

## 月観測のための可視・近赤外画像分光望遠鏡の開発

### Development of a VIS/NIR Telescopic Imaging Spectrometer for the Moon

# 佐伯 和人[1], 市川 文彦[2], 坪井 直[3], 武田 弘[4]

# Kazuto Saiki[1], Fumihiko Ichikawa[2], Nao Tsuboi[3], Hiroshi Takeda[4]

[1] 秋田大・工学資源・研究施設, [2] 川鉄テクノロジーサーチ, [3] 秋田大・院工資, [4] 千葉工大・付属研

[1] Research Inst. Materials and Resources, Akita Univ., [2] Kawatetsu Techno-research, [3] Engineering and Resource Sci., Akita Univ, [4] Chia Inst. of Tech.

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

#### はじめに：

国際宇宙ステーションからの月観測という構想を我々は提唱している。地球・惑星観測衛星に搭載された光学撮像装置の感度は打ち上げ後に数%から数十%も劣化する。この構想の目的は国際宇宙ステーションの曝露部に搭載された可視/近赤外画像分光望遠鏡で長期間月を観測することによって、月を宇宙機搭載光学撮像装置の輝度較正用の標準被写体として利用できるようにするというものである。この構想を実現するために、可視/近赤外用画像分光望遠鏡の地上試験モデルの開発を川鉄テクノロジーサーチ(株)と共同で始めている。この計画は日本宇宙フォーラムが推進する宇宙環境利用地上公募研究の一環である。今回の発表では、開発した画像分光望遠鏡の成果を公表する。

#### 画像分光望遠鏡：

可視・近赤外画像分光望遠鏡は、望遠鏡部、駆動鏡部、ライン分光装置の三つのブロックからできている。ライン分光装置は可視域を担当する光学系(380-1060nm)と近赤外域を担当する光学系(1000-2400nm)の二系統が装備される予定であるが、現在は可視域の系統のみが完成している。近赤外域の一部(1000-1700nm)は、この夏に、それより長波長にも将来延長される予定である。分光素子の方式はプリズム・グレーティング・プリズム方式である。望遠鏡はカセグレン方式で、鏡の口径は200mm、焦点距離は800mmである。ライン分光装置は1次元の空間分解能しかないので、可動鏡が画像をスキャンする。可動鏡はセンサーの選択(ライブモニター、可視域分光撮像装置、近赤外域分光撮像装置のうち一つ)にも使用される。可視と近赤外のライン分光計をあわせると380nm-2400nmの範囲をカバーするが、この波長域での画像のスキャン時間は10分以内を目標としている。

#### 野外積分球：

撮像素子の観測精度はフラットフィールド画像の質に大きく影響を受ける。フラットフィールド画像によって、光学系の周辺減光や光路の細かなごみ等による画像のムラ、そして素子間感度偏差を取り除く事ができる。天文台では、フラットフィールド画像は、ドームの内側に白いカーテンやボードをつるして撮影するか、日中や薄明時の空を撮影することで取得する。ドームを持たない多くのアマチュア天文家は光を拡散する乳白色アクリル板を対物レンズにかぶせて、日中の空を撮影することでフラットフィールド画像を得ている。そのようにして撮影されたフラットフィールドは良質なものはあるが、夜間に撮影できない欠点がある。野外でかつ夜中に良質なフラットフィールド画像を得るために持ち運び可能な野外積分球が開発された(佐伯ら2001)。積分球は白塗料で内壁を塗られた二つの発泡スチロールの半球殻をあわせて作られる。一つの半球には光源の5つのクリプトンライトが取り付けられている。塗料は市販のつや消し白のものから、もっとも拡散反射性能のよいものを分光放射輝度計MSR-7000で選んだ。画像分光望遠鏡用として直径90cmの積分球を作った。コストは3万円弱である。

#### 較正：

分光スペクトルデータを較正するために、恒星のスペクトルを使用した。測光補正のためには、二種類のソフトウェアを作った。LunarFilter(LF.EXE)とLunarMap(LM.EXE)である。LunarFilterは観測条件(画像上の月直径サイズ、秤動量、月面余経度、月齢)から測光補正係数でできたフィルタ画像を生成する。LunarMapは先に生成されたフィルタ画像をどの位置で観測画像と重ねるかを教えてくれるテンプレート画像を生成する。緯度経度テーブルを用意することで位置あわせのための制御点を任意に与えることができる。測光補正関数は横田ら(1998)のものを使用した。

#### 活用：

画像分光望遠鏡は、構想以外の目的にも広く活用できる。ハイパースペクトル画像の画像解析技術の開発を通して得られたノウハウは、日本の月探査計画SELENEにも活用できるであろう。得られた月のハイパースペクトル画像は、月表面の岩石種や化学組成の推定に威力を発揮し、地域地質や月全体の地殻の発達史を議論する材料を提供するであろう。さらに、SELENE探査機のLISM(Lunar Imager and Spectrometer)が月を周回観測する際、地上から同時観測することでLISM機器の較正を行う実験を行いたいと考えている。