

つかんでごらん ー凸レンズの実像と虚像ー

生徒の感性を刺激し豊かにする実験教材の開発と指導法の研究

日本私学教育研究所 馬目 秀夫

2006. 3. 1

1 はじめに

つかんでごらんとして、球面鏡や放物面鏡による実像を見る装置が、科学館にあつたり、教材として使われていたりして、大変興味深いものである。そこに物体があるように見えるのだが、つかもうとするとつかめない (図1参照)。



図1 a 球面鏡による実像



b 放物面鏡による実像

凸レンズについても同じ現象が見られるはずだが、製品化されたものは見あたらない。その原因として、大口径・短焦点の凸レンズが入手しにくいこと、集光力が弱いことなどが挙げられる。この作品では、この点を解決し、さらになぜそのように見えるかを説明するための装置を工夫した。

2 装置の概要と工夫した点

「つかんでごらん」の装置とその原理説明器の概要と工夫した点は次の通りである。

(1) つかんでごらん (縦32cm、横25cm、高さ22.5cm)

装置の概要は図2 a、bの通りで、その工夫した点は次の通りである。

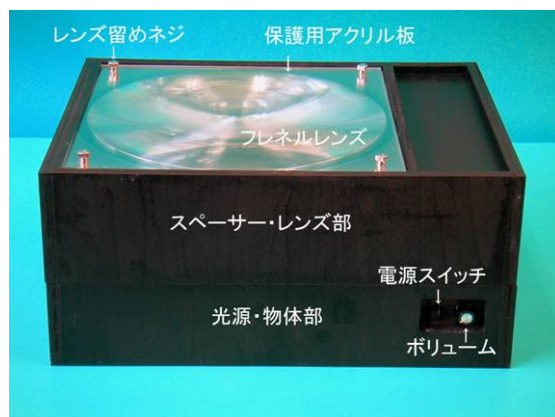


図2 a 側面から見た装置



b 分解して上から見た装置

① 装置をできるだけコンパクトにし、手元に像が浮き上がるようにした (図3)。

そのためレンズとして短焦点のフレネルレンズを使用した。OHPのフレネルレンズを使用し、実験する例があるが、装置として大がかりになる。手元に像を浮き上がらせるために、焦点距離11cmのフレネルレンズを2枚重ねて使用した。なおレンズをアクリル板で挟み保護した (図4)。



図3 浮き上がった像 (実像)

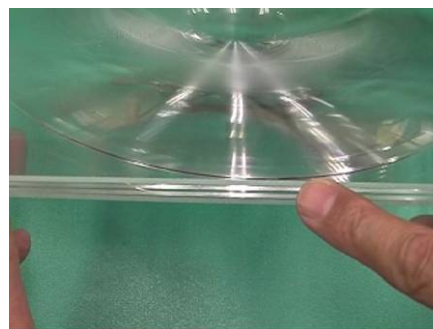


図4 アクリル板で挟んだフレネルレンズ

② 装置を縦にしても使えるようにした (図5、6)。教室などで大勢の前で見せるときには、装置を縦置きにして使用するとよい。その際には、生徒の目の高さに設置する。また、物体とレンズの距離を大きくできるので、フレネルレンズは1枚でもよい。



図5 縦置きにした装置



図6 飛び出した像 (実像)

③ 光源として豆電球を使用した。物体そのままと、できる像が暗くわかりにくい。また周りから照らすと、全体が明るくなり像が目立たなくなる。そこで輝度が高く、単光源となる豆電球を使用し、それに物体 (アヒルなど) をかぶせるようにした (図7)。場合によっては豆電球のままでも良い。



図7 豆電球とアヒル

④ 凸レンズの実像も見えるようにした。 レンズをはずし、下の枠にレンズをはめることで (図8)、凸レンズの虚像も見られるようにした (図9)。

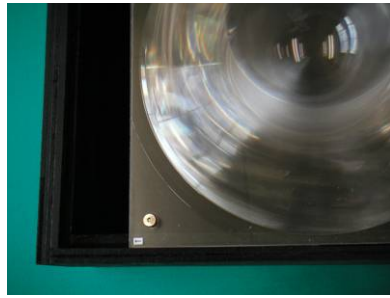


図8 レンズを枠にはめ込む

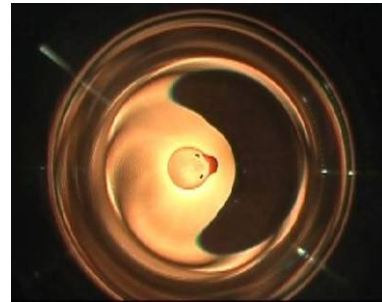


図9 拡大された像（虚像）

- ⑤ 電源として乾電池とAC100Vの両方が使えるようにした（図10）。

使用する場所によってAC100Vの電源が使える場所、使えない場所があるので、乾電池とAC100Vの電源が使えるようにした。AC100Vの電源を使用する場合にはアダプターでDCに変換し、ボリュームで電圧を調整できるようにした（図11）。



図10 乾電池とAC100Vアダプター

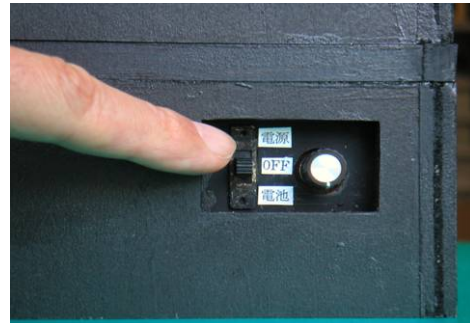


図11 電源切り替えスイッチとボリューム

- ⑥ 装置の上にアクリルエマルジョンを少量入れた水槽を置くことで、光の進み方（像のでき方）が見えるようにした。レンズを出た光が集まり、また広がっていく様子が分かる。光が集まっているところが像（実像）の位置で、上から見ると、そこから光がくるように見え、そこに物体があるように見えるのである。アヒルをはずして、豆電球だけにしたと、その様子がさらにはっきりする（図12）。



アヒルの場合



豆電球だけにした場合

図12 水槽と光の進み方（像のでき方）

装置取り扱い上の留意事項

- ① 実験は暗い部屋で行った方がよいが、多少明るい部屋でも可能である。
- ② スイッチを入れても豆電球がつかないことがあったら、もう一度豆電球を締め直してみる（図13）。

③ 電池がホルダーからはずれていることがあるので、もう一度確認する（図14）。



図13 豆電球を確認



図14 乾電池を確認

(2) 原理説明器 (縦32 cm、横25 cm、高さ7.5 cm)

なぜこのような現象が起こるかを説明する装置を工夫した。その概要は次の通りである。



図15 上から見た装置

工夫した点は次の通りである。

- ① レンズとしては、凸レンズ型ガラスブロックを使用した。短焦点で、レンズの径が大きくとれ、光線の進み方がわかりやすくなるよう凸レンズ型ガラスブロック（焦点距離5 cm）を使用した。
- ② 物体とレンズの位置を変えられるようにした。レンズブロックを上のアクリル板に貼り付け、アクリル板をスライドできるようにした。これによってレンズの位置を変えることができる（図16・17）。



図16 レンズの後方から見た装置

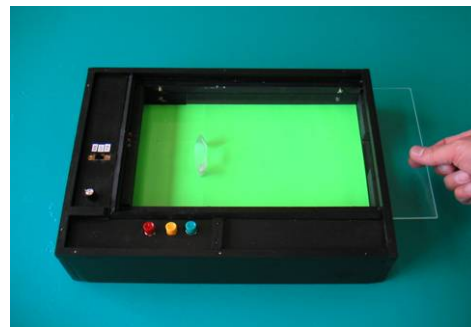


図17 アクリル板を引き出す

- ③ 光の進む向きをわかりやすくするため、蛍光シートを敷いた。
LEDから出て凸レンズを通った光がどのように進むかを見るため、装置の底面に蛍光シートを敷いた。なお蛍光シートが傷まないようにラミネート加工した。
- ④ 光源としては高輝度LEDを3個使用した。
高輝度で指向性のある光源として高輝度LEDを使用した。また物体の向きと像の向きとの関係がわかるように、LEDを3個並べて、それぞれにスイッチをつけた。
- ⑤ どのLEDがついているかわかりやすくするため、色分けした集光ファイバーをLEDの前に置いた (図18)。LEDの光の色を変えることも考えられるが、光の色による屈折率の違いも関係してくるので、LEDとしては白色のものを使用した。ただ、どのLEDがついているか暗いところでもわかるように、色分けした集光ファイバーをLEDの前に置いた (図18)。またスイッチの色もそれに合わせた (図21)。



図18 LEDと集光ファイバー

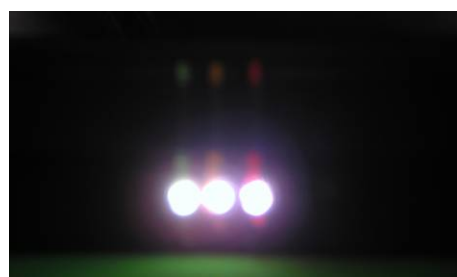


図19 レンズを通して見たLED



図20 上から見た集光ファイバー

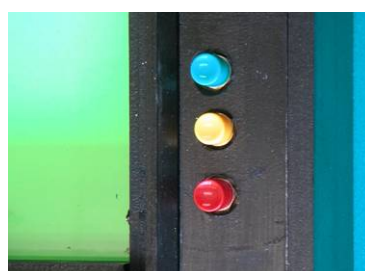
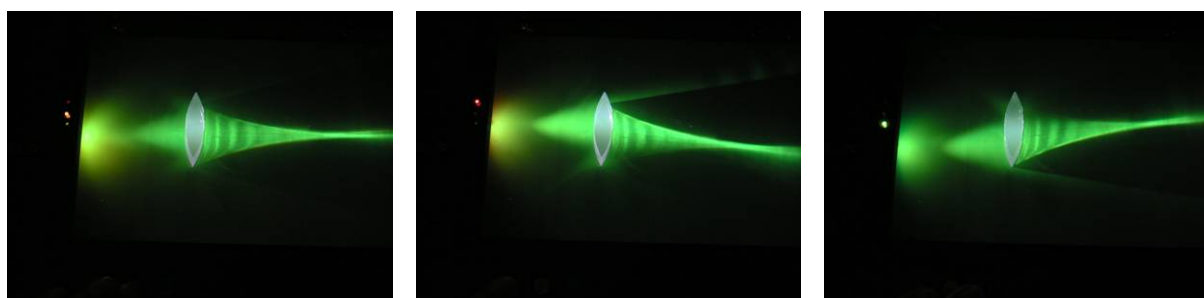


図21 LED点灯スイッチ

- ⑥ レンズを物体から離れたとき、倒立の実像ができることがわかる。⑤によってLEDから出て、凸レンズを通った光は1点に集まること、また集まる位置がLEDの配列の位置と逆になること (図22) から、倒立の実像ができることがわかる。

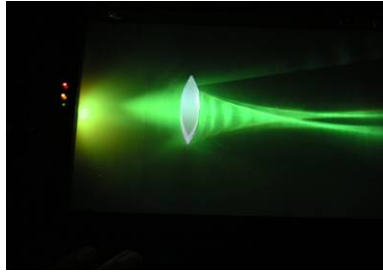
図22 レンズを通った光の進み方



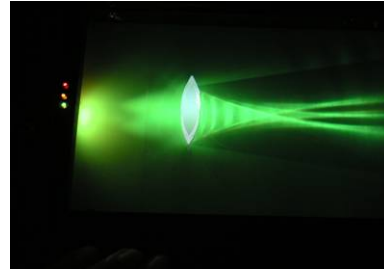
a 真ん中 (黄) のLED

b 上 (赤) のLED

c 下 (青) のLED



d 真ん中と上のLED



e 3つのLED

- ⑦ また、装置の図15右、図16下からレンズをのぞき込むことで、像の配置が実際のLEDの配置と逆になっていることを確認できる（図23）。

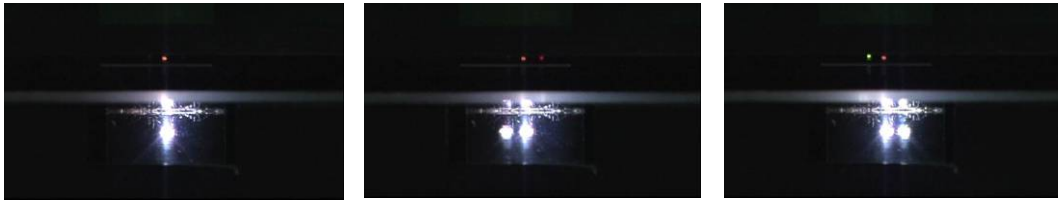


図23 レズを通して見たLED

- ⑧ レズの位置を物体（LED）から離すほど、像はレンズの近くにでき、像の大きさは小さくなるのがわかる（図24）。

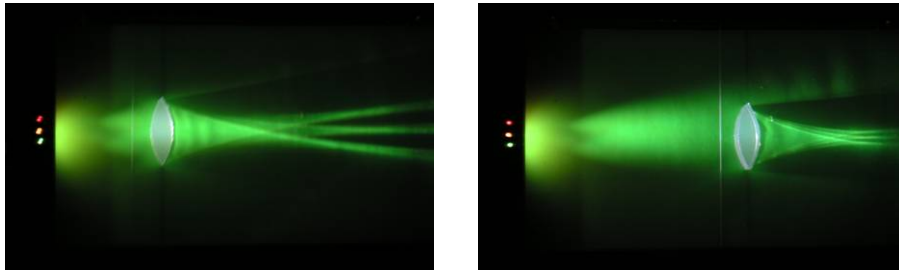


図24 レズの位置・像の位置・像の大きさ

- ⑨ レズが物体に十分近い（焦点距離内にある）と凸レンズを通った光は広がってしまうことがわかる（図25）。

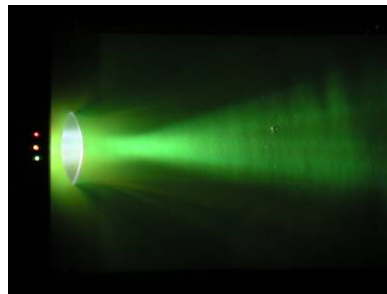


図25 焦点内にレズがあるとき→

- ⑩ また、装置の図15右、図16下からレンズをのぞき込むことで、像の配置が実際のLEDの配置と同じになっていることを確認できる（図26）。



図26 レズを通して見たLED

装置取り扱い上の留意事項

- ① 実験は暗い部屋で行う。
- ② 「つかんでごらん」と同じように、電池がホルダーからはずれていることがあるので、もう一度確認する。



図 27 ふたを開ける



図 28 ふたは上からかぶせてあるだけ

- ③ AC100Vを使用する場合には、電源コードを収納部より引き出して使用する。

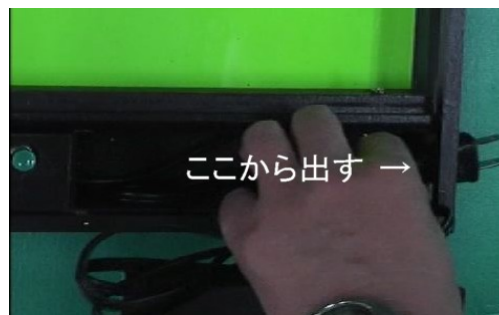


図 29 電源コードを出す

4 おわりに

凸レンズの実像という、生徒はどうしてもスクリーンに映った像を思い浮かべてしまう。この装置によって実像とは、実際に光が集まってできる像であること、光が目に入ってはじめてものが見えるということをよく理解できる。この装置は生徒に興味を持たせ、内容を理解させる上で、教育的に大変有効な装置であると思われる。

なお、この装置は平成17年度第54回全日本教職員発明展で「発明協会会長賞」を受賞した。

(この研究は、日本私学教育研究所の平成17年度委託研究によるものである。)

参考 <http://www6.plala.or.jp/maamu/>