**に必要な技術やそこでの**活動**を支える技術の開発を進めてゆく。

有人宇宙滞在・拠点システム技術

- 日本独自の低軌道活動を自在に行える場の確保に必要な**拠点システム技術**。
- 有人宇宙滞在に不可欠な**環境制御**や**生命維持**に不可欠な**システム技術**

技術的なトレンド：

- 米国では、ポストISSの地球低軌道活動に向け、複数の商業宇宙ステーションの構想検討・開発が進められており、欧州はこれらと連携しようとしている。
- 中国、ロシア、インドには独自の低軌道拠点を構築・確保しようとする動きがある。



ポストISS
地球低軌道拠点
イメージ例

©JAXA

宇宙環境利用・宇宙実験技術

- 民間による低軌道利用サービスの競争力向上に資する**宇宙環境利用技術**。
- 日本が優位性を持つ宇宙実験コア技術を活用し、効率的かつ革新的な**創薬**や**材料研究**を加速

技術的なトレンド：

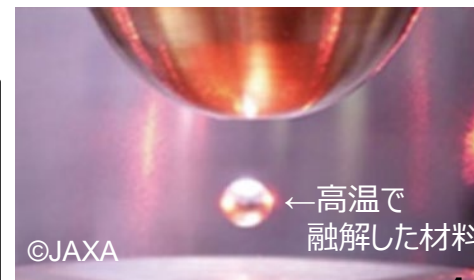
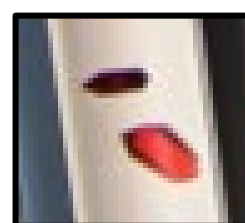
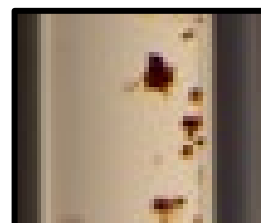
- 我が国は、他国が保有しない独自性の高い宇宙環境利用・宇宙実験技術を獲得・発展させてきた。
- 米国、欧州、ロシアもそれぞれ宇宙環境利用を行っており、中国も独自の宇宙ステーションにおける宇宙実験を加速させている。

生成されたタンパク質の結晶

微小重力環境下で、融解した材料の測定

地上

微小重力空間



©JAXA

IV. 地球低軌道・国際宇宙探査共通（宇宙科学・探査小委員会における議論）

技術項目	小委における議論
物資補給技術	<ul style="list-style-type: none"> 物資補給技術は、2030年頃に想定されているISS運用終了後のポストISSの地球低軌道商業宇宙ステーションへの商業物資補給機にも発展し得るのではないか。 今後、より高度な物資補給技術を獲得するためには、HTVやHTV-Xの開発により獲得・発展させてきた優位性の高い技術を活用し、更に発展させることが効率的かつ効果的ではないか。
回収・往還技術	<ul style="list-style-type: none"> 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、その利用拡大と相まって、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のではないか。 回収技術は自在な有人宇宙活動の自律性確保のために、独自の技術獲得が不可欠ではないか。
有人宇宙滞在・拠点システム技術	<ul style="list-style-type: none"> 我が国においても、複数の民間企業が、ポストISSにおける地球低軌道活動の拠点を構築し利用サービスを提供する構想を有しており、これらにおいて、日本が培ってきた各種技術を活用・発展させ、技術的優位性や活動の自在性を向上させると共に、商業活動における国際競争力の強化を図っていくことが期待されるのではないか。 ポストISS時代において、日本の産官学が自在な有人宇宙活動を継続的に実施しその成果を享受するために、その活動の場を確保する上で不可欠な技術ではないか。
宇宙環境利用・宇宙実験技術	<ul style="list-style-type: none"> 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、これらの成果の地上社会への還元が強く期待されているのではないか。 社会課題を踏まえた研究ニーズや、課題解決のために活用し得る研究・技術シーズ、事業化につながるシーズを見定めつつ、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べきではないか。