

月分光観測装置と月地質用画像解析ソフトウェアの開発

Development of a telescopic spectral reflectance measurement system and image analysis software for lunar spectroscopic geology

佐伯 和人[1], 坪井 直[2]

Kazuto Saiki[1], Nao Tsuboi[2]

[1] 秋田大・工学資源・研究施設, [2] 秋田大・鉱山

[1] Research Inst. Materials and Resources, Akita Univ., [2] Engineering and Resource Sci., Akita Univ

<http://rimrpost.rimr.akita-u.ac.jp/~ksaiki/>

アメリカ合衆国の月探査機クレメンタインの分光画像データから FeO, TiO₂ 含有量マップが作成され、月分光地質学が注目を集めている。著者らはアマチュア天文機材を中心に月面分光観測システムを構築し、クレメンタイン成果と同様な FeO, TiO₂ マップを地上観測で作成する事に成功した。誰でも簡単に操作できる画像解析ソフトウェアも開発され、月探査の基礎研究はもちろんの事、月地質学の入門用として研究者人口を増やすためにも活用できるシステムとなった。

1. 月面分光観測の背景

クレメンタイン衛星（米）の光学センサデータから Lucey ら(1998)は月の全球 FeO、TiO₂ 含有量マップを作成し、月科学の分野に衝撃を与えた。そして、日本が2004年に打ち上げるセレーネ計画では、マルチバンドイメージャー、スペクトルプロファイラー等の光学センサにより、史上最高の分光データを取得する。従来の宇宙探査は、「物理探査データ=研究成果」であったので、センサー性能が研究の質を決定づけた。しかし、分光地質学に関しては、データをもとに地質モデルを組み立て、地殻モデルや地殻形成モデルを作る事が重要な研究となる。従って、セレーネ計画以前から月の分光研究を自由な分光波長で行っておく必要がある。著者らは月面分光地質学の基礎研究のために小口径天体望遠鏡を使った地上観測システムを構築し、改良を続けている。

2. 開発のコンセプト

本システムは、アマチュア天体機材を活用し、専用の解析ソフトウェアを開発して、FeO、TiO₂ 含有量マップを地上観測で作成可能にし、さらに、探査機にないバンドでも観測できるようにするマルチバンド望遠鏡システムである。分光データ解析技法の研究を目的とする事はもちろんであるが、惑星分光地質学の分野へ多くの研究者に参入していただくという目的も重視している。そのために、できる限り安価なハードウェア構成とし、解析ソフトウェアも、複雑な処理をする部分は総てフリーウェアとして配布するという方針で開発している。また、観測方法や解析方法もバージョンアップを繰り返しながら、ウェブサイトで公開している。パソコンを除いて、70万円ほどの予算があれば、誰でも地上月面分光観測に参入できる。高等学校の天文部等への技術的支援も要請があれば積極的に応じたい。

3. システムの詳細

ハードウェアは、アンチブルーミング機能なしでモノクロの天体用冷却 CCD カメラ、天体望遠鏡（研究テーマにもよるが、口径6cm以上であれば可能）、月の追尾用のモータードライブ赤道儀、バンドパスフィルター、CCD制御と画像処理用のノートパソコン、といった装置が必要である。唯一自作する必要があるのは、バンドパスフィルターを光学系に挿入するためのフィルタースライダである。天文用は限られた波長のフィルターしか用意されていないため、汎用のフィルターが使えるようなフィルタースライダが必要である。

取得した画像を処理するためには、画像処理ソフトが必要である。アマチュア天文用画像処理ソフトは基礎的な処理のためには有効だが、月面の個々の場所における太陽入射角の違いを補正する処理は市販のソフトでは不可能であるため、補正用のフィルター画像を生成するソフトを開発した。加えて、FeO、TiO₂ 含有量マップをつくるためのツール等も開発した。著者らが昨年度に公開した解析ソフトは、コマンドラインベースであり、使用が若干難しいものであった。新たに開発したソフトウェア群は、学生との実習を通じて操作が難しい部分を洗い出し、Windows環境で、簡単に操作できるように改善した。解析用ソフトウェア群は、ウェブサイト (<http://rimrpost.rimr.akita-u.ac.jp/~ksaiki/luna.html>) にてダウンロード可能である。

4. 今後の展開

本システムが、地質学者、鉱物学者、リモートセンシング研究者にとって、月面分光地質学研究への入口となれば、日本の月探査に大きく貢献できると考えている。現在 NASDA、東京大学、秋田大学の共同で進めている月探査用の画像分光装置開発研究の一部として、本システムよりもさらに強力な連続波長画像分光望遠鏡が組み立て中であり、月探査のための基礎研究に本格的に利用される予定である。また、フラットフィールド測定用の野外積分球の開発等、観測周辺技術の開発も継続的に行っている。