

資料55-3-1

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55回)

国際宇宙探査及びISSを含む地球低軌道を巡る 最近の動向

2023年6月12日

文部科学省 研究開発局

宇宙開発利用課 宇宙利用推進室



文部科学省

MEXT

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

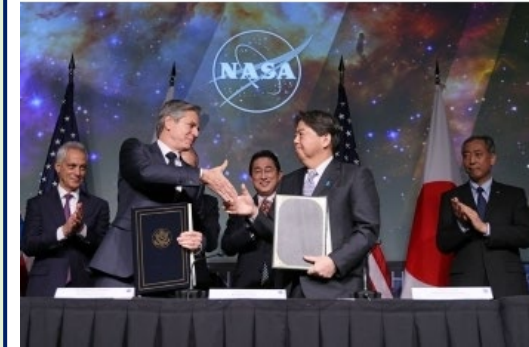
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

- ・日・米宇宙協力に関する枠組協定の発効
- ・米国「宇宙外交の戦略的枠組み」
- ・新しい宇宙飛行士候補者選抜
- ・若田飛行士帰還、古川飛行士ISSへ
- ・H3ロケット試験機1号機の原因究明状況について
- ・H3ロケット試験機2号機計画に関する方向性
- ・アルテミス計画に関する動向
 - ・アルテミスIIクルー発表
 - ・Moon to Mars Architecture Definition Documentの発表
 - ・有人着陸システム(HLS)の2社目選定
- ・NASA予算概要<FY2023・FY2024>
- ・中国宇宙ステーションに係る動向
- ・(参考) アルテミス合意について
- ・(参考) 月探査をめぐる各国動向
- ・(参考) 火星探査をめぐる各国動向



背景

- 米国が提唱した将来的な火星探査を視野に入れた国際的な月探査計画である「アルテミス計画」に我が国も積極的に参加するためには、日米宇宙協力の更なる促進及び効率性向上が急務。
- これまでは、日米の実施機関（JAXAやNASA等の宇宙関連機関等）間で個別の協力をを行うたびに国際約束を締結してきたが、より迅速に協力を実施できる新たな法的枠組が求められている。
- 2023年1月13日、訪米中の岸田総理立会いの下、NASA本部にて、林外務大臣とプリンケン国務長官が署名した。
- **2023年5月11日、参議院・外交防衛委員会において審議・採決が行われ、可決・成立、5月12日に本会議にて可決・成立した。**



主な内容

- 本協定において宇宙協力に関する基本事項を規定することにより、日米の実施機関が本協定に基づき個別の協力活動を実施することができる仕組みを確立。

（協定の主な事項）

- ✓ 実施機関間での協力に関する実施取決めの作成手続
- ✓ 協力に必要な物品等の輸出入に係る税の免除義務及び手数料免除の努力義務
- ✓ 知的財産権の保護
- ✓ 損害に関する責任の相互放棄（※本協定の成立に伴い現行の日米宇宙損害協定（損害に関する責任の相互放棄を規定）を終了させる予定。）
- ✓ 自国が登録する宇宙物体及び宇宙空間における自国民等に対する管轄権の保持
- ✓ 科学的データの広報及び共有

締結の意義

- 宇宙空間における技術開発競争が活発化する中、日米宇宙協力の更なる促進及び効率性向上が急務。月面探査関連の大型機器の開発及び運用、日米宇宙飛行士の月面活動等、多数の計画が既に予定されている。⇒これらの個別の協力を円滑に進めるためには、本協定の早期締結が重要。

米国 「宇宙外交の戦略的枠組み」

- 米務省は5月30日、**米国の世界的な宇宙リーダーシップを推進するため、「宇宙外交の戦略的枠組み」を発表した。**この枠組みを通じて、米国は、**アルテミス合意含む宇宙活動の国際協力の拡大**、また**対衛星ミサイル破壊実験へ対抗するコミットメントを拡大する。**
- 米務省は現在、ジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡を含む宇宙協力、NASAのアルテミスミッション、商務省の宇宙交通調整システムなどで、国際パートナーシップの構築を主導している。この戦略的枠組みは、米国の戦略的目標と価値に基づいた基盤を提供するもの。米国は、開放性・透明性・適応性等、**民主的価値を共有する同盟国及びパートナー**の協力を得ることにより、宇宙で得られる利益を全ての人類のために提供する。

“米国の世界的な宇宙リーダーシップを前進させるための画期的な取り組み”

“米国の宇宙政策への理解と支持を強化し、米国の宇宙能力の国際利用を促進する。”

(アントニー・ブリンケン国務長官：5月30日の報道発表)

- 戦略における3本の「柱」

① Diplomacy for Space

二国間・複数国間の協力を通して、「将来の世代の利益」のために米国の宇宙政策を進める。

② Space for Diplomacy

宇宙協力を利用し、幅広い米国の外交・安全保障政策目標を達成する。

③ Empowering the Department Workforce

国務省の職員に宇宙政策実現のための必要なスキルセットを与える。



A Strategic Framework for Space Diplomacy

"Today, as was the case 60 years ago, our nation's leadership in space is critical to our economic prosperity, to our scientific and technological progress, and, in a time of increasing great power rivalry, to our national security."
— Vice President Kamala Harris, September 9, 2022



国務省長官 アンソニー・ブリンケン氏

新しい宇宙飛行士候補者選抜

2023年2月28日新たな日本人宇宙飛行士候補者の最終選抜結果発表

- 2023年2月28日、新たな日本人宇宙飛行士の最終選抜の結果、「諏訪 理」さんおよび「米田 あゆ」さんの2名が宇宙飛行士候補者に決定

諏訪 理 (すわ まこと) さん

年 齢： 46歳 (1977年生まれ)
前 職： 世界銀行 上級防災専門官
出生地： 東京都

米田 あゆ (よねだ あゆ) さん

年 齢： 28歳 (1995年生まれ)
前 職： 日本赤十字社医療センター外科医師
出生地： 東京都



(左) 米田さん (右) 諏訪さん ©JAXA

宇宙飛行士候補者 各次選抜合格者の年代別内訳

	第三次選抜合格者 (年齢は 2023年2月末時点)		第二次選抜合格者 (年齢は 2022年12月末時点)		第一次選抜合格者 (年齢は 2022年9月末時点)		第0次選抜合格者 (年齢は 2022年3月末時点)		書類選抜合格者 (年齢は 2022年3月末時点)		応募者 (年齢は 2022年3月末時点)	
総数	2名		10名		50名		205名		2,266名		4,127名	
20代以下	1名	(50%)	1名	(10.0%)	12名	(24.0%)	61名	(29.8%)	483名	(21.3%)	811名	(19.7%)
30代	0名	(0%)	7名	(70.0%)	30名	(60.0%)	107名	(52.2%)	1,084名	(47.8%)	1,850名	(44.8%)
40代	1名	(50%)	2名	(20.0%)	8名	(16.0%)	31名	(15.1%)	513名	(22.6%)	973名	(23.6%)
50代	0名	(0.0%)	0名	(0.0%)	0名	(0.0%)	6名	(2.9%)	163名	(7.2%)	424名	(10.3%)
60代以上	0名	(0.0%)	0名	(0.0%)	0名	(0.0%)	0名	(0.0%)	23名	(1.0%)	69名	(1.7%)

※構成比は小数点以下第2位を四捨五入しているため、合計しても必ずしも100とはなりません。

若田宇宙飛行士帰還、古川宇宙飛行士ISSへ

2023年3月12日 若田宇宙飛行士帰還

- 2023年3月12日、国際宇宙ステーション（ISS）での長期滞在を終了した若田光一宇宙飛行士が搭乗するクルードラゴン宇宙船（Crew-5）が無事地球に帰還
 - ◆若田宇宙飛行士の累計宇宙滞在日数は約**504.8日**（日本人最長、世界第26位）米口以外の宇宙飛行士としては**第1位**の記録である。
 - ◆ISS滞在回数は4回（世界第3位タイ：5回が2名、同じ4回は他に8名）。
 - ◆宇宙飛行回数は5回（世界第10位タイ：7回が2名、6回が7名、同じ5回は他に26名）。



メキシコ湾フロリダ州タンパushing水後の若田宇宙飛行士

© NASA/JAXA

2023年夏以降 古川宇宙飛行士 ISS長期滞在へ

- ISS長期滞在ミッションに向けた準備及び訓練を行ってきた古川聡宇宙飛行士は、2023年夏以降打上げ予定の米国スペースX社のクルードラゴン宇宙船(Crew-7)への搭乗が決定。
- 古川宇宙飛行士は、自身2度目の宇宙飛行となる。



若田宇宙飛行士とともに岸田総理に表敬する古川宇宙飛行士

出典：首相官邸ホームページ

(https://www.kantei.go.jp/jp/101_kishida/actions/202305/17hyokei.html)

H3ロケット試験機1号機の原因究明状況について

科学技術・学術審議会 宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会（5月25日（木）に第4回会合を開催）における JAXA 報告概要は以下の通り。

1. 前回（第3回）までの判明内容

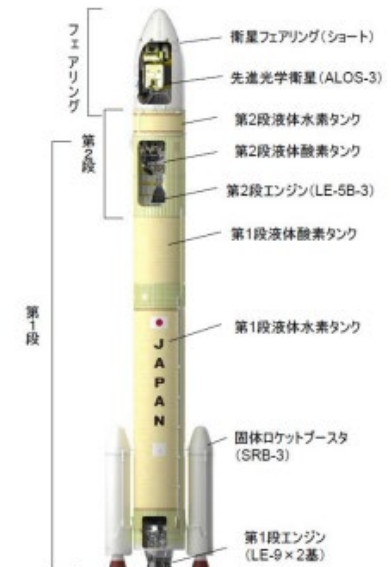
- ・第2段エンジンが着火指示を受信した直後、第2段の推進系をコントロールする機器（PSC2）が電源異常を検知し遮断。
- ・再現試験、フライトデータ、製造記録の確認等により、要因の絞り込みを進め、「PSC2 から電源供給している下流機器のショート」の可能性が高いと評価。
（下流機器はH-IIAと同等のもの。なお、「過電流の誤検知」についても検証を継続。）
- ・詳細要因検討の優先度を設定し、複数の故障シナリオを抽出。

2. 第4回会合での進捗

- ・詳細確認や検証試験等により、「過電流の誤検知」は要因可能性から排除。
- ・「下流機器の過電流発生（ショート）」の詳細要因を「① H-IIAロケット共通要因」と「② H3ロケット固有要因」に識別した上で、①に関する18個の故障シナリオのうち9個の故障シナリオの可能性を排除。
- ・この段階でH-IIAロケットへの水平展開を行い、残る全てのシナリオへの対策を設定することにより、H-IIAロケットに関する懸念は排除できると評価。

※ H3ロケットについても本対策を反映するとともに、今後、H3ロケット固有の要因について絞り込みを進め、結果に応じて必要な対策を検討予定。

【参考1：H3ロケット試験機1号機の全体図】



- H3ロケット試験機2号機のロケット形態やペイロード形態について複数のオプションを考え得るが、最新のLE-9エンジンの開発状況、開発主体であるJAXAから提示された論点や、今後の後続号機の計画を踏まえることが重要。H3ロケット試験機2号機については、まずはH3-22/24形態の確実な運用を早期に確立することを重視し、従前の計画である30形態による先進レーダ衛星（ALOS-4）の打上げから、第1段の打上げ実績があり早期の飛行実証が可能となる22形態とし、ロケット性能確認用ペイロードを搭載する形態の方向性が適切ではないか。
- なお、30形態の実証を行う時期を含め、試験機2号機以降の計画について引き続き検討を行う必要。

アルテミス計画に関する動向 (1/3)

アルテミスIIミッション参加クルー発表

- 4月4日、NASAおよびカナダ宇宙庁(CSA)はアルテミスIIミッション(有人試験飛行)に参加する宇宙飛行士として以下の4人を発表。(括弧内は所属機関)
 - コマンダー：リード・ワイズマン宇宙飛行士(NASA)
 - パイロット：ビクター・グローバー宇宙飛行士(NASA)
 - ミッションスペシャリスト1：クリスティーナ・コック宇宙飛行士(NASA)
 - ミッションスペシャリスト2：ジェレミー・ハンセン宇宙飛行士(CSA)



(中央下)
リード・ワイズマン飛行士
(中央上)
ビクター・グローバー飛行士
(左)
クリスティーナ・コック飛行士
(右)
ジェレミー・ハンセン飛行士

- アルテミスIIミッションは、**Orion宇宙船に初めて宇宙飛行士を乗せる有人試験飛行**で、SLSロケットで打ち上げられ、**地球と月との間を往復飛行**する。ミッション期間は10日、打上げは2024年を予定。
- CSA所属であるジェレミー・ハンセン宇宙飛行士の搭乗権は、2020年にNASA-CSA間で締結された「月周回有人拠点ゲートウェイ了解覚書(MOU)」による。



アルテミス計画に関する動向 (2/3)

Moon-to-Mars Architecture Definition Documentの発表

- 4月18日、NASAは約160ページにわたる「**Moon-to-Mars Architecture Definition Document (アーキテクチャ定義文書)**」を発表。
- 本文書は、2022年末に発表された「Moon-to-Mars Objectives」に記載されている各目的を達成するために、**どのような要素 (ロケット、宇宙船、ローバー、宇宙服等) が必要となるかを定義したもの。**
- 月面探査～火星探査の初めのクルーミッションまでを4つのフェーズに分け、
「月への帰還 (HUMAN LUNAR RETURN)」
「基礎的な探査 (FOUNDATIONAL EXPLORATION)」
「持続的な月面での進化 (SUSTAINED LUNAR EVOLUTION)」
「火星へ (HUMANS TO MARS)」



今回のアーキテクチャ文書では「月への帰還」フェーズにおける必要な要素を定義した。

「月への帰還」要素の例



SPACE LAUNCH SYSTEM (SLS)



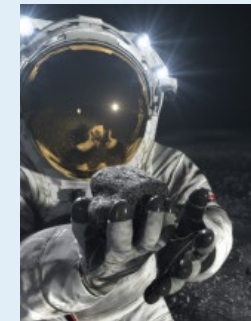
ORION SPACECRAFT



GATEWAY



HUMAN LANDING SYSTEM (HLS)



xEVA SYSTEM

- 今後Annual Concept Reviewを毎年定期的を実施し、他の3つのフェーズについても順次、必要な要素を定義し、改訂予定。

アルテミス計画に関する動向 (3/3)

有人着陸システム(HLS)の状況

- 5月19日、NASAはアルテミス計画における有人月着陸システム(HLS)の開発および実施に関して、新たに**米ブルーオリジン社を選定**したことを発表。
- 契約総額は\$3.4B(約4700億円)。**2029年に実施予定のアルテミスVミッションでの有人着陸及び事前に行う無人フライト**を含む。
- NASAは2021年4月に、HLS開発の1社目として米SpaceX社を既に選定しており、同社が開発中のHLSは、アルテミスIIIおよびIVミッションでの月面有人着陸にて使用する予定。



Blue Origin社



SpaceX社

(いずれも各社Webページより)

NASA予算概要 <FY2023・FY2024>

FY2023歳出法案承認

- 2022年12月29日に大統領署名及び法案が成立。
- 予算総額は\$25.38B（要求額からは▲\$590M減）。
- 深宇宙探査関連予算総額は\$7.47Bと要求額ほぼ満額。
- ✓ “アルテミスキャンペーン開発”という項目を新設：
HLS、ゲートウェイ、シスルナ・月面を含めてトータル\$2600M
- ✓ 有人月着陸システム（HLS）：要求額同額
- ✓ アルテミス予算に関しては、人員配置・計画、将来的なプログラム、技術開発等について本法案成立後90日以内に報告するようNASAに要求。
- ✓ 商用低軌道予算額は\$224M（2022年度比\$123M増）。

FY2024要求

- 2023年3月9日、バイデン大統領が予算教書を発表。
- 予算要求総額は\$27.19B(前年7%増)。
- 深宇宙探査関連予算要求総額は\$7.97B(前年6.7%増)。
- ✓ 特にアルテミスキャンペーン予算は前年24%増となり\$3,235M
- ✓ 2024年の有人月着陸システム(HLS)無人テスト、2025年の有人飛行に向けて、HLSや宇宙服予算が増加。
- ISSをデオービットさせるためのタグ開発に\$180Mを要求。
- 商用低軌道予算要求額は\$228M（前年とほぼ同額）。

深宇宙探査関連（主な事項）

項目	FY2022 承認	FY2023 承認	FY2024 要求
Orion宇宙船	\$ 1,407 M	\$ 1,339 M	\$ 1,225 M
SLSロケット	\$ 2,600 M	\$ 2,600 M	\$ 2,506 M
打上げ関連地上設備	\$ 590 M	\$ 800 M	\$ 794 M
有人月着陸システム	\$ 1,195 M	\$ 1,486 M	\$ 1,881 M
Gateway	\$ 1,000M	\$ 1,244 M	\$ 914 M
その他			\$ 651 M
深宇宙探査関連合計	\$ 6,792 M	\$ 7,469 M	\$ 7,971 M

この内、アルテミスキャンペーンとして\$2,600M

この内、アルテミスキャンペーンとして\$3,235M

※「その他」には宇宙服・ローバ等が含まれる

出典：https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy23_nasa_budget_request_full_opt.pdf (NASA FY 2023 PRESIDENT'S BUDGET REQUEST SUMMARY)
<https://www.appropriations.senate.gov/imo/media/doc/JRQ121922.PDF> (米FY2023歳出法案)
https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_fy_2024_cj_v2.pdf (FY 2024 PRESIDENT'S BUDGET REQUEST SUMMARY)

中国宇宙ステーションに係る動向

<概要>

- 2022年11月に中国独自の宇宙ステーションが完成。
- 宇宙飛行士の長期滞在、有人宇宙機の長期運用、無人補給機による補給、高速ランデブードッキング等の主要技術の獲得を主要ミッションとしている。
- 生命科学、材料科学、基礎物理、微小重力等の各種実験を行うとともに、超小型人工衛星の放出機能も有する。

<構成>

- コアモジュール1基（天和）、実験モジュール2基（問天・夢天）
- 地上から高度約380km、軌道傾斜角は約41.5度
- 総重量：約100トン(神舟・天舟を含む) ※コアモジュールと実験モジュールで約70トン
- 常時滞在人数：3名 最大人数：6名（宇宙飛行士交代時）

コアモジュール「天和」（2021年4月打上げ）

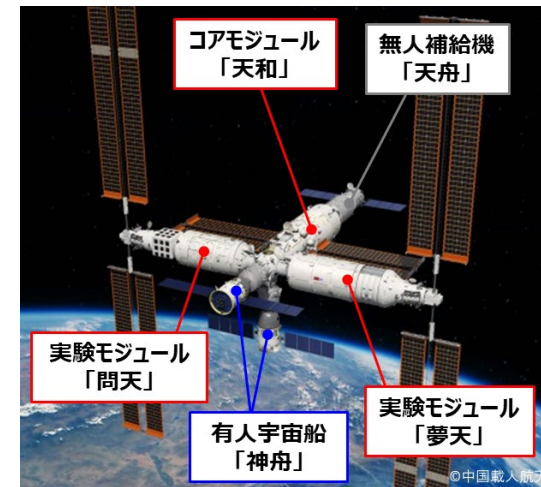
- ✓ 全長16.6m、最大直径4.2m、重量22.5トン
- ✓ ノードモジュール、生活コントロールモジュール、資源モジュールで構成
- ✓ 宇宙飛行士の軌道上での滞在（生命維持）、宇宙ステーション全体のシステム制御・姿勢制御、地上との通信等を実施
- ✓ 10年間運用予定

実験モジュール「問天」（2022年7月打上げ）

- ✓ 全長17.9m、最大直径4.2m、重量約23トン
- ✓ 宇宙飛行士の滞在、船外活動、宇宙科学実験の支援、天和コアモジュールのバックアップ

実験モジュール「夢天」（2022年10月打上げ）

- ✓ 全長17.9m、最大直径4.2m、重量23トン
- ✓ 400kgの貨物を運ぶことが可能。実験専用モジュール
- ✓ 超軽量動力機の放出機構が配置されており、100kg級の超軽量動力機や複数規格のキューブサットを打ち出し、軌道に乗せる機能を持つ。



<直近の無人補給機と有人宇宙船について>

無人補給機「天舟6号」（2023年5月打上げ）

- ✓ 全長10.6m、最大直径3.35m、重量約13.5トン（物資約6トン）
- ✓ 「神舟16号」と「神舟17号」の6人の宇宙飛行士が軌道上に駐留するための消耗品、推進剤、応用実験（試験）装置等の物資を搭載。
- ✓ 輸送船全体の物資積載能力は7.4トン。重要部品の100%国産化を実現。

有人宇宙船「神舟16号」（2023年5月打上げ）

- ✓ 初の民間人飛行士として、北京航空航天大学の教授が搭乗。（これまでの飛行士は全員、中国人民解放軍の飛行士であった）



神舟16号の宇宙飛行士が神舟15号の宇宙飛行士と合流

<宇宙実験における国際協力>

- 2018年に「中国宇宙ステーション利用における国連/中国協力プログラム」の下、国連加盟国から公募し、2019年に17カ国23機関による9件の科学実験が選定された。（一部の実験は2023年に打上げ予定）

(参考) アルテミス合意について

概要・経緯

○アルテミス合意は、アルテミス計画を含む広範な宇宙空間の各国宇宙機関による民生探査・利用の諸原則について、関係各国の共通認識を示すことを目的とした法的拘束力の無い政治的宣言。

参加国

- 2023年6月6日現在、計25か国が署名。
- 日本は2020年10月に、米国をはじめとする、カナダ、英国、イタリア、オーストラリア、ルクセンブルグ、UAEと共に署名。

主な内容

- 1) 目的・適用範囲・実施：** 宇宙空間の民生探査・利用のガバナンス強化のための共通ビジョンの確立を目的とし、各署名国の宇宙機関により実施される民生宇宙活動に適用。具体的な実施方法は、他の法的枠組により定められる。
- 2) 国際的な諸原則の確認：** 平和目的の確認、政策・計画の透明性の確保、相互運用の確保、緊急時の相互援助、宇宙物体の登録、科学的データの公開等を確認。
- 3) 宇宙空間の遺産の保全：** 歴史的に重要な人類・ロボットの着陸地点等、天体上の活動の証拠を保全。
- 4) 宇宙資源：** 宇宙資源の採取及び利用が、宇宙条約に沿った形で行われるべきこと、また宇宙資源の採取が宇宙条約が禁止している国家による天体等に関する主権の主張等にはあたらないことを確認。
- 5) 宇宙活動における衝突回避：** 他国への有害な干渉を避けるため、自国の活動に関する情報を他国に提供すると共に、「安全区域」を設定。
- 6) 軌道上デブリ：** ミッション終了時の宇宙機の廃棄等、軌道上デブリ低減のための責任を明記。



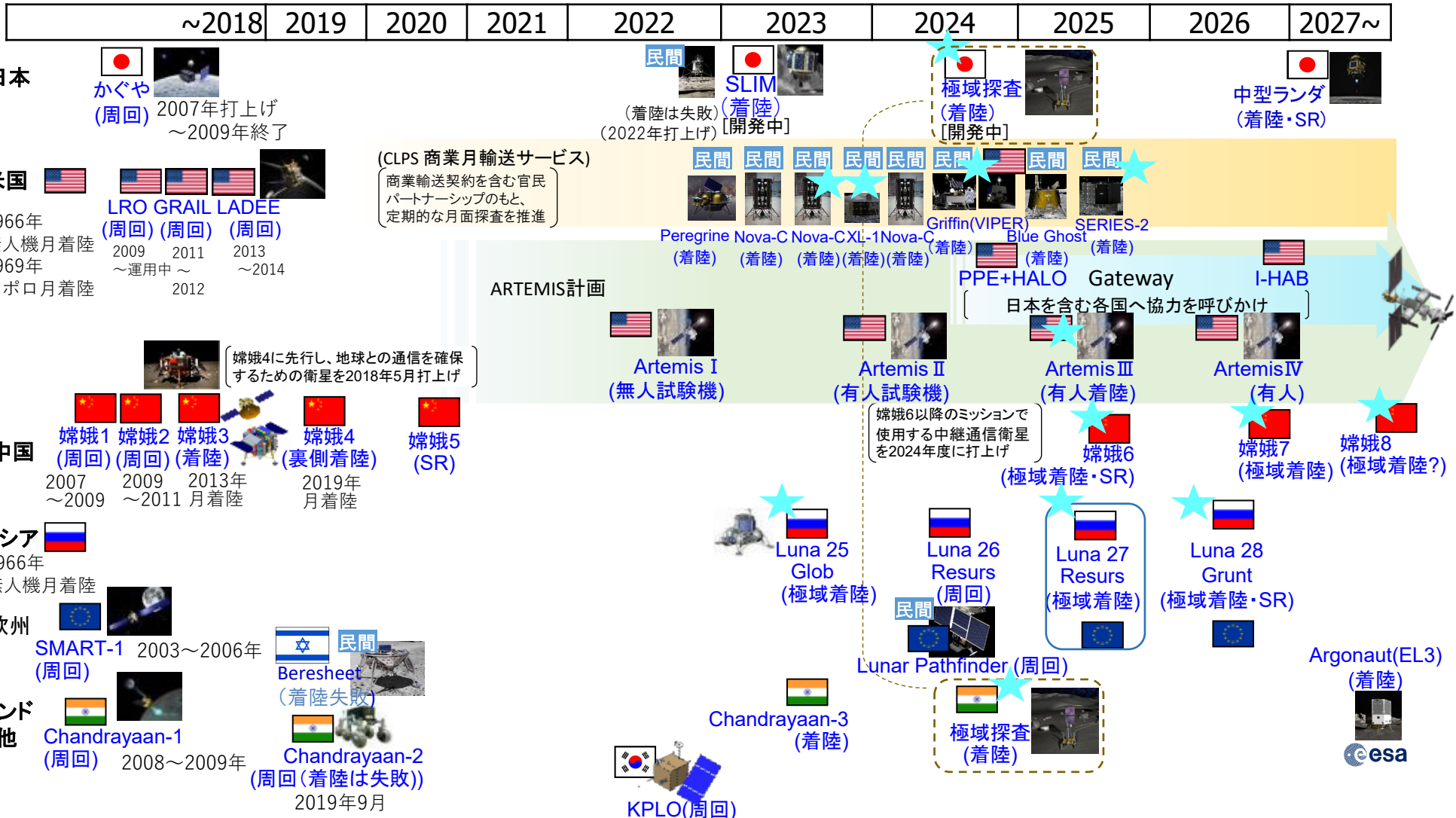
出典：<https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/index.html>

(参考) 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、2025年以降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)。
 2021年以降、中国・ロシアは国際月研究基地(International Lunar Research Station:ILRS)の構築を計画。

★：極域着陸ミッション
 SR：サンプルリターン
 (※検討中のものを含む)

- 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。



(参考) 火星探査をめぐる各国の動向

- 火星：2020年前後に各国の火星探査ミッションが集中。米・ESAによるMSRは開発立ち上げに向けて検討が進んでいる状況。ロシアのウクライナ侵攻を受け、ESAはExoMars2022についてロシアとの協力活動の停止を発表。中国は天問3号でサンプルリターンを計画。
- 火星近傍：火星衛星への探査(MMX)は日本が推進するユニークな計画(2011年にロシアがフォボスからのサンプルリターンを目指す探査機「フォボス・グレント」の打上げに失敗)。

