

LISM(月面撮像/分光機器)データを用いた月表層鉱物同定および鉱物化学組成推定のための地上実験とアルゴリズムの研究

Results of the experimental study and algorithm examination for the identification of the lunar surface materials using LISM data

大竹 真紀子[1], 杉原 孝充[2]

Makiko Ohtake[1], Takamitsu Sugihara[1]

[1] NASDA, [2] 宇宙開発事業団

[1] NASDA

2004年打ち上げ予定のSELENEに搭載されるLISM(月面撮像/分光機器)によって、これまでに得られていない高い空間分解能で月全球の鉱物分布とその化学組成推定が得られるものと期待される。しかし、得られる観測データから月面鉱物分布やその化学組成を推定することは容易ではなく手法の確立が必要である。我々は4種の鉱物を様々な量比で混合した反射スペクトルを測定することによって、未知の混合比、化学組成の鉱物反射スペクトルから鉱物量比、鉱物化学組成の推定を行う手法を確立した。また、これら推定を行うアルゴリズムの研究も行っている。

2004年に打ち上げが予定されている月探査周回衛星SELENEでは、LISM(月面撮像/分光機器:地形カメラ、マルチバンドイメージャ、スペクトルプロファイラの3つの観測機器よりなる)によって、空間分解能の高い(可視:20m、近赤外:62m)マルチバンド分光観測データと、連続分光観測データ(空間分解能約500m)の両方が得られる。現在、月表層の鉱物分布について、最も精力的な研究が進められているのはクレメンタイン衛星によって得られた分光観測データであり、クレータ生成に伴うイジェクタの分布(1)や月の海における火成活動の変遷(2)などに関し、重要な成果が得られている。SELENEではLISMによる観測によって、クレメンタイン以上(約一桁高い空間分解能、連続分光データの取得による)に詳細な月全球における表層の鉱物分布やその化学組成の推定が可能になることから、これまでになく大きな成果が期待される。しかし、実際の月表層には複数の鉱物が様々な量比で含まれていること、表層の大部分がレゴリスに覆われており、レゴリスの粒子サイズによって反射スペクトルが変化することなど、様々な要因により、観測データから目標とする情報を抽出する事は容易では無く、手法の確立が必要である。本研究ではこのような手法を確立するため、レゴリス模擬物質についての反射スペクトル測定を行い、得られたデータを用いてLISMデータ解析のためのアルゴリズム研究を行った。

レゴリス模擬物質として月面上の主要構成鉱物である輝石(Opx, Cpx)、かんらん石、斜長石をそれぞれ砕いた後75~105 μm の粒子サイズにそろえ、上記鉱物のうち2成分を様々な重量比で混合した、約60のパターンについて0.5~2.5 μm の波長範囲で反射スペクトルの測定を行った(入射角・出射角はそれぞれ30,0度で一定)。一方、我々のグループでは実験と併行してLISMデータ解析を行うためのアルゴリズム研究も行っている。これまでにMGM(Modified Gaussian Model)(3)を用いてバックグラウンドの引き方に工夫を加えたピーク分離方法、有効なピークの判定などについて完成しており、今回実験で得られたデータの解析にも我々で作成したアルゴリズムを用いている。データ解析の結果、MGMによって分離された複数の吸収ピークのうち最適な2つの組み合わせをとると、吸収中心での吸収深さの比が鉱物混合比と相関関係を示すことが明らかとなった。よってこの関係に着目することにより、未知の混合比の鉱物反射スペクトルから鉱物混合比を推定することが可能となる。輝石とかんらん石の混合物の場合には2.25 μm /1.25 μm の比を用い、OpxとCpxの混合物の場合では0.90 μm /2.30 μm の比を用いると最適であることが解っている。しかし、上記の手法は特にかんらん石、輝石など有色鉱物の組み合わせで有効であるが、一方、斜長石を含む場合には斜長石の吸収がごく浅いため斜長石の割合が約80%以上の混合比でないことと相関をとることが難しく、それ以下の場合には別の手法が必要であることも解った。今後は、反射率が低いため少量の含有量でも反射スペクトルへの影響が大きいイルメナイトが含まれる系や、主要鉱物の3成分系で同様の手法が使用できるかどうかの確認、鉱物化学組成が異なる場合の影響を確認する事を予定している。また、データ解析アルゴリズムについては今回新たに求められた手法を反映し、従来のMGMによるピーク分離と有効なピークの判定に加え、ピーク有無の判定による含有鉱物の場合分け、鉱物量比推定、化学組成推定の各処理アルゴリズムを作成した。その結果、反射スペクトル測定データから鉱物種同定、鉱物混合比推定、化学組成推定までを自動的に行うことが可能となっている。このようなアルゴリズムはLISMによって得られる膨大な観測データの解析に非常に有効であると考えており、今後は本アルゴリズムによって得られる結果の精度を把握すること、効率的な処理方法などについてさらに研究を進めるとともに、斜長石を含む場合など今後新たに確立する手法の反映を予定している。

- (1) N. Hirata et al., LPSC, XXXI, #1615.
- (2) T. Sugihara, EOS, vol.81, No.48, 318, 2000.
- (3) Sunshine et al., J. Geophysical Res., vol.95, B5, 6955 - 6966, 10, 1990.