

月着陸探査ミッション SELENE-2 Moon Landing Mission SELENE-2

橋本 樹明^{1*}, 星野健¹, 田中 智¹, 大嶽 久志¹, 大槻真嗣¹, 森本仁¹

Tatsuaki Hashimoto^{1*}, Takeshi Hoshino¹, Satoshi Tanaka¹, Hisashi Otake¹, Masatsugu Otsuki¹, Hitoshi Morimoto¹

¹ 宇宙航空研究開発機構

¹ Japan Aerospace Exploration Agency

JAXA では、SELENE (「かぐや」) での月周回観測に続き、SELENE-2 で月面着陸を行い、SELENE-X で更に高度な探査 (サンプルリターンなど) を実施することを検討している。SELENE-2 のミッション目的は、以下のように大別される。

1. 将来の月惑星探査に必要な技術の開発・実証

月面への軟着陸は米国、旧ソ連が 40 年以上前に実現しているが、今後の本格的な月探査においては、目的とした場所へ百 m 程度の精度で着陸することが求められている。これを実現するためには、表面地形と地図を照合することにより自己位置を同定するなど、質的に新しい着陸技術が必要となる。

着陸機のみでは月面の一点での活動に限られるので、広域を移動探査する手段 (ローバ) が必須である。月面上では米国、ソ連による大型ローバの実現例があるが、科学探査用の小型ローバは月レゴリス上においてはスタックしやすい。走行機構に大幅な改良が必要である。

月面上で長期観測を行うためには、2 週間の夜を越えて活動する技術が必要である。これまでの月探査においては、原子力エネルギーを用いて越夜していたが、我が国においては原子力の宇宙利用についての国民的コンセンサスが得られていないことから、代替エネルギーが求められている。SELENE-2 では、熱設計の工夫によって、太陽電池と蓄電池によるシステムで数 W 程度の小電力観測機器の 2 週間の越夜が可能である見通しを得ている。

2. 月の起源と進化の解明につながる科学観測

月の誕生の謎に迫るためには、月の原材料物質の割合を知る必要がある。このためには、現在の月内部の地殻、マントル、中心核がそれぞれの程度の大きさであり、どのような物質でできているかを計測することが重要である。一方、月の進化過程を明らかにするためには、地殻やマントルを形成する物質、特に岩石の組成や結晶構造などを、その産状とともに詳細に観測する必要がある。そのためには、月表面に存在する月深部からの噴出物質等についての詳細な地質学的探査と、月の内部構造を知るための地球物理学的探査が 2 つの柱となる。

SELENE-2 では、着陸機あるいはローバからの撮像および分光により広域の地形観測を行い、特徴的岩石露頭へのアクセスを行う。そして、岩石表面を研磨しての顕微鏡観測を行い、鉱物組成の確定を行うことを計画している。また、月震波形の計測、熱流量観測、電磁場観測を行い、月内部構造の解明を目指している。

3. 将来の有人探査等のための月面環境調査

宇宙飛行士が月面に長期に滞在して複雑な作業を実施する場合、アポロ時代の短期間滞在、発見的探査に比して、必要な環境調査項目、精度ともに異なるものが必要である。例えば、月面の放射線環境は、現在の解析モデルでは 1 桁以上の誤差があり、月面滞在可能日数や放射線シールドの設計が大きく異なってしまう。また、長期間真空中に暴露されてきたレゴリスダストがどう振る舞うのか、あるいは空気のある与圧部に入り込んだときに化学的反応の時定数はどの程度かなど、地上にあるアポロの回収サンプルを用いた実験だけではわからないことも多い。また、ローバの走行、あるいは月面基地建設のためには、地盤の特性の把握が必要である。

4. 国民理解の増進、国際協力・貢献など

月面からの高精細映像による教育・啓蒙効果については、「かぐや」のハイビジョン映像により実証されている。また、月惑星探査 (特に有人探査) は国際協力を前提として進める時代にあつて、我が国がいかに国際貢献できるかは、国としての地位の確保につながるものである。

これらのミッションを実現するためには、H2A ロケット級の打ち上げ能力が必要と考えている。この場合、1 トン前後のドライ重量の探査機を月面に着陸させることが可能である。着陸に必要なバス系重量は 700kg 程度必要であり、探査ローバも含むミッション機器の総重量は 200~300kg になるものと推算されている。

SELENE-2 では、着陸地点について以下の条件を設定した。

- ・緯度 60deg 以下：温度環境から
- ・経度 80deg 以下：地球との直接通信の制約から

この条件下で、月の科学の観点で最適な着陸点を検討すべく、2010 年 3 月より「SELENE-2 着陸地点検討会議」を組織し議論を行ってきた。2011 年 9 月に 10 の着陸地点と 1 つの広域エリア条件に集約され、現在、さらなる絞り込みを行っている。

SELENE-2 は、2007 年より JAXA のプリプロジェクトとして、概念設計 (Phase-A study) を実施してきた。前宇宙基本計画においては 2015 年頃の実施が示唆されていたが、国の経済状況から、プロジェクト移行 (Phase-B) は遅れてい

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



PPS22-08

会場:103

時間:5月22日 16:45-17:00

る。世界的には有人月探査への動きが加速されつつある中で、プリプロジェクトチームとしては、早期のプロジェクト移行を目指し、技術的な準備を着実に進めている。

キーワード: 高精度着陸, 探査, ローバ, 越夜

Keywords: Precise landing, Exploration, rover, Night survival