

実験・実習

実験 E 「偏光板でアート作品を作ろう」

講師：渡邊恵理子(電気通信大学), 田中あや(NTT 物性科学基礎研究所), 河西奈保子(東京都立大学)

学会：応用物理学会

8月8日(月)【実験・実習】9:00~10:30, 11:00~12:30

概要

偏光板とは、決まった方向だけに光をとおす特殊なフィルムで、液晶ディスプレイの画面部材やカメラレンズのフィルターなど様々なところで活用されています。2枚の偏光板を使ってタテヨコに交差させると、光を通したり、遮ったり変化をつけることができます。この実験では、偏光板と偏光板の間に光を屈折させるような素材をはさんで、どのような色に見えるのかを試し、“光”について考えます。自分で好きなアート作品を作ってみましょう。

偏光特性によりきれいな色が見える理由

光は電磁波であり、電場と磁場が垂直に振動している波です。通常、光はいろいろな振動方向の光が混ざった状態です(非偏光)。しかしこの光を偏光板に通すと、透過光は1つの方向に振動している状態「偏光」になります。偏光板は、特定の方向に振動する光のみを通す構造を持った板であり、これらと垂直に電場が振動している光しか透過できないために、透過光が偏光になります。偏光板2枚を通った光は、偏光板2枚の角度によって光の透過量が変わり、同じ向き(0°)であれば通過できて明るく見えますが、垂直(90°)の場合は透過できずに暗く見えます。しかし、屈折率が方向によって異なる複屈折物質または光学的異方性物質をその間に挟むと、条件に応じて光が透過できるようになります。様々な色(波長)の光(例えば赤 R・緑 G・青 B)が重なると白色に見えます。ここで、液晶モニタの白画面をバックライトとして、その白い光を複屈折媒質に照射すると、複屈折物質の屈折率差は波長(色)に依存するため、波長(色)ごとに偏光板を通過する光量が変化します。セロテープは、縦方向と横方向で屈折率が異なる複屈折性(光学的異方性)を有します。そのため偏光板の間にセロテープを挟むと図 1(a)に示すように透過光にきれいな色が付きます。セロテープよりも複屈折の小さい超透明テープを利用すると、図 2(b)に示す通り細かな偏光によるグラデーション色を作ることができます。図 1 に示す通り、セロテープの枚数や、偏光板の角度によって色が変わりますので、その様子を体験して、アート作品に生かしてみてください。

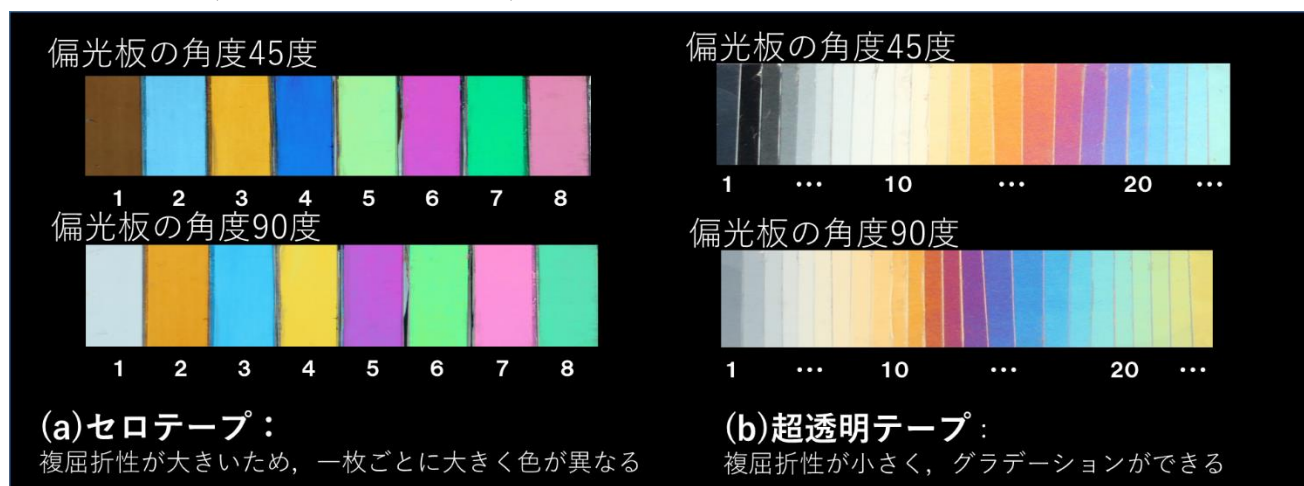


図 1 セロテープと超透明テープ(今回の同封物の同型番)による偏光色の実験結果

準備

1. 封筒の中身を内容物一覧書と照らし合わせて確認してください。
2. タブレット、パソコン、携帯電話等をライトボックスとして利用するので用意してください。
3. ハサミと、その他あると便利なものが家にあれば手元に用意しておいてください。
4. スマホなど、カメラを手を持って動かしやすい通信機器で Zoom に接続してください。

実験 1：偏光板で遊ぼう

1. 周りの風景に偏光板 1 枚をかざして、回転させると明るさが変わる光を探してみましょう。
2. パソコンやスマホの液晶画面に偏光板 1 枚をかざして、回転させてみましょう。
3. 偏光板を 2 枚重ねて、透かして見ながら回転させてみましょう。
4. 透明な素材（ビニール・プラスチックなど）を、液晶モニターと偏光板（または偏光板 2 枚）の間に入れて見てみましょう。ビニール素材は、指で伸ばしてもう一度見てみましょう。
5. きれいな色が見えたら、Zoom の画面を通して他のメンバーに紹介しましょう。なぜそのように見えるのか考えてみましょう。

実験 2：偏光板アートを作ろう

1. 作り方例を参考に、プラ板を使い、セロテープなどの透明素材を重ねて貼っていきます。
2. アート作品ができたら、Zoom の画面を通して他のメンバーに紹介しましょう。

補足：本予稿は 2021 年度夏学，桂ゆかり先生（(国研)物質・材料研究機構）を元に記載しています。

図 1 は田所 利康氏，イラストレイテッド「光の科学」，「光の実験」朝倉書店を参考にしています。

キーワード：「偏光，スペクトル，複屈折，光学的異方性，干渉色図表」自分で調べてみよう。

講師紹介：渡邊恵理子(電気通信大学 准教授) 光情報処理，光計測，画像処理の研究に従事。インターネット上の海賊版定量分析も手掛けている。<http://thetis.f-lab.tech.ucc.ac.jp>

田中あや(NTT 物性科学基礎研究所 主任研究員) ハイドロゲルを使ったバイオデバイスの研究に従事。

http://www.brl.ntt.co.jp/J/group_003/group_003.html

河西奈保子(東京都立大学 教授)工学部応用化学科を卒業し

NTT 研究所を経て 2017 年から現職。バイオセンサーなど物理・化学・生物の融合分野の研究に従事。

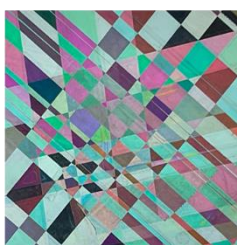
<https://www.tmu.ac.jp/stafflist/data/ka/15629.html>



偏光アートの設置例

- (1)偏光板①をPCのディスプレイが一番明るく見えるように調整してマスキングテープで貼る。
- (2)偏光アートの作り方を参考に試作したプラバンを張り付ける。
- (3)偏光板②を回転させてみたり，プラバンを回転させてみたりして，好みの色を探す。

作り方例①キラキラ彩鮮やか



- (1)セロテープをプラバンに重ねて，好きな色を作る。たくさん重ねると複雑な模様ができる。偏光板やプラバンの向きで色が変わる。

- (2)必要に応じてプラバンを好きな形に切って土台のプラバンに貼る。右図は偏光板を90度配置(黒背景)にした場合の例。



作り方例②：スタンドグラス

黒マジック好きな形を黒油性マジックで描く。その上に，セロテープを貼り，カッターで型取りし，ピンセット等ではがして形を作っていく。

