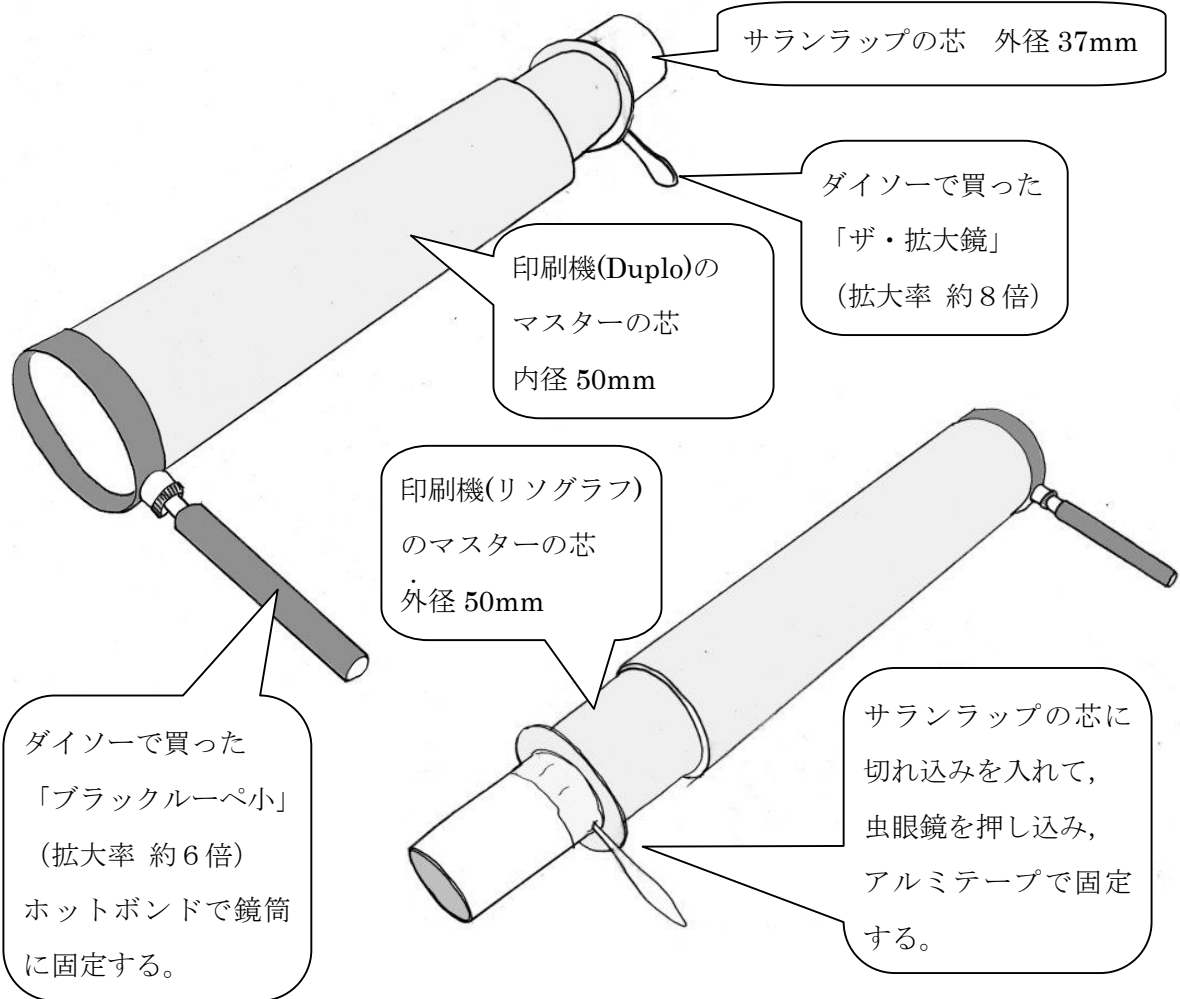


倍率6倍のケプラー式望遠鏡

村田憲治@岐阜高校



学校にある印刷機から出るゴミ（マスターの芯）+200円で、そこそこ使い物になる望遠鏡を作ることができます。

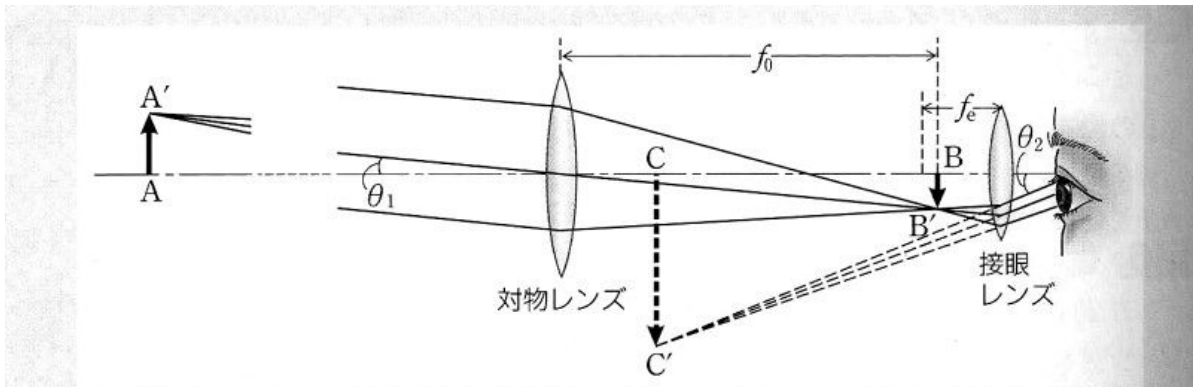
■ デュプロとリソグラフのマスターの芯はぴったり合います！

「何かに使えそうだな」と思って確保しておいたリソグラフのマスターの芯を、長野さんからもらったデュプロのマスターの芯につっこんでみたら、びっくりするくらいピッタリ合うことを発見しました。

あとは焦点距離の長い虫眼鏡（対物レンズ）と焦点距離の短い虫眼鏡（接眼レンズ）があれば、望遠鏡ができてしまうではありませんか。

ダイソーで虫眼鏡を何種類か買ってきて、良い組み合わせを調べたら「ブラックルーペ小」が焦点距離 30cm くらい、「ザ・拡大鏡（拡大率 約8倍）」が焦点距離 5cm くらいで、鏡筒の直径ともピッタリ合ってイイ感じです。サララップの芯を使って接眼レンズと目を 5cm くらい離すと見やすくなります。

■ 虫眼鏡の焦点距離と望遠鏡の倍率の関係は？



ケプラー式屈折望遠鏡の原理 BB'は対物レンズによる物体AA'の実像、CC'は接眼レンズによるBB'の虚像である。望遠鏡を用いると、物体AA'をCC'のように拡大して見ることができる。一般に、望遠鏡の倍率は、物体AA'と像CC'の視角の比 $\left(\frac{\theta_2}{\theta_1}\right)$ によって表す。

教科書にこんな↑記述を見つけました。

BB'は、接眼レンズの焦点の位置のほんの少しだけ内側に作ります。

したがって、 $BB' \approx f_e \tan \theta_2$

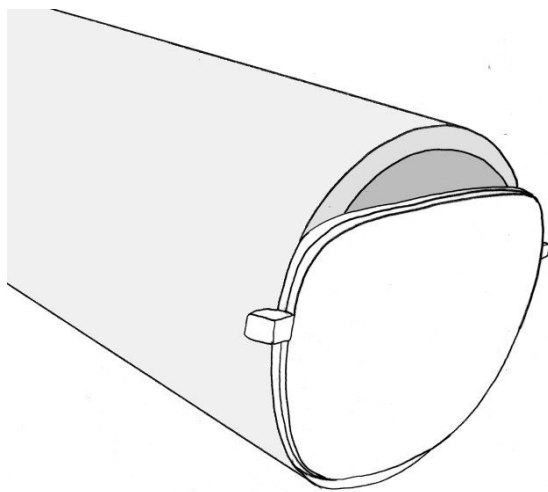
また、 $BB' = f_o \tan \theta_1$ だから、望遠鏡の倍率 $= \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{\tan \theta_2}{\tan \theta_1} = \frac{f_o}{f_e}$ となります。

たとえば、対物レンズの焦点距離 $f_o = 30\text{cm}$

接眼レンズの焦点距離 $f_e = 5\text{cm}$ だと、倍率 $= \frac{30}{5} = 6$ 倍 になります。

望遠鏡の筒の長さは、 $f_o + f_e$ くらい。上の例だと 35cm くらいです。

■ 対物レンズは老眼鏡でもOK！ (老眼鏡の度の強さと焦点距離の関係は？)



百均で売っている老眼鏡を使って対物レンズにすることもできます。(レンズ代は半分の50円！)

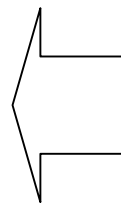
【老眼鏡の度数と焦点距離の関係】

老眼鏡の +1.0 とか +1.5 とかいう数値と焦点距離 f の関係は、

$$\frac{1}{\text{老眼鏡の度の強さ}} = f \text{ [m]}$$

となっているんだそうです。

したがって、 $+1.0 \rightarrow 1/1.0 \rightarrow f = 1.0 \text{ m}$
 $+1.5 \rightarrow 1/1.5 \rightarrow f = 0.66 \text{ m}$
 $+2.0 \rightarrow 1/2.0 \rightarrow f = 0.50 \text{ m}$
 $+2.5 \rightarrow 1/2.5 \rightarrow f = 0.40 \text{ m}$
 $+3.0 \rightarrow 1/3.0 \rightarrow f = 0.33 \text{ m}$
 $+3.5 \rightarrow 1/3.5 \rightarrow f = 0.29 \text{ m}$



このあたりの老眼鏡が
望遠鏡に使えるそうです。

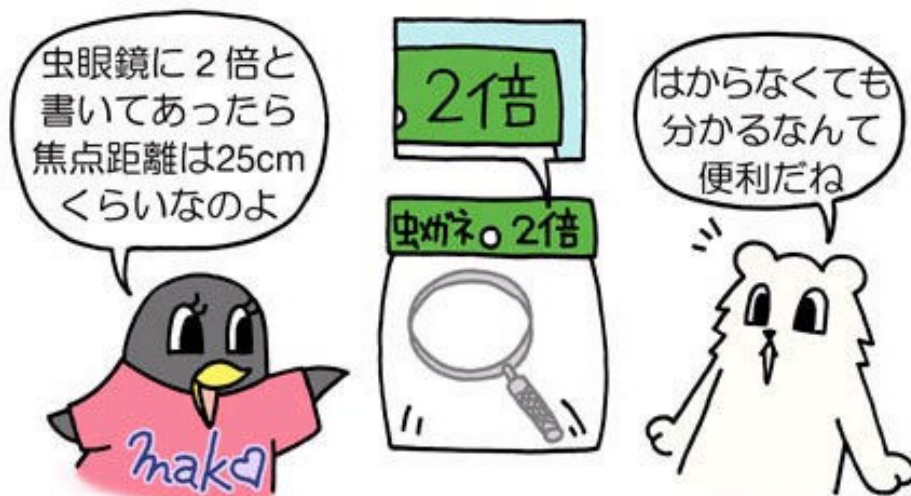
+3.5 の老眼鏡を半分に割って鏡筒に取りつくと、初めに作ったものとはほぼ同じ倍率の望遠鏡になりました。(周辺がやや歪みますが)

■ 虫眼鏡の拡大率と焦点距離の関係は？

お店で売っている虫眼鏡には「拡大率」なんてものが書いてありますが、あれはいったい何なのでしょう？ 焦点距離とどういう関係になっているのでしょうか。

こんな Web サイトを見つけました。

http://www.a-maze.co.jp/eyela_exp/exp/ex-200404.html



※ 3倍だと12.5cmくらい

※ 蛍光灯などの近いところにあるものをうつした時には、焦点距離よりも遠い所に像を結ぶ

虫めがねを買った、「2倍」とか「3倍」とか書いてありますね。この倍率は、実は焦点距離と関係があるのです。

倍率は、次の式で計算できます。

倍率 = $[25(\text{cm}) \div \text{焦点距離}(\text{cm})] + 1$

だから、虫めがねの倍率から焦点距離を求めることができます

焦点距離 = $25(\text{cm}) \div [\text{倍率} - 1]$

で計算できます。25(cm)というのは、「明視の距離」といって、ものが楽に見える最短距離のことです。(ただし、個人差がありますが、倍率の計算のときは25(cm)をよく使います)

計算したものと、実験ではかったものと比べてみてください。

大体、同じくらいになっているはずですよ。

どうしてこうなるかというと、

虫眼鏡は、凸レンズによる虚像を見てるわけですから、

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad \text{を变形して, } f = \frac{b}{\frac{b}{a} - 1} = \frac{25\text{cm}}{\text{倍率} - 1}$$

$\frac{b}{a}$ が倍率で、 b が明視の距離 25cm です。

ダイソーで買った「ザ・拡大鏡」(拡大率 約8倍) の焦点距離は、 $\frac{25}{8-1} = 3.6\text{cm}$ となりますが、実際は 5cm くらい。まあこんなもんか。

しかし、「ブラックルーペ小」(拡大率 約6倍) の焦点距離は、 $\frac{25}{6-1} = 5.0\text{cm}$ となりますが、実際は 30cm くらいでした。なんだ、イイカゲンだな～(^_^;)

murata@straycats.net