

# 特集

## 測光用反射望遠鏡の開発と 冷却 CCD を用いた小惑星の形状推定

砥嶋郁弥 (京都教育大学)

### 1. はじめに

小惑星は太陽系形成時の様々な情報を保持している天体であり、太陽系誕生の謎を解く鍵となる天体として注目されている。私はそんな小惑星に非常に興味を持ち、自ら小惑星の観測を行いたいと考えるようになった。

卒業研究で小惑星の観測をするのであれば、研究室の天体望遠鏡で観測を開始するのが普通であろうと思う。私自身も最初はそのつもりであった。しかし、「君を通して、将来君が指導する生徒の姿が見える」と時折不気味な眩きを発する指導教員の、学生の科学原体験

を重視する思いに根負けして、観測用の反射望遠鏡を一から作製することにした。

### 2. 反射望遠鏡の作製

測光観測をすることや、星雲・星団の観察もしたいということ、取り回しのしやすさを考え、口径 15 cm で F5~6 程度の短焦点反射望遠鏡を作製することにした。望遠鏡の作製にあたっては、反射鏡の研磨経験のある先輩からの助言や文献[1][2]を参考にした。

図 1 に反射望遠鏡の作製の流れを示す。反射鏡の研磨、メッキ、鏡筒の組み立ての順説明を行う。

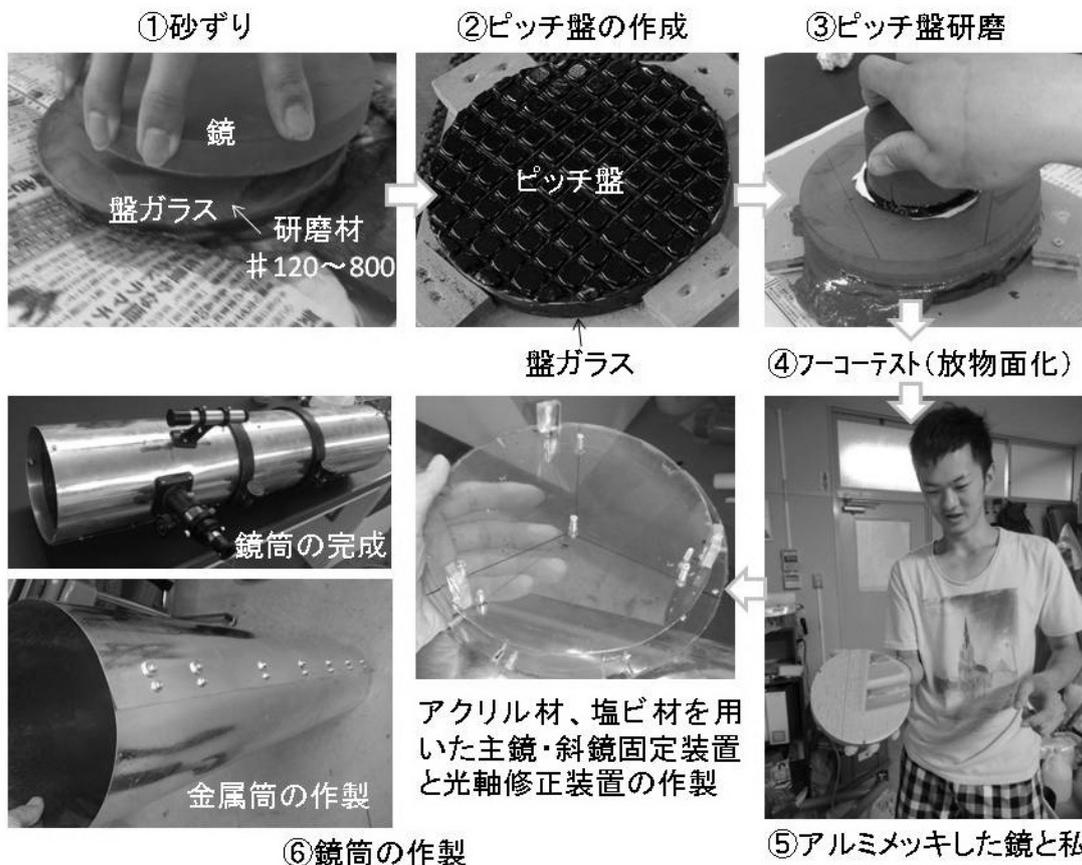


図 1 反射望遠鏡の作製の流れ

## 2.1 反射鏡の研磨

直径 15 cm の円形パイレックスガラス（主鏡用）と同径の青板ガラス（盤ガラス）の間に研磨剤（カーボランダム #120~220、アラシダム #400~800）を用いて主鏡となる鏡面を凹ませていく砂ずりを行った。なお、研磨剤は数値が大きくなるほど砂は細くなる。用いる砂を変えていく際には、逆ずり（鏡材が凸に削れる）、順ずり（鏡材が凹に削れる）の順に行い、鏡周辺で砂目が残ることを防いだ。焦点距離がほぼ確定する #400 の砂ずりが完了した時点で太陽を用いて焦点距離を求めた（焦点距離 860 mm）。砂ずりは 8~9 時間で完了した。

次に、スリガラスになった鏡材（鏡）をもとの光沢面に戻すためのピッチ盤研磨を行った。盤ガラス周辺に紙テープを巻き、松ヤニとアスファルト（質量比は 1:1）を加熱して融かしたピッチを盤ガラス上に流し込む。ピッチが固まりかけた段階でピッチの上に格子状のグリッドパットを、その上に鏡を置きピッチに格子状の溝をつくる。このようにして作製したピッチ盤で、酸化セリウムを用いて鏡の研磨を行った。フォーコーテスターで放物面の影が見えるようになった段階で研磨は終了した。ピッチ盤研磨に要した時間は 30 時間ほどであった。研磨の詳細については文献 [2] を参照されたい。

研磨が完了した後、京都教育大学理科教育研究室で開発したアルミの真空蒸着装置「アルミナイザー 1 号」を用いて鏡のアルミメッキを行い、反射鏡を完成させた。

## 2.2 鏡筒の作製

鏡筒本体は手元にあった鉄板を丸めてボルトとナットで固定して作製した。3 mm 厚のアルミ板を丸めたものを鏡筒内部数箇所に固定し、強度を上げた。主鏡と斜鏡の固定装置と光軸調整装置は、それぞれアクリル材や塩

ビ材を加工して作製した。斜鏡は市販のものを、ファインダーと接眼部、鏡筒バンドは中古望遠鏡のものを流用して使用した。鏡筒内部は無光沢の黒色ラッカーで塗装を行った。

完成した望遠鏡を用いて、月や金星・土星などを観察したところ、十分通常の観察に使用できることが分かった。星雲・星団のテスト撮影でも天体を捉えることができ（図 2）、小惑星の測光観測に十分使用できることが分かった。

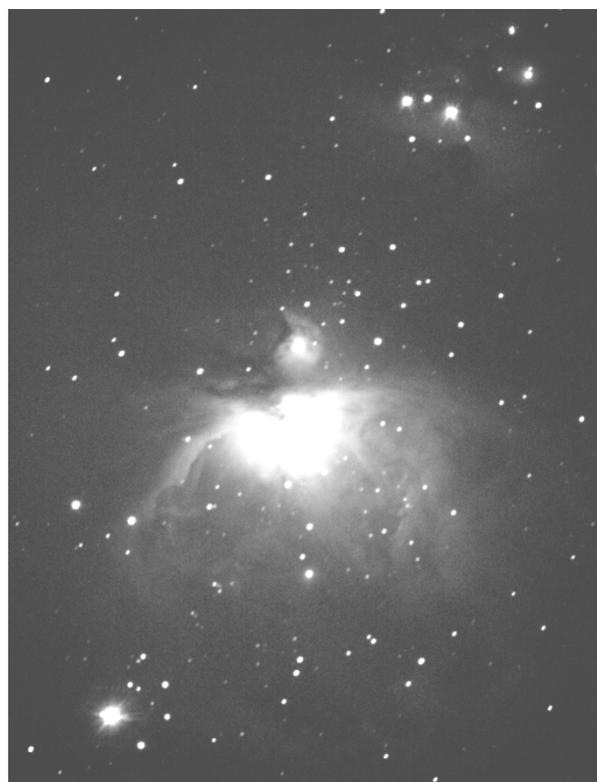


図 2 完成した望遠鏡で撮影した M42

## 3. モデル実験によるライトカーブの作成

紙粘土を用いて作成したモデル小惑星に照明を当て、モデル小惑星を自転させることにより変光を再現し、これを測光することによりモデル小惑星のライトカーブを作成する実験を行った。

実験で用いた装置を図 3 に示す。モデル小惑星は図 3 の回転板上に固定し、回転つまみ

を回すことにより回転板を回転させ、モデル小惑星の自転を再現する。装置には、同じように紙粘土を球状に加工して作成したモデル比較星を固定してある。LEDライトを用いてモデル小惑星とモデル比較星に光を当てモデル小惑星の測光観測を行った。京都教育大学内に図3の装置を設置し、図3の装置から約230 m離れた位置で測光を行った。

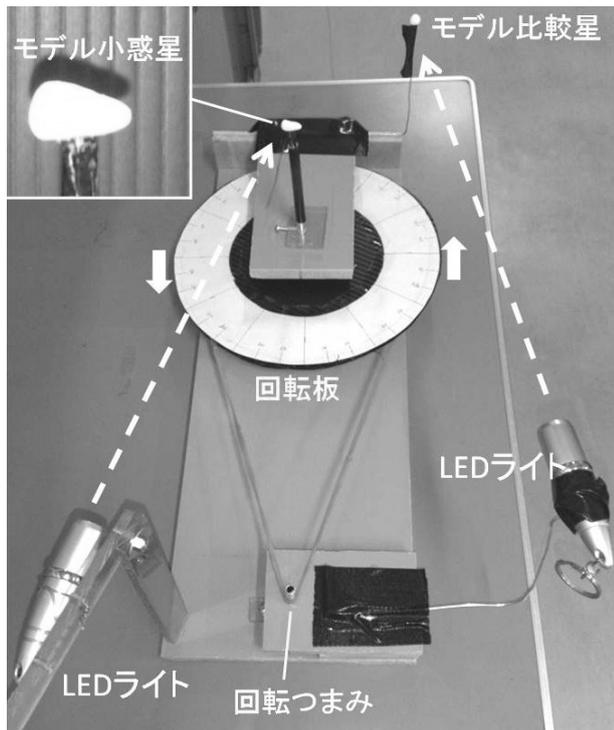


図3 モデル小惑星の測光に用いた装置

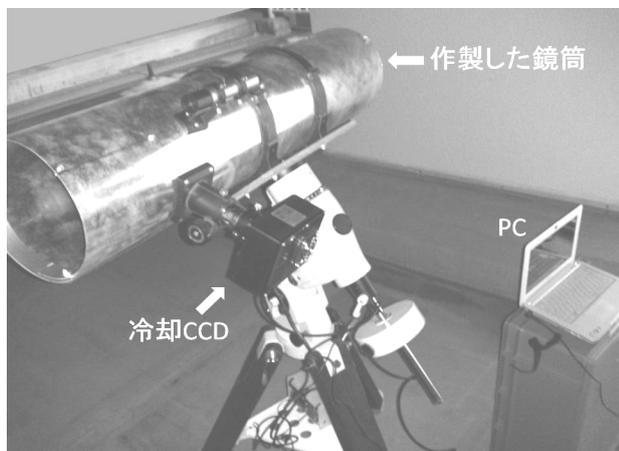


図4 測光に用いた観測システム

観測システムを図4に示す。作製した望遠鏡に冷却 CCD カメラ (SBIG 製 ST-402ME) を接続し測光を行った。モデル小惑星を  $10^\circ$  ずつ回転をさせながらモデル小惑星とモデル比較星を冷却 CCD で撮影した。撮影をした画像は FITS 形式で保存した。フリーソフトマカリを用いて同写野内に写っているモデル小惑星とモデル比較星の明るさ(カウント数)求めた。モデル小惑星の明るさからモデル比較星の明るさを差し引いて、モデル小惑星のライトカーブを作成することができた(図5)。モデル小惑星の自転による変光を確認することができた。

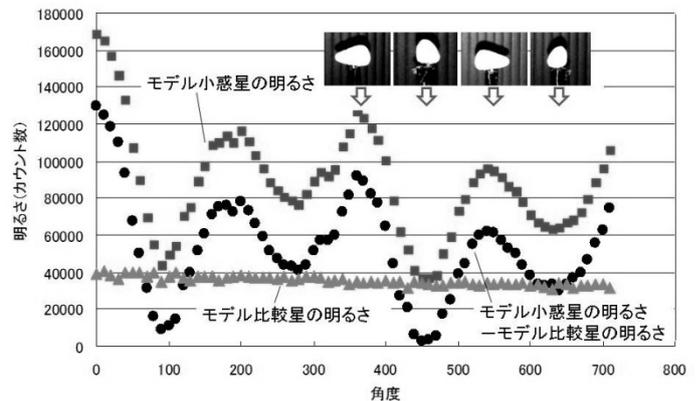


図5 モデル実験で作成したライトカーブ

#### 4. 今後に向けて

今後はモデル小惑星の測光で用いたシステムを用いて実際の小惑星のライトカーブを作成し、形状を推定する研究を進めていく。本原稿を執筆している現在はクレオパトラの測光と形状推定のためのモデル実験を行っている。クレオパトラの測光観測では、またもや学生の科学原体験を重視する指導教員から赤道儀の自動導入機能の使用禁止令が出た。しかし、なかなかどうして、星図とファインダーを使って自力で導入する作業も楽しい。望遠鏡作りでは思いがけずものづくりの面白さ

---

---

を知った。クレオパトラの測光観測でめっぼ  
う星には詳しくなれそうである。卒業論文を  
提出した日に指導教員には私が指導する中学  
生のどんな姿が見えるのだろうか。

## 文 献

- [1] 中野英之 (2011 年 5 月) 「教員養成大学  
における反射望遠鏡の作成実習」地学教育  
第 64 卷 第 3 号 pp.71-78.
- [2] えびなみつる (2002 年 12 月) 『えびなみ  
つるの完全図解天体望遠鏡を作ろう』, 誠  
文堂新光

砥嶋郁弥

\* \* \* \* \*