

Gateway利用に関する 検討状況について

2021年9月15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) の利用に関しては、利用の枠組みも含め、参加国宇宙機関 (米・加・欧・日) で調整が進められている。
- 日本の Gateway 利用への取り組みについては、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)としてまとめられている。
 - 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、国際的にもリーダー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いて Gateway 利用の検討を進めており、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・調整中。
- 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 利用枠組みに関する国際調整状況
2. Gateway 利用に係る国内の検討状況
3. Gateway 利用 (初期段階) の検討進捗状況 (船外、船内)

1. Gateway利用枠組みに係る国際調整状況

- Gateway利用は、ISSと異なり予めの利用配分が無い。参加各極間の国際協調による利用と成果／データの共有が原則となっている。
- 各極の各領域の専門家から構成される8つのWorking Group (DWG: 月科学、宇宙医学、技術実証、太陽物理、天文学、生命科学、教育、広報)での議論をもとに、国際パートナー間の調整パネルである、「Gateway Utilization Coordination Panel (GUCP)」においてWG検討案を統合し、長期利用戦略(15-Year Outlook)をとりまとめ中。
 - 本年秋から冬頃の制定を目標。
- 国際間で協調した形でのテーマ公募の実施方法(AO)、データ共有ガイドライン及び取決めの雛形についても、検討・調整中。
 - 本年秋から冬頃にGatewayプログラムレベルでの合意を目標。

2. Gateway利用に係る国内の検討状況 (1/2)

Gateway利用の基本的な考え方を踏まえた、検討状況:

文科省宇宙開発利用部会:「月周回有人拠点(ゲートウェイ)の利用の基本的な考え方」(2020/11/17)

- 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、国際的にもリーダー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。

【①技術実証】

- 将来的なGatewayへの搭載を目指し、再生型環境制御・生命維持システム(ECLSS)(水再生、酸素製造、CO2還元)を研究開発中。また、搭載容積の確保と予めの配管・配線敷設について、ESA/NASAと調整中。なお、実際の搭載は技術成熟度や、運用への貢献を考慮して国際調整のうえ決定する。
- 月探査向けの通信インフラ(データ中継)や測位インフラ(LNSS)等の技術実証と実用機展開を検討中。

【②プラットフォームの獲得】

- Gatewayだけでなくアルテミス計画全体の利用の観点も含めた課題について、国際間で議論中。
 - 生命科学サンプルの保管・回収や月面サンプルの極低温回収を実現する一連の設備
 - 有人宇宙船以外の月面サンプル回収手段
- 環境計測等共通的なデータ取得については、国際協調でデータ利用研究を進める仕組みを調整中。
- Cubesat放出機構のJAXAからの提供(Gateway補給機への搭載)と機会共有についてNASAに提案し、調整中。

2. Gateway利用に係る国内の検討状況 (2/2)

【③公募による科学利用ミッションの取りまとめ】

● Gateway初期段階における利用テーマ検討の状況:

- 船内利用: 2025年実施予定のGrabミッション(カーゴバック混載ミッション)の公募方針について調整中。
 - 利用リソースの制約があるため、実施できることが限られる。そのため、国際公募とするか、課題を決めて国際チームでの協働実施とするか調整中。
 - JAXAとしては、ISSの特徴も踏まえた相補性・相乗効果も期待できる利用提案の設定を想定。
 - 今年秋から冬にかけて、調整された方針にてアイデア提案募集を実施予定。Gateway計画の進展を踏まえつつ、募集は年1回程度、定期的な実施発出を見込む。
- 船外利用: ダスト計測装置の初期要素PPE船外への搭載について、NASA/ESAと調整完了。(ESAペイロードERSAとの混載を予定)
- データ利用: PPE/HALOに搭載されるERSA・IDA(p.6、p.7参照)で取得するデータの科学利用について、公募を開始。(ESAとりまとめ、NASA/JAXAが選定に協力予定: ~11/12締め切り)

● 中長期的な利用テーマの検討状況:

- 15-Year Outlookの状況を踏まえ、国際間で協調した公募の発出を検討予定。



GRABミッション
ISSで使われているカーゴ輸送
バッグ(CTB)に類似したGRAB
を使う。電気や通信IFはない。
※GRAB:
Gateway Research
Accommodations Bag

3. Gateway利用(初期段階)の検討進捗状況 — 船外 —

	HALO/PPEの外部に設置されるペイロード			
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】	宇宙天気(太陽風観測)観測機器【搭載決定】	微細な月レゴリスダストを捕獲観測【調整完了】	通信技術実証。GPS/Galileo信号の受信機器の検証【設置先のモジュール含め、調整中】
ペイロード提供機関	ESA	NASA	<u>JAXA</u>	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AOを発出(ESA)。日本の研究者も応募可能。	NASAがデータ利用国際公募を発出・選定。採択されたチームには日本の研究者もCIとして含まれている。	月面離着陸機往還時のダスト飛散状況をモニタする。ERSA(ESA)への混載を調整完了。	NA
概要図	 <p>©ESA</p>	 <p>©NASA</p>	 <p>©JAXA</p>	

3. Gateway利用(初期段階)の検討進捗状況 — 船内 —

	HALO/PPEの内部に設置されるペイロード			
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】	ISS等で使用実績のある、各極開発の受動積算型宇宙放射線線量計を搭載、放射線被ばく管理に必要なデータを取得。 【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】	11種のヒト対象実験用の器材を準備(例: 活動量計、眼底検査器、筋収縮計) 【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。(アイデア募集を実施予定)	PADLES線量計、超小型アクティブ線量計(D-Space)搭載。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も候補(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	 <p>©NASA ※1 GRABの形状や大きさのイメージ</p>	 <p>©ESA PADLES: ©JAXA D-Space: ©JAXA & AIST</p>	 <p>©miniPCR bio ©Oxford Nanopore Technologies ©NASA</p>	 <p>©NASA ※2 ※2 The payloads shown have been given preliminary approval</p>

参考

国内での利用テーマ
(技術 開発・科学利用等)
候補の選定

- **Feasibility Study(FS)テーマ公募の発出**

国際的に強い企画になるよう
ブラッシュアップ
(他極との協力や
働きかけを含む)

GUCPの場でテーマ選定
(国際調整)

- **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。

利用テーマ決定、
Gatewayでの実施

- **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**

予めの利用リソース配分がない→

- ・ **国際的に優位性・波及効果の高い利用**
- ・ **国際協働の利用**

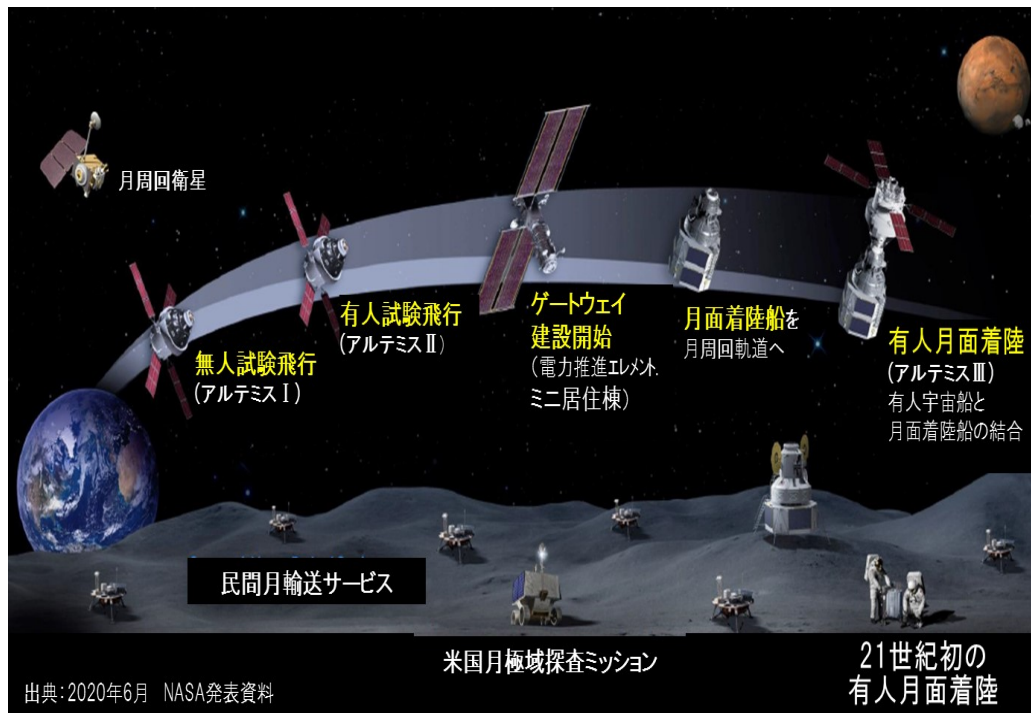
【参考②】 Gateway利用の全体見通し

① 初期段階

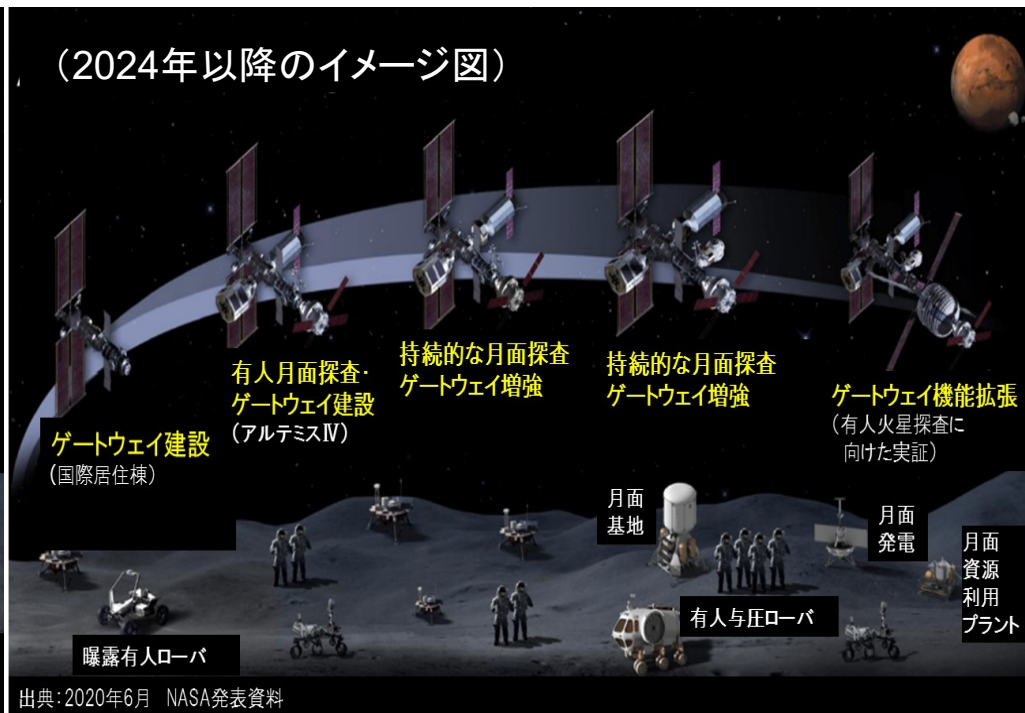
HALOとPPEのみの**最小限の構成**。
開発要素の少ない、限られた機器を搭載し
利用する。

② 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。



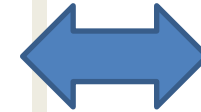
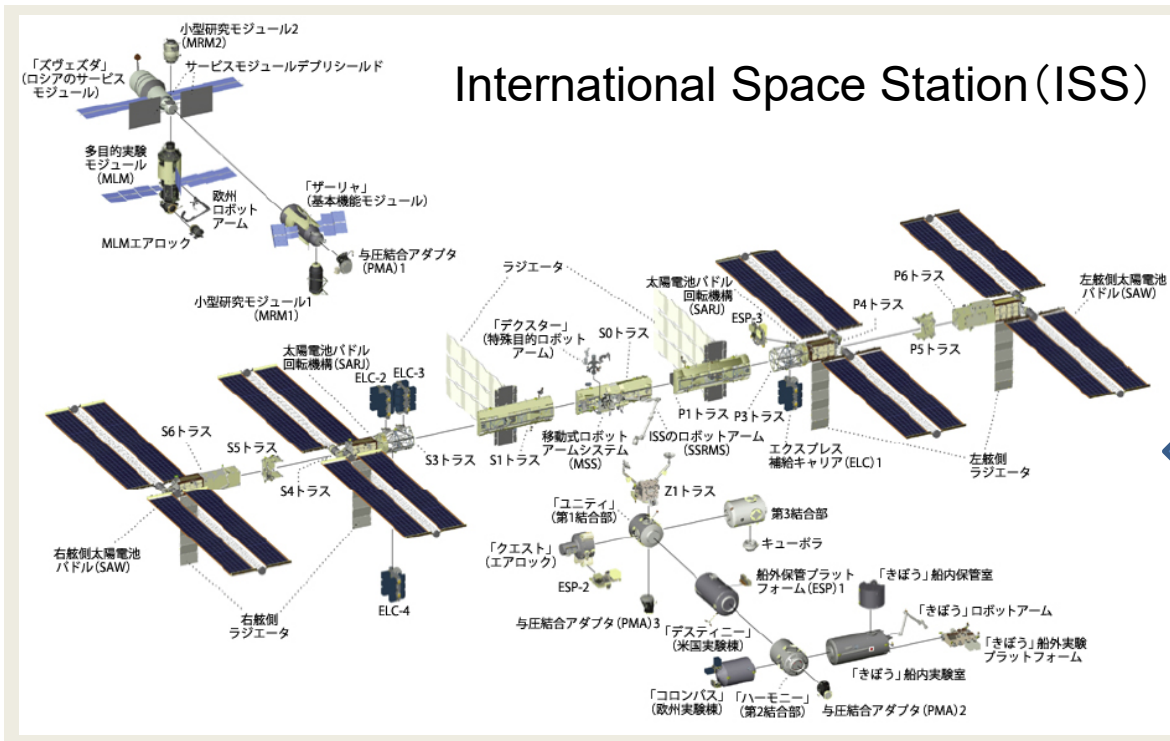
2024年



2020年代中頃
Gateway 本格運用開始

2020年代後半
持続的な月面探査本格化

【参考③】ISSとGatewayの比較 —全体概要(モジュールと運用形態)—



Gateway

- Airlock
- Habitats
- ESPRIT-RM
- Logistics Module
- PPE
- HALO
- Robotic Arm

Gatewayは
ISSの1/6の大きさ



【参考④】ISSとGatewayの利用規模の違い

1) 全体概要比較


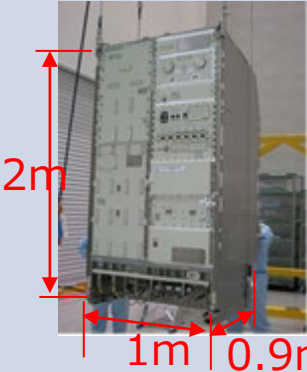
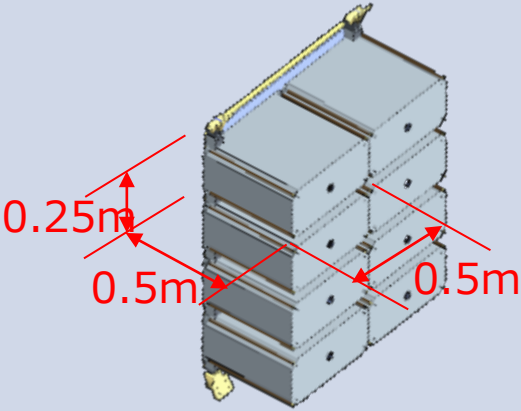
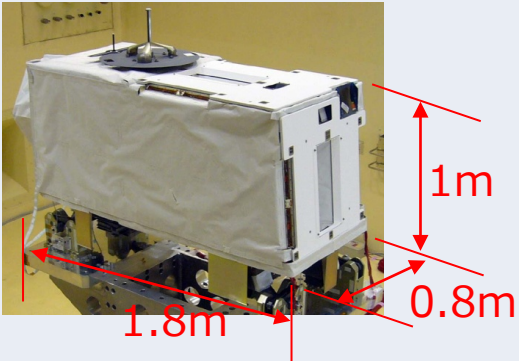
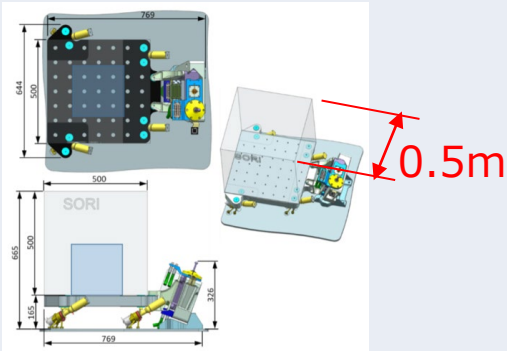
※ リソース：軌道上で使用されるスペース、電力、通信、クルータイム等のこと

	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	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 「きぼう」の一部を、日本の利用エリアとする。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 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	<ul style="list-style-type: none"> ▶ クルーによる操作を前提にできる 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ クルー不在中は遠隔操作が必要

【参考⑤】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
<p>利用空間 (船内)</p> 	<p>大型ラック(数百kg規模) ; 33台分</p>  <p>(うち日本の権利はきぼう内のラック5台分)</p>	<p>ドロワ(数十kg規模) : 16個分 (概ね、ISSでの大型ラック2台分に相当)</p>  <p>(各極への権利配分は定めない)</p>
<p>利用空間 (船外)</p>	<p>パイロード取付(数百kg規模)が22カ所</p>  <p>(うち、日本の権利はきぼう船外の5台分)</p>	<p>パイロード取付(数十kg規模)が7カ所</p>  <p>(各極への権利配分は定めない)</p>