

レンズについて

光学的実験で顕微鏡系、望遠鏡系を測器の一部として設計しなければならないことがある。顕微鏡用の5×～100×の対物鏡、5×～20×の対眼鏡は既製品を流用できるが、それ以下の倍率を要する時は、自分で単レンズを設計する必要がある。望遠鏡に対物鏡も、大口径を要しない時は単レンズでよい。単レンズを設計して製作依頼する場合について紹介する。

1. 必要な焦点距離 f や倍率 L/l の見当をつけるための式は

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}, \quad \text{及び} \quad \frac{L}{l} = \frac{v}{u}$$

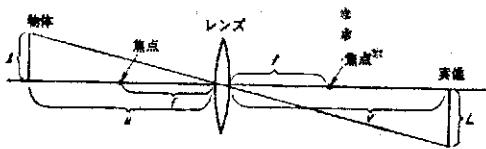


図1 凸レンズで実像を結ぶ場合

図1は凸レンズで実像を結ぶ場合で、 u, v, f, L, l はすべて正である。他の場合は符号を適当に調整する必要がある。

2. 平凸、又は平凹レンズの焦点距離 f は、ガラスの屈折率 n と曲面の曲率半径 R とで

$$f = R/(n-1)$$

である。両凸、両凹レンズの場合は、 $n-1$ であるから、求める f のレンズを簡単に設計できる。

3. 平凸レンズを磨かせる時は、指示書や図面に平凸レンズと明確に指定しないと、誤って両凸に磨かれやすい。平凹についても同じ。

4. 焦点距離 f の凸レンズは、顕微鏡用接眼鏡としては $(25 \text{ cm}/f)$ 倍のものに相当する。

5. 接眼鏡として平凸レンズを使う時、凸面を被拡大物または被拡大像に向けた方が歪みが少ない。したが

って、曲率半径 $R_1=R_2$ の面を持つ両凸レンズ1枚よりは、曲率半径 R_1 の平凸レンズ2枚を、凸面を被拡大物に向けて配列して使う方がよい(図2)。

6. 炉内の物体の寸法変化の測定などでは、リレー

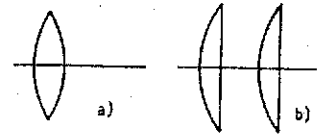


図2 接眼鏡としては、a) より b) の方がよい

レンズを使う。物体とレンズが距離 a まで近づきうるなら、 $f=a/2$ のリレーレンズで1倍の実像を作れるので、これを顕微鏡で測定する。

7. 両凸または両凹レンズがある時、その一面をカーボラダムで摺りおろし、ベンガラや CeO_2 でつや出し磨きして平面にすると、30分ぐらいで焦点距離を変えられる。急ぎの時、あるいは焦点距離の設計値を決めるための予備実験の時など、手元のない焦点距離のレンズが手軽に得られる。

8. 小倍率の望遠鏡ならば、接眼鏡を凹レンズとしてガリレオ型にすると、像が正立して、光弾性実験などに使いやすいことがある。オペラグラスを利用して、安価にできる。

9. コンデンサーレンズでは、距離 a にある光源から平行光を作る場合 $f=a$ 、同じく距離 a に集光する場合 $f=a/2$ である。これと2. で述べた関係を利用すると、設計が簡単にできる。両凸レンズを2枚の平凸レンズに分解したとして考えても同じである。

10. 20×以上の対眼鏡が必要なら、天体望遠鏡用のもので20×～60×がある。天体望遠鏡用を探すと、このほかに正立プリズム、直角プリズムなど、利用価値のあるものが安価に入手できる。天文ファン向け雑誌の広告を調べるとよい。

(東京芝浦電気・総研 岸井 貢)