

麻生区文化協会「夏休み親子教室」No.11

光と色の不思議

さとう かつあき

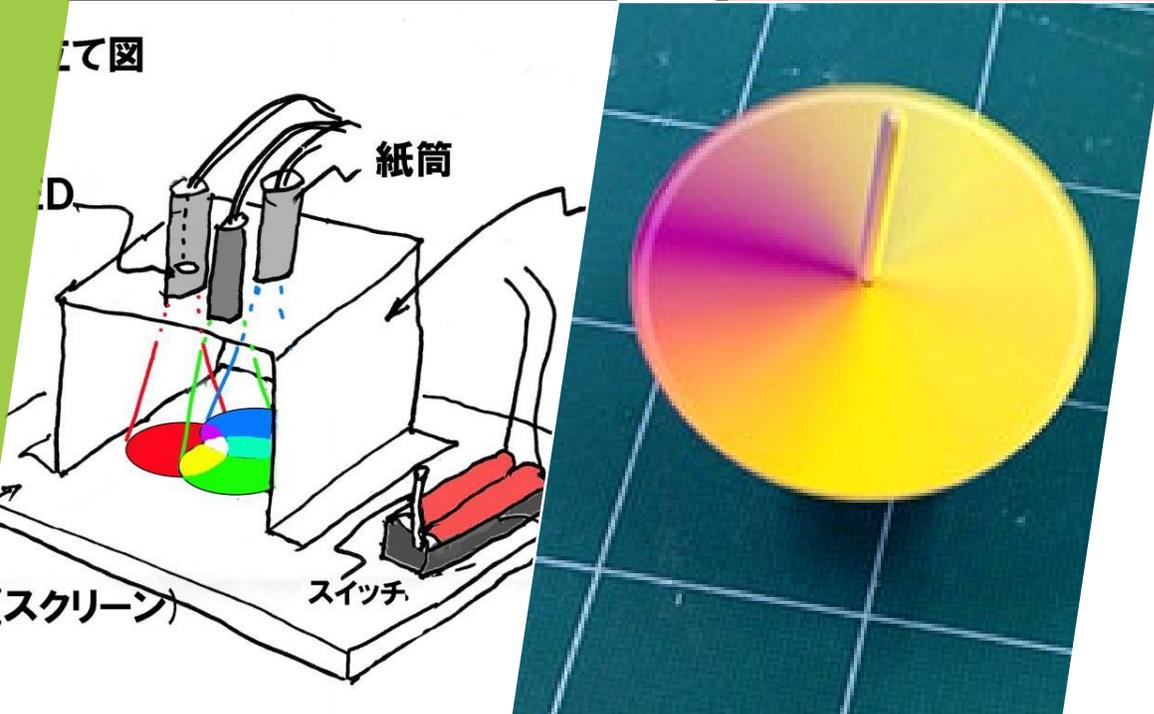
佐藤 勝 昭

国立大学法人東京農工大学名誉教授
(麻生区文化協会総務)



きょうの スケジュール

- ▶ はじめに「光と色」について学びます。
- ▶ 小さな暗箱を組み立てて、三原色LEDをはめこみ、いろいろな色を作る実験をします。
- ▶ 「光と色のコマ」で遊べます。





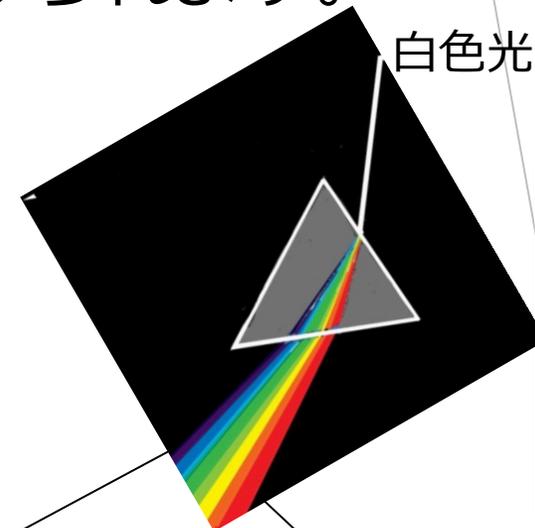
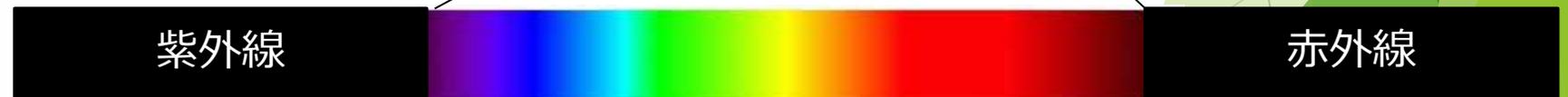
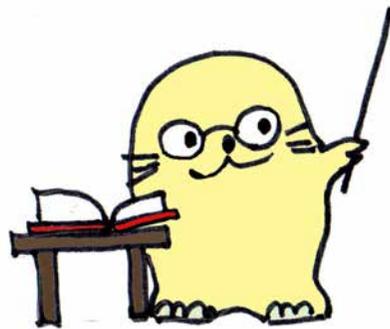
ちょっとサイエンス

光と色について

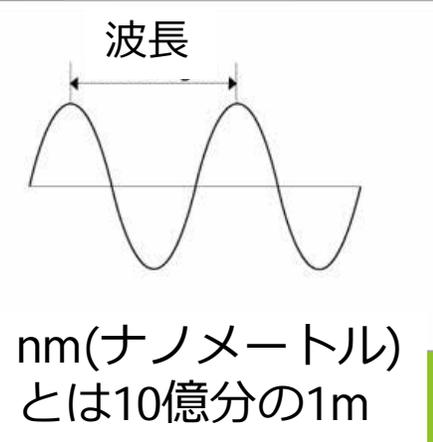
太陽光のスペクトル

白い光は、赤・橙・黄・緑・青・紫に分けられます。

- ▶ 太陽からの白色光をプリズムや回折格子（分光シート）で分光すると図のように波長と色が対応しています。目に見えるのは380nm～780nmの波長範囲です。

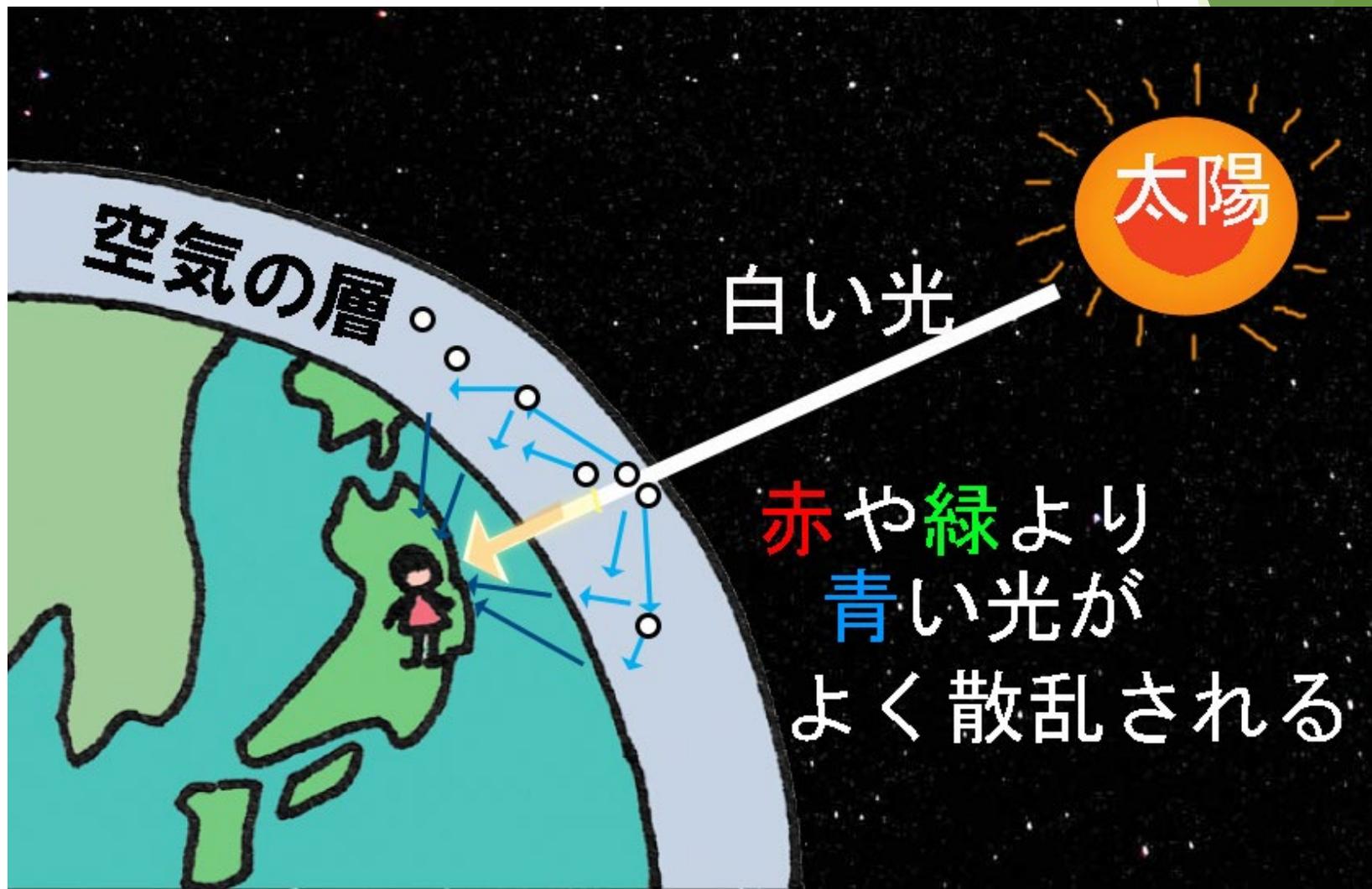


白色光



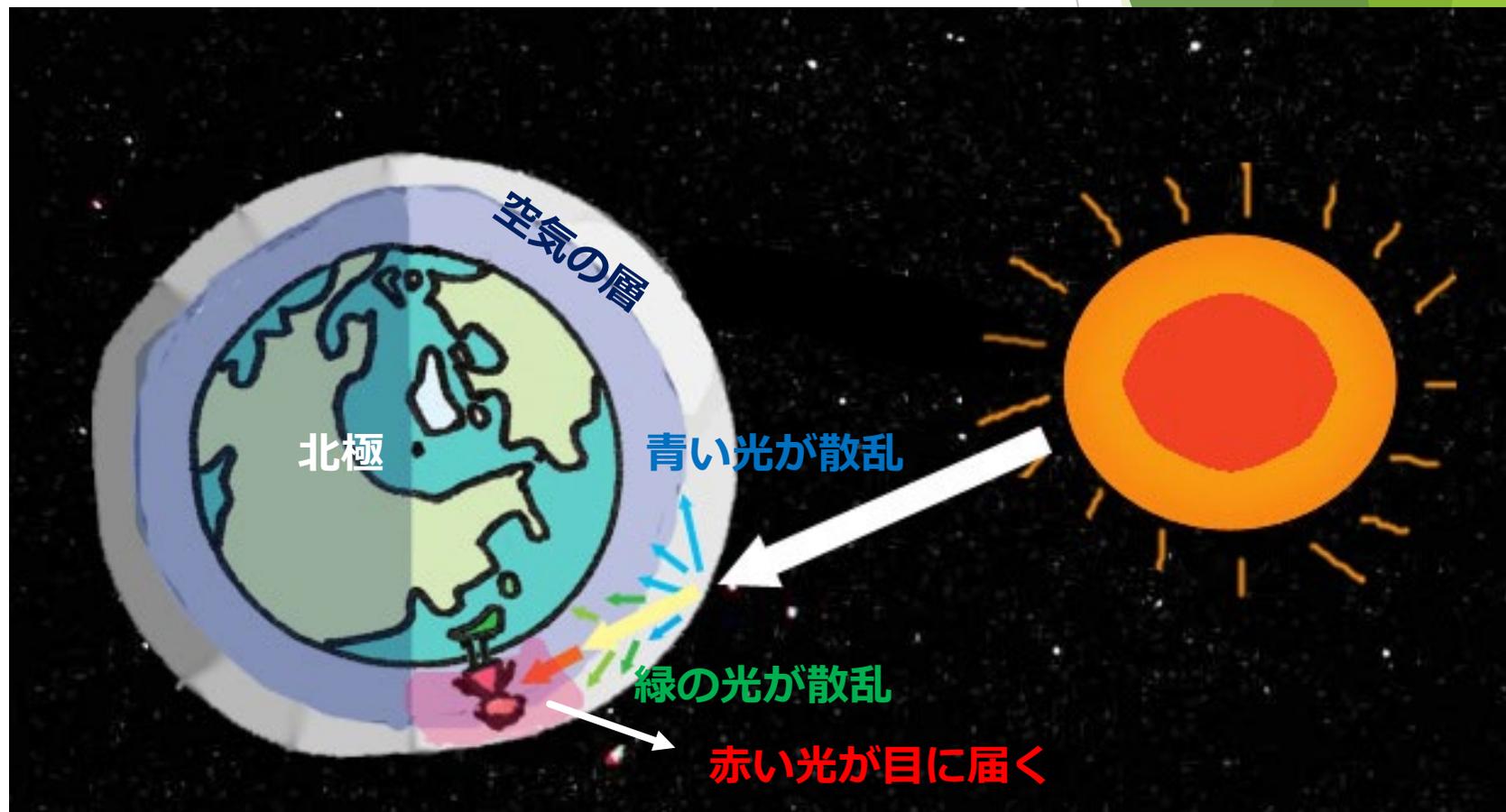
夜の空は黒いのに、昼間の空はなぜ青いの？

太陽光が空気中を進むときに、空気の分子によって**散乱**されますが、短い波長ほどよく散乱されるので、青く見えるのです

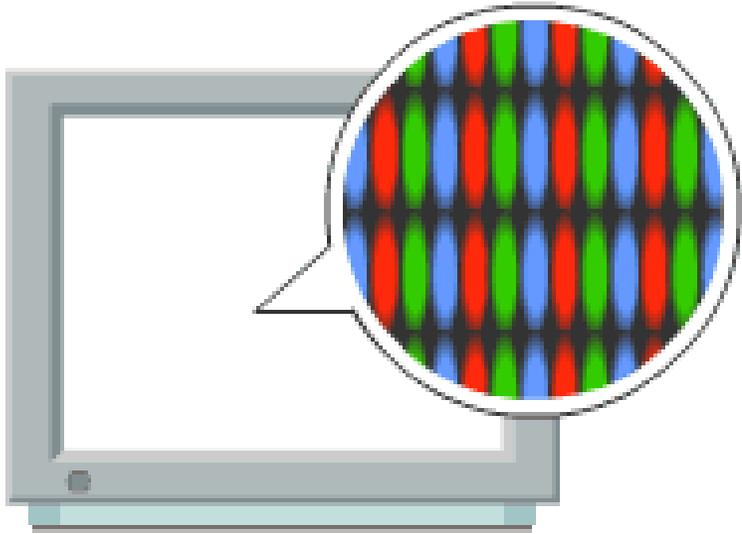


夕日や夕空はなぜ赤いのですか？

日が沈む時間帯には、地表すれすれに太陽光がくるので、長距離にわたって空気中を通過する間に、青や緑の光が散乱されて、赤い光が残るからです。



テレビ画面を虫眼鏡で見ると 赤・緑・青の光の粒がならぶ



- ▶ テレビやパソコンのカラーモニターの画面を虫眼鏡で見てもみよう。
- ▶ **赤・緑・青**の小さな粒（画素）がならんでいて、それぞれの光の強さを加減して、いろいろな色を作っています。
- ▶ **なぜ、この3色でいろいろな色を表すことができるのでしょうか？**
- ▶ 後で述べるように**赤・緑・青**の光を混ぜ合わせるといろいろな色が作れるのです。
- ▶ それは**ヒトの目が色を感じる仕組み**に関係あります。

知っていますか？ 人が色を感じる仕組み

- ▶ 人間が色を感じる仕組みについて述べておきます。
- ▶ 網膜(もうまく)には、ハイテク装置並みの機能が満載されています。網膜には光に反応する視細胞が片目だけで1億個以上も存在しており、光の刺激を信号に変えて脳に映像を伝えているのです。
- ▶ 図1のように、視細胞には錐体(すいたい)細胞と桿体(かんたい)細胞の2種類があります。桿体(かんたい)は光を感じる細胞で、錐体(すいたい)は色を感じる細胞です。錐体にはR,G,Bを感じる3種類のものがあります。これらの三種の錐体の送り出す信号の強さの違いによりさまざまな色を感じる事ができるのです。

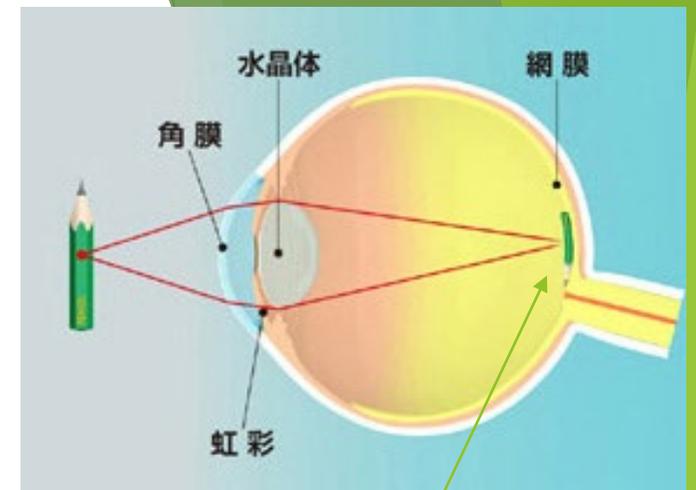
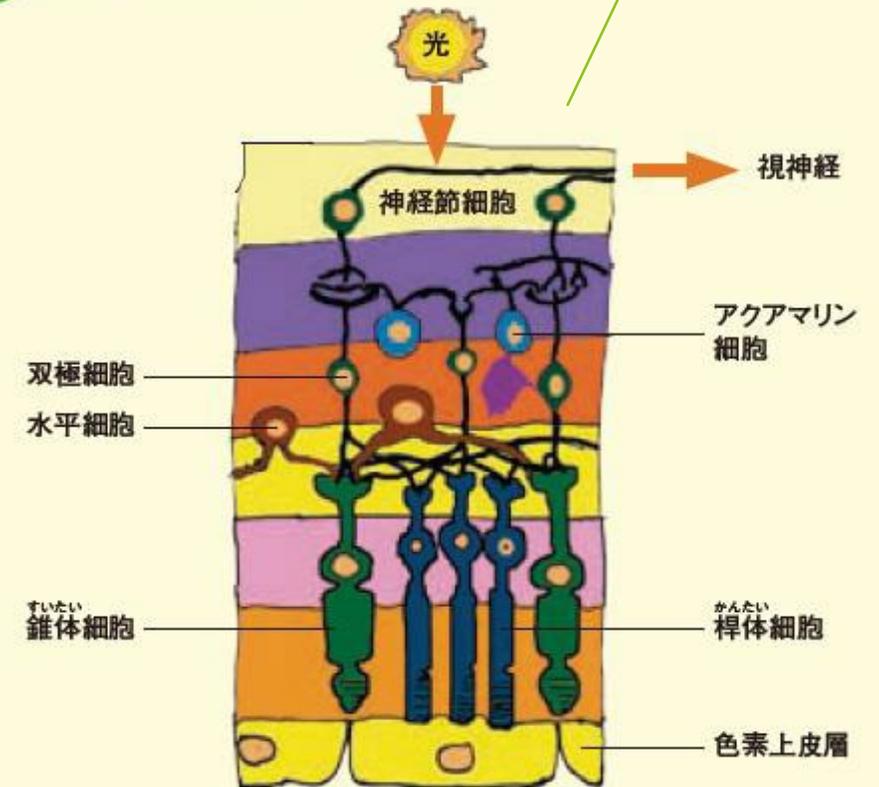


図1 網膜の細胞構成



さんげんしょく
三原色



ひかり

かほうこんしょく

- **光の3原色（加法混色）**

- 各色の強さを変えて混ぜ合わせると、いろいろな色の光になる。赤い光、緑の光、青い光を同じ強さで混ぜ合わせると、白い光になる。

いろ

げんぼうこんしょく

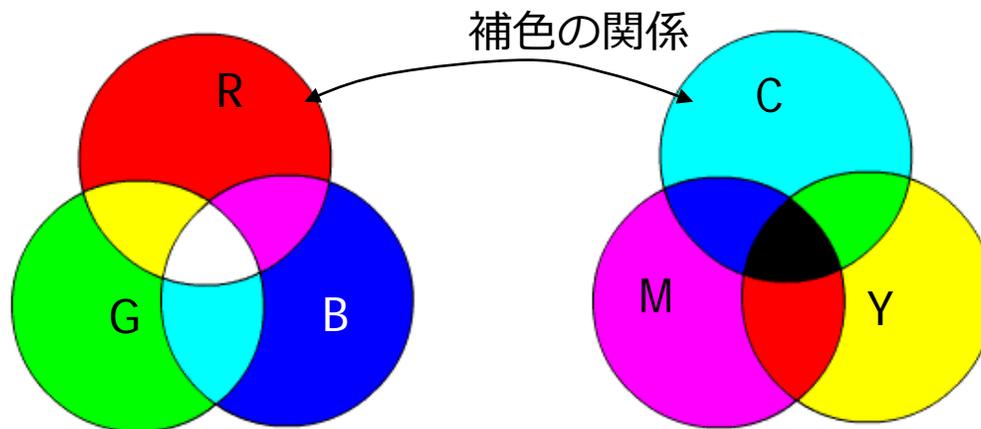
- **色の3原色（減法混色）**

- 各色を混ぜ合わせると、いろいろな色ができる。マゼンタ・シアン・イエローを同じ割合で混ぜると黒になる。



カラー
モニター

赤、R(red)
緑、G(green)
青、B(blue)



カラーフィルム
カラーフィルタ
プリンタ



マゼンタ,M(magenta)
シアン,C(cyan)
イエロー,Y(yellow)

絵の具を混ぜると黒くなるのはなぜ？

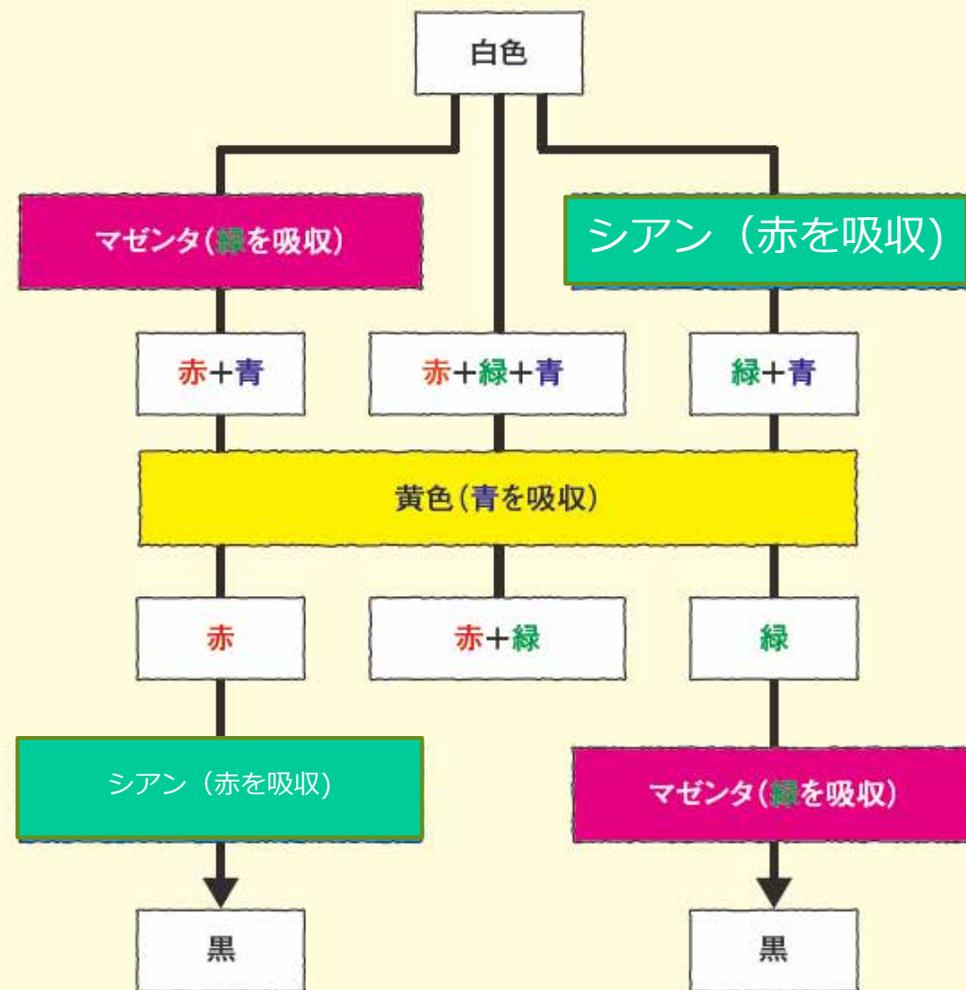
減法混色の仕組み

カラープリンタのカラーインクは、マゼンタ・黄・シアンの3色が基本です。これが色の3原色です。前述したように、これらの色は光の3原色の補色です。色の見え方を考えるときは、カラーインクの色は**透過色**だということを知っててください。

図2 色の3原色(マゼンタ・黄・シアン)



図3 減色混合の原理



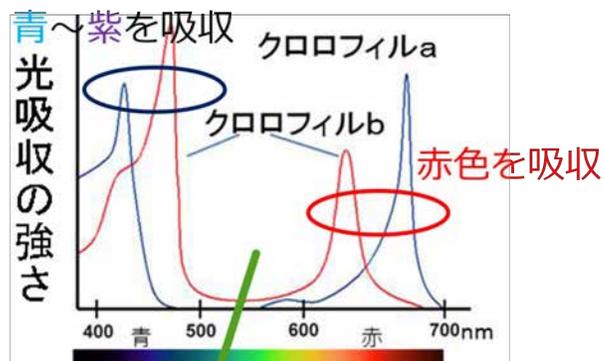
なぜものに色がつくのでしょうか？(1)

せんたくきゆうしゅう

選択吸収



葉に含まれるクロロフィルは、赤色と青・紫を吸収するので緑が透過する



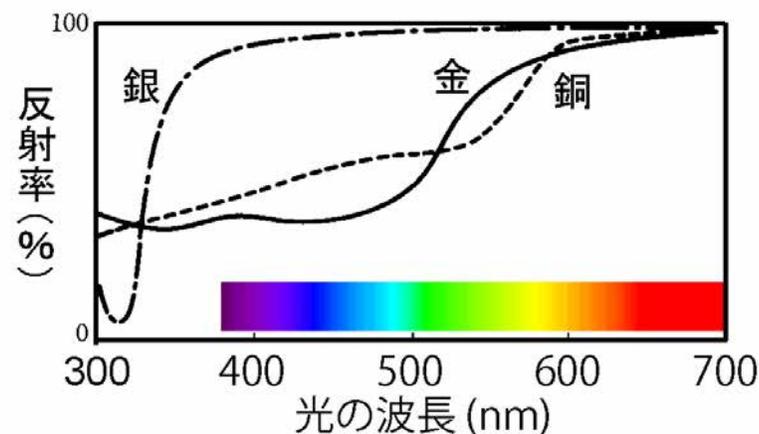
緑のみ透過

せんたくはんしゃ

選択反射

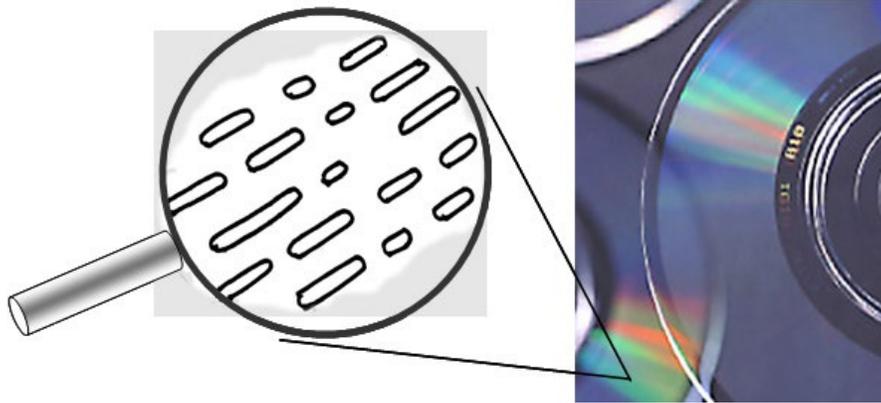


金は、赤・橙・緑を強く反射するので金色に見える



なぜものに**色がつく**のでしょうか？(2)

かいせつ
回折



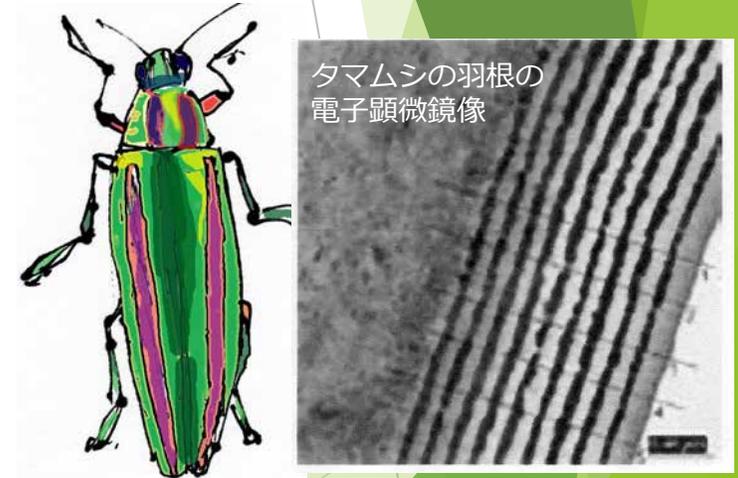
回折は周期的な凹凸がある構造から反射した光が干渉することで起きます。

かんしょう
干渉



薄い膜の表と裏で反射した光が波長によって強めあったり弱めあったりすることで色がつく現象を干渉と呼びます。

こうぞうしょく
構造色(回折+干渉)



タマムシの羽根の電子顕微鏡像

タマムシの複雑な色はクチクラと呼ばれる層が何層もあることで起きる回折と干渉によります

光と色の不思議 工作と実験

1. 光の三原色を実験で確かめよう
2. コマにパターンを描いて回転するとどんな色になるかやってみよう



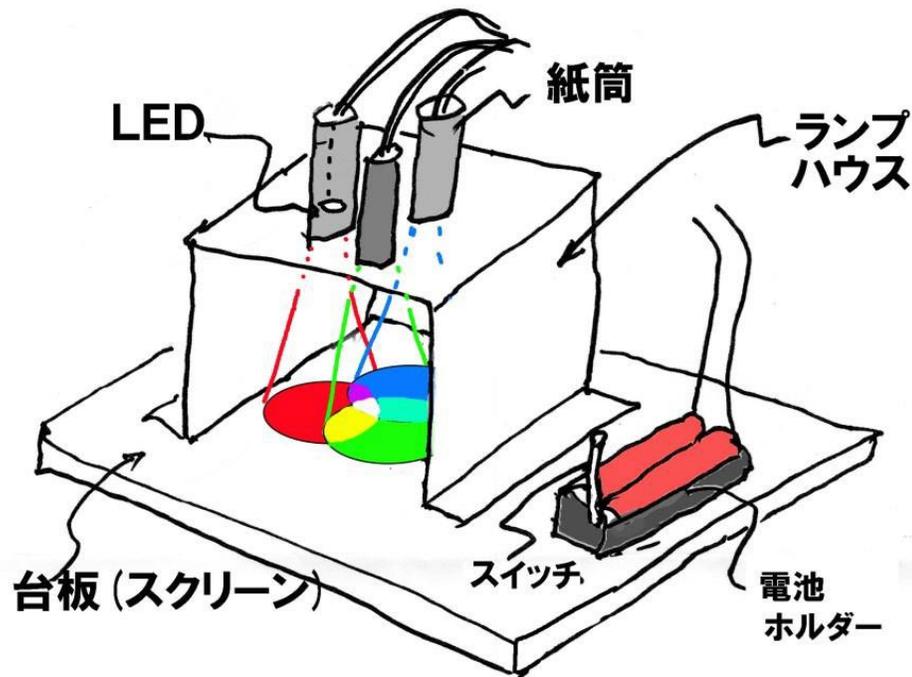
この工作の部品は、システム光輝という京都にある理科教材会社に製作していただきました。

実験1

ひかり さんげんしょく じっけん たし

光の三原色を実験で確かめよう

工作 組み立て図



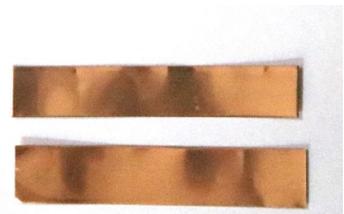
- ▶ 厚紙のパターンを貼り合わせ、ランプハウスを組み立てましょう。
- ▶ LEDの入る紙筒を差し込む穴の空いた発泡スチロールを取り付けます。
- ▶ 黒い紙筒に3色のLEDを差し込みます。
(半田付が取れやすいので注意)
- ▶ 1色ずつ光らせよう。
- ▶ **RG**, **RB**, **GB**、2色の組み合わせで何色になるか確かめよう。
- ▶ **RGB**3色が合わさると何色になるか確かめよう。

ひかり さんげんしょく じっけん そうち
「光の三原色」 実験装置
工作の手引き (1) 部品

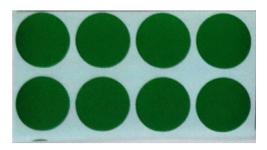
1. 「ランプハウス」用厚紙
(両面テープをめくり貼り付ける)
2. 「電池ホルダー」
3. 「銅板」2枚
4. 「黒色チューブ」(3本にカット)
5. 「LED赤、青、緑色」
6. 「LED筒差し込み穴あき白いカバー」
7. 「丸シール」



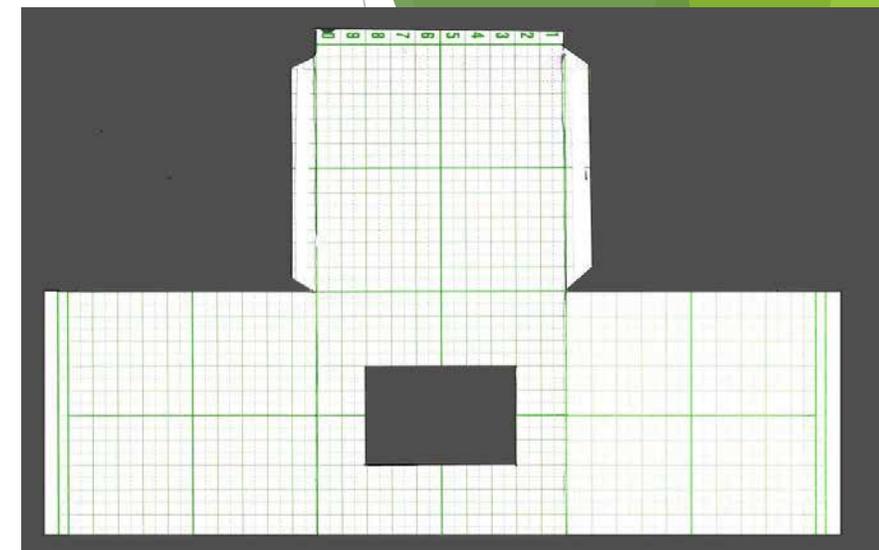
「電池ホルダー」



「銅板」2枚



「丸シール」



「ランプハウス」用厚紙



「黒色チューブ」



「LED赤、青、緑色」



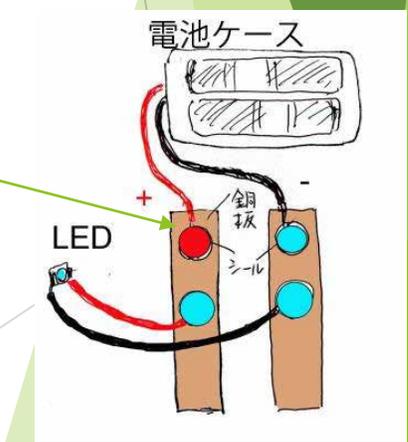
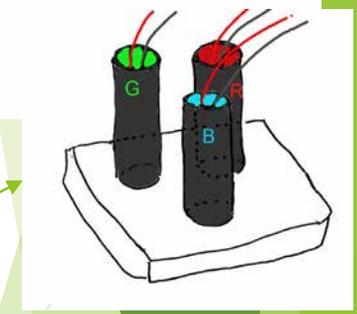
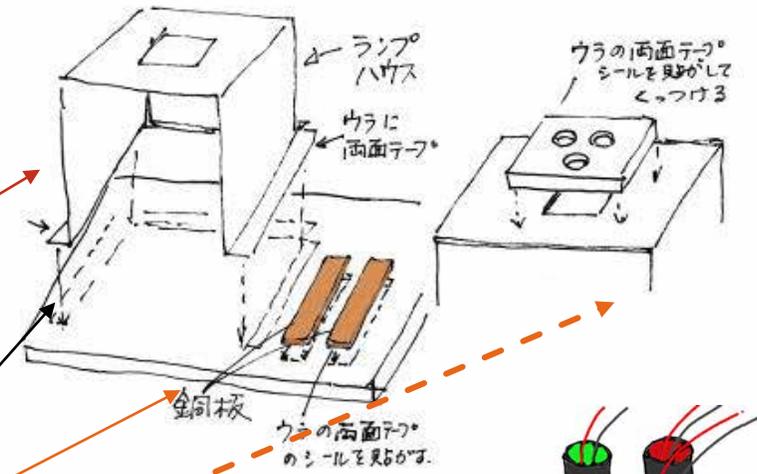
「LED筒差し込み穴あき白いカバー」

ひかり さんげんしよく じっけん そうち

「光の三原色」実験装置

工作の手引き (2)

1. 「ランプハウス」を組み立てます。(両面テープをめくり貼り付けて)
2. 「ベース板」の上に紙製の「ランプハウス」を貼り付けます。(")
3. 続いてベース板の上に「電池ホルダー」と「銅板」2枚を貼り付けます。(")
4. 「黒色チューブ」を3本にカットし、それぞれのチューブに「LED赤、青、緑色」をセットします。
(注：LEDとリード線のつなぎ部のハンダづけが弱いのであまり力をかけないようにしてください)
5. ランプハウス上部の窓に白いカバーを貼り付けます。
6. 「黒色チューブ」にセットしたLEDを「カバー」の3カ所の丸穴にはめます。
7. LEDのリード線を銅板2枚にそれぞれ赤、黒色と分けて「丸シール」で貼り付けます。
8. 「電池ホルダー」に電池を2本セットします。(電池ホルダーのスイッチは切っておきます)
9. スイッチを入れるとLED3色が点灯します。
10. LEDを2色、3色と組み合わせてベース板に光を当て、光の色の組み合わせを調べます。

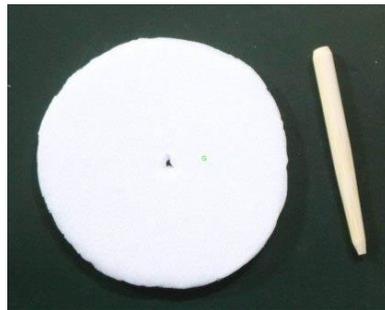


実験2

コマを用いて回転混色
を体感しよう

部品

- ▶ コマ本体と心棒
- ▶ 回転混色実験パターン
 - ▶ ベンハムのコマ
 - ▶ ニュートンのコマ
 - ▶ 白い円盤に自分で好きな色の組み合わせを試してみよう

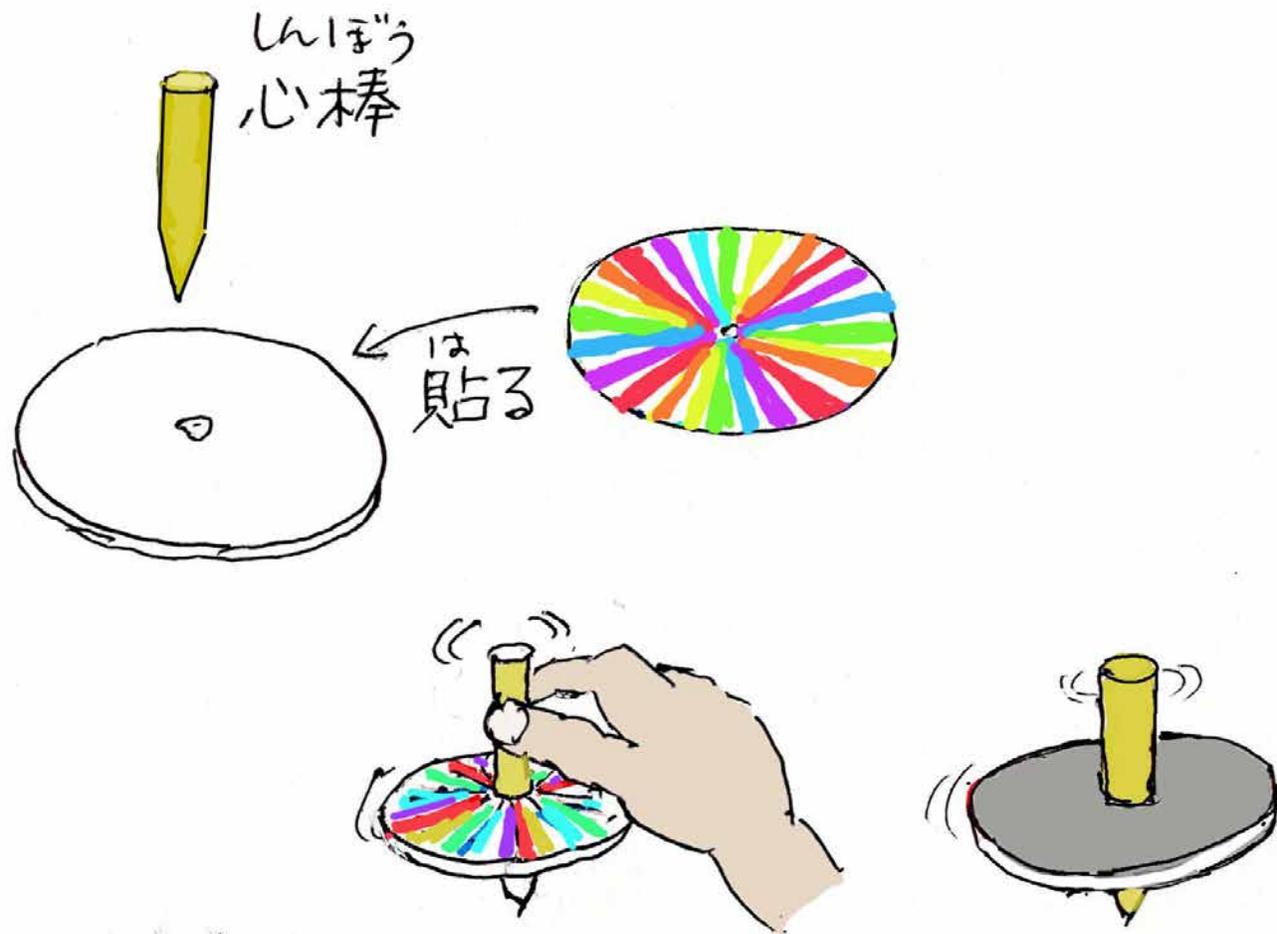


コマ本体（発泡スチロール円盤）と心棒

ニュートンのコマ
ベンハムのコマ



コマにパターンを描いて回転すると どんな色になるかやってみよう



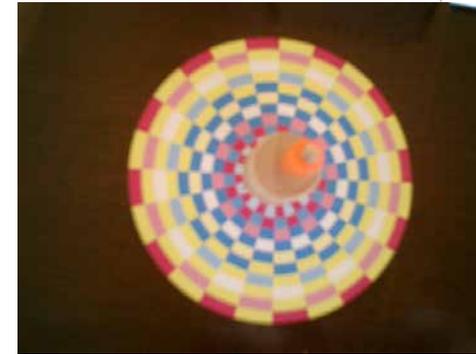
コマを使って回転混色を実験しよう



ニュートンのコマ

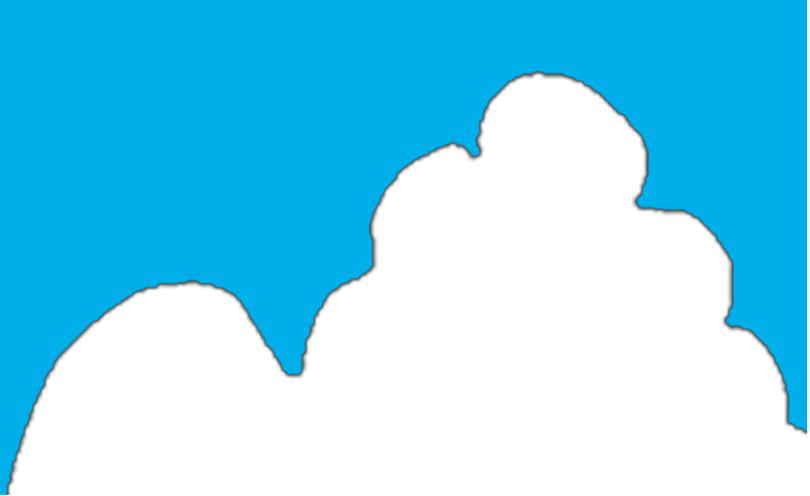


ベンハムのコマ



チェックパターンのコマ





おわりに

- ▶ 今日学んだことをおうちでも、やってみてね。
- ▶ 光と色のテクノロジーに興味を持ってね。