

夏休み自由研究「虹をつくろう・しらべよう」実施報告

長谷川 能三*

概要

2015年は国際光年であることにちなみ、夏休み期間中に小・中学生を対象とした夏休み自由研究「虹をつくろう・しらべよう」を実施した。この教室では、光を分光して虹色を見るだけでなく、簡易分光器を作成し、いろいろな光のスペクトルを観察した。ここで、その内容、工夫点等について報告する。

1. はじめに

光の性質の中でも、光を虹色に分ける「分光」は、物理や化学、天文学など、さまざまな分野で重要な実験や観測の手段である。回折格子レプリカフィルムを使った実験や工作では、光が虹色に分かれて見える美しさを主に扱っているものも多いが、この夏休み自由研究では、単に美しいだけでなく、光源によってスペクトルが違うことを知ってもらうことを目的とした。そのため、簡易分光器の作成し、いろいろな光のスペクトルを観察してもらった。

2. 実施日・参加者等

日 時：2015年8月18日(火)・19日(水)

14時～15時30分

対 象：小学4年生～中学3年生

参加費：1,000円

参加者：31人(8月18日)、25人(8月19日)

3. 内容

3-1. 虹の観察

虹の写真や、虹スクリーン(小さなプラスチックビーズを水滴の代用としたもの)に光をあてて現われる虹を見て、虹にはどんな色に見えるか、虹を見て気がついたことがあるか等を聞いていった。また、虹以外にも、環水平アークや環天頂アーク、幻日など、虹のように空に見える気象光学現象を紹介した。

虹のように光を虹色に分けることができるものとして、プリズムを紹介した。小・中学校の学習指導要領には

プリズムが出てこないため、プリズムを知らない子どもたちも多いようであるが、今回、比較的多くの参加者がプリズムのことは知っていたようである。



写真1. 虹スクリーンに光をあてて虹を観察

3-2. 虹みえ～の作成

次に、回折格子レプリカフィルム(以下、回折格子フィルム)を配布した。回折格子は、ガラスの表面に $1\mu\text{m}$ 程度の一定の間隔で多数の溝を作ったもので、干渉によって光を分光することができる。ガラス製の回折格子は高価であるが、回折格子レプリカフィルムは安価で入手することができ、このような実験・工作に向いている。

この回折格子フィルムを通して天井の照明などを見ると、光が虹色に分かれて見える。しかし、回折格子フィルムは薄く、扱いにくい。また、回折格子フィルムを直接手で触ると、手の脂分が表面の溝を埋めてしまい、光が虹色に見えなくなる部分がでてくる。

そこで、この回折格子フィルムを、透明な袋に入れ、

*大阪市立科学館 学芸員
hasegawa@sci-museum.jp



写真2. 回折格子フィルムで光を見る



写真4. 簡易分光器の作成



写真3. 「虹みえ〜」の作成



写真5. 簡易分光器によるスペクトルの観察

さらにラミネートコートすることで、非常に扱い易くなる。透明な袋としては、ポジフィルムを入れるポリプロピレン製の袋を用いた(ラミネートコートするため、耐熱性に注意する必要がある)。このような加工をした回折格子は「虹みえ〜」と名付け、これまでもサイエンスショー等でスペクトルを観察するのに用いている。尚、また、袋に入れずにラミネートコートすると、回折格子の溝が埋まってしまい、スペクトルは見えなくなる。

作成した虹みえ〜を使って、いろいろな元素のスペクトル管の光を観察してもらった。周りが暗く、光源がスリットのように細長い場合には、虹みえ〜でも十分スペクトルを観察できる。

3-3. 簡易分光器の作成

次に、回折格子フィルムとボール紙を用いて、簡易分光器を作成した。図3の型を印刷したボール紙を型に沿って切っていく、覗き口になる部分に回折格子フィルムを貼り、箱を組み立てていくというものである。尚、限られた時間の中で工作を行なうため、ボール紙には、あらかじめ折り目をつけ、またその一部には目盛りとなる紙も貼っておいた。

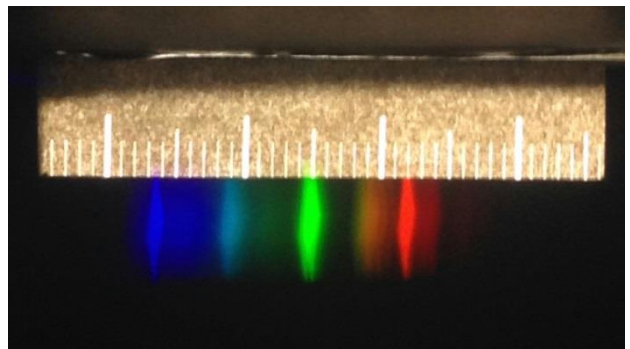


写真6. 簡易分光器で観察した蛍光灯のスペクトル

完成した簡易分光器を用いて、身近なあかりのスペクトルを観察してもらった。光源と用意したのは、白熱電球、蛍光灯、電球型LED、青色LED、高圧ナトリウム灯、低圧ナトリウム灯、水銀のスペクトル管(水銀灯の代用)である。これらのスペクトルを観察、比較することで、似ているところや違いを意識してもらい、光源によってスペクトルが異なることを知ってもらった。

ただ、スペクトルを比較するためには、スケッチなどで記録することが望ましく、ここでは1~2種類の光源のスケッチをしてもらい、他の光源については帰ってからの自由研究の続きとしてもらった。

4. 作成した簡易分光器

今回作成した簡易分光器は、オリジナルで設計したもので、

- ① はさみで工作
- ② 高解像度
- ③ 暗い光源にも対応
- ④ 波長目盛りを付けることができる

という特徴がある。

通常、このような簡易分光器の作成では、スリットの部分を切り取るのに、カッターナイフが必要なものが多い。そこで、スリットや覗き口をV字型に切り抜くようにすることで、はさみだけで切ることができるようにした。スリットは細長いV字を2つ合わせることで、細長い菱形となる。これにより、スペクトルの上下の部分は非常に解像度が高くなり、まん中付近はスリット幅が広いいため、暗い光源のスペクトルも観察できるようになった。例えば雲に向けて太陽のスペクトルが見えるが、スペクトルの上下の部分では、ナトリウム等の暗線を観察することができる。さらに、スペクトルの背景になる部分に、黒地に白で描いた目盛りを印刷したコピー用紙を貼ることで、スペクトルの波長を読み取ることができるようにした。ただし、波長が正しく表示されるかどうかは工作精度によるため、今回、数字は入れず、スペクトルを比較するときの参考程度とした。



写真7. 完成した簡易分光器

5. 考察

今回の夏休み自由研究では、大阪府の新任教員体験研修の受入として、4人の教員に事前準備および補助をしていただいた。そのため、当初の予定よりも準備に手間をかけることができることから、工作で時間のかかる部分を事前の準備で済ませ、その分、スペクトルの観察等に重点をおいた。具体的には、虹スクリーンは事前準備で作成しておき、観察だけにとどめた。また、使用しているプラスチックビーズに触れずに済むように、透明な袋に入れて配布した。また、簡易分光器

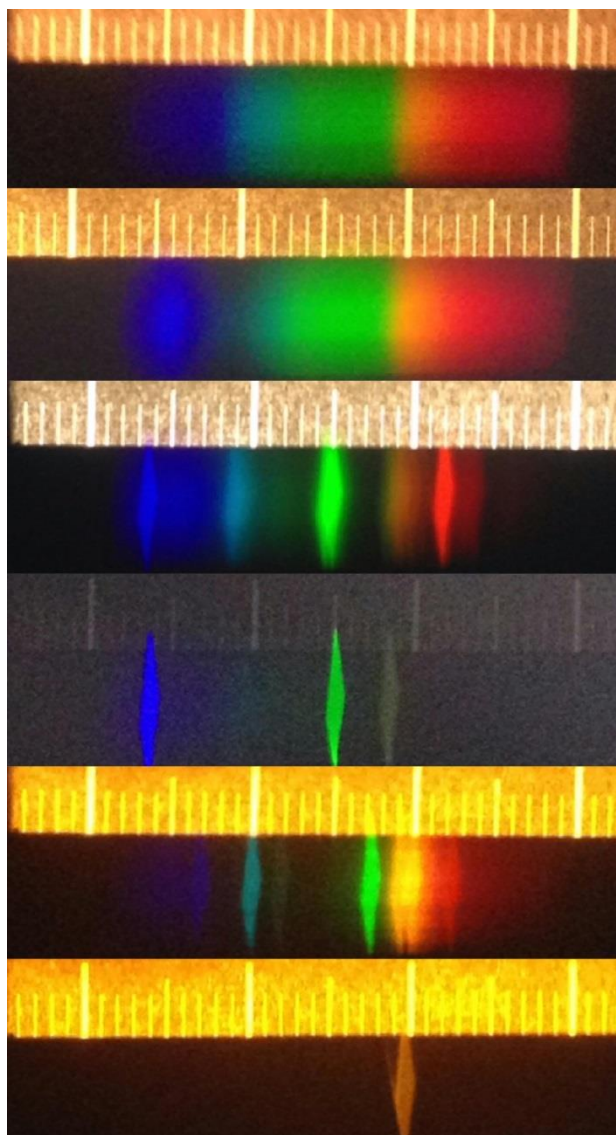


写真8. いろいろな光源のスペクトル

上から、白熱電球、電球型LED、蛍光灯、水銀のスペクトルランプ、高圧ナトリウム灯、低圧ナトリウム灯のスペクトル。電球型LEDのスペクトルは青と緑の間で暗くなっていることや、蛍光灯のスペクトルには水銀の輝線スペクトルが含まれていることがわかる。また、高圧ナトリウム灯はいろいろな色の光が含まれ、オレンジ色の部分が明るく見えるが、そのまん中が暗くなっているのがわかる。

の作成では、あらかじめ周囲の余分なところのカット、目盛りの部分のカットと目盛りの貼り付け、折り目をつけるという工程を事前準備でしておいたため、作業時間をかなり短縮し、工作精度も上げることができた。研修で来ていただいた宮崎浩貴教諭、宮本弘行教諭、井上雅人教諭、三原理緒教諭に感謝いたします。

このように、事前準備ができたため、比較的スムーズに工作やスペクトルの観察を行なうことができ、当初の目的でもある光源によるスペクトルの違いにも興味を持ってもらえたようである。

<p>2015年8月18・19日</p> <p>夏休み自由研究 虹をつくろう・ しらべよう</p> <p>大阪市立科学館 長谷川 能三</p> <p>〒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/</p> 	<p>■虹を見たことはありますか？</p> <p>虹はどんなときに見えた？</p> <p>虹はどこに見えた？</p> <p>かわった虹を見たことは？</p> <p>— 1 —</p>
<p>きょうこうがくげんしょう</p> <p>■虹のなかま「気象光学現象」</p> <ul style="list-style-type: none">・環水平（かんすいへい）アーク どんな虹？・環天頂（かんでんちよう）アーク どんな虹？・幻日（げんじつ） どんな虹？ <p>— 2 —</p>	<p>■光を虹色に分ける</p> <ul style="list-style-type: none">・虹は（ ）が太陽の光を虹色に分ける・環水平アークなどでは、（ ）が太陽の光を虹色に分ける・他に、光を虹色に分けるもの <p>— 3 —</p>
<p>■回折格子（かいせつこうし）</p> <p>今日の実験・工作で光を虹色に分けるのには、回折格子（かいせつこうし）というものをつかいます。</p> <p>回折格子には、CDやDVDのように、こまかい筋がたくさんあります。</p> <p>今日使う回折格子は、 1mmあたり（ ）本の筋があります</p> <p>※回折格子をさわりすぎると、虹色が見えなくなってきます。虹色が見えなくなったら、せっけんで洗って、水をふきとりましょう</p> <p>— 4 —</p>	<p>■スペクトル</p> <p>光をプリズムや回折格子で分けた虹色のおびを「スペクトル」といいます。何の光かで、スペクトルはちがいます。</p> <ul style="list-style-type: none">・白熱電球（はくねつでんきゅう）・窒素（ちっそ）が出す光・ヘリウムが出す光・ネオンが出す光・水素が出す光 <p>— 5 —</p>

図1. 当日配布レジメ(1)

<p>■分光器でスペクトルをスケッチしよう</p> <p>光を虹色に分けてしらべるそうちを「分光器（ぶんこうき）」といいます。</p> <p>今日、調べるのは、</p> <ul style="list-style-type: none">・白熱電球（はくねつでんきゅう）・蛍光灯（けいこうとう）・電球型（でんきゅうがた）LED・水銀灯（すいぎんとう）・高圧（こうあつ）ナトリウム灯（とう）・低圧（ていあつ）ナトリウム灯（とう）・青色（あおいろ）LED <p>の7種類です。</p> <p>— 6 —</p>	<p>■照明が光るしくみ</p> <ul style="list-style-type: none">・白熱電球 フィラメントに電気を流して、熱くなったフィラメントが光を出します・蛍光灯 ガラス管の中の水銀が出す光や、水銀が出した紫外線で蛍光剤というものが光を出します・電球型LED 青色LEDが出す青い光と、青い光で蛍光剤が赤～緑の光を出します <p>— 7 —</p>
<p>■くらべてみよう</p> <p>いろいろな照明の光のスペクトルを比べてみましょう。 どこが似ていて、どこが似ていないでしょうか</p> <ul style="list-style-type: none">・白熱電球と電球型LED・蛍光灯と水銀灯・電球型LEDと青色LED・低圧ナトリウム灯と高圧ナトリウム灯 <p>— 8 —</p>	<p>■照明が光るしくみ</p> <ul style="list-style-type: none">・白熱電球 フィラメントに電気を流して、熱くなったフィラメントが光を出します・蛍光灯 ガラス管の中の水銀が出す光や、水銀が出した紫外線で蛍光剤というものが光を出します・電球型LED 青色LEDが出す青い光と、青い光で蛍光剤が赤～緑の光を出します <p>— 9 —</p>
<p>■家の中で使っている照明をしらべよう</p> <p>家の中で使っている照明が何なのか、ひとつずつ調べてみよう</p> <p>— 10 —</p>	<p>■家の外の街灯をしらべよう</p> <p>家のまわりの道路をてらしている照明が何なのか、調べて地図にしてみよう</p> <p>— 11 —</p>

図2. 当日配布したレジメ(2)

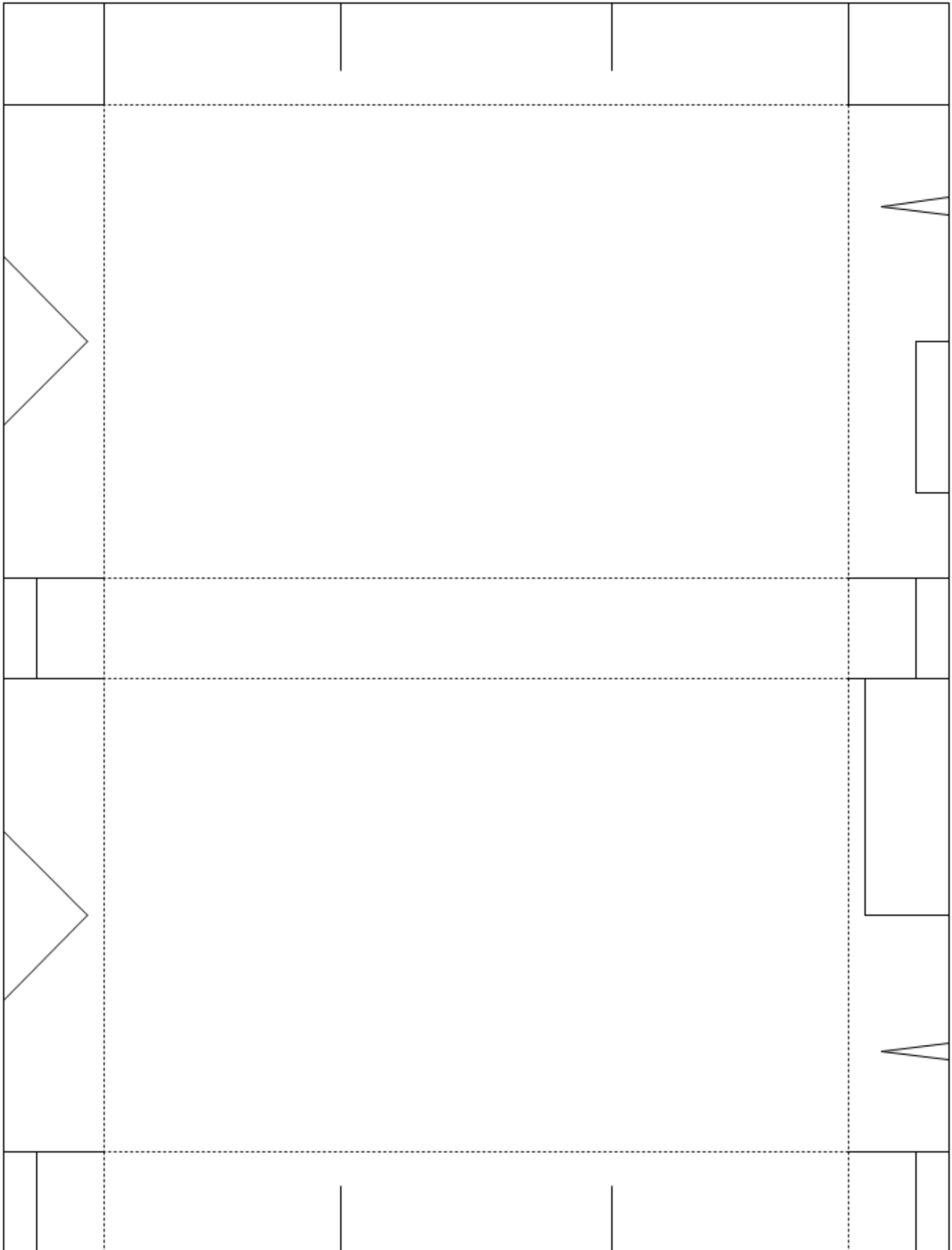


図3. 簡易分光器の型紙

これをA3サイズ程度のボール紙に印刷して使用した。実線の部分を切り、点線の部分を折る。右側上下の細長いV字型の部分がスリットとなる。左側の広いV字型の部分が覗き口となる部分で、ここに500本/mmの回折格子フィルムを貼る。右側まん中より少し上と下の四角い切り込みが目盛りを付ける部分で、ここを切らずに目盛りなしでも使用できる。上下の切り込みを、組み立てる時に互い違いに差し込むことで丈夫になる。