

科学教育実践セミナー「偏光板と液晶」および

夏休み自由研究「ふしぎな板「偏光板」で実験」実施報告

長谷川 能三*

概要

テレビの地上波放送がデジタル化されることもあり、ここ数年で液晶テレビの普及率が高くなっており、非常に身近なものとなっている。しかし「液晶」がどういうものであるかや、液晶テレビに用いられる「偏光板」そのものもあまり知られていない。

そこで2010年の夏休み期間中、教員対象に「偏光板と液晶」についての研修を行ない、またその実践として、小中学生対象の夏休み自由研究「ふしぎな板「偏光板」で実験」を行なったので、ここで合わせて報告する。

1. はじめに

これまで、サイエンスショーで偏光に関する実験を行ったり、「偏光スタンドグラス」という偏光板を使った展示を製作してきた。液晶テレビの普及もあり、「液晶」という言葉はよく知られているが、その液晶テレビに欠かせない「偏光板」という名前はほとんど知られていない。光の性質としても、幾何光学や分光と比べて、偏光についてはあまり知られていない。また、「液晶」についても、その名前は知られていても、いったいどのようなものかはあまり知られていない。

今回、科学教育実践セミナーおよび夏休み自由研究では、「偏光」という光の性質や、偏光だけではない「液晶」の性質について取り上げた。

2. 実施日・参加者

2-1. 科学教育実践セミナー

2010年7月28日(水) 参加25名

7月29日(木) 参加11名

※7月下旬の科学教育実践セミナーは、参加者が少ない傾向がある。

2-2. 夏休み自由研究

2010年7月30日(金) 参加31名

3. 内容

3-1. 科学教育実践セミナー

光の「偏光」という性質の解説した後、それを応用した実験・工作として、「ブラックウォール」と「偏光スタンドグラス」を作成した。



写真1. 科学教育実践セミナーの様子

また、液晶テレビなどの液晶表示では、液晶が光の偏光面を変化させる性質を利用しているが、「液晶」は物質カテゴリーの名称であり、一口に液晶といってもいろいろな性質を持った液晶がある。そこで今回は、温度によって色が変わる液晶を使った「液晶温度計カード」を作成した。

更に最近普及している3D映画には、偏光板や液晶シャッターを使ったものがあり、各方式について解説

*大阪市立科学館 学芸員
hasegawa@sci-museum.jp

した。また、その中でも円偏光を利用した3Dメガネを用いると、コガネムシの色の見え方が変わることも紹介した。

科学教育実践セミナーのテキストを121～124ページに掲載する。

3-2. 夏休み自由研究

基本的には、科学教育実践セミナーで紹介した内容と同じであるが、その場での工作はなるべく簡単にして材料を余分に配布したり、自由研究になるヒントを出すなど、夏休みの自由研究として家に帰ってからも続きができるように行なった。

125～127ページにテキストを掲載したが、書き込みのスペースを多くとっている。



写真2. 夏休み自由研究の様子

4. まとめ

偏光板や液晶は、もう新素材と言えない一般的な素材となっている。しかし、こういった内容について学ぶ機会がなかなかないため、教員でもほとんど知らない方が多いようであった。

新素材というと技術的な部分が大きくなってしまいが、数十年前の素材となると科学的な側面も大きい。学校では指導要領外のことについては時間を取りにくい面もあるが、こういった新しい科学についても少しずつ取り入れてもらえればと思う。

2010年7月28日・29日

科学教育実践セミナー

物理実験実習

「偏光板と液晶」

大阪市立科学館

長谷川 能三

〒530-0005 大阪市 北区 中之島 4-2-1

Phone : 06-6444-5656

Fax : 06-6444-5657

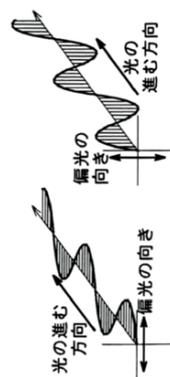
E-mail : hasegawa@sci-museum.jp

Web : <http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~nozo>

■偏光板（偏光フィルター）の性質

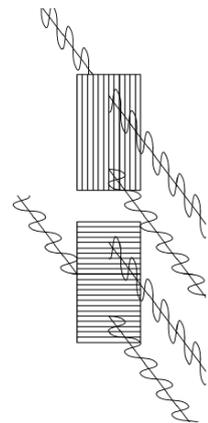
2枚の偏光板を

- ・ 同じ向きに重ねると・・・
- ・ 直交させて重ねると・・・



光には波の性質がありますが、海面などの波というよりも、ゆるく張ったロープの端を持って振るとその動きがロープを伝わって進んでいく…そんな様子をイメージしてもらおうといいでしょう。

この場合に、ロープは上下に振ったり左右に振ったりすることができます。このような振動の向きが、光の「偏光」という性質にあたります。ロープを斜めに振ることもできますが、その場合には上下と左右の動きが合わさっていると考えます。



このロープを伝わって進んでいく「振れ」ですが、縦の格子があると、上下の振れは格子を通り抜けて進むことができますが、左右の振れは格子のところで止まってしまいます。逆に横の格子があると、上下の振れは格子のところで止まってしまいますが、左右の振れは格子を通り抜けて進んでいきます。

この格子にあたるのが「偏光板」とか「偏光フィルター」というもので、あの向きに偏光した光しか通しません。ですから、2枚の偏光板を格子の方向が縦と横になるように重ねると、光が通らなくなって、真っ黒になります。

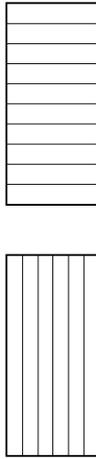
①「ブラックウォール」をつくらう（小学校中学年～）

【用意するもの】

- ・ 偏光板（0.2mm程度以下の薄手のもの）
- ・ セロハンテープ
- ・ 鉛筆やビー玉等
- ・ 必要に極じてハサミ

【準備】

- ・ あらかじめ偏光板をカットしておきます（今回は3.5×7cm）。ただし、一方は長辺の向きに偏光した光を通し、もう一方は短辺の向きに偏光した光を通すようにカットすること。



【作り方】

- ① 2枚の偏光板を重ねると、真っ黒になることを確認する。
- ② 2枚の偏光板の長辺がびつたり合うように並べて、間をセロハンテープは折り返さずにかットすることは、間をセロハンテープは折り返さずにかットすること。
- ③ 2枚つなげた偏光板を、4等分するように、短辺に平行に折り曲げる。この時、セロハンテープでとめた側を外側にすること。
- ④ テープを1/4だけのはがし、偏光板が三角柱型になるようにして、はがしたテープでとめる。
- ⑤ 三角柱の筒の真ん中に黒い膜のようなものが見えますが、中に鉛筆などを差し込んだり、ビー玉などを入れても、黒い膜は破れずに通り返ります。

【備考】

- ・ 今回使用したサイズで、偏光板は1人分100円程度となります。これ以上小さくなると、工作が難しくなります。
- ・ 全ての偏光板を同じ向きにカットしないように、注意してください。
- ・ 今回のサイズで、直径10mm程度の小さなビー玉が中に入ります。

②「偏光ステンドグラス」をつくらう（小学校低学年～）

【用意するもの】

- ・ 偏光板：同サイズ2枚（または、大1枚+小1枚）
- ・ セロハンテープや、荷造り用の幅広透明テープ（セロハンテープは、Scotch「透明美色」を除く）
- ・ ハサミ（または、カッターナイフ）
- ・ 下絵用に紙と鉛筆など

【作り方】

- ① どの絵の偏光ステンドグラスにしたいか、紙に下絵を描いておくといいでしよう。
- ② 下絵の上に大きい方の偏光板を重ねます。
- ③ 下絵に合わせて、カットしたセロハンテープを偏光板に貼っていきませう。セロハンテープの向きや重ねる枚数によって、もう1枚の偏光板を通して見たときの色が変わります。
- ④ そのままではセロハンテープが貼ってあるだけですが、もう1枚の偏光板を重ねると、きれいな色になります。また重ねた偏光板の向きを変えると、色も変化します。

【備考】

- ・ 小さなサイズの場合には、セロハンテープを貼った後、同じ大きさの偏光板を重ねるといいでしょう。
- ・ 大きなサイズ（例えば30cm角）で作る場合には、セロハンテープを貼った後、小さな偏光板を通して見るといいでしょう。
- ・ セロハンテープを貼った偏光板には、向こう側から照明をあてるときれいに見えます。また、偏光板の向こう側に薄い紙を重ねるなどして、光を拡散させるといいでしょう。
- ・ カッターナイフが自由に使える場合には、以下のような方法もあります。
 - ・ セロハンテープを細かくカットせずに偏光板に何枚か重ねて貼る
 - ・ カッターナイフで下絵に沿って、セロハンテープにだけ切れ目を入れる
 - ・ 不要な部分のセロハンテープをはがす
- ・ セロハンテープのような材料は、「複屈折」という性質があります。光の偏光の方向によって屈折率がわずかに異なり、波がずれていくことで偏光の方向が変わってしまいます。

■ 液晶とは

液体：個々の分子が自由に動き回ることができる

結晶：原子や分子が規則正しく並んでいる

液晶：液体だけれど、近隣の分子どうしは規則的に並ぼうとする

液晶温度計では、液晶（コレステリック液晶）の分子がらせん階段状に並んでいます。波長がらせん一周分の長さの光をよく反射するのですが、温度によってらせん一周の長さが変わるため、温度変化が反射する色の違いとなって見えます。

③ 「液晶温度計カード」をつくろう（小学校中学年～）

【用意するもの】

- ・ 液晶インク（1瓶10gで1万円弱）
- ・ 黒画用紙（適当なサイズにカットしたもの）
- ・ 筆（細めのもの）

【作り方】

- ① あらかじめ、黒画用紙は適当なサイズにカットしておく。
また、必要に応じて下絵を印刷しておく。
- ② 液晶インクは、水を5～10cm³程度加えて薄めておく。
（黒画用紙を使用する場合、黒インクは使わない）
- ③ 黒画用紙の上に、液晶インクで絵を描く。このとき、インクが白く見えるくらいインクを盛り上げて、そのまま30分～1時間乾かす。
- ④ 手のひらの上にカードをのせると、体温でインクの色が変わります。

【備考】

- ・ このインクは高価な割りに少量ですので、こぼしたりしないように注意しましょう。
- ・ 液晶インクの説明書には「水で3～5倍に薄めて」とありますが、加える水はせいぜい10cm³程度にしておいた方がいいようです。
- ・ 自由に絵を描かせると、使用するインクの量や、絵を描く時間などが予想以上になりやすいため、星座の下絵などを用意するとよい。

■ 3D映画

● XpanD

現在、日本でおそらく一番多いのが「XpanD」という方式です。どの方式か知らないけど3D映画を見たという場合は、XpanDの可能性が高いです。

この方式では、映写機からは左目用の映像と右目用の映像を交互に映し出しています。XpanDの3Dメガネは液晶シャッターを使っていて、左目用の映像が映っている瞬間には、左目側は透明、右目側は真っ黒にして、左目でだけ映像が見えるように、右目用の映像が映っている瞬間には、右目側を透明、左目側を真っ黒にして、右目だけで映像が見えるようにしています。

この方式は、メガネが重いのと、暗く感じるという欠点があります。液晶シャッターを駆動する回路や電池を3Dメガネに組み込んでありますので、どうしてもメガネは重くなってしまいます。また、液晶表示パネルはそもそも光を半分以下しか通さない上、時間的にも半分以上の時間、黒くなって光を通しませんので、3Dメガネを掛けると明るさは4分の1以下になってしまいます。しかし、他の3Dの方式でも映写機側で明るさは半分以下に、さらに3Dメガネで半分以下になっているので、映写機本来の明るさの4分の1以下になってしまいうということでは同じなのです。ただ、3Dメガネを掛けたときと掛けていないときの差が大きいために、暗いと感じやすいようです。

● Dolby-3D

この方式を採用している映画館はあまり多くなくて、近畿では、布施ラインシネマ(大阪府)、Tジョイ京都、舞鶴八千代館(京都府)、アレックスシネマの大津と水口(滋賀県)、シネパレス山陽座(兵庫県)くらいのみです。

光の三原色「赤」「青」「緑」を使うと、ほとんど全ての色を表わすことができますが、Dolby-3Dではこの光の三原色をさらに長波長側と短波長側に分けています。だいたい「赤」「赤っぽいオレンジ」「黄緑」「緑」「青緑」「青紫」という感じです。そして、3Dメガネ左目のフィルターはこのうち「赤」「黄緑」「青緑」だけを通し、右目のフィルターは「赤っぽいオレンジ」「緑」「青紫」だけを通します(白黒ですが、写真4は上が左目のフィルターを通った光のスペクトル、下が右目のフィルターを通った光のスペクトル)。少し光の三原色からずれていますが、これでもほぼ全ての色を表わすことができるのです。

映写機は、左目用と右目用の映像を交互に映し出しているのですが、半分の左目用のフィルター、もう半分の右目用のフィルターになった大きな円形のフィルターを映写機の前で回転させ、左目用の映像は「赤」「黄緑」「青緑」だけで、右目用の映像は「赤っぽいオレンジ」「緑」「青紫」だけで映写しています。

● IMAXデジタル3D方式

この方式では、左目用の映像を映す映写機には偏光板が縦向きに、右目用の映像を映す映写機には偏光板が横向きに取り付けられています。また、3Dメガネも偏光板でできていて、右目用の映像は右目だけで、左目用の映像は左目だけで見えるようになっています。

IMAXデジタル3Dのシアターは、日本全国で現在4ヶ所のみ、関西では箕面しかありません。しかし、映写するプロジェクターを2台使っているのです、他の方式と比べて映像が明るいか、スクリーンサイズが縦にも少し大きいなど、迫力や臨場感が増すように、3Dの方式以外の部分についても他とは差別化を図っています。

ただ、このような偏光板を使った場合、映画を見ているときに頭を傾げると、映像が二重に見えてしまうという欠点もあります。

● Real-D方式

ロープを振るという例えでいうと、ロープの端を上下や左右に振るのではなく、くるくる回すように振るとロープがらせん状に振れます。また、ロープを時計回りに回すか、反時計回りに回すかで、ロープを伝わるらせんの向きが異なります。光でもこのような偏光があって「円偏光」といい、「右回り偏光」と「左回り偏光」の2種類があります。

ワーナーマイカル系の映画館で採用されているReal-D方式はこの円偏光を使っていて、首を傾けても映像が二重に見えることはありません。また、メガネをかけている人向けに、クリップオン式の3Dメガネも別売されています。

④ 「円偏光で見え方が異なるコガネムシ」(小学校低学年～)

【用意するもの】

- ・ Real-D方式の3Dメガネ
- ・ その他昆虫採集に必要なもの

【解説】

- ・ タマムシやコガネムシなどの昆虫は、構造色という特殊な方法できれいな色に見えています。
- ・ その中でも、コガネムシは種類によって左まわり偏光ではきれいな色に見えるのに、右まわり偏光では茶色っぽくしか見えません。
- ・ コガネムシを探して、Real-Dの3Dメガネの左目の偏光板と右目の偏光板を通して比べてみると、このような昆虫を見つけ出すことができます。

2010年7月30日

夏休み自由研究

ふしぎな板
「偏光板」で実験

大阪市立科学館 長谷川 能三

〒530-0005

大阪市 北区 中之島 4-2-1

電話：06-6444-5656

ホームページ：

<http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~nozo/>



■「偏光板（へんこうばん）」はふしぎ？

1枚ではどんな板？

2枚ではどんなことがおこる？

— 1 —

■「偏光板」のしくみ

光には、_____みたいに進む光と
_____みたいに進む光があります。

光が進むときの体のむきを、
「^{へんこう}偏光」といいます。

偏光板は、あるむきに偏光した光だけを
通します。

偏光板を2枚かさねると、^{とうめい}透明になっ
り、黒くなったりします。

— 2 —

■ブラックウォール(黒いかべ)を作ろう

むきの違う2枚の偏光板をつないで、
筒にすると、まん中に「黒いかべ」の
ようなものが…。

- ・黒いかべは、ほんとうに見えている？
- ・黒いかべは、ほんとうにある？
- ・違う形でも黒いかべはできる？
- ・もっと大きなものを作ったら？

— 3 —

■セロハンテープが…

1枚の偏光板の上にセロハンテープをはって、もう1枚の偏光板をとおして見ると、どうなったでしょう。

ちゆうい 注意：スコッチとうめいびしょく透明美色というセロハンテープではできません。

— 4 —

■色がつくもの、つかないもの

2枚の偏光板のあいだに入れると、

・色がついてみえるもの

・色がかわらないもの

— 5 —

■「偏光スタンドグラス」をつくろう

偏光板にセロハンテープなどをはって、もう1枚の偏光板をとおして見るときれいにみえる「偏光スタンドグラス」を作ってみよう。

・どんなむきに何枚はると、どんな色？

・セロハンテープだけではなく…

・もっと大きなものを作ってみる？

— 6 —

■科学館には…

科学館には、とても大きな偏光スタンドグラスがあります。どこにあるか、どこから見るといいか、さがしてみましよう。

・見るための場所はあちこちにありますが

・見るための場所ではないところでも、色が見えるところがあります。

— 7 —

■^{えきしやう}液晶テレビのひみつ

液晶テレビを偏光板をとおして見ると、

_____になった。

ということは、液晶テレビには、液晶と

_____が使われている。

■テレビ以外の液晶

・^{ちやうこう}調光ガラス

くもりガラスになったり、^{とうめい}透明になったりするガラス

・^{おんどけい}液晶温度計

温度で色が変わります

科学館の展示場4階に、「手形をつけよう」という展示もあります。

今日、最初に名前をかいたのは、
液晶温度計と同じ材料の^{ざいりやう}インクです。

■3D映画

3D映画には、偏光板や液晶をつかっているものがあります。

XpanD (エクスパンド)

液晶をつかって、右目と左目を^{こうご}交互に黒くしたり透明にしたりしています。

映画も、右目で見るとの絵と、左目で見るとの絵を、交互にうつしています。

IMAX-3D (アイマックススリーディー)

たてにした偏光板と横にした偏光板をとおして、映画をうつしています。

メガネもたてと横の偏光板です。

Real-D (リアル・ディー)

^{えんへんこう}円偏光というものをつかっている、メガネは、偏光板にセロハンテープのようなものをはってあります。

ワーナーマイカルシネマズの映画館の3D映画がこのメガネで、映画のあと、メガネを持ってかえることができます。

このメガネでコガネムシを見ると、左目では_____ですが、右目では_____です。