



# 国際宇宙探査概論

宇宙航空研究開発機構(JAXA)

国際宇宙探査センター

古賀 勝

# ① 背景

- 有人・月探査の歴史
- 将来シナリオ

# ② 今とこれから(ミッション紹介)

# ③ きぼう利用とのつながり

# はじめに: 人類の宇宙活動の発展

人類は、およそ20年毎に宇宙活動が発展している

複数の宇宙活動の発展が始まる

1960

有人宇宙飛行の黎明期



人類初宇宙飛行 アポロ月着陸

1980

地球低軌道への  
高頻度飛行・長期滞在



スペースシャトル



ミール

2000

地球低軌道での  
持続的長期滞在



国際宇宙ステーション

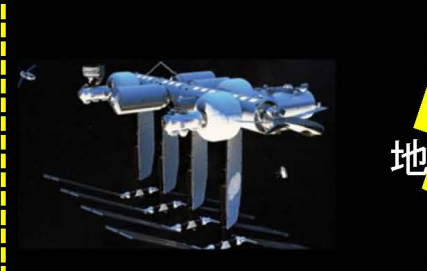
2020

地球圏外での長期滞在



ゲートウェイ

地球低軌道の民間利用



民間ステーション

2040

火星有人探査?



月面持続的滞在



@JAXA

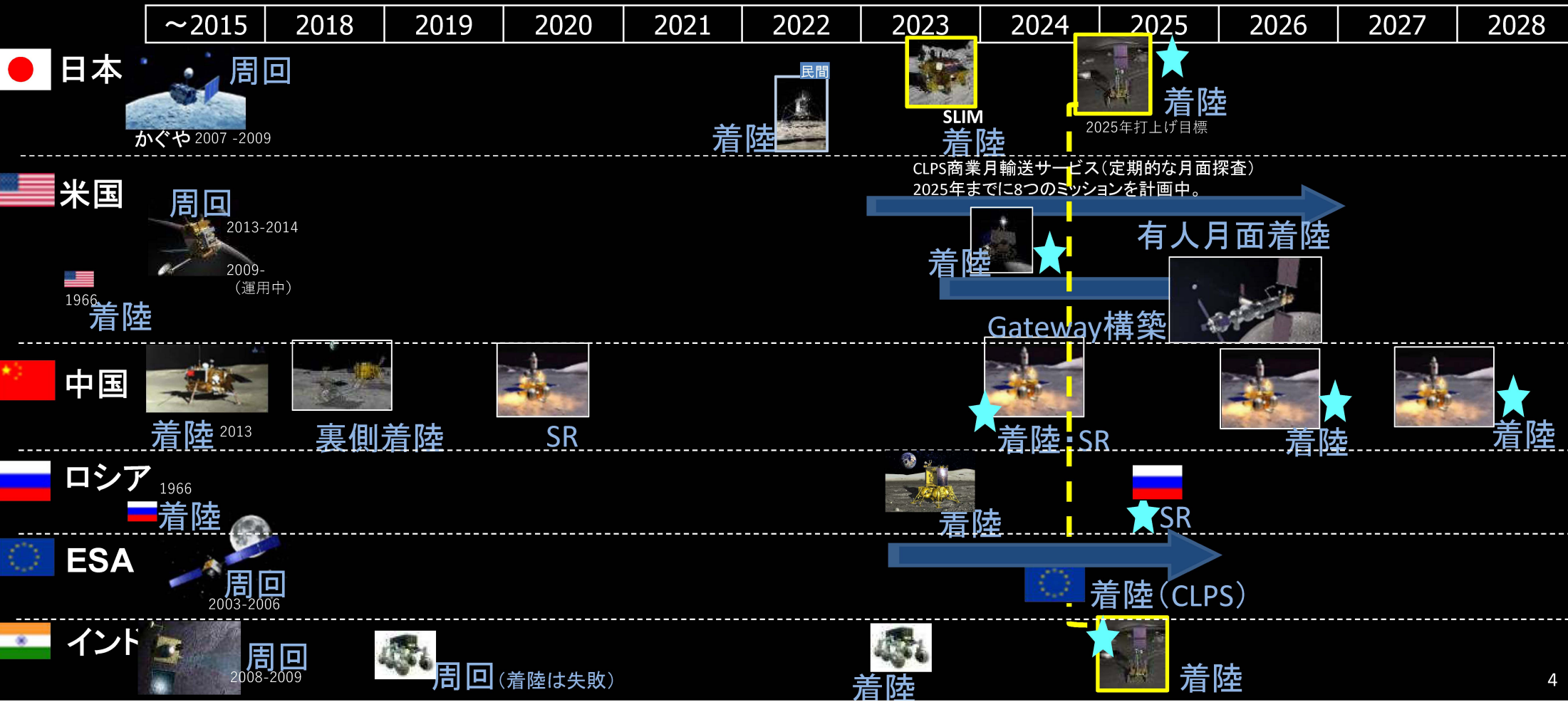
地球低軌道の利用発展



# 月探査をめぐる国際動向：各国の計画

- 2018年以降、多くの国が月面探査ミッションを計画
- 2020年代前半には、日米露欧中印等が月極域への着陸探査を計画（月極域の水氷や高日照率域に高い関心）
- 米国はGatewayの構築と有人月面着陸ミッションを計画。商業パートナーを活用した月への輸送サービスの調達（CLPS）も推進

★：月極域着陸ミッション  
SR：サンプル回収ミッション

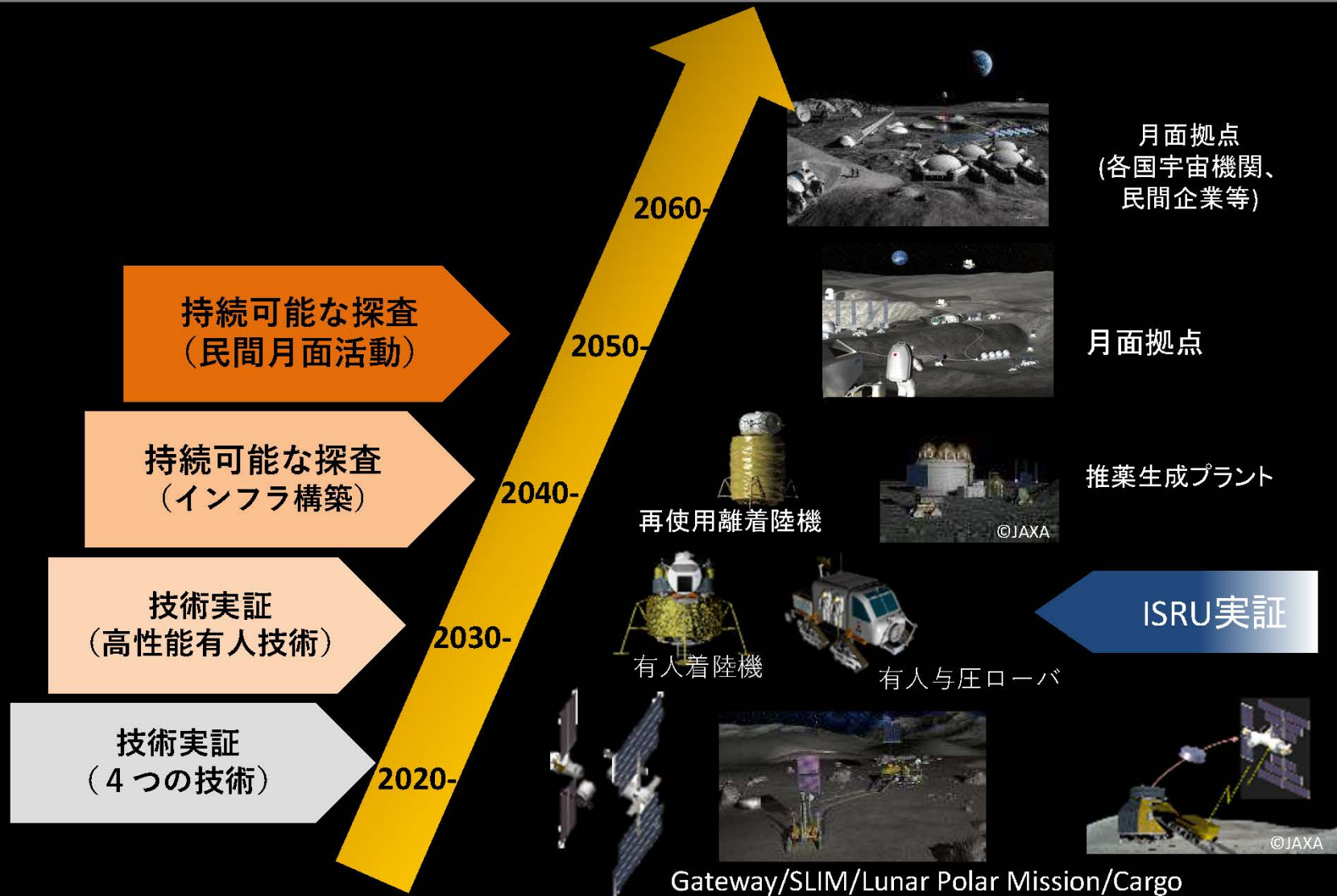




# 今後の方向性：国際宇宙探査シナリオ



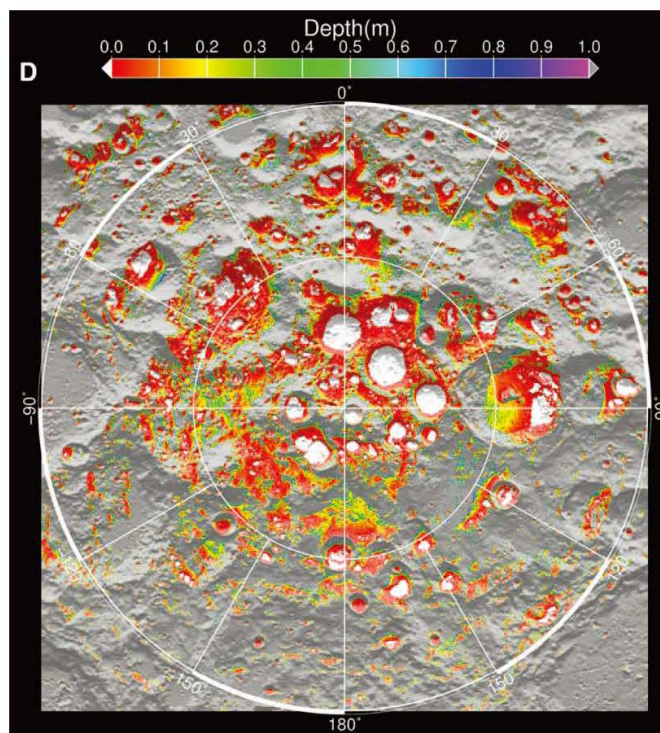
# JAXA 月探査 長期ロードマップ



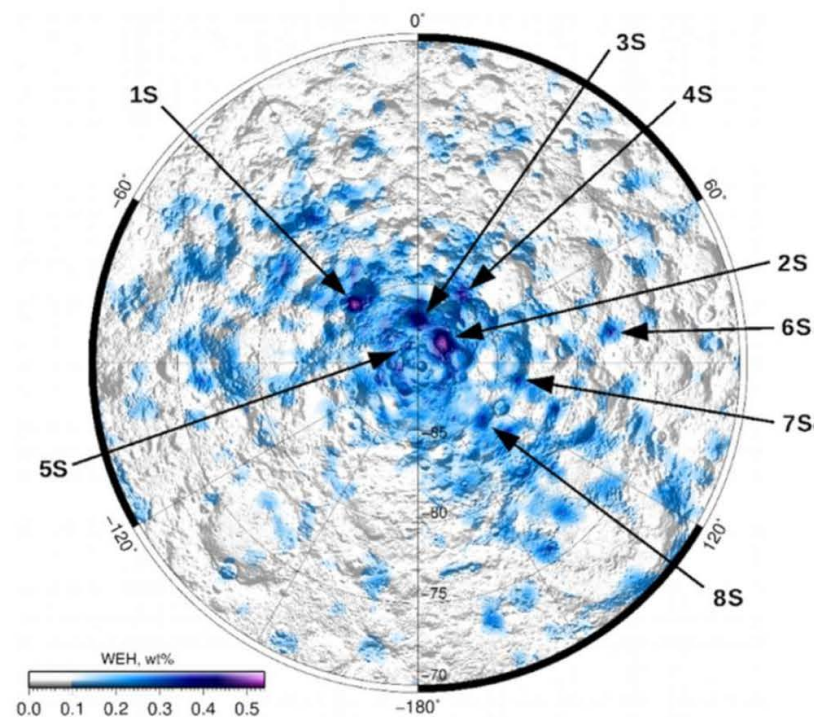


## 水氷の存在可能性(1/2)

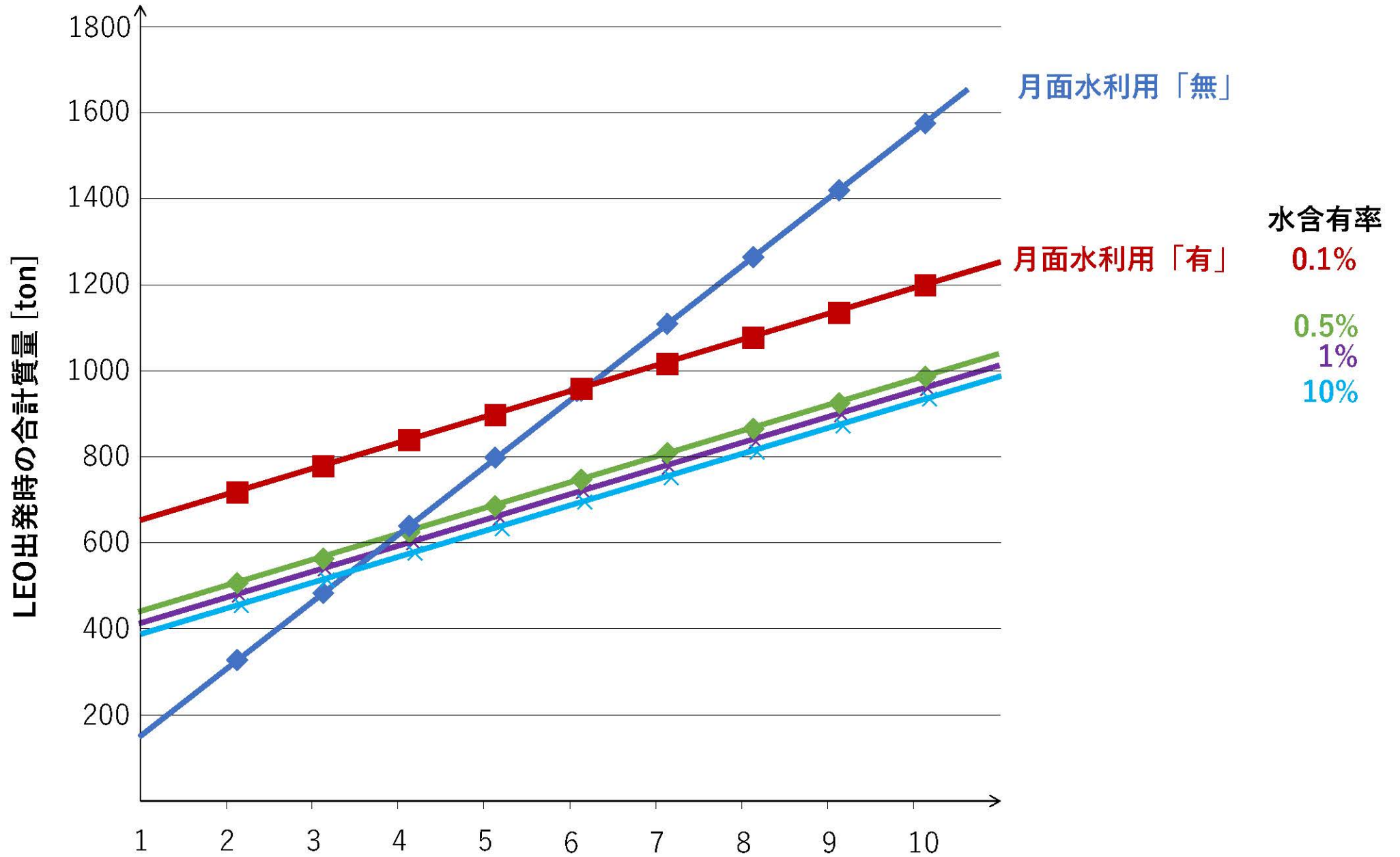
- 月極域には長期間にわたって彗星・小惑星・太陽風によりもたらされた水氷（あるいは水素）が保存されていると考えられている。



観測データをもとにシミュレーションにより推定された水の分布。白は地表に存在、灰色は温度が高いため地下1mの深さまで水が存在しないことを示す。図の中心は南極点、外側の円は緯度80度。Science誌(2010年)より引用。



LROの中性子観測データをもとに推定された水の分布。水素の存在量を水の量に換算して示している。図の中心は南極点、外側の円は緯度70度。A.B. Sanin et al., Hydrogen distribution in the lunar polar regions, Icarus 283 (2017)より引用。





# 月周回有人拠点(ゲートウェイ)への参画

## ■ゲートウェイの役割

- ✓ 月面へのアクセスや物資補給拠点としての機能
- ✓ 月-地球間の通信拠点としての機能
- ✓ 宇宙実験の研究室としての機能

## ■日本の役割(1)

ゲートウェイの生命維持/環境制御システム  
(CO<sub>2</sub>除去、微量ガス除去、酸素分圧制御等)

開発中

## ■日本の役割(2)

ゲートウェイへの物資補給

開発研究



# 月面探査計画(ロボティクス)

SLIMプロジェクト  
(重力天体着陸)

運用中

- ✓ 高精度な着陸技術と小型軽量な探査機システムの実現

着陸機



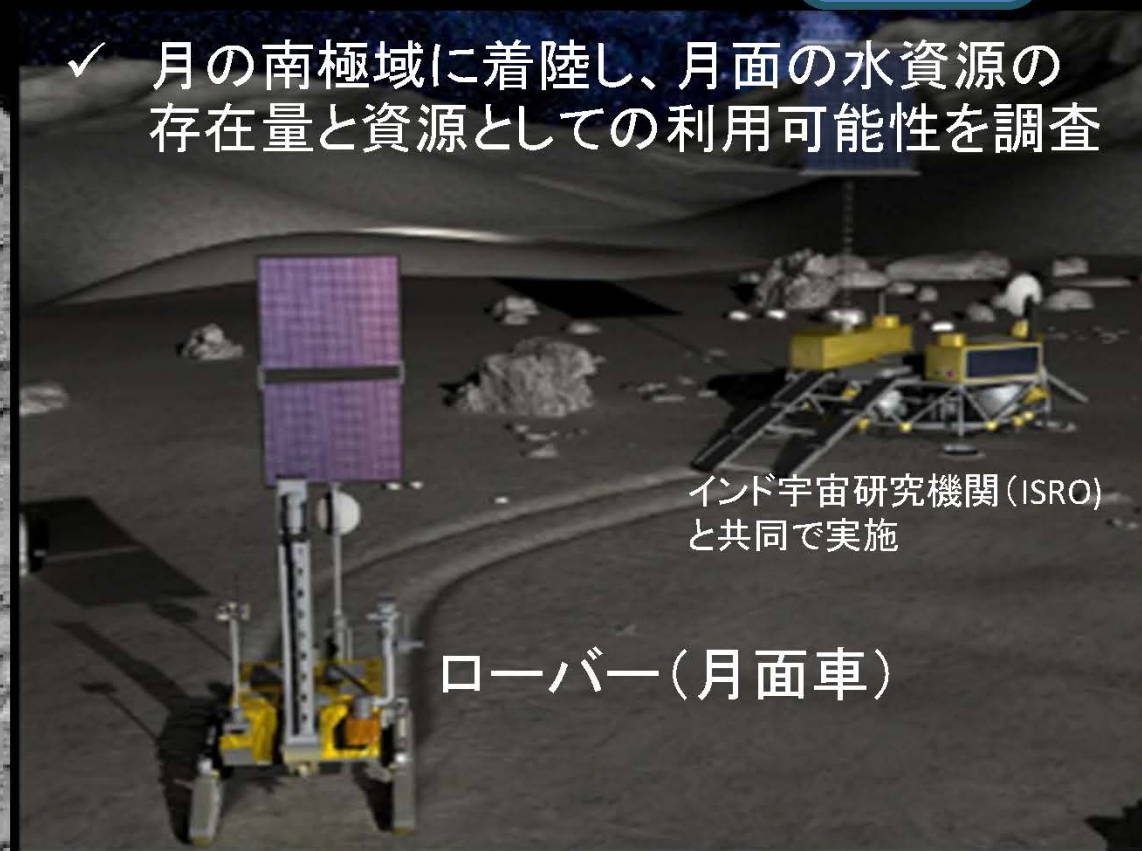
月極域探査機(LUPEX)プロジェクト  
(表面探査)

開発中

- ✓ 月の南極域に着陸し、月面の水資源の存在量と資源としての利用可能性を調査

インド宇宙研究機関(ISRO)  
と共同で実施

ローバー(月面車)





# 有人月面探査への貢献

## 有人圧ローバ

開発研究

- ✓ 居住機能と移動機能を併せ持つことで、探査領域を格段に拡大（2020年代後半の月面展開を目標）
- ✓ トヨタ社がシステムインテグレーション
- ✓ 月面走行技術、燃料電池開発研究等に取り組み中



©JAXA/TOYOTA



開発研究

## 中型月着陸実証機

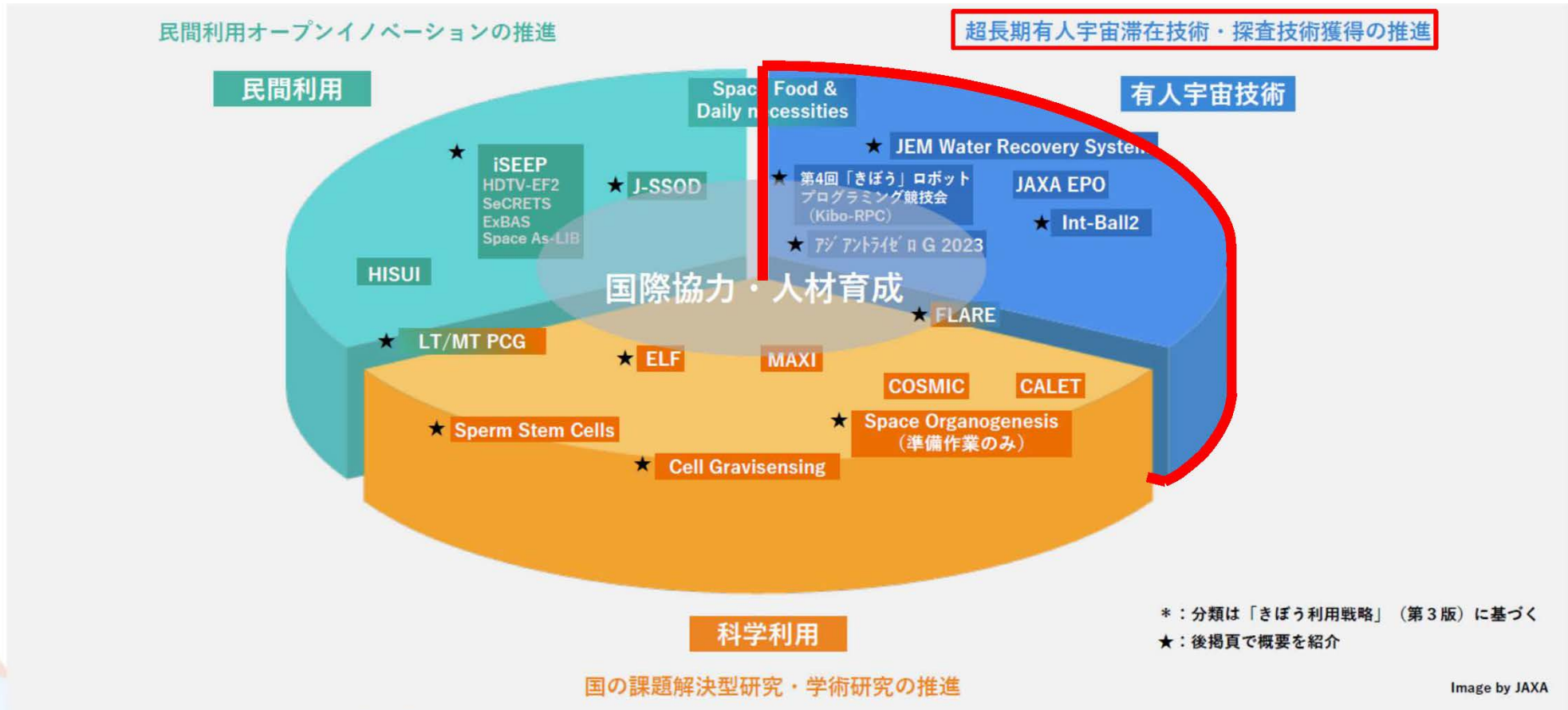
- ✓ 月面への物資輸送（3トン目標）によるアルテミス計画への貢献
- ✓ 基幹ロケット発展型での打上げを前提とした独自の中型月着陸実証機のコセプト検討





*Artistic*

# ISS長期滞在中に実施予定の利用ミッション（抜粋）\*



微小重力及び有人閉鎖環境を活用した二酸化炭素除去に関する軌道上技術実証を行い、環境制御・生命維持システム（ECLSS）の確立に貢献

### DRCS（Demonstration of Removing Carbon-dioxide System）※とは

- 有人宇宙滞在技術の二酸化炭素除去システムについて、軌道上実証によるシステムコンセプトの確認を行い、将来有人探査におけるフライト品の検証試験と運用計画に反映する技術データ・知見を蓄積します。
- 軌道上実証で得られたデータを地上実証データと比較評価し、実環境における二酸化炭素除去システムの運用技術に関する知見を取得します。また、フライト品開発に対する地上検証の有効性を確認します。

### 本実証の意義

- 得られた知見により、Gateway I-HABに搭載される二酸化炭素除去システムの信頼性向上及び運用計画立案に貢献することができます。
- ECLSS主要システムである二酸化炭素除去の軌道上運用実績を通じて日本の技術力を示すことで、将来有人宇宙探査における国際的プレゼンスを高めることができます。
- 二酸化炭素除去システムの技術成熟度を上げ、JAXA 空気再生システムの技術レベル底上げを図ることができます。

※本実験は、古川宇宙飛行士長期滞在期間後のInc71で実施予定です。



二酸化炭素除去システム軌道上実証のフライト品 Image by JAXA



## JEM船内可搬型ビデオカメラシステム実証2号機

### ISS内を飛び回る撮影ロボットで宇宙飛行士の作業時間を軽減！

#### Int-Ball2 (Internal Ball Camera2) とは？

- Int-Ball2は地上の管制官の操作によりISS内を飛び回り、写真や動画の撮影を宇宙飛行士の代わりに行うことで、宇宙飛行士の作業時間を大幅に軽減することを目的としています。
- 2017年に打上げ、ISSにて無重力空間での姿勢・移動制御に関する基本実証を行ったInt-Ball初号機の後継機です。自動でドッキングステーションに戻り充電できることや、強い推力、ターゲットマーカなしでの自己位置推定が可能、などの改良を行っています。



Int-Ball2の地上試験の様子 Image by JAXA

#### 本実験の意義

- 「きぼう」日本実験棟内での写真・動画撮影は、宇宙飛行士がカメラを自身で準備して実施していますが、地上からの遠隔操作によりInt-Ball2が行うことで、その準備や撮影に要する宇宙飛行士の作業時間を軽減し、最終的にはゼロにすることができます。
- 将来の有人宇宙活動に向けて、自己位置姿勢推定技術の船内環境（閉鎖空間・動的環境変化）への適合などの新規技術の獲得が期待されます。



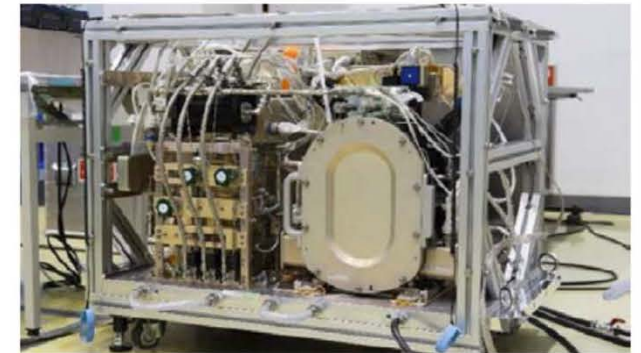
Int-Ball2の外観 Image by JAXA

## 火災安全性向上に向けた固体材料の燃焼現象に対する重力影響の評価

重力影響を考慮した世界初の材料燃焼性評価手法で宇宙火災安全性を向上させ、有人宇宙探査の安全・安心と材料選択の自由度拡大に貢献

FLARE (Fundamental Research on International Standard of Fire Safety in Space -base for safety of future manned mission-) とは

- 世界初となる、**重力影響を考慮した固体材料の燃焼限界評価手法**※について、軌道上実験による妥当性検証を行い、日本発の新手法の国際的な利用実現を目指します。
- 1Gでは自然対流により発現し得ない低速の周囲流条件において、固体材料上の持続的な火炎燃え広がりが起こる限界酸素濃度等のデータを、様々な材料について取得します。



固体燃焼実験装置 (Solid Combustion Experiment Module: SCEM) 外観  
(FLARE利用テーマで使用する実験装置) Image by JAXA

### 本実験の意義

- 微小重力環境において、材料の燃焼性が地上と比べてどの程度変化するのかを、定量的に評価することが可能となります。
- 民間宇宙ステーションを含め、微小重力環境で運用される**有人宇宙施設や宇宙船における火災防止のための適切な材料選定基準の制定**に貢献します。
- 新手法は微小重力環境だけでなく、月面のような低重力環境での材料可燃性評価にも活用可能であるため、有人宇宙探査で使用される居住施設や与圧ローバ等での火災防止に向けた基準としても役立てることが出来ます。
- 新しい材料燃焼性評価手法は、**宇宙機関のみならず民間での活用も容易であるため、日本製材料を含む材料選択の自由度拡大、民間宇宙利用における負担軽減につながる**ことが期待されます。