

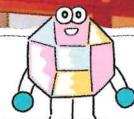
光の世界

第 1 章

1



スタート動画



Before & After
学習前に書こう

光とは何だろうか。



ワークシート



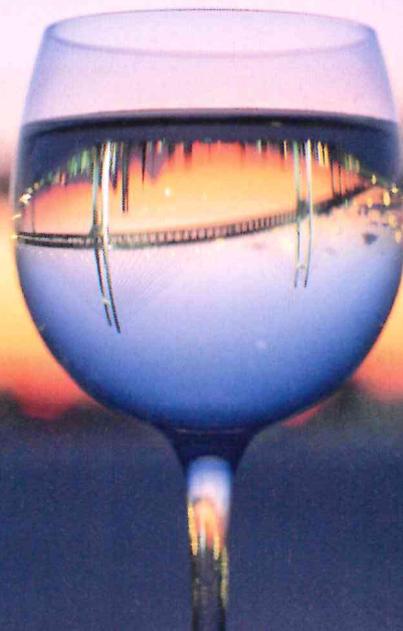
どうして、こう見えるのかな。

宝徳寺の「床もみじ」(群馬県桐生市)

水面にうつるクラゲ



グラスにうつる横浜ベイブリッジ
(神奈川県横浜市)



単元 3

1

物の見え方



まわりが明るい



まわりが暗い

図1

まわりの明るさによる懐中電灯の光の見え方のちがい

問題発見

レッツ スタート!

図1の2つの写真を比べて、同じように見えるところと、ちがって見えるところをあげてみよう。なぜこのように見えるか考えてみよう。

教室を見わたすと、机や黒板、^{けいこうとう}蛍光灯など、さまざまな物体が見える。また、晴れている日なら、太陽も見える★¹。蛍光灯や太陽のように、自ら光を出す物体を^{こうげん}光源という(図2)。光源から出る光がまわりを照らし、その光が目に入ってくることで、私たちはさまざまな物体を見ることができる。



物体を見ることができるとき、光はどのように目に届いているだろうか。

● 光の直進

けむりやほこりなどの小さな粒が^{つぶ}空気中にたくさんあると、光の道筋を観察することができる。図3から、光源から出た光は、まっすぐに進むことがわかる。光がまっすぐに進むことを^{ひかり ちよく}光の直進^{しん}という。

★1 これまでに学んだこと

太陽と月 → 小6

- 太陽は、自ら強い光をはなっている。月は、自ら光を出さないが、太陽の光が当たっているところで太陽の光を反射して明るく見える。

注意

- 太陽を直接見てはいけない。



図2

さまざまな光源



図3

光の道筋

● 光の反射

図4のように、光源から出た光は、まわりを照らしている。これは、光源から出た光が、四方八方に広がりながら直進するからである。光源から出た光の一部が直接目に届くことで、私

たちは光源の姿を見ることができる。では、光源でない物体が見えるのは、なぜだろうか。それは、光源から出た光の一部が、物体の表面ではね返り、目に届くからである。物体の表面で光がはね返ることを^{ひかり はんしゃ}光の反射という。

● 色のある世界

私たちの世界がさまざまな色にあふれているのは、光源の光が関係している。太陽の光は、いろいろな色の光が混ざり合っ

て、白く見える。図5のように、太陽の光をプリズムに通すと、光が分かれて色が現れる。雨上がりに見られる^{にじ}虹は、空気中の^{すいてき}水滴によって光が分かれて色が現れる自然現象である。

図6のように、りんごが赤く見えるのは、りんごに当たった光の中で、赤い色をした光が多く反射し、私たちの目に届くからである。このとき、赤以外の色の光の多くはりんごの表面で吸収される。



図4

ろうそくの光

矢印のように、ろうそくから出た光は広がっていく。



図5



プリズムとよばれる三角柱形のガラスによって光の色が分かれたようす(左)と虹(右)

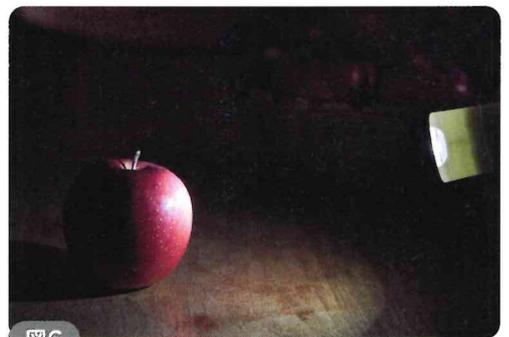


図6

赤く見えるりんご



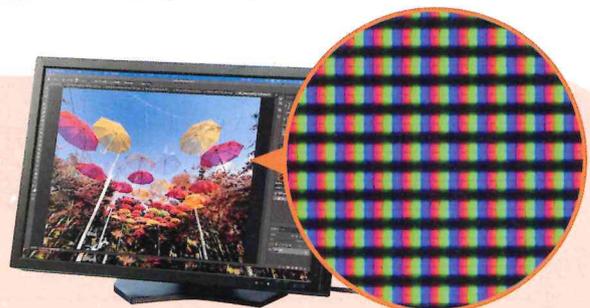
142ページの(?)に対する自分の考えをまとめよう。(使用するキーワード → 光源、反射)



【まちなか科学】

多様な色をうみ出す三色の光

テレビやコンピュータなどのディスプレイには、色鮮やかな画像や動画をうつし出すことができます。これらの機器では、赤・緑・青の三色の光の強さを調整することで多様な色を表現しています。赤・緑・青の全ての色と同じ



ディスプレイ

拡大したようす

強さで光らせれば白色になり、全ての色を光らせなければ黒色になります。「光の三原色」とよばれるこれらの色の光によって、私たちは美しい色の世界を表現することができるのです。 #光の三原色 #拡大すると #美術の時間

2 光の反射

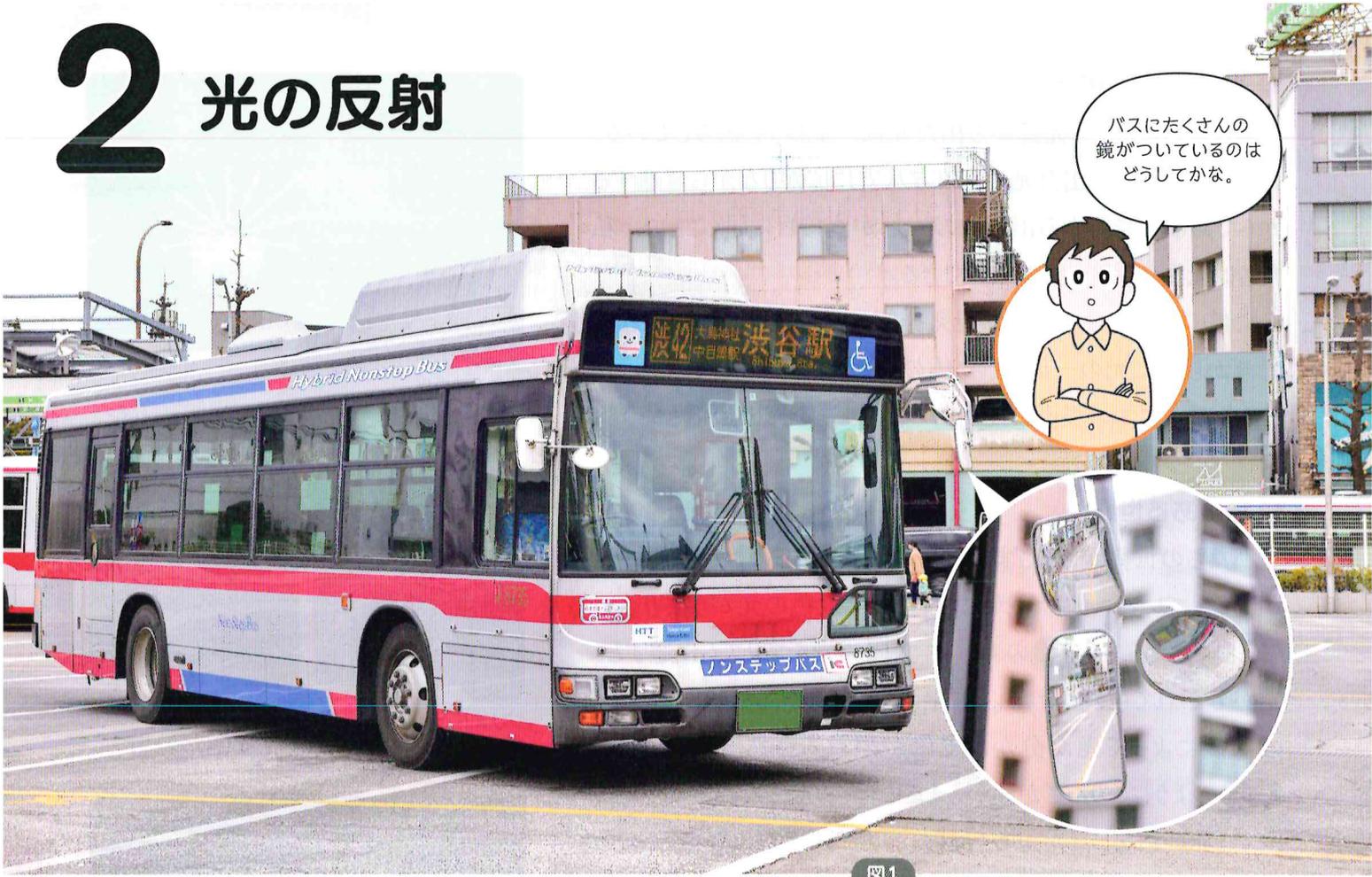


図1 バスでの鏡の利用

鏡は、光の反射を利用した道具である。鏡に物体がうつって見えるのは、物体から出た光が鏡に反射して目に届くからである★1。図1のように、バスの運転手が外のようすを直接見ることができない場合でも、鏡にうつせば見ることができるのは、そのためである。

★1 これまでに学んだこと

光的当て → 小3

- 鏡ではね返した日光は、まっすぐに進む。鏡の向きを変えると、はね返る光の向きも変わる。

5

? 光が鏡などの物体で反射するとき、光はどのように進むだろうか。

仮説 **?** に対する自分の考えは？
右の図のように鏡を置くと、どの鏡に物体がうつるかを、光の進み方から考えよう。

理科の見方・考え方

鏡を通して見た位置と、そのときの物体の位置に着目しよう。



10

反射する光の道筋



実験手順

実験の目的 鏡に当たる前後の光の道筋を記録し、鏡で反射する光の進み方や鏡にうつる物体の見かけの位置を調べる。

実験の方法

準備する物 □鏡 □光源装置 □的(マグネットピンなど)
□記録用紙 □フェルトペン □支え(厚紙など) □定規

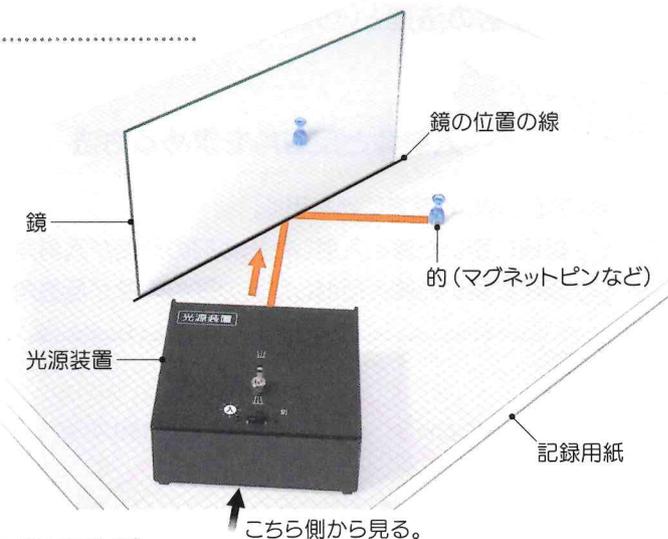
注意

●目をいためることがあるので、光源装置の光を直接見ないようにする。

ステップ 1

光を反射させて的に当てる

- 1 右図のように、記録用紙の上に鏡と的を置き、鏡の位置に沿って線を引く。
- 2 光源装置から出した光を鏡で反射させて、的に光を当てる。



ステップ 2

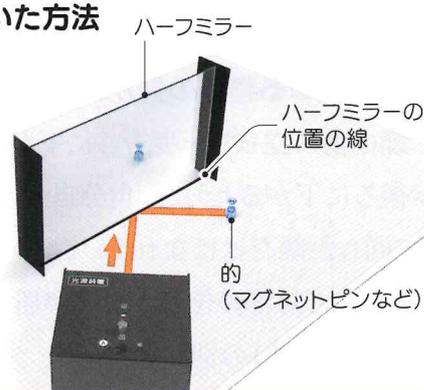
光の道筋を記録する

- 3 ②のときの、鏡で反射した光の道筋を、フェルトペンで記録する。
 - ① 光が反射した場所と的に当たった場所に印をつけて定規で線を引くようにする。
- 4 光源装置の位置から鏡にうつった的を見る。
 - ② 記録した道筋は、どのようにうつって見えるだろうか。
- 5 的の位置を変えて、②～④と同じ操作を行う。

別法

ハーフミラーを用いた方法

- ハーフミラーのように、光の一部が通りぬける鏡を使っても、光の道筋を調べることができる。



結果の見方

- 光が鏡に当たった点を中心にして、鏡の位置の線が重なるように、記録用紙を2つ折りにしてすかして見ると、光の道筋の記録はどのようなになったか。
- 的の位置を変えたときの見え方はどうだったか。

考察のポイント

- 鏡に当たる前と当たった後の光の道筋は、記録用紙の折り線とどのような関係にあるか。

実験から

実験1で記録用紙を鏡の位置の線が重なるように折ったとき、^ま的の位置によらず、鏡に入射した光と反射した光の道筋は重なった。

● 光の反射の法則

図1のように、光が鏡などの物体に当たるとき、鏡などの面に垂直な線^{にゅうしゃかく}*1と入射した光がつくる角を**入射角**、反射した光がつくる角を**反射角**という。実験1で入射した光と反射した光の道筋が重なるのは、入射角と反射角が等しいことを示している。これを^{ひかり はんしゃ ほうそく}**光の反射の法則**という。

ここがポイント

入射角と反射角を求める方法

鏡の面に対して垂直に線を引く。

- ① 垂直に引いた線と入射した光の間の角度が入射角。
- ② 垂直に引いた線と反射した光の間の角度が反射角。

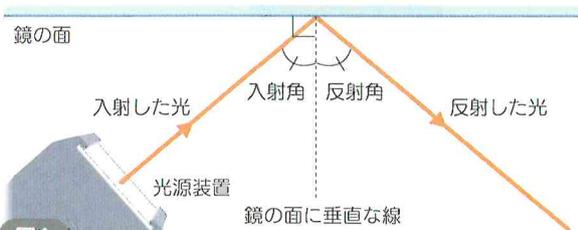


図1
入射角と反射角

● 鏡にうつる物体の見かけの位置

鏡の前に立って一歩後ろに下がると、鏡にうつった自分も一歩後ろに下がるように、自分自身と鏡にうつった自分が鏡に対して同じ距離^{きょり}だけはなれているように見える(図2)。これは、鏡に対して^{たいしやう}対称の位置から光が届くように見えるためである。

また、実験1の別法のように、光の一部が通りぬける性質をもつハーフミラーを用いると、ハーフミラーを通りぬけた光の道筋と、^的的の見かけの位置が重なって見える(図3)。このことから、^的的の見かけの位置は、光源装置から出た光が直進した位置にあることがわかる。私たちが鏡の中に物体があるように感じるのは、鏡にうつった物体の見かけの位置から光が直接目に届くように見えるためである(図4)。

★1 算数で学んだこと

垂直な直線 → 小4

- 2本の直線が交わってできる角が直角のとき、2本の直線は垂直であるという。

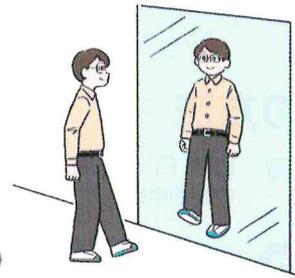
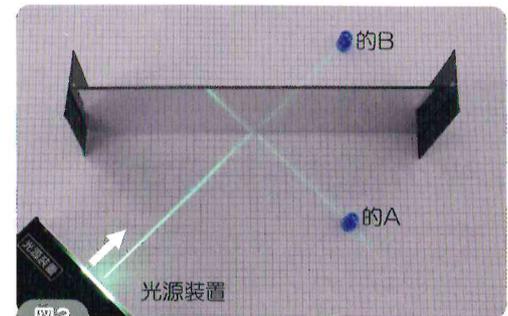
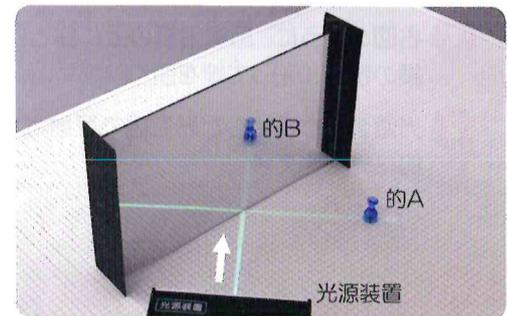


図2
鏡にうつった自分



実験1 別法の結果例

ハーフミラーを用いて的Aの見かけの位置と重なるように別の的Bを置くと、そこから光が届くように見えることがわかる。

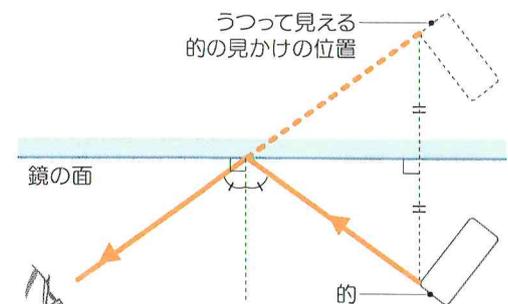


図4 鏡にうつって見える物体の見かけの位置

● 鏡のはたらきをするもの

光をよく反射する表面が平らでなめらかな物体は、鏡のように物体をうつすことができる（→P.141 上の写真）。また、水やガラスのように光を通す物体でも、当たった光の一部が反射するので、鏡のように物体がうつって見えることがある（図5）。

● 乱反射

りんごなどのように、表面に細かい凹凸がある物体に光が当たると、光はさまざまな方向に反射する。これを乱反射という。

図6のように、光源が1つでも、どの方向からも物体が見えるのは、物体の表面にある凹凸が、光源からの光を乱反射しているからである。



図5

窓ガラスでの反射（夜）

夜に、室内から窓ガラスを見ると反射が目立つ。昼間は、窓の外から入ってくる光が窓ガラスで反射された光よりずっと多いため、反射が目立たない。

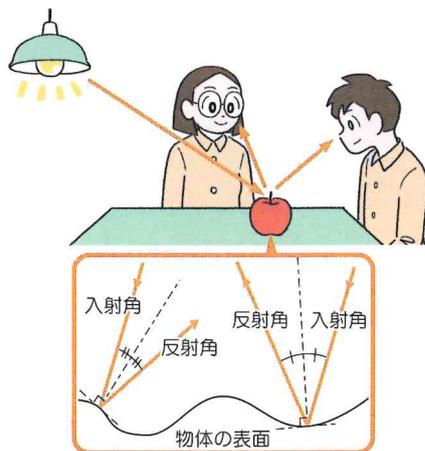


図6 乱反射

ひとつひとつの光は、全て光の反射の法則に従っていて、どの人からも物体を見ることができる。

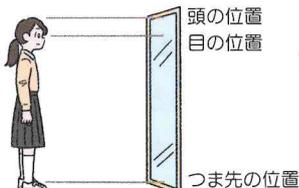


144ページの(?) に対する自分の考えをまとめよう。（使用するキーワード → 入射角、反射角）

活用

学びをいかして考えよう

鏡に全身をうつすには、鏡の上下の長さは少なくともどれだけ必要か。



【まちなか科学】

ハーフミラーの利用

ハーフミラーは見る側と見られる側の光の明るさの差によって、鏡のように反射して見えたり、ガラスのようにすけて見えたりします。多くのコンビニエンスストアでは、店員が使用するドアにハーフミラーが利用されており、店員用のスペースからは、より明るい店内のようすがよく見えますが、店内からは店員用のスペースが見えにくくなっています。また、壁面全体にハーフミラーが利用されてい

箱の中の方が暗い場合



箱の中の方が明るい場合



ハーフミラーをつけた箱の見え方

るビルなどでは、昼は外の景色が壁面にうつし出され、夜は館内のように透過して見えます。このように、ハーフミラーは仕事の安全性や機能性を高めたり、美しい景観をうみ出したりすることなどに役立てられています。

#ハーフミラー #昼と夜で2つの顔

3 光の屈折

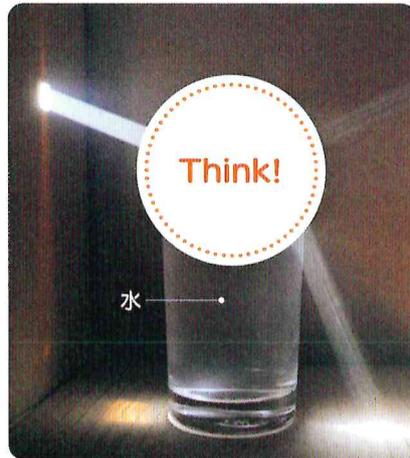
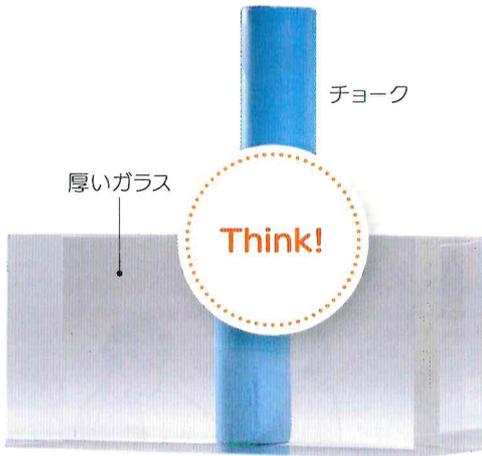


図1

ガラスや水を通して物を見る実験

身のまわりの現象として、厚いガラスごしにチョークを見ると、チョークがずれて見えたり(図1)、温度計を水に入れると温度計が短く見えたりすることがある(図2)。このような見え方は、ガラスなどの透明な物体や水を通して見たときに起こる。

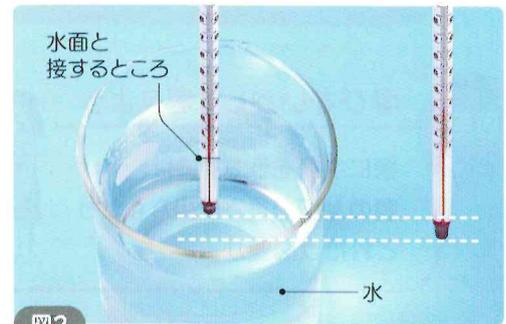


図2

短く見える温度計

水面から下にある部分が短く見えている。

? 光が透明な物体を通りぬけると、光はどのように進むだろうか。

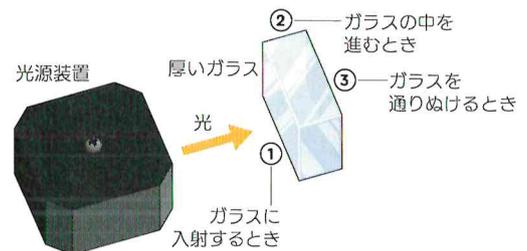
理科の見方・考え方

物体の見え方と光の進み方を関連づけて考えよう。

仮説 ①に対する自分の考えは?

図1の左の写真のようなガラスに向けて、光を入射させるとき、次の①~③の過程で、光はどのような進み方をするだろうか。

- ① ガラスに入射するとき
- ② ガラスの中を進むとき
- ③ ガラスを通りぬけるとき



実験 2



実験手順

直方体のガラスを通りぬける光の道筋

実験の目的 直方体のガラスに入る前後の光の進み方を記録し、直方体のガラスを通りぬけるときの光の道筋を調べる。

実験の方法

準備する物 □直方体のガラス □光源装置 □記録用紙 □定規 □鉛筆 □分度器

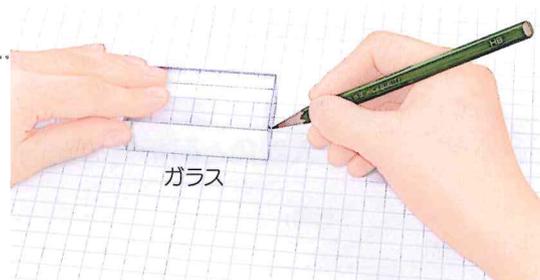
注意

- 目をいためることがあるので、光源装置の光が直接目に入らないようにする。

ステップ 1

空気側から入射させる

- 1 記録用紙の上にガラスを置き、形に沿って四角形をかく。
- 2 ガラスを通りぬけるように、光を入射させる。



ステップ 2

光の道筋を記録する

- 3 次の4か所に印をつける。



- ア 光源装置から出た光の位置
- イ 光がガラスに入る位置
- ウ 光がガラスから出る位置
- エ 光がガラスから出て進んだ位置

- 4 3の結果をもとに、光の道筋を線で結ぶ。

- ① まず、空気とガラスの境界面に対して、垂直に入射させる場合を調べてから、ほかの角度で調べる。
- ② 反対向きに光を入射させると、光の道筋はどうなるだろうか。

- 5 ガラスを動かさず、光を入射させる角度を変えて、3～4を調べる。

別法

半円形レンズを用いた方法

- 半円形レンズを使っても、光の道筋を調べることができる。



結果の見方

- 空気側から光を入射させると、ガラス側では光はどのように進んだか。
- ガラス側から空気側に向かって進む光の道筋は、どのようになったか。

考察のポイント ●ガラスに光が入るときと、ガラスから光が出るときの道筋には、どのような関係があるか。

実験から

境界面に垂直に入射した光は、そのまま直進した(図1 a)。境界面にななめに入射した光は、境界面で進む向きが変わった(図1 b)。このように、異なる物質に光が入り出すとき、その境界面で光の進む方向が変化する現象を光の屈折ひかり くっせつという。このとき、入射した点で境界面に垂直な線と屈折した光のつくる角を屈折角くっせつかくという。

光が空気側からガラスに入射したとき、屈折角は入射角より小さくなる。逆に、光がガラスから空気側に入射したとき、屈折角は入射角より大きくなる。

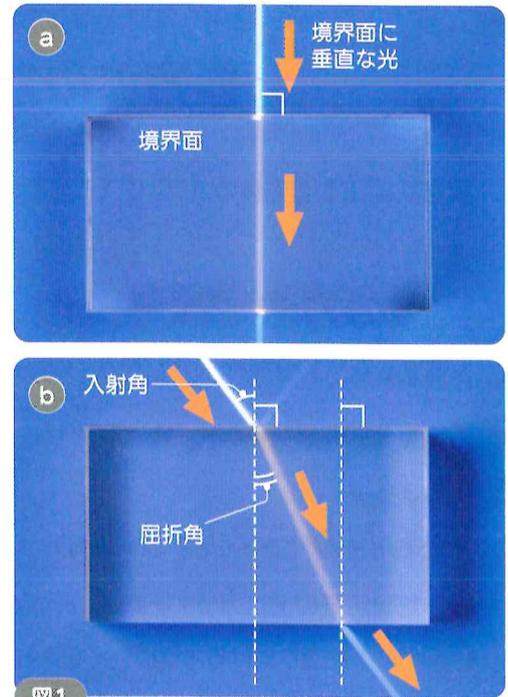
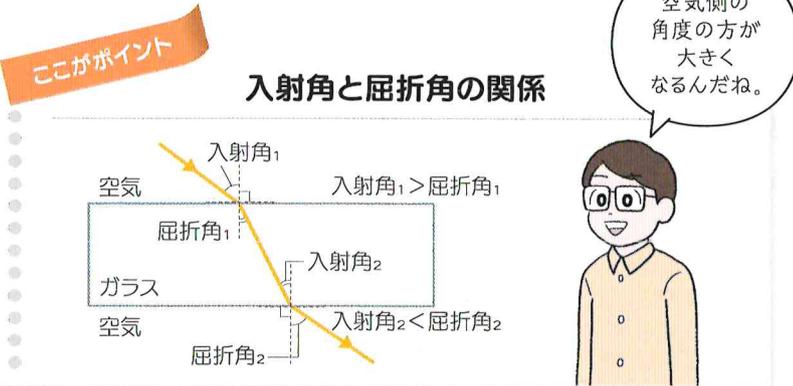


図1 実験2の結果例

境界面に入射した光の一部は反射している。



● 屈折による見え方

コインが入っているカップに水を入れると、カップの中の見えなかったコインが見えるようになる(図3 ア)。これは、コインで反射した光が水から空気側に入射するときに屈折するため起こる。コインは、目に入る光の道筋を逆にのぼした位置(図3 イの点線の位置)にあるように見える。

148ページ 図2 の温度計が短く見えるのも、光の屈折で説明できる。目には、屈折した光の道筋を逆にのぼした位置(図2 の点線の位置)から光が直進してくるように見える。

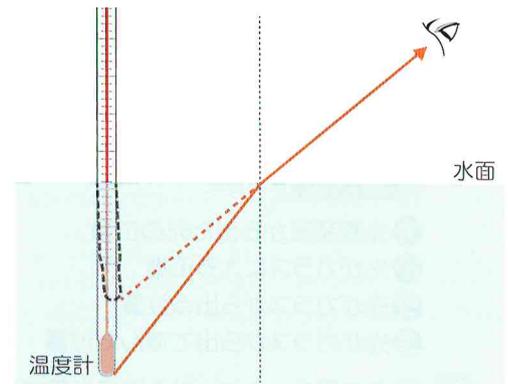


図2

温度計が短く見えるしくみ

水中にある温度計の先端で反射した光は、水から空気側に入射するときに屈折する。

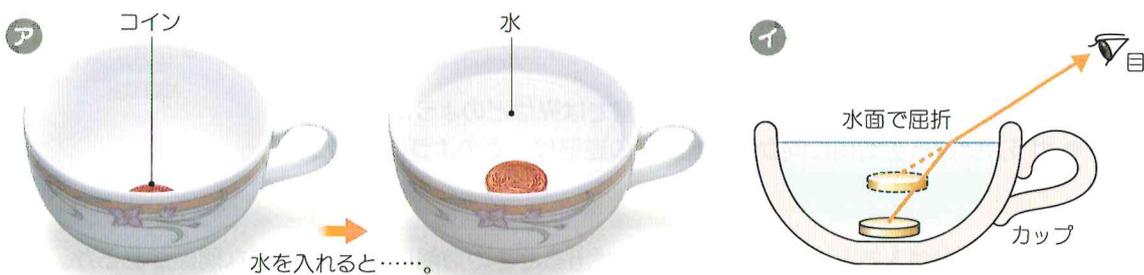


図3

コインが見えるしくみ

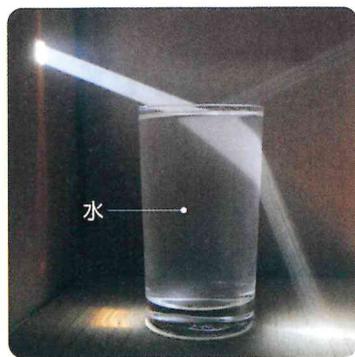
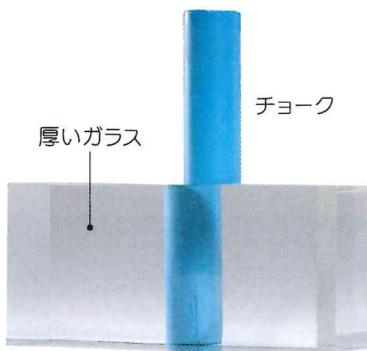


図4

148ページ 図1 の結果例

● 全反射

光が、ガラスなどでできた物体や水中から空気中へ進むとき、入射角を大きくしていくと屈折した光が境界面に近づいていく。入射角が一定以上大きくなると、境界面を通りぬける光はなくなり、全ての光が反射する(図5)。これを^{ぜんはんしや}全反射という。通信ケーブルなどで使われている光ファイバーは、全反射を利用している(図6)。また、図7で水面が鏡のように見えるのも、全反射のためである。



図5

全反射

白と橙と緑の光は入射角が小さいため通りぬけるが、赤と青の光は入射角が大きいため全て反射する。

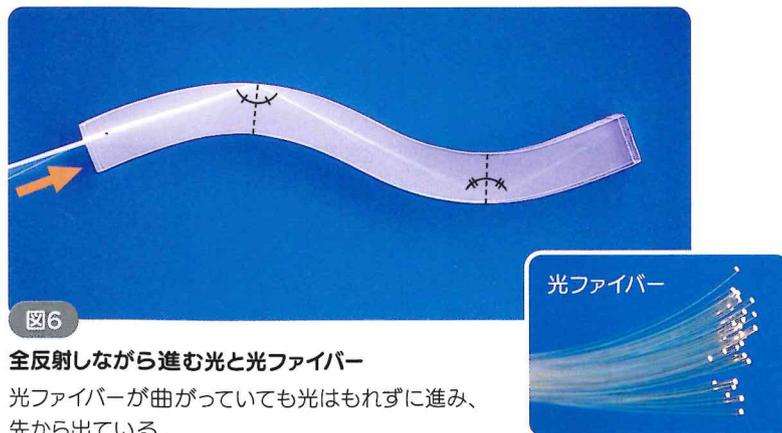


図6

全反射しながら進む光と光ファイバー

光ファイバーが曲がっていても光はもれずに進み、先から出ている。



全反射によって水面にうつるようす



148ページの(?) に対する自分の考えをまとめよう。(使用するキーワード → 入射角、屈折角)

活用

学びをいかして考えよう

湖にうつる富士山は、なぜ実際に見える富士山よりも暗く見えるのだろうか。



湖にうつる富士山 (山梨県山中湖村)

4 レンズのはたらき



図1
凸レンズを通して見える像

問題発見

レッツ スタート!

虫眼鏡には、中央がふくらみ、ふちにいくほど
うすい凸レンズが使われている。
凸レンズを通して見ると、なぜ 図1 のように
見えるのだろうか。

注意

●絶対に、凸レンズを通して太陽などの明るい光源を
見てはいけない。

★1 凸レンズの中心を通り、凸レンズの面に垂直な
直線を光軸という。

図1 のように、凸レンズを通して見えるものや、
かべやスクリーンなどにうつって見えるものを像と
いう。物の見え方は、光の進み方の影響を受け
るため、像のでき方には凸レンズを通る光の進
み方が関係しているといえる。

●凸レンズを通る光の進み方

図2 アは、光軸^{★1}に平行に進む光が凸レン
ズの左側から入射し、イは右側から入射してい
る。光軸に平行に進む光は、凸レンズに入ると
きと出るときの2回屈折して1点に集まる。この点
を焦点^{しょうてん}といい、凸レンズの両側にある。凸レン
ズの中心から焦点までの距離を焦点距離^{しょうてんきょり}という。
逆に、焦点の位置に光源があると、凸レンズを
通った光は光軸に平行になる。

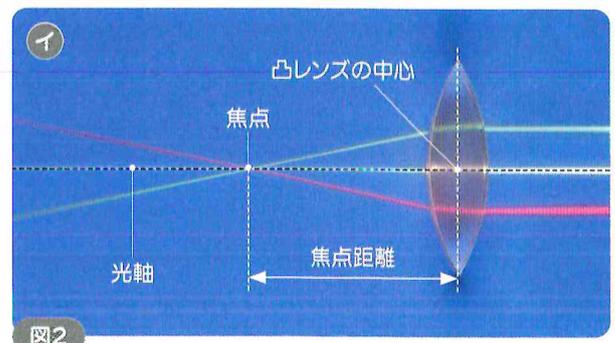
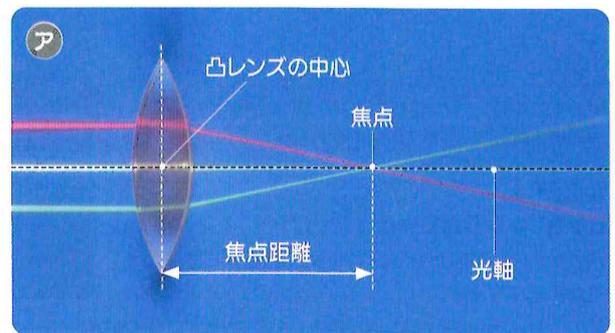
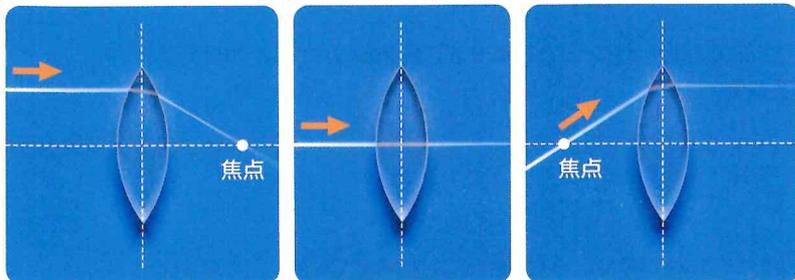


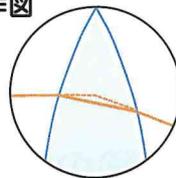
図2
凸レンズの焦点と焦点距離

凸レンズを通る光の進み方



- ① 光軸に平行に入射する光は、焦点を通る。
- ② 凸レンズの中心を通る光は、そのまま直進する。
- ③ 焦点を通る光は、凸レンズを通ると光軸に平行に進む。

凸レンズを通る光の作図



凸レンズを通る光は、凸レンズに入るときと出るときに2か所で屈折するが、本書では上図の破線のように、凸レンズの中で1回だけ屈折するように作図している。

● 凸レンズによる像

凸レンズに太陽の光を通すと、焦点の位置に太陽の像をうつすことができる*2 (図3)。このときの凸レンズと太陽の像の間の距離をはかることで、凸レンズの焦点距離がわかる。

身のまわりでは、プロジェクターやカメラなどの機器に凸レンズが使われている。プロジェクターでは、かべやスクリーンに光源より大きな像をうつすことができ、カメラでは、その内部に光源や物体より小さな像をうつすことができる(図4)。このように、かべやスクリーンなどにうつる像を**実像**という。これらの機器では、はっきりとした実像をうつすために、凸レンズを前後に動かしてピントを合わせている。また、凸レンズを通して物体を見ると、物体と上下左右が同じ向きで、物体より大きな像を見ることができる(図1 左)。このようにして見える像を**虚像**という。

★2 これまでに学んだこと

虫眼鏡を使った集光 → 小3

- 虫眼鏡を使うと、日光を集めることができる。
- 日光を重ねたり集めたりすると、より明るく、あたたかくなる。



図3 凸レンズで太陽の像をうつすようす

凸レンズによる像のでき方には、どのような決まりがあるだろうか。

？ に対する自分の考えは？

- ① スクリーンに実像をうつすためには、光源や凸レンズ、スクリーンの位置をどのように調整すればよいだろうか。
- ② 凸レンズをのぞきこんだときに虚像を見ることができるのは、光源と凸レンズがどのような位置にあるときだろうか。

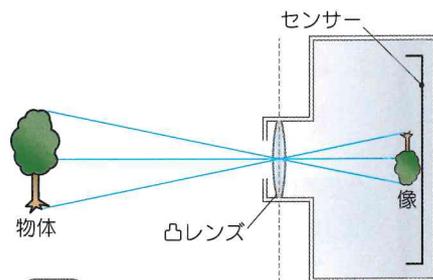


図4 カメラのしくみ
センサーに像をうつすために、凸レンズを前後に動かしてピントを合わせる。

凸レンズによる像のでき方



実験手順

実験の目的 光源やスクリーンを動かし、凸レンズによってできる像の大きさや向き、像の位置の関係を調べる。

実験の方法

準備する物 □凸レンズ（焦点距離がわかっている物） □光学台 □スクリーン □光源 □ものさし

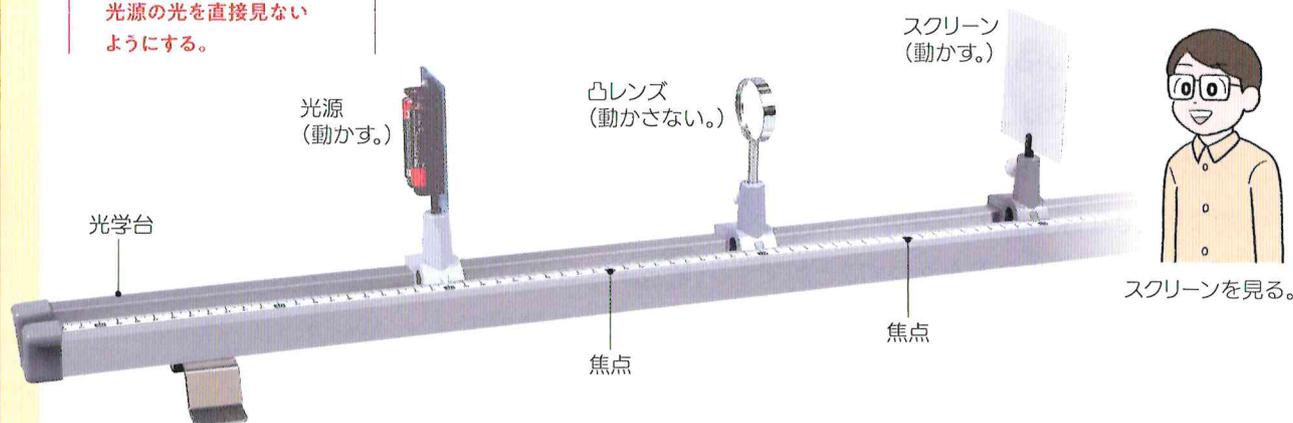
ステップ 1

実験装置を組み立てる

1 図のように、光源、凸レンズ、スクリーン、光学台を使って装置を組み立てる。

注意

- 目をいためることがあるので、光源の光を直接見ないようにする。



ステップ 2

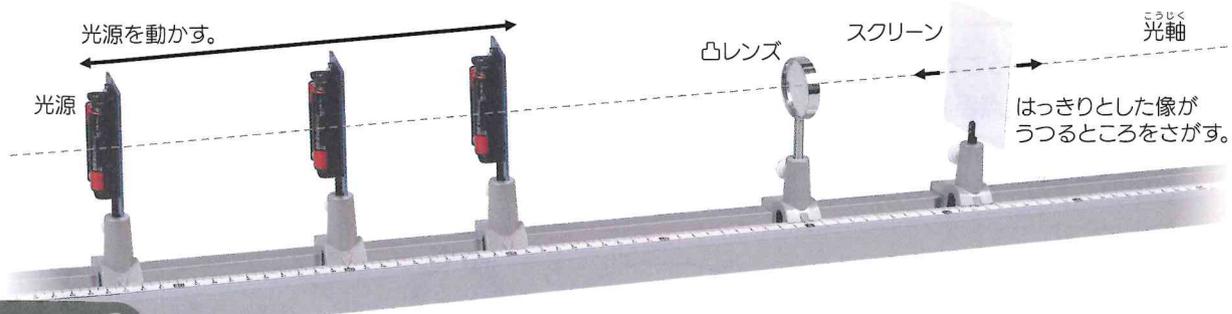
スクリーンに光源と同じ大きさの実像がうつる位置をさがす

- 2 光源やスクリーンを動かし、光源と同じ大きさの実像をスクリーンにうつす。
- 3 2のときの凸レンズと光源との間の距離、凸レンズと実像との間の距離、実像の向きを、表1に記録する。

ステップ 3

スクリーンに光源と異なる大きさの実像がうつるときを調べる

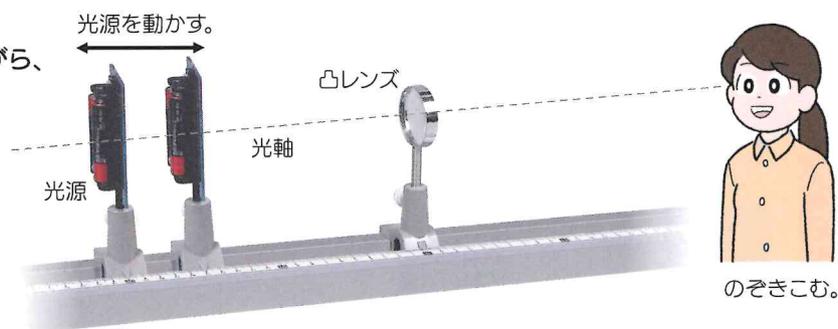
- 4 ステップ2でさがした位置から、光源を凸レンズに近づけたり遠ざけたりしながら、光源より小さい実像、大きい実像をスクリーンにうつす。
- 5 このときの凸レンズと光源との間の距離、凸レンズと実像との間の距離、実像の向きを、表1に記録する。



ステップ 4

凸レンズを通して虚像が見えるときを調べる

- 6 スクリーンの位置から凸レンズをのぞきこみながら、光源や凸レンズを動かす。



- 7 凸レンズを通して虚像が見えたときの、凸レンズと光源との間の距離を、表2 に記録する。

表1 スクリーンにうつる実像 凸レンズの焦点距離 cm

実像の大きさ	凸レンズと光源との間の距離 [cm]	凸レンズと実像との間の距離 [cm]	実像の向き
光源と同じ			
光源より小さい			
光源より大きい			

表2 凸レンズを通して見える虚像

虚像の大きさ	凸レンズと光源との間の距離 [cm]	虚像の向き
(光源より大きい)		(光源と上下左右が同じ)

結果の見方

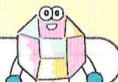
- 自分の班の結果とほかの班の結果を比較すると、どのような共通点が見られたか。
- スクリーンにうつる像と、凸レンズを通して見える像にはどのようなちがいがあったか。

まずは自分で考察しよう。わからなければ、次ページ「考察しよう」を見よう。

考察しよう

凸レンズによってできる像の位置と像の大きさ、像の向きは、凸レンズの焦点距離や光源の位置とどのような関係にあるか。自分の班の結果とほかの班の結果とを比べて、凸レンズによる像のでき方の決まりを考えよう。

理科の見方・考え方



光源、凸レンズ、スクリーンの位置と焦点距離を関連づけて考えよう。



光源の位置を変えると、像のうつる位置は変わったね。



スクリーンにうつる像はいつも同じ向きだったよ。



光源の位置が焦点より凸レンズに近いとき、像の向きは……。

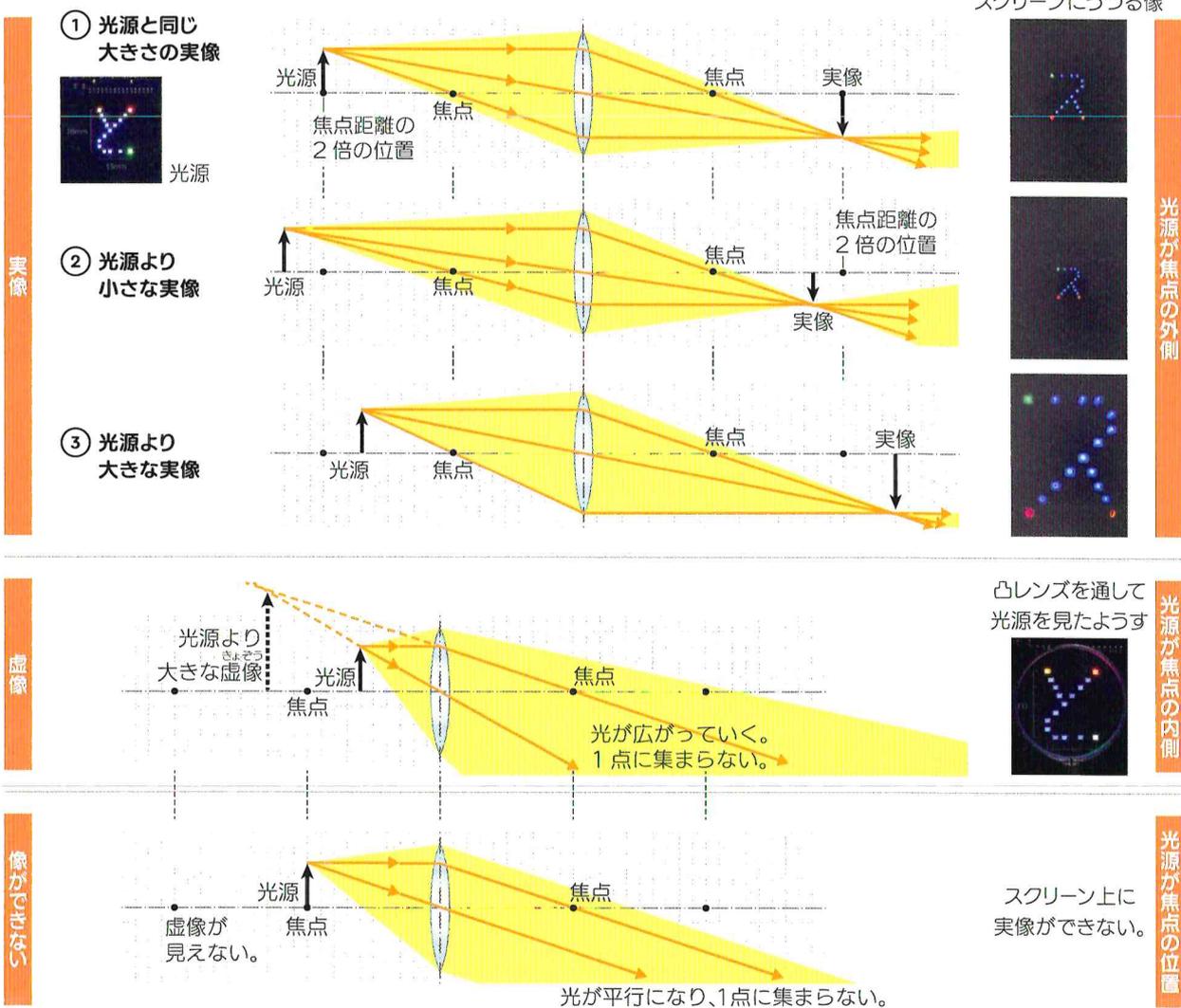


図1

実験3の結果例

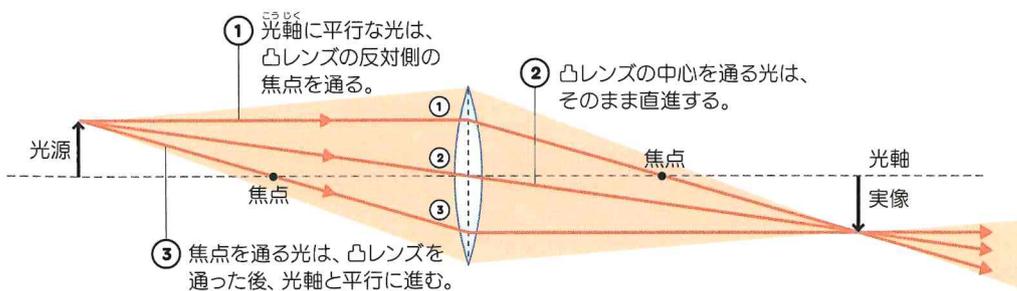
実験から

図1の①～③のように光源が焦点よりも外側にあるとき、光源の1点から出た光は凸レンズを通して1点に集まり、**実像**ができる。光が集まる位置にスクリーンを置くと、上下左右が逆向きの像ができる。

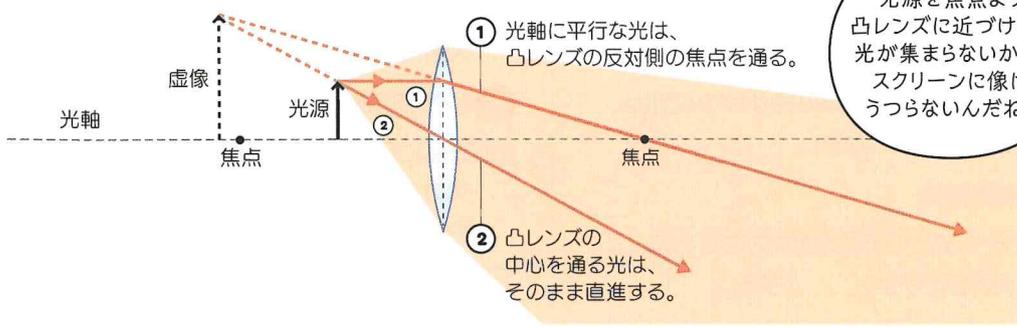
また、光源が焦点よりも凸レンズに近い位置にあるとき、スクリーンを動かしても、スクリーン上に像はできない。しかし、凸レンズをのぞきこむと、光源と上下左右が同じ向きで、光源より大きい**虚像**が見える。

ここがポイント

凸レンズによる実像のでき方



凸レンズによる虚像の見え方



光源を焦点より凸レンズに近づけると、光が集まらないから、スクリーンに像はうつらないだね。



153ページの(?)に対する自分の考えをまとめよう。(使用するキーワード→凸レンズ、焦点、像、上下左右)

活用

学びをいかして考えよう

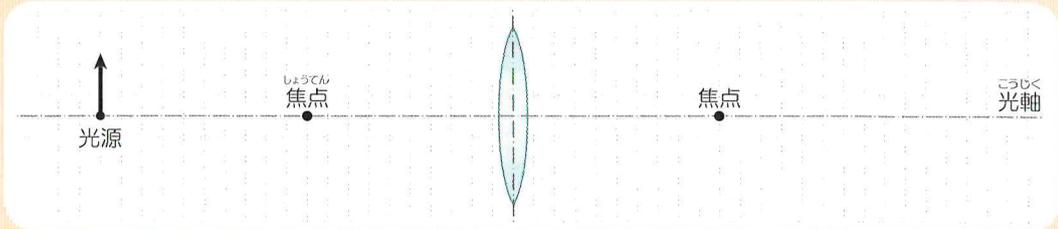
多くの映画館では、映画をうつすためのプロジェクターが客席の後ろに設置されている。なぜスクリーンからはなれた位置にプロジェクターを設置するのだろうか。



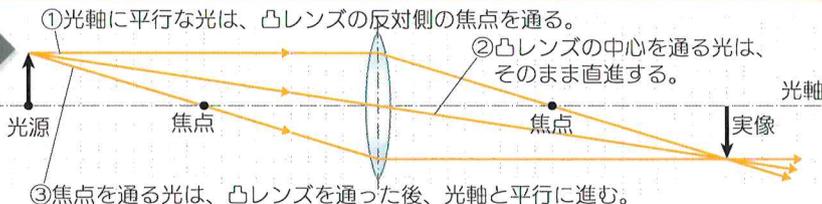
映画館のプロジェクター
凸レンズが使われている。

例題

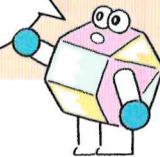
光源の先端から出て凸レンズを通る光は、どのように進むか、作図しなさい。



考え方



- ① 光軸に平行な光
- ② 凸レンズの中心を通る光
- ③ 焦点を通る光の進み方を思い出そう。



章末

学んだことをチェックしよう



1 光の反射 → P.146

- 鏡で光が反射する場合、()角と()角の大きさが等しくなる。
- 上記のことから、鏡にうつる物体の見かけの位置は、どのような位置と考えられるか。

2 光の屈折 → P.150、151

- 空気中を進んできた光が透明な物体にななめに入るとき、その境界面で光は()する。

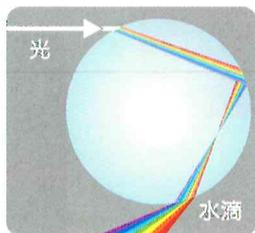
- 水中から空気中にななめに進む光は、境界面に対してどのように曲がるか。さらに、入射角が大きくなると何が起るか。

3 レンズのはたらき → P.153、156、157

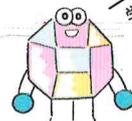
- 光軸に平行な光、凸レンズの中心を通る光、凸レンズの焦点を通る光は、凸レンズに入射した後、それぞれどのように進むか。
- スクリーンにうつる像を光源と同じ大きさにするには、光源をどこに置けばよいか。

学びを生活や社会に広げよう

虹は、空気中の水滴で太陽の光が反射や屈折をして現れる現象である。雨上がりに虹をさがすとしたら、空のどのあたりをさがしたらよいか。



自分の考えをノートに書こう



学習前と比べて自分の考えがどう変わったかな。

Before & After
学習後も書こう

光とは何だろうか。