

国際宇宙探査の方針に係る JAXAにおける検討状況について

2018年10月16日

宇宙航空研究開発機構

国際宇宙探査センター

概要及び目次

- 第41回において、月・火星探査並びに月近傍拠点（Gateway）の国際的な動向をご報告した。今回は、その国際動向を踏まえた以下のJAXAの検討状況についてご報告し、今後の日本の方針についてご議論いただきたい。
 - 国際宇宙探査に対するJAXAの基本方針
 - 月・火星探査に関わる目標とミッション
 - 月近傍拠点（Gateway）に対する貢献（ISSの対応を含む）
 - 関係機関との協力状況
 - 当面の取り組み方針（まとめ）

国際宇宙探査に対するJAXAの基本方針

- 月面活動に主体を置く。将来に必要な技術を念頭に、補給(輸送)、月面着陸、月面探査を進める。
- ISSに続く有人活動の拠点となる月近傍拠点(Gateway)、月面上に日本人宇宙飛行士を送るなど、人類の活動領域の拡大に貢献し、宇宙先進国としてのプレゼンスの確保を図る。
- 実行にあたり、Gatewayを活用する。そこへの貢献は、「有人宇宙滞在技術」(環境制御系)を中心に調整する。貢献する割合はISS以下を目途とし、経済規模に応じた割合を踏まえつつ、宇宙飛行士の搭乗やGateway利用を適切に確保できるレベルとする。
- 月面活動については、国際協力、民間技術の活用により効率化し、その探査成果も国際協力における日本の貢献として評価を得るべく調整を行う。
- 国際宇宙探査の機会をとらえて、学術研究にも貢献する。

JAXAの目標とする国際宇宙探査

火星他

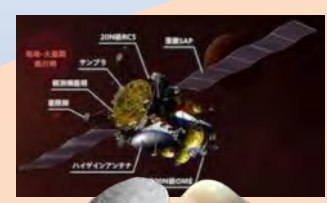
人類の活動領域の拡大

月

地球

ピンポイント着陸技術
重力天体表面探査技術

小天体資源探査他
サンプルリターン



MMX: 2024年度
重力天体
表面探査技術



★ 初期火星探査

- 火星の生命探査
- 火星の科学探査



★ 本格探査

- 火星の利用可能性調査
- 長期にわたる火星の科学探査

ピンポイント
着陸技術



小型月着陸実証機
(SLIM)
(2021年度)

ピンポイント
着陸技術



月移動探査(2023年頃～)

- 月極域の水氷利用可能性調査
- 月面拠点の調査等



月広域・回収探査(2026年頃～)

- 南極や裏側探査とサンプルリターン
- 月面本格探査に向けた技術実証等



月の本格的な探査・利用

- 無人探査機/有人能力の協調による効率的資源探査・科学探査
- 多種多様な主体による月面活動

月面活動を主体に

深宇宙補給技術

補給ミッション・月探査支援
(2026年頃～)

- 小型探査機放出
- 月面観測他

支援

有人滞在技術

Gateway第一段階
(2022年-)

- 月面探査の支援
- 深宇宙環境を利用した科学

支援

Gateway第二段階

- 火星探査に向けた技術実証

有人滞在技術

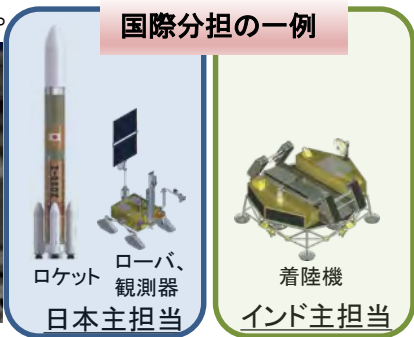
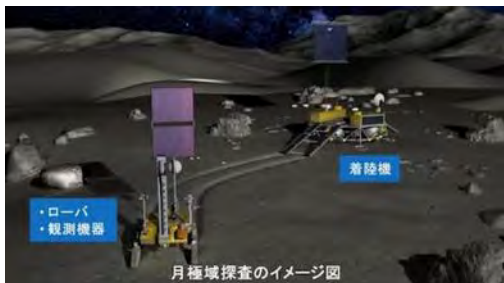
民営化を推進

国際宇宙ステーション

想定しているミッション

月移動探査：月極域探査ミッション

- 各国は2020年代前半に各国が計画している中、我が国としても各国に遅れることなく、月極域における水の存在量や資源としての利用可能性の確認を主目的とし、さらに、比較的穏やかな環境で、持続的な探査が可能かつ拠点構築にも有利な月極域地域の探査を行う。
- インド等との国際協力により実施する。(2023年度打上目標)
- この探査の機会を活用して、重力天体表面探査技術の確立を目指し、また、科学的成果創出にも貢献する。



月周回拠点補給ミッション

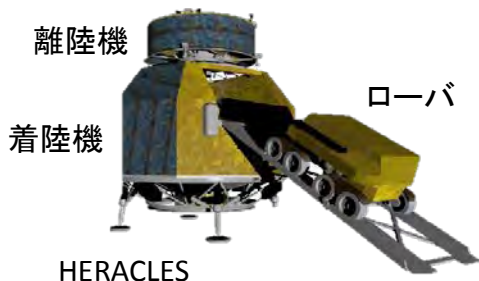
- HTVは国際的な評価が高く、実績ある技術での貢献は、効率的であり、かつ交渉での有力材料となる。またISSと同様に補給はクルー滞在や利用を支える重要なミッションであり、最新の統合解析においても追加の補給ミッションが必要となってきており、NASAも追加の補給船を必要としている。さらに、補給後にも機能を活用することができる。
- HTV-Xの一部改修より実施する。(2026年度初号機打上目標)
- 開発・改修を通して、中長期的に必要な深宇宙補給技術の発展を目指し、また、月面探査の支援により科学の成果に貢献する。



月広域・回収探査：月離着陸実証ミッション(HERACLES)

- 月の本格的な探査・利用の実現に向けて、有人月探査機のサブスケール技術実証を行う国際協力による月面無人探査ミッション。
- 月面からサンプルを持ち帰るサンプルリターンミッションで、着陸地域は有人ミッションの候補となっているSPA(※)等。
- ESA,CSA等との国際協力により実施する。(2026年度打上目標)
- この探査の機会を活用して、SLIMで獲得した重力天体着陸技術を発展させ、また、科学的成果創出にも貢献する。

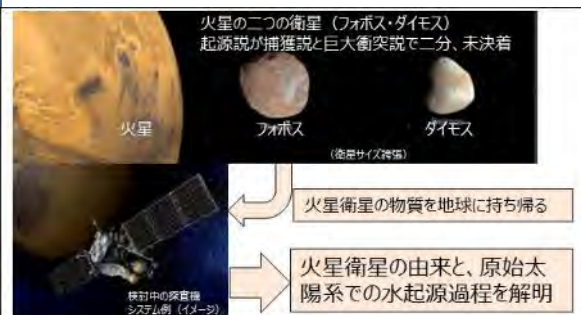
※:南極域エイトケン盆地



国際分担案
着陸機： JAXA
離陸機： ESA
ローバ： CSA

火星衛星探査ミッション(MMX)

- 火星衛星の近傍観測とサンプルリターンにより、火星衛星の起源(小惑星捕獲か巨大衝突か)、初期惑星への揮発性物質供給(捕獲・衝突天体の組成、軌道進化)、火星の初期状態と火星圏の進化(捕獲・巨大衝突年代、初期火星物質組成、衛星表層進化、火星大気の動態)を解明する。
- NASA,CNES,DLR等との国際協力により実施する。(2024年度打上目標)



計画

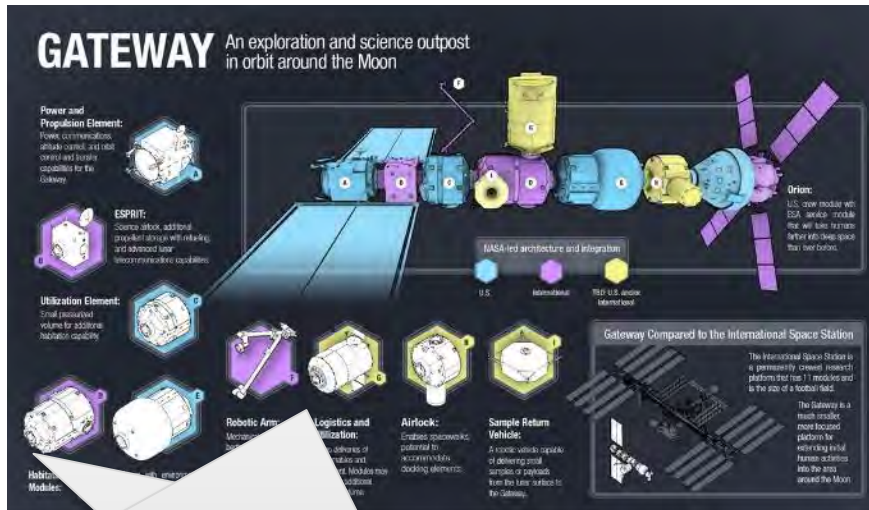
2024年度 打上げ
2025年度 火星圏到着
2025-2028年度 探査
2028年度 火星圏離脱
2029年度 地球帰還

月近傍拠点 (Gateway) 参画時のISS参加の考え方

- ISSについては、ISS共通システム運用経費(CSOC)としてのHTVによる補給(打上ロケットH-IIB含む)及び、「きぼう」運用・利用経費を併せて、年間約400億円程度での経費が必要となってきた。「HTVとH-IIB」での補給を、「HTV-XとH3」に切り替えることにより、大幅なコスト削減が見込まれる。さらに運用の一部を民間に委託する等により、更なるコスト削減努力を行う。
- ISSのCSOCオフセットとしてのHTV-Xによる補給ミッションの一部を、Gatewayへの補給ミッションに切り替えるべく、NASAと交渉する予定。これが実現すれば、ISSと国際宇宙探査を合わせた経費を効率化することが可能。
- JAXA全体としては、H3ロケット開発資金需要も踏まえつつ、ISSと国際宇宙探査を合わせた経費を適切に抑える。

月近傍拠点 (Gateway) への貢献方針

- Gatewayでの実績が、その後の有人拠点での機能分担に大きく影響を与えることから、工程表上で示される4つの技術のうち、Gatewayに関連する「有人宇宙滞在技術」(環境制御系)を中心に貢献し、将来の可能性の余地を担保する。
- 中長期的に必要となる深宇宙でのランデブ・ドッキング技術等の展開に向け、HTV-X技術を発展させ、GatewayにISSと同様に補給することで、貢献度を高めることに寄与する。補給はクルー滞在や利用に重要であり、HTVの高い評価から交渉も有利に働く。
- 上記のほか、日本が実績を有し、交渉上有利となる機器(バッテリー、映像機器など)についても、貢献(分担)する方向とする。



居住モジュール等に搭載検討中の以下サブシステムを調整中。
生命維持系、熱制御系、電力系、通信映像系、航法系
実績のあるHTVによる物資補給、小型探査機の輸送等による
貢献内容を調整中。

Gateway開発・建設は、ISSの参加国・機関中心に行い、総額は、約3,100~4,200億円(NASA等の情報に基づくJAXA試算(輸送系を除く))。

Gateway開発・建設段階において、十数名の宇宙飛行士がGatewayに滞在する計画であり、各国・機関とも自国の宇宙飛行士が参加できる程度の貢献を目途にしている。

日本としても同等の貢献を想定して調整を行う。

国際協力と貢献の考え方

国際協力の状況

- 月面探査においては、多くの国が計画を有していることから、幅広く協力を検討し、発言権の確保のために、速やかに月面の着陸し探査活動を開始する必要がある。対等で効率的に協力できる国を中心に協力を行うこととし、具体的には、月極域探査では来年探査機を着陸させる予定のインドと、Gatewayを活用する広域・回収探査では、Gatewayに参加予定のESA、CSAを中心に協力することを検討している。
- 火星探査については、当面はNASA主導の火星サンプルリターンを意識しつつ、科学的な協力を中心に協力を検討する。なお、火星衛星探査機においては、NASA、CNES、DLR等と協力して準備を進めている。
- 一方、Gatewayは、既存のISSの枠組みを中心に協力関係を構築している。

貢献の考え方について

- 月面探査アーキテクチャの構築や成果を通して国際宇宙探査計画に貢献し、米国に対しても貢献分とみなされるよう調整する。加えて、火星衛星探査の成果についても国際宇宙探査の貢献の一部として相応の評価を受けるように調整する。
- 日本の具体的な貢献としては、月極域探査の成果での水氷の濃度分布や環境を調査した成果等、利用価値判断材料や拠点構築に必要な情報や、サンプルリターンにより有人月探査に必要な情報を提供することなどを考えている。

民間や学术界との連携

宇宙探査における民間事業者の参画促進

宇宙探査産業の拡大に向けた取組を進め、官民両輪で持続的な宇宙探査・利用事業の発展を目指す

産業界プラットフォームの構築(検討中)

民間事業者の国際宇宙探査への参画推進のための
コミュニティ形成

○多様なプレイヤーの参画

・非宇宙系企業/ベンチャーの参画拡大
・サイエンスコミュニティとのインターフェース

○将来の宇宙探査の絵姿の共有

○商業宇宙産業(月近傍～月面)の
活性化に向けた論点整理・検討 等

・活動のための
各種機会、
・研究/投資/
事業着手判
断に資する
材料の提供

協働型事業の推進(研究開発・機会共有)

宇宙探査イノベーションハブ事業(研究開発)

月面探査技術の共同研究と地上への応用



76件、126機関と実施。
9割は非宇宙分野との
共同研究

技術協力・機会提供

JAXAミッションを活用した
企業支援・観測機器搭載

協働型事業の推進

・将来月面ミッション
(コンステレーション探査等)検討
・J-SPARCの活用 等

人材育成

探査事業の拡大

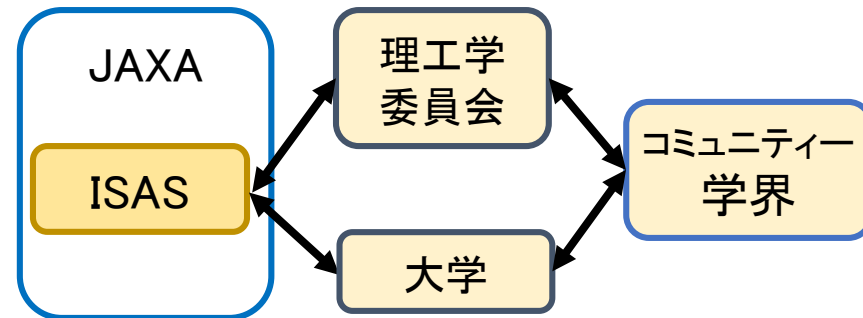
- ✓ 効率化・合理化
- ✓ 新産業創出

科学的成果の創出拡大と人材育成

既存の学術・研究ネットワークの枠組みを生かし
ながら科学的成果創出を推し進める

学会・コミュニティの参加喚起(推進中)

- 宇宙科学研究所の大学共同利用システムにより、ワークショップを頻繁に開催、幅広く意見交換を行い、また、周辺分野の研究者を誘導することで、探査インフラからの科学成果創出を促進する。
- 具体的には、探査地点、機器等のミッション要求構築作業への参加や搭載機器のAOを発行する。
- 将来、小型探査機等の大学等が参加しやすいシステムを構築し、さらに幅広い研究活動を促進。



人材育成強化策(検討中)

- 宇宙探査の機会を捉え、テニュアトラック助教等、宇宙分野の人材確保・育成にも貢献。

国際宇宙探査の当面のJAXAの取組方針(まとめ)

【当面の目標】

米国が主導する月近傍軌道の拠点整備に存在感を持って参加しつつ、月面探査に向けた必要な技術を確認し、持続的な月面探査に向けた資源の利用可能性等の見通しを得る。その機会を活用して、国際的な科学成果の創出に寄与する。

【具体的な取組方針】

- 国際的に調整もしくは競争となっているミッションについては早急に着手する。
 - 米国主導の月近傍軌道に建設する有人施設(Gateway)に得意技術を持って、我が国にメリットがある形で参画。なお、その際、効率的、効果的に取り組む。
 - 持続的な月面探査等に必要で国際的に競争となっている水氷の利用可能性調査、拠点の構築に有効な月極域地域の探査を行う、月極域探査ミッションをインド等との協力で進める。
- Gatewayと連携して進めるミッションについては、上記に引き続き着手する。
 - 月面からサンプルリターンを行う月離着陸実証ミッション(HERACLES)を国際協力で進める。
 - Gatewayに補給や小型探査機輸送などを行う月周回拠点補給ミッションを進める。
- 国際的に期待が高い「MMX」は、2024年度打上げを目指して確実に進める。
- ISSの機能を活用した技術実証、「SLIM」、「HTV-X」の開発成果も併せて、4つの技術(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)を確立する。

【留意する事項】

- 学術界との対話では、探査インフラ整備が成果創出と宇宙関連人材の育成を進めるものであるという理解を獲得することに留意し、成果最大化に寄与する。
- 非宇宙産業からの技術の導入や民間企業の事業構想実現に向けた実証機会の提供などにより、民間企業の参入を喚起する。
- H3ロケット開発及びISSなどの当面の厳しい予算事情を考慮する。