



国際宇宙探査の概要

2019年1月16日

宇宙航空研究開発機構

国際宇宙探査センター

佐藤直樹

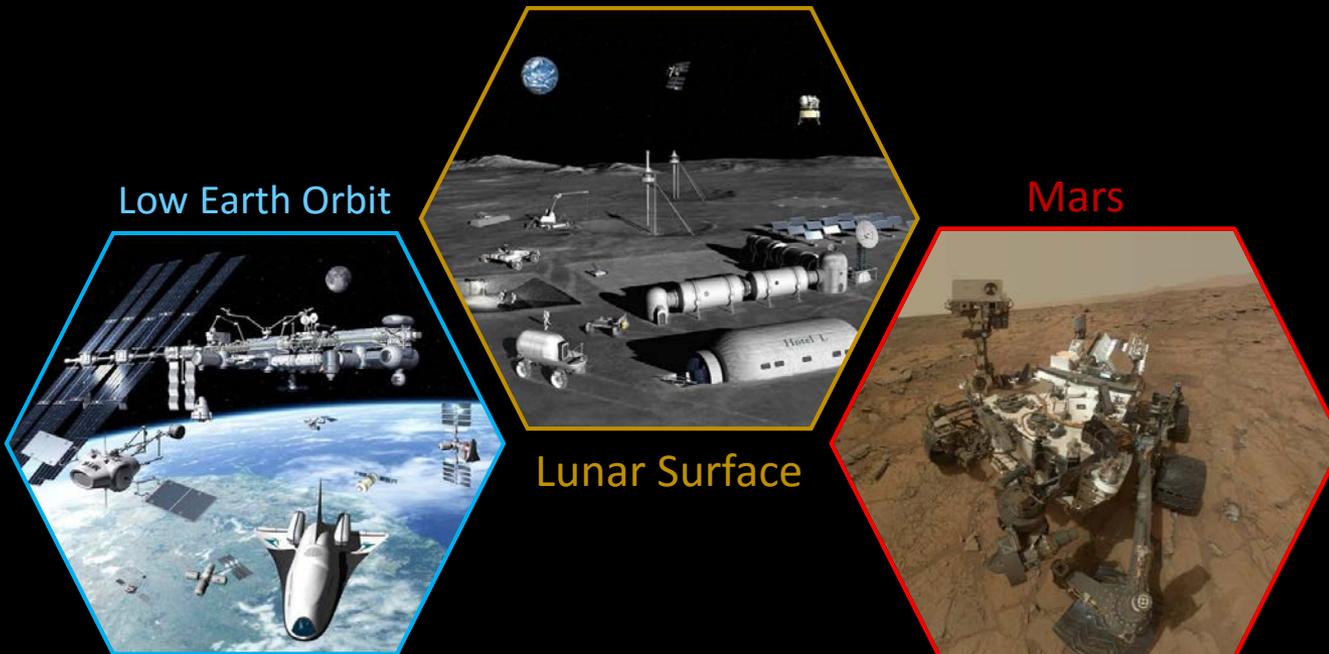
国際宇宙探査とは

国際宇宙探査の定義 (国際宇宙探査の在り方 宇宙開発利用部会より)

国際宇宙探査とは、天体を対象にして国際協力によって推進される有人宇宙探査活動及び当該有人探査のために先行して行われる無人探査活動を範囲とする。また、有人探査を意図した深宇宙の範囲は、地球低軌道より遠方とする。



JAXAとして当面、月(周回軌道を含む)、火星(衛星を含む)を対象とする。



国際宇宙探査の目的・意義

人類の活動領域の拡大

両輪

知的資産の創出への貢献



国際プレゼンス



産業振興・技術イノベーション



国際平和



教育・人材育成



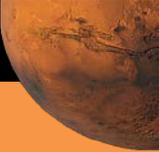
国際宇宙探査協働グループ(ISECG) (参加機関)



ISECG ミッションシナリオ

2020

2030



火星表面 ○ InSight

○ Mars 2020
○ ExoMars

火星サンプルリターン

火星軌道

○ HX-1
○ EMM Hope

○ Mars Orbiter Mission-2

○ Mars Moons eXploration

月軌道

EM-1 (無人)
EM-2 (初有人飛行)
Chandrayaan-2
Luna 26
KPLO

深宇宙ゲートウェイ
順次組み立て

火星輸送機
ゲートウェイで点検

追加有人飛行 & 小型貨物ミッション

月面

Chandrayaan-2
Chang'E-4
Chang'E-5
Luna 25
SLI M
Luna 27
Polar Sample Return
Resource Prospecting Mission
JAXA's Resource Prospector
ISRU Demo

有人月着陸船
ゲートウェイで乗換え

追加有人ミッション

月極域ミッション

NASA SLS & Orion

中・小型
ロケット

ロシア
有人輸送
システム

有人月面探査
実証機(無人)
サンプルリターン

与圧ローバ
移動 & 滞在

国際宇宙ステーション
中国の宇宙ステーション
将来プラットフォーム

- 凡例
- ▲ 有人ミッション
 - 貨物ミッション
 - 無人探査ミッション

JAXAの当面の国際宇宙探査シナリオ

火星他

月

地球

人類の活動領域の拡大

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



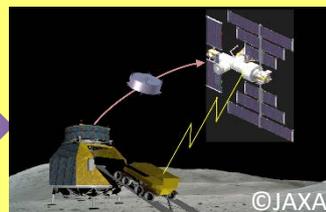
小型月着陸実証機
(SLIM)
(2021年度)

ピンポイント
着陸技術



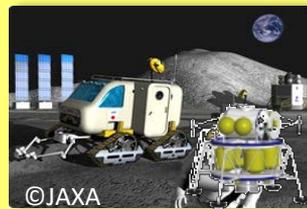
月移動探査(2023年頃~)

- 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

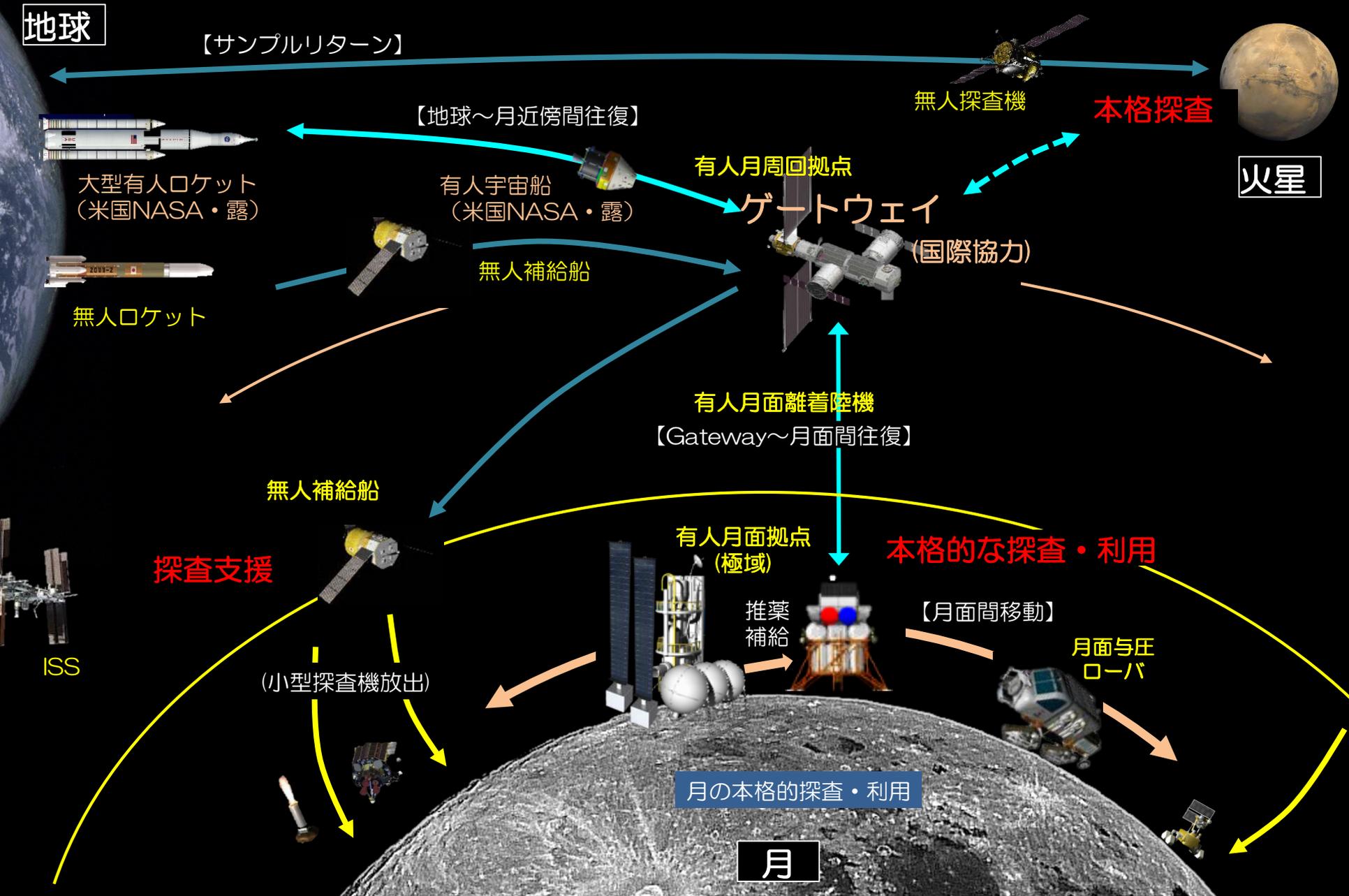
- 火星探査に向けた技術実証

有人滞在技術

民営化を推進

国際宇宙ステーション

JAXAの目標とする国際宇宙探査の姿



宇宙基本計画工程表

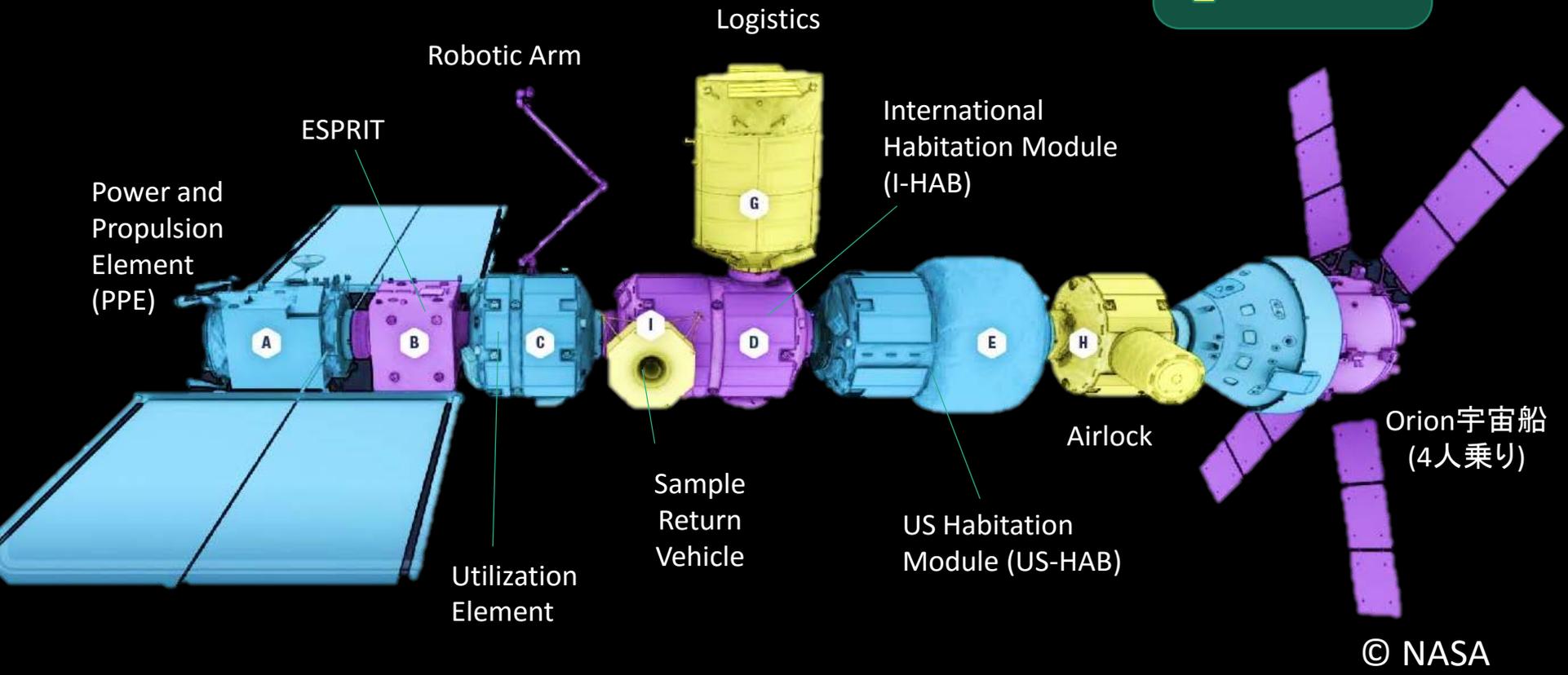
- 12月11日の宇宙開発戦略本部において承認された工程表改訂において、月近傍有人拠点、月着陸探査活動が明記され、国際調整や技術検討を行うことになった。

4. (2)① ix)宇宙科学・探査及び有人宇宙活動										FY30検討	
年度	平成 27年度 (2015年度)	平成 28年度 (2016年度)	平成 29年度 (2017年度)	平成 30年度 (2018年度)	平成 31年度 (2019年度)	平成 32年度 (2020年度)	平成 33年度 (2021年度)	平成 34年度 (2022年度)	平成 35年度 (2023年度)	平成 36年度 (2024年度)	平成 37年度 以降
27 国際宇宙探査	<div style="text-align: center;"> <p>国際宇宙探査 ★</p> <p>第2回国際宇宙探査 フォーラム(ISEF2)</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>国際宇宙探査 の検討に向け た原則とすべき 基本的な考え 方を取りまとめ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>↑</p> </div> <div style="border: 1px dashed red; padding: 5px; width: 30%;"> <p>技術検討・国際調整</p> <ul style="list-style-type: none"> ・月近傍有人拠点(Gateway)(米国等との協力) ・月着陸探査活動(インド等との協力) </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>技術実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・深宇宙補給技術(ランデブ・ドッキング技術等) ・有人宇宙滞在技術(環境制御技術等) ・重力天体離着陸技術(高精度航法技術等) ・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) </div>										
	【再掲】	火星衛星サンプルリターン計画(MMX)調査研究	開発研究			フロントローディング		戦略的中型1			▲ 打上げ
【再掲】		小型月着陸実証機(SLIM)の開発						▲ 打上げ			運用
※以上すべて文部科学省											

Gatewayの概観

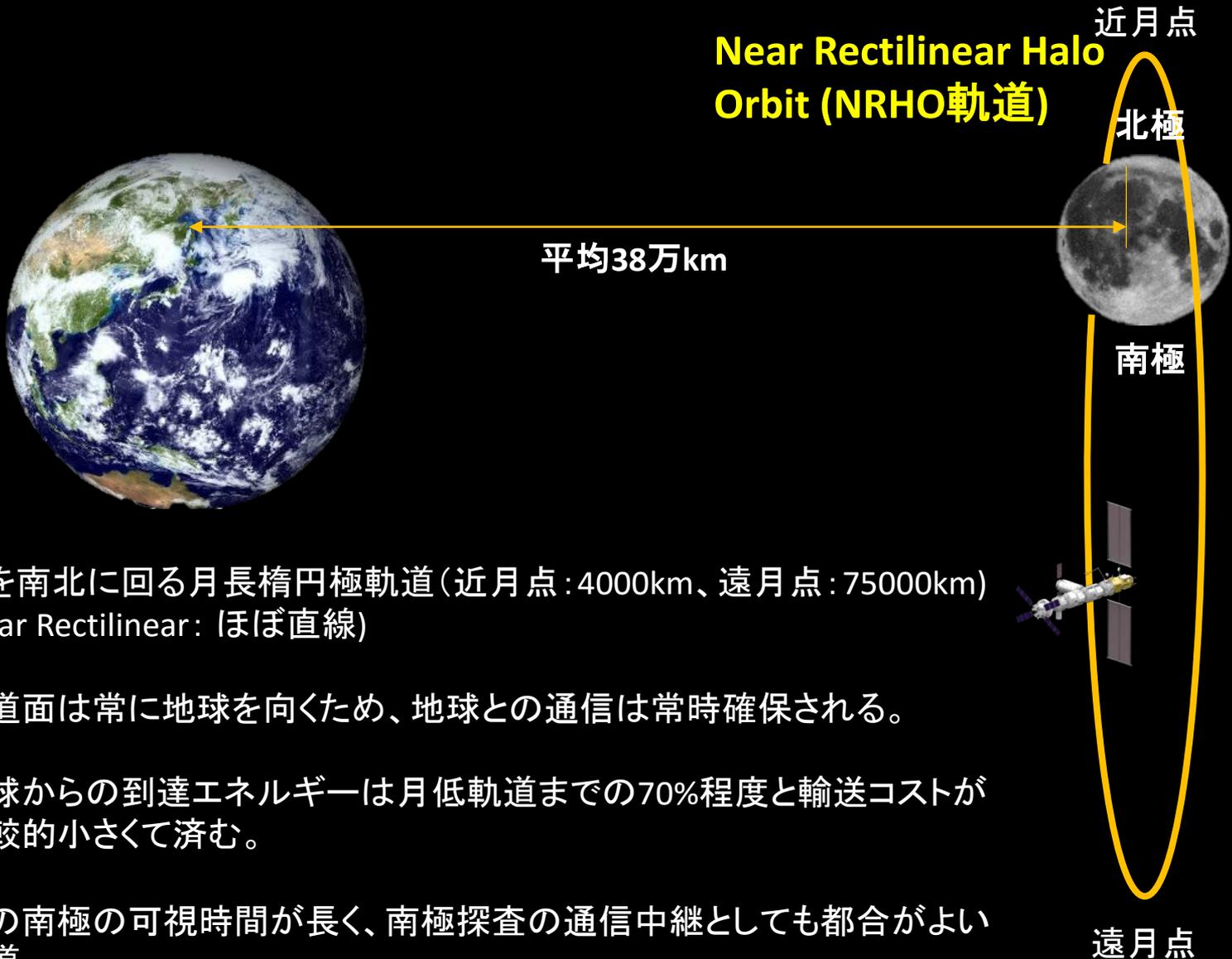
各国の役割分担

- U.S.
- International
- TBD



- 将来の月面探査・深宇宙探査に向けて、月の探査や有人火星探査に向けた技術実証を行う。
- フェーズ1の短期ミッションでは、宇宙飛行士は4名滞在可能、滞在期間は30日程度の予定。
- 将来は数100日程度の長期滞在ができる有人拠点となる予定。

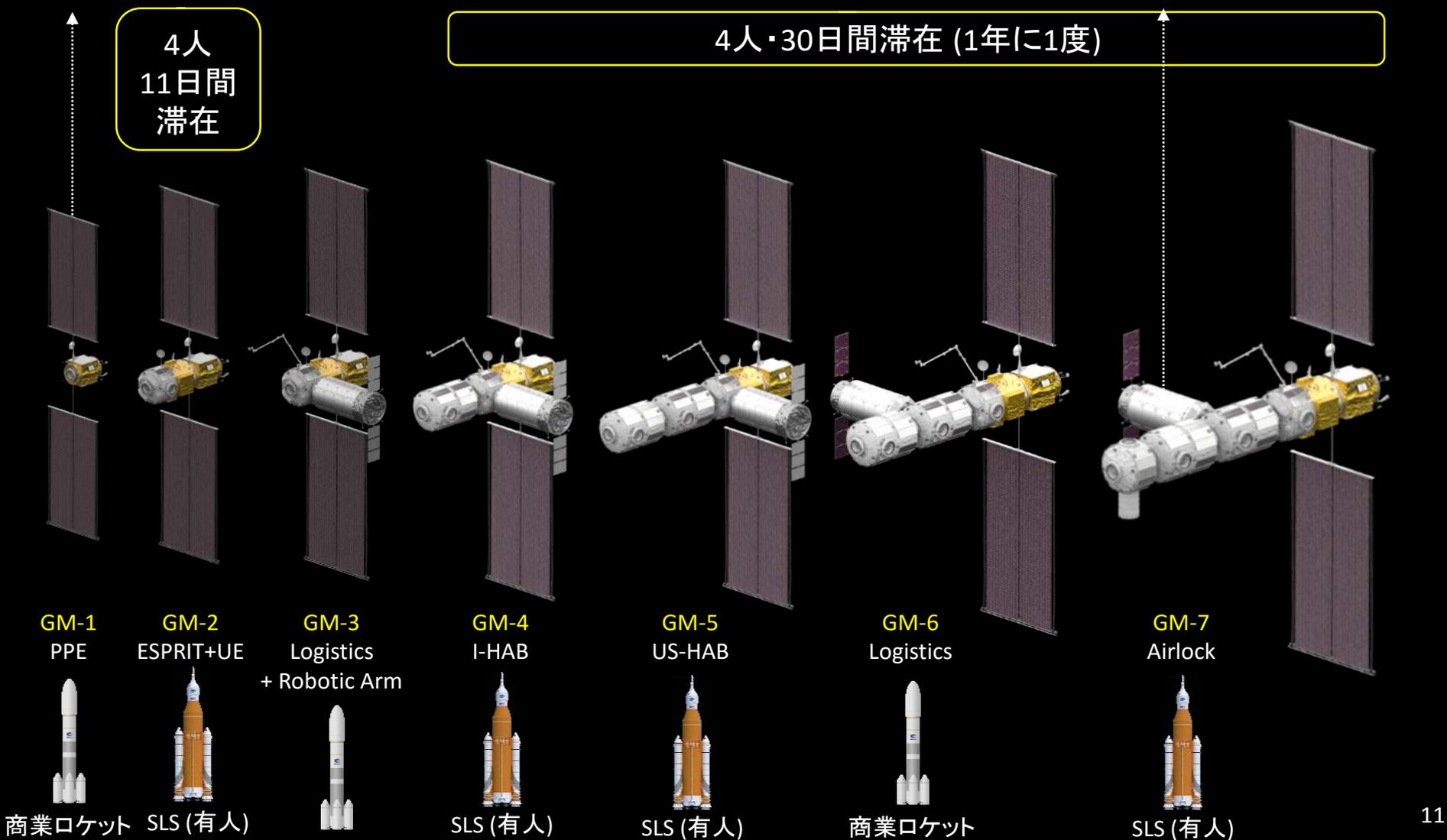
Gatewayの軌道



- 月を南北に回る月長楕円極軌道 (近月点: 4000km、遠月点: 75000km) (Near Rectilinear: ほぼ直線)
- 軌道面は常に地球を向くため、地球との通信は常時確保される。
- 地球からの到達エネルギーは月低軌道までの70%程度と輸送コストが比較的小さくて済む。
- 月の南極の可視時間が長く、南極探査の通信中継としても都合がよい軌道。

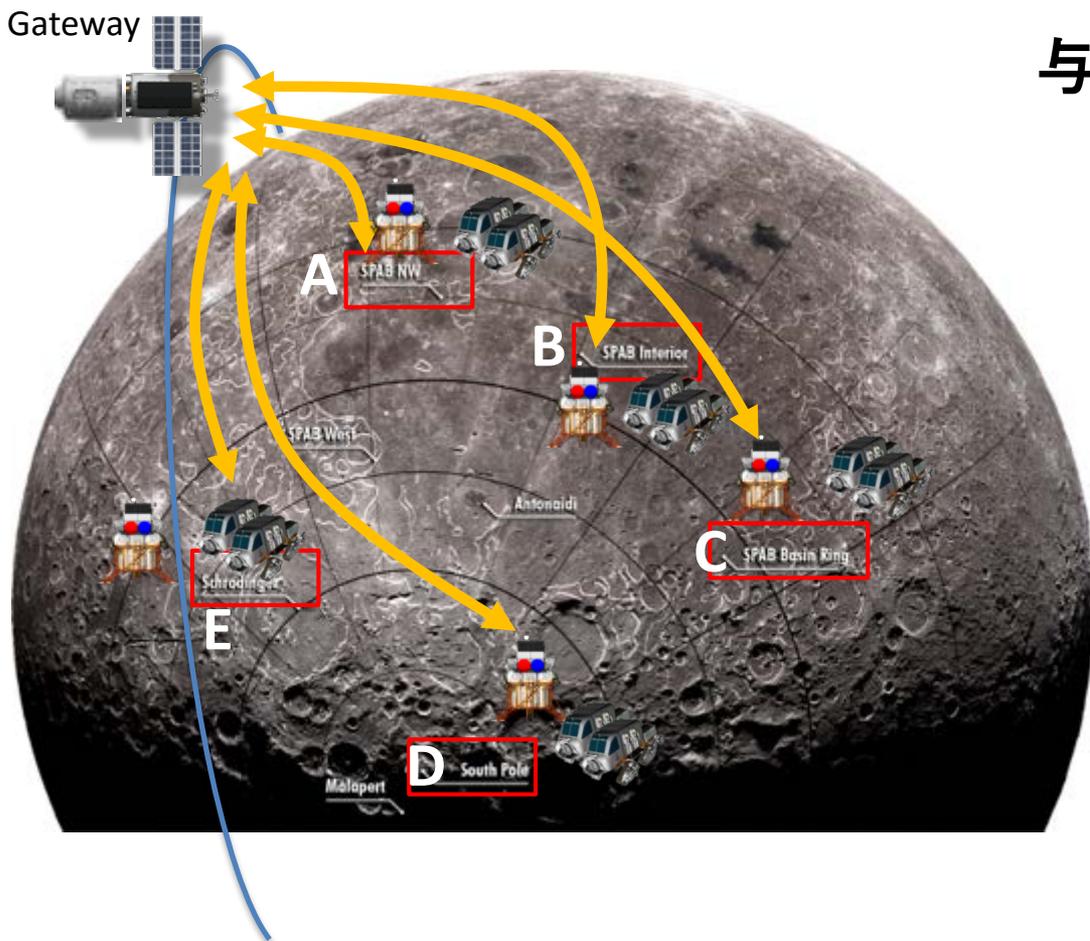
4. Gatewayの打上スケジュール (第一段階)

2022年 2023年 2024年 2025年 2026年頃完成



有人月面探査のコンセプト

- Gatewayを経由して、有人離着陸船で月面に着陸し、与圧ローバで周辺を探査する。1か所につき42日間、走行距離1000km程度を想定。
- 着陸場所は、月裏側のサウスポールエイトケン盆地を中心に調整中。



与圧ローバのコンセプト(例)



- 乗員数: 2人(緊急時4人)
- 最高時速: 20km/h
- 登坂性能: 30度以上
- 気圧: 0.7気圧
- 装備: 宇宙服2体、
ロボットアーム



探査における主要な健康管理とパフォーマンスリスク	ミッション制限 無し	ミッション制限 無し 但しリスク増加	ミッション制限	ミッション			
	実行	実行	中止	ISS (6ヶ月)	月 (6ヶ月)	深 宇宙 (1年)	火星 (3年)
筋骨格：初期骨粗鬆症発症への長期健康リスク 筋肉強度と有酸素能力低下によるミッションリスク							
感覚運動：知覚変化／機能障害によるミッションリスク							
視覚症候群：微重力に引き起こされた視力障害および高い頭蓋内圧によるミッション中および長期間にわたる健康上のリスク							
栄養摂取：食物の適切な量、質および多様性を提供できないため生じる行動・栄養面の不健康によるミッションリスク							
自律医療処置：船内運動、診断、治療および搭乗医師の存在/不在など、十分な医療処置をミッション期間中に提供できないことによる、ミッション及び長期健康リスク							
行動科学とパフォーマンス：ミッション中および長期間にわたる行動科学上のリスク							
放射線：放射線被ばくによる発癌および組織疾病変性の長期的リスク—大部分は地上研究で対応可能							
有毒性：潜在的な有毒物質（ほこり、化学薬品、病原菌）の適切なモニタリング、警報システムあるいは理解を持たずに有毒環境に晒されることによるミッションリスク							
自律危機対応：生命維持装置故障および他の緊急事態（火事、減圧、有毒大気など）におけるクルー救助シナリオなどに伴う医学的リスク							
低重力：月、小惑星、火星における船内／外作業順応に伴う長期リスク（前庭と行動機能障害）および飛行後機能回復訓練（リハビリテーション）							

まとめ

- 国際的にも、国内的にも、2020年代から2030年代前半にかけては、月周辺及び月面の有人探査に重点。
- 有人火星探査は当面、その準備としての無人の事前探査／技術実証を行う。
- 2020年代は、Gatewayの建設が当面の目標で、有人ミッションは1回/年の頻度で、滞在日数は10-30日程度。
- 2030年頃から有人月面探査に移行することが想定されている。
- 日本の主要貢献としての4つの技術のうち1つは有人宇宙滞在技術であり、環境・生命制御技術、宇宙医学などが含まれる。
- 今後、政府との調整を踏まえつつ、有人宇宙探査計画、協力分担の調整、必要な技術開発を進めていく。