

月探査に関する懇談会報告書（骨子案）

1. 月探査の重要性

- ・ 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、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。

2. 月探査と有人宇宙活動のこれまでの取組と動向

- ・ 我が国では、月探査への継続的な取組の中で、「かぐや」により月の科学で世界を先導している。また、ISS 計画への取組を通じて有人宇宙技術を蓄積してきており、技術力や存在感が高まってきている。
- ・ 諸外国では、米ソの計画の後、月探査は停滞したが、1990 年代に入り米・欧・中・印などが月探査への取組を行っている。有人宇宙活動については、米・露に続き、中が世界で3番目の有人宇宙飛行を達成し、さらに欧・印も取組んでいる。
- ・ 米国では、コンステレーション計画を中止し、オバマ政権が新たな取組を表明。

3. 月探査への取組

(1) 月探査の目標と進め方

- ・ 月探査の目標を定めるに当たり、今後の太陽系探査のための技術を効率良く確立できること、月の南極周辺は、月の裏側からの科学的価値の高い岩石を採取できる可能性が高いこと、中国やインドが月を目指す中、国際ルール作りにおける先導的な立場を発揮するために継続的な月での活動が必要であることを考慮。
- ・ 目標として、2020 年頃に月の南極域に世界で初めて探査基地を構築し、内部構造探査、ロボットによる周辺探査、岩石の採取と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、今後の太陽系探査に必須となる技術を確認する。
- ・ できる限り低コストで最大限の成果を得るために、2020 年頃までは有人によらず、ロボットを最大限活用した月探査を実施する。
- ・ 2020 年頃までの目標については、技術開発及びその実証は、我が国独自でも実現しうることを基本とするシナリオとする。

(2) ロボット月探査のシナリオ

① 2015 年頃のロボット月探査

- ・ 月面へのピンポイント軟着陸、ロボットによる探査
- ・ 資金規模は、2015 年頃までに約 600～700 億円程度と試算
- ・ 2020 年頃の本格探査に向け、以下の技術チャレンジを行う。
 - 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
- ・ 科学のチャレンジとしては、以下のとおり。
 - 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い精度で決定し、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。

② 2020年頃のロボット月探査

- ・ 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。
- ・ 資金規模は、2020年頃までに累計約2000億円程度と試算
- ・ 技術チャレンジとしては、以下のとおり。
 - 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
- ・ 科学チャレンジとしては、以下のとおり。
 - 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）やマント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。
- ・ 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についても検討

③ 2020年頃以降の月探査シナリオについて

- ・ 2020年以降については、それまでの成果、技術の進捗等を踏まえ、更なる発展的探査について検討するとともに、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。

(3) 研究開発の体制

- ・ 宇宙関連以外の大学や企業からの公募や共同研究などにより、幅広い外部の知見とJAXAの知見を総結集した新しい研究開発体制を構築する。

(4) 月探査による波及効果

- ・ 過酷な環境におけるロボット、エネルギー技術は、次世代技術の革新を促し、産業の技術革新や新たな産業の創出、地上の国民生活の向上にも資することが期待。
- ・ 世界をリードする月探査の科学的成果の獲得に加え、探査活動の映像提供による国民参加型の月探査を実現し、次世代を担う子供達に活力ある未来への夢や希望を与え、人材の養成につなげることが可能。

4. 将来の有人探査を含む有人宇宙活動についての基本的な方針

(1) 将来の有人宇宙活動へ向けた取組の方針

- ・ 有人宇宙活動は、人類の活動の場の拡大、無人探査・作業の限界、宇宙先進国・科学先進国としての地位、科学的知見の拡大、地球の理解の深化、次世代への希望と夢・教育効果、技術革新と次世代産業の牽引などの様々な観点で意義がある。
- ・ 有人による探査は、ロボット探査の限界を超え、人の経験や知識に基づく高度なそ

の場判断や作業などを行える可能性を秘めているが、国際協力が必須であり、目的地とともに枠組みが今後国際的に調整される可能性が高い。

- ・ 宇宙先進国・科学先進国として、将来の国際協力において諸外国と対等のパートナーシップを発揮するため、有人宇宙活動に係る技術的能力を確保することは、今後の宇宙開発の展開には必須。
- ・ 現在の我が国の財政事情も踏まえ、現時点で有人探査の具体的目標を定めずに、着実かつ低コストで、将来の有人探査にも繋がる技術基盤の構築を目指した研究開発を、ロボット月探査と並行して進める。

(2) 技術基盤の構築の進め方

① キーとなる要素技術

- ・ 将来諸外国と対等のパートナーシップを発揮するために、技術基盤の構築に当たっては、有人宇宙活動のキーとなる要素技術等は独自に確立することが重要。
- ・ キーとなる要素技術等の中でも、有人宇宙活動に必須である有人ロケットや有人宇宙船の要素技術に重点を置き、有人に特有なエンジンの安全化技術、緊急脱出技術、生命・環境維持技術、帰還の安全化技術の研究開発から進める。

② 研究開発の目標

- ・ 2020年頃までに、安全かつ低コストで有人宇宙活動を可能とする要素技術等の見通しを得ることを目指し研究開発に取り組む。

③ 効率的な研究開発

- ・ 研究開発を進める上で、ロボット月探査や国際宇宙ステーションなどの取組と連携し、また宇宙での技術実証に当たっては、これらの宇宙活動の機会を有効に活用して効率的に進めることとする。

(3) 想定資金規模（試算）

- ・ 2020年頃までの見通しをつけるまでの資金として900億円と試算

5. 我が国の宇宙開発戦略上の位置付け

- ① ロボット月探査を通じて、我が国は太陽系探査に必要な天体へのアクセス、天体での活動、天体からの帰還という3つの必須の技術の確立が可能となる。
- ② 有人宇宙技術については、国際宇宙ステーションでの活動に加えて、宇宙空間へのアクセスと帰還に必須な技術の獲得に向けた蓄積を着実に図ることにより、将来の有人宇宙活動に向けた技術基盤を構築することが可能となる。
- ③ これらの取組を通じて、我が国は、長期的には目的に応じたロボットと人の最適な連携により、自在な宇宙活動を展開する能力を確立することが可能となる。