

投稿

100円ショップの雑貨を用いた

月面クレーターが見える天体望遠鏡の開発

松尾勇馬（京都教育大学）、中野英之（京都教育大学）

1. はじめに

小・中学校理科の学習指導要領では、「実際に月や星を観察する機会を多く持つようにする」ことが推奨されている。しかし、実際には、児童や生徒が天体望遠鏡に触れた経験は少ないのが現状である。筆者らが平成24年度に京都教育大学教育学部の初等理科教育受講者187名を対象に行った調査では、小中学校の授業で望遠鏡を覗いて星を見た経験があるかどうかを問うた設問に対して、81%の学生が「ない」と回答した。プラネタリウムや公開天文台などの社会教育施設における利用なども含めると、経験値はもう少し大きくなると思われるが、いずれにしても、天体望遠鏡が児童や生徒にとってまだまだ身近な存在ではないことは確かである。

この大きな原因に、夜間に天体望遠鏡を用いた実習を行うことが困難であることや、小中学校に必ずしも天体望遠鏡が配置されているとは限らないことなどが指摘されている（例えば、中野[1]）。

一方で、こうした状況を打開するために、児童や生徒を対象とした天体望遠鏡の作製実習がこれまでに、多数行われてきた。その多くは1台あたり数千円程度で購入できる天体望遠鏡作製キットを用いたものである（例えば、奥村ほか[2]）。こうした教材はある程度の結像性能を有する天体望遠鏡を比較的短時間で作製することができる優れたものであるが、大人数の児童・生徒を対象に実施する場合、まとまった予算を確保しなければならないという課題がある。安価に作製できるとい

う点では、100円ショップで販売されている老眼鏡（凸レンズ）と使い捨てカメラのファインダー（凹レンズ）を用いてガリレオ式望遠鏡をつくる電気通信大学発明・工作教室の実践例もある[3]。これは、ガリレオ式望遠鏡の原理を学習することを主な目的としたものであり、安価に作製できるが、結像性能には期待できないと思われる。

筆者らは、100円ショップが普及し、多種類の凸レンズが入手できるようになった現状から、100円ショップで販売されているレンズの組み合わせによっては、安価で、ある程度の結像性能が期待できる天体望遠鏡が作製できるのではないかと考えた。そして、月面クレーターを観察することを目標に、100円ショップのレンズを用いたケプラー式望遠鏡の開発を行うことにした。

2. 望遠鏡づくりに適したレンズ探し

現在、100円ショップでは、老眼鏡、双眼鏡、オペラグラス、ルーペなど、多数のレンズを入手することができる。表1に、入手できるレンズについて、レンズが1枚の場合と2枚を重ねた場合の焦点距離を示す。度数+1の老眼鏡は口径が約40mm程度で焦点距離が900mmである。なお、前述の電気通信大学発明・工作教室では、対物レンズとして度数+3.5の老眼鏡が使用されている。ルーペを2枚重ねたものは焦点距離が25mmと最も短く、月面クレーターを観察するためには、ある程度の倍率が必要なため、対物レンズには、焦点距離の長い度数+1.0の老眼鏡を、

接眼レンズにはレンズを2枚組み合わせたものを使用するのが良さそうである。表2には、主なレンズの組み合わせで得られる倍率を示している。対物レンズとして度数+1.0の老眼鏡を、接眼レンズとしてルーペのレンズを2枚用いた組み合わせでは、36倍の倍率を得ることができる。

表1 検討をおこなったレンズ

レンズ	1枚 (mm)	2枚 (mm)
老眼鏡(+1.0)	900	500
老眼鏡(+1.5)	650	320
老眼鏡(+2.0)	450	230
老眼鏡(+2.5)	380	190
老眼鏡(+3.0)	320	
虫眼鏡	300	150
ルーペ	50	25
双眼鏡 A	250	
双眼鏡 B	170	
双眼鏡 C	100	
オペラグラス	100	50
しおりルーペ	130	

表2 各レンズの組み合わせで得られる倍率

接眼 対物	オペラグラス 2枚	ルーペ 1枚	ルーペ 2枚
+1.0	18.0	18.0	36.0
+1.5	13.0	13.0	26.0
+2.0	9.5	9.5	19.0
+2.5	7.6	7.6	15.2
+3.0	6.4	6.4	12.8

今回は、ある程度の結像性能を求めることを目的としているため、表2で示した各レンズを組み合わせた場合の分解能をチェックすることにした。各レンズを脱着して分解能のチェックを行うことのできる簡易型の鏡筒を作製し、12 m 先に置かれた視力検査で使用されるランドルト環を観察し、数値の大きなランドルト環が識別できるものほど結像性能

が良いレンズの組み合わせであるとみなした。表3は、表2の各レンズの組み合わせにおける結像性能のテストを行った結果である。対物レンズとして度数+1.0の老眼鏡を、接眼レンズとしてルーペのレンズを2枚用いた組み合わせが、倍率も高く出せ、結像性能も最も良いことが分かった。この組み合わせで天体望遠鏡を作製することにした。

表3 結像性能テストの結果

接眼 対物	オペラグラス 2枚	ルーペ 1枚	ルーペ 2枚
+1.0	0.4	1.2	1.5
+1.5	0.2	0.7	0.7
+2.0	0.6	0.7	0.7
+2.5	0.5	0.7	0.6
+3.0	0.4	0.6	0.7

3. 天体望遠鏡の作製

作製する天体望遠鏡は、鏡筒と架台から成る。使用する材料は表4の通りである。※印のついたものは100円ショップで購入する。

表4 使用する材料

鏡筒部

※老眼鏡 (+1.0) のレンズ1枚
※ルーペのレンズ2枚、段ボール

架台

※メガホン、※布巾掛け2つ
500 mL のペットボトル3個

工具等

メジャー、ガムテープ、カッターナイフ、接着剤など

3.1 鏡筒部の作製

鏡筒部の作製方法を図1に示す。鏡筒部は、段ボールを切り出して作製した外径の異なる鏡筒部①、②および接眼筒の3つの筒からなり、それらを組み合わせて作製する。ピントの調節は、接眼筒を鏡筒①内でスライドさせ

ることにより調整するが、接眼鏡が鏡筒①から抜け落ちないように、図1のようにガムテープを巻きつけておく。対物レンズとなる老眼鏡のレンズを老眼鏡から取り出し、鏡筒②の外径に合わせて切り取った、中央部に35 mm 大の穴を開けた段ボールに接着させる。接着

後、鏡筒②の端部にこれを接着させる。接眼鏡となるルーペは、同様にルーペのレンズが2枚重なった状態で、鏡筒②の外径に合わせて切り取った、中央部に20 mm 大の穴を開けた段ボールに接着させ、同様に接眼鏡の端部に接着させる。なお、鏡筒の内側にな

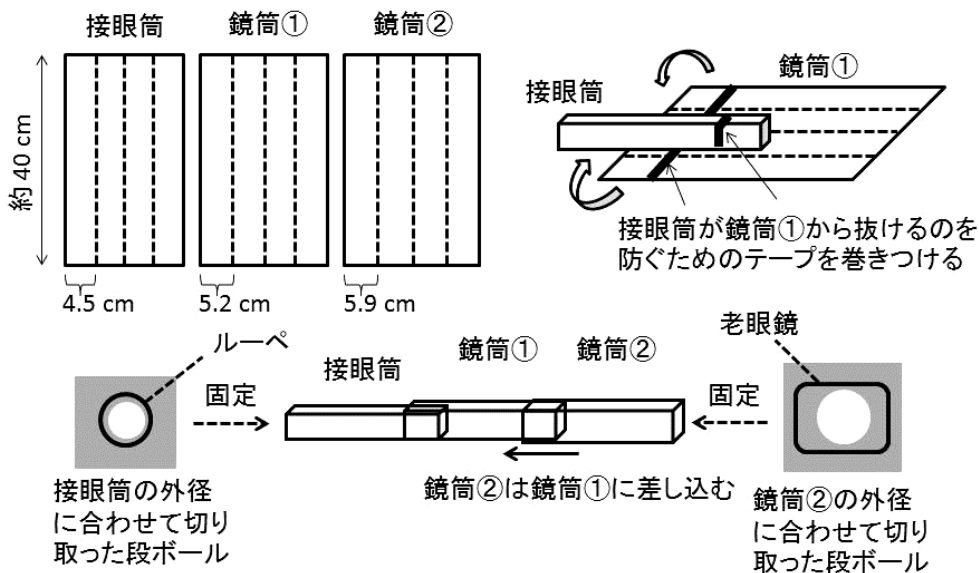


図1 鏡筒部の作製方法

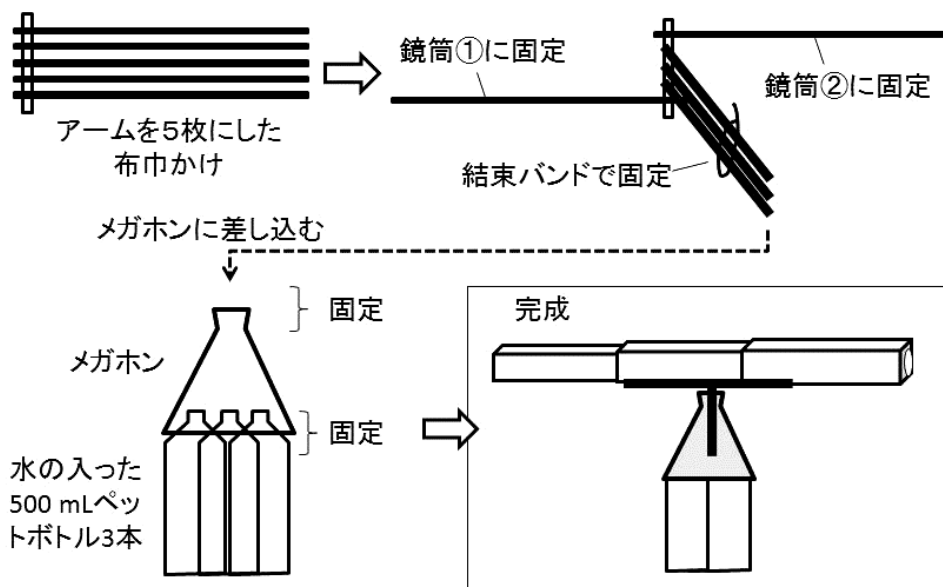


図2 架台部の作製方法

る段ボール面は、黒く塗っておくことが望ましい。今回は省略をしたが、必要に応じて絞り環も入れた方がよい。

3.2 架台部の作製

布巾掛けとメガホンを加工してフリーストップ型の架台を作製する。架台部の作製方法を図2に示す。100円ショップで販売されている布巾掛けにはアームが3本ついていることが多いが、布巾掛け2つを分解し、図2のようにアームが5本になるように組み立直す。両端の中央部のアーム3本を結束バンドで固定し、これをメガホンに差し込み、ガムテープでしっかりと固定する。メガホンは水の入った500 mL ペットボトルに差し込み、同様にガムテープでしっかりと固定する。両端のアームはそれぞれ、鏡筒①と鏡筒②にガムテープにとりつけて完成となる。

3.3 作製した望遠鏡で観察した月面

完成した望遠鏡で月を観察すると、色収差がやや目立つが、クレーターの存在を確認することができた(図3)。木星のガリレオ衛星も存在を確認することができた。作製に要する時間は1時間30分程度であり、作製に要

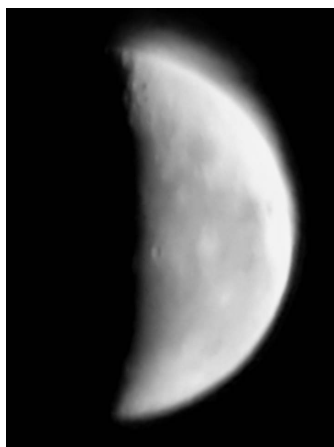


図3 作製した天体望遠鏡で撮影した下弦の月(コンパクトデジタルカメラでコリメート撮影)

した費用は500円程度であった。鏡筒のみであれば1台あたり200円程度で作製することが可能である。

4. おわりに

100円ショップで販売されているレンズを用いて作製した天体望遠鏡は、市販の望遠鏡に比べて結像性能は大幅に劣り、色収差の影響も強く現れるが、月面クレーターの観察を十分に楽しむことができた。口径をやや絞り、鏡筒内部に絞り環をとりつければ、色収差の影響も軽減され、コントラストも向上してよりすっきりとした像が得られると思われる。身近なところで入手できる材料を用いて安価に月面クレーターを観察できることは、天体望遠鏡に触れる機会を多くの児童や生徒に持たせる上でも意味のあることであると思う。鏡筒を作製するための段ボールの切り出し作業がやや煩雑なため、作製に多くの時間を要したが、材料のキット化をするなど、作業を簡略化すれば、作製に要する時間も短縮でき、児童や生徒も比較的短時間で作製できるものになると思われる。今回作製した天体望遠鏡用の太陽投影板の試作も行い、太陽黒点の観察にも成功しているため、より発展的な使い方を模索していきたい。

文 献

- [1] 中野英之・友田季見(2012)「天体望遠鏡を用いて地球から月までの距離を求める教育実践」, 地学教育, **65**(2): 39-50.
- [2] 奥村俊昭ほか(2006)「平成18年度大学Jr.サイエンス&ものづくり「レンズのかがかく～望遠鏡を作ろう～」実施報告, 仙台電波工業高等専門学校紀要, **36**: 73-78.
- [3] 電気通信大学発明・工作教室(2006)
http://www.ccr.uec.ac.jp/activity/club/report/pdf/inv_text_06-03-04.pdf

松尾勇馬