資料41-2

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 ISS·国際宇宙探査小委員会 (第41回)

Gateway利用に関する 検討状況について

2021年2月2日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構(JAXA) 国際宇宙探査センター/有人宇宙技術部門

はじめに

経緯·報告内容:

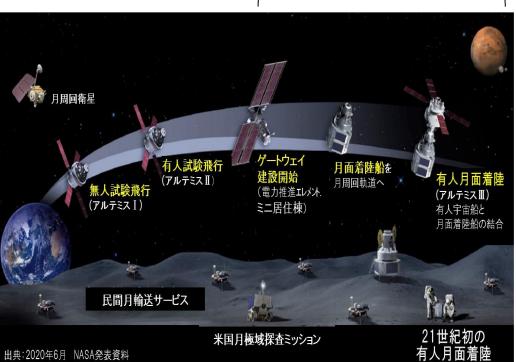
- 月周回有人拠点(Gateway)への日本の参加については、2020年12月31日、Gateway了解 覚書(MOU)が日本政府とNASAの間で署名されたところであり、2023年頃から月周回への 建設が予定されるGatewayの利用に関する調整は、参加国宇宙機関間(米・加・欧・日)で 各種調整が進められている状況。
- 日本のGateway利用への取り組みについては、国際宇宙ステーション(ISS)・国際宇宙探査小委員会でのご議論(令和2年9月11日、10月9日)を踏まえ、文部科学省宇宙開発利用部会において、「月周回有人拠点(ゲートウェイ)の利用の基本的な考え方」※(令和2年11月17日)としてまとめられた。
 - Gatewayの特性(軌道や月面への中継拠点となること等)を生かしたミッション及びISSの特徴も踏まえた相補性・相乗効果も期待できる戦略的なミッションを優先。
 - JAXAは、①我が国が獲得・蓄積すべき技術実証、②日本にとって有効性・利便性が高く、国際的にもリーダシップを発揮できるプラットフォームの獲得、③公募による科学利用ミッション提案の取りまとめ、を行うこととされている。
- JAXAでは、上記の基本的な考え方に基づき、技術実証・プラットフォーム獲得の観点での Gateway利用を検討を進めており、また、日本国内における、利用ミッション・アイデアの募集による国際競争力を持ったミッション提案の取りまとめについて準備を進めている状況。
- 本日は、以下の構成により、Gateway利用に関する検討状況をご報告する:
 - 1. Gateway利用の全体見通し
 - 2. Gateway利用の検討進捗状況(初期段階・本格運用段階)
 - 3. 今後の進め方

1.Gateway利用の全体見通し

2024年

①初期段階

HALOとPPEのみの最小限の構成。 開発要素の少ない、限られた機器を搭載し 利用する。→2項(P.3~4)



②本格運用段階

I-HAB建設、及び船外ロボットの装備の後、 Gateway利用が本格化する。 →3項(P.5~6)



2020年代中頃 ゲートウェイ本格運用開始

2020年代後半 持続的な月面探査本格化

2. Gateway利用(初期段階)の検討進捗状況-船外-

■ 初期段階の限られた開発期間と搭載リソースで実施可能な利用として、下表(P.3~P4)の個々のミッションについて各パートナーの参加形態も含め調整中。

	HALO/PPEの <mark>外部に設置</mark> されるペイロード			
プログラム	ERSA	HERMES	Dust	GPS/GNSS
概要	複数の放射線計測 機器をパッケージ化 【搭載決定】	太陽物理現象観測 装置 【搭載決定】	月周辺を飛び交う微 小隕石やイオン粒 子を捕獲観測 【調整中】	通信技術実証。 GPS/Galileo信号の 受信機器の検証 【調整中】
ペイロード 提供機関	ESA	NASA	NASA/JAXA	NASA/ESA
日本の参加形態	データ利用を行う国際共同研究チームへの参画。 (国際AOを準備中)	データ利用国際共 同研究への参画を 想定。 (可能性調整中)	計測機器の提供を 予定。(調整中)。	NA
概要図	©ESA	©NASA	©EQUULEUS プロジェクト (東京大学、ISAS/JAXA) ISAS/JAXA) ISAS/JAXA	CASS Constr Calo Spiller Spi

2. Gateway利用(初期段階)の検討進捗状況-船内-

	HALO/PPEの <mark>内部に設置</mark> されるペイロード			
プログラム	GRAB	IDA	Microbiome	Human Research
概要	1つのカーゴバックに 各国ミッションを混載。 【搭載決定】	複数の放射線計測機器を搭載した検証ミッション 【搭載決定】	船内の微生物モニタリング。深宇宙での生物学的反応を分析 【調整中】	国際共同でヒト対象 ミッションを実施。 データはシェアリング。 【搭載決定】(搭載PL/ 機関は調整中)
ペイロード 提供機関	ESA/NASA/JAXA/CSA	ESA/JAXA/NASA	NASA、他機関は検討中	ESA/NASA/JAXA/CSA がPLを提案中
日本の参加 形態	きぼう利用テーマとの 比較検証が可能な テーマで参画予定。 (2021年度公募実施を 検討中)	「きぼう」の線量計 (PADLES)及び、D- Spaceの搭載を予定。 (取得データは国内研 究者による評価解析 体制を構築予定)	きぼうでのモニタデータ との比較検証による知 見と手法獲得を目的と した研究を想定。 (検討中)	超音波診断機器の搭載を提案。 (調整中) ※他極は眼底圧計測、 活動量計測、薬剤放射影響などが提案されている
概要図	©NASA ※1 GRABの形状や大きさのイメージ	©ESA PADLES: ©JAXA D-Space: ©JAXA & AIST PADLES + D-SPACE CEU	© MiniPCR bio © MiniPCR bio © Oxford Nanopore Technologies © NASA	©NASA *2 *2 The payloads shown have been given preliminary approval

2.Gateway利用(本格運用段階)の検討進捗状況(1/2)

1) 本格運用段階を含む全体調整状況

- ●「Gateway利用調整パネル(GUCP)」の下に、8つのWG(月科学、宇宙医学、技術実証、太陽物理、天文物理、生命科学、教育、広報)が設置され、Gateway利用の全体計画を議論している。今後、WG検討案を統合して15年計画としてまとめる予定(JAXAも各WGに担当をアサインし、検討に参加)。
- 科学利用におけるデータ共有ポリシーがドラフトされ、パートナで確認中。ポリシー自体はハイレベルであり具体的なデータ共有方針は、各極が担当するペイロードごとに細かな共有方針が設定される。

2)日本の科学利用ミッションの検討状況

- 日本では、2021年前半を目途に、JAXAとしてのGateway利用(船内、船外)の Feasibility Study公募を開始する予定。ここでは、「Gateway利用の基本的な考え方」 に基づいた科学利用ミッション候補を募り、ミッションの実現性(機器試作等を含む)を検討し、段階的にミッションを絞り込んでいく(FS公募は、継続的に実施予定)。
 - ▶ 特に船内利用については、ISS/「きぼう」利用と連携したテーマ公募を検討中。
- 並行して、「きぼう」船外で行うフラッグシップ・ミッションの情報提供要請(本年3月末締切)を通じて、"Gatewayやアルテミス計画につながる月・火星の有人/無人探査のための新技術実証"アイデアを募り、情報を共有していく。

2. Gateway利用(本格運用段階)の検討進捗状況(2/2)

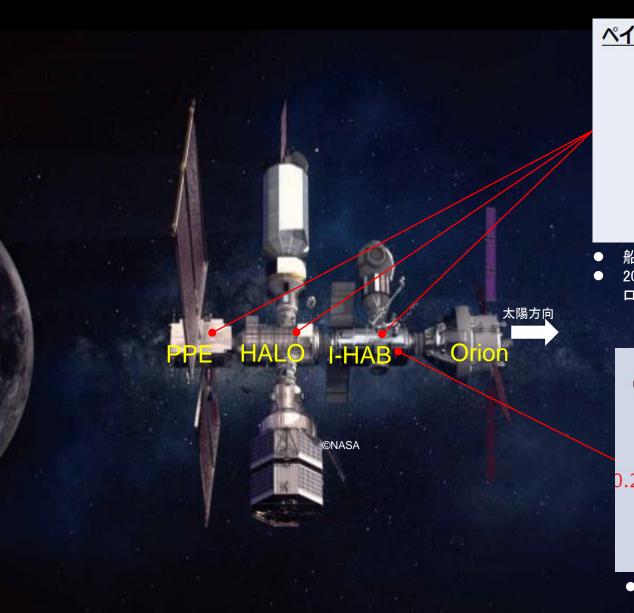
3)技術実証ミッションの準備状況

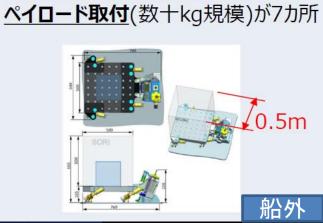
- 国際居住棟(I-Hab)に当初から搭載する生命維持機能の開発に加え、凝縮水再生、 尿再生、酸素製造等の「再生機能」を追加で搭載するべく、研究開発を進めている。
 - ➤ これらの機能をI-Habに搭載・実証できるよう、あらかじめインタフェース装備(配管等)をI-Habに設けるべく、ESA/NASAと調整中。
- また、測位や月面通信のインフラ、月面詳細地図情報の観測等のミッションについて検討中。これらのミッションは、Gateway船外利用、もしくは別途計画提案を予定している「月周回利用促進プログラム」の実証を想定している。

4) 利用ミッションのためのプラットフォーム獲得に向けた取組

- ミッション機器搭載にあたってのインターフェース共通化を各極と調整中(次頁参照)。
 - ▶ この他、ライフ系ミッションの効率的な実施に向けた支援機器や計測機器などについて国際間で議論を行っている。
- 環境計測等共通的なデータ取得プラットフォームの整備については、装置提供の各極分担を調整中(初期搭載ペイロードについて、上記P.3、P.4参照)。 また、国際的に共同でデータ利用研究を行う仕組みを調整中。(P.3のERSA(放射線計測装置)について先ず試行予定。)
 - ▶ 火星衛星探査計画(MMX)搭載に向けて開発中の惑星空間放射線環境モニタ(IREM)(参考5を参照)をGateway(本格運用段階)に搭載し計測することについて、JAXAで技術検討中。

【図1】 Gatewayの利用アコモデーション





- 船外は30-40ミッション/15年を想定
- 2026年以降、7カ所の搭載PLを3年に一度程度の頻度で ロボティクスで入れ替え。I/Fは共通化済み(カナダが提供)



3. 今後の進め方

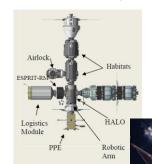
- 国際調整パネル(GUCP)では、Gateway利用に関するStrategy を本年夏頃をめどにとりまとめ、公開する計画。
- 国内のGateway利用公募については以下を予定している:
 - ① Gateway利用のFS公募(船外)⇒本年春頃に第一弾の公募を実施(その後、継続的に実施)。
 - ② Gateway利用のFS公募(船内)⇒本年春から夏ごろをめどに、ISS/「きぼう」利用FS公募と連携させて実施(その後、継続的に実施)。

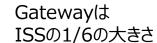
参考資料

【参考1】ISSとGatewayの比較 -全体概要(モジュールと運用形態)-



Gateway





項目	International Space Station	Gateway
居住空間	9モジュール	2モジュール
補給フライト	8フライト程度/年	1フライト/年
飛行士滞在	6名×365日	2~4名×10~30日程度
利用実験操作	クルーによる操作を前提にできる	クルー不在中は遠隔操作が必要
利用クルータイム	3500時間/年(各極へ配分)	~90時間/年(~3時間程度/日)

【参考2】ISSとGatewayの利用規模の違い

1)全体概要比較

※ リソース: 軌道上で使用されるスペース、電力、通信、クルータイム等のこと

	ISS	Gateway(NASA検討中)
居住空間	9モジュール	2モジュール(HALO, I-HAB)
物資補給フライト	8フライト程度/年	1フライト/年
宇宙飛行士の滞在	常時滞在	年に10~30日程度滞在(残りは無人)
国際協力の考え方	各国の貢献比率に応じてリソースを配分	各国への予めのリソース配分はない 必要な作業に対するリソースを都度調整

2)利用に関する概要比較

	ISS(「きぼう」の場合)	Gateway(調整中の内容)	
利用リソース	▶ 貢献比率に応じて日本に配分されたリソースを使用▶ 利用に使用されるクルータイムはISS全体(露側含む)で3500時間/年程度	 ▶ 利用に割り当てられる限られたリソースを参加極間で共有し、共同ミッションとして計画調整したうえで利用 ▶ 利用に使用できるクルータイムは~90時間/年(~3時間程度/日)を想定※JAXA推定による 	
利用エリアの考え方	▶ 「きぼう」の一部を、日本の利用エリアとする。	▶ 利用エリアを各国で共用。 (各国専用の利用エリアは無い。)	
利用設備環境	➤ 日本の利用エリアは、JAXAが実験インタ フェースや設備(実験装置)を整備	➤ 現時点でGateway運用側による設備(実験装置等)の整備予定なし	
利用実験操作	▶ クルーによる操作を前提にできる	> クルー不在中は遠隔操作が必要	

【参考3】ISSとGatewayの利用比較-実験設備環境-

実験設備環境	ISS(米日欧合計)	Gateway
利用空間 (船内)	<u>大型ラック(</u> 数百kg規模);33台分	<u>ドロワ</u> (数十kg規模): 16個分 (概ね、ISSでの大型ラック2台分に相当)
	2m 2m 0.9m	0.25m
	(うち日本の権利はきぼう内のラック5台分)	(各極への権利配分は定めない)
利用空間(船外)	ペイロード取付(数百kg規模)が22カ所 1m 1.8m 0.8m	ペイロード取付(数十kg規模)が7カ所 (数十kg規模)が7カ所 (の.5m)
	(うち、日本の権利はきぼう船外の5台分)	(各極への権利配分は定めない)

【参考4】Gatewayの利用テーマ選定の流れ

国内での利用テーマ (技術 開発・科学利用 等) 候補の選定 GUCPの場でテーマ選定 (国際調整) 利用テーマ決定、 Gatewayでの実施

● Feasibility Study(FS)テーマ公募の発出を 検討中

● Gateway利用調整パネル(GUCP)

- 国際的に協調して、参加各極が国内向けに公募を発出。
- 利用テーマは、参加各極からの提案の中から協議のうえ選定。
- 日本からはJAXAが参加し、Gatewayに係る仕様や国際調整、 他極の提案状況等の最新情報の入手などを実施。

● テーマ選定のポイント

利用リソースがISSに比べて限られる→

- "Gatewayならでは"の利用(Gateway特有の 環境)
- ・ 月面やISSの利用とセットで相乗効果が期待できる利用

<u>予めの利用リソース配分がない→</u>

- ・ 国際的に優位性・波及効果の高い利用
- ・ 国際協働の利用

【参考5】惑星空間放射線環境モニタ(IREM)概要

1. 概要

火星衛星探査計画(MMX)に搭載し、太陽フレア 時の300MeVまでのエネルギースペクトルデータ を世界で初めて提供する。計測期間は、MMX打 ち上げ後約5年を予定。

2. 仕様

観測対象:太陽フレア粒子,銀河宇宙線

計測エネルキー範囲:

H: 10-300 MeV(目標)

> 300 MeV(カウントのみ)

エネルキ゛ーチャンネル数:11(目標)

計測部

質量:約7kg

大きさ: 270 mm × 230 mm × 140 mm