

## 太陽系小天体用小型分光システム計画

奥村真一郎<sup>1)</sup>・浦川聖太郎<sup>1)</sup>・西山広太<sup>1)</sup>・坂本 強<sup>1)</sup>・  
高橋典嗣<sup>1), 2), 3)</sup>・吉川 真<sup>1), 4)</sup>・田邊健茲<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> 日本スペースガード協会、<sup>2)</sup> 明星大学、<sup>3)</sup> 千葉大学、<sup>4)</sup> JAXA/ISAS、<sup>5)</sup> 岡山理科大学

### Development of a compact spectrograph for small solar system bodies

Shin-ichiro OKUMURA<sup>1)</sup>, Seitaro URAKAWA<sup>1)</sup>, Kota NISHIYAMA<sup>1)</sup>, Tsuyoshi SAKAMOTO<sup>1)</sup>,  
Noritsugu TAKAHASHI<sup>1), 2), 3)</sup>, Makoto YOSHIKAWA<sup>1), 4)</sup>, and Kenji TANABE<sup>5)</sup>

#### Abstract

We are developing a compact spectrograph for small solar system bodies. It consists of commercial products, a spectrograph DSS-7 manufactured by SBIG, a CCD camera ST-8E by SBIG, and a 30-cm Schmidt-Cassegrain telescope by MEADE. We are planning to observe the time variation of the reflected spectra of asteroids, in order to investigate surface property of the asteroids. In addition, we are also going to apply this spectrograph for the spectroscopic observations of not only solar system bodies but other transient objects.

Key Words: Small solar system bodies, Transient objects, Spectroscopy

#### 1 はじめに

1970年以降、地上観測により様々な小惑星の反射スペクトルが観測されてきた。小惑星は隕石の供給源と考えられており、小惑星の反射スペクトルと隕石の反射スペクトルの間には多くの場合、その構成物質を反映した対応関係が見られる。しかし、隕石の中で大部分を占めている普通コンドライトの反射スペクトルに対応する小惑星が非常に少なく、一方地球近傍小惑星で最も数の多いS型小惑星の反射スペクトルに対応する隕石が非常に少ないという矛盾があった。近年、スペクトルの変化が「宇宙風化作用」により起こると考えられるようになり、普通コンドライト組成の天体の表面が「宇宙風化作用」により徐々に変化し、観測されているS型小惑星に多く見られるような「赤化」を受けた反射スペクトルを持つようになる、と現在では理解されている。ところで、「はやぶさ」からの観測により、小惑星「イトカワ」の表面は場所により宇宙風化の度合いが異なることが明らかとなっている。また、地上からの観測により小惑星「ベスタ」や小惑星「カリン」について、自転に伴ってスペクトル形状やカラーが変化するという報告もある。小惑星の場所により表面の反射スペクトルが変化する原因としては、衝突により風化を受けていない物質が噴出したか、もともと組成や風化度の異なる天体同士の衝突合体により形成されたものである場合などが考えられるが、スペクトルの時間変動を観測した例はほとんどなく、スペクトルやカラーの時間変化を検出できた例は

まだ数えられるほどしかない。

そこで、小惑星の反射スペクトルにおける時間変動をとらえる事を主な目的とし、それを実現させるために融通の利く豊富な観測時間を確保するため、自由に使える小口径望遠鏡と小型分光器を利用した小型分光システムを独自に開発することとした。

#### 2 装置概要

装置については、経費と開発の手間を省くため既製品を組み合わせてシステムを組み上げることとした。各コンポーネントについて以下で詳細を紹介する。

##### 2.1 分光器

分光器にはSBIG社のDSS-7を使用する。DSS-7はスリットとグレーティング、CCDカメラに再結像させるための光学系を内蔵する市販品の分光器であり、F/10の光学系(望遠鏡)と接続するとマッチするように設計されている。4000~8000Åの範囲をカバーし、スリット幅は50μm、100μm、200μm、400μmの4種が内蔵されており、50μm使用時には16Åの波長分解能を達成する。分光時には1次の回折光を使用するが、0次の反射光を見るようにグレーティングを回転させ、同時にスリットを光軸からはずすことにより簡易撮像モードに切り替えることができ、スリットへの天体導入に便宜が図られている。

奥村真一郎 他

ST-8EとDSS-7はWindows上の同じソフトウェアから同時に制御可能である。

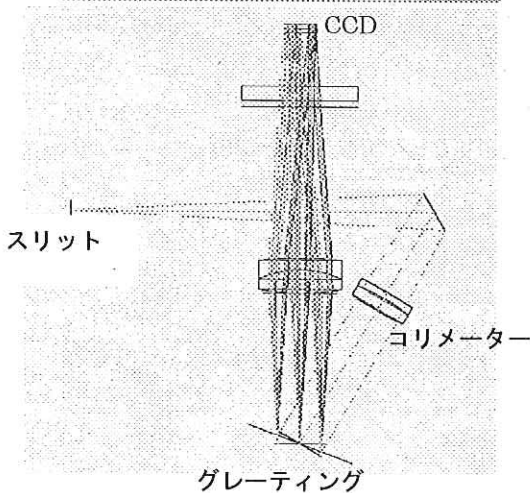
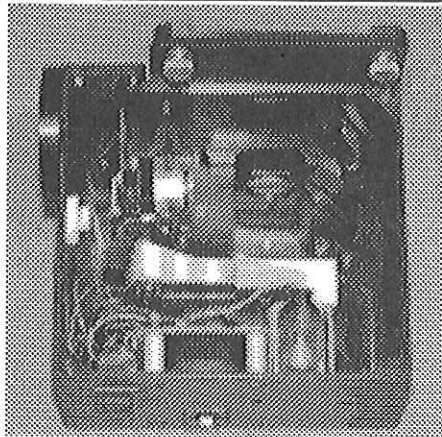
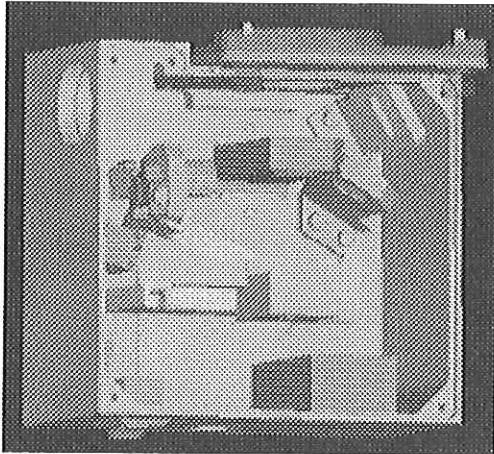


図1 SBIG社分光器DSS-7の内部構造のポンチ絵(上)と写真(中)、光学レイアウト(下)。左にあるのが入射窓、上部にCCDが付く。SBIG社作成のマニュアルより。一部日本語に改変。

## 2.2 CCDカメラ

CCDカメラも既製品であるSBIG社製ST-8Eを使用する。ピクセルサイズは $9\mu\text{m}$ 、DSS-7と組み合わせた際の波長方向のサンプリング間隔は $5.4\text{\AA}/\text{pixel}$ である。1530×1020画素を有するがDSS-7とのカップリング時には中心部の1000×640画素付近のみ使用することとなる。

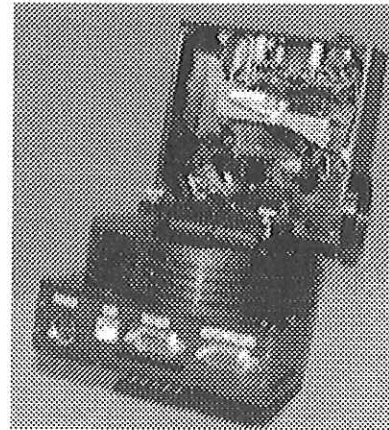


図2 分光器DSS-7(上)とCCD(下)を接続した状態。SBIG社作成のマニュアルより。

## 2.3 望遠鏡

望遠鏡はMeade社製の口径30cm、F/10シュミットカセグレン望遠鏡LX-200を用いる。本来は経緯台式の望遠鏡架台であるが、赤道儀への変換ウェッジをもちいて赤道儀式架台として使用する。



図3 Meadeの30cmシュミットカセグレン望遠鏡LX-200。

## 3 本集録執筆時点での開発状況

開発状況であるが、本年(2009年)夏より物品の調達を開始、オーダーカット用のフィルターを除いて11月にはほぼ品物はそろっている。現在、CCDカメラと分光器

## 太陽系小天体用小型分光システム計画

DSS-7とを接続、テスト画像を取得しながら調整を進めている段階である。望遠鏡は用いず、試験的にCCDと分光器のみで美星から夜光のスペクトルを取得したものが図4である。仰角約 $10^\circ$ で福山方向に向けて取ったものであるが、自然光の[OI]( $\lambda 5577$ )は弱く、人工光源である水銀やナトリウムの輝線が優位である<sup>1)</sup>。なおフォーカスの調整が不十分であるため波長分解能が $25\text{\AA}$ までしか達していない。今後は分光器の細かい調整を進めると同時に望遠鏡の立ち上げを進め、本年度末までに天体のスペクトルを取得することを目指している。

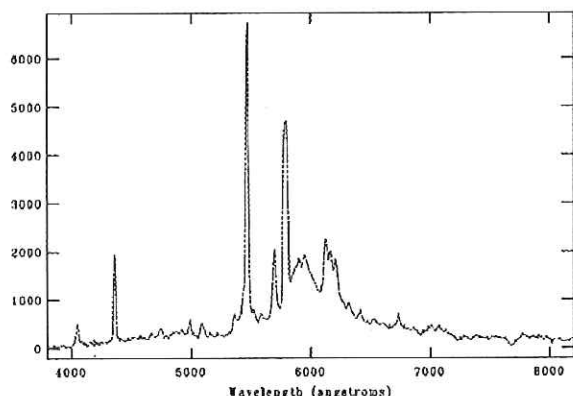


図4 分光器 DSS-7 と CCD を接続し、夜光のスペクトルを取得したもの。 $\lambda 4047$ 、 $4358$ 、 $5461$ 、 $5770+5791$  は水銀、 $5688$  はナトリウム、 $5900\text{\AA}$ を中心にして約  $1000\text{\AA}$ 幅にひろがっているのは高圧ナトリウム灯のD線でいずれも都市に起因する人工光である。

### 参考文献

- 1) 家 正則, 西原 英治, 菅井 肇, 岡山天体物理観測所の夜光スペクトル, 国立天文台報, 1, pp. 221-228, 1992.

(2009年12月21日受付, 2010年1月15日受理)