

資料10-3

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
ISS・国際宇宙探査小委員会
(第10回)H26.11.12

国際宇宙探査の長期ビジョンについて

2014.11.12

宇宙航空研究開発機構

理事 長谷川 義幸

1. 国際宇宙探査の全体像
2. 月探査をめぐる国際動向

1. 国際宇宙探査の全体像



■ 国際宇宙探査とは・・・

- 国際協力で最終的に火星有人探査を目指す活動の総体であり、実現に向けた道筋において、様々な国際協力により推進される活動である。
- 国際協力の在り方は、各国の目指す宇宙計画の下、ISS計画のようなマルチの協力で実施される多国間プロジェクトや、2国間の協力で実施されるプロジェクト（例えば無人探査プロジェクト）等、様々な組合せが考えられる。

■ 国際宇宙探査により各国が協同で目指す姿

(ISECG、図1)

- 有人探査準備としての月・火星・小惑星の無人探査(2020年代前半まで)
- 月近傍での有人活動を通じた技術蓄積(2020年代)
- 火星有人探査の実現(2030年代以降)

図1 国際宇宙探査の全体像

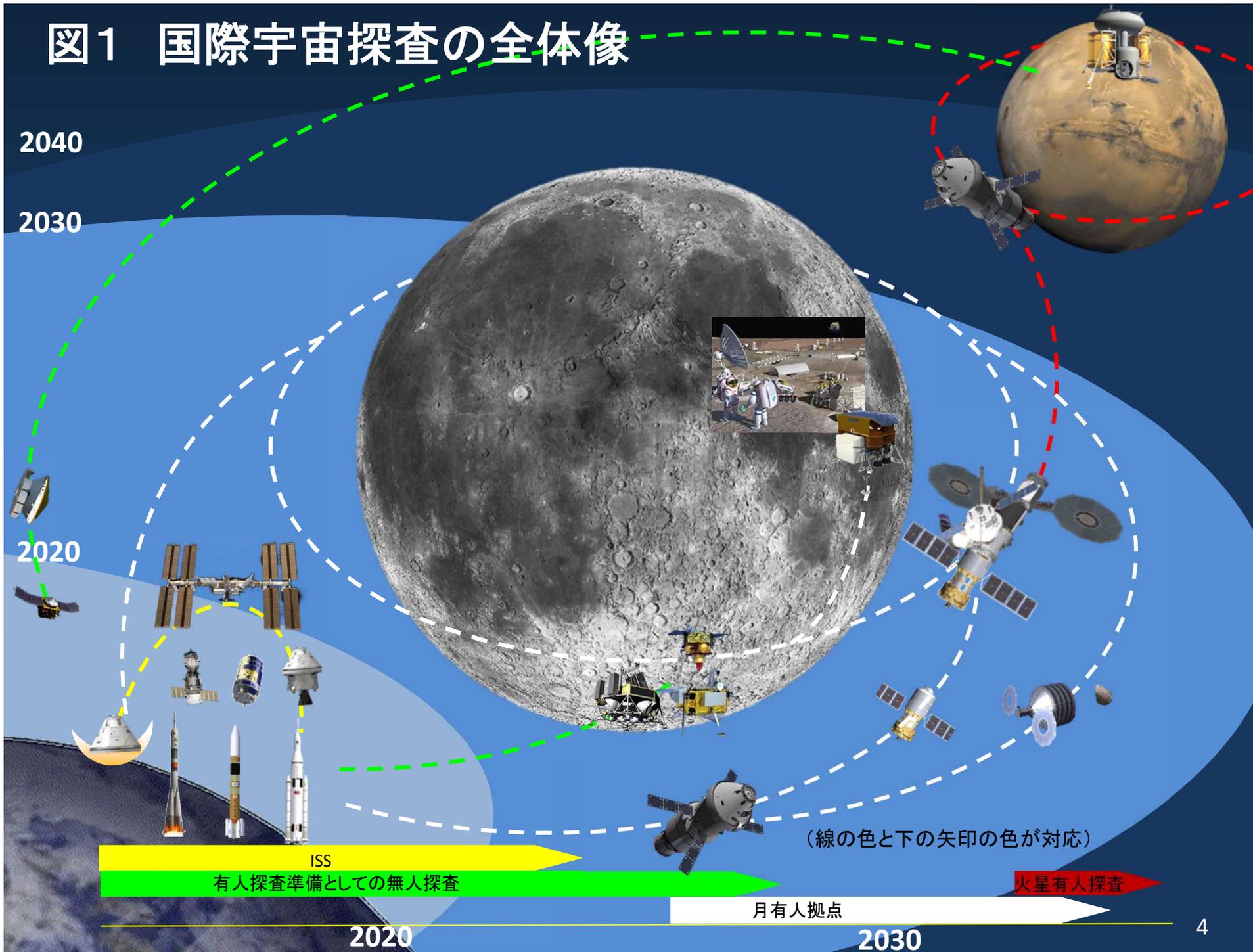
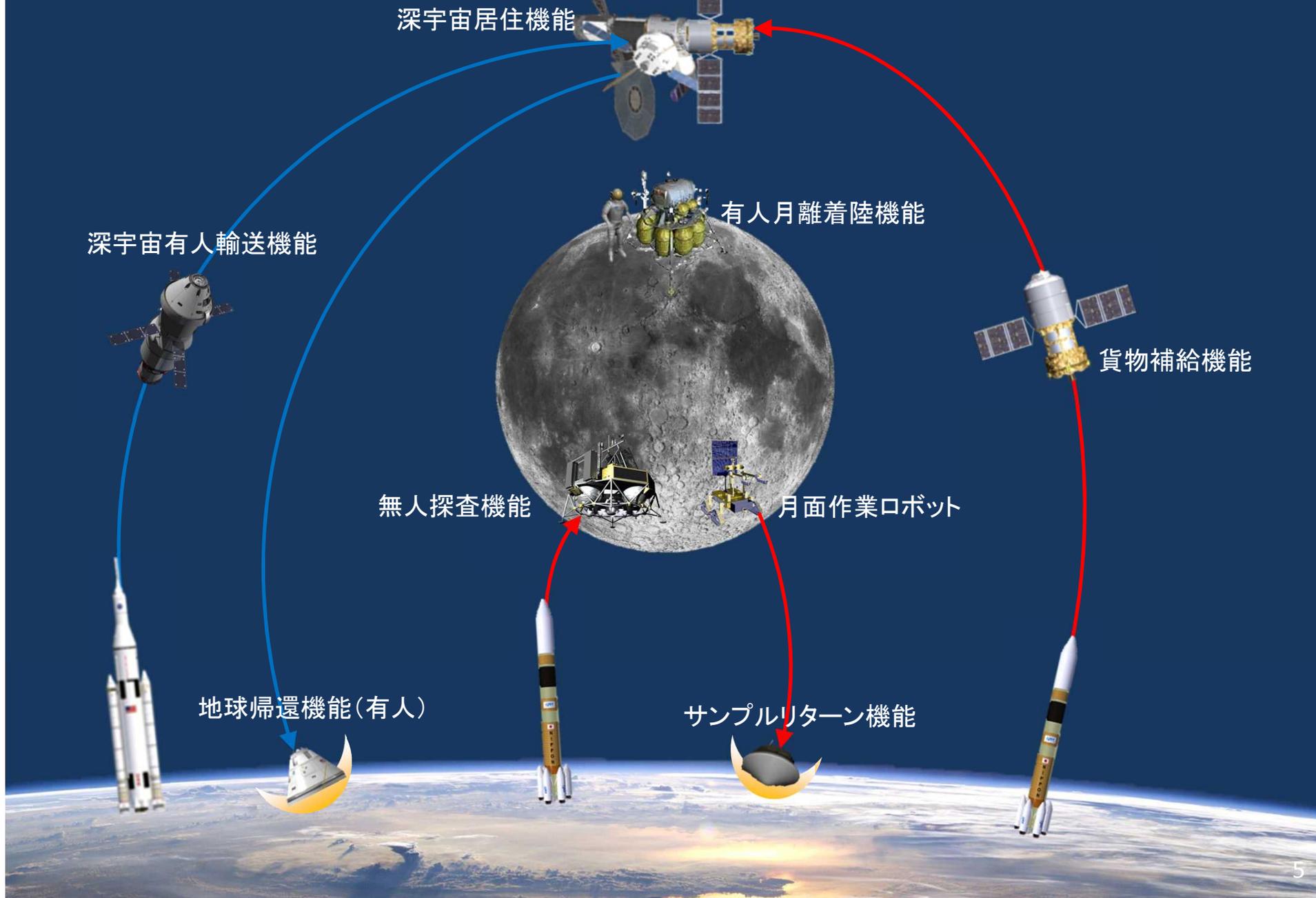


図2 月周辺における国際宇宙探査の全体像



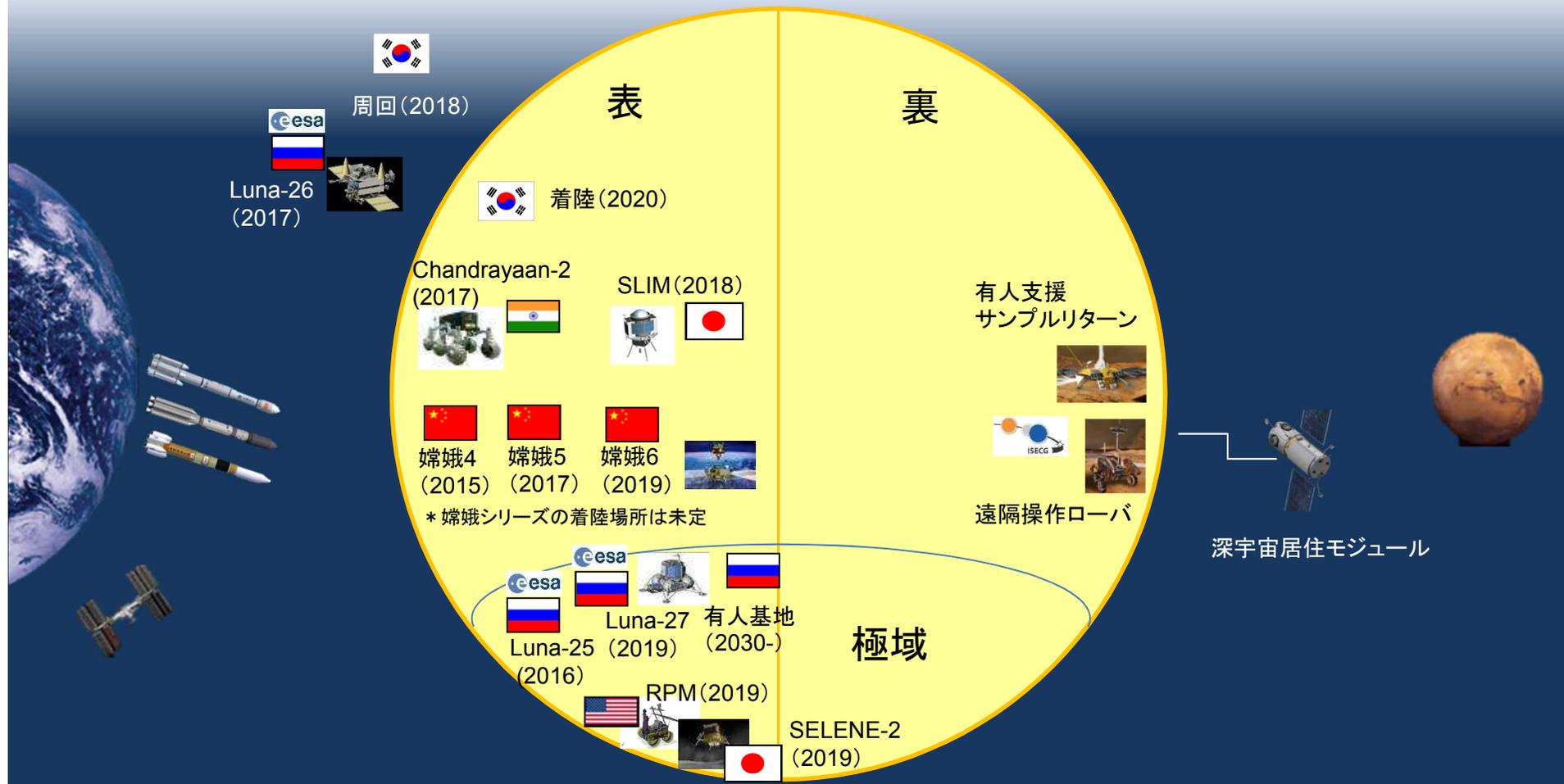
2. 月探査をめぐる国際動向



■最近の各国の月探査動向

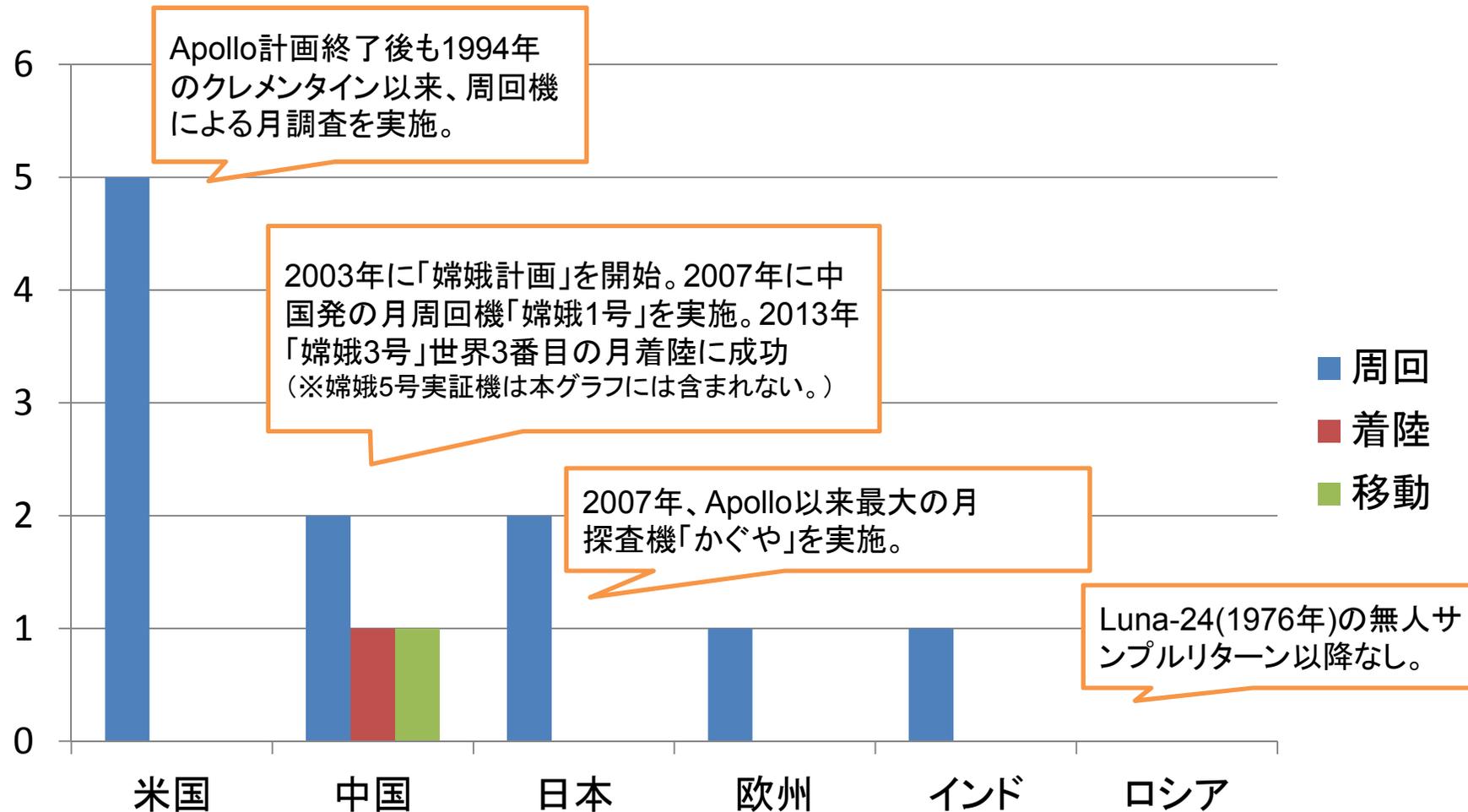
- 米国はアポロ計画終了後も1990年代からクレメンタイン等の月周回探査を再開し、定期的に月探査を実施。2019年の実現に向けて極域の資源着陸探査を準備中。更に、民間レベルでの月着陸として、Google X-Prize財団が月着陸ミッションへの資金インセンティブを発表。17のチームが準備中。
- ロシアは2030年代の有人月面基地を目標に、月極域の揮発性物質調査を目的とした着陸探査のための、Luna-25、26、27のシリーズ探査をESAとの協働で開発中。
- 中国は①周回、②着陸、③サンプルリターンの3段階からなる「嫦娥計画」を実施中。2013年の嫦娥3号の着陸成功により露・米に次ぐ3番目の月着陸国となった。2017年の嫦娥5号での無人サンプルリターンに向けて準備中。
- インドは2008年の同国初の月周回機チャンドラヤーン、2013年の火星探査機マンガルヤーンと無人探査を積極的に実施中。2020年にチャンドラヤーン2による月着陸の開発中。

図3 月探査をめぐる国際動向



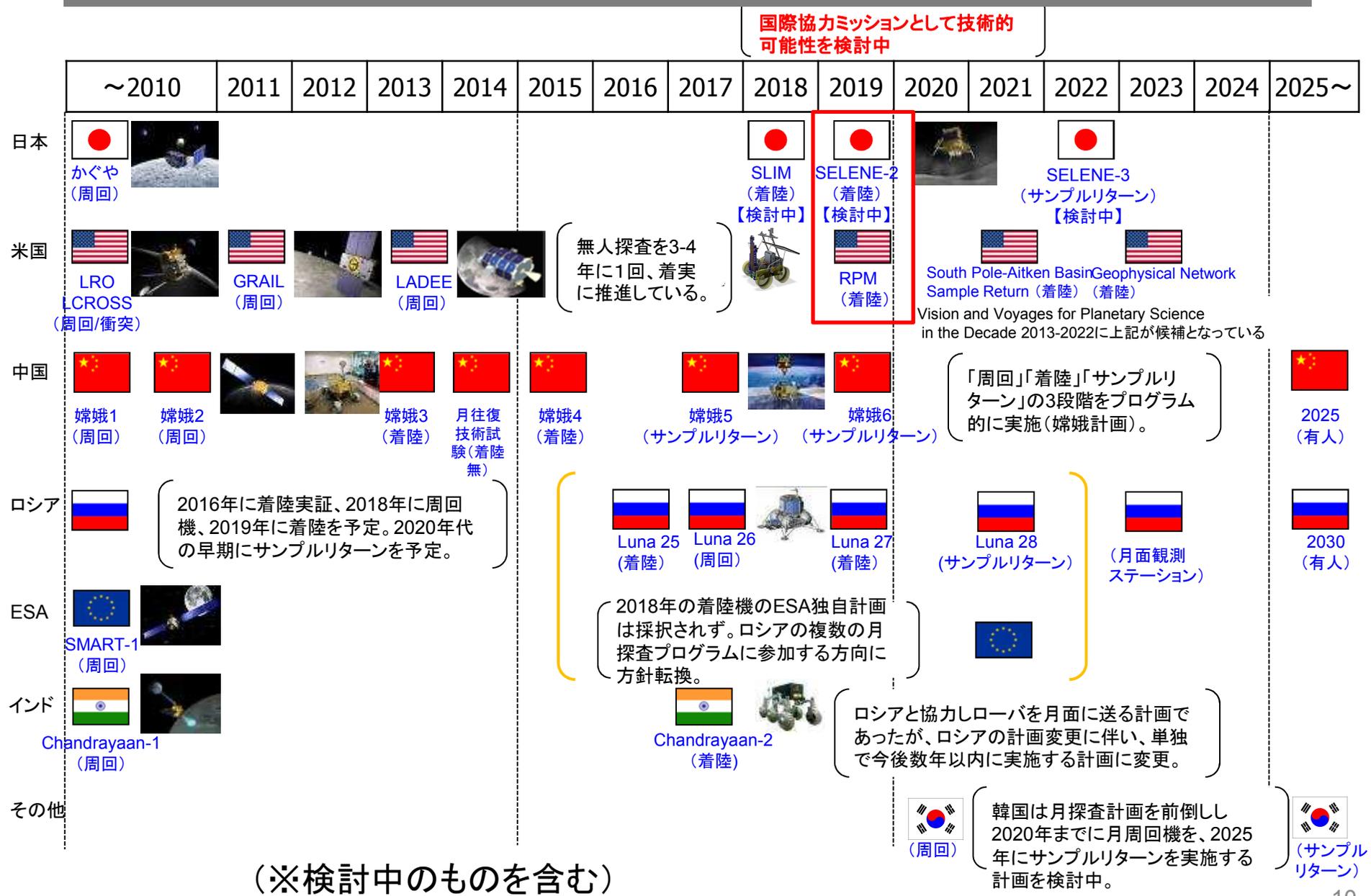
(※検討中のものを含む)

1990年以降の月探査ミッションの数 (2014年11月現在)



參考資料

2. 月探査をめぐる国際動向 各国の動向



(※検討中のものを含む)

2. 月探査をめぐる国際動向 (露・欧)Luna-25, 26, 27



月の水、氷の調査及びその場資源利用(ISRU)の実証を目的とした月極域着陸ミッション。着陸技術の実証機、周回機を含む3機で構成。

月南極域での水、揮発性物質調査を主目的としたESAとRoscosmosによる月探査ミッション。

ロシアにおいても月極域着陸探査は技術的なハードルが高く、2016年の着陸技術再実証機(Luna-25)、2018年の通信リレー衛星(Luna-26)の後、2019年の本格的な月南極着陸探査機(Luna-27)を予定。

■ ミッションの概要:

Luna-25

- 着陸技術の再実証を目的とした技術実証探査機
- 月の南半球高緯度に着陸

Luna-26

- Lunar-27以降の探査機のための通信リレー及び着陸地点調査を目的とした月周回衛星
- 月の極軌道周回衛星(1年目:高度100km~150km、2、3年目:500km~700km)

Luna-27

- 月面の水、氷、揮発性物質探査を目的とした大型着陸探査機
- 月の南極近傍に着陸し、ローバと着陸機を用いた探査を実施
- ドリルを用いた掘削・サンプル採取・分析を実施



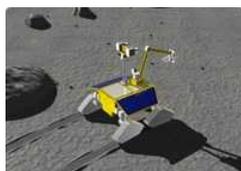
2. 月探査をめぐる国際動向

(日・米)無人月探査ミッションに関する日米協力の検討状況

現在、JAXA - NASA 間で、無人月探査ミッションに関する協力可能性につき、技術検討を実施中。



世界初となる高精度(ピンポイント)着陸探査ミッション。(検討中)



■ ミッションの概要:

- 今後の宇宙探査に必要となる基盤技術を確立
 - ✓ 高精度な無人軟着陸技術(誤差100mの高精度着陸技術)
 - ✓ ロボットによる移動探査技術
 - ✓ 月の厳しい夜を越え長期観測を実現する越夜技術
- 表面物質の詳細観測と内部構造探査による
 - ✓ 月・地球系形成過程の解明
 - ✓ 固体惑星形成・進化過程の解明
 - ✓ 月利用可能性調査

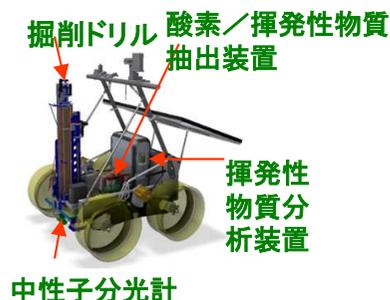
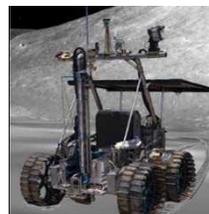
■ ステータス:

- 2007年より月着陸探査を目指した探査機システムの概念検討および主要要素技術の研究を実施。



RPM (Resource Prospector Mission)

月の水・氷の調査及びその場資源の実証を目的とした、ミッション。



■ ミッションの概要:

- 月面の水・氷などの揮発性物質の探査
- その場資源利用(ISRU)の可能性を調査する為のミッション機器群(RESOLVE: Regolith and Environment Science and Oxygen and Lunar Volatiles Extraction)を搭載したローバーを用いて、水・酸素等を調査する。

■ ステータス:

- 2019年の打上げを目標にPre-Phase A活動中(概念検討)
- 国際協力を前提としたミッションであり、着陸機、ローバ等について国際協力を検討中

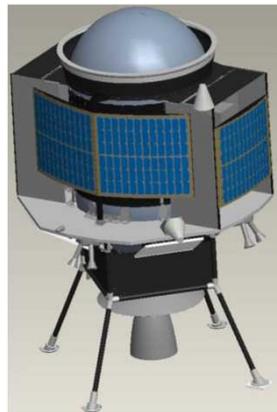
2. 月探査をめぐる国際動向 (日本)次期小型科学衛星の候補ミッション(SLIM及びDESTINY)の概要

(※両ミッションとも構想検討中)

第15回宇宙科学・探査部会 資料1より抜粋

小型探査機による高精度 月面着陸技術実証(SLIM)

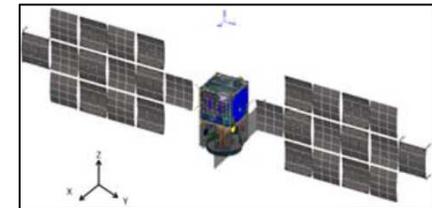
- ミッション目的：重力天体へのピンポイント着陸技術の実証
- 実施内容：月面上の目標地点に対し、位置精度100m オーダでのピンポイント着陸を実施する
- 具体的な達成目標：
 - 高精度着陸に必須となる光学照合航法技術、着陸レーダー技術、および自律的な着陸誘導制御技術、軽量の衝撃吸収着陸脚の確立および実証
 - イプシロンロケットにより打ち上げ可能な低リソース探査機の実現および低リソース化(質量・電力等)のための要素技術実証
 - イプシロンチームと協力しての先進的固体技術の研究、および、キックモータの開発・技術実証



探査機形状(検討中の図)

深宇宙探査技術実証ミッション (DESTINY)

- ミッション目的：深宇宙探査機技術の小型・高度化の実証
- 実施内容：探査機自身の推進系を用いて月に到達、月スイングバイを経てラグランジュ点を目指した深宇宙航行を行う
- 具体的な達成目標：
 - 軌道間輸送能力を飛躍的に高めた高性能宇宙航行バスを開発し、これを用いた日本独自の小型高性能深宇宙探査機を実現
 - 高度化イプシロンロケットと、小型高性能深宇宙探査機との組み合わせにより、月・金星・火星等の地球近傍太陽系空間に探査のために十分なミッションペイロードモジュール(50kg~最大200kg)を投入可能に
 - 小型高性能深宇宙探査機を低コストかつ短期間で開発可能とすることにより、2年に1度といった深宇宙探査の頻度向上を実現



探査機形状(検討中の図) 13

2. 月探査をめぐる国際動向 (中国)嫦娥5号用再突入試験機 概要

■ ミッション概要

- (1) 打ち上げ日／場所 2014年10月24日2:00(日本時間同3:00)／四川省西昌衛星発射センター
- (2) 月フライバイ 10月27～28日
- (3) 回収カプセル帰還日／場所 11月1日6:42(日本時間同7:42)／内モンゴル自治区中部
- (4) 目的／期間
- ・2017年頃に打ち上げ予定の嫦娥5号機(月探査プログラム*の第3フェーズ)の先導ミッションとして、第二宇宙速度(地球の重力圏からの脱出速度:秒速11.2km)での大気圏再突入・回収に必要な技術獲得(実際の再突入速度は第二宇宙速度未満)。／8日間
 - ・サービスモジュールは回収カプセル分離後、軌道制御を実施し、第2地球一月ラグランジュ点(EML2)に向けて航行継続。／(サービスモジュールはミッション継続)
- (5) 打ち上げ機 長征三号丙

■ 機体概要

帰還カプセルは、ソユーズ帰還カプセルと縦横比が約半分程度。カプセル表面には姿勢制御用のスラスタがいくつか配置されている。また、サービスモジュールは、嫦娥2号をベースとしている。

*中国の3段階からなる月探査プログラム

- **第1段階「周回」(～2007年)**
月探査機を打ち上げ、飛行技術の獲得。(「嫦娥1号(2007年)」「嫦娥2号(2010年)」にて達成)
- **第2段階「着陸」(2013年～)**
月面に軟着陸する機器を打ち上げ、着陸技術の確立。(嫦娥3号(2013年)月面着陸(中緯度)で実証、4号は2015年を予定)
- **第3段階「帰還」(2017年～)**
月面に軟着陸する機器を打ち上げることにより、地球への帰還技術を確立。月のサンプルを採集し、地球に持ち帰る。(嫦娥5号を2017年に予定)



嫦娥5号用再突入試験機が月の裏側で撮影した月と地球



着陸後の回収カプセル

出典: <http://www.spaceflight101.com/change-5-test-mission.html>,
<http://www.planetary.org/blogs/emily-lakdawalla/2014/10280900-change-5-t1-rounds-the-lunar.html>

画像出展: 中国航天科技集团公司

(<http://zhuanti.spacechina.com/n763863/n763893/c770467/content.html>)
(<http://zhuanti.spacechina.com/n763863/n763893/c770599/content.html>)