

# サイエンス教室inコミュニティセンター ～紙コップ万華鏡とオリジナルキャンドルの作製体験～

Science Classroom in Community Center  
～The Experience of Making Paper Cup Kaleidoscope and Original Candle～

絹川 ゲニイ  
Gheni KINUGAWA

## 要旨

近年、子供たちの理科に対する興味・関心が薄くなり、それは学力の低下を引き起こすことが指摘されている。このような傾向では、将来の研究者・技術者の育成が影響を受け、ものづくり等の基盤が失われる可能性が高い。子供にものづくりの面白さを知ってもらうことは、子供たちに誇りと自信を持たせることにも繋がる。これらを背景に、市内のイベント会場や地域のコミュニティセンターを利用して、子供たちを対象にしたものづくり体験を行った。子供たちの基礎能力の向上を図るとともに、教育・研究機関である大学と地域住民、自治体の連携を強め、大学と共存する地域への貢献、地域活性化を推進した。

**キーワード：**ものづくり体験，紙コップ万華鏡，オリジナルキャンドル，体験教室，地域活性化

## 1. はじめに

日本の高度な技術力は世界的にもトップレベルにあり、その基盤は日本の研究者・技術者が子供の時から受けてきた理数科教育にあった。以前から日本の子供たちの理科や数学の学力は長年にわたって国際的にトップクラスであると言われてきた。2000年の経済協力開発機構（OECD）による32カ国対象の学力調査でも、数学は1位、科学的リテラシーは韓国に次いで2位という結果が出ている<sup>1)</sup>。しかし、現国立教育政策研究所による1989年以降の追跡調査のデータによれば、「理科は面白い」と思う生徒の割合は、学年が上がるごとに減少し、高校生になると半減する結果になっている<sup>1)</sup>。また、1999年の国際教育到達度評価学会（IEA）による中学2年生を対象とした国際比較調査でも、「理科の勉強は楽しい」という生徒は21カ国中、韓国に次いで低く、「理科は生活の中で大切である」、「将来、理科を使う仕事に就きたい」という生徒の割合については最下位という結果が出ている<sup>2)</sup>。これは、日本の子供たちの理科の成績は良くても学年が上がるにつれ理科

を面白いと思わなくなり、生活や将来の職業とも結び付きにくくなっていることを示唆する。

このようなことを踏まえ、2007年6月、日本学術会議は、小学校高学年から理科専門教員の導入や、博士課程修了者の積極的な教員への採用、小学校教員養成大学の入試で理科系科目を必須化することなどを提言した<sup>3)</sup>。また、同年12月、教育再生会議も、3次報告で小学校高学年での理科専門教員の配置が盛り込まれた<sup>4)</sup>。また、1980年代から始まった学校教育における各教科の指導内容大幅精選と切り切った授業時間削減を大きな特色とするゆとり教育が学力低下の背景にあることが指摘され、学習指導要領の見直しが起き、2011年度以降に、これまでのゆとり教育の流れとは逆の内容を増加させる学習指導要領が施行された<sup>5)</sup>。この流れの中で、科学を通じた教育方法を利用して将来的にはグローバル人材の育成を目指した対策が重要視されるようになった。筆者は自分が指導する学生たちと一緒に2015年から地域の子供たちを対象にした「光の不思議：紙コップ万華鏡・紙コップステンドグラスの作製」、

2017年からは「ものづくり体験：粘土遊び感覚でオリジナルキャンドルをつくろう」を題にした体験教室を本学の位置する柏崎市内のイベント会場や地域のコミュニティセンターを利用して展開した。今回は、筆者が所属する大学周辺地域の活性化と地域貢献として行った活動の内容と得られた効果について報告する。

## 2. 体験教室の内容

この体験教室では、子供たちの理科に対する関心を高めることを目標にし、「こどものための理科工作・実演教室」を開き、分光シートや偏光シート（偏光板）を用いた紙コップ光万華鏡・紙コップステンドグラス作製を行った。また、子供たちのものづくり能力の向上を狙って、体温で柔らかくなり、粘土遊び感覚でいろいろな形にすることができるマイクロワックスを使用し、参加者の子供一人一人に自分たちのオリジナルキャンドルをつくらせ、ものづくり体験を行った。

### 2.1 紙コップ万華鏡の作製

器具・素材・作製法：使用するものは①穴あけ台②皮ポンチ③分光シート④紙コップ⑤竹串⑥セロハンテープ⑦マーカーペンである（図-1を参照）。①穴あけ台は、絹川が考えた考案である。紙コップに穴を開ける時に、ポンチを使えばテーブルに置いたままでも穴は開けることができるが、紙コップが変形したり、穴の周辺が均一に切れなくて円形が破れたりすることが判明した。そこでいろいろな方法で穴開けを試して、子供の手でもきれいな穴を開けられそうな方法を探った。コップの中から何かで支えて底面からポンチを当てて穴を開けるのは楽だったのでコップに嵌る程度の木棒を入れて底面側から穴をあけて実施し始めた。それでも子供の手で上手くできないことがあったために、コップに嵌めるものを変えてみることを考えた。道具を使用すれば、台はつくれるが、あまり手間が掛からない方法で考えた。100円ショップSERIAへ行って何かないか探して見て、目に留まったものはサイズの適正で写真の調味料を砕いて入れる瓶であった。瓶の蓋に金属が使用されているために、その上に割にソフトなものを置く必要性があった。そこで思いついたものは家具等に使うキズガードであった。この二つの品物（100円商品2点）を組み合わせると試みたところ子供で

も楽に穴を開けることができる紙コップ穴あけ台が完成された。なお、瓶の蓋に貼るキズガードは一定期間使用後、貼りなおして使用した（図-2を参照）。②皮ポンチは通常の革製品に穴を開けるポンチで、アークランドサカモト株式会社のビクトリー皮ポンチという製品をホームセンタームサシで購入した。規格は直径6mmのものである。③分光シートは、ケニス株式会社が販売している商品の分光シートNo.115-817という製品で、サイズ10×10cmのものを購入し、それを使用目的合うようにカットして使用した。④紙コップは、205mLの通常のを購入して使用した。⑤竹串⑥セロハンテープ⑦マーカーペンの全てを100円ショップダイソーで購入して使用した。以下では紙コップを使用して万華鏡をつくることにしてみる<sup>6)</sup>。

紙コップ一個、または2個を使用し、両方で光の分光を楽しむことができる。ここでは紙コップ2個を使用して作る万華鏡の作り方について述べる。最初は、1つの紙コップの底にポンチを使い、直径がおよそ6mmの穴を開ける。次に、開けた穴に前もって切って用意しておいたサイズがおよそ12×12mmの分光シートを置き、その周りを透明なセロハンテープで貼り付けて固定する。このとき、紙コップの穴がセロハンテープで塞がらないように注意する。その次に、もう1つの紙コップの底に竹串で小さな穴を複数開ける。前の作業で用意した紙コップと竹串で複数の小さな穴を開けた紙コップの2つの紙コップの口同士を組み合わせセロハンテープで止めて接続させる。分光シートを貼ったほうの底から白色の太陽光や照明器具白色ランプなどがどのように見えるか覗き、「光の不思議」である分光を楽しむ<sup>注1)</sup>。子供たちは、自分の好みに合わせ、用意してあるマーカーペンを使い、自分の名前や好きなイラストなどを紙コップ万華鏡に絵がいたりする。作り方の過程と完成した紙コップ万華鏡のイメージを合わせて図-3、図-4に示す。

### 2.2 紙コップステンドグラスの作製

器具・素材・作製法：使用するものは①紙コップ②穴開けコンパス③偏光フィルムシート（偏光板）④セロハンテープである（図-5を参照）。①の紙コップは、205mLの通常のを購入して使用した。②の偏光フィルムシートは、ケニス株



図-1 紙コップ万華鏡に使用する物品



図-2 紙コップ穴開け台

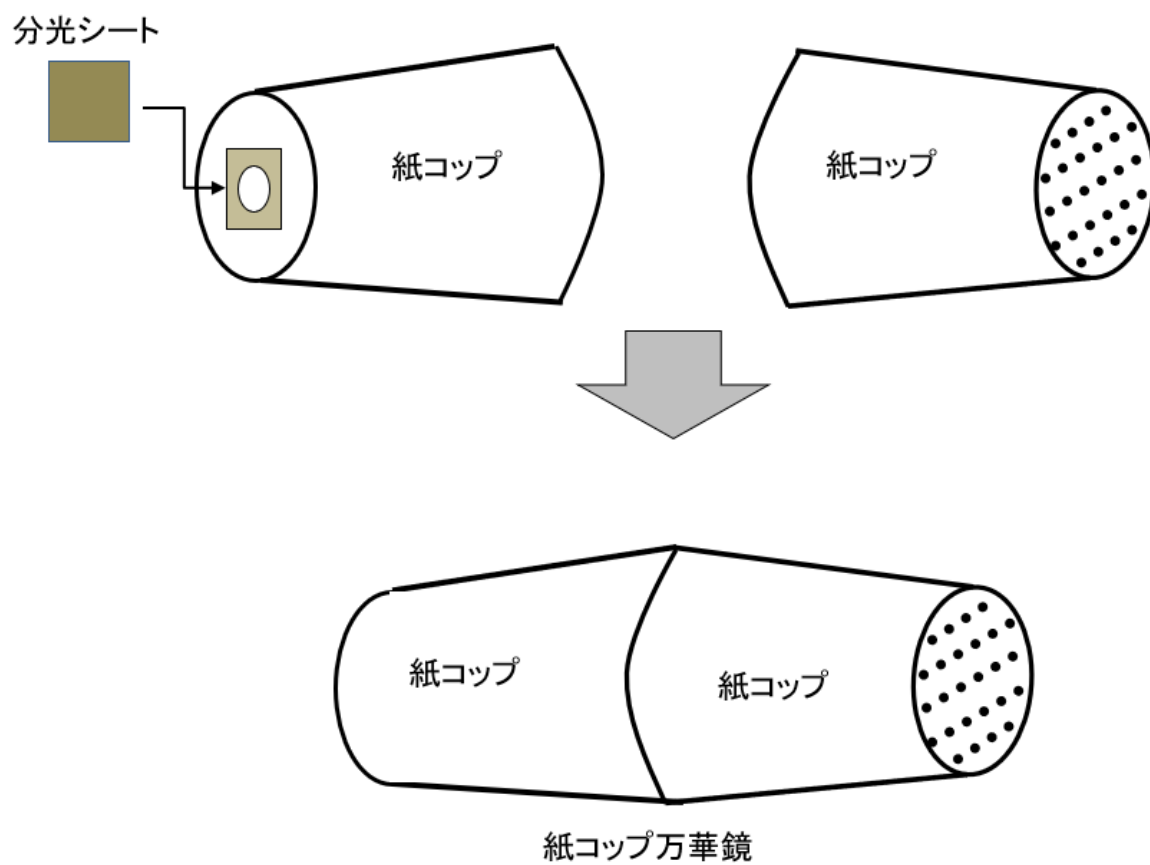


図-3 紙コップ万華鏡作製



図-4 紙コップ万華鏡実物のイメージ



式会社が販売している商品の薄手Sサイズの偏光フィルムシートNo.115-820という製品を使用した。③のコンパスカッターは、株式会社オルファ、57Bという製品を使用した。④のセロハンテープは、100円ショップ ダイソーで購入して使用した。

偏光フィルムシートを、1辺の長さが約40mmの正方形にしてハサミでカットする。また、紙コップの底面にちょうど入るように角の部分を少しカットして用意して置く。次に、コンパスを使用して2個の紙コップのそれぞれに直径約30mmの穴を開ける。コンパスには鋭いカッターと針が付いているので注意が必要で、安全のため大人が手伝いする。カットして用意してある2枚の偏光フィルムシートを紙コップの穴の上に載せて、角側をセロハンテープで固定する。これで同様の偏光フィルムシート付の紙コップが2個できる<sup>7)</sup>。その1個を取り、偏光フィルムシートの上にセロハンテープを適当な長さで切り取ってランダムに貼り付ける。これで作業は終了するので、セロハンテープを貼っていない紙コップの中にセロハンテープをランダムに貼り付けた紙コップを入れて観察してみる。また、紙コップを回転しながら覗いて楽しむ。作り方の過程と完成した紙コップステンドグラスのイメージを合わせて図-6、図-7

に示す。ここで使用する、偏光フィルムシートは特定方向に偏光、又は偏波した光だけに限って通過させるフィルムである<sup>注2</sup>。

### 2.3 オリジナルキャンドルの作製

器具・素材・作製法：使用するものは①マイクロワックス②有色マイクロワックス③キャンドル芯④竹串などである（図-8を参照）。使用したマイクロワックスは、IC栗本薬品工業株式会社が販売していたMULTIWAX Sonne Pak, microcrystalline waxes, CAS 63231-60-7 Sonnebornである。業務用として販売されたもので、大きさはあるものを、教員のほうで適正な大きさをカットして子供たちに渡して作業を行った。キャンドル芯はアマゾンで通常販売しているものを購入して使用した。有色（黒、赤、紫）のマイクロワックスは、キャンドル専門店ベッキーキャンドル（神奈川県厚木市）から購入して使用した。また、竹串は100円ショップダイソーから購入して使用した。

キャンドル作製においては、主に2種類の「パンダ」の形をしたオリジナルキャンドルづくりを勧めて、作業を行った。素材の性質上、他の電車や車などの形をしたキャンドルを試した子供もいた。ここでは、「パンダ」のつくり方について紹介する。それを「パンダ①」と「パンダ②」とす



図-5 紙コップステンドグラス作製に使用する物品

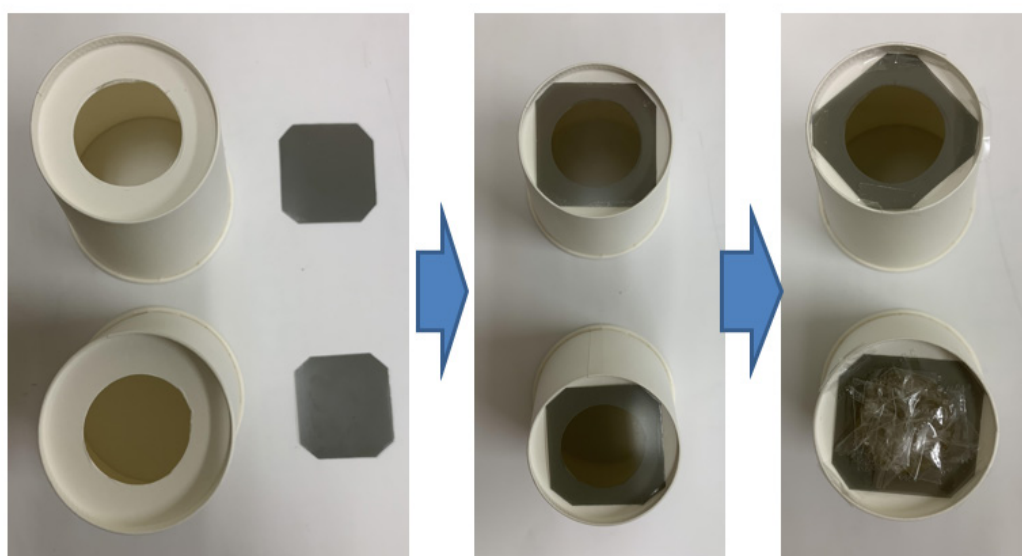
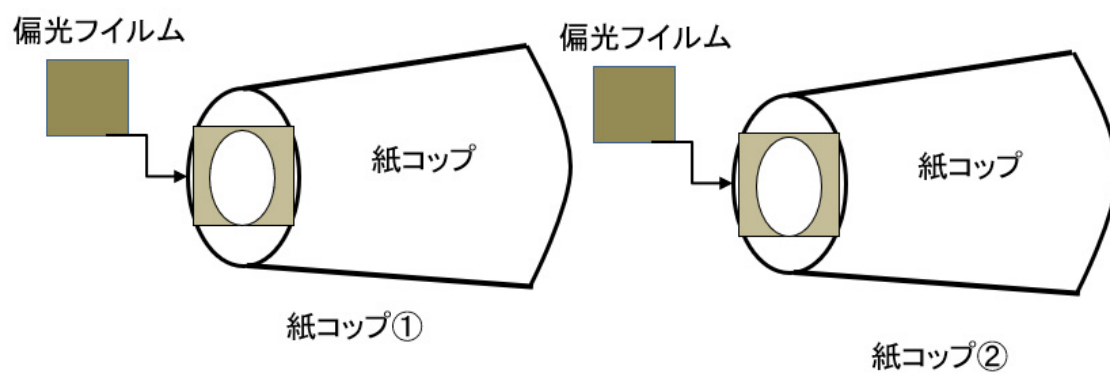


図-6 紙コップステンドグラス実物のイメージ

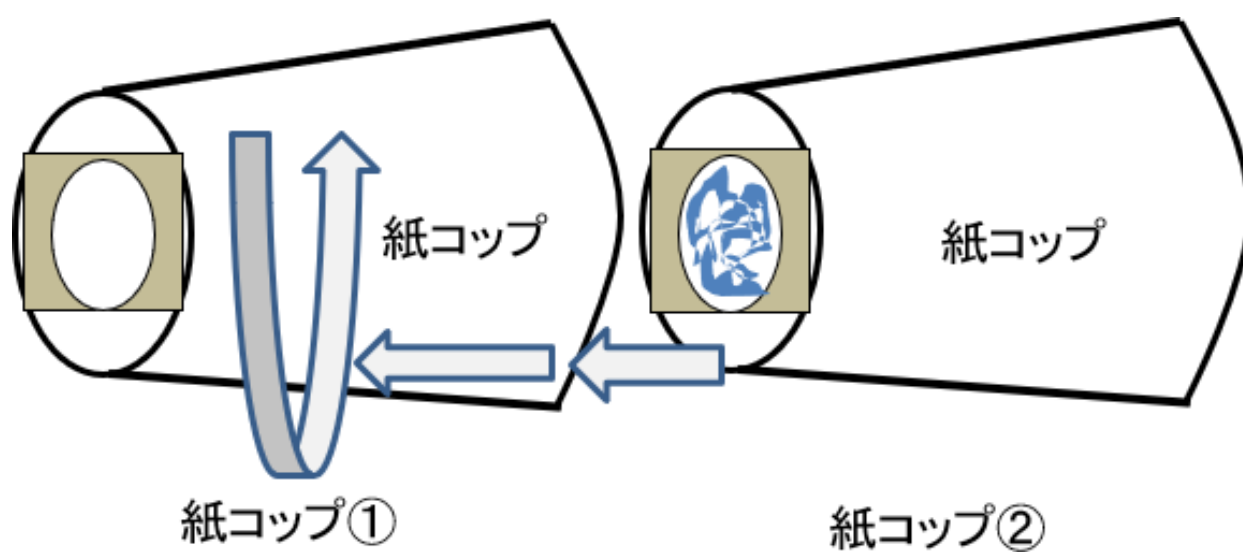


図-7 紙コップステンドグラス作製

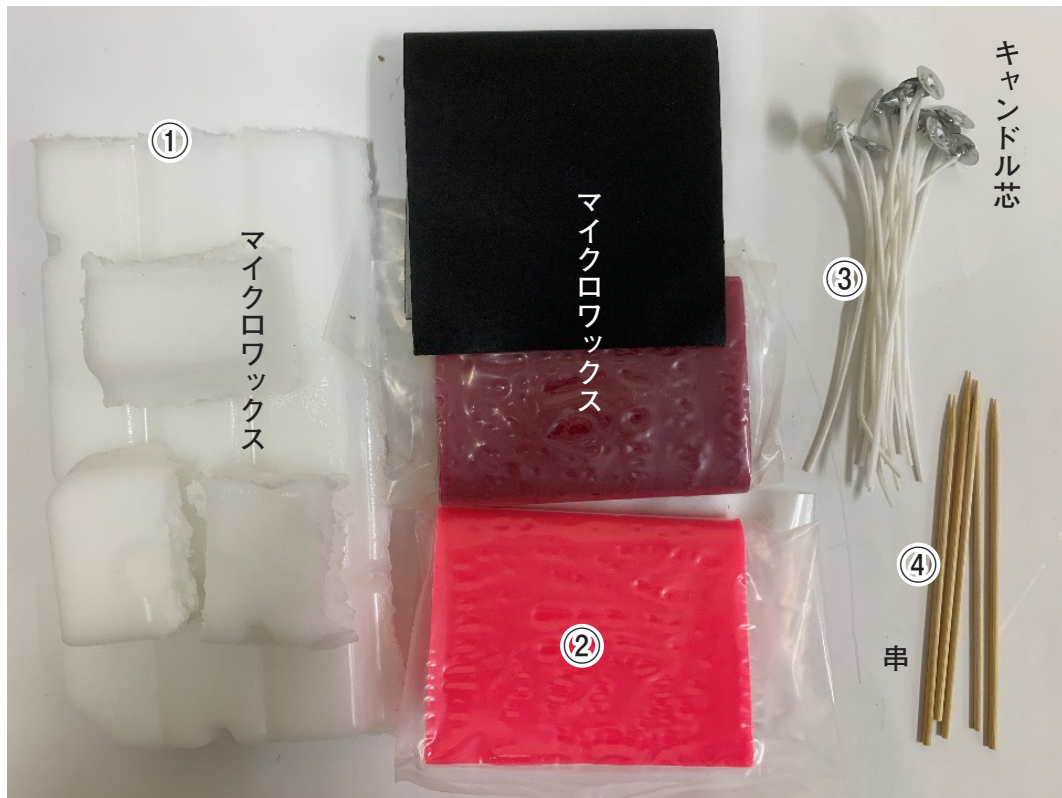


図-8 オリジナルキャンドルの作製に使用するもの



図-9 オリジナルキャンドル実際の完成品イメージ



る<sup>注3</sup>。

「パンダ①」の場合は、大きさ $2 \times 2 \times 1.3\text{cm}$ 程度でカットしたマイクロワックス（教員のほうで用意したもの）を1個取り、手で体温を通しながら指先で押したりして固めの粘土ぐらいになれば、それを二つに分けて、丸めてボールの形にする。分けたものの1個は「パンダ①」の頭部分に、もう1個は体になる。丸めて2個のボールを手で押して繋げる。これで「パンダ①」の骨格ができ上がる。次は、竹串を使い、骨格の下の方から頭部分に通る穴を開ける。その次は、用意してあるキャンドル芯を骨格の下側から通し、芯のアルミ円板で止まるまで上の方へ引っ張り出して固定する。これで基本骨格が完成するので、今度は有色のワックスを指で適正に切り取り、パンダの耳や目や口と手、足を貼り付けてつくる。以上の作業で「パンダ①」が完成する。

「パンダ②」の場合は、大きさ $2 \times 2 \times 1.3\text{cm}$ 程度でカットしたマイクロワックスを1個取り、手の指で体温を通しながら指先で押したりして丸めて、ボールの形にする。次にボールに竹串で穴を開ける。その次に、開けた穴にキャンドル芯を通して、キャンドル骨格を完成させる。今度は有色のワックスを指で適正に切り取り、切り取ったワックスを貼り付けてパンダの耳や目やリボンをつくる。以上の作業で「パンダ②」が完成する（図-9を参照）。

### 3. 成果

この体験教室では、一つは理科工作として市販品の分光シートを用いた紙コップ万華鏡の作製を行った。また、偏光フィルムシートを使って紙コップステンドグラス作製も行った。子供たちに「光の不思議」に関する初期的な知識を与えることを図った。

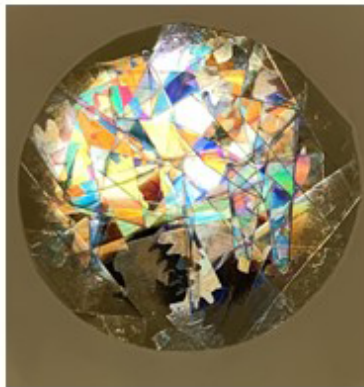
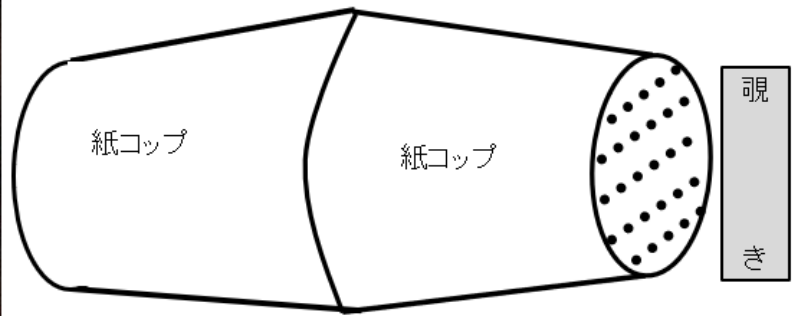
太陽光には、人間が感知できる可視光以外にも、波長の長い赤外線や短い波長の紫外線やX線やガンマ線などが含まれている。太陽光や電球の光を波長で分けると虹のように見えるようになる。つまり白色の光は赤、橙、黄、水色、紫の不連続並べが見える。科学ではこれをスペクトルと呼ぶ。通常実験などで可視光を分光するためには、分光器が使われる。分光器にも、プリズム分光器や回折格子分光器、結晶分光器などがある（詳細は省

略する）。今回の体験で使用する分光シートは、2000千本以上の細かい筋を、縦横両方に十字形にして引いてある透明なフィルムシートであり、科学の世界ではこのようなものを「回折格子」と呼ぶ。この回折格子を通して光を見ると光の回折と干渉によって白色の光は虹色に分かれる。つまりこのような透明なフィルムは回折格子分光器の役割を果たす。また、雨上がり後に虹が出るのを見た人は、大人から子供までだれでもいえる。もちろん子供たちは、「虹が出たぞー」と言って盛り上がることもよくある。虹が出る条件は、三つあり、それは太陽の光と水と私たちの眼である。分光シートの特徴でも記述した通りに、可視光を波長によって分けてみると、それぞれの波長の可視光線が人間の眼には異なった色の光として認識される。分光シートを使って分光した場合、分光シートが回折格子分光器として役割を果たしたように、雨上がり後には、空気中にある水滴は、実験で使用するプリズム分光器の役割を果たす。太陽光は、水滴を通るときの屈折率の違いによってそれぞれの波長に分かれ、私たちの眼に見えるのである。子供たちには、これらの説明と合わせて光の三原色の赤、緑、青で作られる色が混ざると明るくなり白に近づいていく混色方法も説明し、これは子供たちのための光の三原色に関する予備知識となることを狙った。偏光フィルムを使用した紙コップステンドグラスは、光の偏光特徴を利用したもので、2枚組み合わせると、光の透過量を変化させることが可能になる。一枚を固定して、もう一枚を動かすことで、光源から入って来る光を透過させること、遮断させることができる。液晶技術などで使用されているものである。体験では、2枚組み合わせた偏光フィルムで光が通過して明るくなることや暗くなることを確認した。また、一枚の偏光フィルムにセロハンテープを貼った場合は、プラスチックの表面は均等でなくなった状態で偏光することになるので、セロハンテープを貼っていない紙コップともう一個のセロハンテープを貼った方を重ねると光の通過でステンドグラスの模様が見えることを確かめた。さらに、偏光板の向きを変えると、色も変化するので紙コップを回転させて色の変化を楽しんだ。紙コップ万華鏡と紙コップステンドグラス作製を通して子供たちにもものづくりの体験もして貰った。紙コップを





紙コップ万華鏡



紙コップステンドグラス

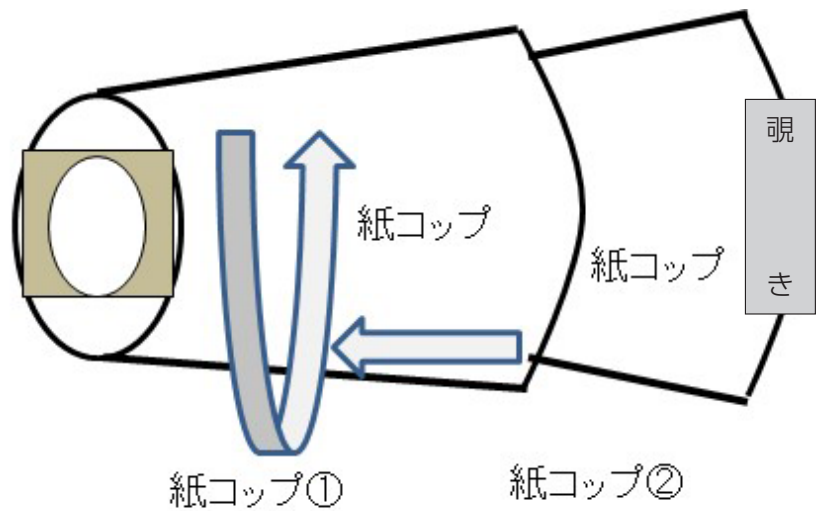


図-10 紙コップ万華鏡とステンドグラス作製イメージ



図-11 オリジナルキャンドルの作製イメージ

用いた万華鏡では、多くの子供が大きな声で「きれい」と歓声を上げるほどであった。紙コップスタンドグラスでも同様な印象を与えた。子供たちの取り組みのイメージを図-10に示す。

理科工作の他に、もう一つは子供たちに自分だけのオリジナルキャンドル作製を体験させた。オリジナルキャンドル作製では、体温で柔らかくなり、粘土遊びの要領でオリジナルのキャンドルづくりができるマイクロワックスを使い、子供たち自身のオリジナルキャンドルづくりを行った。子供たちは、指導員から受け取った素材を使い、熱心に形づくりに取り組み、パンダや雪だるまなどのキャンドルを自分の手で作って満足して喜んでいた。今回指定しているパンダ以外のもので、「車の形

でつくってもよいか」や「電車の形でつくっても良いか」、「持ち帰ってから火を付ければ燃えるか」などのことを聞きながら作業していた。キャンドルが完成すると、お互い比較したり、記念写真を撮ったりなどして興奮していたことが印象的だった。子供たちの取り組みのイメージを図-11に示す。

#### 4. 結論

サイエンス教室は、数年にわたり筆者が所属する大学の地域活性化活動の一環として継続して行ってきた。複数のテーマで行われて来た活動では、開催場所として地域のコミュニティセンターを使用し、また、講座を地域の各種イベントと組み合わせることにより地域イベントの盛り上がり



に貢献できた。理科工作とものづくり体験を通して、子供たちの理科やものづくりに対する関心の向上に努めた。通常市中心などで実施される公開講座などの会場まで足を運ぶことが比較的困難な集落のお年寄りから子供までの幅広い層からの参加者がいて大いに盛り上がった。講座を通して地元教育機関である大学と地域の連携強化を図り、地域活性化に大いに貢献できた。2020年以降は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の拡大を防止するために、市内で毎年行われて来た各種イベントも中止になったこともあり、活動を一旦控えている。最近では、COVID-19の影響が落ち着いて来て、各種イベント等も制限なく少しずつ開始される状況に変わってきている。今後、同様な活動を継続して実施していくことは、子供たちの理科工作やものづくり能力の向上と共にさらなる地域活性化に繋がると思っている。

## 謝辞

この公開講座は、公益財団法人内田エネルギー科学振興財団、地域活性化活動・再生活動事業助成費の助成を受けて実施したものであり、ここに謝意を表す。また、実施に際しご協力してくれた長岡技術科学大学・新潟産業大学の藤井信行名誉教授、地域の子供たちと親切に接しながら紙コップ万華鏡と紙コップステンドグラス作製やオリジナルキャンドル作製体験の指導の協力をしてくれた本学ゼミ生の皆さんにも感謝の意を表す。

## 注

- 注1. 今回の活動で使用した分光シートと紙コップで万華鏡を作製する方法は、2010年頃から継続して行ってきた子供のための体験教室のテーマの一つである。この作製方法では、株式会社ケニスのWEB資料を参考にした。その詳細については、参考資料を参考にしてみたい。
- 注2. 紙コップと偏光シート（偏光板）を使用するステンドグラスの作製では、認定NPO法人かわさき市民アカデミーおもしろい実験クラブ（東京応化工業株式会社応援）の「紙コップ万華鏡」作製方法を参考にした。その詳細については、参考資料を参考にしてみたい。
- 注3. オリジナルキャンドル作製では、パンダの形状採用した。インターネット上に子供たちのためのキャンドルキットが多く販売されているが、その中から子供たちが関心を持ちそうなパンダを選んで、2種類のパンダの形状をしたキャンドル作製を目指した。作製キットはネットショップなどで300円～売られ

ている。パンダ形状のデザインに関してはネット上にも商品しかなく、イラストの発信元に関する情報は乏しいため、非営利目的だったので写真を参考にキャンドルを作製して見てから子供たちに体験させた。

## 参考文献

1. 小・中・高校生の科学技術に対する関心，1989年以来的の追跡調査のデータ，部省国立教育研究所 / 数学的・科学的能力や態度の小中高・社会人における発達・変容に関する研究，1998年。
2. 第3回IEA調査による理科に対する態度の国際比較，国立教育政策研究所，教育課程研究センター発行の報告書，1999年，<https://www.nier.go.jp/timss/#TIMSS1999>。
3. これからの教師の科学的教養と教員養成の在り方について，日本学術会議，2007年。<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-y1.pdf>。
4. 小学校高学年に理科専門教員配置を提言，教育再生会議，首相官邸，2007年。<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kyouiku/houkoku/honbun1225.pdf>。2021年2月閲覧。
5. 教育課程の改訂 昭和五十二年の小・中学校の教育課程の改訂。文部科学省。[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/html/others/detail/1318313.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/others/detail/1318313.htm)。
6. 分光シートでカラフル万華鏡，株式会社ケニス <https://www.kenis.co.jp/>
7. 川崎市幸区，<https://www.city.kawasaki.jp/saiwai/cmsfiles/contents/0000119/119686/mangekyou.pdf>。



