

科学啓蒙活動を通じた地域貢献

— 偏光と旋光を利用した万華鏡教材の開発 —

鈴木 伸哉*, 小澤 妙子*

Contributions to the Local Community by a Science Educational Activity
-A Kaleidoscope Using Polarization and Optical Rotatory power Effects-

SUZUKI Shinya*,
OZAWA Taeko*

The colleges of technology are expected to contribute to the local community, one of which is a science educational campaign to children in the region. We participated in "Hida-Takayama Science Day" and opened a kaleidoscope making laboratory for children between the ages of nine to fifteen. The kaleidoscope was a three-mirror iridescent type, using the principles of polarization and optical rotatory power of light. The kit was all in one kit, the parts of which were arranged so that the participants might build their kaleidoscopes easily and safely. The assembly manual was also prepared for the participants to produce their instruments for themselves. Our event attracted 82 children and their parents. After a-40-minute work with a great deal of concentration when the participants saw the images of beautiful symmetrical patterns of infinitive variety, they seemed to discover the sense of wonder of science. We found a need for improvement so that our project might be suitable for children in a wide age range; however, our project got a favorable reception and it encouraged the participants to be aware of the fun of science.

キーワード Kaleidoscope, Polarization, Optical Rotatory Power, Contributions to Local Community

1. はじめに

高専の教職員は、学内の授業や実習といった主な業務に加えて、出前授業や科学イベントへの出展といった地域連携・地域貢献という役割を担っている。本校では、富山を含む飛騨・高山地区近隣の地域の学校や企業が共催・協力して行う科学イベント「飛騨・高山サイエンスデー」に出展し、地域の子供たちへの科学啓蒙活動を行っている。本年度は、以下のような特徴をもつセロハンテープや卵のパック(以後、中間媒質と呼ぶ)が色づいて見える教材を選択した。

- ① 子供たちが自分の手でつくり、自分の目で見て科学の驚きや感動を得ることができる。
- ② ハサミやテープといった身近な工具で製作できる
- ③ 小学生から中学生を対象とした子供が自分で製

作でき、持ち帰りができる。

従来の中間媒質が色づいて見える教材は、2枚の偏光板の間にセロハンテープを貼り付けたガラスを挿入する構成⁽¹⁾や、2つの紙コップの底に穴をあけ、その穴に偏光シートを貼り付けて、2つの紙コップで中間媒質を挟む構成をしている。特に後者の紙コップを用いたものは、科学イベントで多数の来場者の持ち帰りには適しているが、一般的な3つの鏡を用いた万華鏡のような幾何学模様が見えないために、見劣りすると受け取られることがある。

そこで、この後者の教材に3つの鏡を取り付けることで、色づいた中間媒質の幾何学模様が見える万華鏡(以後、偏光万華鏡と呼ぶ)を開発した。

2. 偏光万華鏡の原理

1章で述べた中間媒質が色づいて見える原理を整理した。

* 技術室

e-mail: suzukish@nc-toyama.ac.jp

e-mail: koseyae8@nc-toyama.ac.jp

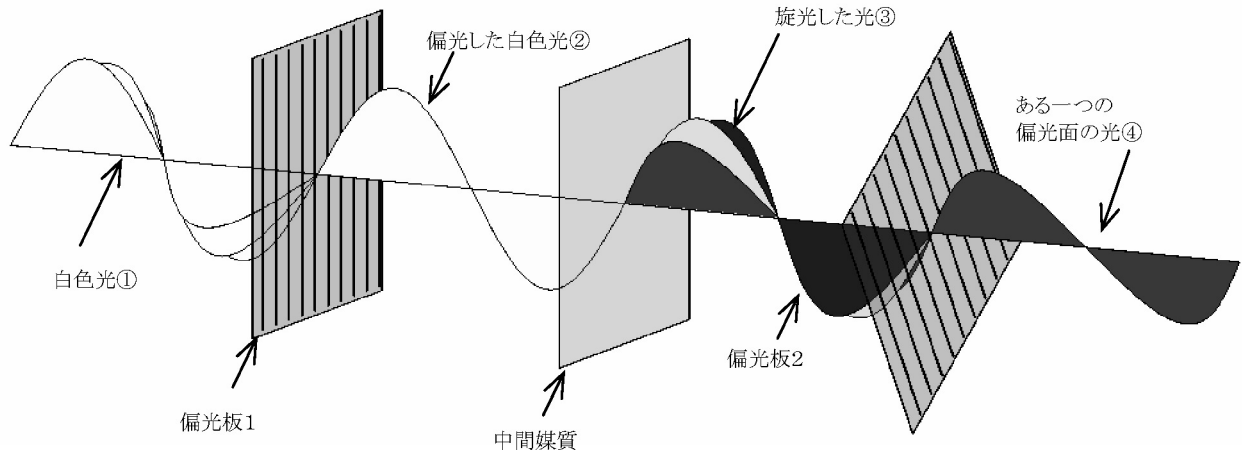


図1 偏光と旋光によって中間媒質が色づいて見える原理図

図1に偏光と旋光によって中間媒質が色づいて見える原理図を示す。太陽光などの白色光①は、偏光板1を透過する際に偏光する。この偏光した白色光②は、中間媒質を透過すると偏光面が回転する。この性質を旋光と呼び、その回転角は透過した中間媒質の厚さと波長を含む関数⁽²⁾である。旋光した光③のうち、偏光板2を透過できるのは、ある一つの偏光面の光④だけである。よって、中間媒質の厚さによって、偏光板2を透過できる光の波長は異なるので、中間媒質の厚さや重なり具合によって、中間媒質は様々な色に見える。

3. 偏光万華鏡の製作

3.1 偏光万華鏡の構成

偏光万華鏡の設計にあたっては、①中間媒質が色づいて見える、②色づいた中間媒質を3つの鏡で幾何学的に映す、③2つの偏光板のうち1つを回転可能にさせて中間媒質の色を変化させたり背景色を黒にさせる、という3つの主な機能を持たせた。図2に本研究で開発した偏光万華鏡の構成を示す。図2(a)に示す偏光万華鏡は、図2(b)に示すように鏡筒とレボルバに分かれており、その間に中間媒質が挟まれている。レボルバは、手で回転させることが可能である。図2(c)に示すように、レボルバは、偏光板1、偏光板枠1、レボルバ環から構成される。また、鏡筒は偏光板2、偏光板枠2、鏡、筒、視野枠から構成される。

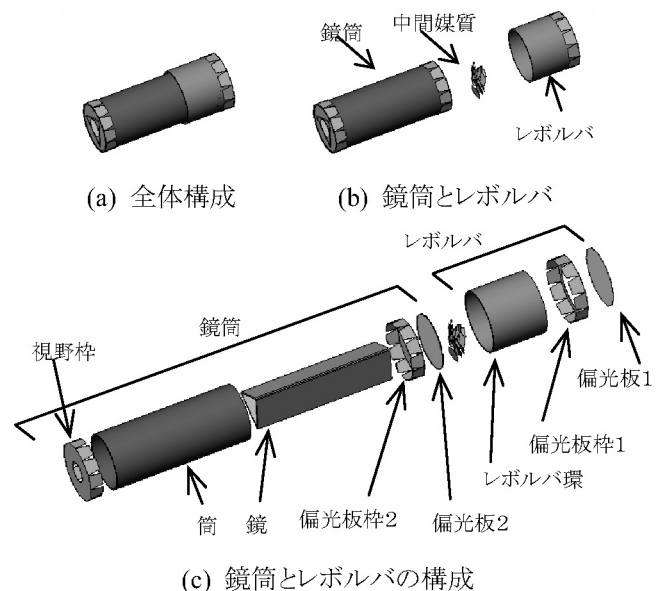
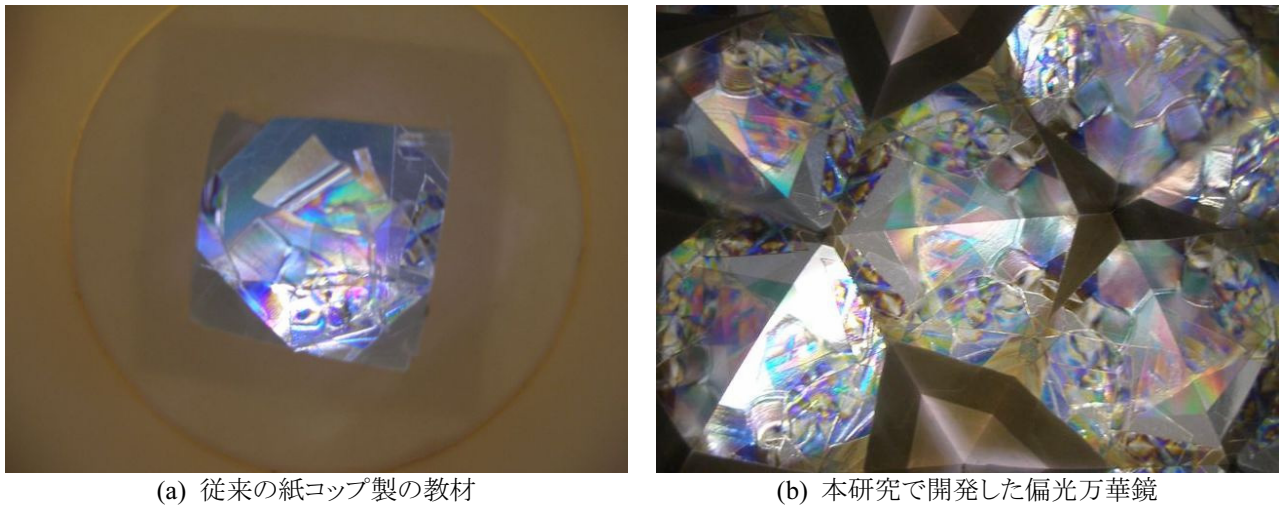


図2 偏光と旋光性を用いた偏光万華鏡の構成

3.2 製作した偏光万華鏡と中間媒質の見え方

図3に従来の紙コップ製の教材と本研究で開発した偏光万華鏡の見え方の比較を示す。図3(a)の紙コップ製の万華鏡に対し、本研究で開発した図3(b)の万華鏡は一般的な万華鏡のもつ幾何学的な美しさと、偏光万華鏡の中間媒質が色づいて見える両方の特徴を兼ね備えることができた。また、レボルバを回すと中間媒質の色が変わり、3つの鏡により、幾何学的に形を変化させることができた。さらに、この偏光万華鏡は2つの偏光板を用いているので背景の光を遮ることができ、虹色に光る中間媒質を引き立てることができた。



(a) 従来の紙コップ製の教材

(b) 本研究で開発した偏光万華鏡

図3 偏光万華鏡の中間媒質の見え方の比較

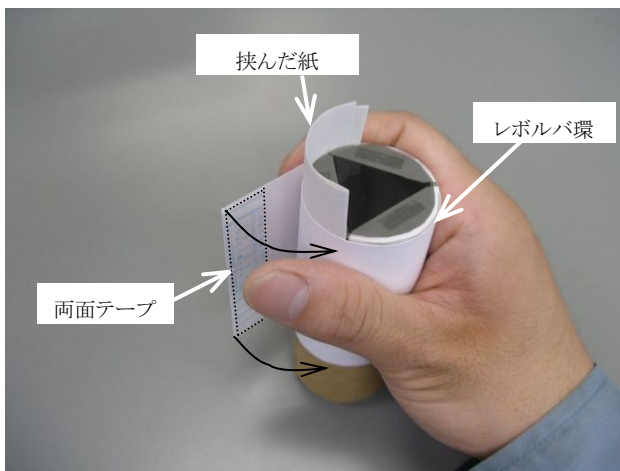


図4 レボルバ環の巻きつけ組み立て

3.3 安全上の配慮

小学校低学年程度の来場者が偏光万華鏡を製作することを想定し、製作にあたってはカッターのような怪我を負う危険性の高い道具を使用せずに、ハサミ・セロハンテープ・両面テープ・黒ペンのみで製作できるよう配慮した。

また、鏡筒とレボルバのはめあいでは、それがきついとレボルバはスムーズに回転せず、逆にきつすぎるとレボルバが容易に鏡筒から外れて、中間媒質が落下する。偏光万華鏡は太陽や照明から光を取り入れる必要から、上に向けることがある。中間媒質には卵のパックやCDのケースのかけらを用いるので、もしもレボルバが容易に外れて中間媒質が偏光万華鏡からこぼれ落ちて目に入ると、目に怪我を負う危険性

が生じる。紙コップ式では、テープ面同士のはめあいなので、ひとたび紙コップ同士が外れると、中間媒質がこぼれ落ちることがあった。この危険性を回避するために、図4に示すようにレボルバ環は、組み立てられた鏡筒に1枚の紙を挟んで巻きつけて両面テープで固定することで組み立てる。挟む紙の厚さによってははめあいの強さを適切に調節することができ、レボルバはスムーズに回転ができ、なおかつ容易に抜けることがない。

さらに、鏡の材質には、割れる危険性のあるガラスの使用を避け、PET樹脂にアルミの膜を蒸着した鏡を用いた。PET樹脂製の鏡は、ガラス製の鏡に比べて平面度や反射率が劣り、見え方を低下させるが、安全性を優先してPET樹脂製の鏡を採用した。

3.4 材料の選定手配例と費用

偏光万華鏡の製作には、偏光シートや紙の筒、PET樹脂製の鏡といった材料が必要である。それらの材料の手配においては、いくつか満たさなければならない要件がある。たとえば、筒であれば、手配の容易さや大きさ、剛性といった性質が必要である。それらの要件を満たすような材料を選び出した結果を表1に示す。200個製作した場合の単価は124円という安価な値段で教材の材料を手配することができた。

表1 手配部品一覧

部品名	材質	材料名	取り数 (個)	単価 (円)	製品200個 の価格(円)
偏光板1・2	偏光シート	スモーク偏光板(粘着無し)	83	3,500	10,500
鏡	PET樹脂	カットイングミラーシート	13	609	9,135
レボルバ環	厚紙	PHO1091x788mmY目225kg	72	350	1,050
筒	紙	「OPPシート60cmx2m巻き」の芯	5	105	4,200
中間媒質	樹脂	卵のパック	10	-	-
偏光板枠1・2	コピー用紙	-	3	-	-

単価 124

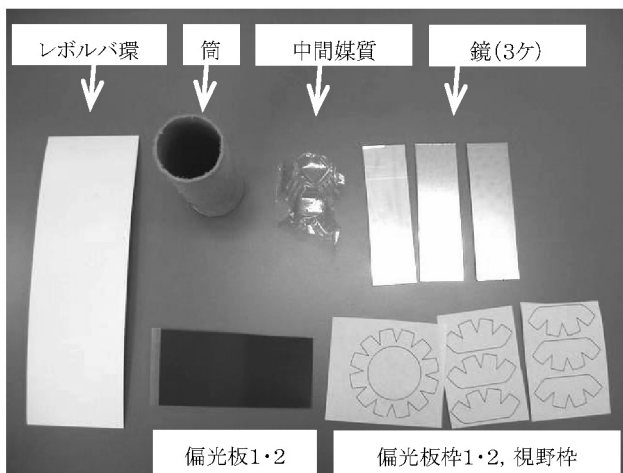


図5 偏光万華鏡セットの内容

3.5 事前加工

筒や鏡といった部品は、科学イベント会場で加工するには困難なので、あらかじめ加工を施しておいた。紙の筒は、ノコギリで切断し、ベルトサンダーにて端面を仕上げた。また、PET製の鏡はシャーリングで加工することで、寸法のばらつきが少なく、また良好な切断面が得られる。その他偏光シートや紙なども含め、偏光万華鏡1つ分の材料をまとめて用意して、図5に示すようなセットとした。

3.6 組み立て手順書の作成

科学イベントの来場者が偏光万華鏡を製作するに当たり、図6に示す組み立て手順書を配布し、組み立て順序や注意点を写真と注記で示した。これにより、スタッフが補助として傍らにいれば、来場者は自ら偏光万華鏡を組み立てることができる。

万華鏡製作手順

3/3

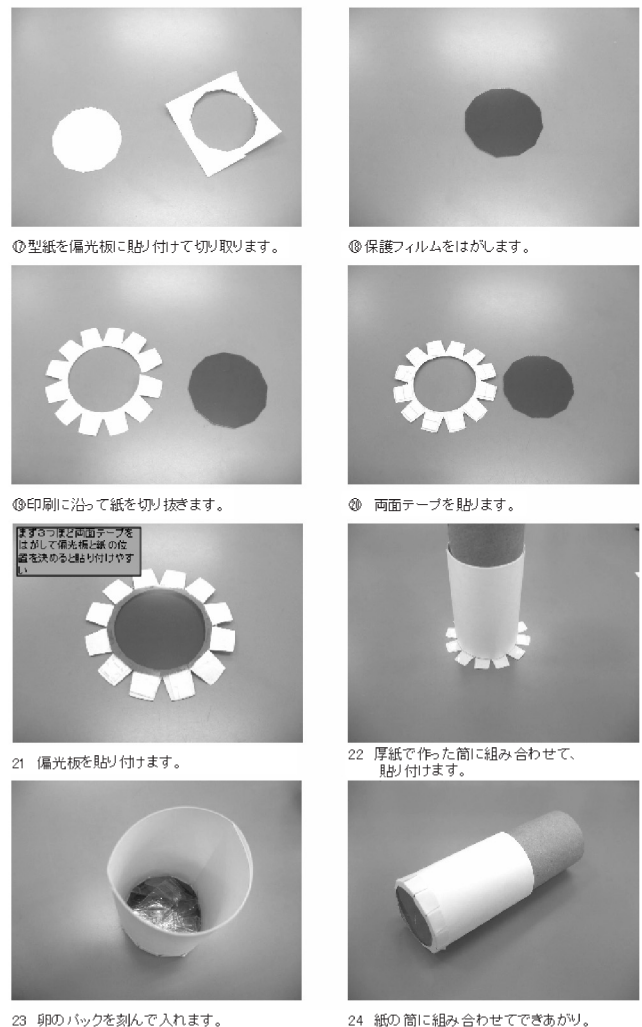


図6 組み立て手順書(抜粋)

4. 出展結果と考察

平成20年度飛騨・高山サイエンスデーに出展し、来場者による製作体験を行った。図7, 8にその様子を示す。この科学イベントには、一日で423人の来場者が訪れ、そのうち、82組の親子連れや子供が偏光万



図7 万華鏡製作をする小学生



図8 万華鏡製作をする親子連れ

華鏡の製作体験を行った。製作時間は40分ほどで、集中力を要する。小学校高学年から中学生には、ちょうど良い難易度であるが、幼稚園から小学校低学年には難易度が高く、付き添いの保護者が製作していた。

長い製作時間の後に偏光万華鏡ができ、その偏光万華鏡の中を覗くと来場者から歓声が聞こえた。多くの年齢層に製作体験できるように製作の難易度を下げた方が良いという意見がある一方で、ある程度の長い間に集中して作業をする機会は大変であるという意見を寄せる保護者もいた。難易度を調整可能にできるような工夫が必要と思われる。

また、この製作に40分ほどの時間を費やすことで、製作が終わって中間媒質が色づいて見えた時点で来場者は満足し、その原理について考える十分な余裕を与えることができなかった。現状のハサミを用いて紙を切るという作業から、ミシン目のついた紙を手で切り離す作業に変更するというような簡略化が必要と思われる。さらに、中間媒質が色づいて見えることを説明するには、光の波動性・光の波長と色の関係・偏光・旋光という子供たちにとって4つの新しい物理的な概念を説明する必要があり、来場者の年齢によっては、これら全てを理解させるのは難しく、先の加工の難易度調整と合わせて、説明事項の数を調整できるようにテーマに幅を持たせることが必要と思われる。

さらに、この飛騨高山サイエンスデーの他の出展ブースと比較してみると、他は予約制が多いのに対し、この万華鏡教材は、予約を設けずにすぐに製作体験ができるため、一度に多数の来場者が訪れることもあつ

た。イベント開始当初は3人掛けテーブルを4つ用意していたが、さらに6つ増設するほどでの盛況ぶりであった。材料が準備しやすく、工具が扱いやすい、同時に多数の来場者に製作体験ができることもこの教材の特徴といえる。

5. おわりに

本研究では、科学啓蒙活動を通じた地域貢献を目的に、偏光と旋光を用いた万華鏡と3つの鏡を用いる万華鏡と組み合わせることで、幾何学模様に見える偏光万華鏡教材を開発した。

この教材を科学イベント「飛騨高山サイエンスデー」に出展した。一日で82組の小学生から中学生程度の子供たちが製作体験を行った。製作を終えて偏光万華鏡を覗くと、参加者からは歓声が聞こえた。参加者自信の手でつくり、参加者自身の目で見て科学の驚きや感動を得ることができる科学イベント教材であることを確認することができた。

参考文献

- (1) 松本照喜, セロハンテープと偏光板を使用してステンドグラスを作ろう 理科実験大百科 第2集, 少年写真新聞社, p40.
- (2) 早川宗八郎, 物質と光, 朝倉書店, p2.