



光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう

楽しいペットボトルレンズ

大きなレンズと小さなレンズ、「ものがより大きく見える」のはどちらのレンズでしょう。レンズのしくみを考える実験です。

用意するもの

- * ペットボトル 大小2本
(炭酸飲料用の円とう形のもの。1.5リットルと500ミリリットルのものが使いやすい)
- * 水
- * 白い紙
- * 新聞紙など

すすめ方

1. 大小2本のペットボトルに、水をいっぱいに入れてキャップをしておきます。
2. それぞれを横に寝かせ持ち、新聞紙の上にかざすなどしてその文字の見え方の違いを観察します。
3. 同じように2本のボトルを白い紙の上にかざし、電灯の光の像が紙の上にできるように、紙とボトルとの距離を調節します。できる像の大きさと、ボトルと紙との距離を比較します。

注意 !!

※ 水を入れたボトルはレンズのようにはたらく。太陽の光を集めると燃えやすいものに火がつく可能性がありますので、実験が終わったら水は捨てておきましょう。

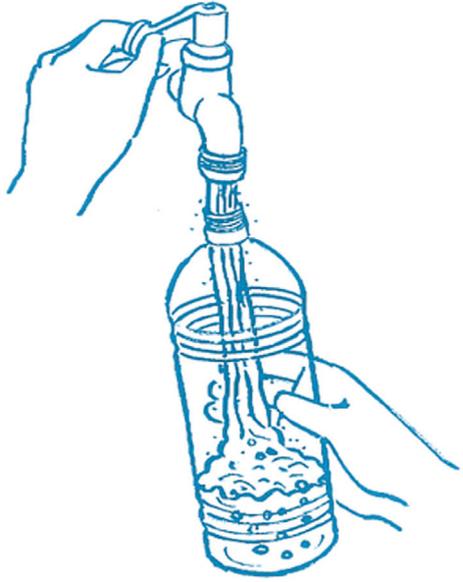
なぜ?

円とう形のボトルの断面は円ですが、これは「中央が厚くて周囲が薄い」とつレンズと考えることができます。つまり、水の入った円とう形ボトルは、丸まっている方向にはレンズとしてはたらくのです。このため、新聞紙の上にかざすと、文字が一方向に拡大されて見えます。

大きなボトルと小さなボトルでは、意外なことに小さいボトルの方が、拡大するパワーがあります。また、焦点距離(しょうてんきょり)は短く、できる電灯の像は小さくなります。

これはとつレンズでも同じで、大きいレンズは一般に焦点距離が長く、拡大するパワー(ルーペとして使ったときの倍率)は小さくなり、小さいレンズはこの逆になります。

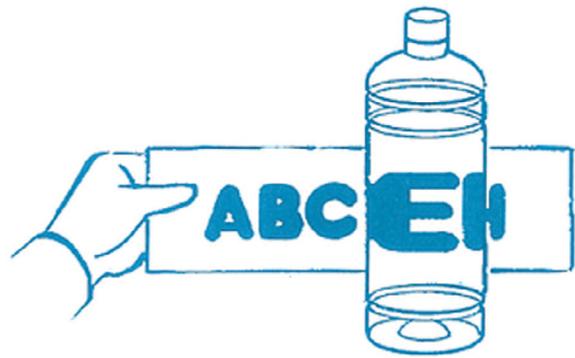
実は、レンズの焦点距離などを決めているのは、面の曲がり具合(曲率半径の大きさ)なのです。面の曲がり方がきつい(曲率半径が小さい)場合には、焦点距離が短くなり、ルーペとして使ったときの倍率は大きくなります。しかし、曲がり方がきつい(半径が小さい)わけですから、大きなレンズはできないこととなります(以上は、レンズの材質が同じ場合です)。



大小2本のペットボトルに水をいっぱい入れます。



見え方を比べます。
大きいペットボトルは…?



小さいペットボトルは…?

光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう
バケツでレンズ？

レンズは、断面の形によってはたらきやその度合いが変化します。このことを水を使って試してみる実験です。

用意するもの

- * バケツ（なれると大きめのコップでもできる）
- * 水
- * 500円玉

すすめ方

1. バケツに半分ほど水を入れ、底の真ん中に500円玉をしずめておきます。この状態で真上からのぞいて、500円玉がどのように見えるかを観察しておきます。
2. バケツに手を突っ込んでかき回し、水を回転させます。水の周辺が遠心力で十分に盛り上がったなら、水の回転が収まらないうちに、真上から500円玉の様子を観察します。
3. そのまま水の回転が収まるまで、しばらく観察を続けます。
4. コップで実験するときには、10円玉を使い、スプーンなどでかき混ぜると良いでしょう。

注意！！

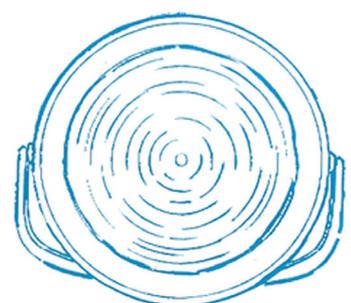
※ あまり勢いよく回転させると、水がまわりにこぼれるので注意しましょう。

なぜ？

水を回転させてのぞき込んだとき、500円玉が小さく見えたりはしません。これは、回転する水が遠心力で周囲におしつけられ、真ん中がへこんだためです。つまり、水の断面を考えたとき「周辺が厚く、中央がうすい」形になり、おうレンズとしてはたらいたのです。回転が次第に収まっていくと、500円玉がぐーんとふくらんで元の大きさに戻るのが見えます。おうレンズの面の曲がり方がゆるくなり、ものを小さく見せるパワーが弱まったためです。

もっと実験！！

5円玉の穴で水のとつレンズ & おうレンズ
 5円玉の穴に、ストローなどで1てき水を垂らすとレンズになります。うまくとつレンズの形になったら、新聞紙などの文字を拡大して見てみましょう。また、この状態で軽く水をふき取ると、おうレンズにすることもできます。



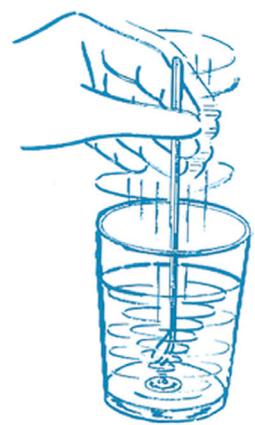
500円玉がどのように見えるか観察します。



バケツの水をかき回します。



水の回転が収まるまで、しばらく観察を続けます。



コップで実施するときには、10円玉を使い、スプーンなどでかき混ぜると良いでしょう。



光のじっけん室

光にまつわる手品や身の回りの素材を使った
“じっけん”で、光と遊んでみよう。

光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう

氷レンズで光集め

とう明なものであれば、ガラスでもプラスチックでも水でもレンズになります。つまりレンズのはたらきは、その材質ではなく形によって生まれる…ということです。では、氷ではどうでしょうか？

用意するもの

- * 底の丸いおわん（こおらせても割れないもの）
- * 水（精製水か湯冷ましが良い）
- * 食品ラップ
- * かわいたぞうきんや保温シートなど

すすめ方

1. おわんの底に水を1~2cmの厚さになるように入れます。
2. おわんに、水がこぼれないようにラップなどでふたをし、さらにかわいたぞうきんや保温シートなどで3~4重に包みます（輪ゴムなどで止める）。
3. 冷蔵庫の製氷室に、おわんがかたむかないように注意して入れます。
4. 丸1日以上、そのままにしてから取り出し、こおっているか確かめます。こおっていないときは、包んでいるシートなどを減らし、もう一度、チャレンジします。
5. こおっているときは、おわんを取り出してぬるま湯などに入れ、中の氷を形がくずれないように取り出します。氷レンズの完成です。とつレンズの形をしていますから、むしめがねのように使ったり、光を集めて遊びます。では、この氷レンズで太陽の光を集め、黒い紙をこがすことはできるでしょうか？試してみてください。

注意 !!

※ 氷とはいえレンズですから、太陽の光を直接見てはいけません。目を痛めてしまいます。また、紙をこがす実験をするときは、かならず大人と一緒に、燃えかすの後始末をきちんと行ってください。

なぜ？

水は、ゆっくりこおらせると混ざっている空気などがぬけ、とう明な氷になります。氷は空気よりもくっ折率（光をくっ折させる度合い）が大きいので、真ん中が厚く周辺がうすい、とつレンズになります。いろいろな容器で、さまざまな氷レンズをつくり、そのはたらきの違いを調べるとおもしろいでしょう。



おわんに水を入れます。



水がこぼれないようにラップなどでふたをします。



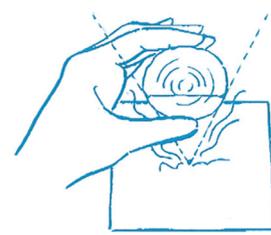
ぞうきんや保温シートなどで全体を包みます。



冷ぞう庫の製氷室に入れます。



こおったら、おわんをぬるま湯などに入れ、中の氷を形がくずれないように取り出します。



氷レンズの完成。
太陽の光を集め、
黒い紙をこがすことはできるでしょうか？



光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう

スプーンで反射鏡を考える

スプーンやナイフなど、身近な道具を使って反射のしくみについて考えます。

用意するもの

- * スプーン
- * 食事ナイフ
- * お玉など

注：いずれもメッキなどの反射するものを使い、実験前にふきんなどで良くみがいておきましょう。

すすめ方

1. ナイフをまっすぐ立てて手に持ち、横腹が垂直になるように目の前にかざします。
自分の目が映って見えると思います。このとき、ナイフを目に近づけたり遠ざけたりすると、映っているあなたの目はどのように変化するのでしょうか。映って見えるはんいにも注意して観察しましょう。
2. 次に、スプーンで同じ実験をします。まず、裏側（出っ張っている方）を自分に向けて試してみましょう。
3. さらに、スプーンの表側（へこんでいる方）を自分に向けて試してみます。
4. 同じようにお玉でも試し、どのようなちがいがあったか、まとめてみましょう。

注意 !!

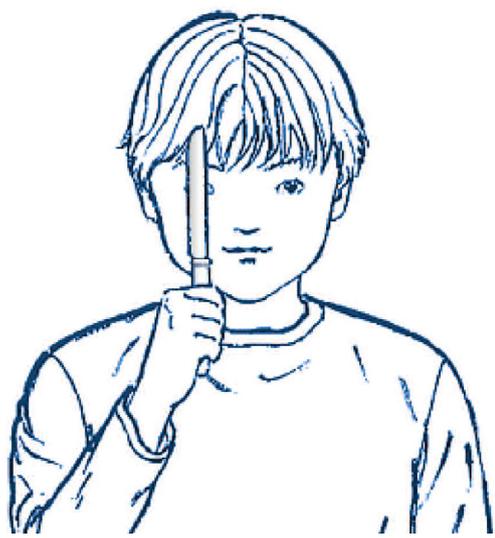
※ ナイフでケガをしないように注意しましょう。

もっと実験 !!

スプーンやお玉などの表（へこんでいる方）では、目に近いところから遠ざけていくと、とつぜん、見え方が変わるのがわかると思います。いろいろな種類のスプーンやお玉で、その時の距離がどのようにちがうかを調べてみましょう。

なぜ？

ナイフは平面鏡、スプーンやお玉の裏はとつ面鏡、表はおう面鏡として働きます。そして、とつ面鏡はおうレンズと、また、おう面鏡はとつレンズと同じような性質があるため、とつ面鏡では光が広がって広いはんいが見え、とつレンズではものが大きく見えたり、像ができるので上下が逆さに見えたりするのです。



ナイフに映って見える目はどのように変化する…？



スプーンでは…？



お玉では…？



光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう

鏡台で遊ぼう

鏡を組み合わせることで起こる不思議な現象を、鏡台や手鏡を利用して実験します。

用意するもの

- * 三面鏡台
- * 手鏡（数枚）
- * 色えん筆など目立つもの
- * 懐中（かいちゅう）電灯など

すすめ方

1. 2枚の鏡を、120度になるように並べておき（三面鏡台の場合は2面の向きを調節して120度にします）、その真ん中に色えん筆などを立ててのぞいてみましょう。
2. 鏡の角度をせばめて90度（直角）度にしてみましょう。色えん筆は何本見えるでしょう。
3. 鏡の角度をさらにせばめていくと、見える色えん筆はどんどん増えていきます。60度、45度、30度…と、見える数を調べてみましょう。
4. 色えん筆の代わりに懐中（かいちゅう）電灯を使って同じ実験をします。懐中（かいちゅう）電灯を動かすと、鏡に映っている懐中（かいちゅう）電灯も動きますが、全部が同じ動きをするのでしょうか？
5. 手鏡の2枚を平行に置き、中をのぞき込んだり懐中（かいちゅう）電灯で照らしてみましよう。不思議なくり返しの世界が見えるはずですよ。

注意 !!

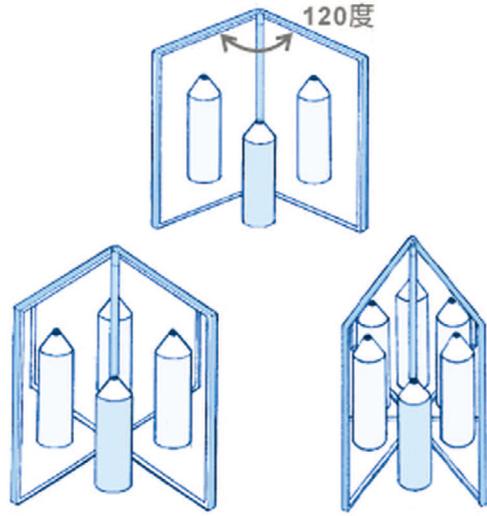
※ 手鏡はガラスでできていますので、落として割ったりしないように注意しましょう。また、鏡台などを使うときは、かならずお家の方に断ってからにしましょう。

もっと実験 !!

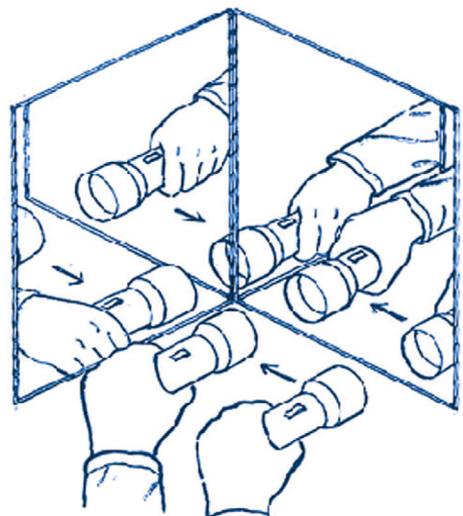
三面鏡台や手鏡3枚を使い、鏡の角度をそれぞれ60度にすると、万華鏡（まんげきょう）のような働きになります。試してみましょう。

なぜ？

鏡に映っているものは、鏡の面をはさんで実物と対称の位置にあります。2枚の鏡ではそれぞれの鏡が相手の鏡を映すので、両方の鏡に同じパターンが繰り返されることになります。このとき、1周360度を鏡の角度で割った答えが、左右合わせたくり返しの数になり、色えん筆は（実物も合わせて）この数だけ見えることになります。



2枚の鏡で角度を変えて観察してみよう。色えん筆は何本見えるでしょう？



懐中（かいちゅう）電灯ではどう見えるでしょう？



2枚の手鏡の中をそぞきこんでみましょう。どんなものが見えるでしょう？



光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう

ハーフミラーの謎 (1/2)

ハーフミラーとは、当たった光の一部分だけを通す鏡です。とう明アクリル板やガラス板を使って、ハーフミラーの実験を行います。

用意するもの

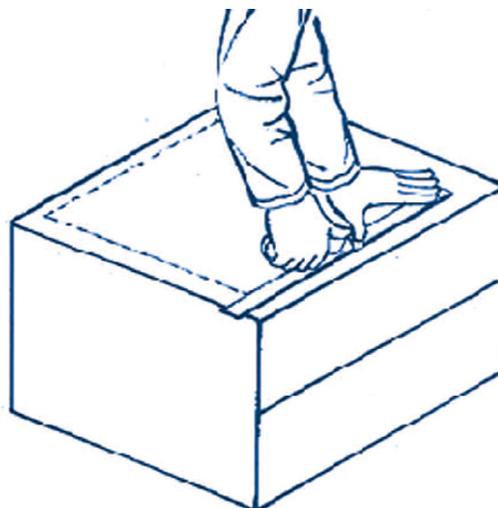
- * ガラス板またはとう明アクリル板
(はがき大ぐらいが扱いやすい)
- * 段ボール箱
- * 人形
- * 電気スタンド
- * ビニールテープ
- * カッターなど
- ※ ガラス板は、写真立てなどのものを使うといいでしょう。また、段ボール箱はあらかじめ、内側を黒くぬっておくとう効果的です。

すすめ方

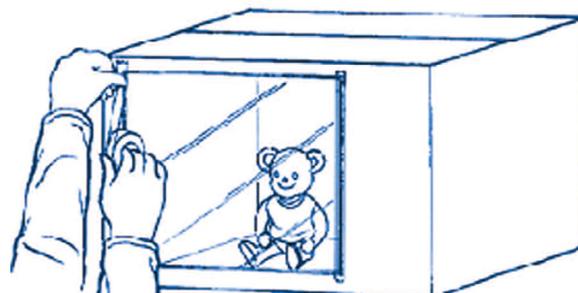
1. 段ボール箱の横にガラス板(またはとう明アクリル板)よりもわずかに小さな窓をあけ、ガラス板をテープで窓ガラスのようにはりつけます。
2. 箱の中に人形を入れ、段ボールのふたを閉じます。
3. 自分に向けて電気スタンドをともしてから、箱の窓や中の人形を見てみましょう。
4. 今度は、段ボール箱をあけて中にスタンドを入れるか、光が人形に当たるようにセットし、部屋を暗くして箱の窓や中の人形を観察してみましょう。

注意 !!

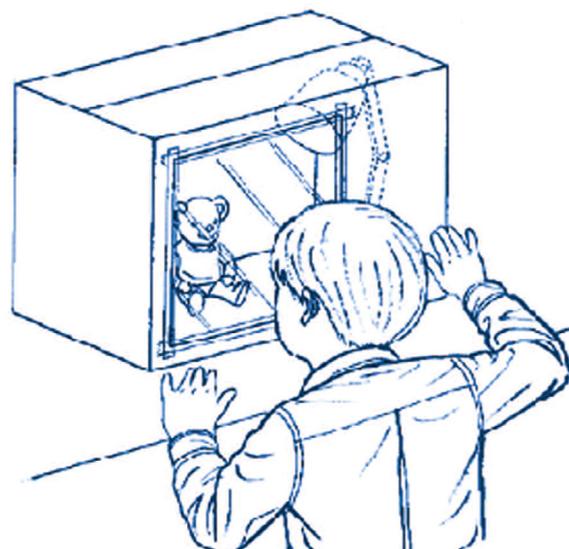
- ※ ガラス板を落として割ったり、へりで手を切らないように注意しましょう。
- なお、ガラス板で実験するときは、必ず大人の方と一緒に行ってください。



段ボール箱の横にガラス板よりもわずかに小さい窓を作ります。



ガラス板をテープで窓ガラスのようにはりつけます。



部屋を暗くし、箱の中を明るくするとどう見えるでしょう？

光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう

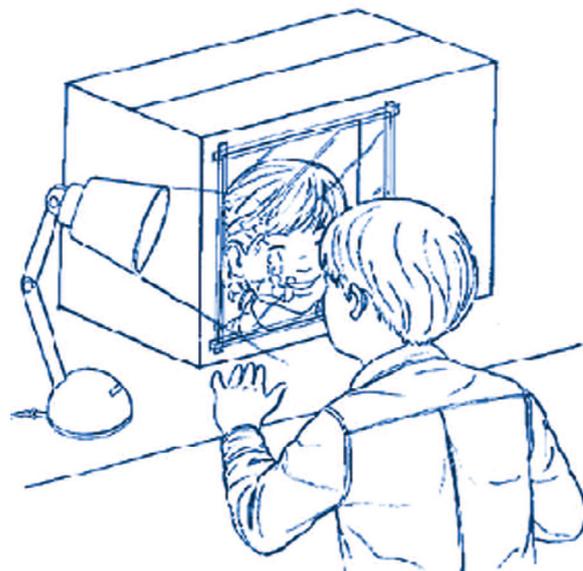
ハーフミラーの謎 (2/2)

もっと実験!!

外が暗いとき、部屋の明かりを消して、友達と2人で窓ガラスの両側に向かい合って立ちます。それぞれ自分の顔に懐中（かいちゅう）電灯やスタンドで光を当てます。光の当て具合をうまく調節すると、自分の顔と友達の顔が合成写真のように重なって見えます。

なぜ？

ふつうのガラス板は、表面で数%の光を反射します。普段は周りが明るいので気になりませんが、周りが暗いときにはこの反射が目立つのです。自分の顔に光が当たっているとき、暗い箱の中が見えずに自分の顔が映るのはこのためです。なお、ガラスの向こう側が十分に明るいときは、その光がガラスを通して目に入るため、ガラスの表面で反射した光は気にならなくなります。箱の中をスタンドで照らすと、人形が見えて自分の顔が見えなくなるのはこのためです。



部屋を明るくし、箱の中を暗くすると
どう見えるでしょう？





光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう

ペットボトル顕微鏡を作ってみよう (1/3)

透明なビー玉をものに近づけて見ると大きく見えるのを知っていますか？
ビー玉よりもっと小さいガラスビーズとペットボトルを使うと、100~200
倍に大きく見える顕微鏡を作ることができます。さあ挑戦してみよう！

実験の目的

世界ではじめて微生物(びせいぶつ)を見たのは、オランダのレーウェンフックという科学者でした。このレーウェンフックの顕微鏡と似たような顕微鏡を簡単に作ることができます。直径1~2mmくらいのガラスビーズとペットボトルでできる顕微鏡を作ってミクロの世界をのぞいてみよう。



用意するもの

- ペットボトル(色のついていない透明なもの)
- ガラスビーズ(直径2mm程度の透明なもの)※ホームセンターで売っています。
- 画びょう、または千枚通し
- 紙ヤスリ
- カッターナイフ
- はさみ
- セロハンテープ
- ピンセット
- 観察するもの(タマネギ、ムラサキツユクサの葉、オオカナダモなど)
- 染色できるもの(酢酸カーミン、食紅、インク、墨(すみ)など)



注意!!

画びょう(千枚通し)、カッターナイフ、はさみを使う時には、ケガをしないように、十分に注意しましょう。



すすめ方(1) 組み立てよう!

① キャップを確認しよう



ペットボトルのキャップの内側がデコボコしていないものを用意しましょう。炭酸(たんさん)の飲み物が入っているペットボトルに多い、キャップの内側が青になっているものがおすすめです。

② キャップに穴を空けよう



画びょうや千枚通しを使って、キャップの内側から、キャップのまん中に直径2mmくらいの穴をあけます。穴のまわりのカスは、紙ヤスリなどできれいに取りのぞきましょう。



光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう
ペットボトル顕微鏡を作ってみよう (2/3)

③ 接眼レンズを作ろう



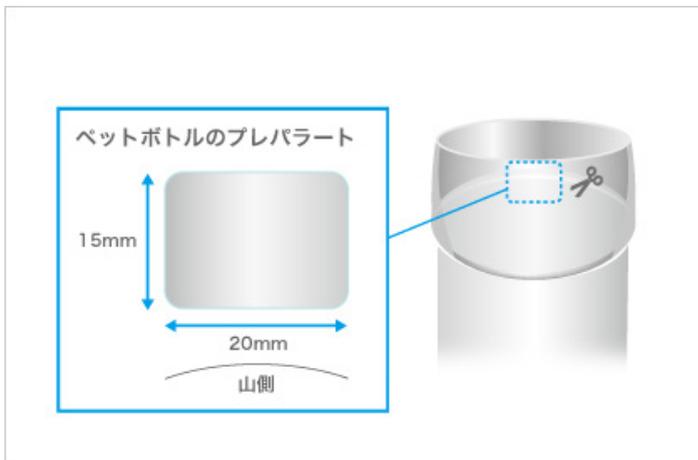
穴にキャップの内側からガラスビーズを入れます。ガラスビーズが少し出ているくらいまで押し込みます。ガラスビーズに直接、手が触れないように手袋やビニール袋を使って作業するとよいでしょう。

④ ペットボトルを適当な大きさにカットしよう



図のようにペットボトルを適当な大きさ(キャップの根元から6cmくらい)に切ります。切り取る場所にセロハンテープをまきつけ、カッターナイフで切り込みを入れ、ハサミでセロハンテープの縁を切っていくときれいに切れます。切り終わったら切り口でケガをしないようにセロハンテープをまきましょ。

⑤ プレパレートを作ろう



ペットボトルの平らな部分を15mm×長さ20mm程度の大きさに切りぬきます。角を切り落として、ペットボトルの口の大きさにあうようにします。これをプレパレートとして使います。

⑥ サンプルを作ろう



むいたタマネギの内側の皮をピンセットではがします。この時プレパレートと同じ大きさぐらいにタマネギを切ってから皮をはがした方がプレパレートにのせる時に簡単です。プレパレートの山側にサンプルをのせ、上から図のようにセロハンテープでしわにならないようにはりつけます。よく見えない場合には、プレパレートにのせる前に酢酸カーミンなどで染色するとよく見えます。

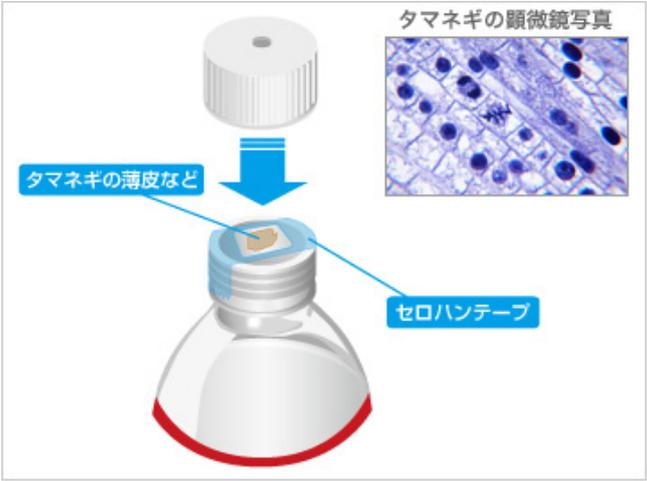


光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう
ペットボトル顕微鏡を作ってみよう (3/3)

おすすめ方(2) 観察してみよう!

セロハンテープにはったプレパラートを、ペットボトルの口につけます。
蛍光灯などあかり方向にペットボトル顕微鏡を向けて、キャップのネジを
ゆっくりしめていきます。ピントがあいはじめ、細胞や気孔(きこう)が見えて
きたら成功です。

※メガネをかけている人は、外した方がピントが合わせやすくなります。



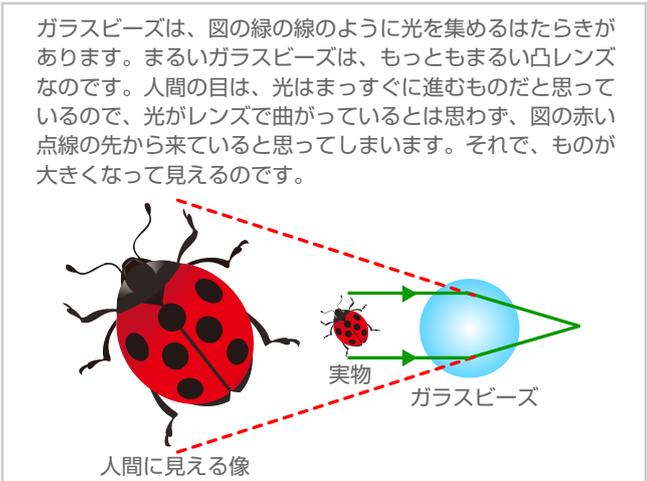
注意!!
ペットボトル顕微鏡で太陽を直接見ないでください。

なぜ、ガラスビーズがレンズになるの?

透明なビー玉を新聞紙などの上に置くと文字が大きく見えます。
これはビー玉が虫メガネと同じ凸レンズの役割をしているからです。

ガラスビーズはビー玉を小さくしたもので同じように凸レンズの役割をして
いるのです。では、なぜ直径2mmの小さなガラスビーズで、ものが100~
200倍に大きくなって見えるのでしょうか?その理由はレンズの形にあります。

レンズは厚いレンズの方がものが大きく見えます。ガラスビーズの形はほ
ぼ球です。これはとても厚みのあるレンズと同じなので、より大きく見える
のです。



もっとためしてみよう! もっと調べてみよう!

タマネギ以外にもムラサキツユクサやオオカナダモ、ちょっと難しいかもしれ
ませんが髪の毛や花粉などいろいろ試してみましょう。

ムラサキツユクサはタマネギと同じように表皮をむいてサンプルを作りま
すが、オオカナダモは先の方の若い葉をそのまま使います。

ムラサキツユクサは園芸店に、オオカナダモは魚のペットショップで購入で
きます。両方とも外来種ですので使い終わって処分する際には注意して
ゴミ箱にすてましょう。

そのほかにも、いろいろ見えるものがあります。見えそうなものを自分で探
してみるともっと楽しいかもしれませんね。



ムラサキツユクサ 画像提供: 玉川学園

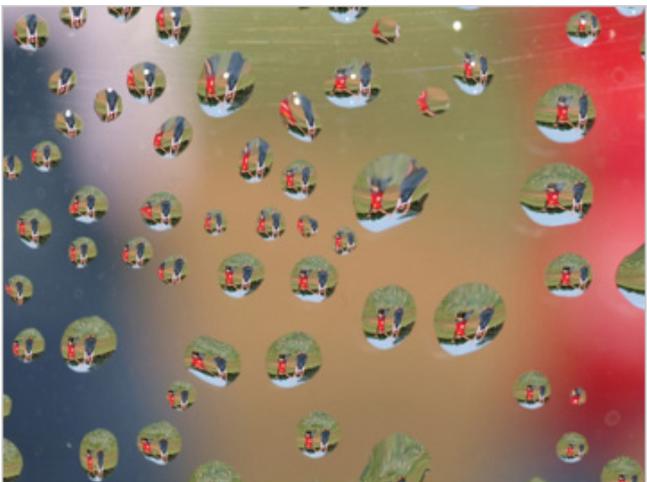


オオカナダモ 画像提供: 安高 光将



光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう
水でレンズを作ってみよう (1/3)

雨上がりに庭や公園の植物をよく見ると水滴が丸くなってついています。それをもっとよく見てみると遠くの家や木などが逆さまに見えたりします。これは水がレンズの役割をしているからです。この水レンズを作って、いろいろなものを見てみましょう。



実験の目的

水などの液体は、丸くなる性質があります。これは表面張力(ひょうめんちようりょく)といって表面をできるだけ小さくしようとする力がはたしているからです。スポットでアクリルの板に水滴をたらすと水は丸くなります。このアクリルの板を新聞紙の上に置くと字が大きくなります。また、遠くを見ると逆さまになって小さくなります。なぜでしょうか?実験してみましょう。

用意するもの

- 透明な板(アクリル板、ガラス板)※CDやDVDの空いたケースを利用すると便利です。
- きりふき
- 5円玉
- スポイト
- ティッシュペーパー



すすめ方(1) アクリル板の上の水滴レンズ

① アクリル板の上に水滴を作ろう!



透明なアクリル板の上にきりふきや、スポットで水滴の玉を作ります。

② 近くにあるものや、遠くにあるものを見てみよう!



水滴がのったアクリル板で、遠くにあるものを見てみましょう。次に、近くにあるものを見てみましょう。また、大きな水滴と小さな水滴では見え方に違いがあるかもためてみましょう。

光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう
水でレンズを作ってみよう (2/3)

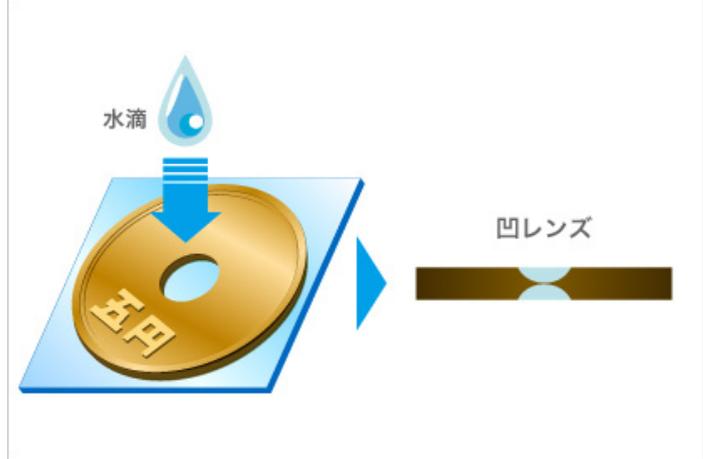
おすすめ方(2) 5円玉の水滴レンズ

① 5円玉で凸レンズを作ろう!



スポイトに水を入れ、アクリル板の上の5円玉のまん中の穴に水滴を一滴落とします。これで凸レンズができます。新聞や広告の小さな文字に近づけてみてみましょう。文字はどう見えるかな?

② 5円玉で凹レンズを作ろう!



穴の水を、ティッシュで少し吸いとると、今度は凹レンズができます。凹レンズだと、どう見えるかな?

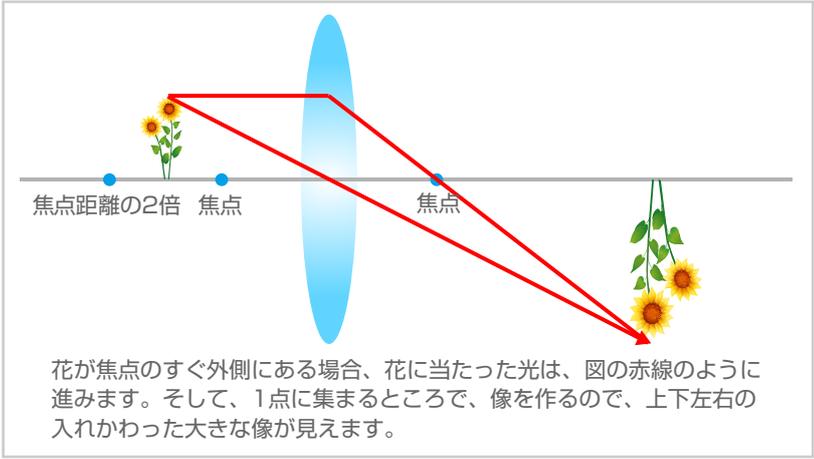
おすすめ方(2) なぜ、大きく見えたり、小さく見えたり、さかさまに見えたりするの?

ものはレンズを通してどのように見えるのでしょうか?

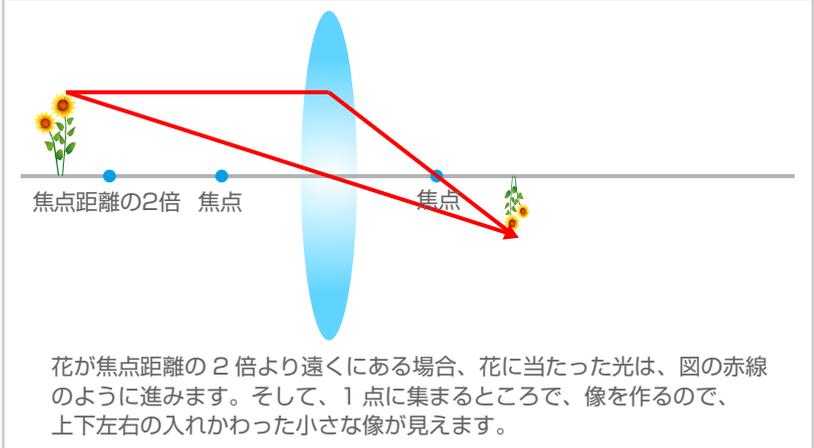
図のようにレンズには焦点があります。焦点とは、虫メガネで太陽の光を集めて黒い紙を燃やす時、太陽の光が集まる場所です。

図の花に当たった光は、赤線のようにレンズを通過していきます。

花が焦点より遠い所にあると、花の像は上下左右逆になり、さらに焦点距離の2倍より遠くなると、どんどん小さくなります。



花が焦点のすぐ外側にある場合、花に当たった光は、図の赤線のように進みます。そして、1点に集まる場所で、像を作るので、上下左右の入れかわった大きな像が見えます。

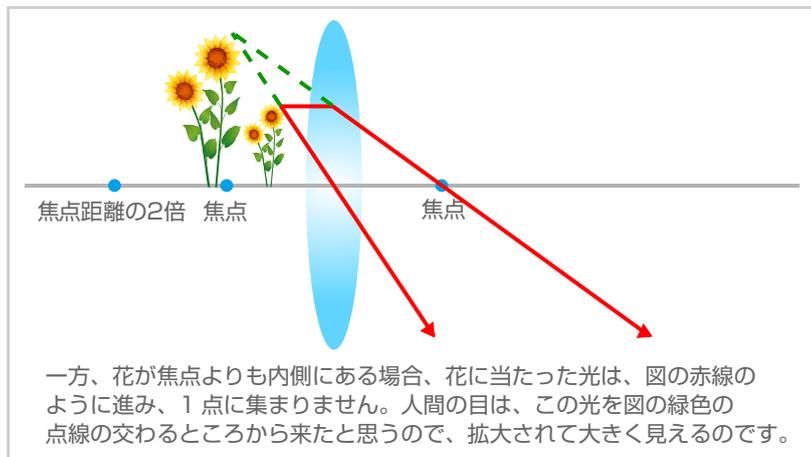


花が焦点距離の2倍より遠くにある場合、花に当たった光は、図の赤線のように進みます。そして、1点に集まる場所で、像を作るので、上下左右の入れかわった小さな像が見えます。

光のじっけん室 > レンズとミラーを作ってみよう

水でレンズを作ってみよう (3/3)

花が焦点より内側にあると、花が拡大されたように見えるように像ができます。



 もっとためしてみよう！ もっと調べてみよう！

葉っぱに水滴をつけて水レンズを作ってみましょう。
水レンズのできる葉っぱとできない葉っぱがあります。
どういった葉っぱだとよく見えますか？

50円玉と5円玉では穴の大きさが違います。見え方には違いがあるのでしょうか？
水に砂糖や塩を入れてレンズを作ったらまた違うのでしょうか？
いろいろとためして、違いを見てみよう！