

サイエンスショー「フシギな偏光板」実施報告

長谷川 能三*

概要

2015年9月～11月のサイエンスショーでは、偏光をテーマにした「フシギな偏光板」を実施した。偏光板を扱ったサイエンスショーは、これまでも2004年秋と2009年夏に実施し、その後は科学デモンストレーターがエキストラ実験ショーでも行なっており、人気のある実験である。

今回のサイエンスショーでは、これまでの偏光に関するサイエンスショーの内容を踏襲しつつ、新たな実験も加えたので、その内容について報告する。

1. はじめに

偏光は光の基本的な性質のひとつではあるが、あまり一般には知られていない。また、偏光板は液晶と組み合わせて、液晶テレビやパソコンのモニタ、携帯電話やスマートフォンの画面、デジタル表示の時計など、身のまわりでよく使われている素材である。しかし、これらは「液晶表示」であって、偏光板という名称や偏光板が使われていることは、やはり一般にはあまり知られていない。

今回のサイエンスショーでは、タイトルでも「偏光板」の名前を出し、身近であるのにあまり知られていない偏光板の不思議な性質を、実験を通して紹介した。また、偏光板を見学者ひとりひとりに配布することで、自ら現象を発見していってもらえるように心がけた。

2. 実験内容

今回のサイエンスショーでは、以下の実験を行なった。ただし、演示担当者や見学者層によって、一部の実験を行なわなかったり、順序が異なることがある。

2-1. ブラックウォール

偏光板の演示実験としてはよく知られた実験である。筒の上半分と下半分で、筒に貼る偏光板の向きを変えることで、まん中に黒い膜か板のようなものが見える。しかし、筒にボールや腕を通してこの黒い膜を通り抜け、筒を上から覗くと何もなかったことがわかる。



写真1. ブラックウォール



写真2. 配布した偏光板

2-2. 偏光板の性質

ブラックウォールには偏光板というものを使っている

*大阪市立科学館 学芸員
hasegawa@sci-museum.jp



写真3. 偏光板を通して見たブラックウォール

ことを紹介した上で、見学者ひとりひとりに、約12cm×7cm、厚さ0.76mmの厚手の偏光板を1枚ずつ配布した。偏光板1枚ではほとんど何も変わったことは起こらないが、演示台の上に置いたブラックウォールが半分黒く見え、さらに偏光板の向きやブラックウォールの向きを変えると、黒くなる部分と透明に見える部分が逆になる。

そこで偏光板とはどういうものなのか、鯛とカレイの絵を光の偏光面（電場の振動面）に例え、魚焼きの網を偏光板に見立てて解説した。つまり、鯛とカレイでは、泳ぐときの体の向きが違うので、魚が進む方向を光の進む方向、体の広がりの方を偏光面に例える。偏光板を通るかどうかわかれば、光が波であることを言う必要はなく、子どもでも大人でもわかりやすい例えになっている。ただし、斜め偏光や、偏光のある方向成分だけが通り抜ける、円偏光などは、この例えでは説明できない。

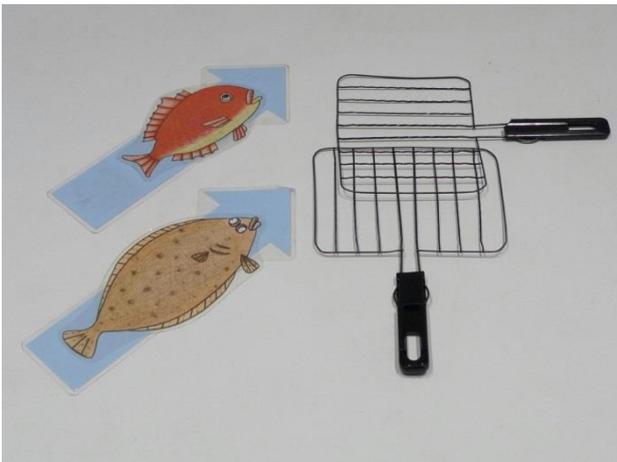


写真4. 偏光と偏光板を解説する道具

2-3. ブラックウォールのしくみ

偏光という光の性質と、偏光板の仕組みを理解したところで、ブラックウォールのまん中になぜ黒く見える部

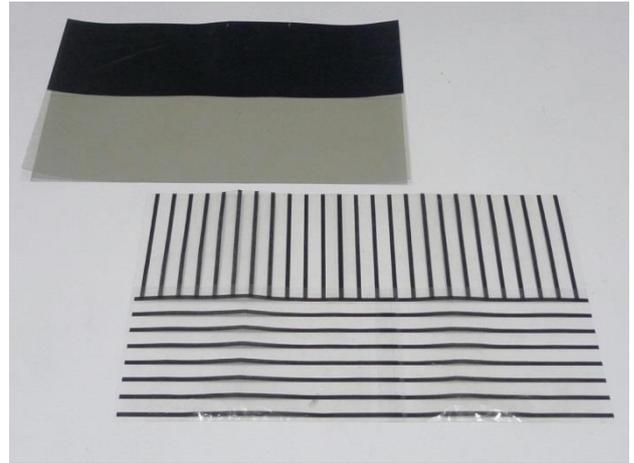


写真5. ブラックウォール説明用の道具

分があるのかを種明かした。ここでは、向きを変えた偏光板をつなぎ合わせたシートと、偏光板の向きを縞模様で表わしたシートを使った（写真5は、偏光板を通して撮影）。これを筒状にすることで、筒の上半分は縦縞だけ、下半分は横縞だけであるが、つなぎ目のところは手前の縦縞と奥の横縞（または、手前の横縞と奥の縦縞）が重なり、黒く見えることがわかる。

2-4. テクナメーション

テクナメーションは、例えば川の写真に水が流れているかのような効果をもたらす手法で、偏光板を用いている。

写真6の奥の図のように、向きの異なる偏光板をつなぎ合わせることで、偏光板を通して見ると、写真6手前のように一部が黒くなって見える。さらに、偏光板を回転させることにより、黒い部分が移り変わっていくために、動いているように見えるものである。

これまで、写真6左のような縞模様のものを使っていた。しかしこれを作成するには、いろいろな向きに細長く切った偏光板が必要であり、無駄が多かった。今回、写真6右のような円形のものを追加した。これは、偏光

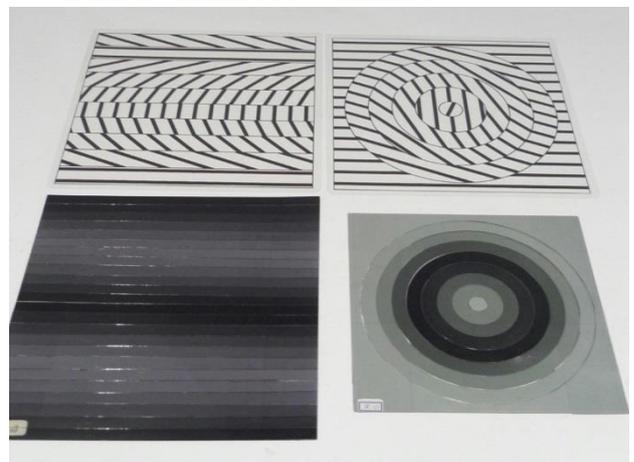


写真6. テクナメーション

板を同心円状に切り抜いていき、向きを少しずつ変えて貼り合わせるので、全く無駄がなく作ることができた。

サイエンスショーでは、まず写真6左手前のテクナメーションで縞模様が動くのを見てもらい、なぜこう見えるかを左奥の図で解説した。その上で、右奥の図を先に見せ、このように偏光板を組み合わせたどのように見えるかを予想してもらった。残念ながら、円の大きさが変化して見えるという正解を予想した人は少なく、多くの人が回転して見えるという予想であった。

2-5. 光弾性

光弾性は、2枚の偏光板の間に透明なプラスチック製品などを挟むと、応力がかかっている部分が色の縞になって見える現象である。サイエンスショーでは、A3サイズのライトボックスに偏光板をかぶせ、見学者に配布した偏光板とで挟み、光弾性を観察してもらった。

偏光板の間に挟むものとしては、麦茶を入れる給水ポット、CDのケース、コンビニなどのお弁当の蓋がきれいな色に見える。また、使い捨てのプラスチックのコップとガラスのコップを挟むと、プラスチックのコップはきれいな色に見えるが、ガラスのコップには色がついて見えない。これは、プラスチックは成形した後、すぐに冷

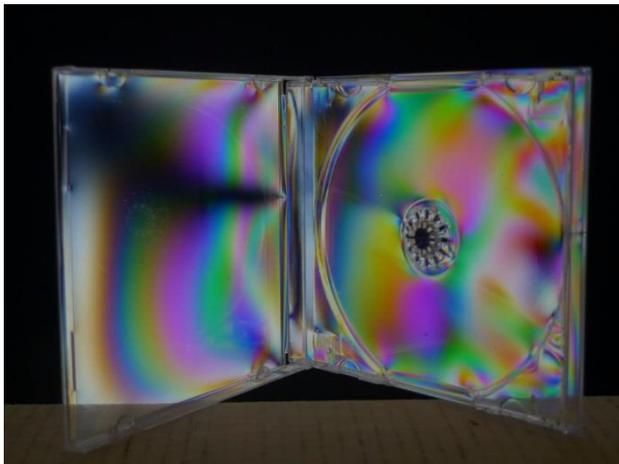


写真7. CDのケースの光弾性

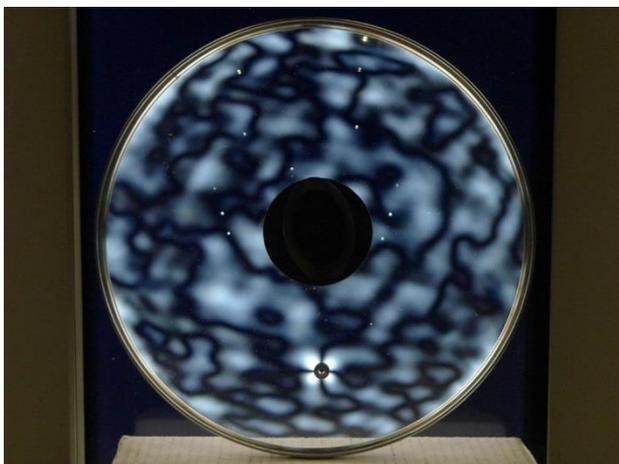


写真8. ガラス製のフライパンの蓋の光弾性

やすため、ひずみが残っているが、ガラスは成形後に徐冷してひずみを残さないようにしているからである。

ところが、強化ガラスは中にひずみを残すことで割れにくくしている。そこで、強化ガラスが使われているものとして、ガラス製のフライパンの蓋を偏光板に挟んで見たところ、写真8のような模様が見られた。ただ、プラスチック製品のようなカラフルな色には見えなかった。

このような色が見えるためには、プラスチック製品でもゆがみが必要であることを見てもらうために、ポリ袋を使用した。ポリ袋は、そのままではほとんど色がついて見えないが、引き伸ばすと色づいて見えるのである。

また、幅広のセロハンテープは、通常のセロハンテープより厚みがあるため、非常にカラフルに色づいて見える。ただ、偏光板の向きに対して、斜めに貼らなければならない。

2-6. 液晶

見学者に「偏光板を見たことがありますか？」と尋ねても、残念ながら偏光板を見たことがあるという人はほとんどいない。しかし、液晶表示には必ず偏光板が使われおり、毎日のように目にしているものなのである。

そこで、偏光板を剥がした液晶時計やパソコンを見せ、見えるはずのものが見えないが、手元の偏光板を通すと見えることを確認してもらった。

さらに、10cm角程度の大きさで1セルの液晶パネルを用いた。これは、そのままでは偏光面が90度変わるが、スイッチを入れる(電圧をかける)と偏光面がそのままになるため、2枚の偏光板の間に挟むと、光が通ったり通らなくなることを見てもらった。

尚、写真9のノートパソコンは、使わなくなった古いもので、一旦ディスプレイの部分を分解して偏光板を剥がし、再度組み立てたものである。また、偏光板の向きが斜めになっているため、上に載せている偏光板は、偏光の軸に対して斜めにカットしたものである。



写真9. 偏光板を剥がしたノートパソコン

2-7. 偏光ステンドグラス

最後に、セロハンテープを使うとステンドグラスのようなものを作ることができること、また、科学館の入口の上には、巨大な偏光ステンドグラスがあることを紹介した。



写真10. 偏光ステンドグラス

[参考]

長谷川能三「サイエンスショー「見えたり見えなくなったり」実施報告」

大阪市立科学館研究報告15号, p188(2005)

長谷川能三「サイエンスショー「見える・見えないのふしぎ」実施報告」

大阪市立科学館研究報告20号, p123(2010)

3. 考察

偏光に関する実験は、サイエンスショーのテーマとして過去2回やっただけでなく、エキストラ実験ショーでもたびたび行なわれているが、見学者の反応が非常に高い。

また、見学者ひとりひとりに偏光板を配布することで、自ら発見する喜びを味わっていただくことができる。このように見学者ひとりひとりに配布するやり方は、少人数対象ではよく行なわれているが、100名程度も入る会場ではなかなか行なわれていないと思われる。これだけの人数に配布するのは手間のかかることであるが、それに見合う十分の効果があると考えている。尚、3ヶ月間に297回実施し、19,494人の方に見ていただいたが、その間、紛失や折れ曲がったりして交換した偏光板は、わずか36枚であった。