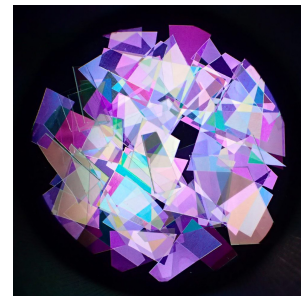


色が変わるよ！ (へんこうまんげ) 偏光万華

岡島茂樹 中部大学名誉教授

1

「偏光華万華？」
2つ重ねた紙コップを回すと？
万華鏡のように、色が変わる綺麗な模様が！



2

必要な材料や道具

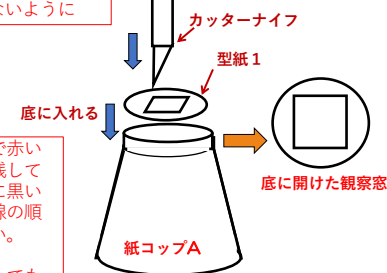
- **材料** ※は学会から送ります、紙コップは各自準備してください
205 ml紙コップ 2個、
※紙コップ底偏光板用四角窓型紙（型紙1） 1枚、
※紙コップ飲み口四角窓型紙__黒画用紙（型紙2） 1枚、
※扇型型紙：黒画用紙（型紙3） 1枚、
※偏光板A：40 mm角 1枚、
※偏光板B：35mm角 1枚、
※トレーシング紙50mm角 1枚、
※透明フィルム
- **道具**
セロハンテープ、
ハサミ、
カッター、
鉛筆

3

紙コップAの工作 紙コップAの底に偏光板用の窓をあける

- ①紙コップAの底に型紙1を置き、四角穴にそって鉛筆で四角を書きます。
- ②型紙1を取り外し、カッターで四角の観察窓をあけます。

型紙は動かさないように



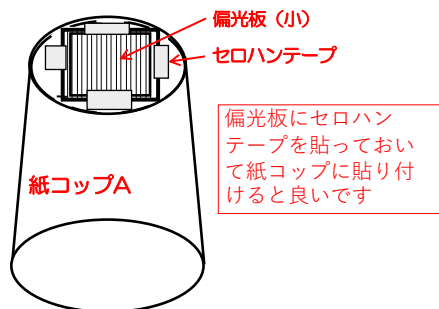
最初は①から④まで赤い線に沿って、少し残して番号順に切り、次に黒い残った部分を対角線の順番で切ると切り易い。

最後はハサミで切っても良いです。

4

紙コップAに偏光板（小）を貼る工作

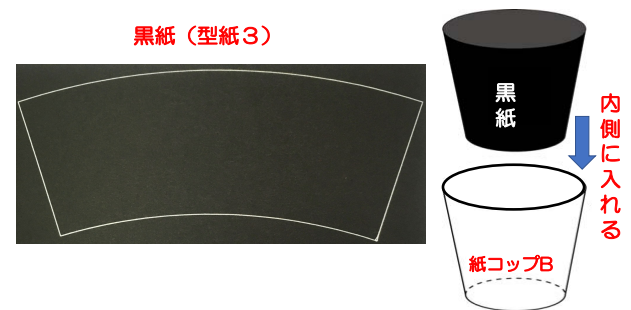
- ①偏光板（小）の保護膜を両面とも外します。外したら、指でさわらないようにしましょう。
- ②紙コップAにあけた四角い窓に、それをセロハンテープで止めます。



5

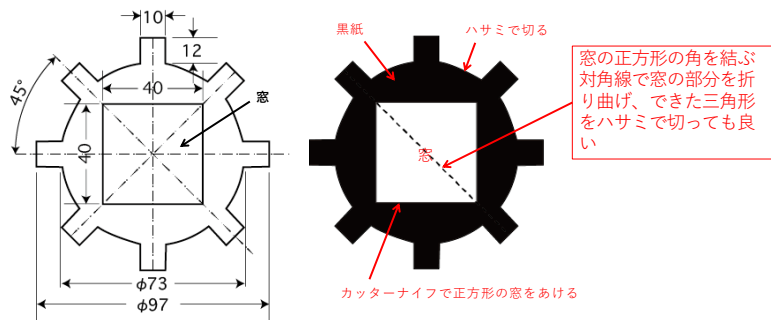
扇型型紙の工作

扇型型紙：黒画用紙（型紙3）をハサミで切ったら、それを丸めてもう一つの紙コップBの内側に入れる



6

紙コップBの飲み口に貼る黒画用紙の窓用型紙（型紙2）を切る

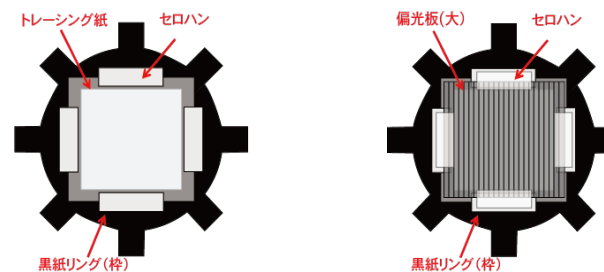


7

トレーシング紙と偏光板（大）を貼る工作

トレーシング紙をまずセロハンテープで貼ります。

- ①偏光板（大）の保護膜を裏表とも剥がします。
- ②トレーシング紙の上に偏光板をセロハンテープで貼ります。保護膜は1枚取って置いて捨てないこと。



8

透明フィルムの工作

①透明フィルムを色んな形にハサミで切り、
 ②それを偏光板の上に重ねて置きます。
 ③その上から保護膜をかぶせて
 セロハン セロハントープで止めます。

取っておいた保護膜と透明フィルムを間違えないように透明フィルムは少し硬いです。

偏光板(大) セロハン 偏光板(大)の保護フィルム 黒紙リング(枠) 伸縮高分子フィルム 黒紙リング(枠) 偏光板(大)の保護膜 透明フィルム(伸縮高分子フィルム) 偏光板(大) トレーシング紙 黒紙リング(枠)

偏光万華基板の重ね順

9

紙コップBの工作

①紙コップBの底を全部、丸く、
 カッターで切り抜き、丸い窓
 を作ります。

②偏光板を固定した黒画用紙を
 紙コップBの飲み口に
 セロハントープで固定します。

◎黒画用紙が外側になる向きに
 なるよう注意します。

10

組み立てて完成

写真をクリックしてください。動画が見られます

紙コップAを紙コップBに重ねる

紙コップAをゆっくり回す

11

参考までに、花卉などの形にすると？

それぞれの写真をクリックしてください。動画が見られます。

12

先生・保護者の皆様へ

入射光 (白色光) → 偏光板1 → 直線偏光 (白色光) → 延伸高分子フィルム (複屈折性フィルム) → 偏光板2 → 透過光 (色が変る)

2枚の偏光板の間に、数種類の透明な延伸高分子フィルムを延伸方向に45°の角度で短冊に切って、1~2枚を重ねて挿入しています。偏光板2を回すと色が変わります。

白色光が偏光板1を通過すると直線偏光の白色光になります。偏光板2との間に透明な延伸高分子シート（複屈折性シート）を置くと、光はこのシートを通過する間に偏光面が回転します。この回転量がシート素材の角度、屈折率（波長に依存）、厚さによって変わります。従って、偏光板2を透過する光はある偏光方向のある波長（色）の光が明るく見えます（色が変る）。図の様に偏光板2を回転させると透過光の色が複雑に変化して見えます。
【偏光万華の原理】

13

偏光が利用された身近な例

偏光サングラス

液晶ディスプレイ (テレビやスマートフォン)

リフレッシュ理科室 (山梨大学、近藤英一先生) https://jp.sharp/products/lcd/tech/s2_1.htmlより転載

14

光は粒子でもあり、波でもある

粒子 (つぶ)

波

15

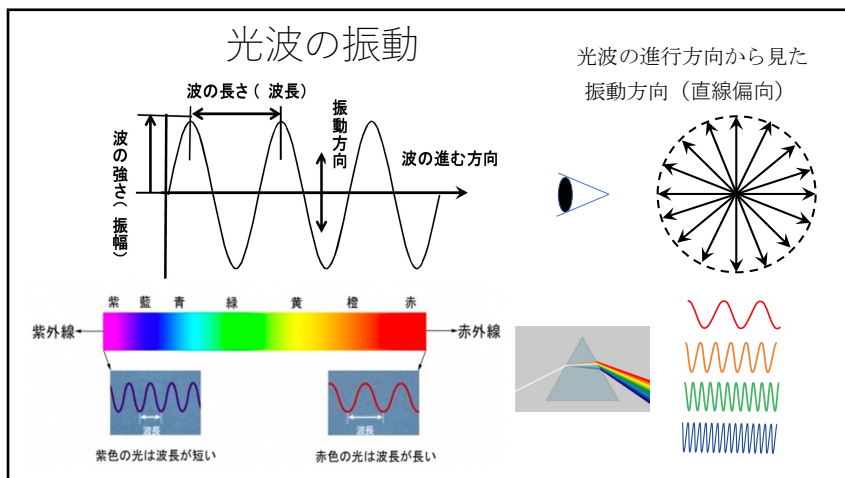
うねり (ウェーブ：波)

うねりの進む方向 →

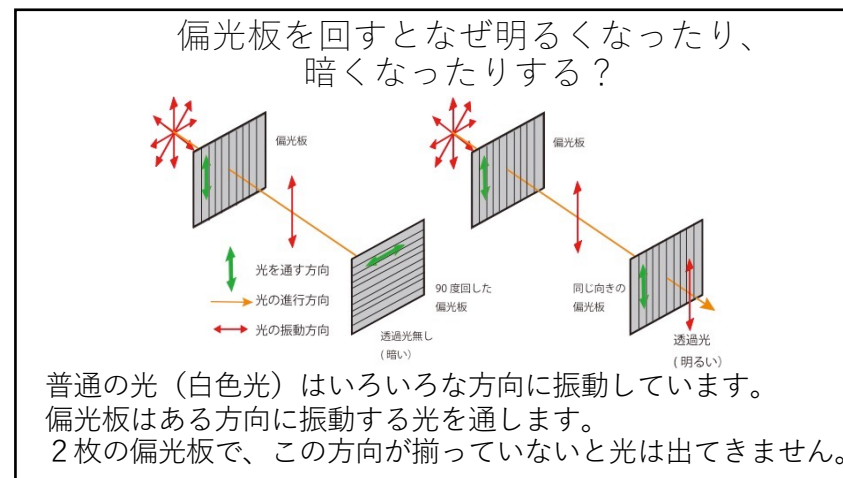
- 人は横に動かず、上下に動くだけ。← 波の振動方向
- うねり (ウェーブ) は動いて見える。← 波の進行方向

横波

16



17



18

どうして色がつくのかな？

- 屈折率
真空中と比べて、物質中では、光の速度は遅くなります。例えば、屈折率が2.4のダイヤモンドの場合、半分くらいに遅くなります。
- 複屈折
縦方向、横方向などで性質の異なる異方性物質では、縦・横で屈折率が異なる場合があります。例えば、方解石結晶とか引っ張って伸ばした高分子フィルムなどです。

周囲を通過してきた光 試料を通過してきた光

光

光学的異方性物質の複屈折現象

19

延伸高分子フィルムをはさむとどうして明るくなったり、色がつく？

☆引き伸ばして分子がそろった高分子フィルムを通ると複屈折のため、ある波長(色)の偏光の振動方向が回転します。
☆フィルムの厚さが変わると回転する角度も変わります。
☆光波長(色)によっても回転する角度も変わります。

縦方向に振動する光波を通す偏光板 横方向に振動する光波を通す偏光板

いろいろな方向に振動する光波 伸ばした高分子フィルムを進むうちに振動方向が回る

20