

虹の原理と虹ボードをつくろう

馬目 秀夫

みなさんは虹（にじ）を見たことがありますか。雨上がりの空に見える虹はとても美しいものです。



撮影:水上慶文氏

ところで虹って何なのでしょう。なぜ虹が見えるのでしょうか。ところで空にかかる虹、ひとりひとり見ている虹がちがうということを知っていますか。きょうは、このようなことを勉強していきましょう。そして最後に晴れた日でも雨の日でもいつでも虹が見える「虹ボード」を作ってみましょう。

きょうのメニュー

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1 太陽の光って何色？ | 2 光が見えるってどうゆうこと |
| 3 虹はなぜ見えるの | 4 プリズムで光を分けてみよう |
| 5 「虹の原理」を実験しよう | 6 「虹ボード」をつくろう |

1 太陽の光って何色？

太陽の光や電灯の光は何色なのでしょう、みなさんどう思いますか。プリズムでこの光を色に分けてみましょう。太陽の光や電灯の光には、赤・だいだい・

黄色・緑・青・あじ・紫とたくさんの色の光が混ざっています（図1）。その結果、無色の光になっているのです。このような光を**白色光**といいます。

また、プリズムをもう一つ置いて、色に分かれた光を合わせることもできます。すると最初のように白色光にもどります（図2）。

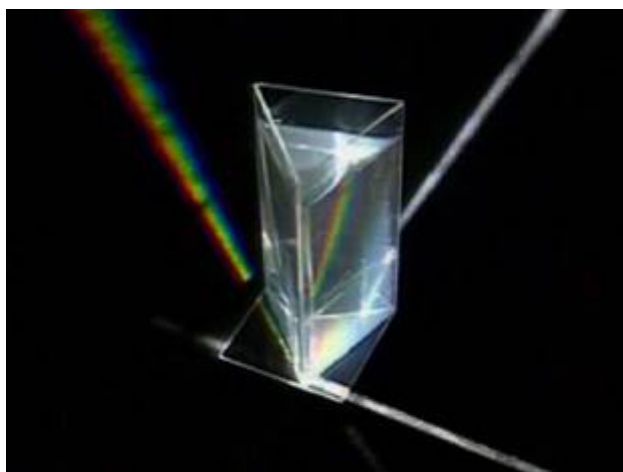


図2

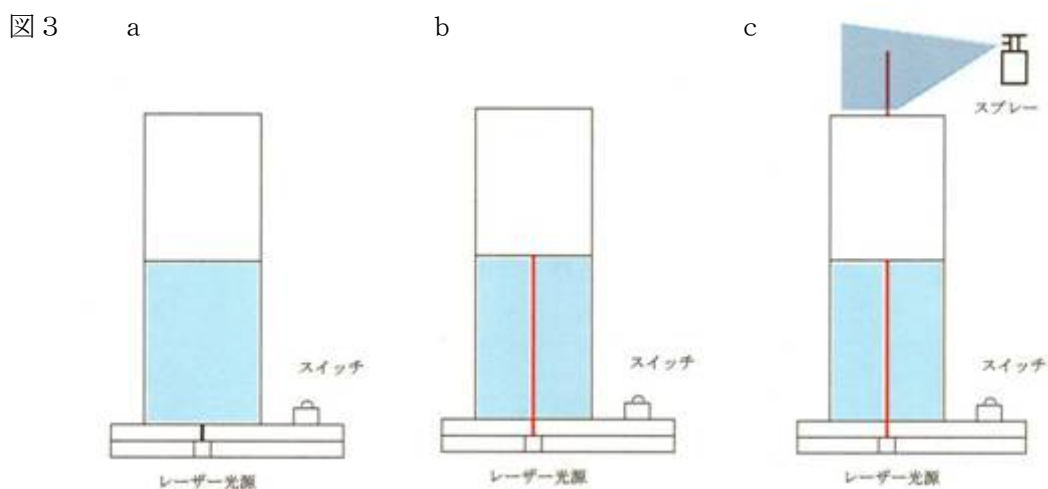
図1

図1から分かるように、光はその色によって曲がり方がちがいます。赤い光は曲がり方が小さく、青い光は曲がり方が大きい性質があります。

2 光が見えるってどうゆうこと？

図3 aの装置のスイッチを押すと、赤い光線が見えます。ところが、光は途中でとぎれていきます（図3 b）。これはなぜでしょうか。

装置の上方に霧を吹いてみましょう。装置の上から赤い光線が出ていることがわかりますね（図3 c）。



この装置では水の中に、小さな粒子が入っています。この粒子に光が当たって、反射した光が

目に入ってきたために光が見えたのです。水面の上の部分には空気がありますが、そこで散る光は少なくほとんどの光は素通りしてしまい、目に入る光がほとんどなかったため、光線があっても目には見えなかったのです。霧を吹くと、霧の水滴に光が当たって反射し、この反射した光が目に入ってきて、光線が見えたのです。

光の性質ポイント

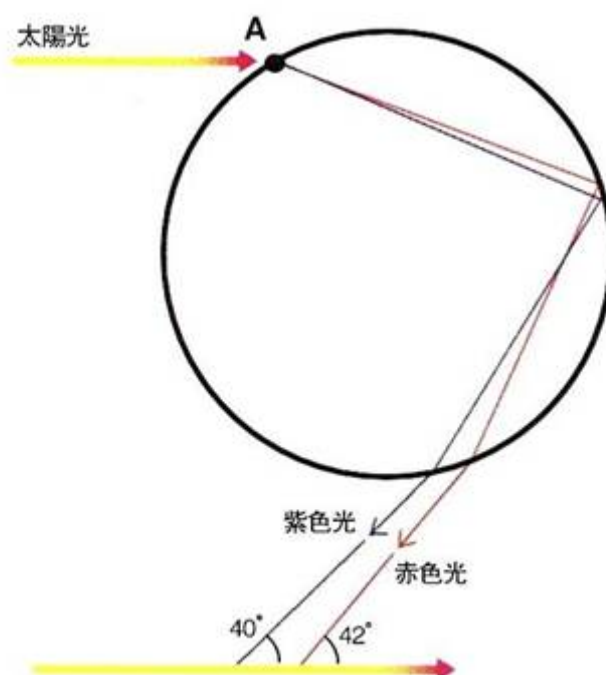
- ① 太陽の光や電灯の光はいろいろな色（赤・だいだい・黄色・緑・青・あい・紫）の光が混ざっている
- ② 赤い光は曲がり方が小さく、青い光ほど曲がり方が大きい。
- ③ 目に光が入って、光やものが見える。

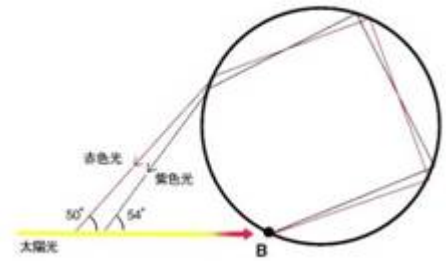
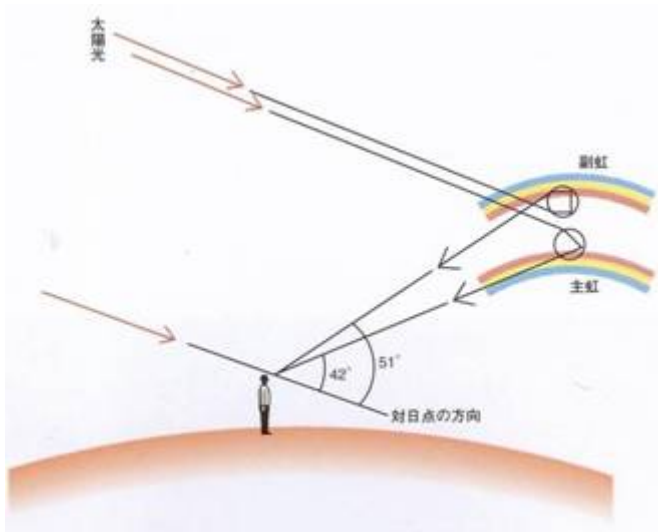
3 虹はなぜ見えるの

虹は、空中に浮かんでいる多くの雨粒（水滴）に太陽光があたり、その内部で屈折と反射をすることで起こります。このとき水滴が空中に広く一様に浮かんでいることや、雨粒の形がほとんど球の形に近いという条件が必要です。

虹は太陽を背にして、ちょうどその反対方向を中心にほぼ 42° の方向に見えます。色の並び方は外側が赤、一番内側が紫です。

また、副虹というのが見えることがあります。





「空の色と光の図鑑」 齊藤文一・武田康男 草思社 (1995) より



富山にて

北陸電力科学館ワンダーラボ提供

4 プリズムで光を分けてみよう

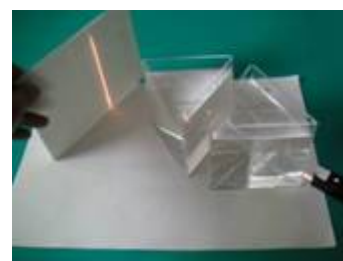
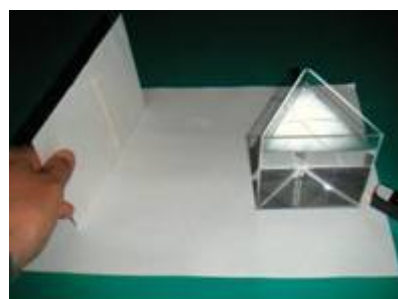
それでは、机の上に置いてあるプリズムを使って、光を分けてみましょう。

[準備] 大型プリズム、「プリズムによる分光用紙」、光源装置（スリットライト*）

* 中村理科スリットライト D20-1510 を改良

[方法と結果]

- 1 大型プリズムに水を満たし、用紙に書かれたプリズムの位置に合わせて置きます。
- 2 光源装置から1本の光線をプリズムに入れ、光線の方角を調節して、最もきれいに分光する方向を探します。分かりにくかったら、白い紙を立てて、それに映してみるとよいでしょう。
- 3 さらにもう一つのプリズムで分けてみるのもっとはっきりしますよ。ためてみましょう。
- 4 分光された光が出てくる方向からプリズムをのぞき、目の位置をずらして各色の光を確認してみてください。
- 5 今度は、2つめのプリズムの向きを変えて、色に分かれた光を合わせてみてください。



5 「虹の原理」を実験しよう

次に、虹がどのようにしてできるかを実験してみましょう

[準備] 光源装置、滅菌シャーレ、虹の原理実験用紙、水、フローリングワックス

[方法と結果]

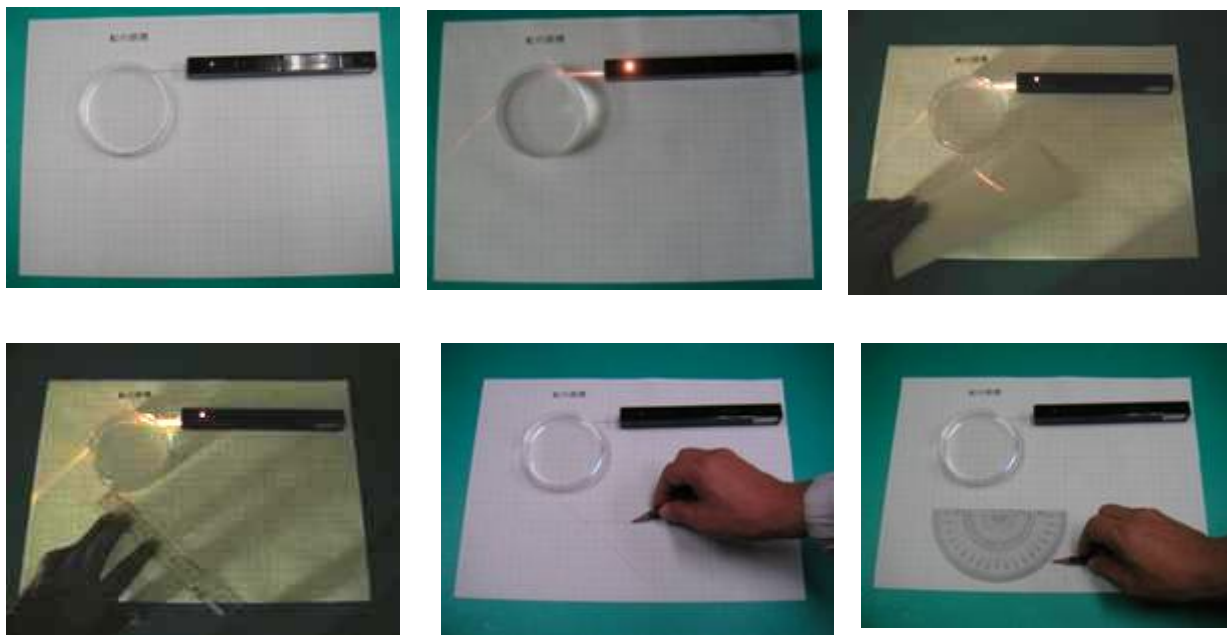
- 1 シャーレのふたをはずし、水を入れます。これが虹をつくる水滴を表しています。
- 2 フローリングワックスを水で十分にうすめ、それを楊枝（ようじ）の先にチョッと付けて、シャーレ内の水をかきまぜます。光の道筋が見えるようにするためです。
- 3 虹の原理実験用紙の円に合わせて、シャーレを置きます。
- 4 用紙に書いてある直線に沿って、光源装置の光線をシャーレにあてます。光線の位置を少し変えてみて、光がシャーレ内の水の中を進む様子を観察します。
- 5 光が最もよく分光する位置をさがします。分かりにくかったら白い紙を立てて、それに映

して見るとはっきりします。位置が分かったら、光の進路を鉛筆で書き取ります。

6 光を入れた方向と分光して出てくる光の方向との角を分度器で測ってみてください。何度
の方向に出てきていますか。()

これが、虹が見える方向になります。この方向から光をのぞきこんでみてください。きれ
いな光が見えますよ。

7 光源装置のある限られた位置でしか光がきれいに色に分かれないことを確認してください。



6 「虹ボード」をつくろう

最後に、いつでも虹が見える「虹ボード」を作ってみましょう。

[準備] 虹ビーズ、ブラックボード、スプレーのり、写真用バット、ビニールテープ
新聞紙、はさみ

[方法と結果]



① ブラックボードの
カバーやひもをはずす

② 枠の部分にビニールテープ
をはり、のりがかからないよう
にする

③ ブラックボードにスプ
レーのりを一様に高い位
置から吹きつける



④ ビニールテープをはがす



⑤ 虹ビーズを一様にふりかける



⑥ 虹ビーズをおとす



⑦ 虹ビーズが一層にはりついているようにする



⑧ もう一度ビニールテープをはって、わくについた虹ビーズをとる



⑨ テープをはがす



⑩ サランラップをはって虹ビーズが散らないようにする



⑪ ラップを裏から回す



⑫ ラップを切りはなす



⑬ 完成



⑭ 虹ビーズをもどす

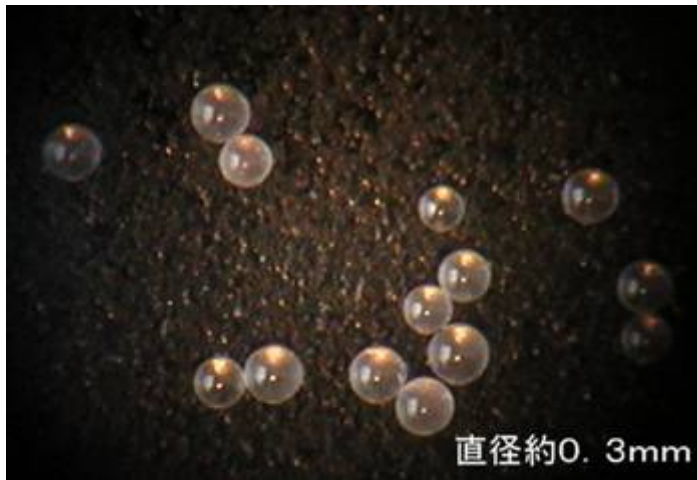


⑮ 手や腕をよく洗って虹ビーズをおとす



⑯ 太陽やOHPの光を背中にして、虹ボードを見る
虹が 2 つ見えたなら片目をつぶってみましょう！
なぜ 2 つ見えたかわかりましたか！

⑰ 部屋を暗くして、ペンライトやろうソクの火で照してみる。ペンライトやろうソクの周りに注目。



虹ビーズと虹ボードで見た虹

双眼顕微鏡にデジカメを押しつけて撮影、細かい粒のように見えるのは下に敷いた紙の繊維



サランラップをかけたとき

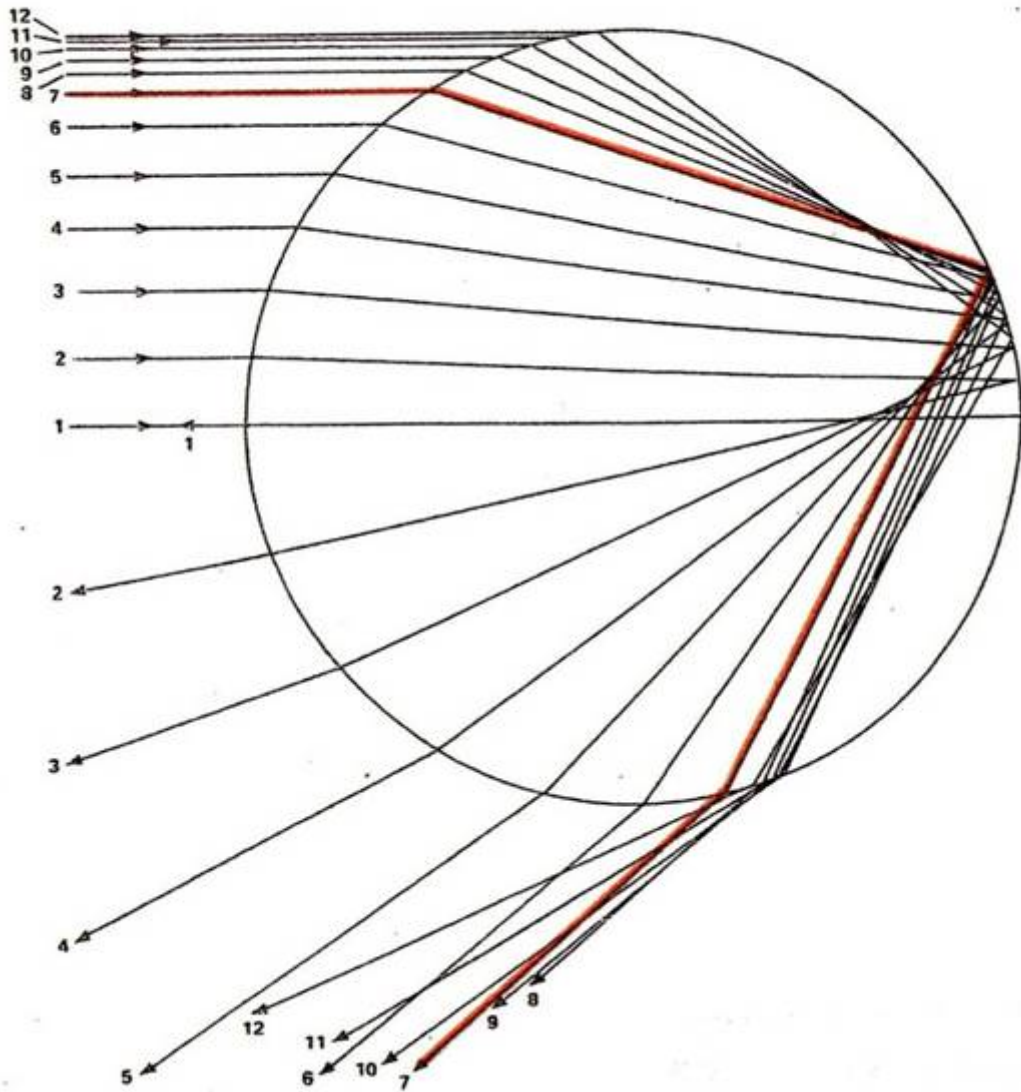


サランラップをはずしたとき

以上で「虹をつくろう」を終わります。「なぜ虹ができるか」わかりましたか。これからも「きれいだな!」、「ふしぎだな!」、「なぜなんだろう」という感動や疑問を大切にしてください。

参考 <http://www6.plala.or.jp/maamu/>

水滴を通る光の道筋



Rainbows, Halos, and Glories 太陽からの贈りもの

虹、ハロ、光輪、雲気ぼ

Robert Greuter 著
小口 高・澤邊 典 共訳
丸善株式会社

この考えはもはや単なる推測ではない。デカルトの議論をやや詳しくたどって見るのは虹の現れる仕組みについてわれわれの洞察を助けるために意味がある。図1-1に、デカルトのこの問題に対するアプローチを図示してある。彼は計算によって（遠い太陽から来る）平行光線がどのように水滴内を通るかを追跡した。このために必要な知識は、光が空気から水に入るとき元の向きからどのように曲がる（屈折する）かということであった。デカルトのこの論文が

現れる 16 年前には、すでにオランダの科学者ウィルブロード・スネルが光の屈折の法則を発見していた。しかし、スネルはこの研究を発表することなく世を去っていた。デカルトのこの論文には屈折の法則を導いたのも彼自身の仕事として記されていて、これが当時の学会に論争を巻き起こした。デカルトは反論しているけれども、科学者のなかには、デカルトはスネルの原稿を見てそれを盗用したのだといった人もいる。論争の種であった屈折の法則は、ほとんどの国でスネルの法則と呼ばれているが、フランスではデカルトの法則と呼ばれているのを記しておくのも一興であろう。

いずれにせよデカルトは屈折の法則を知っていて、水滴の中に入り、内部を通過して再び外に出て来る光の道筋を計算することができた。彼は反射の法則も知っていたので、水滴に入り込み、内部で反射するいかなる光についてもすべてその道筋を計算によって追跡することができたのである。図 1-1 から、水滴の中心に向かって入射する光は、入射の道筋と全く同じ道筋に沿って反射することが分かる。この道筋を光軸と呼ぶことにしよう。次に、この光軸より上で水滴に入射する光は、光軸より下向きの角度で水滴から出て来るのが分かるだろう。入射光が光軸から離れるにつれて、下向きの角度は大きくなるが、この傾向が成り立つのは図の太線（デカルトの光線）で示された光線 7 までである。これ以上光軸を離れて入射する光は、逆に次第に下向きの角度が小さくなる。水滴を出て来る光線の角度（光軸に対する）は、デカルトの光線に対して極大となる。この結果、デカルトの光線近くでその上下両側で入射する光は、水滴を出るときはデカルトの光線とほぼ同じ角度になる。つまり、水滴を出る光はこの極大の角度に集中する。デカルトは光が水滴を出るとき、角度 41 度と 42 度の間には他のどんな角度での 1 度幅よりも光線が集中し、この極大の角度に光線が集中することによって虹が現れると結論した。