NPO ふくい科学学園

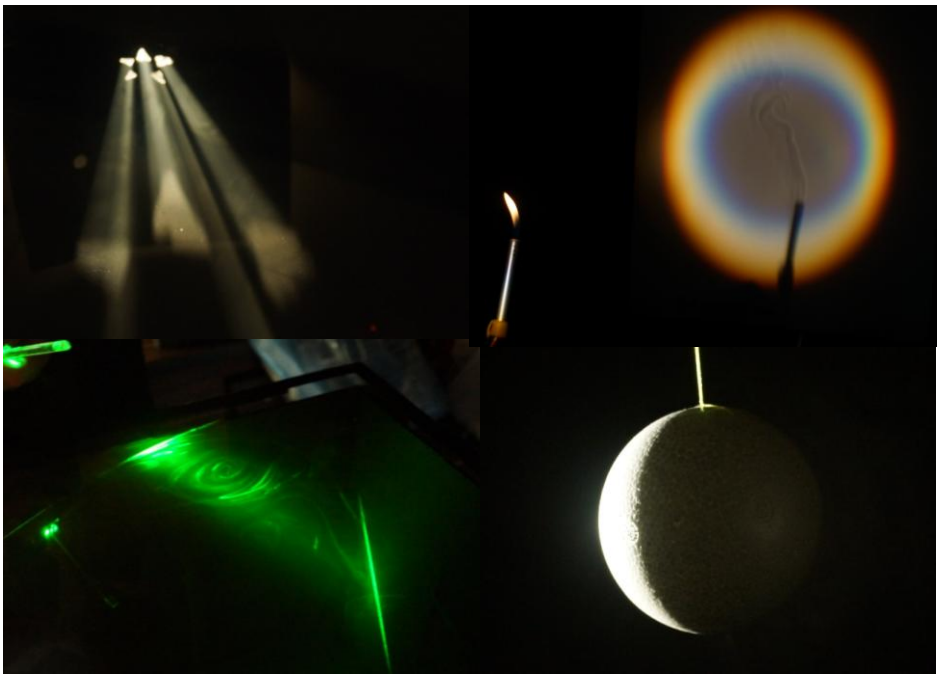
平成27年度第1回科学実験教室

平成２７年　７月　２５日（土）　１０：００～１５：００

場所：おさごえ民家園（福井市）

古民家で「光の大実験」

福井県社会福祉協議会福井県まごころ基金助成事業



＜左上＞：煙箱の中で穴から広がる光のすじ＜右上＞：陽炎（かげろう）の仕組みの実験
＜左下＞：シートビームで煙のうず観察＜右下＞：月の満ち欠けを理解する実験

＜協力＞：科学映像館を支える会

後援：福井新聞社、NHK 福井放送局

講師：香川喜一郎（ふくい科学学園理事長）、横井貞弘（ふくい科学学園副理事長）
実験補助：伊藤文雄、山田博英、森川昭男、村田武夫、仲野利昭、中村英一、
田仲志保、松村淳子、香川弘子

名前（なまえ）

＜科学映像館提供＞

＜映画：「あかり」＞

製作：ヨネ・プロダクション
（１９７６年、カラー３０分(内２０分)
企画：科学技術庁
弥生時代のキリモミ式発火法による火起こしから始まり、油・たいまつを使った照明の歴史、そしてエジソンの電球の発明、さらに現代の蛍光灯照明までを詳しく解説する作品。

ひの木とひの木をこすりあわせまさつ熱で火をおこす

能を舞い、“火”を与えてくれた神に感謝する儀式

宮中の行事にたいまつをあかりに使っている（平安末期の絵）

火うち石と鉄をたたき合わせ火花から火だねを作った

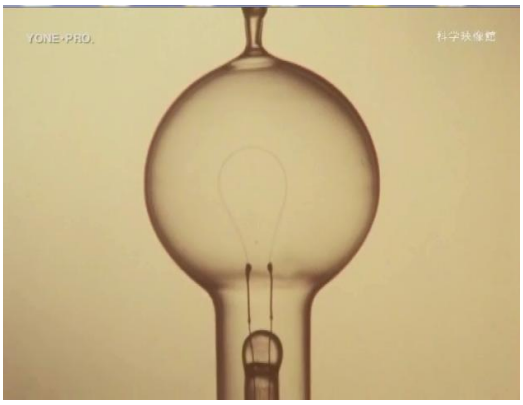
仏教の伝来といっしょに油（菜種油など）を使う照明法が伝わってきた。灯芯（とうしん）にはイグサが使われた

燈台（とうだい）、上側のねずみの口から、燃えて減る分だけ少しずつ油が補給される

江戸時代に使われた照明家具の“あんどん”風よけの紙であかりをおおっている

江戸時代ローソクは高価でお金持ちや宴会（えんかい）などでのみ使われた

明治のはじめごろ、西洋から入った石油ランプが照明に使われた



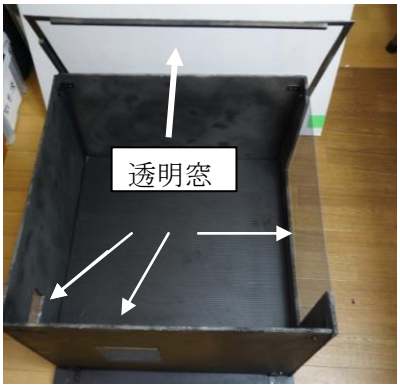
１８７９年、エジソンが発明したカーボンフィラメントの電球（日本の竹が使われた）

１９３８年、電球とことなり、熱をあまり出さない蛍光灯が発明された

＜午前の部＞

１：大型煙箱を使う実験

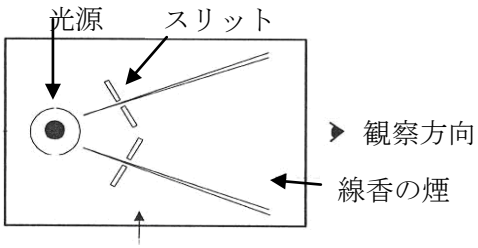
・光に関する現象は、実際に光線の進む様子を観察することで理解がすすみます。実際には、光線そのものを見ることはできませんが、煙箱を使えば煙の微粒子が光を散らすので間接的に光の筋としてみることができます。今回の“大実験”のために、一般に理科教材会社から販売されているよりも大きな煙箱を製作しました。



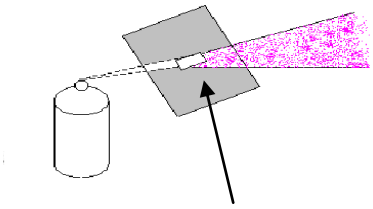
大きさ：５７ｘ５７ｘ４５cm（通常は底板を入れて高さ３３ｃｍで使用）、前面と上部が観察用透明アクリル板、この他側面に光線を導入する小さな透明窓がある。内部に線香を入れて煙を充満させる。

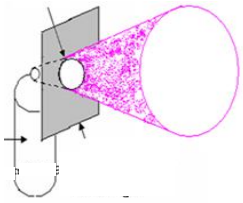
光の直進

・点光源のまわりにスリットをいろいろの場所においてみます。どこにスリットをおいても、光のすじの方向は、点光源**とスリットを結ぶ線の方向です**。この実験より、電球のフィラメントから光線が四方に（放射状に）まっすぐに広がっていることが理解できます。



煙箱を上から見た





懐中電灯

参考：懐中電灯は大変優れた点光源ですので、懐中電灯と段ボールで作った煙箱を使って実験が出来ます。

・懐中電灯の豆電球はかなり優れた点光源（フィラメントが小さい）ですが、大人数を相手とする演示実験には迫力不足です。今回は自動車部品の店で販売しているヘッドライト用の明るいハロゲンランプを使用しました（KOITO, 0-11, 12V, 55W）。スライダックトランスで１００ボルトを１２ボルトに下げて使用します。

点光源から光線が四方にまっすぐ出ている

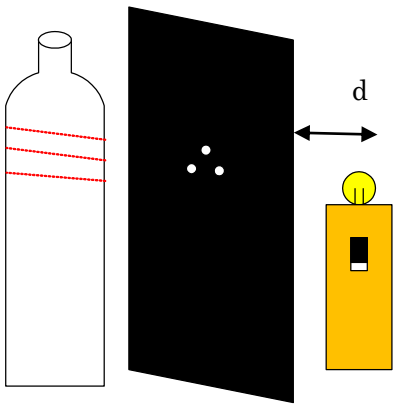
光が進む方向から光の筋を観察すると、星形の穴から広がる光線が、剣が突き出ているように見えます

＊＜グループ実験１＞ペットボトルに煙を入れ光のすじを見る実験

・図のように、豆電球を後ろに置いて黒い紙でさえぎります。黒い紙には小さい穴をあけて置きます。黒い紙の前に線香の煙を入れた大きな円柱型のペットボトルを置きます。

豆電球から出て、黒い紙を通過した光線のすじがペットボトルの中にはっきり浮き上がって見えます。豆電球から出て穴を通過する光は、広がっていく事が良く分かります。

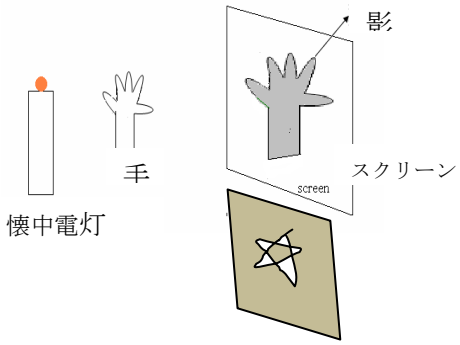
線香１本に火をつけ、約２分間程度煙をペットボトルの中に満たして、ペットボトルの口を閉じます。



ペットボトルの中に線香の煙を入れて、煙箱とし、光のすじを見ます。**光が進む方向に目を置きます。**

＊<グループ実験２>影（かげ）の実験

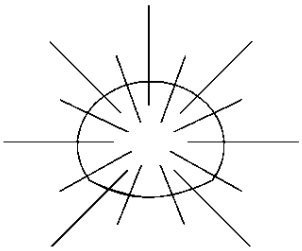
影も光の直進性を理解するのにたいせつな現象です。影は日常どこでも体験できる現象なので、これから、いつも注意して観察するようにしましょう。**影をみたら、それに関係している光源（こうげん）、物体、またその間の距離などを確かめてください。**



Q: 豆電球の数を増やすとかげはどうなりますか？

また、広がりのある光源で照らすとかげはどうなりますか？

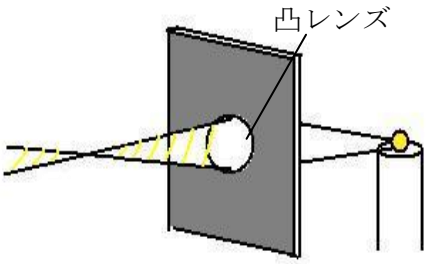
このような実験で、小さな光源から四方にまっすぐに光線がでているイメージしてください。



＊たけひご（細い竹の棒）を発泡（はっぽう）スチロールにさして、光線をイメージした模型（もけい）

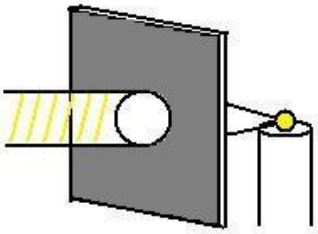
レンズのはたらきを見る

・レンズと豆電球の距離によって、レンズを出た光線の進み方は大きく変わります。下の三つの場合について大型煙箱を使って観察しましょう。



１．レンズから出た光が集まる場合：

（レンズと豆電球の間の長さがレンズ　の焦点距離より長い場合）

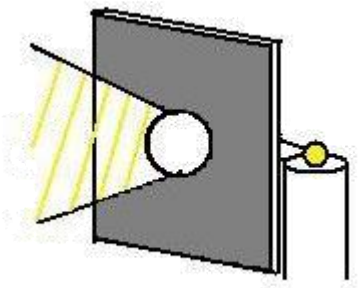


２．レンズから出た光が平行になる場合：

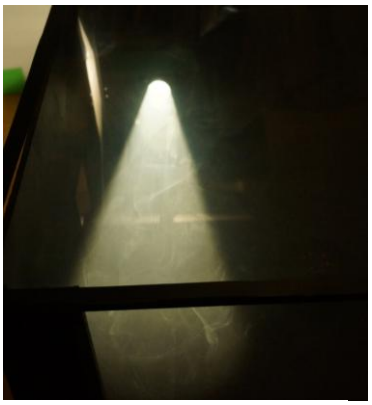
（レンズと豆電球の間の長さがレンズの焦点距離と同じ場合）

３．レンズから出た光が広がる場合：

（レンズと豆電球の間の長さがレンズの焦点距離より短い場合）

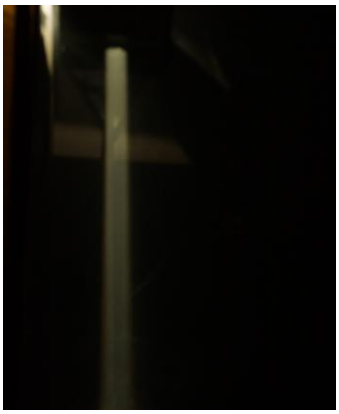


・煙箱の中で上の３種類の場合を観察するためには、レンズの焦点距離はあまり大きくなく、５ｃｍから１０ｃｍ程度が適当です。



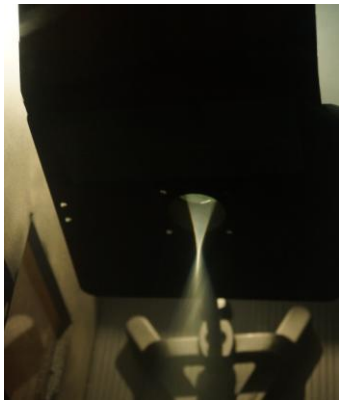
レンズと点光源の距離がレンズの焦点距離より小さい

光線が広がる



レンズと点光源の距離がレンズの焦点距離とほぼ同じ

平行光線ができる



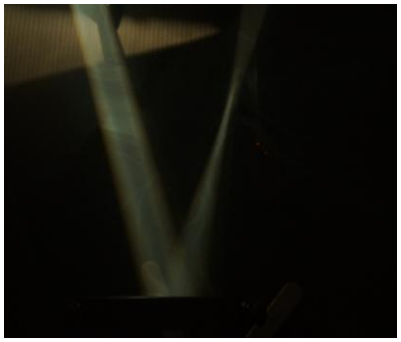
レンズと点光源の距離がレンズの焦点距離より大きい

光線が集まる
(集光)

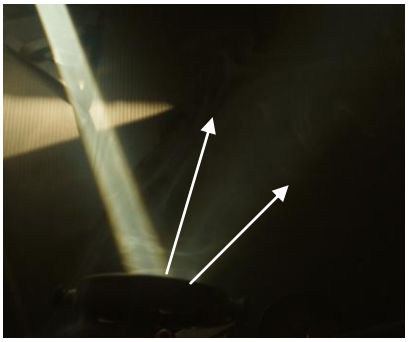
Q: 平行光線を作ってその平行光線に焦点距離の異なる２種類の凸（とつ）レンズをあて、光線が集まる様子を比較してみましょう（１つは焦点距離が１０ｃｍ、もう１つは焦点距離が１５ｃｍのレンズです)。**また凹レンズ（近視のめがねレンズ）を置いてみましょう。**

<u>凹面鏡、凸面鏡</u>

・平行光線に凹面鏡（おうめんきょう）や凸面鏡（とつめんきょう）をあてて光線の様子を観察します。



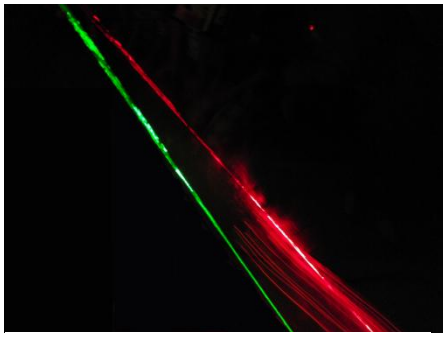
凹面鏡の場合、光線は集まる



凸面鏡の場合、光線は広がる

２．直進するレーザー光線、

・レーザー光線は本来直進性を持った光です。レーザー装置から出た光はレンズがなくても広がりが小さくまっすぐ進みます。古民家の土間を使って赤と緑のレーザー光線を飛ばして見ます。光線の進む様子が良く見えるように線香の煙をまいてみましょう。

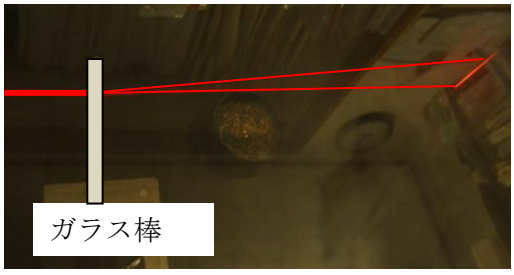


赤と緑のレーザー光線のすじを煙・ドライアイスを使って見る

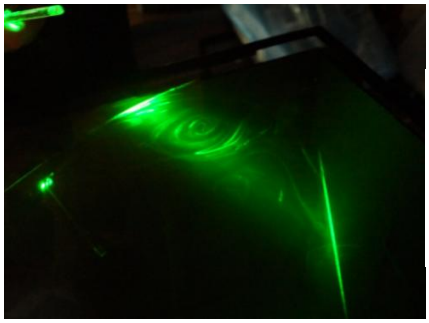
シートビーム

・レーザー光線を細いガラス棒にあてると、そのガラス棒のレンズ作用（円柱レンズ）により、１方向にのみ広がります。その結果薄いシート状のレーザー光となります。

・煙箱にガラス棒を入れて光線がどのように変化しているか良く観察しましょう。



煙箱の中で１方向に広がった光線



シートビームで煙のうずの観察

・シート状のレーザー光線を照射すると、がたがたと表面が変化している物体の上でも、まっすぐ直線を引く事が出来ます。たとえば木材を切断するとき、ノコの刃が進む場所をシートビームで照らすことに利用されています。昔、大工さんは墨（すみ）のついた黒

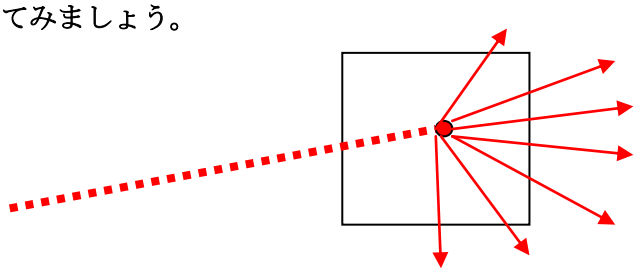
い糸をピンとはり、それを放して木にまっすぐな線を引いていました。

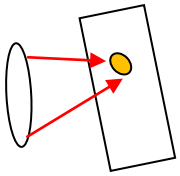
[参考：実際に“すみつぼ”を使って線を引いてみましょう！

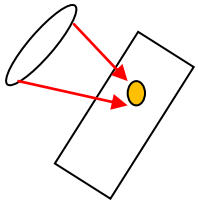
<u>レーザー光線が白い紙にあたると</u>

・まっすぐ進むレーザー光線が白い紙に当たると点状に光ります。その点から光は四方に散りますが、散らされた光はそれぞれまっすぐに進みます。したがって、フィラメントから出る点光源と同じような広がる光に変わっています。

Q：レーザー光線を白い紙にあて、その点光源から出る光を虫眼鏡（むしめがね）のレンズで集めてみましょう。



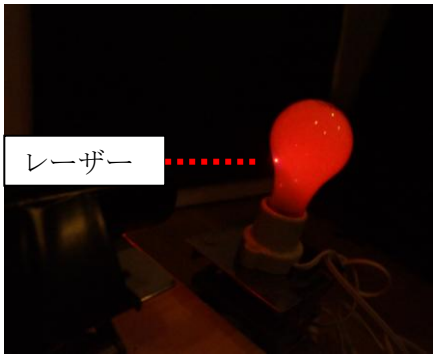


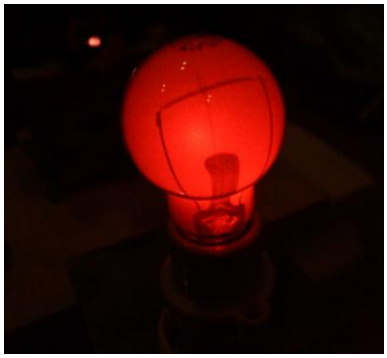


レーザー光線が散らされ豆電球からでる光と同じようになったことが理解できましたか？

<u>見えない電球の中が見える</u>

・白熱電球は通常はスリガラスが使われています。そうでないとフィラメントがぎらぎらと光かり眩（まぶ）しいからです。その電球にレーザー光線をあて、暗い所で観察します。あら不思議！中のフィラメントが見えます。

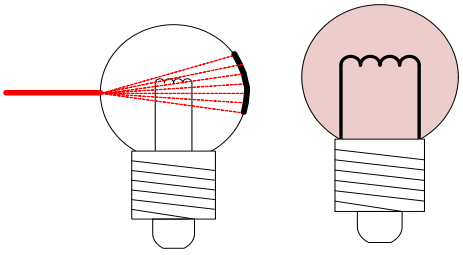




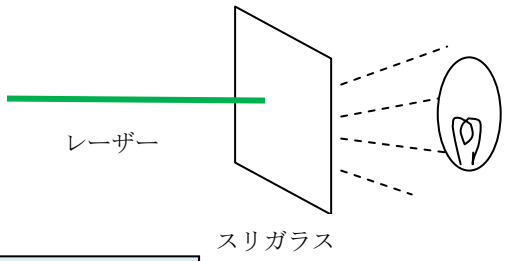
パナソニックの電球

日立の電球

Q: この現象を説明してみましょう！この実験はレーザーポインターを用いてもできます。また、豆電球を電球に近づけて照らしてみましょう。レーザーで照らす場合と、豆電球で照らした時の違いを述べ、説明してみましょう。



影をうまく使うと見えない電球の内部の様子

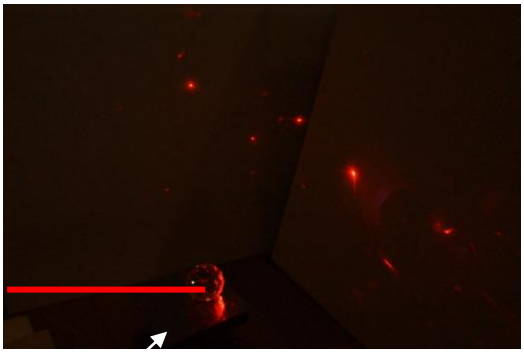


透明ガラスの電球に薄い紙をまいてレーザー光をあてると？

<アトラクション>

・レーザーポインターの光をクリスタルガラスにあてキラキラ星を楽しみましょう！

・ダイヤモンドにもレーザーポインターの光をあててみましょう！（目にレーザー光が入らないように注意！）



クリスタルガラスにレーザー光線、レーザー光を動かしてキラキラ星を作ります

ダイヤモンドに緑色のﾚｰｻﾞｰ光線をあててみます。ダイヤモンドの中で反射や屈折が起こって沢山の光線が生まれます

３．太陽光線を用いる実験（１）、

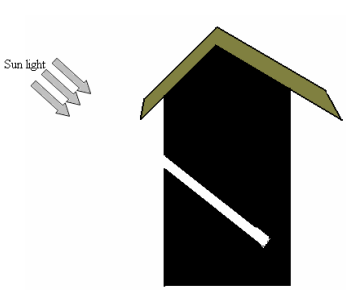
・太陽は素晴らしい光源です。太陽光はかなり良い平行光であり、白色で赤から紫まで連続的にいろいろな波長の光を含んでいます。しかも十分明るい光源として使用できます。

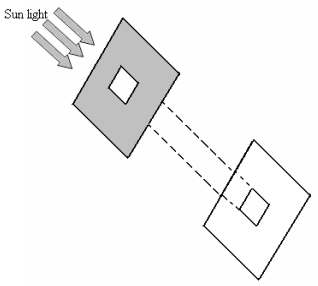
問題は曇りや、雨天の日があり、実験を見せたいとき太陽が出ていないことがあります。

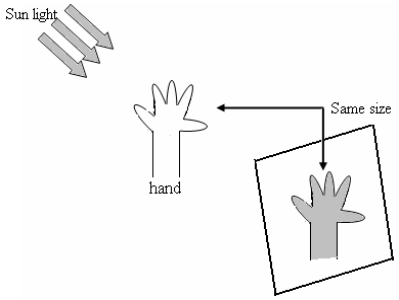
・夏休み入った最初の土曜日なので、多分太陽は出ていると思います。太陽が出ておれば、大きな鏡で古民家の暗い家の中に光を持ちこんで実験します。

Q: 太陽光線はほぼ平行光であることを示す簡単な実験を考えてみましょう。

（参考）







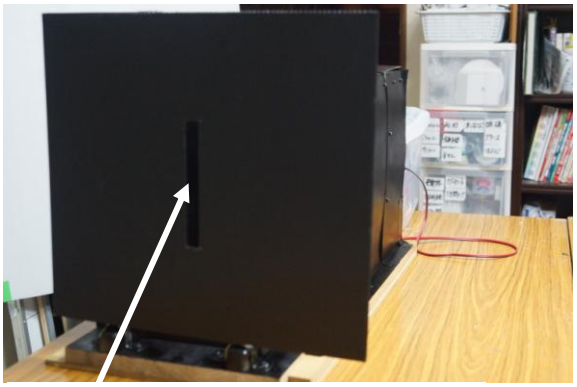
大きな鏡を組み合わせて、古民家の広い土間に太陽光を導び入れます。

<u>明るい白色平行光源</u>

・太陽光が使用できないこともあり得ますので、今回特別に明るい白色平行光源を作りました。これは実験 1 で使用した明るい点光源に近いハロゲンランプ（2,000 円）と、大型のフレネル型凸レンズ(焦点距離約 10cm)を組み合わせた物です（下の左の）写真。余分な光が外にもれないように薄いアルミ板で囲んでいます。

・太陽光を用いる光スペクトルの実験には、スリット状の幅のせまい光線が必要です。その場合は、下の右の写真が示すようにレンズの前にスリットをつけます。

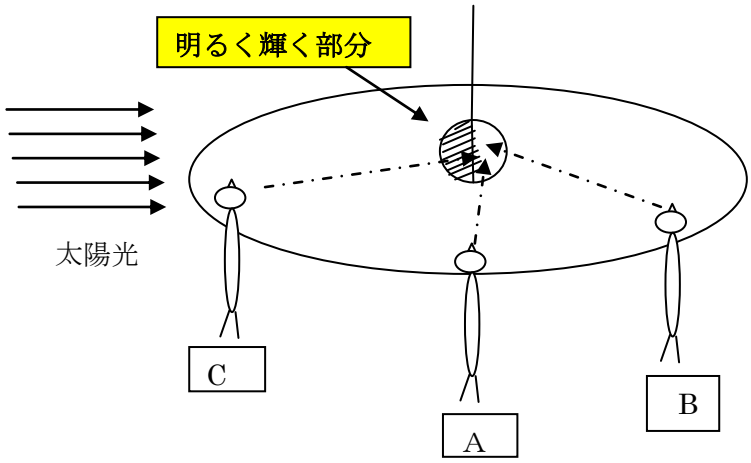
光の出口の直径は約１５ｃｍ

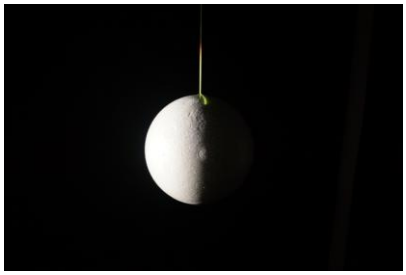


スリットの大きさは約 1.5 x 13 cm

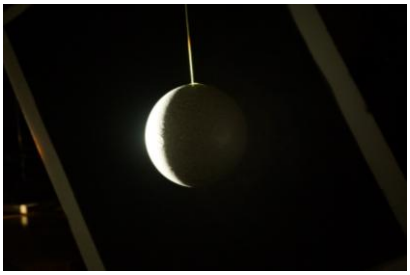
<u>月の満ち欠けを理解する実験</u>

・太陽は巨大ですが、ものすごく遠くにあるので、地球で受ける太陽光は殆ど平行に近いものです。その光で照らされる月を夜に地球から見上げています。古民家の暗い家の中に太陽光を持ちこみ、直径が１０ｃｍ程度の白い玉（１００円ショップ）をつるして白い球がどのように光るか、また観察者の位置によって光る形はどのように変わるかを調べましょう。この実験は、屋外の明るいところではできないことに注意して下さい。

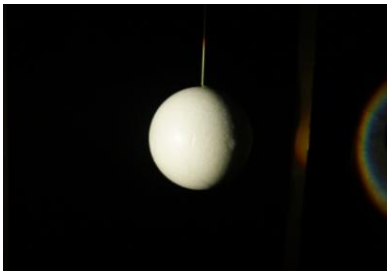




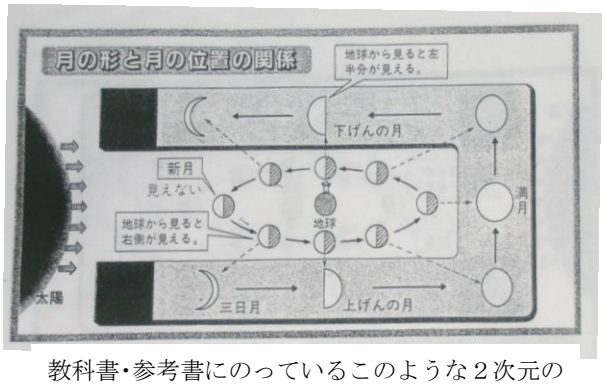
A から見た半球



B から見た半球



C から見た半球



教科書･参考書にのっているこのような２次元の図では、立体的な現象を理解するのは困難

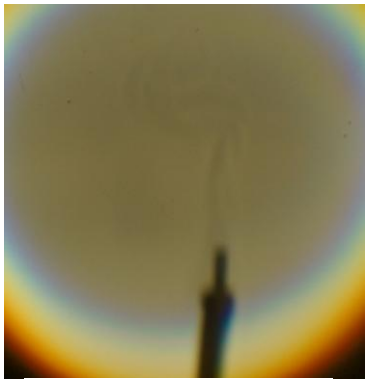
プラスティックの半球を白く塗り、月の満ち欠けの説明に使う

Q: 月に太陽光があたっているのに、なぜ自分が立っている所は暗いのか？の質問があります。この説明をしてみましょう！（ヒント：地球を大きい〇で表し、そこに立ちます）

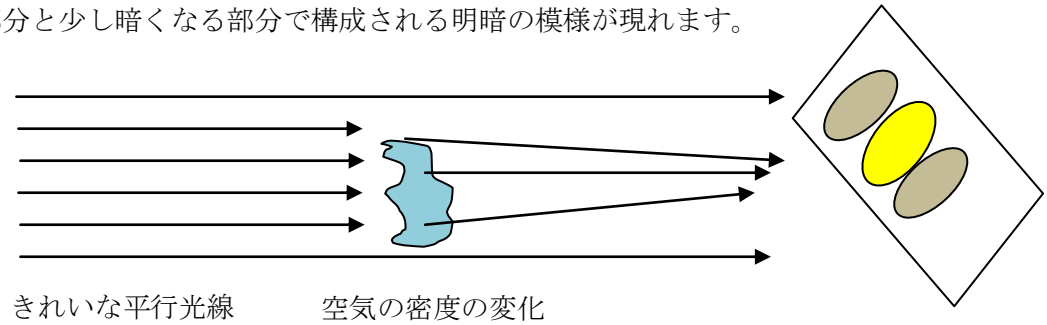
<u>陽炎（かげろう）を見る</u>

・遠方の物体がゆらゆらと揺らぐことがあります。これは光線が通過する途中の温度の高い所で光線が曲がるために起こる現象です。太陽光線を暗室に持ち込み白いスクリーンを照らしておきます。途中にライターの炎や、熱した半田ごてを置いてみましょう。白いスクリーンに映っていた太陽光のかがやきの中に明るい部分と少し暗くなる部分で構成される明暗の模様が現れます。

チャッカマンの炎を通過したとき



半田ごてを置いたとき



きれいな平行光線　　空気の密度の変化　　光の明暗の模様ができる

（注意：この現象が見えるには、光線が平行光線か、または点光源から出た光線であることが必要です。蛍光灯などの広がりのある光源からの光では見えません！）

水とエタノールが混じるのが見える

・水とアルコール、水と食塩水など、お互いに透明な液が混じっても、透明どうしなので混じる様子を見ることができません。しかし、上の陽炎（かげろう）場合と同じように、平行光線、または点光源から出る光を通過させればそれを見る事が出来ます。

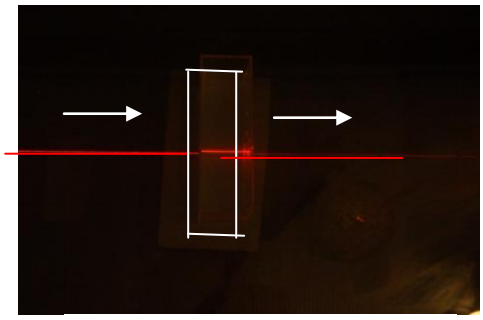
エタノールの部分が黒く見える

まじる様子がムラムラ模様で見える

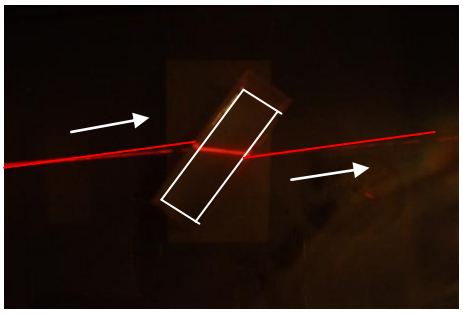
４．レーザー光線で光の屈折の実験

煙箱の中で光線の屈折を見る

・煙箱の中に水を入れた角型水槽を置き、中にわずかなカルピスソーダを入れて水をごくわずか曇らせておきます。水槽をレーザー光線に対して垂直に置いた場合、通過したレーザー光線はそのまま、まっすぐに進んでいます。水槽を少し傾けると、水槽にレーザー光線が入るとき、光線は曲がる様子が見えます。しかし、水槽から出るとき、その曲がりはもどされ水槽から出たレーザー光線は、入った光線に対して傾いてはいません。平行にずれているだけです。

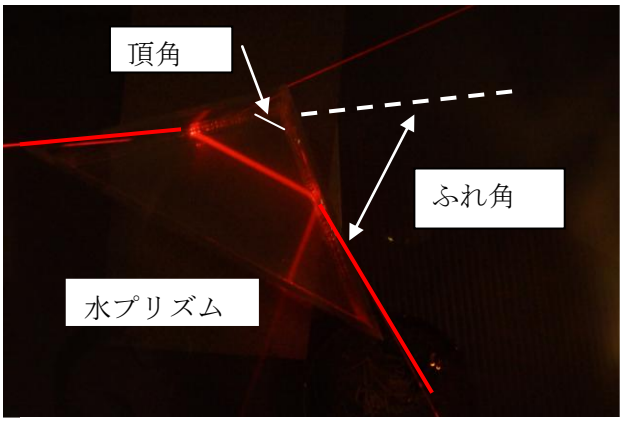


水槽とレーザー光線が垂直



水槽とレーザー光線が傾いている

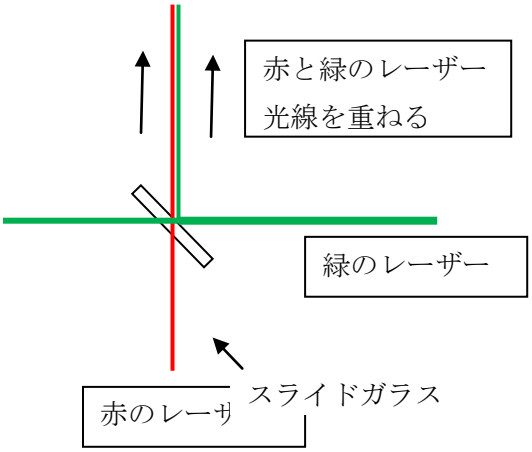
・２つの面が傾いた角度を持っているときはプリズムになります。プリズムは頂角が重要であり、プリズムに光線が入ると光線は曲がって（ふれ角を持って）出て行きます。水プリズムを用いて、水の中に少しカルピスソーダを入れておくとプリズムの中を進む光線の様子も見ることができます。



煙箱の中で水プリズムに赤のレーザー光を入れる

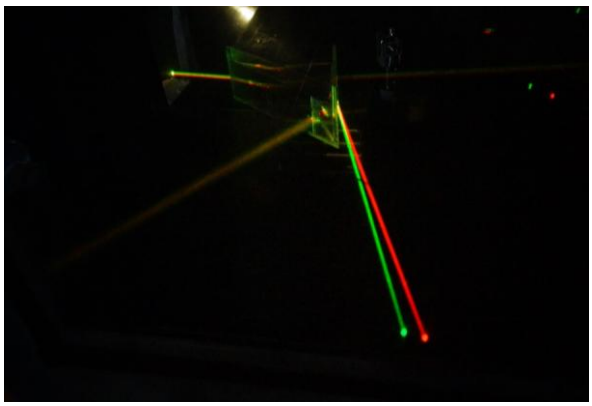
光の分散(色によって光が分かれる)

・プリズムで光線は曲がりますが、この曲がり方は光の波長(色)によって異なり、波長が短いほど大きく曲がります。目に見える光は、赤、だいだい色、黄色、黄緑、緑、青、紫と、波長がだんだん短くなります。従ってプリズムを通過するとき、赤より、緑の光が大きく曲がります。

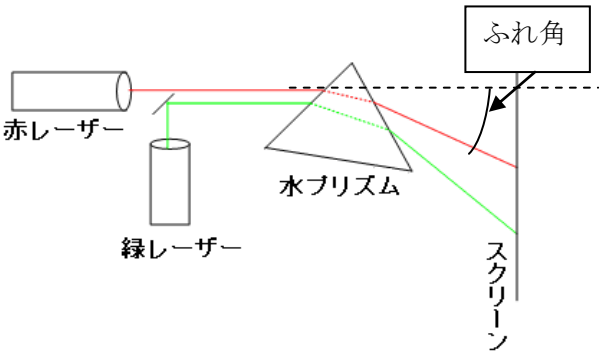


赤と緑のレーザー光線を重ねる装置
(スライドガラスの表面の反射を利用)

・煙箱の中で、赤と緑が重なったレーザー光線を小型水プリズムに入れて、色がわかれる様子を観察しましょう。緑のレーザーのふれ角は、赤のレーザー光線のふれ角より大きいことを確認して下さい。


赤レーザーと緑レーザーを重ねて水プリズムに
入射させると、2 つの光線は分離して出てくる

・煙箱の中では赤と緑のレーザー光線が十分離れないかもしれません。その場合は煙箱から出してスクリーンをプリズムから２～３ｍ離して観察します。

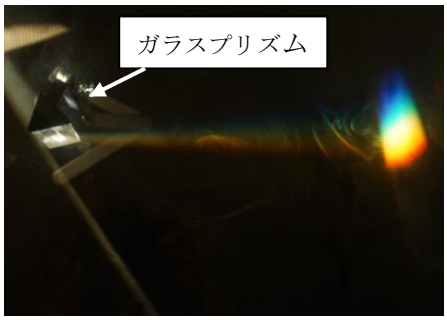


（スクリーンは２～３ｍはなして置きます）

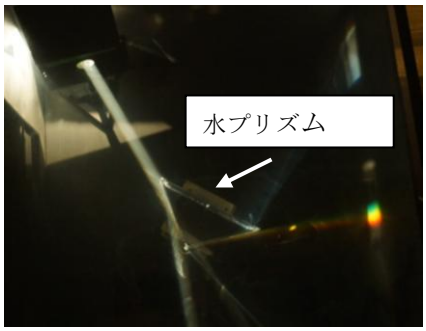
Q: 水プリズムの中に食塩水を入れるとどうなるかためしてみましょう

<u>プリズムに白色平行光を通過させる</u>

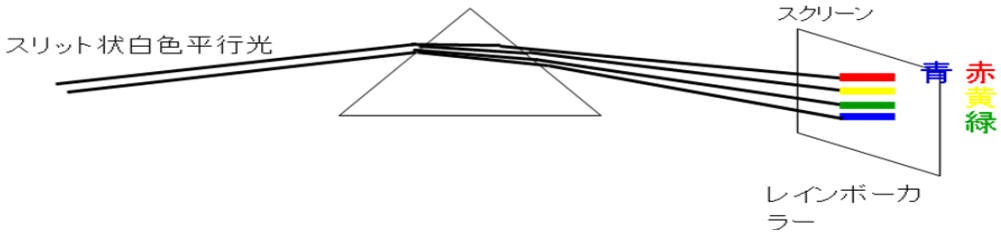
・煙箱の中にプリズムを置き、白色平行光をあてれば、色に分かれる様子を観察するこができます。



ガラスプリズムに白色平行光線が入射したとき



水プリズムに白色平行光線が 亍入射したとき

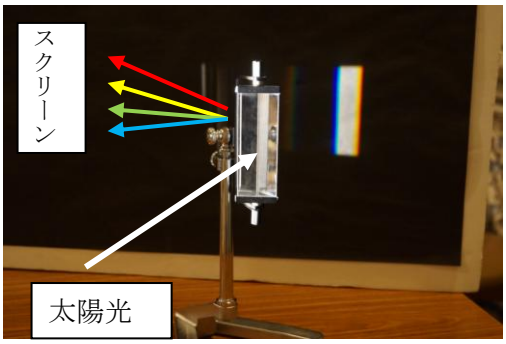


Q: 水プリズムを角型水槽に置き換え、色が現れるかどうか調べてみましょう！

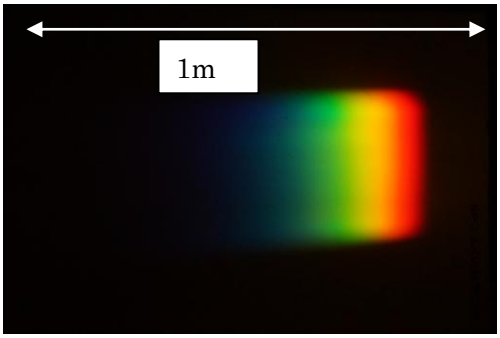
５．太陽光を用いる実験（２）：光のスペクトル

・太陽光を鏡で室内に導き、その光線に対してガラスプリズムの面を垂直におけば、白色光は七色の光に分かれ、光スペクトルが現れます。ガラスプリズムから２m程度離れると色は十分分かれます。

ガラスプリズムを用いて



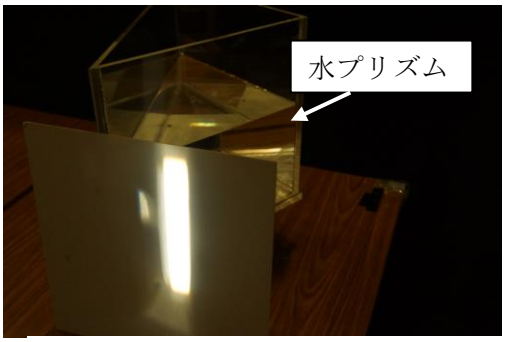
太陽光をガラスプリズムにあてる



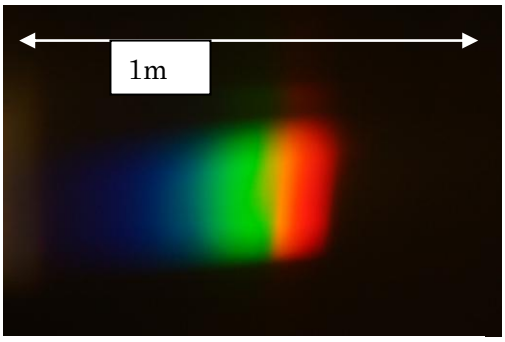
スクリーンに現れる光の大スペクトル

水プリズムを用いて

・ガラスプリズムは何千円もしますが、水プリズムを自作すればはるかに安価にできます。ガラスは頂角が６０度のものが使われますが、水の場合は頂角を９０度近くにする必要があります。つまり、熱帯魚の水槽の角がそのまま水プリズムとして使えます。



一辺が 30cm,高さ 25cm の大水プリズムにスリット状の太陽光をあてる



スクリーンに映る光の大スペクトル

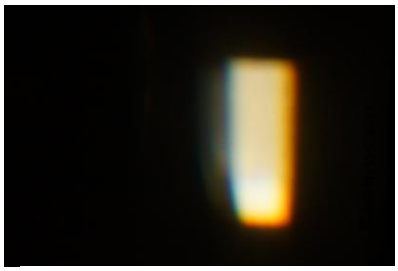
・光のスペクトルが現れている位置に、顔を置き、自分の目で色を感じてみましょう。目を動かすと色が**赤、だいだい、黄色、黄緑、緑、青、紫**と変わっていきます。

・７色に分かれた純粋な光はとても美しいです。この色を目に入れて楽しんでください。

Ｑ： あなたは何色がすきですか？

・頂角が６０度の水プリズムを使った場合は、色はごくわずかしか分離しません。しかし、スクリーンを数メートル放せばスペクトルは見えます。

・**この水に食塩を入れてみましょう。**プリズムの屈折率が大きくなるので、色の分離が向上するのが分かります。

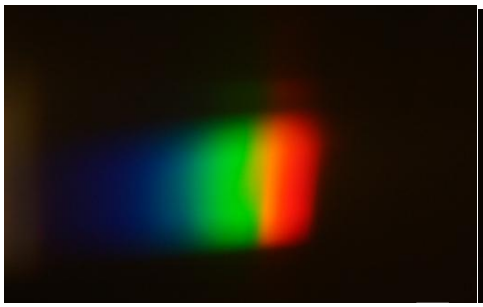


６０度の水プリズムでは
色が十分分かれない

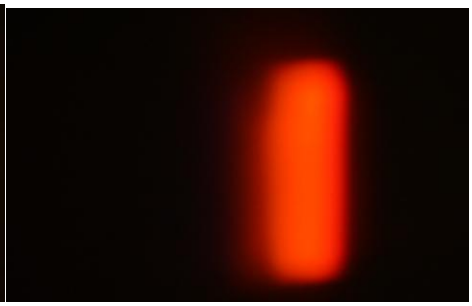
Q: プリズムとしての働きは頂角のみで決まります。大きな頂角９０度水プリズムと小さな頂角９０度の水プリズムで光スペクトルの様子を比較してその事を確認してください。また頂角が９５度の水プリズムの場合、光スペクトルはどうなりますか？

光の吸収と物体の色

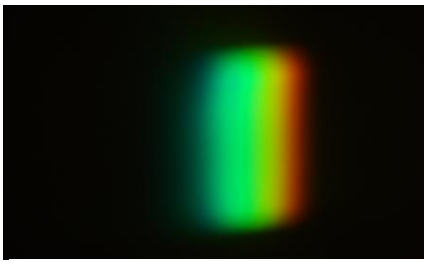
・物体は白色光で照らされると色を持つように見えます。これは、物体が白色光の内の一部の波長の光を吸収することによります。太陽光を、色セロファンを通過させた後、プリズムで分光してみましょう。



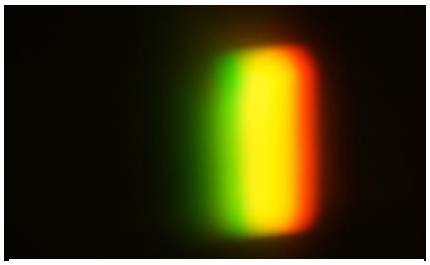
セロファンを通過させない光
スペクトル



赤のセロファンを通過させた光スペクトル
（青、緑などの光が消えている）



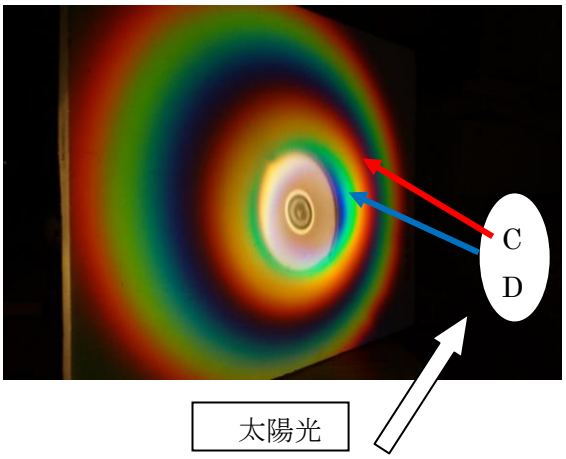
緑のセロファンを通過させた光



黄色のセロファンを通過させた光スペクトル

ＣＤからの色

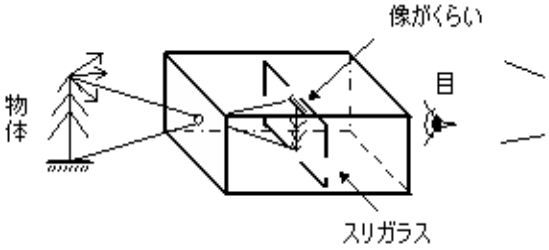
・太陽光を室内に導きＣＤのディスクにあて、そばにスクリーンとして白い厚紙を置きます。びっくりするような虹色のリングが現れます。この色に分かれる仕組みはプリズムの場合とは異なり、光の干渉効果によるものです。ＣＤの表面には１ｍｍに何百もの細か規則的な溝があり、その規則的な溝の効果でＣＤから散る光の内、ある方向に強められるのです。その方向は光の波長(色)によって異なるので、全体として色づいて見えます。



６．大ピンホールカメラ

・レンズがなくても外の景色を白いスクリーンに映す事が出来ます。実際、昔は家の雨戸の穴から光が入り、障子の白い紙にぞうができていました。また、昔、アラビア地方では、家の中でテレビのように外の景色を映して楽しんだ記録が残っています。

・ピンホールカメラの仕組みは光の直進のみで説明出来ます。屋外の物体は太陽に照らされ、物体の各点、各点から光が四方にまっ



＊市販の見るピンホールカメラ

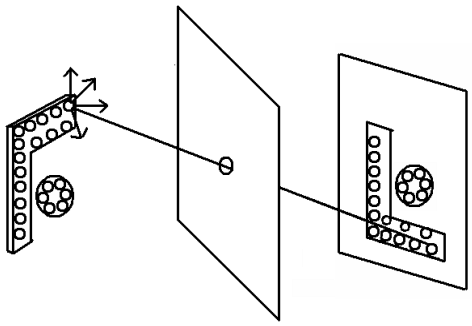
すぐに出て行きます。その光線の内、ピンホールの穴を通過した光線はスクリーンの上に穴の大きさを反映した光スポットを作り、スポットの集団は物体の像を形成します。

ＬＥＤ光源で作るＦの文字を光源として

・クリスマスの飾（かざり）に使う、美しい発光ダイオードをならべて、Ｆの文字を作っています。これを光源にして穴（大きさ１ｃｍ程度）スクリーンにＦにうつしましょう！！

・発光ダイオードから出た光線のうち、小型暗箱の穴に向かってまっすぐ出た光線は、穴を通過してスクリーン上に光のスポットとしててらします。スポットの集まりを見るとＦの形をしています。

Ｆの文字が上下・左右逆になります。このことを確認してください！

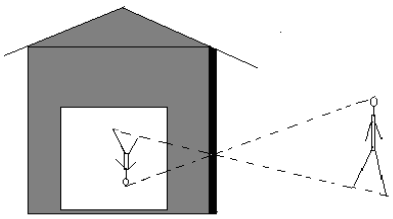


発光ダイオードで作った文字を穴を通して、スクリーンに映しだす

家全体を暗箱として使うピンホールカメラ

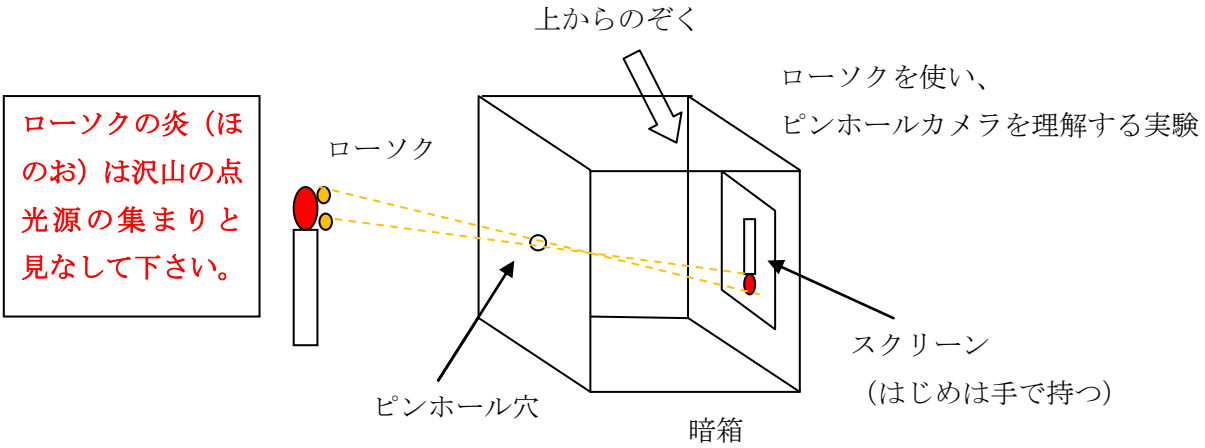
・部屋全体を暗くして、窓に約１～３ｃｍぐらいの丸い穴を開けます。１ｍｘ２ｍ程度の大きな白いスクリーンを近づけると、外の景色がスクリーンに映しだされます。外を車が走ると、その車の像がさかさまになって動くのでとても面白いです。　車が走らない所では赤い服と、青い服を着た人が走りましょう。

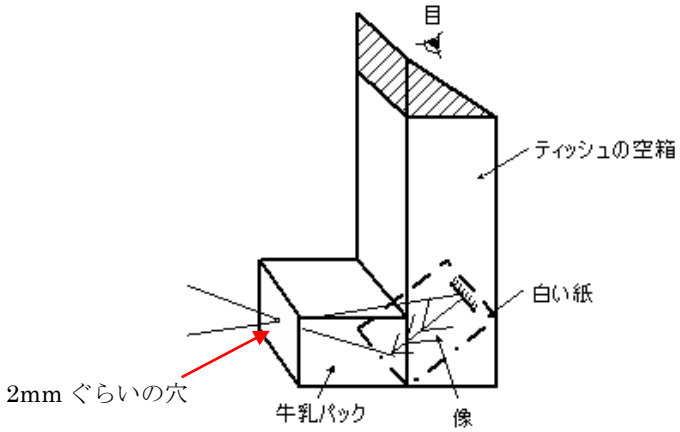
（注意：穴を小さくするとピンホールの像は鮮明になりますが、明るさが弱いので、この実験ではわざと少し大きな穴を使います）



１０年前に、インドネシアで行った実験。暗幕がないので、黒い紙を窓にはって暗室にしました。

（参考）　ピンホールカメラの仕組みを理解するために段ボールを利用した小型暗箱、ローソクを使って自分で実験してみましょう。ピンホールの穴、ローソクの本数、ローソクの高さ、穴とローソクの距離、穴とスクリーンの距離、また穴の形、穴の数などを変えて調べてみましょう。





ティッシュの空き箱と、牛乳パックの空き箱などを組み合わせてピンホールカメラを作る事が出来ます。夏休みの宿題にもなります。

＜午後の部＞

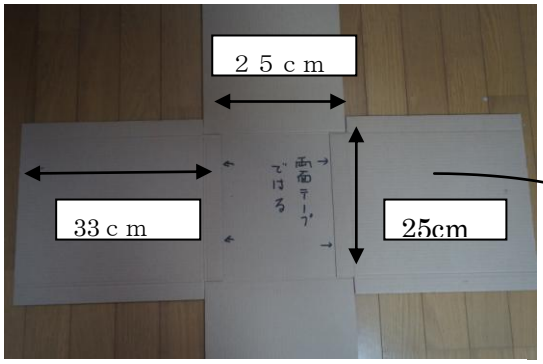
大型見るカメラの制作

・今回制作する見るカメラは通常の市販のものと構造がことなります。その結果像が鮮明で、

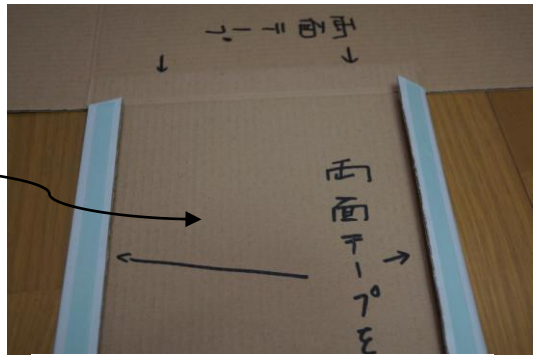
、像が大きく、見たとき大変迫力があります。参加児童は１人１台制作し、持ち帰ります

カメラ本体の箱の組み立て

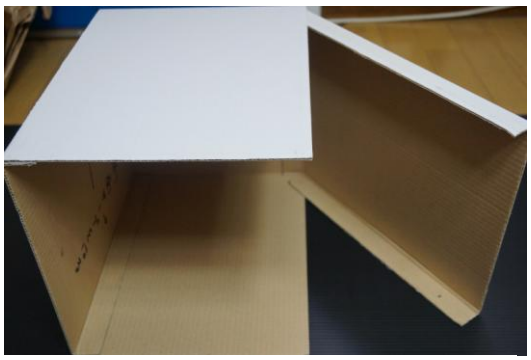
・カメラ本体の箱は、３枚の紙を組み合わせて作ります。



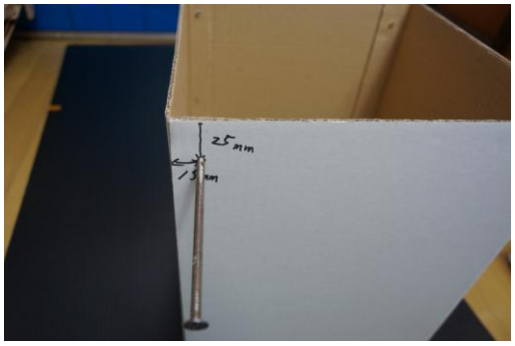
長い１枚に短い２枚を両面テープで
はりつけ一体化します。



のりしろの部分を折り曲げセロテープ
ではりあわせます。



段ボール箱の形に組み立てます。

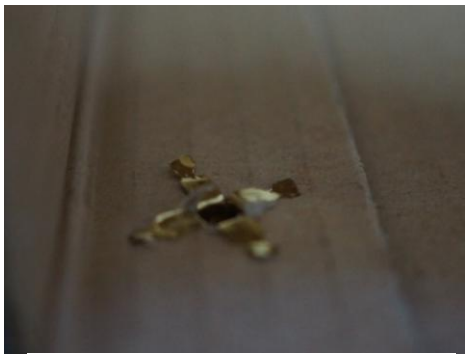


補強するために金属製のピンでとめる。そのための穴を
釘であける。（角から 15mm,　25mm の位置　）

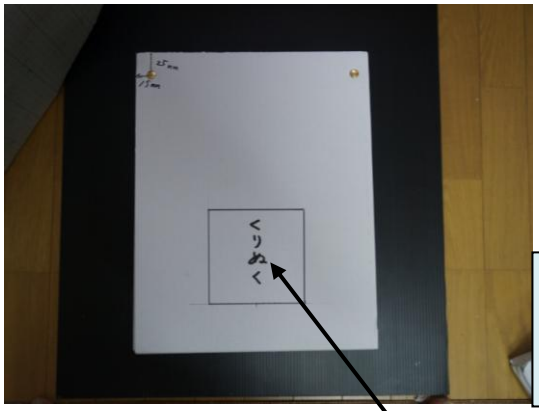
穴にピンを入れる

内側に出たピンの先端の約 5mm を切り落とす

釘の先を使って開く



４枚の金属片を開いて固定する

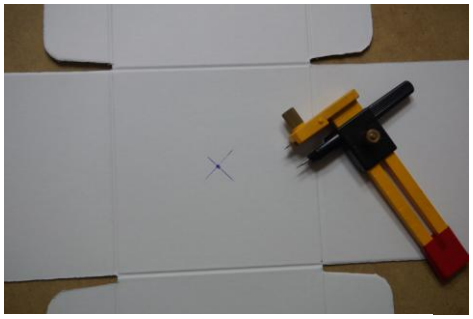


“くりぬき”と書いてある部分にナイフを入れてくり抜く。**(注意：ナイフを持つ反対側の手に手袋をすること)**

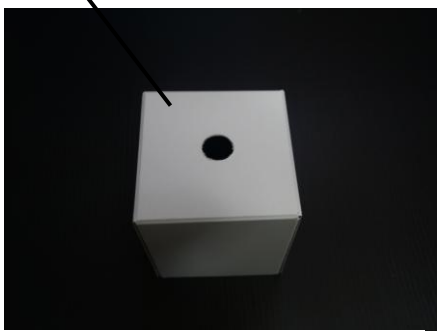
次に組み立てるレンズ取りつけ箱がぴっちり入ることを確認してください！

<u>レンズを取りつける箱</u>

・レンズを取りつける箱は展開図になっている紙を折って組み立てます。



箱の底になる部分の中央に直径２ｃｍの円を円切りカッターで切り抜く

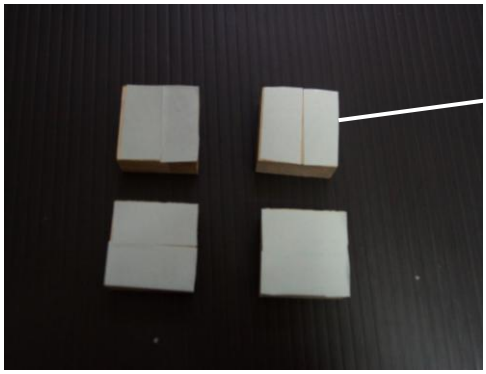


のりしろの部分に両面テープをはって箱を組み立てる

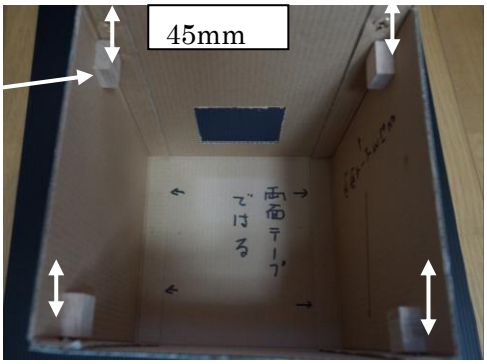
黒いスプレーをかける

・遮光板（しゃこうばん）を乗せる台、およびレンズ取りつけ箱を支える台を両面テープで箱の内側にはりつけます。そのあと大、小２つの箱の内部をスプレーで黒く塗（ぬ）る。

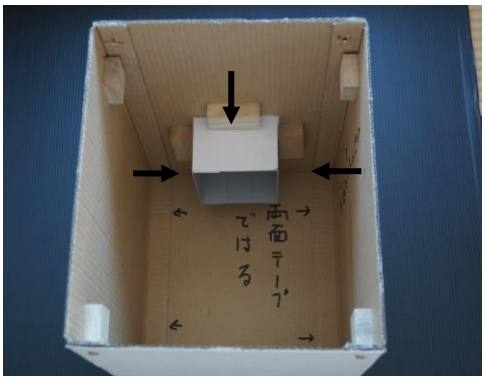
(注意：スプレーの口を少し離して、全体に薄（うすく）くスプレーをかけること！)



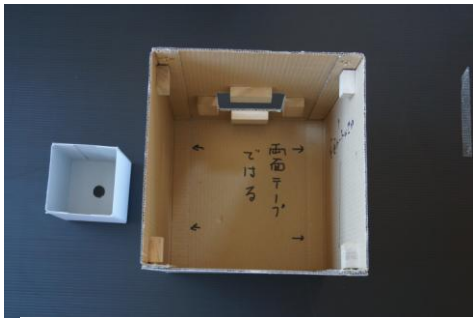
木片（30x30x15mm）に両面テープ



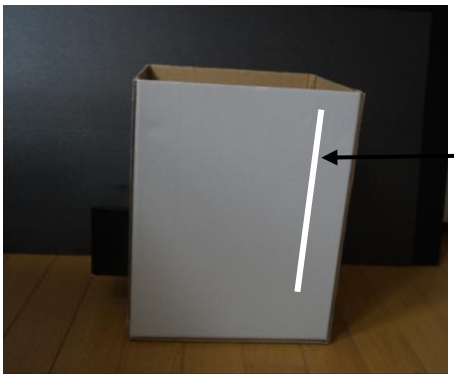
木片を４かしょに固定（上から 45mm の位置）



レンズ取りつけ箱をさしこみ、それを支える木片(60x30x15mm)を両面テープで本体に固定 する



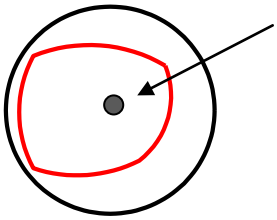
この２つの箱の内面に黒のスプレーをかけて黒くする。**小さい方は外側も黒くする。**



本体の箱内部の後ろ側にスクリーンとなる白い厚紙(230 x 210mm）を黒テープで固定する

レンズのとりつけ

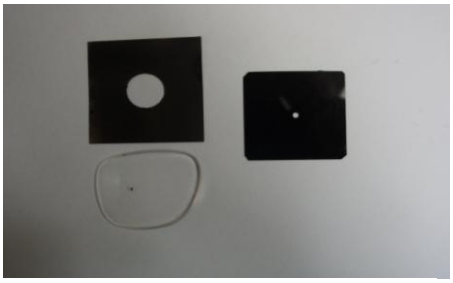
・今回のレンズは老眼鏡のレンズ（+3~+4）を使用します。しかしメガネのレンズの形は円形にはなっていません。円形のレンズから切り出したものがメガネのレンズです。円形レンズの一部をきりだしても、レンズとしての性質は変わることはありません。しかし**メガネのレンズの真ん中は、レンズの中心とは一致していません。**老眼鏡を使ってカメラや望遠鏡を作るとき、レンズとしての中心を光軸の中心に置く必要があります。レンズの中心をさがすために、レーザー光線をメガネのレンズにあて、反射してもどってくる２つの光が重なればそこがレンズの中心です。レンズの中心にはマジックインクで印をつけています。



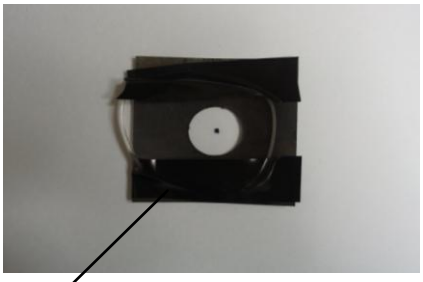
レンズとしての中心

レーザー光線を使って、老眼鏡のレンズとしての中心を決めます！

・レンズの中心にはインクで印をしておきます。それが穴のまん中に来るように黒テープで固定してください。



レンズを取りつける紙、老眼鏡のレンズ、ピンホール

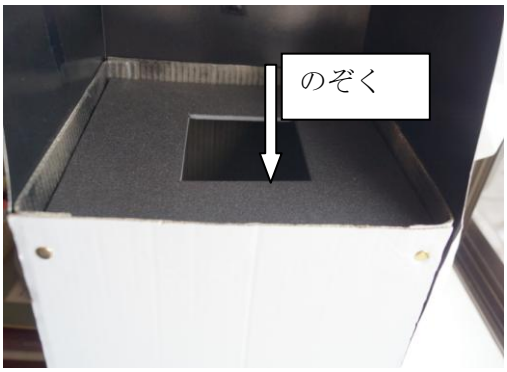


レンズについている印が円のまん中に来るようにして黒テープで止める

レンズ取りつけ用の紙箱に、黒テープでレンズを固定する

箱の上部に遮光板を置く

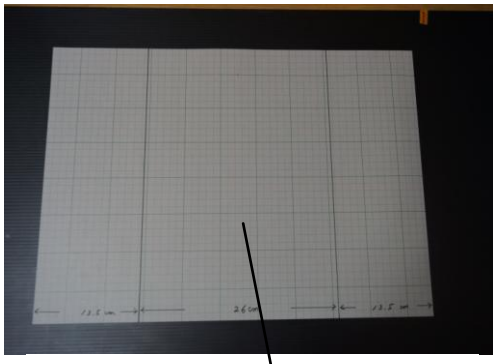
・内部の箱に外からの光が入ると、像が鮮明に見えません。そこで、内部に取り付けたスクリーンの上に遮光板（しゃこうばん）を置きます。遮光板の穴から覗（のぞく）くようにしてスクリーンに映る像を観察します。



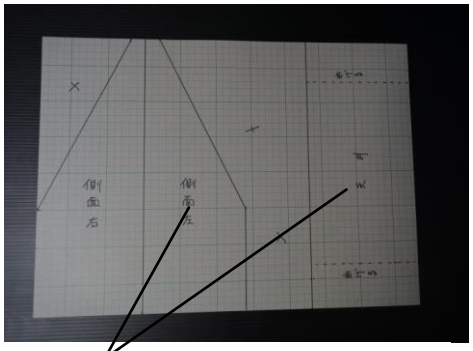
上から、この穴を通して、スクリーンに映っている像を見ます。

のぞき口のまわりに遮光板を立てる

・スクリーンに映る像を見るために、顔はのぞき口の上に置きますが、自分の顔のまわりから外の光が入らないように覆い（おおい）をする別の遮光板を取りつけます。黒の工作画用紙に線を入れてありますので、間違いのないようにはさみで切り、点線の所は折り曲げて下さい。



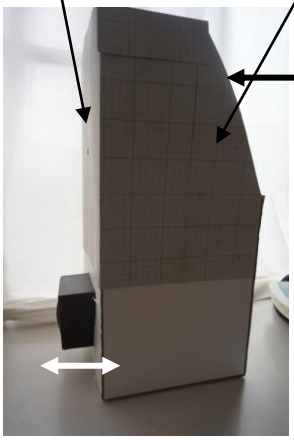
線のところに軽くカッターを入れ
折り曲げる



線のところははさみで切り、点線部は折り曲げる

黒の工作画用紙は、黒い方が内側になるようにはります！

完成した大型見るカメラ



この中に顔を入れ、下のスクリーンに映る像を観察する。建物の中から外を見ると外の景色が輝（かがや）いて見えます。像が鮮明に見えるようにレンズの箱を前後動かして**ピントを合わせます**。

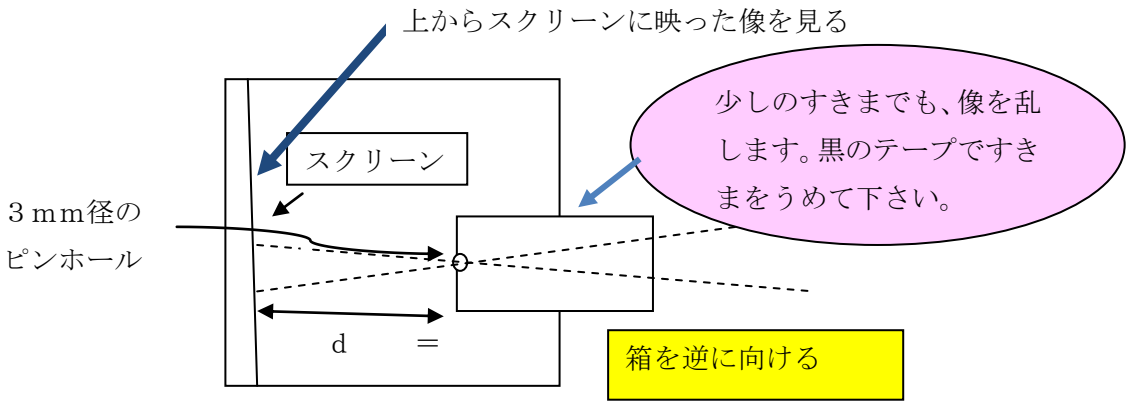
制作した大型見るカメラで、駐車場から外をながめている。

大型見るカメラのスクリーンに映った像（車と前の保育園の建物）をデジカメで撮影（さつえい）した。

＜今回のカメラの特徴＞
1）像が非常に鮮明（せんめい）である：市販の見るカメラは半透明の紙に映した像を、後ろから観察するので、レンズを穴として見てしまい像が不鮮明
2）市販のカメラの像は小さいが、今回のものは像が大きく(A4 大)、迫力（はくりょく）満点である。
3）スクリーンに映った像をデジカメで撮影できる

注意：大変危険なので、カメラをのぞきながら、道路を歩いてはいけません！！

[参考]今回のカメラはピンホールカメラとしても使用することが出来ます。直径３ｍｍの穴が黒のプラスティク板にあけてあります。レンズ取りつけ台をはずして、この穴のあいたプラスティック板を取りつけます。この場合は、ピンホールとスクリーンの距離は１５ｃｍ程度に近づけた方が像が鮮明です。そのために、箱の方向を逆にして下さい。



ピンホールカメラとして使う場合