

手作り望遠鏡の最適な作り方

抄 録

身近にあるものを使って手作り望遠鏡を作成する方法は、多くのWebサイトや、先行研究で紹介されている。しかし、あまりにも多くの方法が紹介されており、どの方法が最適なのか、分かりづらい。そこで最適な望遠鏡の作り方と、なぜその作り方が最適なのか明らかにすることにした。

研究方法は、雪印メグミルク（2019）の望遠鏡の作成方法を基になる条件とした望遠鏡を作成し、対照実験を複数回行った。変化させる条件は、接眼レンズの倍率・枚数、対物レンズの倍率、鏡筒の素材・形、鏡筒の内側の色、ピントの調節可能距離である。実験の結果としては、接眼レンズの倍率・枚数：2倍のレンズを3枚（8倍）、対物レンズの倍率：2倍、鏡筒の素材・形：牛乳パック・直方体、鏡筒の内側の色：黒、ピントの調節可能距離：15cmが最適だった。

実験の中で、特に接眼レンズと対物レンズの倍率は、どちらか一方の倍率が高すぎても低すぎてもピントが合わなくなった。このことから、望遠鏡の作成はバランスが大切だということを考察した。接眼レンズの倍率・枚数：2倍のレンズを3枚（8倍）、対物レンズの倍率：2倍、鏡筒の素材・形：牛乳パック・直方体、鏡筒の内側の色：黒、ピントの調節可能距離：15cmという望遠鏡の作成方法が最適なものは、それぞれの条件のバランスが取れているからだと考えた。

キーワード：手作り望遠鏡，対照実験，身近なもの

1. はじめに

身近にある老眼鏡や虫眼鏡、ラップの芯などを使って手作り望遠鏡を作成する方法は、数多くのWebサイトや先行研究で紹介されている。本来ならば、それは選択肢が多くなるという点で、良いことである。

しかし、例えば鏡筒の部分だけでも、ラップやアルミホイルの芯を使うものもあれば、牛乳パックを使うもの、円柱のお菓子の入れもので作るものもある。また、あるWebサイトでは「Aの方法がオススメ！」と書かれているが、別のWebサイトでは、「Aの方法は実は良くない。Bの方法が良い。」と書かれているなど、Webサイト同士での矛盾が生じているものまである。

このように、あまりにもたくさんの作成方法が紹介されすぎて、どの方法が最適なのか分かりづらいのである。

1.1 研究動機・背景

家族で天体観測に行ったとき、手作りらしき望遠鏡を持っている子がいて興味を持ち調べてみた。すると、あまりにもたくさんの作成方法が紹介されすぎて、どの方法が最適な

のか分かりづらいということが分かった。そこで、どのような手作り望遠鏡の作り方が最適なのか、またなぜ最適なのか、明らかにしたいと考えた。

1.2 研究目的

本研究の目的は、手作り望遠鏡を作る際、どのような条件で作るのが最適なのかを明らかにすることである。また、なぜその作り方が最適なのか議論する。

2. 研究方法

手作りの望遠鏡は、文献によって、接眼レンズの倍率・大きさ・枚数、対物レンズの倍率・大きさ・枚数、鏡筒の素材、ピントの調節可能距離、レンズの種類、内側の色などが大きく異なる。それぞれの要素で適切な条件を明らかにするため、望遠鏡を構成する要素それぞれに望遠鏡を作成し、対照実験を行った。

2.1 実験材料

以下の表1は本研究で用いた材料である。

表1 実験材料

○虫眼鏡

倍率	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
枚数	5	4	12	6	8	5	8	6

○老眼鏡

度数	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
倍率	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3
枚数	2	4	2	4	6	2	6	4	2

○ルーペ

直径	2.5	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	6.0
倍率	6.0	5.0	7.0	10.0	3.0	2.5	2.0
枚数	2	4	2	6	5	3	6

○凹レンズ

底の丸いコップ×2個

○鏡筒

物	牛乳パック	方眼紙	菓子の筒	ラップの芯	トイレトペーパーの芯
個数	40	10	4	10	18

○内側

物	黒の画用紙	灰色の画用紙	白の画用紙
枚数	7	7	7

2.2 実験手順

初めに、対照実験を行う際に、基となる条件を決める実験（以下、前実験とする）を行った。前実験での基になる条件は、たくさんの作り方の中で作るための条件などが大きく異なった5つの手づくり望遠鏡を比較し、最も良かったものとした。

次に、前実験の結果を基になる条件とした、実際に最適な望遠鏡の作り方を明らかにする対照実験（以下、本実験とする）を行った。

〈本実験の対照実験の手順〉

- ① 一つの条件のみを変えた望遠鏡を作成
- ② それらを比較
- ③ 最も良いものを決定もしくは改良して②に戻る
- ④ 変化させる条件を変え①～③を繰り返す

〈本実験での変化させる条件〉

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| a. 接眼レンズの倍率 | c. 対物レンズの倍率 | e. 鏡筒の内側の色 |
| b. 接眼レンズの枚数 | d. 鏡筒の素材・形 | f. ピントの調節距離 |

2.2.1 前実験

前実験では、参考文献の中から大きく作り方が異なる5つの作成法を選び、それらを比較し、最も良いものを本実験の基になる条件とした。

表2 もとになる作り方の候補

	接眼レンズの倍率	対物レンズの倍率	鏡筒の素材	鏡筒の形	ピントの調節距離	内側の色
1	10倍	4.0倍	方眼紙	直方体	18cm	白
2	3倍	2.0倍	牛乳パック	直方体	15cm	黒
3	4倍	1.9倍	方眼紙	円柱	8cm	黒
4	5倍	1.5倍	ラップの芯	円柱	25cm	白
5	?倍 凹レンズ	1.5倍	チップスターの筒	円柱	17cm	黒

(1：国立青少年教育復興機関，2019，2：雪印メグミルク，2019，3：めめのいい暮らしnet.，2019，4：Gakken，2019，5：NGKサイエンスメイト，2019)

2.2.2 本実験－条件a. 接眼レンズの倍率

接眼レンズの倍率は、2倍、3倍、5倍、8倍で比較する。

倍率の高さ、ピントの合い易さ、見え易さ、持ち易さに特に注意して比較する。

2.2.3 本実験－条件b. 接眼レンズの枚数

接眼レンズの枚数は、1枚、2枚、3枚、4枚、5枚で比較する。

倍率の高さ、ピントの合い易さと合わせ易さ、持ちや易さに注意して比較する。

2.2.4 本実験－条件c．対物レンズの倍率

対物レンズの倍率は、1.5倍、2倍、3倍、5倍で比較する。

倍率の高さ、ピントの合い易さ、見え易さ、持ち易さに特に注意して比較する。

2.2.5 本実験－条件d．鏡筒の素材・形

鏡筒の素材・形は、牛乳パック：直方体、方眼紙（A4）：直方体、方眼紙（A4）：円柱、ラップの芯：円柱、トイレットペーパーの芯：円柱で比較する。

使い易さ、ピントの合い易さ、見え易さ、持ち易さに特に注意して比較する。

2.2.6 本実験－条件e．鏡筒の内側の色

鏡筒の内側の色は、白、黒、灰色で比較する。

明るさ、ピントの合い易さ、見え易さに特に注意して比較する。

2.2.7 本実験－条件f．ピントの調節距離

ピントの調節距離は、5cm、10cm、15cm、20cmで比較する。

スライドのし易さ、ピントの合い易さ、見え易さ、持ち易さに特に注意して比較する。

3. 実験結果

以下の表3は、前実験の結果で、本実験の基になる条件である。

表3 前実験の結果

	接眼レンズの倍率	接眼レンズの枚数	対物レンズの倍率	鏡筒の素材・形	ピントの調節距離	内側の色
2	3倍	1枚	2倍	牛乳パック 直方体	15cm	黒

以下の表4は、本実験の結果で、最適な望遠鏡の条件である。

表4 本実験の結果

	a. 接眼レンズの倍率	b. 対物レンズの倍率	c. 接眼レンズの枚数
結果	8倍	2倍	3枚
備考	2倍のレンズを3枚使用 持ち手を外さずに使用	老眼鏡（度数/4.0）を使用	3枚が、一番調節のしやすさと倍率とのバランスがいい
	d. 鏡筒の素材・形	e. 鏡筒の内側の色	f. ピントの調節距離
結果	紙パック	黒	15cm
備考	紙パックを2本用いる 重ねて、スライドすることで ピントを合わせる	黒の画用紙を内側につけて いる	紙パックをスライドできる 距離

4. 考察

本実験では、全体の結果を見ると条件同士のバランスがとれる条件が最適であると考えられる。例えば、接眼レンズの倍率に合った接眼レンズの枚数、対物レンズの倍率があり、それに合う鏡筒の形・素材、鏡筒の内側の色、ピントの調節距離がある、というような調子である。Let's Try! (2018) などの参考文献でも、組み合わせが重要であった（接眼レンズと対物レンズの倍率の組み合わせは、Let's Try! (2018) に書かれていた計算に合った結果になった）。

4.1 本実験－条件 a. 接眼レンズの倍率

接眼レンズの倍率は、8倍が最適であった。この倍率は、2倍のレンズ3枚で、8倍（2の3乗）になっている。倍率が高すぎると、ピントの調節がうまくいかない。かといって倍率が低すぎると、ピントは合いやすいが肉眼で見るとの違いが殆ど無く、必要がなくなる。よって、8倍が最適である。

4.2 本実験－条件 b. 接眼レンズの枚数

接眼レンズの枚数は、3枚が最適であった。この枚数は、2のレンズ3枚で、8倍（2の3乗）になっている。一枚のレンズで8倍にしようとする、レンズが小さくなってしまふため口径が小さくなり、全体的に暗くなる。また、ピントが合わせづらくなる。よって、3枚が最適である。

4.3 本実験－条件 c. 対物レンズの倍率

対物レンズの倍率は2倍が最適であった。対物レンズの倍率は、望遠鏡の仕組みの関係で接眼レンズの倍率よりも小さくしなければならない。倍率が高いとピントを合わせられなくなるので、2倍が最適である。

4.4 本実験－条件 d. 鏡筒の素材・形

鏡筒の素材・形は、牛乳パック（直方体）が最適であった。ピントの調節しやすさ、明るさ、作りやすさ、身近度などから、牛乳パック（直方体）が最適である。

4.5 本実験－条件 e. 鏡筒の内側の色

鏡筒の内側の鏡筒の内側の色は、黒の画用紙が最適であった。黒色は光を吸収するため、望遠鏡から見る景色が白っぽく見えにくい。黒の油性ペンを使用した方が精度はいいが、非常に手間がかかるので黒の画用紙が最適である（NGKサイエンスメイト（2019）などの参考文献にも、内側は黒が光を吸収するため良いとされている）。

4.6 本実験－条件 f. ピントの調節距離

ピントの調節距離は15cmが最適であった。調節距離が少ないと、ピントが合いきらない場合があり、多すぎるとそこから光が入って見えにくくなるためである。

5. 結論



図1 最適な望遠鏡

最適な手作り望遠鏡は、接眼レンズの倍率・枚数：2倍のレンズを3枚（8倍）、対物レンズの倍率：2倍、鏡筒の素材・形：牛乳パック・直方体、鏡筒の内側の色：黒（黒画用紙）、ピントの調節可能距離：15cmの条件で作成した望遠鏡である。また、これらの作り方が最適である理由は、それぞれの条件同士でのバランスがとれているためである。

5.1 本研究の限界点・課題

まず、本研究では対照実験しか行っておらず、すべての組み合わせを調べられていない。そのため、今回実験をしなかった組み合わせに、より適切な望遠鏡の作成方法があるかもしれない。そこで、今回対照実験で作成した望遠鏡の条件以外の条件の材料・作成方法以外の望遠鏡も作成し、比較するという課題がある。

次に、作成した望遠鏡の良し悪しを決めていた「見えやすい」などの観点は、主観による評価であり、一般化ができていない。そこで、比較の際の分析方法を、道具や道具による計算での信憑性のある数値を利用したものにしたり、アンケートや複数の人に意見を聞くなどによって一般化したりすることが必要である。

最後に、本研究では予算や時間の都合により、望遠鏡の材料を比較的安価なものを使用している。そのため、レンズの倍率、枚数などの道具の性能が重要になる数値の誤差が大きくなってしまっている。望遠鏡の材料は、精度の高い高価なものを利用するか、自分で精度を確認して制度の悪いものは実験に使用しないなどの対策をすることで、実験結果の誤差を小さくすることが課題である。

6. 参考文献

国立青少年教育復興機関 体験学びナビゲーター 手作り望遠鏡

<https://www.niye.go.jp/navi/handcraft/bouenkyou/>（2019年8月25日）

めめのいい暮らし.net. 工作・自由研究 手作り望遠鏡に挑戦！

<http://i-kurashi.net/2012/08/1844/>（2019年8月25日）

雪印メグミルク 牛乳パックで作ろう！ 04望遠鏡

<http://www.meg-snow.com/fun/make/craft/craft04.html>（2019年8月25日）

Gakken キッズネット 工作 ガリレオ式望遠鏡

https://kids.gakken.co.jp/jiyuu/category/art/galilean_telescope/（2019年8月7日）

Let's Try! 老眼鏡で望遠鏡を作ろう！

http://www.pej.net/act/telescope/make_telescope.htm（2019年8月25日）

NGKサイエンスメイト 望遠鏡を手作りしよう！ No.78

<https://site.ngk.co.jp/lab/no78/pref.html>（2019年8月25日）