

月面観測機器の温度制御のためのサバイバルモジュールの開発

Development of the survival module for temperature control of scientific instruments on the lunar surface

小川 和律^{1*}, 飯島 祐一¹, 田中 智¹

Kazunori Ogawa^{1*}, Yuichi Iijima¹, Satoshi Tanaka¹

¹宇宙航空研究開発機構

¹Japan Aerospace Exploration Agency

我々は月面に設置する科学観測機器のための熱制御モジュール(月面サバイバルモジュール)の開発を行っている。惑星探査において、固体惑星表面に機器を設置する場合に、特に問題となるのが熱設計である。月面の真空環境では、表面温度は昼と夜で100から-200°C程度まで大きく変動する。我々が開発している装置は月面の厳しい温度環境下で、昼夜を通してなるべく長期間にわたり機器の観測を維持することを目的とするものである。

月周回探査機かぐや(SELENE)の後継機として、月面着陸探査機SELENE-2の検討が進められている。SELENE-2は周回機(オービタ)、着陸機(ランダ)、小型移動車両(ローバ)を基本構成とし、着陸地点付近の地質調査、月内部構造の探査、月面環境の調査などを行うことを科学目標とする。SELENE-2では内部構造探査として、月震計、磁力計、熱流量計、VLBI電波源の4種の機器を月面に設置し、越夜後もなるべく長期に観測を継続することを提案している。これらの機器は、長期間に渡り観測を継続することで、全体としてのデータの質が向上し、より大きな理学成果に繋がる。

月面で長期サバイバルを実現するためには、昼間の熱を効率よく排熱し、夜は逆に内部機器を暖めるという矛盾する機構を、消費電力を低く抑えて構築する必要がある。また、月震計、磁力計などのノイズ源となるもの(稼働部、磁性体など)を極力排した機構が必要であり、多くの熱制御デバイスが使用を限定される。我々が開発するサバイバルモジュールの熱制御機構は、観測機器の上に山形が多層断熱膜(MLI)を被せるというものである。これが月面レゴリスの一定面積を覆うことにより、観測機器の下のレゴリス層が蓄熱材として働き、断熱機能だけでなく昼間の熱をMLI下のレゴリスに蓄えるという手法を検討した。現在まで、この熱数学モデルを構築し、月面でのサバイバルの成立可能性を示した。また、BBM (bread board model)を製作して熱真空試験を行うことで、熱数学モデルの妥当性を検証した。開発課題として、通信・データ処理系の検討、電源系の検討、MLI展開方式の検討がある。通信・データ処理系では、対地球、周回衛星、着陸機との双方向通信を想定し、それぞれ検討を行っている。熱設計、低消費電力の制約の中、通信レートと消費電力および発熱のトレードオフが焦点である。電源系では、電力供給の方式として外部より有線での供給、一次電池、および二次電池と太陽電池の使用が考えられるが、特に二次電池の低温耐性が鍵である。MLIの展開方式については、その機構としてこれまでに折り畳み傘型、ゼンマイ型など幾つかの案についてトレードオフを行い、BBMを試作して検討した。本発表では、これらの開発状況についてお伝えする。

キーワード:月探査, SELENE-2,熱設計,熱制御

Keywords: Moon, Planetary Exploration, SELENE-2, Thermal control, Thermal design