



TODAY'S TOPIC

日本の国際宇宙探査シナリオ(案)2021

説明者

JAXA 国際宇宙探査センター 宇宙探査システム技術ユニット 島田 潤

目次

1. 我が国の宇宙探査を取り巻く状況

- ・米国が提唱するアルテミス計画
- ・国際宇宙探査に関する日本の取り組み

2. 日本の国際宇宙探査シナリオ(案)

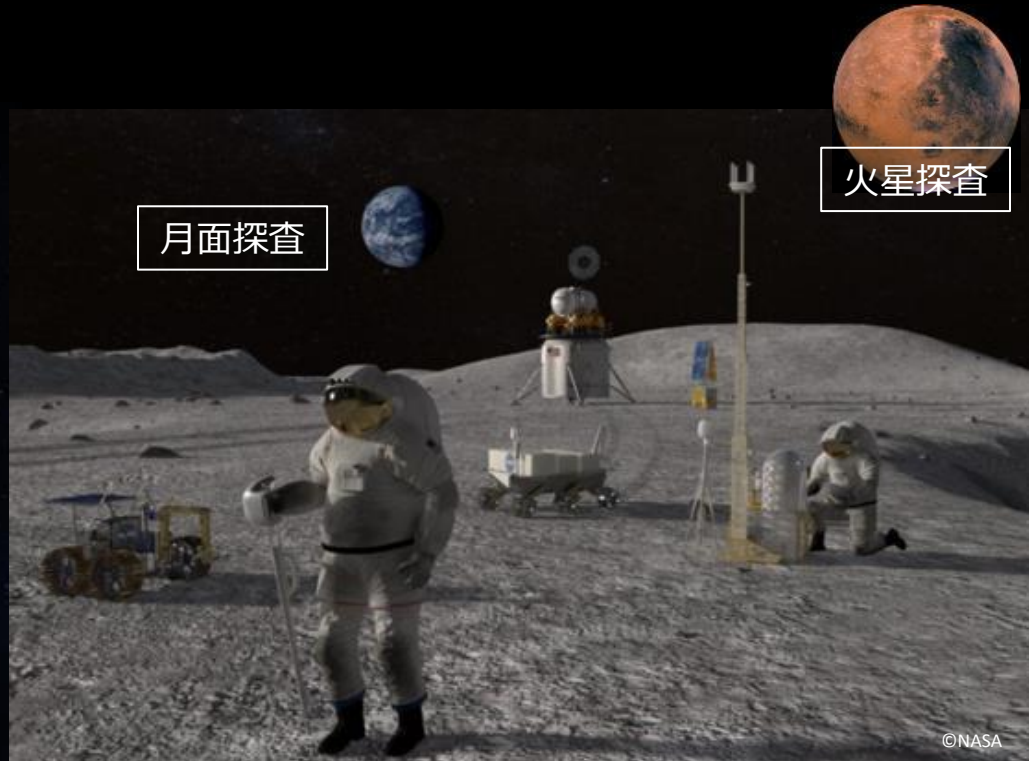
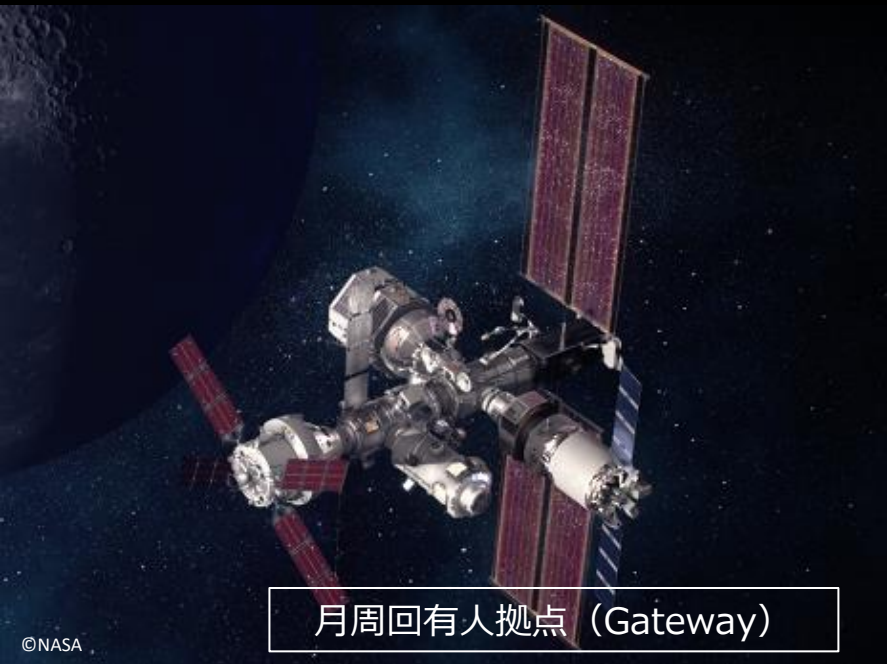
3. 持続的な月面活動に向けた産業界との連携

月・火星への国際協働による探査活動

- アルテミス計画 -



- 米国が提唱する、将来の火星有人探査を視野に入れた持続的な月面探査に関するプログラムの総体。
- 月周回有人拠点 (Gateway) 計画、新型ロケットSpace Launch System (SLS) 計画、Orion宇宙船計画、有人着陸機 (HLS) 計画、商業月面ペイロードサービス (CLPS) 計画、その他の月面活動を含む。
- 国際パートナーや産業界との連携を重視。日本、欧州、カナダを始めとする関係各国が参加を表明。



国際宇宙探査に関する日本の取り組み



第2回国際宇宙探査フォーラム
議長国として「共同宣言」を
とりまとめ



宇宙開発戦略本部
国際宇宙探査への参画決定



アルテミス合意
(日本を含む8か国が署名)



日米の月探査協力に関する
共同宣言 (JEDI)
文部科学大臣-NASA長官



Gateway了解覚書(MOU)
日本政府-NASA

2018

2019

2020

国際宇宙探査に関する日本の取り組み



「月において有人活動などを行う
アルテミス計画を推進し、
2020年代後半には、日本人
宇宙飛行士の月面着陸の実現
を図ってまいります。」
(岸田総理)

第25回宇宙開発戦略本部
2021年 12月 28日

2021

日本の取り組みの紹介: 月周回有人拠点(ゲートウェイ)計画への参画



■国際居住棟(I-HAB)の環境制御・生命維持システムの開発
(CO₂除去、微量ガス除去、酸素分圧制御等)

■新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)
によるゲートウェイへの物資補給

日本の取り組みの紹介：無人月面探査計画



月着陸実証機 (SLIM)
2022年度打上げ目標



月極域探査機 (LUPEX)
2023年打上げ目標
インドとの国際協働ミッション



日本の国際宇宙探査シナリオ(案)

国際宇宙探査シナリオ(案)とは？

- ◆ 我が国として今後行っていくべき国際宇宙探査のグランドデザインを宇宙機関としてまとめたもの
- ◆ トップダウン的なアプローチにより、全体システム構想やロードマップを導出することを目指す。
- ◆ 最新の国際情勢、国内政策議論の進展や研究開発の進捗などを踏まえ適宜改訂。
- ◆ 本シナリオに沿って政府の国際宇宙探査政策や産業界、アカデミアへの提言を行っていくとともに、宇宙探査に関する研究開発を進めている。

第3版(2021年度版)作成の背景

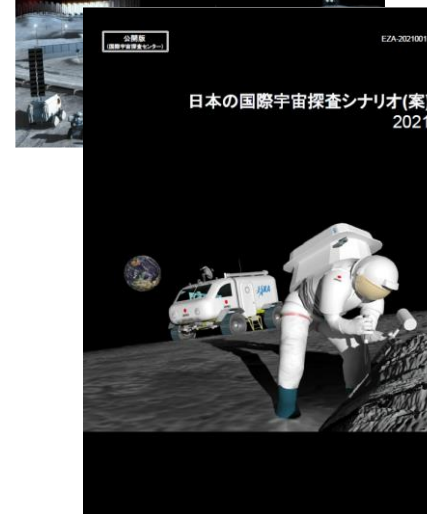
- ◆ 米国が表明したアルテミス計画の取り込み。
- ◆ 2020年8月に国際宇宙探査協働グループ(ISECG)が公表した国際宇宙探査ロードマップの最新版(GER Supplement)にも対応。



2016年度版
(全430頁)



2019年度版
(全659頁)



2021年度版
(全761頁)

2020

2025

2030

2040

NASA Artemis Program

Human Lunar Return

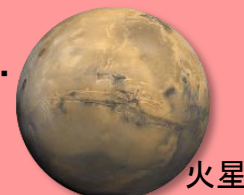
Sustained Lunar Presence



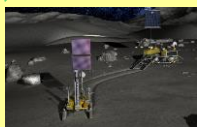
IREM
火星衛星探査計画
MMX (2024)

水分布観測ミッション
MIM

水環境着陸探査
ミッション



火星



月極域探査
LUPEX (2024)

②表面探査技術



有人と圧ローバ#1 (2029) 有人と圧ローバ#2 (2032)

拠点建設(月面推薬生成プラント、居住棟、電力、etc)
(2030代中頃～)



民間活動

ISS実証(流体)環境計測
(2023)



小型月着陸実証機
SLIM (2023)

超小型探査機
Omotenashi (2022)

第1級の科学成果の創出
(例: サンプルリターン、月震計による内部探査、月面天文台)

推薬



中型月着陸船
(2028以降数年おき)

完全再使用型
離着陸船



月面

①重力天体着陸技術

(小型ランダ追加予定)

月探査促進ミッション
(2028以降)

⑤通信・測位システム構築

非再生ECLSS

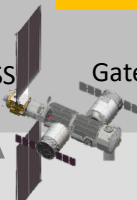
再生ECLSS

Gateway

③有人宇宙滞在技術
(ECLSS, 医学)



i-HAB
(2025)



有人火星探査船

超小型探査機
Equuleus (2022)

④深宇宙補給技術 (ランデブドッキング技術)

HTV-XG1
(2030目標)

ISSでのドッキングデモ

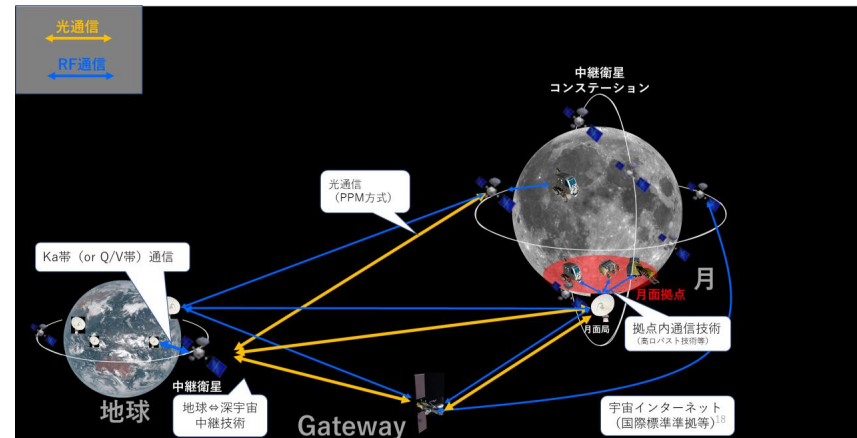
月軌道

宇宙基本計画工程表で重点課題とされた4つの技術に関し、全体アーキテクチャを実現するため技術目標を設定。また、通信・測位技術についても探査シナリオ2021年度版で技術目標を追加。

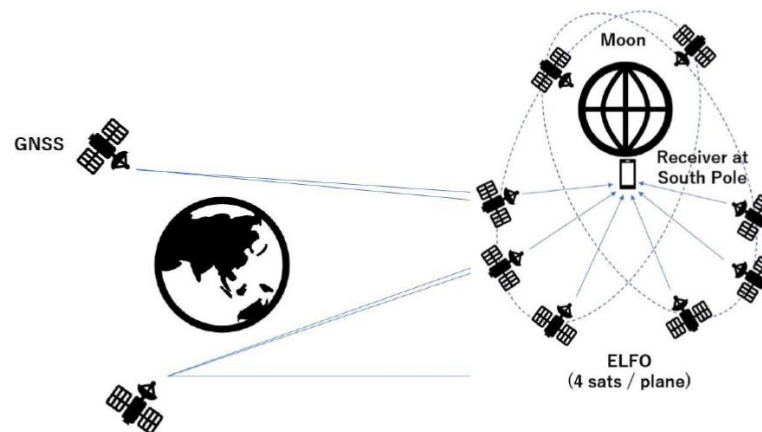
4つの重点課題

- ① 重力天体着陸技術
- ② 重力天体表面探査技術
- ③ 有人宇宙滞在技術
- ④ 深宇宙補給技術

⑤ 通信・測位技術



通信アーキテクチャの概念図



測位アーキテクチャの概念図

① 重力天体着陸技術

- 着陸エンジン: 80kN以上(有人月着陸の場合、比推力(Isp)370以上、40%スロットリング)
300kN以上(有人火星着陸の場合)
- 着陸精度: 直径100m以下
- エアロキャプチャ／エアロブレーキ技術 (有人火星探査)

② 重力天体表面探査技術

- 電力: リチウムイオン電池で250Wh/kg、再生型燃料電池(RFC)で600Wh/kg以上
- 走行技術: 与圧ローバで10,000km以上、登坂能力: 20deg以上、
障害物乗り越え性能: 30cm以上、走行速度15km/h以上

③ 有人宇宙滞在技術

- ECLSS: 水・酸素補給／消耗品ゼロ
- 放射線防御: 有人火星ミッション(約1000日)で最大の太陽フレア発生でも制限値を超えない放射線
防護・退避技術の確立
- 健康管理: 有人火星探査で宇宙飛行士が安全かつ健康に地球に帰還できること。

④ 深宇宙補給技術

- 深宇宙ランデブドッキング技術(GPSを使用しない相対位置／速度同定)と標準化

⑤ 通信・測位技術

- 通信容量: 1Gbps以上、抗たん性: 遅延耐性ネットワーク(DTN)対応
- GNSS測位精度: 30m以内、月面での測位精度: 40m以内

上記技術目標をベースに、先導研究「宇宙探査技術の研究」を2016年度から実施中。

ミッションシナリオのポイント

ポイント1. キー技術の発展、日本人宇宙飛行士の月面到達

ポイント2. 月輸送サービスの構築

ポイント3. 科学成果の最大化

ポイント4. 火星探査



ミッションシナリオのポイント

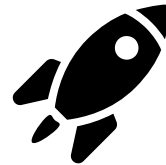


ポイント1. キー技術の発展、日本人宇宙飛行士の月面到達

キー技術を発展させつつ、国際協力の枠組みを有効に活用し、2020 年代後半の日本人月面到達を目指す。

- **重力天体着陸技術**：小型月着陸実証機（SLIM）でのピンポイント着陸技術を南極対応に発展させつつ、着陸能力を段階的に拡大。
- **表面探査技術**：月極域探査（LUPEX）等で走行技術、電力発生技術、越夜などの基本技術を実証した上で、与圧ローバ等に発展。
- **有人宇宙滞在技術及び深宇宙補給技術**：将来の有人探査に有効な中継点となる月周回有人拠点（Gateway）を国際協力で構築し、日本は国際宇宙ステーション（ISS）で蓄積した知見を生かし、再生型環境制御・生命維持システム（再生型ECLSS）や新型宇宙ステーション補給機による参加。
- **通信・測位技術**：日本の優位性のある技術を生かしつつ、国際協力により、通信・測位アーキテクチャの構築を目指す。

ミッションシナリオのポイント



ポイント2. 月輸送サービスの構築

探査シナリオ(案) 11.11項

月探査にサイエンスコミュニティや産業界がより多く参加できるように、定期的な月輸送サービスを構築する。(月探査促進ミッション)

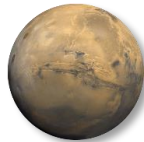


ポイント3. 科学成果の最大化

探査シナリオ(案) 4章

様々なミッション機会を活用し、月科学のロードマップに沿って科学成果の最大化を目指す。(月面天文台、サンプルリターン、月震計による内部探査など)

ポイント4. 火星探査



探査シナリオ(案) 4.6項

火星衛星探査計画(MMX)での火星重力圏往還技術をベースに、火星周回ミッションで地下氷探査を行い、その後の着陸探査で火星生命環境や水環境の理解を目指す。



NEWS

— 2022.04.27 (new!)

「日本の国際宇宙探査シナリオ(案) 2021」 を掲載しました

この度、JAXA国際宇宙探査センターでは「日本の国際宇宙探査シナリオ(案) 2021」を広く、産業界やアカデミアの皆様をはじめ、国民の皆様にお読みいただくために、同文書の概要（Executive Summary）及び詳細版を掲載することといたしました。

本文書の位置づけは、我が国として今後行っていくべき国際宇宙探査のグランドデザインの(案)を宇宙機関と

☆ 国際宇宙探査センターHPにて公開中 ☆

持続的な月面活動に向けた産業界との連携

- JAXAは、将来の持続的な月面での有人探査活動の確立を目指し、国内企業や海外宇宙機関との共同研究や検討を進めています。

■ 有人与圧ローバ

- NASAや国内企業と共に検討中
- 将来の月面社会のビジョンについて様々な業種間で意見交換し、月面活動の実現を促進する「有人与圧ローバが拓く”月面社会”勉強会」を実施中



©TOYOTA

有人与圧ローバイメージ図



クレジット：JAXA/タカトミー/ソニー/同志社大学



■ 変形型月面ロボットによる月面データ取得

持続可能な新住宅システム ミサワホーム(株)



月面拠点の自動化施工 鹿島建設(株)

月面農場 (株)キリン



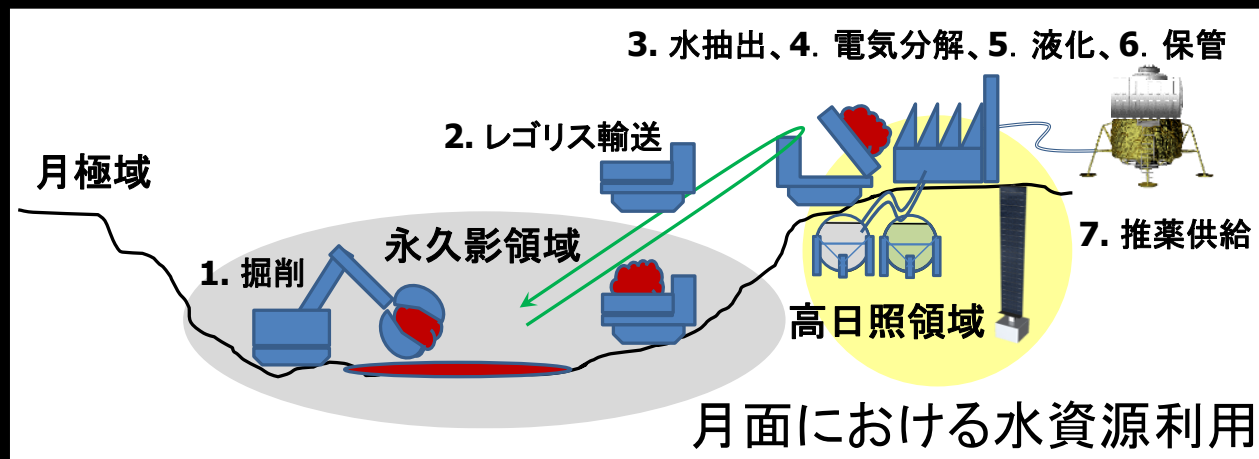
袋培養設備

- 宇宙探査イノベーションハブでの共同研究
(FY2015-2021にかけて130社以上と実施)



水資源利用技術に関する探査ハブ研究の例

プロセス	研究テーマ	備考
水抽出	マイクロ波凍結乾燥(氷から水を作る技術)	RFP2 課題解決型
水電解	スケーラブル完全孤立系燃料電池の試作及び評価	RFP4 課題解決型
	沸騰連結効果の最大化 ～高効率水電解に向けて～	RFP6 アイデア型
液化	高信頼性・小型スターリング冷凍機の開発	RFP4 アイデア型
	推薬液化エネルギーを低減する磁気冷凍技術の研究開発	RFP6 アイデア型
貯蔵	カーボンナノチューブ/シリカ多孔体コンポジット材料による軽量断熱材料の開発	RFP2 アイデア型
	極低温領域を想定した高性能断熱材および軽量な真空断熱構造の開発	RFP2 アイデア型
	艀装性に優れた液体水素貯蔵タンク等向け MLI の高性能化	RFP6 アイデア型
	高効率熱交換チューブとボイルオフガス/冷凍機ループによるタンク冷却システム	RFP6 アイデア型
	薄膜ニッケル電気めっきを施した複合材による液体水素、液体酸素貯蔵系の軽量化	RFP6 アイデア型



表面移動技術・作業技術に関する探査ハブ研究の例

項目	研究テーマ	備考
走行機構技術	多目的全方向移動クローラー共通台車の設計	RFP1 アイデア型
操作制御技術	遠隔操作と自動制御の協調による遠隔施工システムの実現	RFP1 課題解決型
	超高感度二次元同時距離計測センサの開発	RFP2 課題解決型
	電動駆動制御による砂地走破性の向上	RFP5 アイデア型
	カメラ可視光通信を用いた非 GNSS 利用広域高精度測位	RFP6 課題解決型
作業技術	小型 2 次元イメージング分光器の開発による水氷センシング技術の研究	RFP1 課題解決型
	ガス中微量水分計の小型・軽量・ロバスト化技術の研究	RFP2 課題解決型
	超軽量建機アタッチメントおよびブームの開発および実地検証	RFP1 課題解決型
	パワー密度が世界最高の小型アクチュエータの開発	RFP1 課題解決型
	建築分野の無人化施工に関するシステム検討	RFP2 アイデア型
	アースオーガ掘削情報による地盤推定のシステム化検討	RFP3 課題解決型
	遠隔操作およびアタッチメントの自動着脱可能な軽量建機システムの開発と実地検証	RFP3 課題解決型
	ロードヘッダ／掘削機械の自律的動作を実現する AI、IoT 技術を用いた制御方式研究	RFP4 アイデア型
	力制御機能を有した建設機械の研究開発	RFP6 課題解決型
耐環境技術	持続可能な防塵または除塵性能を有する機構または表面の研究	RFP6 アイデア型



ご清聴ありがとうございました。