

SELENE-2 月面設置観測機器のための温度制御機構 (月面サバイバルモジュール) の開発状況

Development status of thermal control unit for lunar surface scientific instruments in SELENE-2 mission

小川 和律^{1*}, 飯島 祐一¹, 坂谷 尚哉¹, 大嶽 久志¹, 田中 智¹

OGAWA, Kazunori^{1*}, Yu-ichi Iijima¹, SAKATANI, Naoya¹, OTAKE, Hisashi¹, TANAKA, Satoshi¹

¹ 宇宙航空研究開発機構

¹ Japan Aerospace Exploration Agency

現在、次期月着陸探査として計画中の SELENE-2 ミッションにおいて月面に設置する科学観測機器のための熱制御装置 (月面サバイバルモジュール) の開発を進めている。

SELENE-2 では、月震計、磁力計、熱流量計、VLBI 電波源の 4 種の観測機器が、月面で越夜を含む長期的観測を実施することを提案している。これらの機器は主に月の内部構造の調査を目的とするもので、地震波速度構造、電気伝導度構造、温度構造、慣性モーメントなどの情報を得て、内部の密度、物理状態、組成、地殻厚、コアの有無などについての制約条件を推定し、月の起源、熱史などの議論を発展させることができる。

月面は粒径が 50 μm 程度の粉体で覆われており、真空のため熱伝導率が極めて低い。このため、地表温度が昼と夜で -200 から 100 程度と大きく変動し、それぞれが 2 週間続く。そのような環境の中で機器を正常に保つには、適切に機器温度を制御する機構 (昼間は熱を効率よく排熱し、かつ夜はなるべく断熱して暖めるという矛盾する機構) が必要となる。開発中の装置は、このような機構を持ち、月面の厳しい温度環境下でなるべく長期間にわたって観測を可能にすることを目的とする。

特に月震計は月面との機械的なカップリングが不可欠であるため、月面との断熱が難しく、熱設計が困難を極める。

我々が提案するのは、機器と周囲の地面を山形の多層断熱膜 (MLI) で覆い、内部機器を月面地下の温度安定層と積極的に熱結合させるという手法である。この環境をうまく利用する手法により、昼夜の温度変動を 0 から 40 までの範囲に抑える。

これまで、モジュール内各部の概念検討を終え、それを反映して詳細化した熱モデル計算により、サバイバルモジュールの可能性を示してきた。また要素試作品の試験によって熱モデルの妥当性を検証し、実現性を示してきた。現在は、これらの結果を統合してサバイバルモジュール全体の試作機を製作するため、設計を開始した。これらの状況を報告する。

キーワード: SELENE-2, 熱設計, 越夜, 月面

Keywords: SELENE-2, thermal design, Moon