

<これまでの考え方>

月探査の目的; 「月の科学的探究」と「月の利用」

- ・月の成り立ちを解明することが、**地球誕生の秘密を解く**最初の鍵
- ・アポロ等の成果でわかっていることはまだ**限定的**。我が国は「かぐや」の成果により**月の科学で世界を先導**
- ・距離的に**地球にもっとも近く**、他の惑星探査よりも桁違いに得られる**情報量が多い**ため、投資に十分見合った成果をあげられる
- ・更なる太陽系の探査活動のための**技術実証などの拠点**としての利用価値、水の発見により**月資源の利用可能性**も高まっている
- ・将来想定される人とロボットの連携による高度な探査にもつながる取組は、宇宙先進国として国際協力におけるリーダーシップ発揮を可能とする。

ロボット、エネルギー技術など「次世代技術の革新」

波及効果

「国際的プレゼンスの確立」と「科学技術人材の養成」

シナリオ

2015年頃 **世界で初めて月の内部物質の探査**を行い、月の後期の進化を知る

月の表側

- 我が国初の**探査機の軟着陸**
- ロボットによる短期間探査
- 活動の映像伝送

2015年頃まで 約600~700億円

2020年頃 **世界で初めて基地を構築**し、最も長期間の南極周辺の地質探査や内部構造観測により月の起源論争に終止符

月の南極

- 月に無人**探査基地の構築**
- エネルギー供給システム構築**
- 数ヶ月間のロボット探査**
- 活動の長期間の映像伝送

2020年頃まで累計で約2000億円

成果、動向等を見て判断

2025年頃 **世界で初めて月の裏側からのサンプル・リターン**を行い、年代測定等の詳細分析により月の進化の歴史をひもとく

月の裏側

- 惑星からの**往還技術の実現**
- 基地を活用した本格的、より高度なロボット探査
- 活動の長期間の映像伝送

2025年頃まで累計で約4000億円

並行して、有人による探査にもつながる技術基盤の構築を目指した研究開発を進める

<見直し案>

月探査の重要性; ~自在な太陽系探査へのキーステップ~

太陽系の成り立ちなどの解明のため、様々な天体の探査が重要

- 太陽系探査のための**技術**の確立
  - ・月は地球から最も近い重力天体。重力天体への往還技術の確立など。
- 世界トップレベルの月の**科学**の発展
  - ・「かぐや」の成果の上に立って、月の科学で世界をリードしているが、中国、インド等が取り組んでいる中、探査活動の停滞は日本の優位性を失う。
- 国際的プレゼンス**の確立
  - ・今後月とその資源の開発・利用などに関する国際ルール作りが進展する中で、持続的な活動によりルール作りを先導。
  - ・将来想定される人とロボットの連携による高度な探査にもつながる取組は、宇宙先進国として国際協力におけるリーダーシップ発揮を可能とする。

ロボット、エネルギー技術など「次世代技術の革新」

波及効果

「科学技術人材の養成」

月探査の進め方の見直しのポイント:

- ・できる限り低コストで最大の効果を生む観点から再検討
- ・今後の太陽系探査のための技術として重要な、**重力天体への往還技術**、**長期ロボット探査技術**などを効率良く確立できる進め方とする。
- ・**南極周辺**は、月の裏側からも多様な物質が飛散してきている可能性が高い。**科学的価値の高い岩石**（マンツルの岩石、古い石、新しい石）**を採取できる可能性が高く**、エネルギー確保、通信等も比較的容易。

目標: 2020年頃に月の南極域に世界で初めて探査基地を構築し、地震計などの観測機器を設置して1年間以上の内部構造探査、ロボットによる数ヶ月間の周辺探査、科学的価値の高い岩石を採取しサンプルリターンを行う。これにより、月の起源と進化の解明にせまるとともに、今後の太陽系探査に必須となる技術を獲得する。

2015年頃 **月面へのピンポイント軟着陸、ロボットによる探査**

(2020年頃の本格探査に向け、以下を目指す)

- 重力天体への世界最高精度での軟着陸
- 我が国初の重力天体でのロボット探査と最新鋭の地震計などによる観測
- 世界初の原子力エネルギーに頼らない越夜

2015年頃まで約600~700億円

2020年頃 **世界で初めて南極域に基地を構築**し、長期間の内部構造探査、地質探査、**採取した岩石の地球への小規模のサンプルリターン**で月の起源と進化の解明にせまるとともに、太陽系探査に必須の技術を獲得する

月の南極

- 我が国初の重力天体への往還(サンプルリターン)
- 世界初の基地構築と、長期にわたるロボット探査、観測
- 太陽電池と蓄電池による持続的エネルギー供給
- 月面からの臨場感のあるハイビジョン中継
- 月の資源利用可能性に関する調査

2020年頃まで 累計で約2000億円

※ メインミッション以外へのリソース提供による提案参加の仕組みの検討

有人宇宙活動の技術基盤の構築:

2020年頃まで約900億円

有人宇宙活動を可能にする能力の確保は、今後の宇宙開発の展開には必須であり、将来の有人探査にも繋がる技術基盤の構築を目指し、有人ロケット、有人宇宙船に係るキーとなる要素技術の研究開発を並行して進める

2020年頃以降

- 科学的成果、技術蓄積の状況等を見極めつつ、2020年頃以降の**更なる発展的探査を目指す**とともに、**獲得した技術を幅広い太陽系探査の技術基盤として活用する**。

# (参考) 月探査の考え方について (見直し後)

## 月探査の重要性: ~自在な太陽系探査へのキーステップ~

太陽系の成り立ちなどを解明するためには、様々な天体の探査が重要

### ○太陽系探査のための技術の確立

- ・我が国は世界で初めて小惑星からのサンプルリターンに挑むなど、探査技術の確立を進めつつある
- ・今後様々な天体を目指すためには新たな探査技術の確立が必要
- ・月は地球から最も近い重力天体。重力天体への往還技術、長期ロボット探査技術の確立など

### ○世界トップレベルの月の科学の発展

- ・月は惑星の誕生や進化の解明にとって重要な探査対象の一つ
- ・我が国は「かぐや」の成果で世界をリード。まだ未解明なことは多く、中国、インドなど複数の国が月を目指す中、探査活動が停滞すれば、月の科学での日本の優位性を失いかねない

### ○国際的プレゼンスの確立

- ・今後月とその資源の開発・利用などに関する国際ルール作りが進んでいくと考えられる
- ・月での持続的な活動が、ルール作りを先導的に進めることに不可欠であり、国際的プレゼンスの観点からも重要
- ・将来想定される人とロボットの連携による高度な探査にもつながる取組は、宇宙先進国として国際協力におけるリーダーシップ発揮を可能とする

以上の3つの観点から、我が国は月探査を戦略的に進めることが重要。

## 月探査の進め方の見直しのポイント

最大限効率良く、できる限り低コストで、太陽系探査のための技術の確立・世界トップレベルの月の科学の発展・国際的プレゼンスの確立について最大限の効果を生む観点から再検討。その場合、以下の点の考慮が必要。

- ・今後の太陽系探査のための技術として重要な、重力天体への往還技術、長期ロボット探査技術などを効率良く確立できる進め方とする。
- ・南極周辺は、月の裏側からも多様な物質が飛散。長期間探査できれば、例えば月の裏側のマンツルの岩石(月内部の深部の物質)など、これまで人類が手にしたことのない科学的価値の高い岩石を採取できる可能性が高く、エネルギー確保、通信等も比較的容易。
- ・南極において科学的価値の高い岩石が採取できれば、月の裏側への直接探査以前に、まず、サンプルリターンにより、月の起源・進化の解明にせまる科学的成果を得られる可能性が高い。
- ・月の裏側への探査は、地球からは見えない領域への通信確保の観点から、月周回軌道上に複数のデータ中継衛星が必要となるなど、計画の規模が大きくなるため、その必要性については十分に検討する必要がある。

以上を踏まえ、2020年頃までに一定の成果を獲得することを目標に、それ以降については今後の国内外の状況も見極めて再検討することとし、月探査の目標とシナリオを再検討

## 目標

2020年頃に月の南極域に世界で初めて探査基地を構築し、地震計などの観測機器を設置して1年間以上の内部構造探査、ロボットによる数ヶ月間の周辺探査、科学的価値の高い岩石を採取しサンプルリターンを行う。これにより、月の起源と進化の解明にせまるとともに、今後の太陽系探査に必須となる技術を獲得する。

## シナリオ

### 2015年頃: 月の表側での探査活動

#### 月面へのピンポイント軟着陸、ロボットによる探査

(2020年頃の本格探査に向け、以下を目指す)

#### ○技術チャレンジ

- ・重力天体への世界最高精度での軟着陸
- ・我が国初の重力天体でのロボット探査と最新鋭の地震計などによる観測
- ・世界初の原子力エネルギーに頼らない越夜

#### ○科学チャレンジ

- ・最新鋭の地震計等による内部構造探査を数ヶ月間行い、地殻の厚さ、中心核の大きさや密度を高精度で決定し、月全体の主要元素組成を明らかにする。
- ・「マグマの海」の冷却に伴って直接形成された岩石を採集分析し、月の地殻が形成された過程の実態を明らかにする。 2015年頃まで約600~700億円

### 2020年頃: 月の南極での探査活動

世界で初めて南極域に基地を構築し、長期間の内部構造探査、地質探査、及び採取した岩石の地球への小規模のサンプルリターンにより、月の起源と進化の解明にせまるとともに、太陽系探査に必須の技術を獲得する

#### ○技術チャレンジ

- ・我が国初の重力天体への往還(サンプルリターン)
- ・世界初の基地構築と、長期にわたるロボット探査、観測
- ・太陽電池と蓄電池による持続的エネルギー供給
- ・月面からの臨場感のあるハイビジョン中継
- ・月の資源利用可能性に関する調査

#### ○科学チャレンジ

- ・世界で初めて中心核の様子を明らかにする。すなわち、高性能化した地震計等による内部構造探査を1年以上行い、これまでの観測データと合わせて月の中心核の大きさ、状態(固体・液体)やマンツル構造を明らかにし、月の起源の謎にせまる。
  - ・月の裏側に存在する太陽系最大のクレーターを起源とする内部物質、形成年代の古い岩石から新しい岩石まで多様な岩石を選別・採取し、サンプルリターンすることにより、月の進化の謎にせまる。 2020年頃まで累計で約2000億円
- ※ メインミッション以外へのリソース提供による提案参加の仕組みの検討

## 有人宇宙活動の技術基盤の構築

2020年頃まで約900億円

有人宇宙活動を可能にする能力の確保は、今後の宇宙開発の展開には必須であり、将来の有人探査にも繋がる技術基盤の構築を目指し、有人ロケット、有人宇宙船に係るキーとなる要素技術の研究開発を並行して進める

## 2020年頃以降

○ 科学的成果、技術蓄積の状況、各国の動向、国際協力の状況などを見極めつつ、より高度なロボットによる探査、有人による探査などについて検討を行い、2020年頃以降の更なる発展的探査を目指すとともに、獲得した技術を幅広い太陽系探査の技術基盤として活用する。