

特集

牛乳パッククリサイクルで「ケプラー望遠鏡を知る」

～小学校・高学年対象の工作教室～

所 卓男（坂下星見の会／環境学習サークルみえ）

1. はじめに

小学校の高学年になると社会科・理科・総合学習などの時間で地球環境や天文（月・太陽の動き・星座）の学習があります。そこで、地球環境の“3R”と“望遠鏡”に焦点をあて、牛乳（紙）パックと百均レンズで「ケプラー望遠鏡を知る」とした工作教室を開催してきました。以下にこの内容を紹介します。これは、小学生の子たちを「天文に誘う」最初の位置づけにあると考えています。



図1 油井宇宙飛行士「日本の夜景」[1]

2. 工作教室の実施例

2.1 所要時間：120分

- ・内訳：説明 30 分、工作 60 分、確認 30 分
- ・説明：地球温暖化とひかり害、その防止方法、望遠鏡の種類と仕組みなど
説明内容は小学生に分る内容で実施
資料配布、パワーポイント使用
- ・工作：ケプラー望遠鏡を作る。主材料の凸
レンズは、百均ショップで市販され
ているもの(2個)と使用済み牛乳パ
ック 2.5 個など
- ・望遠鏡：倍率約 15 倍、費用 200 円+α 程

2.2 説明(1) 地球温暖化とひかり害

現在、世界各地で頻発する異常な気象は地球温暖化に起因する要素が大きいと言われ、その防止のための検討と具体化が続けられています。一方、2016年夏、地球温暖化と関連する“ひかり害”的影響で日本・アメリカ・欧州などでは70~80%の人が「天の川を見ることのできない地域に居住している」とした報告もあります。

ここで「人口、工場などが集中する地域で、宇宙に抜ける人工光と舞上がる埃・水蒸気などの影響で宇宙から届くはずの星の光が減衰し、結果、天の川は“絶滅かその危惧の状況”となっている」事になることを紹介します。また、小学校で学習する地球環境（温暖化防止）で学習する“3R”(Recycle,Reuse,Reduce)の中から、今回は牛乳パックをリサイクルすることを取り上げます。ここ数年の牛乳（紙）パック回収率は50%以下であり、これを「上げる努力をしないといけない」ことを紹介します。

2.3 説明(2) 望遠鏡の種類と仕組み



図2 望遠鏡の仕組みの説明

光学式のガリレオ、ケプラー、ニュートンの3方式の特徴比較と数多く使用されているケプラー屈折式望遠鏡の仕組みを紹介します。

- ・対物レンズの焦点距離で望遠鏡の全体の長さが決まる。
- ・接眼レンズの焦点距離で倍率が決まる。
- ・レンズは、鮮明さを求め、色にじみを防ぐことなど色々工夫されている。
- ・レンズの間にプリズムを入れて使い勝手を良くしたものもある。

2.4 工作

(1) 材料



図3 望遠鏡用のレンズ

- ① 百均ショップで対物用の拡大鏡と接眼レンズ用のルーペを購入。対物は焦点距離 $f=200\sim300\text{mm}$ 、接眼は $f=20\sim25\text{mm}$ 。なお、年・店によって f の値が違うため確認が必須
- ② 牛乳パック（900ccか1,000cc）、豆乳パック：上蓋と下蓋は切り取って置く。
- ③ あて紙は、対物レンズで2枚と接眼レンズで1枚を牛乳パックに取付けるためのパートとして準備して置く。
- ④ 他のもの：ビニールテープ、マスキングテープ、遮光用黒紙

(2) 工具

- ・ハサミ、定規、筆記具、千枚通しなど

天井の蛍光灯を使って

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \text{ の式から}$$

$$f = a \times b \div (a+b)$$

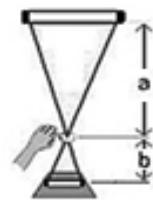


図4 焦点距離の公式

(3) 開始

- ① 望遠鏡の倍率計算のため、最初に対物、接眼レンズとともに焦点距離を求める。図4の公式で f を算出してもらう。できない時は、 f は b に近似（等しい扱い）して紹介している。
- ② 外側鏡筒（対物レンズ用）は、1,000ccの牛乳または豆乳パックを使用する。



図5 外筒用パート



図6 内筒用パート

③ 内側鏡筒（接眼レンズ用）は、別の 1,000cc パックを外側鏡筒にはめ込みができるよう、少し小さくなる状態にして組立てる。（タイプ A）

900cc パックは、このままで上下底を切り取ることで使用可能（タイプ C）

④ 工作の補助

家族の応援が可能な時は、家族に委ね、それがない時は、小学生 10 人で 2 人程度の指導スタッフが付く様にいている。



図 7 工作補助の様子

⑤ 完成のタイプ A・B・C

鏡筒長さの違いは、対物レンズの焦点距離によるもので、一會場では統一できるよう準備している。高倍率を避け、接眼レンズ焦点距離 20mm で、倍率は 10~15 倍としている。

対物レンズの焦点距離(f)の差により、全体長さが変わる

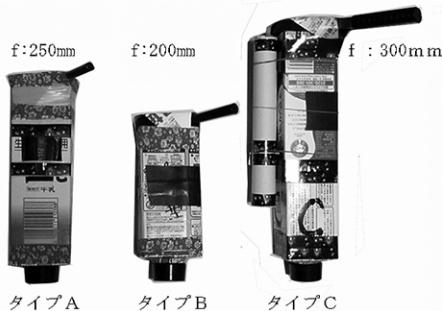


図 8 制作した望遠鏡（タイプ A, B, C）

（4）確認

完成した望遠鏡で実際の景色を確認する。



図 9 景色を確認する様子



図 10 景色の実際の見え方



図 11 参考：満月の見え方

3.1 工作教室の実績

2014 年以降、夏休みを主に毎年 4~5 回の教室（主催：環境学習サークルみえ）を開催してきた。三重県北勢地域の市町で、この 6 年間で計 500 人ほどの小学生に作ってもらった。牛乳パックのリサイクルは、2.5 個で 1 つの望遠鏡を作るため、計 1,200 個程となります。

3.2 完成望遠鏡の改良：例

- (1) 望遠鏡の固定法を考える。DIY店でL金具と固定ねじを購入し、ペットボトルのキャップに取り付ける。望遠鏡の外筒側一面にL金具の受け口を取り付け、合体させる。
- (2) ファインダーを考える。ラップ芯と小プラスチーンなどを利用して作る。目標物の導入は、正確に短時間で可能となる。

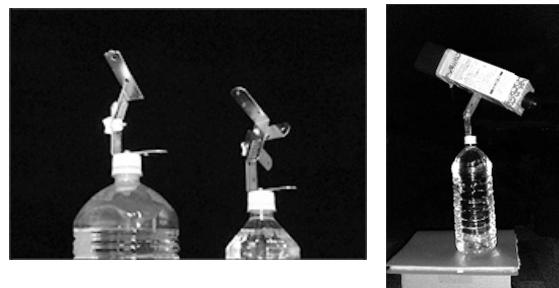


図 12 ペットボトルを利用した架台

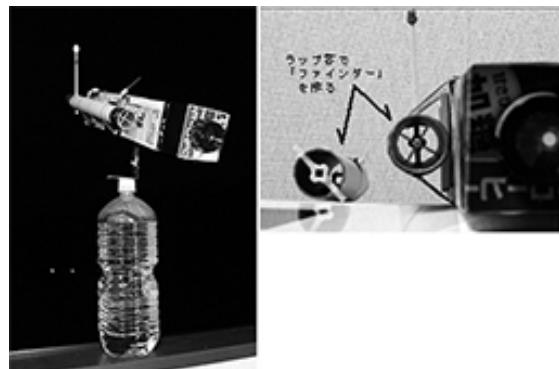


図 13 望遠鏡用ファインダー

4. 配布資料の内容

- ・名前、日付け、会場名、実施年月日
- ・地球温暖化、ひかり害ってなに[2]、その影響と防止には(3R)を
- ・紙パックのリサイクル、回収率
- ・天体望遠鏡の種類（光学式）
- ・倍率の計算
- ・完成品の改良

5. 同等「望遠鏡」との比較

ネット調査から、同等の望遠鏡（牛乳パッ

クリサイクル、市販価格が1,000円～程度の組立て式）を比較、組立て工作の容易性、完成品の機能、いずれも遜色はないことが確認できた。今回の完成品をさらに装飾することで、美観上も問題はありません。

6 おわりに

この工作教室は、小学生高学年を対象に行っていますが、実際に小学校の授業の中で実施した事例はありません。地域のコミュニティー施設やPTA依頼により、休校日の教室利用で実施してきました。

地球温暖化は、この先一層深刻な状況となる予測がされています。そして「天の川」が見える星空は、ますます街中から消えようとしています。これらの意味において、小学校の授業の中で、今回の工作教室の要旨が、活用される事や、さらに広い範囲での展開を願うものです。今のジージ、バーバ世代が、小学生の頃「天の川」が街中でも普通に見えたように、再びなって欲しいと思います。

文 献

[1] 油井宇宙飛行士「日本の夜景」写真

2015.7.26 毎日新聞・配信

[2] wikipedia2019.3.29 光害・光害の原因

「ひかり害ってなに」（以下、その一部）

不適切な街灯の使用により、夜空が明るくなり、生態系を混乱させたり、天体観測に障害を及ぼしたり、エネルギーの浪費などとなります。日本の1年間の電気代に換算して2,000億円相当という試算があります。



所 卓男