

米国が構想する月近傍有人拠点 (Gateway) について

- 2018年2月、米国予算教書において、月の周回軌道[※]に設置される有人拠点として「ゲートウェイ (Gateway)」を国際協力、民間との協力により構築していくことが発表された。(ISS参加5極の宇宙機関による作業チームが実施してきたコンセプトスタディを踏まえたもの)
- プログラム開始フェーズでは、4名の宇宙飛行士が30日程度滞在することを想定。
- NASAは、2022年から電気推進エレメントを打ち上げ、2026年頃までの完成を計画。

※ 月の極付近を近月点とする超楕円軌道
(近月点: 4000km、遠月点: 75000km)

GATEWAY An exploration and science outpost in orbit around the Moon

NASAの発表に基づくGatewayのイメージ

Power and Propulsion Element: Power, communications, attitude control, and orbit control and transfer capabilities for the Gateway.

ESPRIT: 補助モジュール
Science airlock, additional propellant storage with refueling, and advanced lunar telecommunications capabilities.

Utilization Element: Small pressurized volume for additional habitation capability.

Habitation Modules: Pressurized volumes with environmental control and life support, fire detection and suppression, water storage and distribution.

Robotic Arm: Mechanical arm to berth and inspect vehicles, install science payloads.

Logistics and Utilization: Cargo deliveries of consumables and equipment. Modules may double as additional utilization volume.

Airlock: Enables spacewalks, potential to accommodate docking elements.

Sample Return Vehicle: A robotic vehicle capable of delivering small samples or payloads from the lunar surface to the Gateway.

有人宇宙船 Orion: U.S. crew module with ESA service module that will take humans farther into deep space than ever before.

Gateway Compared to the International Space Station
The International Space Station is a permanently crewed research platform that has 11 modules and is the size of a football field.
The Gateway is a much smaller, more focused platform for extending initial human activities into the area around the Moon.

NASA-led architecture and integration
U.S. International TBD: U.S. and/or International



ISSとGatewayの比較

	国際宇宙ステーション (ISS)	Gateway
大きさ	約108.5m × 72.8m (サッカー場)	下図参照
質量	約420トン	約70トン
組立フライト回数	43回	7回
宇宙飛行士滞在日数 (年間)	365日 (常時)	10~30日
滞在宇宙飛行士人数	6人	4人
食料、消耗品 (年間)	2,190人日分	40~120人日分



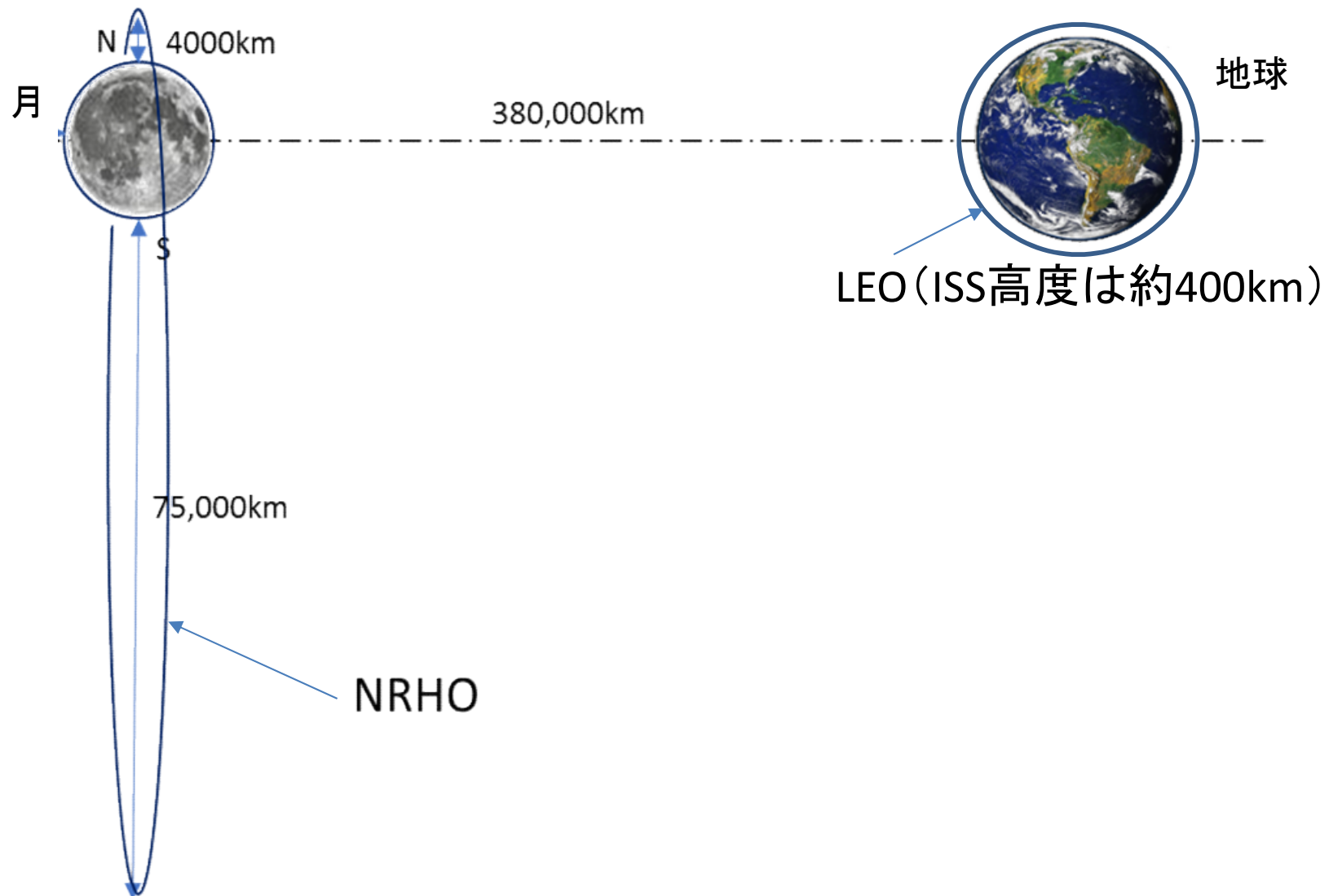
ISSとGatewayの比較(続き)

(*: 次頁参照)

	ISS (地球低軌道)	Gateway (月長楕円極軌道(NRHO)) (*)
①利用目的	<ul style="list-style-type: none"> ● μG環境を使った利用 (宇宙医学、タンパク質結晶等) ● 地球周回軌道を使った利用 (地球観測) <p style="text-align: center;">成果の地上への還元</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● NRHO軌道の特性を使った利用 (月面観測、月面通信の中継点等) ● 月・月近傍探査の中継点としての利用 (補給、サンプル回収等) ● 地球圏外軌道を使った利用 (地球周辺観測、放射線環境評価等) <p style="text-align: center;">宇宙探査への拠点</p>
支える特性 の違い	<ul style="list-style-type: none"> ● 輸送コスト： 相対的に低 ● 通信量： 相対的に大 ● 放射線： 相対的に低 ● 軌道滞在： 宇宙飛行士の常時滞在 ● 月以遠への必要増速量： 相対的に大 	<ul style="list-style-type: none"> ● 輸送コスト： 相対的に高 ● 通信量： 相対的に小 ● 放射線： 相対的に高 ● 軌道滞在： 無人運転期間が長い ● 月以遠への必要増速量： 相対的に小
②国際協力	5極による国際協力	 パートナーシップの更なる拡大の可能性
③技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大型有人宇宙施設の開発・運用に必要な技術の獲得 ・ 探査技術の事前実証 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 宇宙施設技術の高度化、自動化 (低リソース化、通信遅延対応等) ・ 探査技術の実証・発展

(参考) 月周回拠点の軌道について

- Near Rectilinear Halo Orbit (NRHO) (4000km × 75000km)の軌道は以下の通り。
- 地上局常時可視性、月南極の準常時可視性、軌道の安定性に優れていながら、月面へのアクセス性(時間、必要推進薬量)に優れている。



- 米国
- NASAは、Gatewayの電気推進エレメント開発について、官民パートナーシップの提案募集最終版を2018年9月に発出。当該エレメントの開発、軌道上実証と軌道上でのNASAへの引渡しを視野に入れたもの。来年3月に契約企業を決定予定。
- 欧州
- 2018年6月13日のESA理事会において、2019年11月の閣僚級会合での合意を目指して、Gatewayへの潜在的な貢献要素や火星を始めとする国際サンプルリターンミッションについての国際交渉や、月探査ミッションのシナリオ・概念検討を進めることが了承された。
 - ESAは、Gatewayを中継拠点とした月面からのサンプルリターンミッションも構想。
- カナダ
- CSAは、Gatewayへの搭載を検討しているロボットアーム(DSXR: Deep Space Exploration Robotics)の技術開発(概念検討フェーズ)を実施中。
 - CSAは、Gatewayを中継拠点とした月面からのサンプルリターンミッション等への適用を想定し、月面モビリティシステムの概念検討についてRFPを発出(2018年6月)。

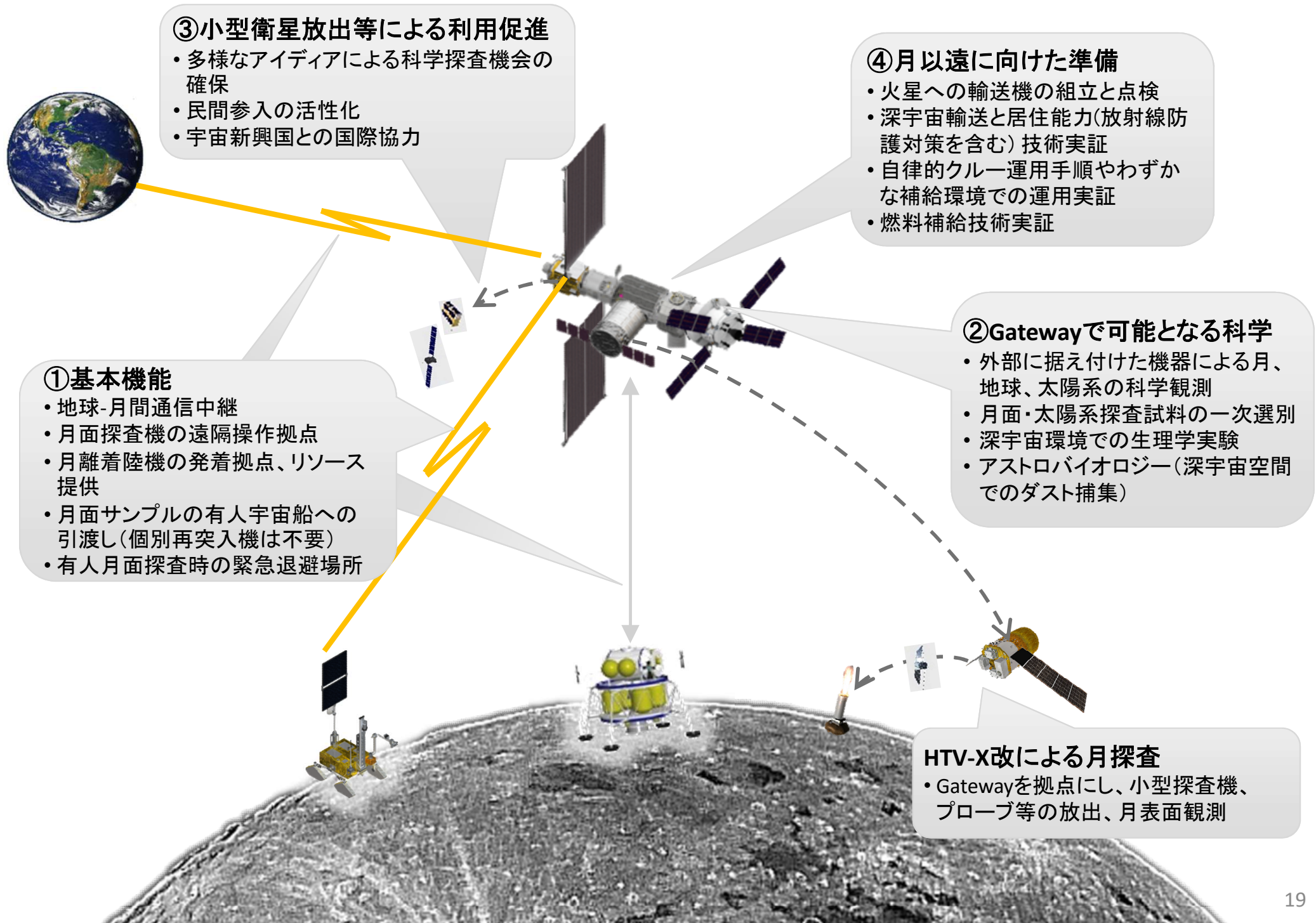
(参考)我が国が優位性を発揮できる技術や波及効果の大きい技術

技術	意義・必要性	優位性	非宇宙分野との糾合・地上技術への波及効果	他国との比較
深宇宙補給技術 (ランデブ・ドッキング技術等)	ランデブ・ドッキング(RVD)技術は、月近傍拠点での燃料補給や月面離着陸機の往還など、将来の探査アーキテクチャで必須の共通技術要素であり、国際標準に合致した安価なシステムの開発で、海外展開も期待できる。	HTVの開発・運用で獲得した技術を発展させ活用することが可能。	●RVD画像センサ技術←→(地上)自動運転車・自動建設機械、ドローンなど	ランデブ技術 日本は、HTVので実績有。米・露・欧・中と同等レベル。 ドッキング技術 日本は、有人ドッキング方式を現在研究中。米・露・欧・中は実績有。
有人宇宙滞在技術 (環境制御技術等)	宇宙空間において、人の生命を安全に維持するキーテクノロジーであり、有人宇宙活動における根幹的・共通的な技術。特に水・空気の高再生率は運用コスト削減の鍵。	「きぼう」の開発・運用を通じて獲得した技術や、地上における環境浄化技術等を発展させ活用することが可能。	●環境制御技術←→(地上)環境浄化技術 ●骨・筋減少、免疫低下等への対策技術、放射線防護、遠隔医療 → (地上)高齢者医療、国民の健康向上・福祉、介護問題解決など	●米・露・中はISS等で軌道上実績有。 ●欧は、空気再生技術を実証予定。 ●日本は、来年以降順次ISSで軌道上実証予定(独自方式で大幅なりソース削減を実現)
重力天体離着陸技術 (高精度航法技術等)	重力天体の探査に必須であり、特に特定の位置へのピンポイントでの着陸技術は、競争性の高い領域への着陸に必須の技術。	「はやぶさ」で獲得した地形照合航法技術や、SLIMで実証するピンポイント着陸技術を発展させ活用することが可能。	●高精度航法←→(地上)自動車の危険物検知・回避技術 ●着地技術←→(地上)自動車・航空機などの衝撃吸収技術	●米・露・中は実績有。 ●日本は、はやぶさでの実績有。SLIM(2021年度)で重力天体の着陸技術実証予定 ●欧は、露との共同で着陸ミッションを予定。
重力天体表面探査技術 (表面移動技術、掘削技術、水氷分析技術、等)	表面移動技術は、重力天体の継続的且つ広域な探査活動を行うために必須。掘削・水氷探査技術は、将来の宇宙探査の在り方を大きく左右する月資源(特に水氷)探査を行うために必須。	宇宙探査イノベーションハブで開発が進められているものも含め、我が国が世界をリードする非宇宙分野の技術(建設技術、資源抽出技術、センシング技術、ロボット技術、自動運転技術等)を発展させ活用することが可能。	●表面掘削←→(地上)建設機械の自動走行・自動操作技術、自律型ロボット・遠隔型ロボット ●その場分析←→(地上)質量分析計等 ●月面走行←→(地上)自動車の路面把握・障害物検知、自動運転、悪路・未舗装道路走行技術	●米、露、中は実績有。ただし、露は1980年以前の実績。 ●欧は実績はないが、露との共同ミッションでドリルや水分析装置を提供予定。 ●日本は軌道上実証に向け、研究中。

Gatewayへの参画を通じて獲得を目指す有人滞在技術の考え方(JAXA検討案)

	要素技術	「きぼう」で獲得した技術 (ISSで獲得、予定含む)	「Gateway」のサブシステムで獲得を目指す 技術
生命維持・ 環境制御技術	<input type="checkbox"/> 温湿度制御 <input type="checkbox"/> CO2・有害ガス除去 <input type="checkbox"/> CO2還元・O2再生 <input type="checkbox"/> 水再生 <input type="checkbox"/> 廃棄物処理	<input checked="" type="checkbox"/> 温湿度制御	<input checked="" type="checkbox"/> 温湿度制御高度化 <input checked="" type="checkbox"/> CO2・有害ガス除去 <input checked="" type="checkbox"/> CO2還元・O2再生 <input checked="" type="checkbox"/> 水再生 <input checked="" type="checkbox"/> 廃棄物処理
熱制御技術	<input type="checkbox"/> 内部ループ <input type="checkbox"/> 外部ループ <input type="checkbox"/> ラジエータ	<input checked="" type="checkbox"/> 内部ループ <input checked="" type="checkbox"/> 外部ループ	<input checked="" type="checkbox"/> 内部ループ高度化
放射線防護技術	<input type="checkbox"/> 計測技術(積算型) <input type="checkbox"/> リアルタイム計測 <input type="checkbox"/> 予測 <input type="checkbox"/> 防護	<input checked="" type="checkbox"/> 計測技術(積算型) <input checked="" type="checkbox"/> リアルタイム計測 <input checked="" type="checkbox"/> 予測	<input checked="" type="checkbox"/> 計測技術(積算型) <input checked="" type="checkbox"/> リアルタイム計測 <input checked="" type="checkbox"/> 予測 →高精度化
基盤的技術 (電力、通信、構造等)	<input type="checkbox"/> バッテリ <input type="checkbox"/> RF通信 <input type="checkbox"/> 光通信 <input type="checkbox"/> 映像 <input type="checkbox"/> 与圧構造、デブリバンパ	<input checked="" type="checkbox"/> バッテリ <input checked="" type="checkbox"/> RF通信 <input checked="" type="checkbox"/> 映像 <input checked="" type="checkbox"/> 与圧構造、デブリバンパ	<input checked="" type="checkbox"/> バッテリ高性能化 <input checked="" type="checkbox"/> 光通信 <input checked="" type="checkbox"/> 映像高性能化

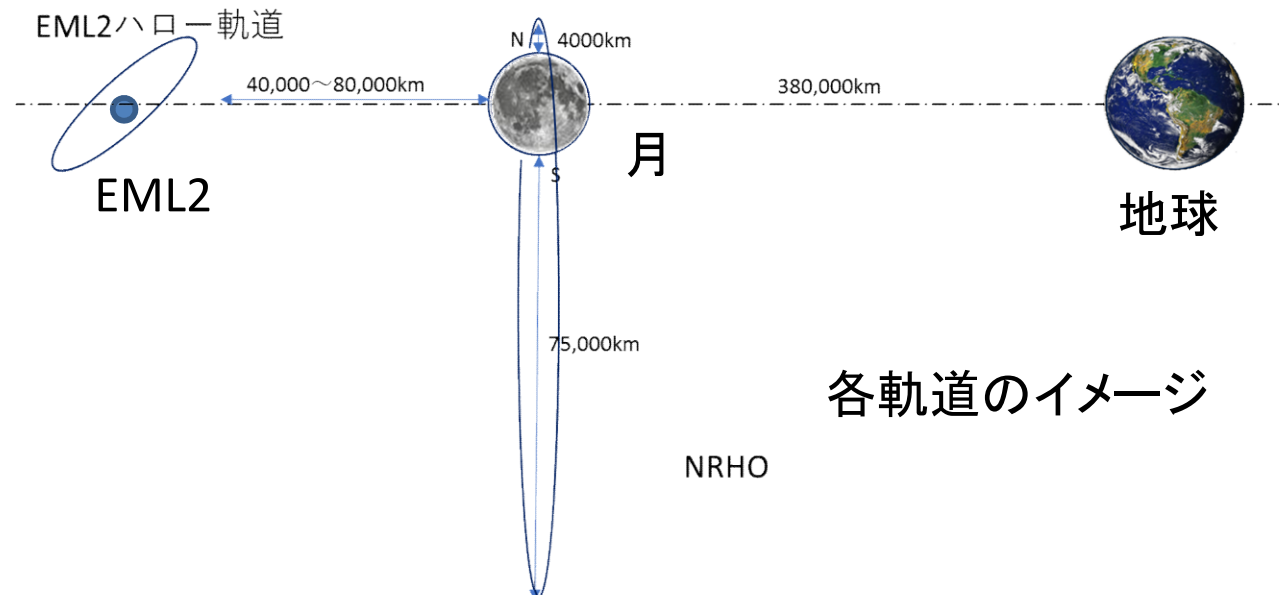
Gatewayの基本機能と活用(JAXA検討案)



月周回拠点を設置する軌道の評価(JAXA検討案)

- 候補となるいくつかの軌道(月低軌道(100 km円軌道)、Near Rectilinear Orbit(NRO)(4000km × 75000km)、EML2ハロー軌道(月面から約40000km)でトレードオフを行った結果を表3に示す。
- NRO軌道は、地上局常時可視性、月南極の準常時可視性、軌道の安定性に優れているが、月面へのアクセス性(時間、 ΔV)に優れている。

- NASAからNRO軌道に設置する提案が検討結果とともに示され、JAXA及び他の宇宙機関も妥当と判断している。



月周回拠点を設置する軌道の評価

有人拠点の軌道の比較

		月低軌道 (100 km円軌道)	Near Rectilinear Halo Orbit (4000km × 75000km)	EML2ハロー軌道 (約40000km)
深宇宙 居住 モジュール	熱的環境 (月面からの反射/放射)	あり(厳しい熱環境)	なし	なし
	軌道維持ΔV	年間75 m/s程度	年間10 m/s以下	年間10 m/s以下
	地球との通信 (直接通信)	50%程度不能	常に可能	常に可能
	太陽光発電 (日陰での発電不可期間)	長い	短い	短い
Orion	到達性	単独では到達不可	到達可能	到達可能
	アポート (長時間待機)	有り	有り	有り
月面への アクセス	有人着陸船(4人) 重量(*)	~30 t (基準)	~39 t (片道+735m/s)	> 50 t (片道+825m/s)
	月面までの 到達時間	数時間	0.5日	4日

色の定義:

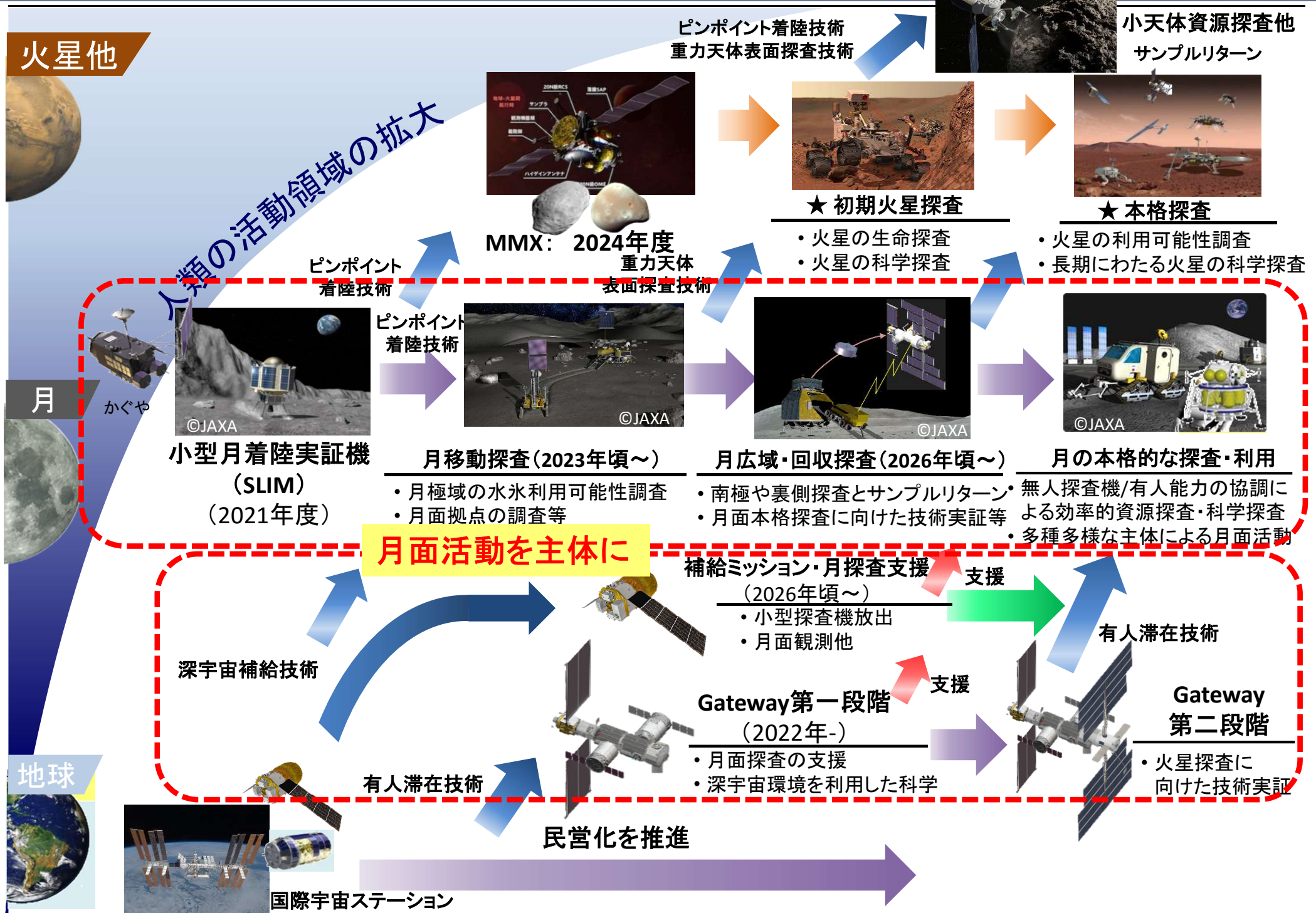
良好

大きな課題なし

課題大

(*)SLSの月遷移軌道投入能力が40tであり、SLS搭載の有人着陸船の重量は40t以下とする必要がある。

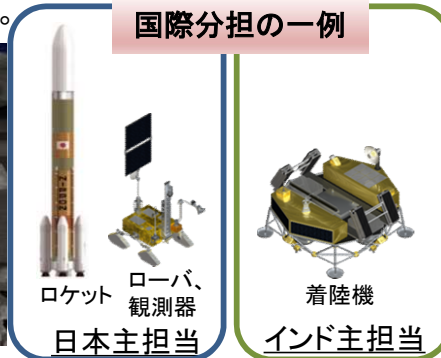
JAXAの目標とする国際宇宙探査



JAXAの目標とする国際宇宙探査において想定しているミッション(JAXA検討案)

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

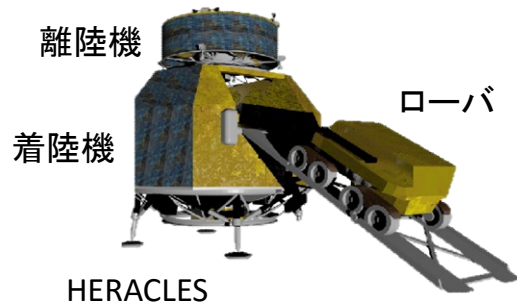
- HTVは国際的な評価が高く、実績ある技術での貢献は、効率的であり、かつ交渉での有力材料となる。またISSと同様に補給はクルー滞在や利用を支える重要なミッションであり、最新の統合解析においても追加の補給ミッションが必要となっており、NASAも追加の補給船を必要としている。さらに、補給後にも機能を活用することができる。
- HTV-Xの一部改修より実施する。(2026年度初号機打上目標)
- 開発・改修を通して、中長期的に必要な深宇宙補給技術の発展を目指し、また、月面探査の支援により科学の成果に貢献する。



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。

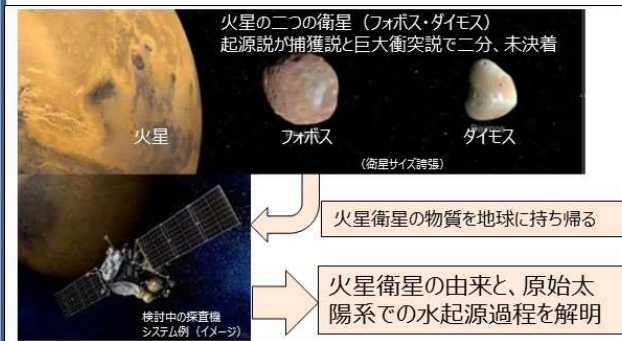
※:南極域エイトケン盆地



国際分担案
着陸機: JAXA
離着陸機: 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)

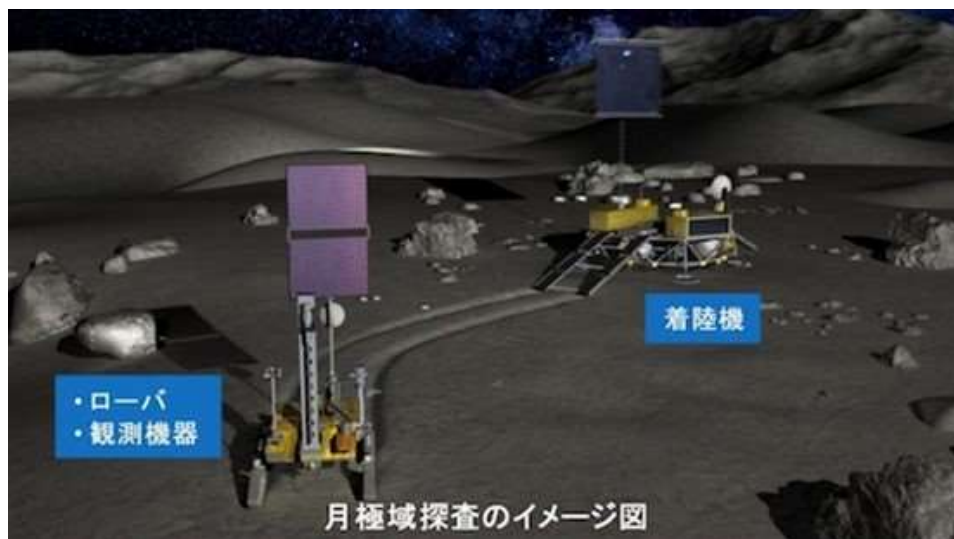


計画

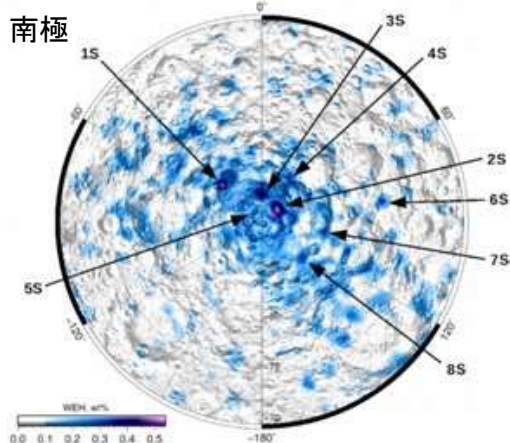
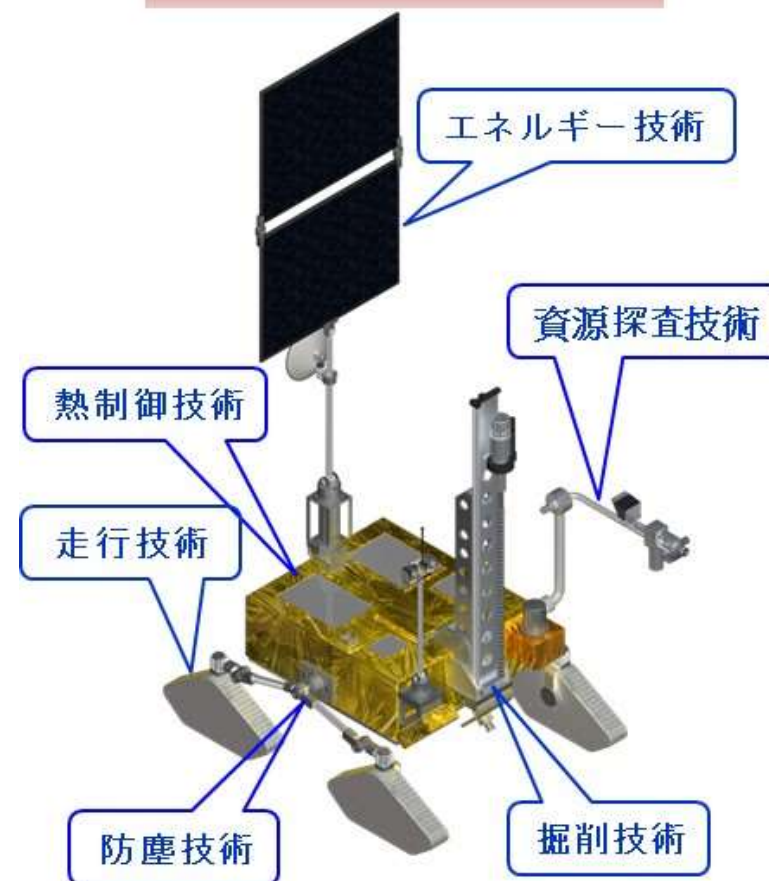
2024年度 打上げ
2025年度 火星圏到着
2025-2028年度 探査
2028年度 火星圏離脱
2029年度 地球帰還

月極域探査ミッションについて(JAXA検討案)

- これまでの観測結果から、月の極域には一定量の水が存在すると考えられており、各国は2020年代前半に、この水資源の利用可能性調査を目指した月極域探査を計画している。
- 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、月極域探査ミッションを、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、水資源の利用可能性の確認のみならず、重力天体表面探査技術の確立を目指す。また、機会を活用して、科学的成果創出にも貢献する。



獲得できる重力天体探査技術



LROの中性子観測データをもとに推定された南極の水の分布。A.B. Sanin et al., 2017

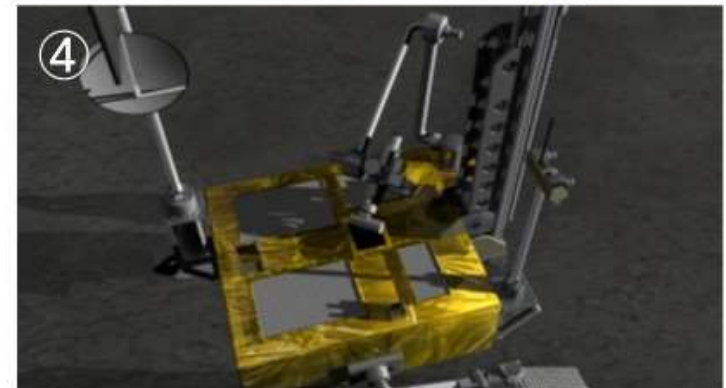
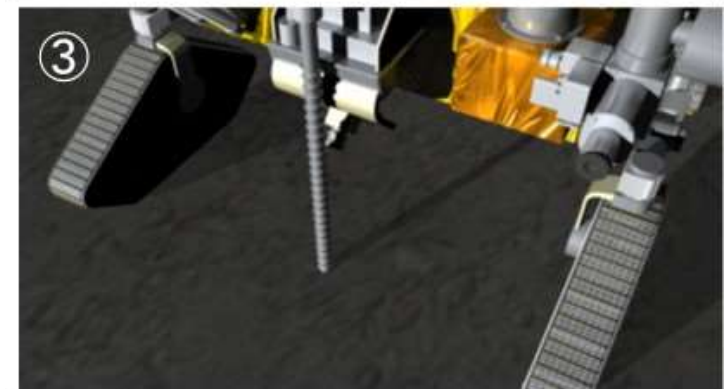
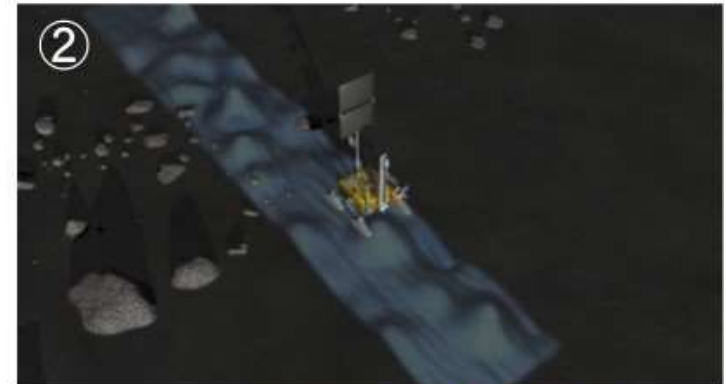
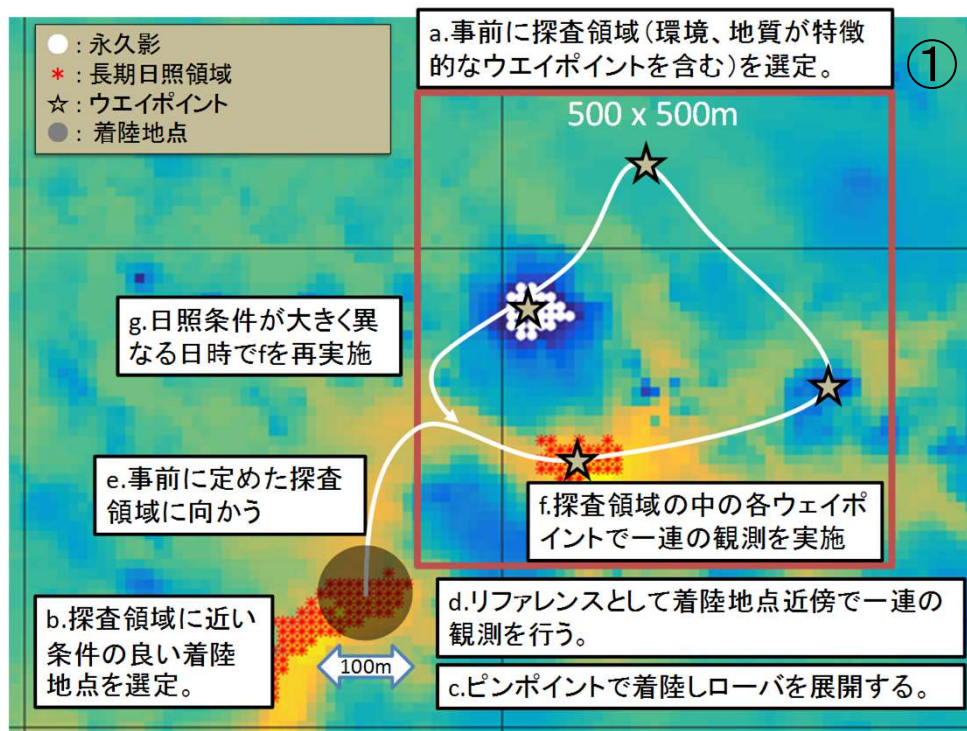
国際分担の一例



月極域探査ミッション 観測計画(JAXA検討案)

- 水の分布、濃度の観測を行い、水氷の利用可能性の調査を行う。また、極域の環境の観測を行う。さらに、この機会を活用して、科学的観点として水の由来、濃集原理、他の揮発性物質も含めた存在量の調査を行う。
- 実際のミッション機器の概念検討については、コミュニティーに広く公募を行うとともに、宇宙探査イノベーションハブの成果の取り込みを図る。また、理工学委員会の元に設置された国際宇宙探査専門委員会の提言の反映を行い、広く関係者の意見の集約を図る。

- ①事前に環境や地質が特徴的な探査領域と、観測地点(ウェイポイント)を選定し、着陸機は観測領域近傍の長期日照地帯に着陸し、ローバを展開する。
- ②ローバで走行しながら地下2mまでの観測により、水氷分布の可能性のある領域を識別する。同時に表層の水(氷)分布の観測を行う。
- ③水氷分布の可能性のある地点で元素観測を実施し、水素が検出されれば、オーガ等による掘削・試料採取を実施。
- ④試料を加熱し、揮発性物質をガス化して化学種同定、水量分析、同位体分析を行う。



(1)LEO利用の民間事業化の促進

■ 「きぼう」事業の民間開放の取組の促進

- ✓ 超小型衛星放出の利用事業については、民間企業2社に移管済。今後、民間開放の範囲を拡大。
- ✓ 民間事業者等との共創により事業化を目指す、JAXAの新しい研究開発プログラム「宇宙イノベーションパートナーシップ(J-SPARC)」において、地球低軌道有人活動における事業提案受付を開始。従来の研究開発主体利用に加え、民間企業等のニーズに沿った多様な利用を創出を目指す。

(2)ISSを国際宇宙探査に繋がる自立的な技術と機会の確保の場として利用する

■ 自立的な輸送機会を活用した将来の探査に繋がる技術獲得や、発展性を確保

- ✓ ランデブドッキング技術、軌道間輸送技術(HTV-Xを活用)
- ✓ 有人滞在技術、自動化・自律化技術等(「きぼう」を活用)

■ 日本人宇宙飛行士の月面探査に向けた技術蓄積・人材育成

- ✓ ISSを活用した飛行士の技術・経験の蓄積及び地上の訓練・支援技術をもつ人材の育成

(3)成果最大化の取り組み

■ HTV-Xの開発・運用

- ✓ ISS運用に係る年間経費で大きな割合(約7割)を占める物資輸送経費(HTV/H2B)について、システムの簡素化と搭載効率の向上で、費用対効果を最大化。

■ 多彩な分野で利用成果の獲得推進

- ✓ 利用経費を拡大することなく、科学研究・技術実証だけでなく、民間利用・国際貢献など多彩な分野で利用成果の獲得を促進。

■ 日本のプレゼンス確保

- ✓ 米国を始めとする宇宙主要国(5極)の中でのアジア唯一のISS計画参加国としてのプレゼンス維持。
- ✓ インド、UAEなどが有人宇宙飛行に取り組もうとする中、技術で優位性を確保し、日本のプレゼンスを確保していく。



様々な観点で地球低軌道(LEO)活動の継続は、極めて重要

(参考)ISSは、技術的に2028年以遠まで運用可能なことが既にわかっており、2030年代まで十分運用可能と推測される。「きぼう」についても2028年まで運用可能であることは確認済。また、2030年代までも十分運用可能な見込み。

(1) 利用の拡大

■「きぼう」の新たな使い方を提供し、その成果の創出が広がっている

- ✓ 毎年のように新しい使い方を創り出し、利用者に提供。有償での利用も他IPに先駆けて展開し、国内外から評価を得ている。
タンパク質結晶生成(2008年～)、小型衛星放出(2012年～)、簡易材料曝露実験(2015年～)、簡易船外利用実験(2016年～)等
- ✓ 利用者が「きぼう」利用を企画しやすくなるよう、高頻度・定時的な利用機会やパッケージ化された使い方を提供
- ✓ これまでに、日米の放出機構から小型衛星を224機を放出。小型衛星の世界市場に、「きぼう」からの放出の有効性を示した。
- ✓ 高品質タンパク質結晶生成実験(年間32サンプル(2009年)→123サンプル(2017年))。利用開始から、年間で約4倍の需要の伸びである。結晶化技術や地上の精製技術等、JAXAが培った独自技術が高く評価されている(世界有数バイオベンチャーのペプチドリーム社等)

■ 民間による有償利用の増加

- ✓ 件数の推移: 4件(2007年)→9件(2018年)。累積で59件の契約を締結(調整中含む)。
- ✓ 研究開発利用から人材育成、事業拡大のスタートアップ利用など幅広く利用され、民間事業の価値を示す場として有用性が高まっている。

■ 利用事業を民間に開放する取り組みを開始

- ✓ 小型衛星放出事業の民間移管(2018年～)を実現。

(2) 日本のプレゼンス発揮

■ 「きぼう」のみが持つ超小型衛星放出等の機会を活用した国際貢献

- ✓ 国連宇宙部との連携(KiboCUBEプログラム)や日本の大学(戦略パートナー)との連携を通じた途上国の宇宙開発協力。

■ JP-US OP3による日米利用の拡大

- ✓ 国際有人宇宙探査に向け、世界初の哺乳類への影響把握につなげるべく、マウスサンプル交換、ロボット実験等を日米で計画・実施中。

(3) 技術実証の増加

■ 有人滞在技術・深宇宙補給技術の実証・・・国際宇宙探査における日本のプレゼンスの確保に必須

- ✓ 水再生装置(2019年～サブスケール実証)・・・日本の民間企業の技術を用いた小型・高効率、高保全性のシステム。
- ✓ リアルタイム放射線モニタ(実証完了)・・・吸収線量とLET(線エネルギー付与)の分布を同時に、リアルタイムで高精度に計測。

■ 宇宙機システム技術の実証・・・日本の宇宙産業競争力の向上に貢献

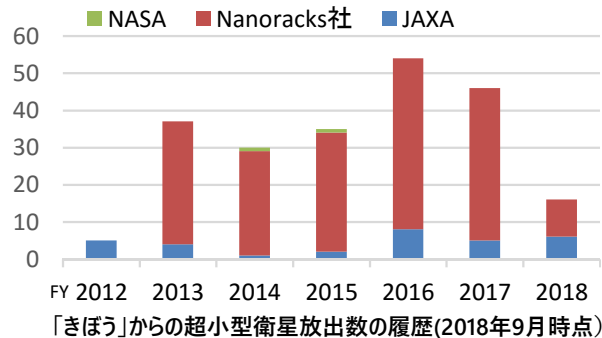
- ✓ ループヒートパイプ・ラジエータ(2018年度内完了予定)・・・ETS9及び次世代通信衛星バスに適用する排熱技術の事前実証
- ✓ 光通信端末(2018年度内完了予定)・・・ソニーCSLが商用向け技術を事前実証
- ✓ ハイパー・スペクトルセンサ(2019年度打上予定)・・・経産省ミッション

「きぼう」利用における事業化・有償利用の例

超小型衛星:実利用、技術実証、その他

「きぼう」からの超小型衛星放出の民間への開放(H30.5選定済)

「きぼう」からの超小型衛星放出総数は、220機を超え、米国企業を中心とした利用で数多くの実績を持つ。
日本においても、事業者を公募し、「きぼう」利用初の民間開放をFY30から実施。



健康・長寿:実利用

ヤクルト社との免疫機能及び腸内環境に及ぼす効果に係る共同研究

- 免疫機能維持のメカニズムを応用して、地上での乳酸菌商品の改良・効果改善し、人々の健康増進に貢献。
- 宇宙用の乳酸菌長期保存技術により、地上のストレス環境下(災害時、高山、深海等)向けの商品を開発
- 宇宙飛行士の健康(腸内環境・免疫機能等)やパフォーマンスを維持・向上する機能性宇宙食の開発



創薬:実利用

創薬ベンチャー企業(ペプチドリーム社)との有償利用契約

創薬ベンチャーのペプチドリーム社(※)との間で、戦略的なパートナーシップ契約を締結し、微小重力環境を利用して、地上では得られない高品質のタンパク質結晶を生成。この高品質タンパク質をX線結晶構造解析した結果、これまで知られていない極めてユニークな結合様式であることが判明。

日本発・世界初の医薬品創成の早期実現が期待される。



※ペプチドリーム社:社会的インパクトのある新事業を創出したベンチャー経営者を表彰する第2回ベンチャー大賞(内閣総理大臣省:経産省主催)を受賞した有力創薬ベンチャー企業



通信:技術実証

ソニーコンピュータサイエンス社との長距離空間光通信実証及び共同研究契約

将来の衛星間または地上との大容量データ通信の実現を目指し、「きぼう」の船外ポート利用プラットフォームの1つである船外実験ポート向けのアダプタ(i-SEEP)を利用した軌道上実証(2018年度後半実施予定)をする契約を締結。尚、本光通信モジュールは、ソニー社がJAXA宇宙探査イノベーションハブと共同開発したもの。



衛星を使う場合は、個別に電力、通信、姿勢制御等の基本機能を提供するバスが必要だが、「きぼう」を使うことで、利用者が本当に必要なミッション機器のみの準備でよく、低コスト、短期開発の技術実証が可能となる。