

資料3-2-2

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3回)H26.5.30

我が国の国際宇宙探査への参加シナリオ（案） ～JAXA案～

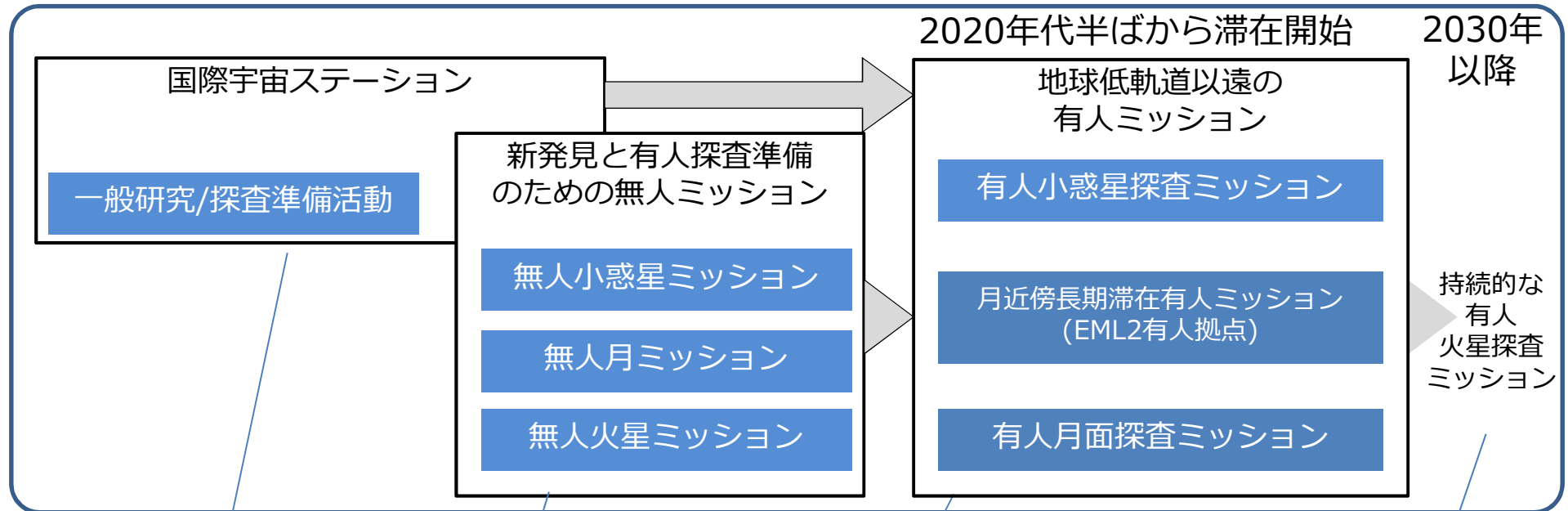
平成26年5月30日（金）

（独）宇宙航空研究開発機構

1. ISECG国際宇宙探査ロードマップの概要と現状認識
2. 国際宇宙探査に向けた準備シナリオ（案）
3. シナリオを達成するための主要課題

1. ISECG国際宇宙探査ロードマップの概要と現状認識 (1/2)

● ISECG国際宇宙探査ロードマップ



● 我が国の現状

- 2020年迄の参加は合意済み
- 2024年迄の延長については政府レベルで検討を進める予定

- 無人小惑星ミッション
 - ・はやぶさ(完了)
 - ・はやぶさ-2(開発中)
- 無人月ミッション
 - ・SELENE(完了)
 - ・SELENE-2(検討段階)
 - ・NASA-RPMミッションとの協力検討中
- 無人火星ミッション
 - ・ISAS WGで検討中

● 各国の動向

- GERでは、深宇宙居住モジュールを月近傍に配置し、そこからの月面アクセスを想定。
- 大型の有人宇宙船(Orion)およびロケット(SLS)の開発は順調
- 米国は、小惑星捕獲ミッション(ARM)を検討している。他国は静観。有人月面探査計画については現政権の意向を反映し具体化していない。
- 露や中国は有人月面探査を目標としている。

- 有人火星探査を長期的な目的としつつ、パートナーシップを拡大することによって最大の成功につながるものであることを認識(第1回ISEF会合)
- 各国とも、技術的なハードルは高く、火星有人探査の実現には技術的ブレークスルーが必要な状況と認識。

1. ISECG国際宇宙探査ロードマップの概要と現状認識 (2/2)

- 国際宇宙探査ロードマップ (GER)においてISECG参加機関間で合意されているマイルストーン
 - a. ISSを探査技術の獲得の場として活用すること。
 - b. 2020年代前半までは、月近傍の有人拠点構築に向けた準備として無人探査ミッションを実施すること。
 - c. 2020年代半ばから、月近傍または月面上の有人拠点で滞在を開始すること。
 - d. 2030年以降に有人火星探査の実現を目指すこと。

⇒ 2020年代前半までは、ISSと無人探査ミッションを中心とした準備活動となる。

- 上記の国際的なマイルストーンの実現に向け、GERにおいて、当面2020年代前半までの間、各国が関心のある準備シナリオは以下の3つ。

ISSを通して有人関連技術を獲得しつつ、

シナリオ I 無人小惑星探査ミッションの実施、及び、米国が主導する小惑星捕獲ミッションへの準備への参加により技術の獲得を図る。

シナリオ II 月を有人火星探査に必要な技術実証の場として捉え、国際協力による無人月面着陸探査ミッションの実施により技術の獲得を図る。

シナリオ III 国際協力による無人火星探査ミッションへの実施により技術の獲得を図る。

2. 国際宇宙探査に向けた準備シナリオ（案）（1/3）

■ 我が国の国際宇宙探査への取り組みにあたっての留意点（資料3-2-1より再掲）

- a. 火星を将来目標としつつ、ISS計画への参加により確立した地位や培った技術・経験を活かし、「段階的なアプローチ」の最初の段階のプロジェクト設定に向けた適切なシナリオを提案・主導する
- b. 国際協働により、コストを衡平に分担しつつ、我が国が保有していない技術を取り込むという国際協力のメリットを活かす一方で、我が国として強みを有する分野（無人宇宙輸送やロボティクス技術、宇宙医学等）を中心に参画し、我が国の宇宙技術のさらなる強化を目指す。
- c. 国際宇宙探査の協力枠組の検討にあたり、我が国が重要な役割を果たしてきた国連宇宙平和利用委員会（UNCOPUOS）における議論の蓄積を活かしつつ、検討の場を設置するなど、主体的に貢献する。
- d. 国際宇宙探査の進め方についてISEFを通じた合意形成に向けて、次回ホスト国として着実に準備を進める。

■ JAXAが現時点で検討している国際宇宙探査参加に向けた準備シナリオ（案）

上記の視点に基づいて検討した結果、JAXAとしてはシナリオIIの「ISSを利用しつつ、国際協力による無人月面着陸探査ミッション」を中核としつつ、他のシナリオにも対応できる共通的な技術課題の解決に向けた準備を進めるべきと考える。

【理由】

- a. 地球から最も近い重力天体である月を技術実証の場と捉え、我が国が保有する高度なロボティクス技術、ランデブドッキング技術、探査技術等で貢献するとともに、宇宙技術を更に発展させる。
- b. ロシア、中国、インド等が積極的な月の開発利用を進めようとしている中で存在感を示す。また、欧米では月探査計画が具体化しておらず、我が国が主導権を取れる可能性がある。
- c. 月開発を国際協力により平和目的で実施する枠組みをリードすることができる。

【他のシナリオの評価】

- ◆ シナリオ I 火星への人類到達を究極のゴールとする中で、小惑星探査では火星有人探査に必要な技術（例えば重力天体への着陸技術等）の実証は困難。
- ◆ シナリオ III 技術実証の場として見た時に、火星より月という場を利用する方が効率的。

2. 国際宇宙探査に向けた準備シナリオ（案）（2/3）

■ 戦略と目標

I. 新発見と有人準備のための無人ミッションフェーズ【2020年代前半まで】

- ISSを活用し、宇宙飛行士を長期間にわたり地球低軌道以遠に滞在させる健康管理等の技術を獲得するとともに、世界をリードできる先端的な宇宙探査技術を実証する。
- 無人月面探査を通じ、高度な離着陸・帰還技術や月面での探査を、我が国が得意とする宇宙輸送技術やロボティクス技術を駆使して実証し更に発展させる。また、月の開発利用における自立性・自在性を確保し、国際的枠組みでの我が国の主導的立場を確保する。
 - ✓ 我が国が強みを有する技術を活用し、最先端の「無人月面着陸探査」を行う。
 - ✓ 国際協働探査共通のアセットとなる通信衛星提供や深宇宙でのランデブードッキング技術を実証し国際宇宙探査に貢献する。
 - ✓ 将来の国際協力による、継続的・複数地点での月探査を主導する。

II. 地球低軌道以遠の有人ミッションフェーズ【2020年代半ば以降】

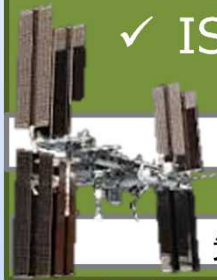
- 上記で獲得した技術により、有人・無人ミッションを効果的に融合させ、国際協働有人宇宙探査として月近傍で行われる有人探査活動において中核的な役割を果たす。
 - ✓ これにより、2030年以降の人類の火星到達という世界的な目標の達成の技術的な目途づけに貢献する。

2. 国際宇宙探査に向けた準備シナリオ (案) (3/3)

国際宇宙探査

人類の活動領域の拡大

✓ ISSを使った探査技術の獲得



長期宇宙滞在有人技術の実証

先進的宇宙探査技術の実証

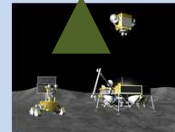
✓ 無人月面探査(日本主導/国際協働)

データ中継機展開・
深宇宙RVD*技術実証

*RVD:ランデブ・ドッキング

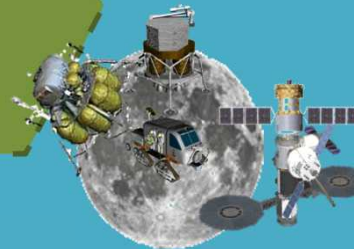


月面探査

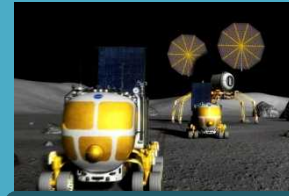


月面の広域探査(国際協働)

国際協働
有人宇宙探査



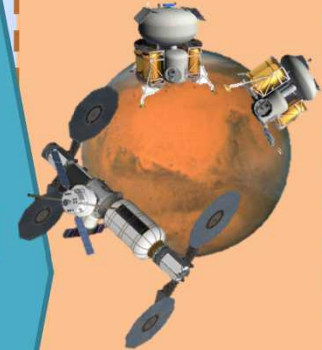
EML2*有人拠点



有人月面拠点

...

有人火星探査
(国際協同)
2030以降



火星有人拠点



連携

連携

連携

JAXAの宇宙科学ロードマップで実施する無人科学探査

地球および人類の成り立ちに迫る科学的知見の獲得

*) EML2: 第2地球-月ラグランジュ点

3.シナリオを達成するための主要課題(1/2)

■ 上記準備シナリオにおいて我が国が解決を目指す主要課題

将来の有人火星探査ミッションの実現に必須の技術課題のうち、2020年代半ばからの月近傍での国際協働有人宇宙探査において日本が主要な役割を果たすため、日本が優位性を持つ技術により解決に貢献できる主要課題は以下の通り。

① 地球低軌道以遠における飛行士の長期滞在

- ✓ 厳しい宇宙放射線環境における効率的な被曝量低減
- ✓ 限られた補給や通信環境における宇宙飛行士の長期的健康維持・管理能力
- ✓ 再使用率向上等による物資消費量の低減、信頼性向上等による補用品量低減

② 深宇宙における自律ランデブドッキング

- ✓ GPSが利用できない深宇宙において、地上からの支援を受けずに、自律的に宇宙船同士的位置・速度・姿勢等をリアルタイムで推定しながらランデブ・ドッキングする技術

③ 指定された惑星表面地点への正確かつ安全な着陸

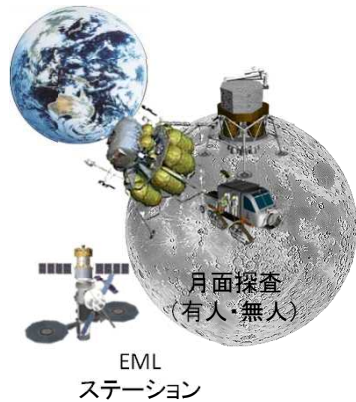
- ✓ 着陸目標地点に対する宇宙機の位置を自律的に高精度に推定しつつ、目標地点に誘導・制御する技術
- ✓ 着陸時に自律的に起伏や障害物を正確に検知し回避する技術

④ 過酷な環境での拠点構築と踏破掘削探査

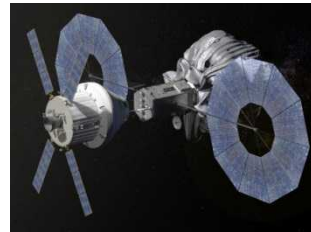
- ✓ 過酷な温度・エネルギー環境に対応でき、継続的・長期的に利用可能な拠点(エネルギー、通信、資源調査等のインフラを供給)を自動構築する技術
- ✓ 未知の地形や地盤・地表面ダストなどが存在する過酷な環境においても、走行や掘削等の探査活動を実施する技術

3.シナリオを達成するための主要課題(2/2)

上記主要課題はいずれも有人火星探査における必須のキー技術



② 深宇宙における自律 ランデブドッキング



有人小惑星探査



火星上空でのランデブー
ドッキング

③ 指定された惑星表面地点 への正確かつ安全な着陸



有人拠点へのピンポイント着陸

① 地球低軌道以遠におけ る飛行士の長期滞在



長期間(往復2~3年)の宇宙飛行

④ 過酷な環境での拠点 構築と踏破掘削探査



1年以上の持続的活動