

国際宇宙探査への参画方針についての 検討状況について

令和元年8月30日
文部科学省研究開発局



文部科学省における検討経緯

2017年12月 宇宙開発利用部会 『国際宇宙探査の在り方』 取りまとめ
・ 国際宇宙探査の意義の整理
・ 我が国が優位性を発揮できる技術や波及効果の大きい技術の整理

2018年1月～ 宇宙開発利用部会 ISS・国際宇宙探査小委員会 (計4回)
国際宇宙探査の方針や地球低軌道の在り方について検討

2018年11月 宇宙開発利用部会 ISS・国際宇宙探査小委員会 『中間まとめ』(案)

2018年12月 宇宙開発利用部会 『中間まとめ』(報告)

2019年1月～ 宇宙開発利用部会 ISS・国際宇宙探査小委員会 (計3回)
・ 国際宇宙探査の方針や地球低軌道の在り方について検討
・ 産業界・アカデミア等からの意見聴取
・ ISS計画への参画を通じて得られた知見等の分析

2019年8月26日 宇宙開発利用部会 ISS・国際宇宙探査小委員会
『国際協力による月探査計画への参画に向けて』(案)



2019年8月27日 宇宙開発利用部会
『国際協力による月探査計画への参画に向けて』 取りまとめ
・ 国際協力による月探査計画への参画の意義の再確認
・ 参画に向けた方針 (参画した場合の考え得る具体的な協力取組を含む)

文部科学省における検討経緯

2017年12月 宇宙開発利用部会 『国際宇宙探査の在り方』 取りまとめ
・ 国際宇宙探査の意義の整理
・ 我が国が優位性を発揮できる技術や波及効果の大きい技術の整理

2018年1月～ 宇宙開発利用部会 ISS・国際宇宙探査小委員会 (計4回)
国際宇宙探査の方針や地球低軌道の在り方について検討

2018年11月 宇宙開発利用部会 ISS・国際宇宙探査小委員会 『中間まとめ』(案)

2018年12月 宇宙開発利用部会 『中間まとめ』(報告)

2019年1月～ 宇宙開発利用部会 ISS・国際宇宙探査小委員会 (計3回)
・ 国際宇宙探査の方針や地球低軌道の在り方について検討
・ 産業界・アカデミア等からの意見聴取
・ ISS計画への参画を通じて得られた知見等の分析

2019年8月26日 宇宙開発利用部会 ISS・国際宇宙探査小委員会
『国際協力による月探査計画への参画に向けて』(案)



2019年8月27日 宇宙開発利用部会
『国際協力による月探査計画への参画に向けて』 取りまとめ
・ 国際協力による月探査計画への参画の意義の再確認
・ 参画に向けた方針 (参画した場合の考え得る具体的な協力取組を含む)

国際協力による月探査計画への参画に向けて

(文部科学省 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 取りまとめ(令和元年8月)より)

背景・理由

- 国際宇宙探査の大きな流れは月、火星、ついで深宇宙に集約。
- 米国は、2024年有人月面着陸、2030年代の有人火星着陸を目指す「アルテミス計画」を発表。また月周回有人拠点「ゲートウェイ」を構築する計画を発表し、世界各国に参画を呼びかけ。
- これに応じて、カナダは既に参画を表明、欧州も本年11月末の欧州宇宙機関閣僚会議で参画を決定する見通し。
- 新興国による宇宙開発の加速により宇宙空間を巡る地政学的バランスは変化しており、戦略的な国際協力関係の構築が不可欠。
- ゲートウェイ計画の中で、我が国が自らが強く、意義ある部分を確保できる可能性を高めるためにも、参画表明のタイミングが重要。

国際協力による月探査計画への日本の参画意義

〔国際協力取組への参画意義〕

有人宇宙探査及び当該有人探査のために先行して行われる無人探査は、一国では非効率であり、各国の知見、資金を集結した国際協力が効果的であることは、ISSで既に明らか。外交・安全保障、産業競争力、科学技術や人材育成など様々な観点からの意義を確認。

- 外交・安全保障の観点
(協力国間の強固な関係構築、国際プレゼンス等)
- 産業競争力強化やイノベーションの観点
(最先端技術、新たな製品等)
- 科学技術の観点
(国際協力による大規模な挑戦等)
- 人材育成の観点
(国民の誇りや共感、次世代育成等)

〔当面の目的地としての月の意義〕

月が、火星ひいては太陽系の他の天体の探査に向けたいわば「実験場」として、近距離にあって最適であること、月極域には水氷という資源が存在すると考えられ、かつ活動に適した長期日照地点が存在することなど、様々な観点から意義を確認。

- 火星・深宇宙も視野に入れた効率的・効果的な技術実証の場
(重力天体への着陸技術や表面探査技術の実証等)
- イノベーションの観点
(新たな産業の創出等)
- 資源探査の観点
(極域の水氷の燃料活用、高日照率域の確保等)
- 科学的知見の創出の観点
(月の起源、水氷の由来等)

国際協力による月探査計画への参画に向けて

(文部科学省 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 取りまとめ(令和元年8月)より)

国際協力による月探査計画への参画に向けた方針

- ◆国際協力による月探査計画への参画には様々な観点から意義が確認でき、時宜を逸せず、早期に参画を表明することが極めて重要。
- ◆なお、ゲートウェイを含む月探査計画に参画する場合、上述の意義が総合的に均整の取れた形かつ、費用対効果の高い形で享受できるよう、戦略的に参画することが重要であり、考えられる具体的な協力取組としては、現時点では以下の4点が考えられる。
 - 2024年の有人月面着陸に向けて建設される初期型ゲートウェイの組立要素(ミニ居住棟)に、我が国が強みや「きぼう」等で実績を有する生命環境を制御する熱制御系や空調系の技術・機器(例えば熱制御系ポンプやバッテリー等)を提供。
 - 有人月面着陸の前倒しに伴う物資・燃料補給ニーズの増大に対応するため、現在開発中の新型補給機(HTV-X)・H3ロケットを用いてゲートウェイへの物資・燃料補給を行う。
 - 2024年の有人月面着陸・探査の着陸地点選定等に資する月面の各種データを共有。小型月着陸実証機(SLIM)の開発や、月極域着陸探査を目指した取組を着実に進め、月面探査における我が国のプレゼンスを確保するとともに、ゲートウェイを活用した月面探査の国際協力枠組みの一環としても位置付け。
 - 月面での持続的な有人探査活動にも資する、米国からも期待の高い月面の移動手段を開発。

[留意事項]

- 宇宙基本計画では、「得られる効果と要する費用に関し、厳しい財政制約を踏まえつつ、厳格に評価を行」うとされており、これらの取組については今後更なる検討や精査が必要。
- 宇宙関連産業にとどまらず、幅広い産業界等の積極的な参画を呼び込むための取組を進めることも重要。
- 今後の国際交渉においては、日本人宇宙飛行士のゲートウェイ建設への参画や月面着陸の機会を確保し、宇宙先進国としてのプレゼンスの確保を図ることに留意。
- ISS計画への参画を通じて得られた技術や成果を最大限活かして費用対効果の高い形で進めるとともに、ISSでの取組から国際協力による月探査活動に係る取組をシームレスで効率的に進めることも留意。
- ISSを含む地球低軌道の在り方について、「きぼう」の運用・利用の更なる効率化や民間利用の拡大を図りつつ、長期的な対応オプションや移行期のISS運用・利用の合理化の検討を加速。

月周回有人拠点(Gateway)を含む月探査へ参画する場合の考え得る協力取組(イメージ)

我が国の強みを活かして、重要な役割を担うなど、戦略的に参画

【米国の計画】

【具体的な日米協力】

電気推進
エレメント

ミニ居住棟

初期型Gateway
(必要最小限の構成)

Gateway(完成形)

(例) バッテリー
熱制御系ポンプ 窒素・酸素分圧用タンク
我が国が強みを有する
技術・機器の提供

国際居住棟(I-Hab)
(NASA/ESA/JAXA)
への技術・機器の提供
についても今後調整

HTV-X1号機

HTV-X2号機

1,2号機によるISS補給後
を活用した技術実証

地球高軌道での
ドッキング → HTV-X3号機
②HTV-X/H3ロケットによる
Gatewayへの物資・燃料補給
(2025年以降)

着陸地点の選定等に資する
月面の各種データや技術の共有

ピンポイント着陸

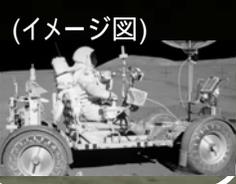


月極域
移動探査

月の南極域
に着陸
(2024年以降毎年)



月面探査を
支える移動手段
(月面非与圧
ローバー)の開発



月面与圧ローバーの開発



2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028

(参考) 米国が構想する月周回有人拠点 (Gateway) に関する主要経緯

米国の月回帰構想

- 2017年12月、トランプ大統領が「**米国として再度月に宇宙飛行士を送ること**」を表明
- 2019年度予算教書において、月周回有人拠点 (Gateway) 構想を表明

日本への参画要請

- 2018年7月の日米宇宙包括対話で 米政府はGatewayへの日本の参画を要請
- 2018年11月の安倍首相とペンス副大統領との会談で、Gatewayに関する協力の具体的検討を含む宇宙協力の強化を確認

米国国家宇宙会議 (2019年3月)

ペンス副大統領が、**5年以内に(2024年までに)**米国ロケットで米国宇宙飛行士による月面着陸の実現を目指すことを表明

日米首脳会談 (2019年5月27日)

両首脳は、**月探査に関する協力について議論を加速することで一致**

記者会見でのトランプ大統領の発言(抜粋・仮訳)

安倍首相と私が、有人宇宙探査における両国の協力を劇的に拡大することに合意したことを嬉しく思う。日本は、米国人宇宙飛行士を宇宙に送る我々のミッションに参加する。我々は、月、そしてその後すぐに火星に行く。それは非常に刺激的だ。軍事的見地からも今日、宇宙ほど重要なものはない。

宇宙開発戦略本部 (2019年6月4日)

総理が、「**米国が進める月周辺の拠点計画Gatewayについて、我が国が戦略的に参画できるよう、具体的な参画方針の年内の早期決定に向けて、内外の調整を進めてください。**」と指示

(参考) 米国の有人月面探査計画(アルテミス計画)の概要

2019年3月26日(米国時間)、第5回米国国家宇宙会議にて、**ペンス副大統領が、5年以内に米国ロケットで米国宇宙飛行士による月面着陸の実現を目指すことを表明。**

- NASAは5年以内に、米国宇宙飛行士を月面へ着陸させる。
- 着陸候補地としては、水氷資源等の存在が示唆されている月面南極域。
- 新型大型ロケット(SLS)開発遅延に強い不満。開発加速の必要性を強調



アルテミス(Artemis)計画

月周回有人拠点(Gateway)を経由した有人月探査を**2段階**で進める

第1段階 2024年までの月南極への有人着陸を実現。Gatewayは必要最低限のモジュールのみ。電気推進エレメントを2022年に打上げ。

第2段階 2028年までに持続的な月面探査を実現。Gatewayの組み立てを継続し、完成形とする。

SLSロケットの開発を加速し、無人・月周回のアルテミス1ミッションの2020年实现を目指す。

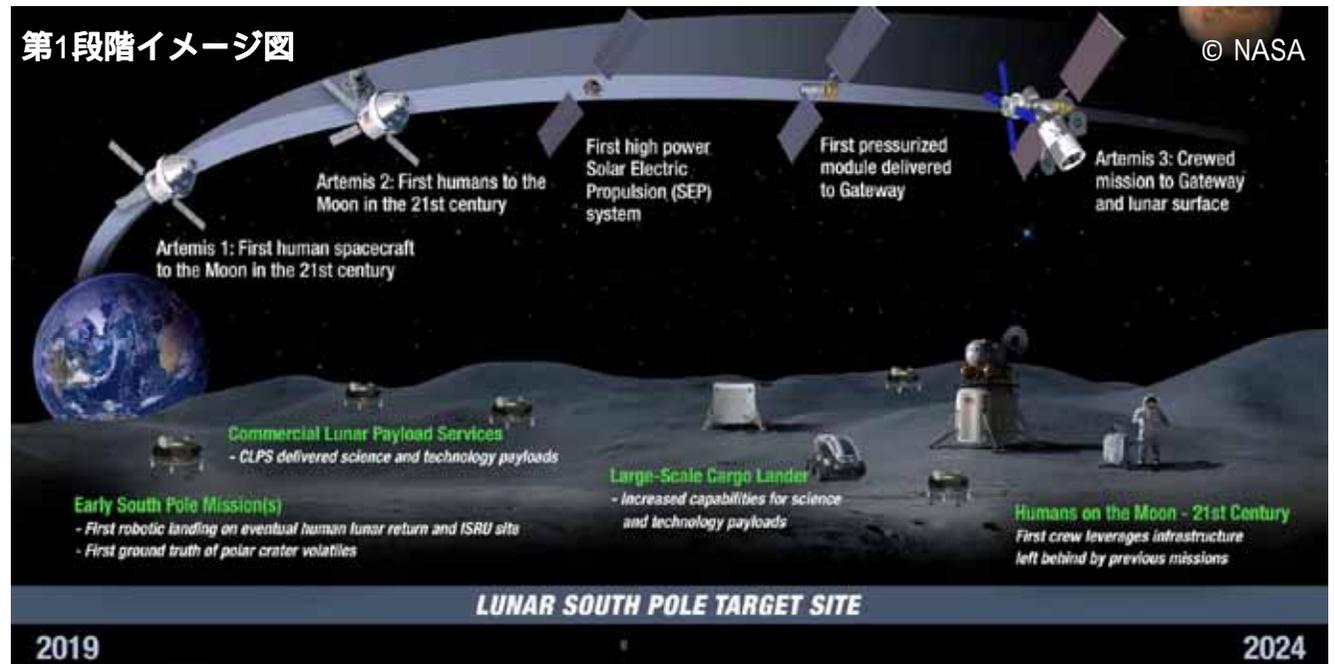
数ヶ月以上、月で持続的に活動できる能力を実証するとともに、2030年代の有人火星着陸を実現するための能力を培うことを目的とする。

アポロ計画とは異なり、国際パートナーや産業界とも協力。

月面の科学研究や、その場資源利用の研究も推進。

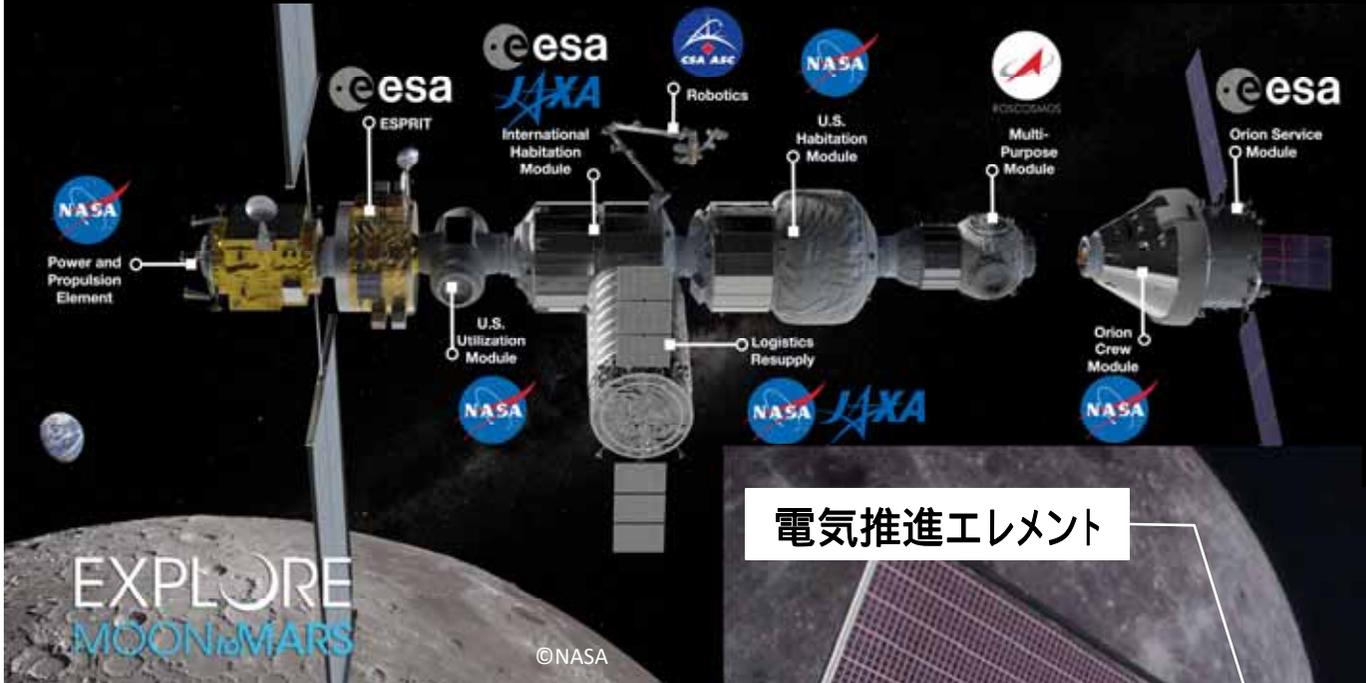
(参考1) 有人月着陸前倒しを実現するため、NASAは、**5月13日**、2020年度予算に**約16億ドルの追加要求**を発表。

(参考2) カナダは2019年2月末にGatewayへの参画を表明。欧州は2019年11月末の欧州宇宙機関閣僚会議で参画を決定する見通し。



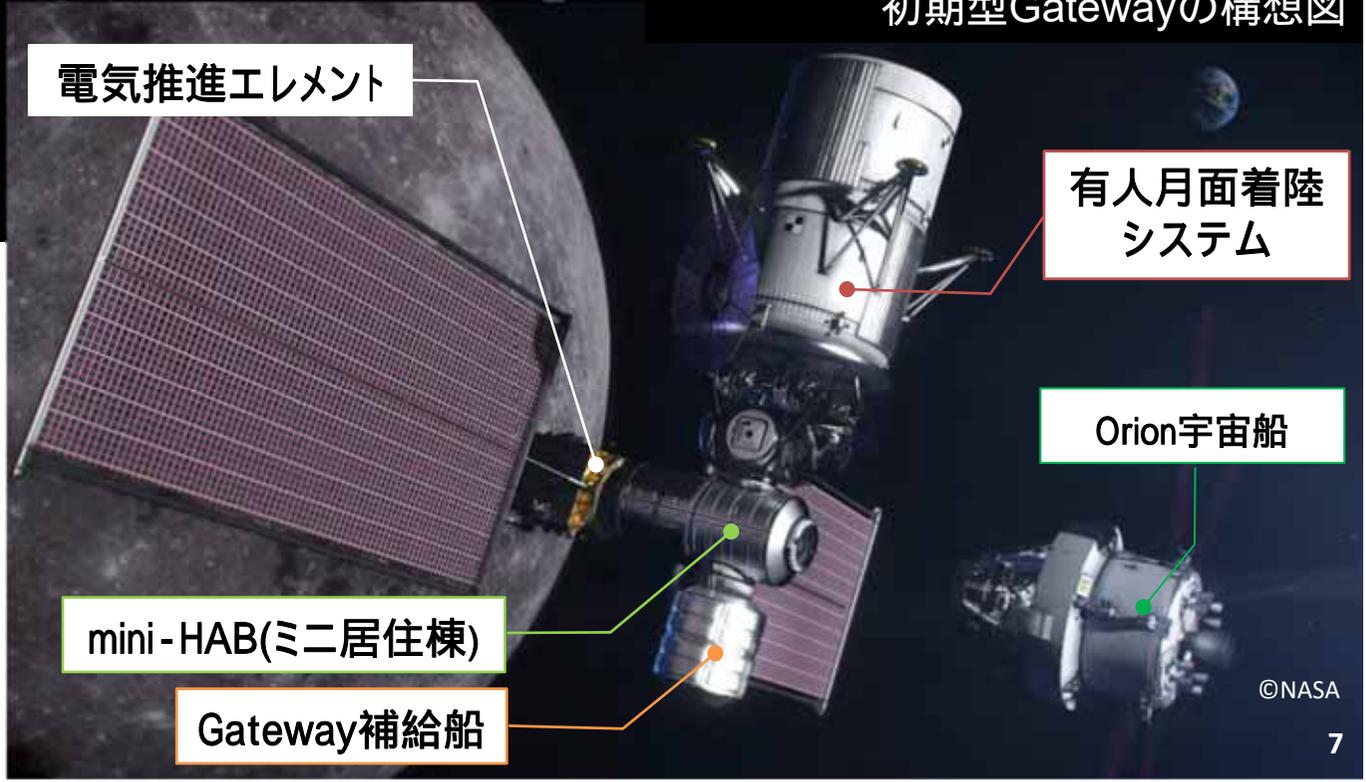
(参考) 月周回有人拠点 (Gateway) について

有人月面着陸前倒し方針が打ち出される前の当初の
2028年の有人月面着陸時の完成型Gatewayの構想図



2019年3月
有人月面着陸前倒し方針

2024年の有人月面着陸時の
初期型Gatewayの構想図



国際協力による月探査計画への参画に向けて

(文部科学省 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 取りまとめ(令和元年8月)より)

背景・理由

- 国際宇宙探査の大きな流れは月、火星、ついで深宇宙に集約。
- 米国は、2024年有人月面着陸、2030年代の有人火星着陸を目指す「アルテミス計画」を発表。また月周回有人拠点「ゲートウェイ」を構築する計画を発表し、世界各国に参画を呼びかけ。
- これに応じて、カナダは既に参画を表明、欧州も本年11月末の欧州宇宙機関閣僚会議で参画を決定する見通し。
- 新興国による宇宙開発の加速により宇宙空間を巡る地政学的バランスは変化しており、戦略的な国際協力関係の構築が不可欠。
- ゲートウェイ計画の中で、我が国が自らが強く、意義ある部分を確保できる可能性を高めるためにも、参画表明のタイミングが重要。

国際協力による月探査計画への日本の参画意義

〔国際協力取組への参画意義〕

有人宇宙探査及び当該有人探査のために先行して行われる無人探査は、一国では非効率であり、各国の知見、資金を集結した国際協力が効果的であることは、ISSで既に明らか。外交・安全保障、産業競争力、科学技術や人材育成など様々な観点からの意義を確認。

- 外交・安全保障の観点
(協力国間の強固な関係構築、国際プレゼンス等)
- 産業競争力強化やイノベーションの観点
(最先端技術、新たな製品等)
- 科学技術の観点
(国際協力による大規模な挑戦等)
- 人材育成の観点
(国民の誇りや共感、次世代育成等)

〔当面の目的地としての月の意義〕

月が、火星ひいては太陽系の他の天体の探査に向けたいわば「実験場」として、近距離にあって最適であること、月極域には水氷という資源が存在すると考えられ、かつ活動に適した長期日照地点が存在することなど、様々な観点から意義を確認。

- 火星・深宇宙も視野に入れた効率的・効果的な技術実証の場
(重力天体への着陸技術や表面探査技術の実証等)
- イノベーションの観点
(新たな産業の創出等)
- 資源探査の観点
(極域の水氷の燃料活用、高日照率域の確保等)
- 科学的知見の創出の観点
(月の起源、水氷の由来等)

国際協力による月探査計画への参画に向けて

(文部科学省 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 取りまとめ(令和元年8月)より)

国際協力による月探査計画への参画に向けた方針

- ◆国際協力による月探査計画への参画には様々な観点から意義が確認でき、時宜を逸せず、早期に参画を表明することが極めて重要。
- ◆なお、ゲートウェイを含む月探査計画に参画する場合、上述の意義が総合的に均整の取れた形かつ、費用対効果の高い形で享受できるよう、戦略的に参画することが重要であり、考えられる具体的な協力取組としては、現時点では以下の4点が考えられる。
 - 2024年の有人月面着陸に向けて建設される初期型ゲートウェイの組立要素(ミニ居住棟)に、我が国が強みや「きぼう」等で実績を有する生命環境を制御する熱制御系や空調系の技術・機器(例えば熱制御系ポンプやバッテリー等)を提供。
 - 有人月面着陸の前倒しに伴う物資・燃料補給ニーズの増大に対応するため、現在開発中の新型補給機(HTV-X)・H3ロケットを用いてゲートウェイへの物資・燃料補給を行う。
 - 2024年の有人月面着陸・探査の着陸地点選定等に資する月面の各種データを共有。小型月着陸実証機(SLIM)の開発や、月極域着陸探査を目指した取組を着実に進め、月面探査における我が国のプレゼンスを確保するとともに、ゲートウェイを活用した月面探査の国際協力枠組みの一環としても位置付け。
 - 月面での持続的な有人探査活動にも資する、米国からも期待の高い月面の移動手段を開発。

[留意事項]

- 宇宙基本計画では、「得られる効果と要する費用に関し、厳しい財政制約を踏まえつつ、厳格に評価を行」うとされており、これらの取組については今後更なる検討や精査が必要。
- 宇宙関連産業にとどまらず、幅広い産業界等の積極的な参画を呼び込むための取組を進めることも重要。
- 今後の国際交渉においては、日本人宇宙飛行士のゲートウェイ建設への参画や月面着陸の機会を確保し、宇宙先進国としてのプレゼンスの確保を図ることに留意。
- ISS計画への参画を通じて得られた技術や成果を最大限活かして費用対効果の高い形で進めるとともに、ISSでの取組から国際協力による月探査活動に係る取組をシームレスで効率的に進めることも留意。
- ISSを含む地球低軌道の在り方について、「きぼう」の運用・利用の更なる効率化や民間利用の拡大を図りつつ、長期的な対応オプションや移行期のISS運用・利用の合理化の検討を加速。

月周回有人拠点(Gateway)を含む月探査へ参画する場合の考え得る協力取組(イメージ)

我が国の強みを活かして、重要な役割を担うなど、戦略的に参画

【米国の計画】

【具体的な日米協力】

電気推進
エレメント

ミニ居住棟

初期型Gateway
(必要最小限の構成)

Gateway(完成形)

(例) バッテリー
熱制御系ポンプ 窒素・酸素分圧用タンク
我が国が強みを有する
技術・機器の提供

国際居住棟(I-Hab)
(NASA/ESA/JAXA)
への技術・機器の提供
についても今後調整

HTV-X1号機

HTV-X2号機

1,2号機によるISS補給後
を活用した技術実証

地球高軌道での
ドッキング → HTV-X3号機
②HTV-X/H3ロケットによる
Gatewayへの物資・燃料補給
(2025年以降)

着陸地点の選定等に資する
月面の各種データや技術の共有

ピンポイント着陸

月極域
移動探査

月の南極域
に着陸
(2024年以降毎年)

月面探査を
支える移動手段
(月面非与圧
ローバー)の開発

月面与圧ローバーの開発

(イメージ図)

(イメージ図)

2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028

(参考) 米国が構想する月周回有人拠点 (Gateway) に関する主要経緯

米国の月回帰構想

- 2017年12月、トランプ大統領が「**米国として再度月に宇宙飛行士を送ること**」を表明
- 2019年度予算教書において、月周回有人拠点 (Gateway) 構想を表明

日本への参画要請

- 2018年7月の日米宇宙包括対話で 米政府はGatewayへの日本の参画を要請
- 2018年11月の安倍首相とペンス副大統領との会談で、Gatewayに関する協力の具体的検討を含む宇宙協力の強化を確認

米国国家宇宙会議 (2019年3月)

ペンス副大統領が、**5年以内に(2024年までに)**米国ロケットで米国宇宙飛行士による月面着陸の実現を目指すことを表明

日米首脳会談 (2019年5月27日)

両首脳は、**月探査に関する協力について議論を加速することで一致**

記者会見でのトランプ大統領の発言(抜粋・仮訳)

安倍首相と私が、有人宇宙探査における両国の協力を劇的に拡大することに合意したことを嬉しく思う。日本は、米国人宇宙飛行士を宇宙に送る我々のミッションに参加する。我々は、月、そしてその後すぐに火星に行く。それは非常に刺激的だ。軍事的見地からも今日、宇宙ほど重要なものはない。

宇宙開発戦略本部 (2019年6月4日)

総理が、「米国が進める月周辺の拠点計画Gatewayについて、我が国が戦略的に参画できるよう、**具体的な参画方針の年内の早期決定に向けて**、内外の調整を進めてください。」と指示

(参考) 米国の有人月面探査計画(アルテミス計画)の概要

2019年3月26日(米国時間)、第5回米国国家宇宙会議にて、**ペンス副大統領が、5年以内に米国ロケットで米国宇宙飛行士による月面着陸の実現を目指すことを表明。**

- NASAは5年以内に、米国宇宙飛行士を月面へ着陸させる。
- 着陸候補地としては、水氷資源等の存在が示唆されている月面南極域。
- 新型大型ロケット(SLS)開発遅延に強い不満。開発加速の必要性を強調



アルテミス(Artemis)計画

月周回有人拠点(Gateway)を経由した有人月探査を**2段階**で進める

第1段階 2024年までの月南極への有人着陸を実現。Gatewayは必要最低限のモジュールのみ。電気推進エレメントを2022年に打上げ。

第2段階 2028年までに持続的な月面探査を実現。Gatewayの組み立てを継続し、完成形とする。

SLSロケットの開発を加速し、無人・月周回のアルテミス1ミッションの2020年実現を目指す。

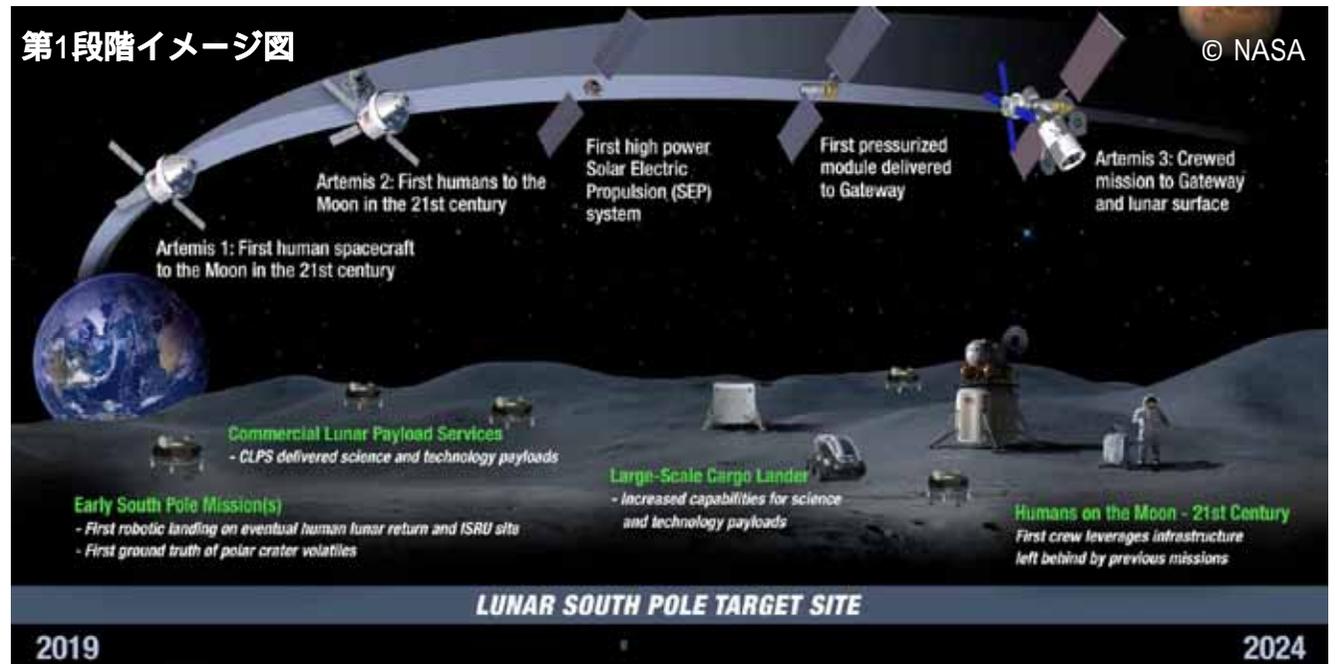
数ヶ月以上、月で持続的に活動できる能力を実証するとともに、2030年代の有人火星着陸を実現するための能力を培うことを目的とする。

アポロ計画とは異なり、国際パートナーや産業界とも協力。

月面の科学研究や、その場資源利用の研究も推進。

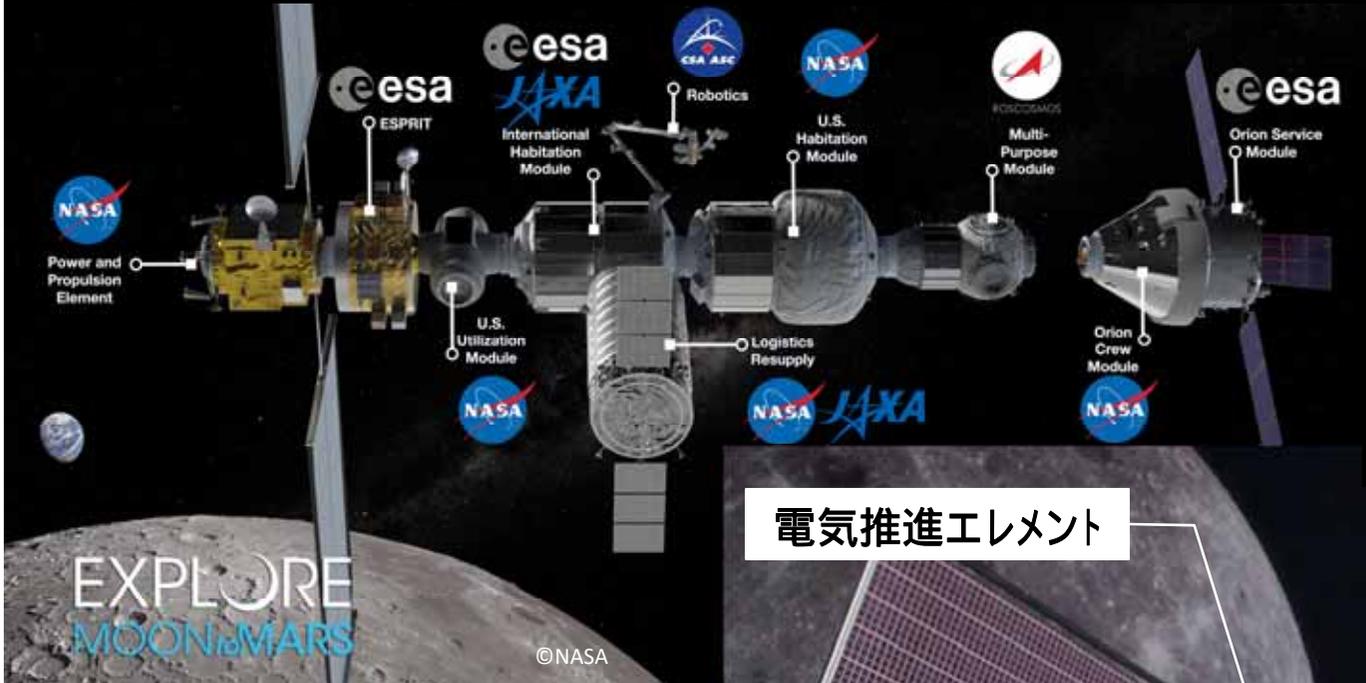
(参考1) 有人月着陸前倒しを実現するため、NASAは、**5月13日**、2020年度予算に**約16億ドルの追加要求**を発表。

(参考2) カナダは2019年2月末にGatewayへの参画を表明。欧州は2019年11月末の欧州宇宙機関閣僚会議で参画を決定する見通し。



(参考) 月周回有人拠点 (Gateway) について

有人月面着陸前倒し方針が打ち出される前の当初の
2028年の有人月面着陸時の完成型Gatewayの構想図



2019年3月
有人月面着陸前倒し方針

2024年の有人月面着陸時の
初期型Gatewayの構想図

