

生徒実験：凸レンズの性質

【1】目的

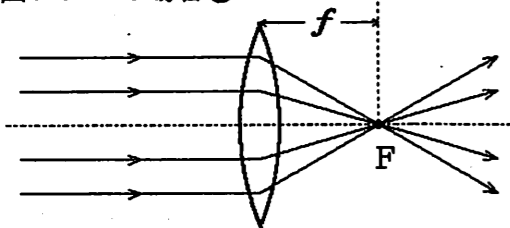
凸レンズを通る光の経路の観察や、結像の観察を通して、レンズの性質を理解し、結像公式を導く。

【2】原理

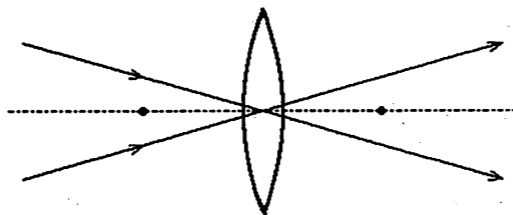
凸レンズはガラスなどの透明物質による光の屈折を利用して光線を集めたり像を結ばせたりする器具である。レンズの幾何光学的な性質は次のように近似できる。

- ①光軸に平行な光線はレンズ通過後焦点を通る。逆に、焦点を通過する光線はレンズ通過後光軸に平行に進む。
 - ②レンズの中心を通る光線はレンズを通過した後も方向を変えずに直進する。

凸レンズの場合①



凸レンズの場合②



上図①のFが凸レンズの焦点であり、距離 f を焦点距離と呼ぶ。このほかに、光線逆進の原理があり、上図の矢印の向きを逆にした光路もまた成り立つ。

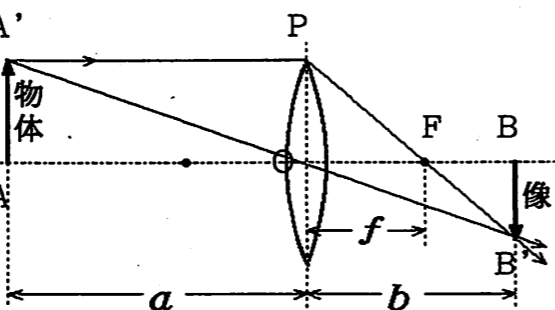
以上の性質からレンズが作る像について幾何学的に考察すると以下の結論を得る。ただしここに

- a 物体とレンズの距離
- b 像とレンズの距離 (虚像のとき負)
- f 焦点距離 (凹レンズのとき負)

と定める。

結像公式

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$



なお b/a の値を倍率という。

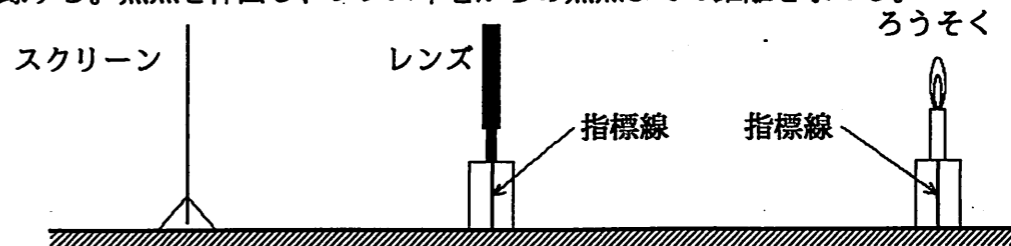
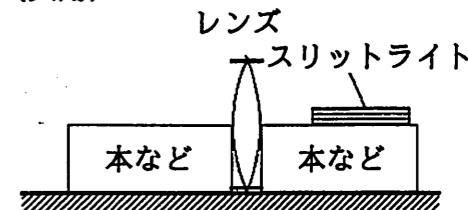
実験ではこれらの性質を確認し、結像公式が成り立っていることを定量的に検証する。

【3】器具

凸レンズ、レンズ台、ろうそく、ろうそく台、スリットライト、巻き尺 (2m)、スクリーン、ライター、はさみ、セロハンテープ (共用)

【4】作業

- ①本などをレンズが半分隠れるぐらいの高さに積み上げたものを二つ作り、その間にレンズをはさむ。
- ②光路記録用紙のレンズ位置の長方形を切り抜いて穴を開け、レンズにかぶせる。
- ③スリットライトで光路記録用紙の線に沿って光を送り、レンズを通過後の光路を記録する。焦点を作図し、レンズ中心からの焦点までの距離を求める。



- ④巻き尺を全部引き出し、実験机の上にセロハンテープで固定する。
(※巻き尺を勢いよく巻き戻すと危険なので、戻すときは手で押さえながらゆっくり巻き戻すこと。)
- ⑤レンズをレンズ台に、ろうそくをろうそく台にセットし、巻き尺に沿った適当な位置に置く。それぞれの台の指標線を巻き尺に向けること。また、レンズの光軸が巻き尺と平行になるように注意する。
- ⑥ろうそくに火をつけ、レンズとろうそくの距離 a を 1.0m とする。レンズに対してろうそくと反対側にスクリーンを置き、その位置を動かしてはつきりと像を結ぶ位置を見つけ、レンズとスクリーンの距離 b を測定する。
- ⑦レンズとろうそくの距離 a を 0.50m、0.33m、0.25m、0.20m とし、それぞれ⑥と同様の測定を行なう。
- ⑧最後に部屋の暗幕を開け、レンズを通して十分遠方 ($a = \infty$) の風景をスクリーンに映し、そのときのレンズとスクリーンの距離 b を測定する。

【5】考察

- ①測定結果を表に整理し、 $1/a$ を横軸に、 $1/b$ を縦軸にとってグラフを描く。
- ②グラフと結像公式の関係を考察し、グラフから焦点距離 f を求める方法を考えよ。
- ③作業③で求めた焦点距離と考察②で求めた焦点距離を比較せよ。また、十分遠方の風景をスクリーンに映したときの距離 b とも比較し、その一致、違いを考察せよ。
- ④測定した a 、 b の組について倍率を求め、カメラや映写機の原理を考察せよ。
- ⑤【2】原理の図をもとに結像公式を幾何学的に証明せよ。
- ⑥ $a = 0.10\text{m}$ とするとどんな現象が見られるか考察せよ。

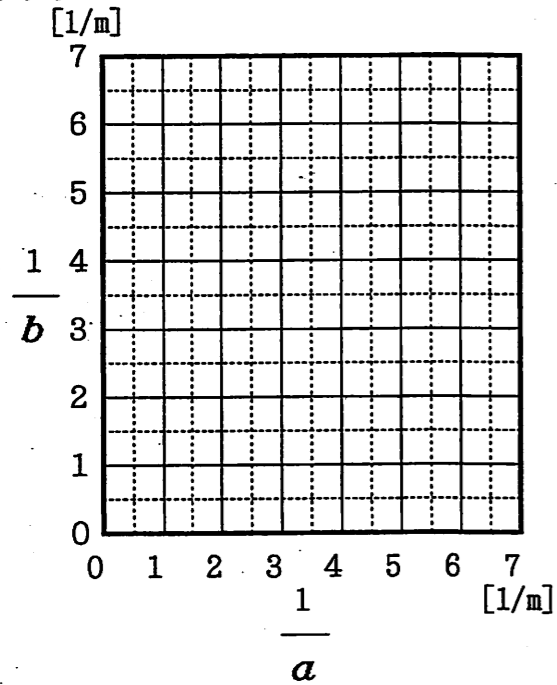
測定結果

作業③での作図により求めた焦点距離 $f = \boxed{} \text{ m}$

作業⑥⑦⑧

a [m]	1.0	0.50	0.33	0.25	0.20	∞
b [m]						
$1/a$ [1/m]						
$1/b$ [1/m]						
倍率 b/a						

グラフ



グラフから求められる焦点距離

$f = \boxed{} \text{ m}$

