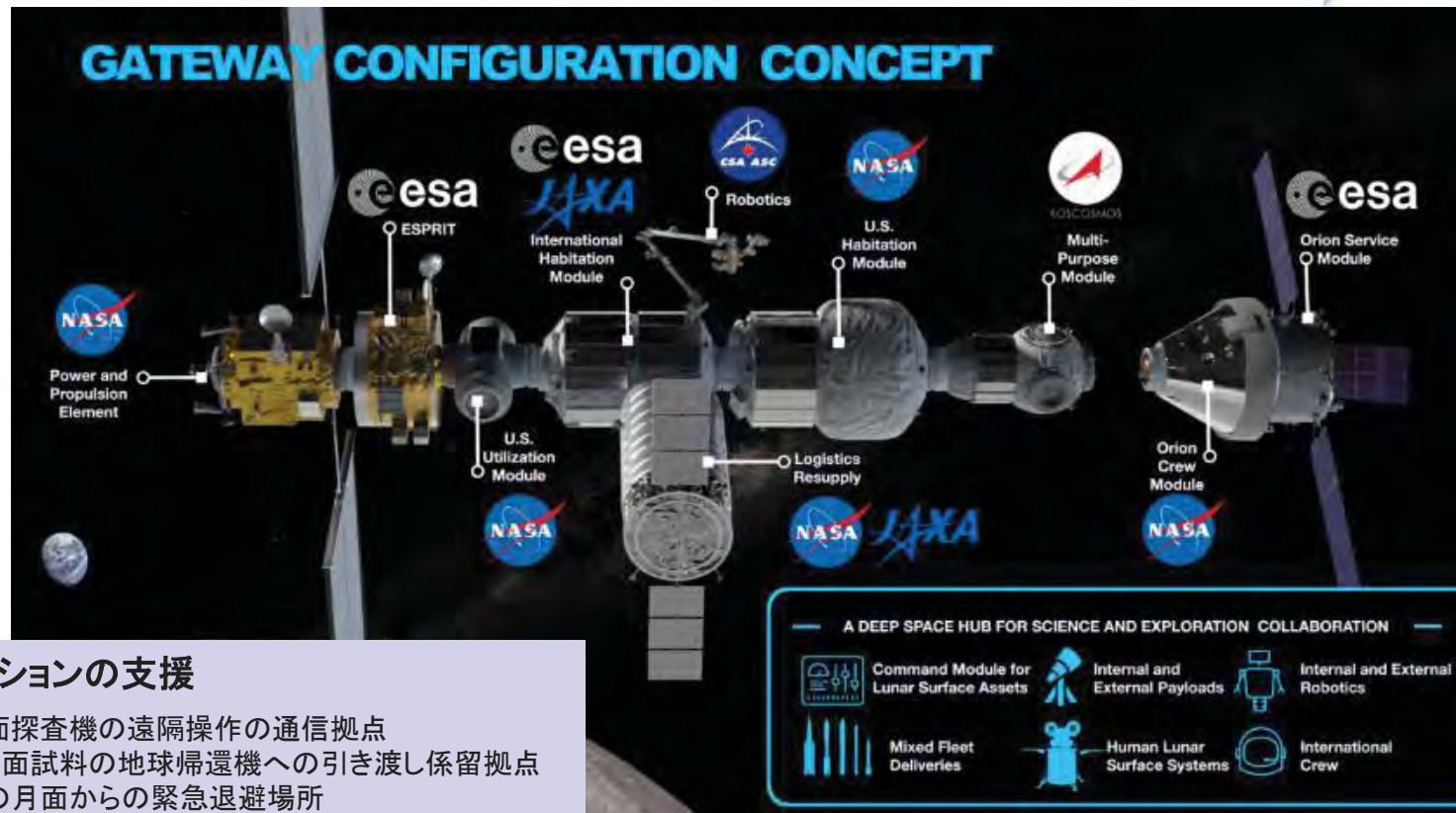


## 【参考1】月周回有人拠点(Gateway)計画



### ①月面・月近傍探査ミッションの支援

- ・地球-月通信の中継点、月面探査機の遠隔操作の通信拠点
- ・月離着陸機の発着拠点、月面試料の地球帰還機への引き渡し係留拠点
- ・有人月面探査実施の場合の月面からの緊急退避場所

### ②深宇宙環境を利用した科学実験

- ・外部に据え付けた機器による月、地球、太陽系の科学観測
- ・有人支援による、より詳細な探査活動、深宇宙環境での有的人生理学実験
- ・月面や太陽系からの探査試料の一次選別
- ・ミッションを行う小型衛星、キューブサットの放出と通信の中継

### ③火星探査へ向けた準備(技術実証、デモンストレーション)

- ・深宇宙輸送と居住能力(放射線防護対策を含む)の技術実証
- ・自律的なクルー運用手順やわずかな補給環境での運用実証
- ・遠隔操作技術の確立、宇宙機の維持と燃料補給技術の実証
- ・火星への輸送機の組立と点検

## 【参考2】 Gateway計画 - 国際宇宙ステーションとの比較



	国際宇宙ステーション(ISS)	Gateway
大きさ	約108.5m × 72.8m (サッカー場)	下図参照
質量	約420トン	約43トン
組立フライト回数	43回	7回
宇宙飛行士滞在日数(年間)	365日(常時)	10~30日
滞在宇宙飛行士の人数	6人	4人
食料、消耗品(年間)	2,190人日分	40~120人日分



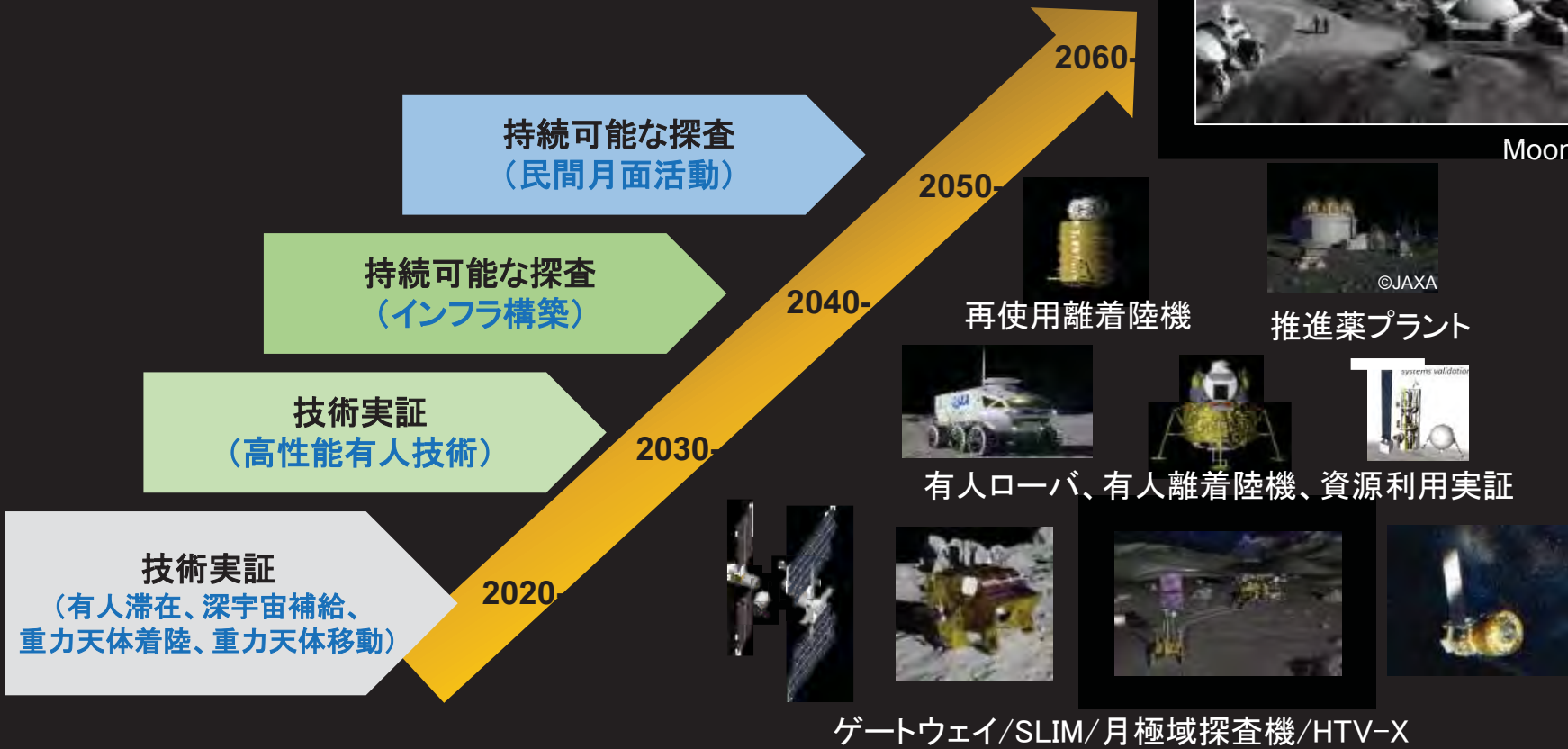
# 【参考3】JAXAの月探査長期的ロードマップ



(参照)  
「日本の国際宇宙探査シナリオ (案) 2019」  
<http://www.exploration.jaxa.jp/news/20200225.html>



Moon Base





# 【参考4】2030年代の月面活動イメージと関連技術開発

宇宙機関/  
国際協働

ロケット



宇宙機関/  
国際協働

月周回ステーション  
(Gateway)

検疫

月周辺小型衛星インフラ構築

・大学研究室や通信事業者が小型・超小型衛星を活用した測位・観測・通信インフラ構築を検討中。

民・大学実証→民主体

月面離着陸船

・月面で生成された酸素、水素を使ったエンジンシステム、極低温推進剤の断熱技術を研究中。

宇宙機関

共同開発→民間移管へ

建設業界

月面多目的軽量建機

・建設業者が軽量化建機システム技術などを検討中。

月面無人探査ローバ

・民間や学界が開発する小型ローバの活用による、多面探査・三次元探査・サンプルリターン等も視野に検討中。

製造・電気業界

宇宙機関

共同研究・  
開発→民間移  
転

月面植物工場

・先端農業関連企業や農林系大学が植物栽培システムや閉鎖系環境循環技術などを検討中。

農林・食品  
研究企業

共同研究  
開発→民間移  
転

通信業界

月面通信塔・通信局

・通信事業者が、月・地球間通信インフラ構築や光通信技術などを検討中。

共同開発→民主体

エネルギー業界

月面発電施設

・太陽電池メーカーが、次世代太陽電池デバイスや小型軽量・高効率電源技術を検討中。

共同開発  
→民主体

IT/ゲーム業界

月面活動（調査/エンタメ）

VR技術やソフトウェア技術により調査を行うとともに、エンターテインメントに活用する。

建設/プラント業界

月面資源利用プラント

・建設業者やプラント業者が、無人遠隔施工技術や水素・酸素生成プラントなどを検討中。

共同開発

船外宇宙服

現状、国際協力を前提で検討中

自動車業界

月面有人と圧ローバ

・JAXA/産業界の共同研究において、月面走行技術、燃料電池開発研究等に取り組み中。  
・有人と圧ローバが拓く月面社会に関する勉強会を開催中。

共同開発

医療・健康業界

建築業界

月面居住施設

・建設業者やハウスメーカーが、スマートハウス建築技術や軽量断熱材料研究などを検討中。  
・食品業者が保存食技術等で宇宙食開発を検討中。

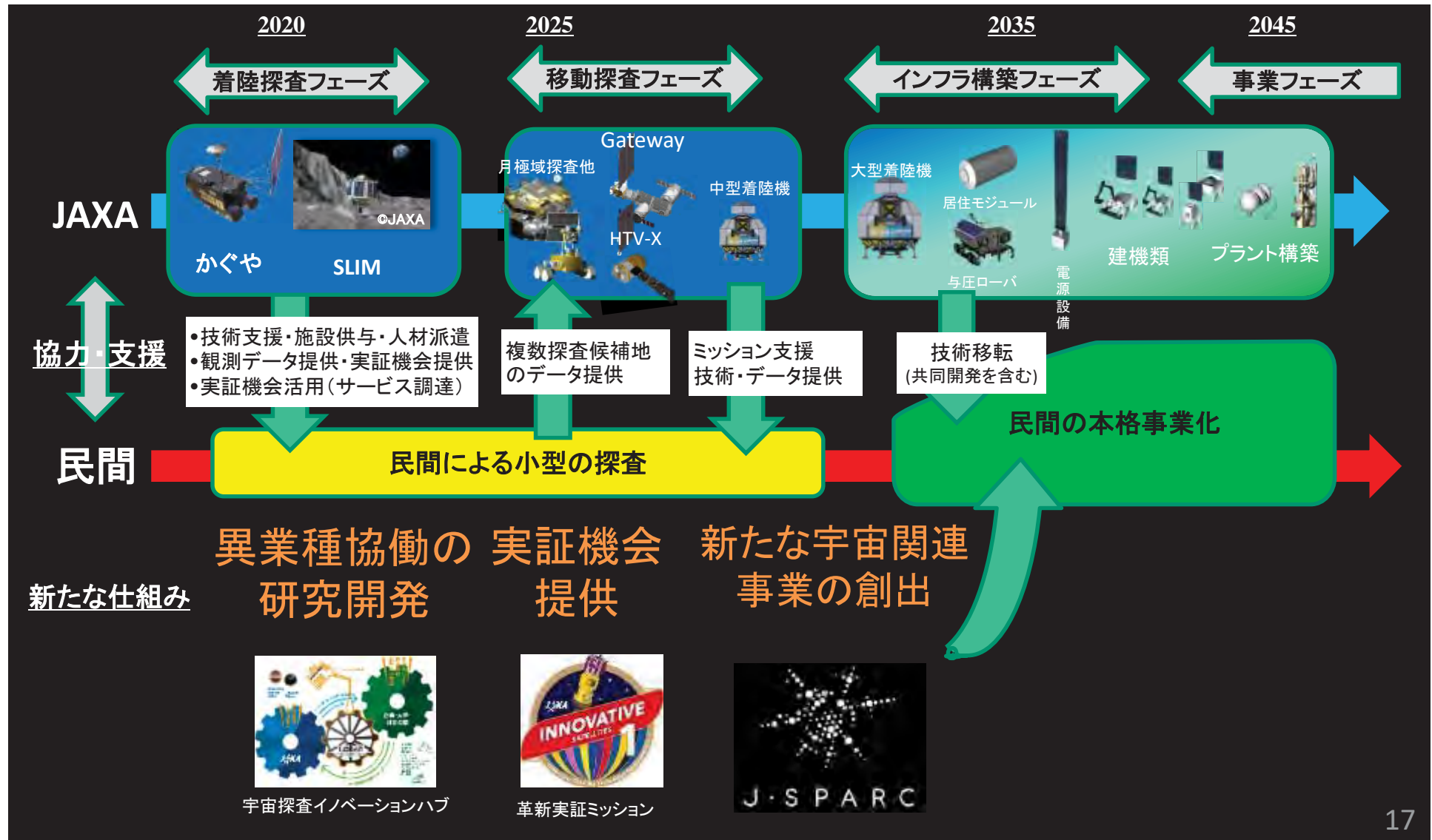
共同開発  
→民主体

Lunar Base

## 【参考5】持続的な探査活動に向けた取組み



- 持続的な探査活動を進めるには、従来にない技術を有する非宇宙産業や新たな発想を持つスタートアップの参画が不可欠。
- 本格的な月での活動に向けた段階的な連携取組みについて検討・推進中。



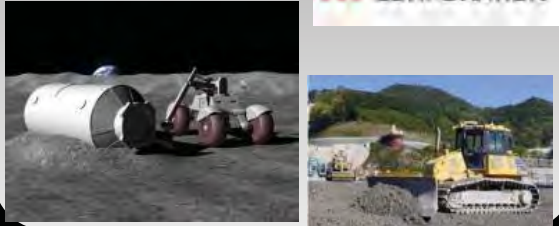
持続的な探査活動に向け、民間企業等との連携を推進中。

【取組み例】

宇宙探査イノベーションハブ  
異業種協働の  
研究開発



建設



食料生産



イノベーションハブには100以上の  
社・機関が参加

革新実証ミッション  
実証機会提供



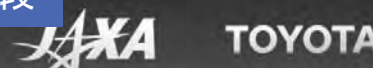
民間等による小型衛星等の実証機会提供

民間の月面探査との連携

民間の探査ミッションのデータ活用等

企業との共同研究

移動手段



与圧ローバ勉強会には100社以上  
が参加

J-SPARC  
新たな宇宙関連  
事業の創出



アバター(遠隔存在技術)



AVATER-XIには30以上の社・団体が参加

宇宙食 (SPACE FOODSPHERE)



SPACE FOODSPHEREには  
40程度の企業が参加



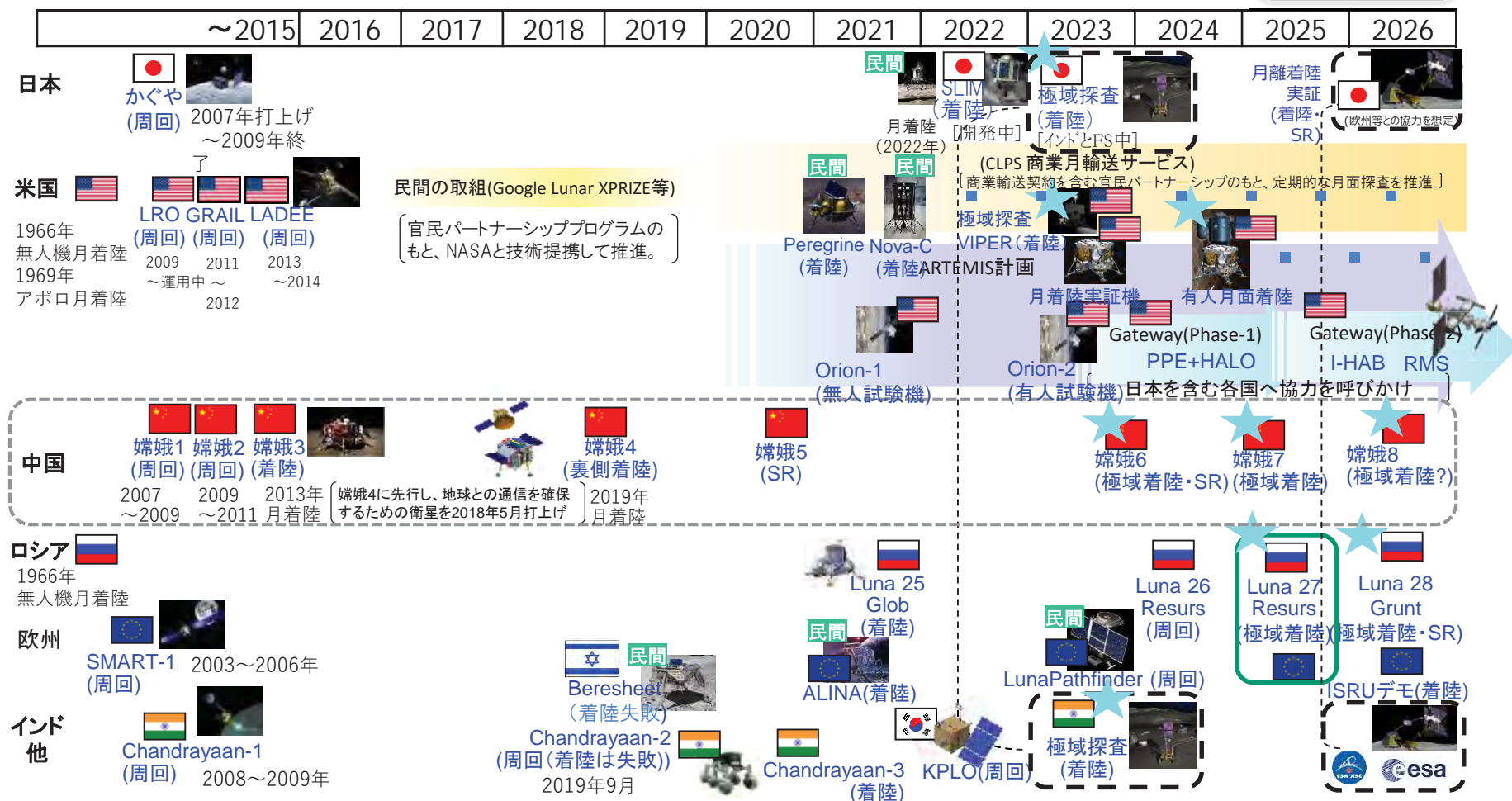
# 【参考7】月探査をめぐる各国の動向



- 月面：2018年以降、主要国は多くの月面探査ミッションを計画。  
 米国は官民パートナーシップも活用し、2024年に有人月面着陸を計画。  
 2020年代前半には米露欧日中印等が月極域への着陸探査を計画(月の水氷や高日照率域に高い関心)。

- 月近傍：米国は月周回有人拠点(Gateway)を構築する計画を示し、各国に参画を呼びかけ。

★：極域着陸ミッション  
 SR：サンプルリターン





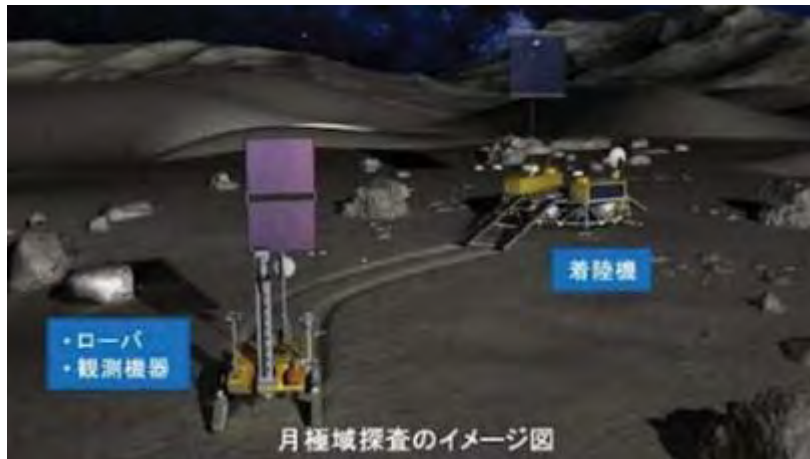
補 足



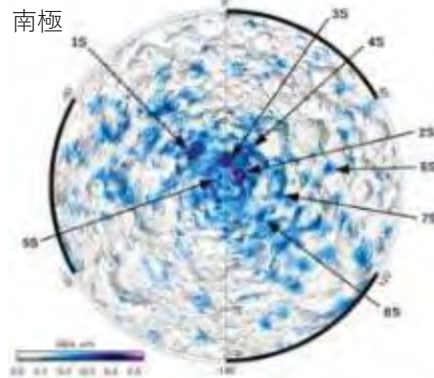
## 【補足1】 月極域探査ミッション



- 月の極域には一定量の水が存在すると考えられており、各国は2020年代前半に、この水資源の利用可能性調査を目指した月極域探査を計画している。
- 我が国も各国に遅れることなく、重力天体探査技術の確立とともに、月極域における水の存在量や資源としての利用可能性の確認を目的とした月極域探査ミッションをインド等との国際協力により実施する。(2023年度打上目標)
- 当然ながら、水資源の利用可能性の確認のみならず、科学的な研究(地球・月系にもたらされた水の起源に関する知見(生命の起源)の獲得等)にも貢献する。



月極域探査のイメージ図



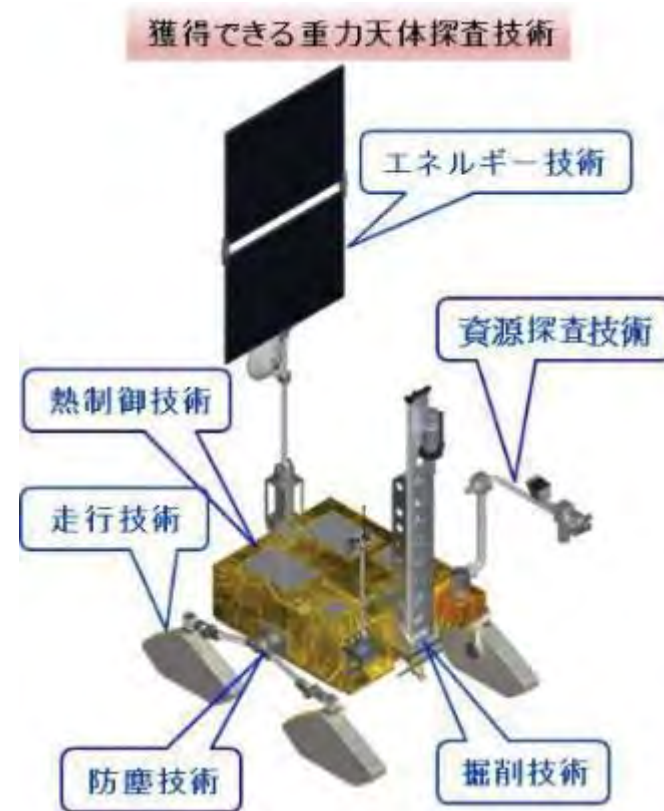
南極  
LROの中性子観測データをもとに推定された南極の水の分布。A.B. Sanin et al., 2017



国際分担の一例

ローバ、  
ロケット  
観測器  
日本主担当

着陸機  
インド主担当



獲得できる重力天体探査技術

エネルギー技術

資源探査技術

熱制御技術

走行技術

防塵技術

掘削技術

## 【補足2】 月面有人と圧ローバ



- JAXAでは、月面探査において日本が提供する要素(候補)についてシステム概念検討を実施中(有人離着陸機、有人と圧ローバ、推薬生成プラント等)。
- トヨタ社は、2017年8月より有人月面ローバの本格的な検討を開始。
  - 耐久性・走破性及び燃料電池の優位性とシステム成立性を確認。厳しい環境下で技術を磨くことにより、地上の技術へのフィードバックを目指す。
- 2019年5月より、JAXAとトヨタ社は、有人と圧ローバの構想、必要な技術要素・研究課題の洗い出し及び研究開発計画の共同研究を開始。また、JAXA-NASA間でも共同検討を進めている。

### 有人と圧ローバシステムの一次案

- ・ 全長×全幅×全高 6.0m×5.2m×3.8m (マイクパス約2台分)
- ・ 居住空間13m<sup>3</sup> (4畳半ワルム程度)
- ・ 2名滞在可能
- ・ 燃料電池によるトータル1万キロの月面走行
- ・ 水素・酸素 満充填で1,000km走行
- ・ クルーが安全に確実に移動できる走行性能と自動運転機能



# 【補足3】 持続的な探査への取組み - 実証機会の提供



- 「2019年度 月周回を中心とした超小型探査機ミッションに関する情報提供要請 (RFI)」において、60件以上の提案が、大学、企業やスタートアップから寄せられており、実証機会の提供に向け検討中。



## 科学観測

(例: 月面観測、環境観測等)  
月以遠の深宇宙探査においても  
小型探査機が期待されている。



## 民間ビジネス実証

(例: 通信・測位)  
月面活動の支援に民間サービス  
事業が期待されている。



## 技術実証

(例: エンジン)  
日本が国際的に超小型探査技術  
でリードすることを目指す。

H3ロケット相乗り  
機会提供



SLS-2ロケット相乗り  
機会提供



SLS: Space Launch System

イプシロンロケット  
実証機会提供



HTV-Xから  
月周回軌道放出



ゲートウェイから  
月周回軌道放出





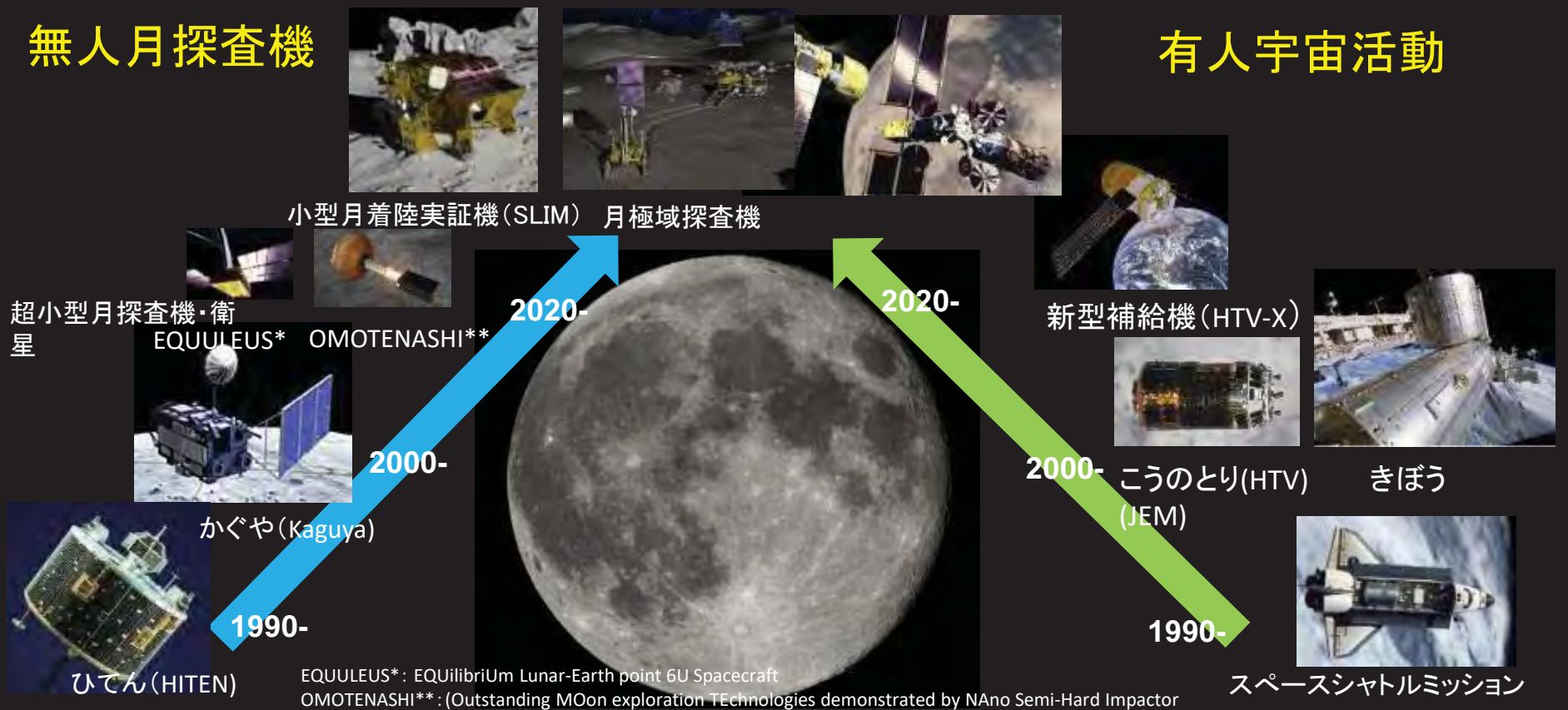
## 【補足4】 JAXAの持続的な月探査への道のり



- JAXAでは、これまでの科学探査やISSにおける有人宇宙活動で培った技術・知見を活かした月探査を計画中。
- 月探査は、深宇宙探査に向けた技術実証、国際プレゼンスの確保の観点でも意義が大きい。

### 無人月探査機

### 有人宇宙活動





## 【補足5】 JAXAにおけるサンプルリターンミッション

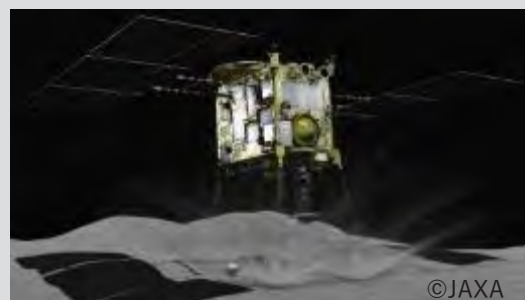


### はやぶさ (2010年6月帰還)



小惑星「イトカワ」に向かって飛行する小惑星探査機「はやぶさ」(想像図)

### はやぶさ2 (本年12月帰還予定)



「はやぶさ2」小惑星タッチダウン(想像図)

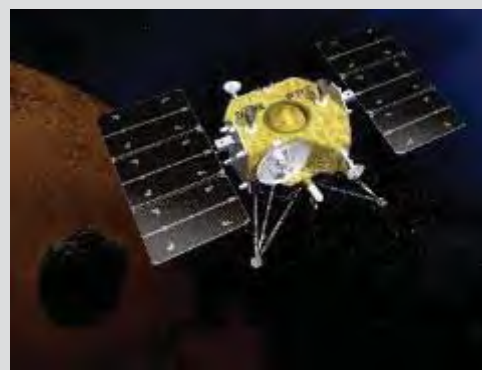


©JAXA、東大など  
小惑星リュウグウ

世界初の小惑星からのサンプルリターンに成功した「はやぶさ」、現在運用中の「はやぶさ2」で、日本は世界の小天体探査をリードする。地球圏外の天体からサンプルの採取・回収に成功したのは日米のみ。

### 火星衛星探査計画(MMX) (2024年度打上げ予定)

はやぶさ、はやぶさ2により、世界を先導する我が国の小天体探査・サンプルリターン技術を活かし、「太陽系で最重要な未踏峰」である火星衛星からのサンプルリターン探査に挑戦。



フォボスに接近するMMX(想像図)



火星の衛星：フォボスとダイモス  
(衛星サイズ誇張)