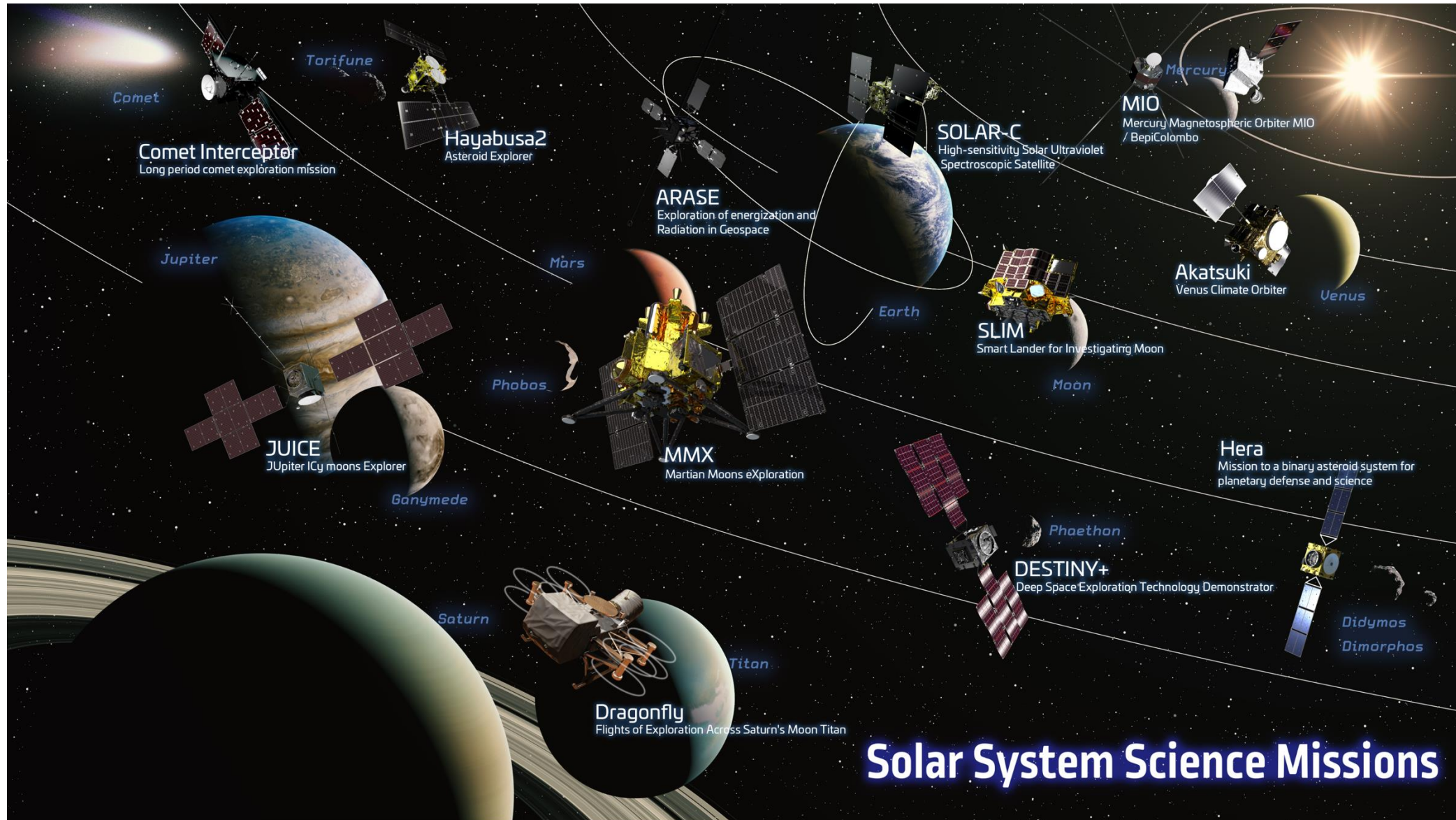


日本の宇宙科学観測とCALETの成果への期待

JAXA宇宙科学研究所

研究総主幹 吉田 哲也





Solar System Science Missions

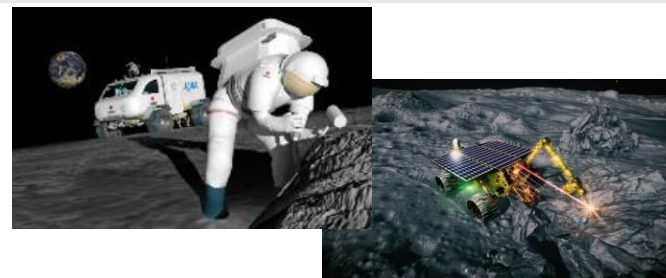




宇宙基本計画（令和5年6月13日策定）（（a）宇宙科学・探査 【太陽系科学】 抜粋）

（略）アルテミス計画による月面活動の機会（有人と圧ローバの活用を含む。）を活用し、「月面における科学」（i. 月面からの天体観測（月面天文台）、ii. 重要な科学的知見をもたらす月サンプルの選別・採取・分析、iii. 月震計ネットワークによる月内部構造の把握）の具体化を進める。「月面における科学」の研究の実施及び必要な要素技術の開発のため、小型月着陸実証機（SLIM）技術を維持・発展させた月探査促進ミッションと、可能な限り民間サービスを活用していくことについて検討を進める。

	i .月面からの天体観測 （月面天文台）	ii .重要な科学的知見をもたらす月サンプルの選別・採取・分析	iii .月震計ネットワークによる月内部構造の把握
科学的意義	<u>低周波電波天文観測による宇宙初期への理解促進</u> <u>低周波電波天文学</u> 月面裏側で波長1-50MHz帯の電波干渉計での観測実施。 - 天文形成前の宇宙最初期における中性水素21cm線の情報を捉え、初期の密度ゆらぎを直接観測 - インフレーションによる物質密度の揺らぎ観測 - 系外惑星のオーロラ観測	<u>太陽系形成過程や地球冥王代の様相の理解促進</u> <u>月の起源と初期の分化過程→月形成直後に固化した始原地殻岩（純粋斜長岩）</u> 始原地殻岩露頭から試料採取し、元素・同位体組成や形成年代を決定。月形成時のバルク組成を決定することで月形成条件を制約。 <u>太陽系初期における天体衝突史→巨大天体衝突によって熔融した衝突熔融岩</u> 衝突盆地の衝突熔融岩帯の露頭から試料採取し、その形成年代を決定。45億年前から38億年前までの衝突頻度の時間履歴を復元することで、巨大惑星の軌道移動の有無、その時期や規模を制約。	<u>月の起源や進化・分化、天体進化の基本過程の理解促進</u> 月の正確な一次元内部構造及び地質構造による内部構造の違いの解明。
月の優位性	月は大気（電離層含む）がなく、また特に月裏面は地球からの電波妨害がなく天体観測において良好な環境	天文進化の早期段階で停止した月表面には天体衝突の記録残存	天文進化の早期段階で停止した月は天体進化の基礎過程理解の最適研究対象





- 米欧中は火星有人探査時代を見据え、トップダウンで火星探査が立案・実施中
- 今後15年間は火星表面からのサンプルリターン計画が中心的な計画
- 日本も国際宇宙探査の取り組みの中で、火星へ科学の取り組みについても言及

宇宙基本計画 ((a)宇宙科学・科学探査【太陽系科学】抜粋)

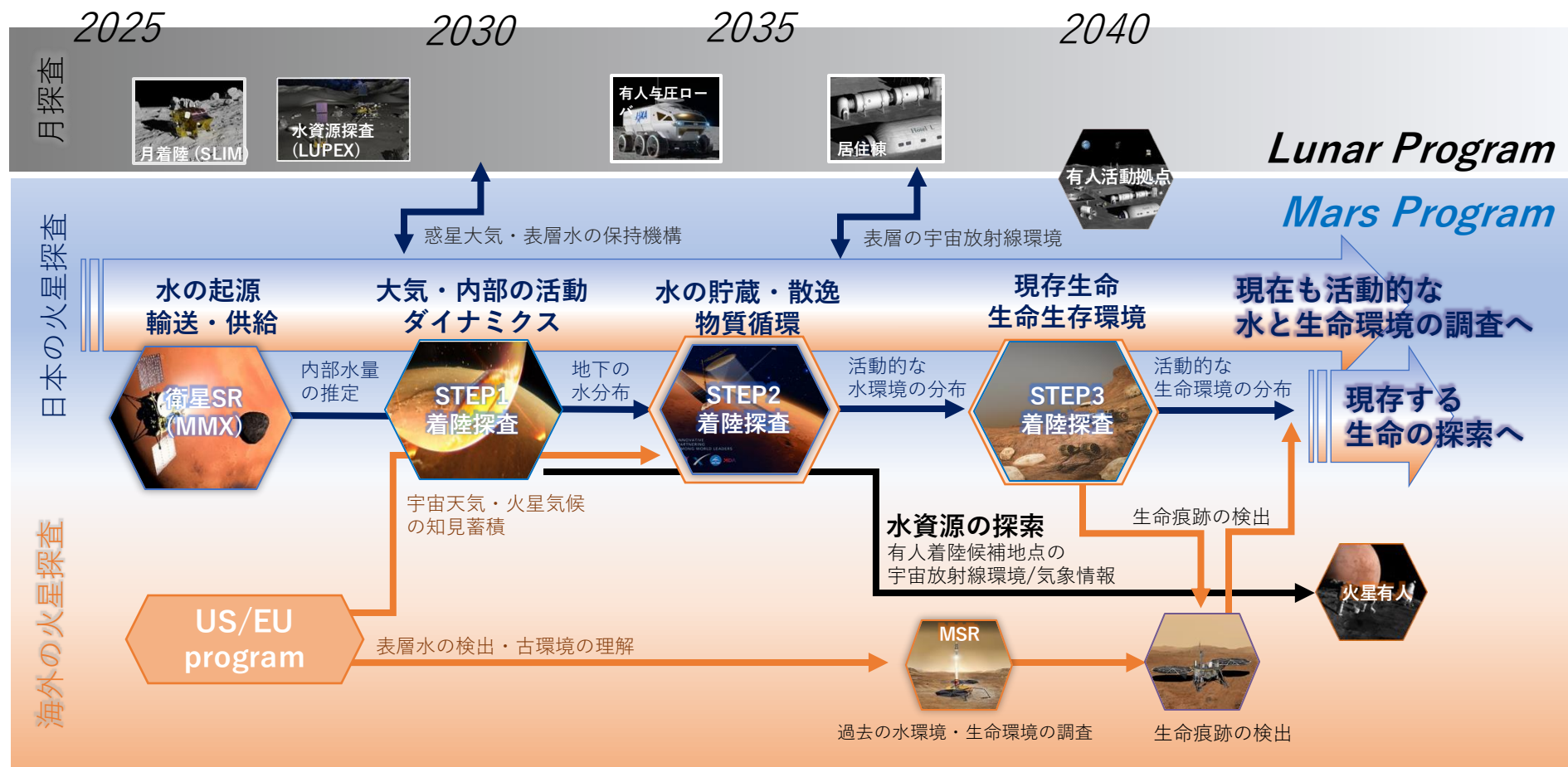
同時に、アルテミス計画との連携を視野に、月及び火星について科学的成果の創出及び技術面での先導的な貢献を図る。（中略）火星本星の探査については、米国と中国による大規模な計画が先行する中、将来の有人探査に向けて、2030年代には国際的な役割分担の議論が開始される可能性があるため、2040年代までの長期的視点を持って、我が国が有利なポジションを得るために、産学のリソースを最大限に活用して、米中を始め他国が有していない我が国の独創的・先鋭的な着陸技術・要素技術等の発展・実証を目指すとともに、火星本星の探査に関する検討を行う。



- 現状出遅れている火星着陸技術は、一朝一夕には獲得は困難。MMXや月探査の技術蓄積に加え、火星環境特有の技術についても民間企業等への蓄積を戦略的に進めることが重要。
- 政策文書でも示されている火星本星の探査の確実な実現に向けて、月面3科学の技術展開も想定しており月面における早期及び着実な技術実証が必要不可欠。引き続きJAXAやコミュニティで火星探査においても議論を進め計画の具体化を進める。

日本の科学コミュニティが定義した第一級の科学目標である生命の検出（Step3）とその環境の理解に迫る

- Step1 : 表層から内部に至る火星地質活動のダイナミクス
- Step2 : 水の供給・輸送・循環・散逸の過程と、現存する貯蔵量



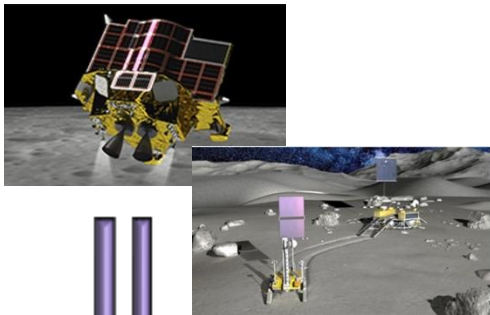


コンパクトでフットワーク軽く、火星表面の様々な場所へ観測機を輸送する仕組みを構築

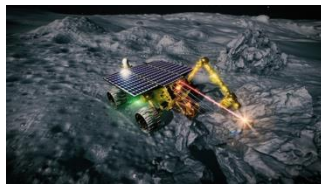
<月探査>

2020年代～

SLIM, LUPEX等



- ・推進器技術
- ・逆噴射による軟着陸技術
- ・障害物を避けたピンポイント着陸

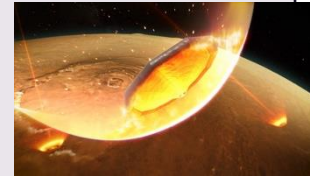


・50kg級ローバ技術

<火星本星探査（工学）>

Front-loading（2020年代～）

共通輸送機技術（OTV）
展開型エアロシエル技術
着陸機搭載機器技術



Step 1（～2030）

共通輸送機による惑星間航行の実証
展開型エアロシエルによるEDL実証
火星表面での観測運用の経験蓄積

Step 2（～2035）

国際協力の間を活用したEDL技術
の高度化実証（逆噴射による軟着陸、
空力誘導による高精度着陸）

Step 3（～2040）

エアロシエルのサイズアップにより、
科学探査のためのローバを火星表面へ

<深宇宙探査>

・共通深宇宙軌道間
輸送機(OTV)



2030年代

・深宇宙サンプルリターン
ミッション
・超小型探査機による深宇宙
マルチフライバイミッション
等…



- 宇宙科学の実験場は、科学衛星・探査機、宇宙ステーションにとどまらず、月、火星に広がろうとしている。
- 当面は「有人活動を先導する無人での科学探査」だろうが、有人活動による科学活動も決してとても遠い将来ではない

こうした状況下でのCALETへの2つの期待

- 宇宙に進出していくノウハウ（すでに獲得できているもの）
 - 月、火星での宇宙線物理学，宇宙粒子物理学？
 - 月面周回ステーションを利用した熱中性子寿命測定
 - 火星表面のリムを利用したニュートリノ観測
 - たとえ近地球であっても，宇宙線物理学，宇宙粒子物理学が宇宙空間に進出しようとするなら
CALETで獲得した技術的知見がヘリテージとして継承されなければ，後続に大きな負担となる
- 宇宙天気予報（これから獲得するもの）
 - 大気と磁場のない月での有人活動において太陽活動の予測，特に巨大太陽フレアの予測は極めて重要
 - 巨大太陽フレアからのCMEの直撃を浴びたら致死放射線量
 - 太陽圏システム科学との協働による「信頼できる宇宙天気予報」の確立への貢献