

「こどもサイエンスパーク」実施報告

長谷川 能三^{*1}, 木村 友美^{*2}, 柿葉 隆雄^{*3}

概要

2012年夏休み期間中に、「こどもサイエンスパーク」として電気やエネルギーに関する6テーマの教室をのべ6日間行なった。ここでは、「こどもサイエンスパーク」の全体概要と、その中で長谷川、木村で担当した『虹でしらべよう！「光の正体をさぐる」』および、長谷川、柿葉で担当した『実験！体験！「明かりのヒミツ」』について、内容を報告する。

1. 「こどもサイエンスパーク」概要

6日間にわたり実施した「こどもサイエンスパーク」の各回のテーマ、講師、参加者数などは、以下のとおりである。

タイトル：作って、見よう！「ナルホド放射線」

講師：戸田 一郎

概要：放射線っていったい何なんでしょう。ドライアイスを使って放射線を見る装置を作って、目には見えない放射線を観察してみよう。

日時：①平成23年7月23日(土) 10:30～

②平成23年7月24日(日) 10:30～

対象：小学5～6年生

参加者数：①37名

②49名

タイトル：太陽光で走る！「ソーラーカーを作ろう！」

講師：大倉 宏

概要：カッコいいソーラーカーを作りながら、太陽電池やモーターのしくみについて学ぼう。

日時：①平成23年7月23日(土) 14:00～

②平成23年7月24日(日) 14:00～

対象：小学5～6年生

参加者数：①45名

②47名

タイトル：さわって実験！「超伝導の世界」

講師：斎藤 吉彦

概要：超伝導というと、磁石の上に浮かんでいるのを見たことがあるかもしれません。でも、普通に浮かんでいるだけじゃない、最新の超伝導実験をしてみよう。

日時：①平成23年7月23日(土) 10:30～

②平成23年7月24日(日) 10:30～

対象：小学5～6年生

参加者数：①30名

②30名

タイトル：虹でしらべよう！「光の正体をさぐる」

講師：長谷川 能三

木村 友美

概要：雨あがりに見える虹は、太陽の光を虹色に分けて見えています。いろいろな光を虹色に分けたりして、正体をさぐってみよう。

日時：①平成23年7月30日(土) 14:00～

②平成23年7月31日(日) 14:00～

対象：小学3～6年生

参加者数：①40名

②29名

タイトル：まわしてハッケン！「電気をおこそう」

講師：月僧 秀弥

概要：電気や磁石について学びながら、コイルを巻いて発電機を作ってみよう。作った発電機でLEDを光らせよう。

日時：①平成23年8月30日(火) 10:30～

*1大阪市立科学館 学芸員

*2大阪市立科学館 科学デモンストレーター

*3大阪市立科学館 サイエンスガイド

②平成23年8月30日(火) 14:00～

対象：小学4～6年生

参加人数：①27名

②35名

タイトル：実験！体験！「明かりのヒミツ」

講師：長谷川 能三

柿葉 隆雄

概要：最近LED電球が使われるようになってきましたが、蛍光灯や電球とどう違うのでしょうか。また、昔はアーク灯というものもありました。いったいどういうものなのでしょうか。

日時：①平成23年8月31日(水) 10:30～

②平成23年8月31日(水) 14:00～

対象：小学3～6年生

参加者数：①35名

②36名

これらテーマで各回1時間30分～2時間の教室を行なった。6テーマ各2回、計12回の実施で、のべ参加者数は440名にものぼった。

2. 『虹でしらべよう！「光のひみつ」』実施内容

7月30日・31日の午後には、『虹で調べよう！「光のひみつ」』と題して、長谷川・木村で担当した。

このテーマでは、まず長谷川が担当し、光がきれいな虹色に見える「虹色万華筒」の工作を行ない、その後回折格子レプリカフィルムを使っていろいろな光のスペクトルを観察、「組み立て分光器」の工作を行なった。その後、木村が担当し、可視光域外の赤外線・紫外線に関する実験「見えない光を見てみよう」を行なった。以下にその概要を記す。

2-1. 「虹色万華筒」の工作

最初に、光を分光することに興味をもってもらうために、回折格子レプリカフィルムを使い、光がきれいな虹色に見える筒の工作を行なった。このような工作は、紙コップを使って「光の万華鏡」などの名前で紹介・実施されていることも多い^{1), 2)}が、紙コップが光を通すためにコップを黒く塗るといった方法も紹介されている³⁾。

今回、「虹色万華筒」と名付けたこの工作では、専用の型紙を製作し、遮光性を高めた。また、カッターナイフを使わずにハサミとセロハンテープだけで工作できるように工夫した。しかし、紙コップを使ったものと比べると、工作に時間がかかるため、型紙の外形の直線部分を予め切っておくなどして、作業時間を短縮した。それでも対象を小学3年生からとしたこともあり、工作にかなり時間を要した。しかし出来上がりやはり紙コップ

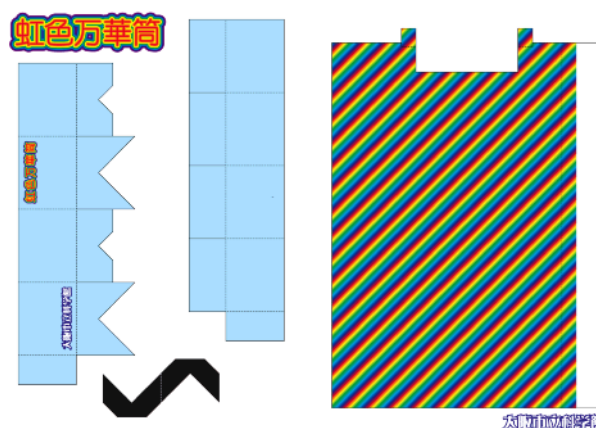


写真1. 「虹色万華筒」の型紙



写真2. 完成した「虹色万華筒」

とくらべ遮光性が高い分美しく見え、参加者は完成したという達成感もあり、夢中になって覗いていた。

2-2. スペクトルの観察

次に、虹色がきれいだけではなく観察してみるために、まずプリズム(小型の双眼鏡用ポロプリズム)を配布した。このプリズムでスポットライトの光を分光してもらったが、実際にプリズムをさわったことのある参加者は少ないようである。しかし、プリズムで光を虹色に分けるには少しコツが必要であり、スペクトルもあまり長くない。そこで、プリズムと同じように光を分光するものとして回折格子レプリカフィルムを配布した。配布したものは、ブローニーフィルムのスリーブに入れ、ラミネート加工したもので、さわっても回折格子の溝が埋まらないようにした。これにより、大型で見やすく、使い勝手もよかったため、2012年春のサイエンスショーでもこれと同じような加工をしたものを使用した。

この回折格子レプリカフィルムで、電球や蛍光灯などの光を観察してもらった。これにより、赤～紫の虹色のいろいろな光が集まって白い光になっていること、同じように見える光でも、光る仕組みなどによってスペクトルは全く異なることもあることなどを学習してもらった。

2-3. 「組み立て分光器」の工作

回折格子レプリカフィルムだけでは、スペクトルを定性的に観察することはできても、定量的なことはできない。そこで、紙箱を組み立てて目盛り付きの分光器を工作した。目盛りの部分はコピー用紙を用い、外光で目盛りが透けて見えるようにし、スリットはハサミだけでカットできるように工夫した。こちらも周囲を予めカットしておくなどし、作業時間を短縮した。

回折格子レプリカフィルムだけの場合と見えるスペクトルは同じである。しかし、この分光器を用いて蛍光灯のスペクトルを観察してもらい、435 (nm)あたりに青い線が…などと具体的な数字をあげて紹介すると、漫然とスペクトルを見ていた時とは反応が変わった。ただ、工作精度により、±10nm程度の誤差が出た。



写真3. 「組み立て分光器」の型紙



写真4. 完成した「組み立て分光器」

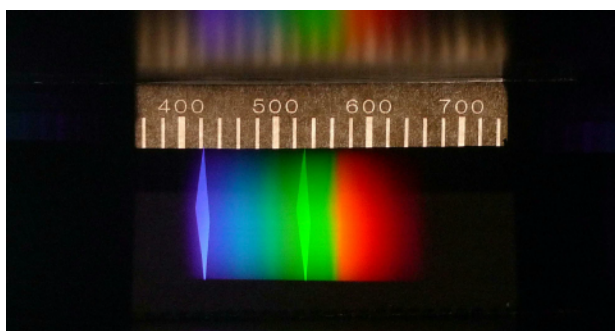


写真5. 「組み立て分光器」で見た蛍光灯のスペクトル

2-4. 実験「見えない光を見てみよう！」

次に、回折格子を用いて観察された可視光以外にも私たちの目には見えない光が存在することを紹介した。この可視領域外の光の認識を目的とし、赤外線・紫外線の実験を行った。なお、以下に示す実験の詳細については参考文献 4)を参考にされたい。

2-4-1. 赤外線の実験

デジタルカメラやビデオカメラなどは可視光領域外の近赤外線領域まで捉えることができるため、小型カメラを用いその映像をスクリーンに投影し、身近なもので赤外線を放出しているものがあるかについて実験した。

まず、赤外線通信を行うリモコンを操作しながらビデオカメラで撮影し、肉眼とカメラ映像とで比較を行った。肉眼では赤外線を認識できないことを確認するとともに、カメラ映像では通信時にリモコンの送信部が点滅している様子を観察し、今回用いたビデオカメラが赤外領域の光も捉えられることを確認した。



写真6. ビデオカメラを用いて、赤外線を可視化する

赤外線の輻射は対象物に熱を与える効果があり、暖房器具として利用されている。そこで、赤・青・緑のセロハンにより可視光を遮断した上で、電気ストーブから発せられる赤外線を観察した。この実験より熱くなっているものからは赤外線が放出されていることを確認した。

次に、白熱電球と電球型蛍光灯を用意し、電気ストーブと同様の方法で両者の赤外線を比較した。可視光領域の光を遮断しカメラを通して観察したとき、白熱電球の方が蛍光灯に比べ明るく光っており、赤外線を放出していることを示した。このことと先の電気ストーブの実験結果から、白熱電球の方が蛍光灯に比べ熱を放射し、電気エネルギーを無駄にしていることを説明した。この電球と蛍光灯の比較では1つ1つ

段階を踏みながら参加者に問いかけて進めていったが、ほとんどの子供たちが白熱電球の方が蛍光灯に比べて熱を発しており、電気エネルギーの損失が大きいことを理解していた。説明中にも「LED電球ではどうなのか」といった応用的な質問もあがり、見えない光ながら興味深く見てもらえたようである。

また本実験の前に回折格子を用いて様々な光源のスペクトルの比較を行う実験を行っていたためか、赤外光を見てその結果から分析しようという姿勢が参加者の多くに見られた。

2-4-2. 紫外線の実験

次に、可視光領域外の光として紫外線の実験を行った。

まず、350nm付近の紫外線を放射するブラックライトを使用し、身の回りの物品の中に紫外線により発光するものがあることを観察した。

最初に、白衣にブラックライトを当て、青白く光る様子を観察した。次にそれが洗濯用洗剤にも含まれる蛍光増白剤によるものであることを示した。

続いて、蛍光ペンやビタミンB2入りの栄養ドリンク剤の発光を観察した。最後にフルオレセインを含む入浴剤を水に溶かし、その溶液の発光を観察した。以下に本教室で用いた物品の発光色を示す。

表 1. 紫外線による発光例

物品名(通常光下の色)	発光色
白衣(白)	青
洗濯用洗剤(白)	青
蛍光ペン (ピンク・オレンジ・黄色・緑・青)	各色
栄養ドリンク(黄)	黄緑
入浴剤(緑)	緑

本実験は身近なものが鮮やかに光るため、参加者の反応が非常に良かった。教室終了後もデジタルカメラでUVランプによる発光結果の記録を収めようとする子や、ブラックライトの入手法についての質問もあり、関心の高さがうかがえた。

紫外線と聞き、多くの人々がまず想像することとして日焼けの問題がある。続いて、この日焼けに関する実験を行った。

紫外線絵具(フォトクロミック色素)に紫外線を照射すると、可逆的に赤紫色の発色が見られる。このことを利用し、市販の日焼け止めクリームの効果についてブラックライトを用いて確認を行った。画用紙にあらかじめ紫外線絵具を塗っておき、その上から透明シートを

ひき、日焼け止めクリームとUVカット効果なしの乳液をそれぞれ塗り、紫外線を照射した。すると、乳液や何も塗っていない部分では赤紫色に変化し、日焼け止めクリームを塗った部分ではその発色が押さえられていることが観察できた。このことから日焼け止めクリームが紫外線をカットしていることを説明した。

最後に、自宅で簡単にすぐのできる実験として、バナナの皮を用いた紫外線チェック法を紹介した。バナナの果皮は紫外線により茶褐色に変化することが知られている。良く晴れた日に終日直射日光を当てたバナナの写真を用意し、日焼け止めクリームを塗った場合はどうなるかを予想してもらい、家での実験を促して終了とした。

紫外線の功罪についてはよく知られるところであり、近年の状況ならば小学校高学年では日焼け止めクリームを使用しているかと思っていたが、それほど使用している率は高くないようである。ただ、日焼け止めクリーム自体は知っており、その効果に関しては興味も強く、次に紹介したバナナを用いた紫外線の確認実験も家でやってみたいと声が上がった。

2-4-3. 「見えない光を見てみよう」のまとめ

以前に行った実験ショーでは見えない光のみを扱ったため、始まりが光についての基礎的な説明から始めざるをえず、冒頭のつかみが弱くなるという問題があった。しかしながら、本教室のように、さまざまな光源のスペクトルの観察を行うなど可視光領域の話題と組み合わせることで、可視光から始まり、可視領域外の光へとスムーズに展開しながら光全体を扱うこと可能となった。実験の最後に参加者へ見えない光を認識することが出来たかと質問してみたところ、認識できたとの声が上がリ、実験を通して目には見えない光の存在を認識するという本セクションの目標は達成できたものと思われる。



写真7. 可視光線・赤外線・紫外線の説明

3. 『実験！体験！「明かりのヒミツ」』実施内容

8月31日の午前および午後には、『実験！体験！「明かりのヒミツ」』と題して、長谷川・柿葉で担当した。

このテーマでは、まず柿葉が担当し、明かりの歴史として、アーク灯エジソン電球などの実験「光アレ」を行なった。その後、長谷川が担当し、電球と蛍光灯、水銀灯など最近の明かりのスペクトルを観察する実験を行ない、最後に「組み立て分光器」の工作を行なった。以下にその内容を記す。

3-1. 実験「光アレ」

人類初の人工の光、電気が我々の生活に「灯り」として利用出来る事を証明した画期的な発明「アーク灯からエジソン電球まで」の一連の4つの実験を、みんなで観察し、楽しんでいただいた。

またエジソンがどのようにして電球を発明して行ったかを順を追って、会場の皆さんと共に考えるよい機会となった。

3-1-1. アーク灯

1808年、H.Davy(英)が発明したアーク灯を100円均一ショップなどで買うことのできる身近な材料を用いて再現した。

二本の備長炭(電極)、ヘアードライヤー(安定器)、ブースターケーブル(自家用車のもの)、電源として家庭用の交流100Vにこれらを接続すれば、二本の備長炭の間にアーク(円弧)の光が輝く。



写真8. アーク灯の実験

場内を暗くし、「光アレ！」のかけ声で点灯し、子どもたちに「眩しい光、人類初の電気の光」に驚き、感動してもらった。またホワイトボードに「電気の日」のポスターを貼り、日本では、ほんの130年前、銀座にアークの街灯が灯り、野次馬が集まった錦絵と当時の新聞記事「その光明、あたかも真昼の如し」を紹介した。

明治人の常識では、松明、ロウソク、行燈、そして当時の最新のガス灯でさえ、すべて物が燃える火を光と

した。電気が何の役に立つかもわからない200年前のヨーロッパで、電気の有用性をアーク灯で証明したハンフリー・デービーの業績は大きく、あらゆる電気製品の出発点となったことを説明した。

3-1-2. アーク/エンピツ灯

エジソンは、既に街灯として普及期に入っていたアーク灯を徹底的に研究した。アーク灯の欠点は電極と電極の間を広げる程、光は大きくなるが、すぐに火(光)が飛び消える、連続して光らせる為には電極間の距離の微調整が絶えず必要となる事である。このため、あえて時々火を飛ばしてOn/Offの状況を作り出し、会場の子どもたちにも「どうしたら改良出来るかな？」と考える時間を与えた。

いろんな意見が出たが、エジソンは「電極間の光が飛ばない様に、この間に電極と同じ炭素棒の細い線を橋渡しすれば、これが光るのでは？」と考えたのだろうと話した。

この材料開発について「エジソン記念碑と八幡の竹」のエピソードや、「発明は99%の努力と1%のヒラメキである」のエジソンの名言を紹介し、いくら失敗してもめげない彼の考え方「いろんな材料を試したが失敗は一つもない、すべてこの条件で、この材料で行なえば、光らない/光が続かないとの知見を得た成功例だ」と「失敗を恐れるな！失敗から学ぶ事が大切」の意味をおもしろおかしく話した。

その上で、皆さんの前で備長炭と備長炭の間にエンピツの芯を挟み、電源を流すとエンピツの芯だけが光り輝やいた。

3-1-3. クリップ/エンピツ灯

前の実験では、エンピツの芯が光るフィラメントの働きをする為、もはや備長炭は電極の単なる棒となり、これをクリップまたは針金に代用し、これらを固定する装置としてガラス瓶を用いた。



写真9. クリップ/エンピツ灯の実験

何やら電気製品の形には近くなり、綺麗にガラス瓶の中で光るが、1分も持たない。「さあ、これを長持ちさせるには？」と、その前に「なぜエンピツの芯は早く燃え尽きるのだろう？」と子どもたちに質問した。「空気が有るから」「酸素が有るから」「真空にすれば良い」などの答えか引き出した。さすが科学少年少女たちの集まりである。

3-1-4. CO₂ /クリップ/エンピツ灯

ガラス瓶の中を真空にするのがベストだか、100円均一ショップの材料での実験の範囲内では無理であり、代わりに燃えないガスで中を満たし、酸素を追い出す方がやさしい。炭酸ガス入り入浴剤を皆さんの前に示しながら、予め水を張っておいたガラス瓶に入れると、即座に泡が充満した。CO₂で満たされている事を証明するために、チャッカマンの火をガラス瓶の中に入れると、直ちに火が消える事を観察させた。その後クリップとエンピツの芯を固定したフィラメント装置をガラス瓶の中に入れ電気のスイッチをONにした。これにより、今までよりも少し長持ちし、1分以上点灯した。消える直前には輝きが増し、消える瞬間には、「わ～」という歓声もあがった。

3-1-5. 「光アレ」のまとめ

皆さんとエジソンの思考過程をたどることがテーマであるが、真のメッセージは「過去の業績から学び、その長所、特にその短所を研究する事により、発明が出来る」であった。コレを理解してくれたかどうかかわからないが、今、学校で習っている理科のみならず、算数・国語・社会などの勉強も大切だと気づいてもらいたいものである。

3-2. 最近の明かりとそのスペクトルの観察

次に、最近の明かりとして蛍光灯や水銀灯、低圧ナトリウム灯、LEDなどを、スペクトルを観察しながら紹介した。そのため、『虹でしらべよう！「光の正体をさぐる」』の時と同じように、まずプリズムを配布し、光を分光してみた。その後、回折格子レプリカフィルムを配布していろいろな光のスペクトルを観察してもらったが、そ

の内容については、2章2節を参照されたい。

3-3. 「組み立て分光器」の工作

「組み立て分光器」の工作についても、『虹でしらべよう！「光の正体をさぐる」』と同じものであるため、2章3節を参照されたい。



写真11. 分光器で蛍光灯を観察する参加者

4. まとめ

今回、このような機会を得て、いろいろな方に協力していただきながら、いろいろなテーマ・切り口で教室を行なうことができた。

ここで内容を紹介した2テーマについても、これまでのサイエンスショーや科学実験大会の成果を活かしたのとなり、またここで実施したことが次のサイエンスショーに活かすことにもなった。

ただ、募集期間が短かったことや、募集方法を簡単にしたためか却って当日のキャンセルが少し多かったこともあり、参加定員に余裕を残したままの実施となったのは、少し残念である。

謝辞

この「サイエンスパーク」の実施にあたっては、企画から当日の実施まで、多数の方のお世話になりました。この事業の実施にあたった関係のみなさまに、ここで感謝申し上げます。また、協賛していただいた関西電力株式会社に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) ケニス株式会社 「おもしろ科学実験 光のふしぎ分光シートでカラフル万華鏡」
<http://www.kenis.co.jp/experiment/physics/007.html>
- 2) 山口道明 「平成14年11月光の万華鏡を作ろう」
<http://web.kyoto-inet.or.jp/people/michiaki/saiten/mangekyou/hikari.html>
- 3) 萩原体験 「光の万華鏡」
<http://www1.ocn.ne.jp/~kmatuda/MANGEKYOU.htm>
- 4) 木村友美 「実験ショー「見えない光を見てみよう！」実施報告」大阪市立科学館研究報告21, p87(2012)