

偏光フィルムをつくろう

応用化学科 米山直樹

☀ はじめに

“偏光フィルム”を見たことがない人も、偏光フィルムを利用した道具はきっと目にしているでしょう。電卓の表示や液晶テレビはその代表です。釣りやスキーを趣味にする人なら、“偏光サングラス”を使うことがあるでしょう。カメラに詳しい人なら、“偏光フィルタ”で青空や水面を撮るでしょう。本実験テーマのねらいは偏光フィルムを作って遊ぶことを通じて、光に関連した化学と物理への理解を深めてもらうことです。さて断りなく“偏光”という言葉を使ってきました。偏光とは文字通り“偏った光の状態”を表します。一体何が偏っているのかという問いに対しては、光の話を始めないとなりません。ややこしい話は後回しにして、まずは実験を試してみましょう。



図1 偏光フィルムの応用例

さて断りなく“偏光”という言葉を使ってきました。偏光とは文字通り“偏った光の状態”を表します。一体何が偏っているのかという問いに対しては、光の話を始めないとなりません。ややこしい話は後回しにして、まずは実験を試してみましょう。

☀ 実験1 偏光フィルムで楽しむ —物理実験—

はじめに市販の偏光フィルムを使って、偏光の性質を調べてみましょう。

- ① 偏光フィルムを2枚重ねてみると？
- ② 偏光フィルムを通して電卓の液晶画面を見ると？
- ③ 偏光フィルムを通して水面を見ると？
- ④ 偏光フィルムの中にセロハンをはさむと？
- ⑤ お互いを90度で重ねた2枚の偏光フィルムの“間”に45度の角度で3枚めの偏光フィルムを挿入すると？

☀ 実験2 偏光フィルムの作成 —化学実験—

偏光フィルムの作成は次の3段階の手順で行います。

- ① ポリビニルアルコール膜作成 …ポリビニルアルコール(PVA)の厚膜を作る
↓
(1時間加熱乾燥)
 - ② ヨウ素染色とホウ酸架橋 …ヨウ素の添加とPVAの架橋安定化
↓
(1分)
 - ③ 延伸と乾燥 …膜の延伸でヨウ素が配向、偏光性が発現
↓
(10分乾燥)
- 偏光フィルムの完成

【実験手順】

①ポリビニルアルコール(PVA)膜の作成

実験時間の都合上①の手順は準備したものを用い、次の②、③を行います。

②ヨウ素染色とホウ酸架橋

PVA フィルムそのものは透明で偏光特性がありません。
また、せっかく乾かしたフィルムも、ちょっと濡れただけで膨潤して形が崩れてしまいます。
そこで次の手順では、可視光を吸収するヨウ素で染色し、さらにホウ酸でフィルムを構成する PVA 分子同士に結合を作り、安定化させます。

(1)少量の水に 0.1g のヨウ素と 0.25g のヨウ化カリウムを加えヨウ素を溶解させる。この溶液を 250ml の 4%ホウ酸溶液に加えて染色液とする。

(2)手にゴム手袋をして、PVA フィルムを染色液に 30–60 秒間浸漬する。

(3)フィルムを染色液より引き上げて、ろ紙上に広げ、水滴を吸収させる。

③延伸-乾燥

フィルムが濡れているうちに、両端を引っ張ります。これによって PVA とヨウ素分子が引っ張った方向に配向し、偏光特性が生まれます。この状態で乾燥させれば配向した形状のまま固まるので、偏光フィルムの出来上がり、となります。

(1)短冊状の板にフィルムの両端をはさんで固定する。

(2)一方を固定し、他方をゆっくり動かして約 2–3 倍の長さまで引き延ばす。両端を C 型クランプで固定し、引き延ばしたまま約 10 分乾燥させる。

(3)中央部分を適当な大きさに切り取れば完成。

解説 偏光フィルムの化学と物理

【光】

人の目が見ることができる光を可視光といいます。可視光は電磁波の一種であることが知られています。そして電磁波とは電場と磁場が交互に振動しながら進む進行波で、電場が振動する向きは波の進行と垂直方向です（磁場は電場とさらに垂直、図 2(a)参照）。従って電磁波を最小単位で一個分だけ取り出したとしたら、その電場の振動は“本質的に偏った方向を向いている”こととなります。

【非偏光と偏光】

太陽光や懐中電灯から出る光は、複数の電磁波が束になったような状態にあります。束を構成するそれぞれの波の電場方向は全くのランダムです。図 2(b)は光の電場のみを重ねて描いた模式図ですが、普通の光はこの図のように電場の方向がバラバラになった“偏光していない”状態にあります(非偏光)。そして、この“偏光していない光”がわかればもう話は難しくありません。“偏光した光”(これを省略して“偏光”と呼ぶ)は、すなわち電場方向がそろった光の束のことです(直線偏光, 図 2(c))。自然界にある偏光の一例は水面からの反射光が代表的ですが、次に説明するように、偏光フィルムを使えば、電磁場を“フィルタリング”して、簡単に非偏光を偏光にすることができます。

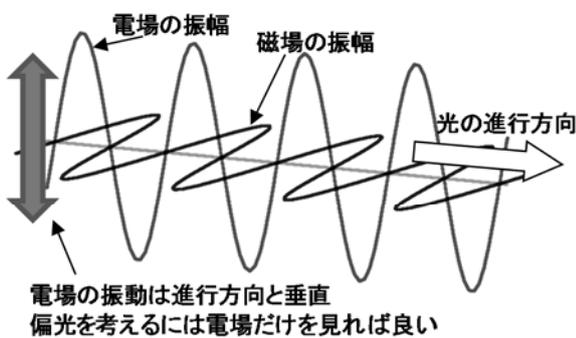


図2(a) 電磁波の一般的模式図

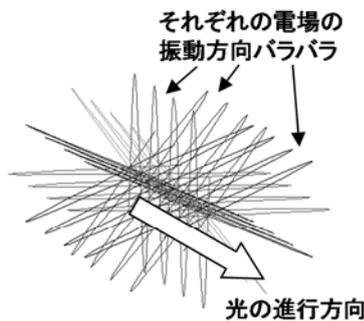


図2(b) 偏光していない光の模式図 (電場のみ表示)

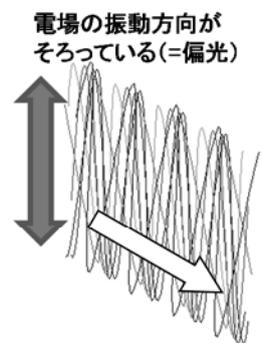


図2(c) 偏光した光の模式図 (電場のみ表示)

【偏光のしくみ】

可視光が偏光フィルムを通過するとき、ヨウ素分子によって一部の光の吸収が起こります。この光の吸収性能がヨウ素分子の向きによって異なるため、フィルムを通過した光が偏光する、というのが基本的なしくみになります。可視光とヨウ素分子中に含まれる電子との相互作用によって、直線状のヨウ素分子に並行な電場は吸収され、垂直な電場は透過します。今回作成した偏光フィルムでは、このヨウ素分子は一本の分子量が約 8 万の高分子 PVA に沿って一方向に良く配向していると考えられます。すなわち、高分子の直鎖方向にヨウ素分子も並行に配列しており、これと並行な電場を持つ光が吸収され、垂直な成分の光だけが透過する、というわけです。

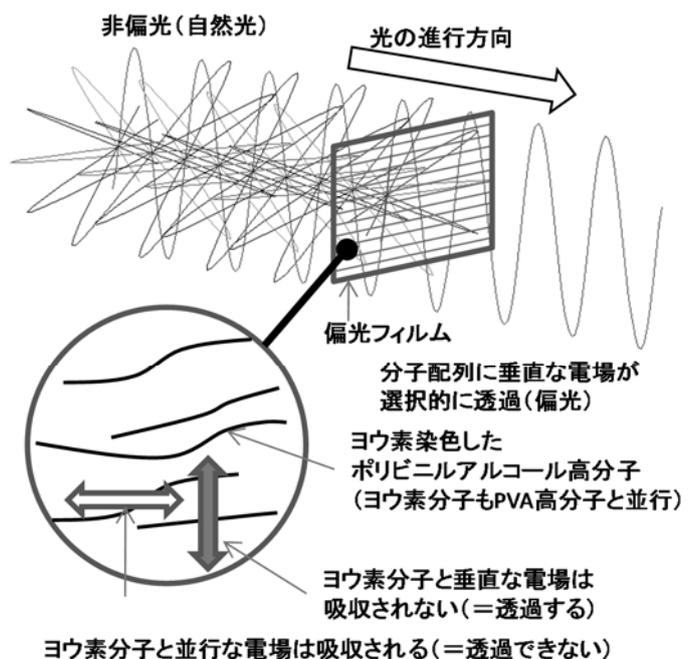


図3 偏光フィルムの構造としくみの模式図