

# サイエンスショー「虹でじっけん、光のせかい」実施報告

長谷川 能三\*

## 概要

2017年12月1日～2018年2月25日のサイエンスショーでは、物理・化学・天文学・医学など様々な分野で重要な実験・観測手段である分光をテーマにした「虹でじっけん、光のせかい」を実施した。分光をテーマにしたサイエンスショーは、これまでも1999年、2003年、2008年、2012年にも行なっており、今回、内容を変更した点を含め、報告する。

### 1. はじめに

光を分光することは、天文学や物理などの分野において対象物の状態などを調べたり、化学・医学などでは成分を調べる上で、非常に重要な測定手段である。また、一般には、光をスペクトルに分けたものとして虹がよく知られている。そこで、これまでも1999年3月2日～5月23日、2003年3月1日～5月25日、2008年3月1日～5月6日、2012年3月1日～5月27日に、虹をイントロダクションとしてスペクトルを観察してもらうサイエンスショーを行なった。

これらのサイエンスショーでは、単にスペクトルを示すのではなく、回折格子を見学者全員に配布し、見学者が自ら光源を観察することで、参加意識も高く、好評であった。

今回、2017年12月1日～2018年2月25日の間に、のべ215回実施し、見学者は12,964人であった。

### 2. 実験内容

今回のサイエンスショー「虹でじっけん、光のせかい」では、これまでのスペクトルに関するサイエンスショーとは、以下の2点について順序や内容を大きく変えた。

- ・ LED照明のスペクトルの観察を前半の早い段階で行ない、そのスペクトルを解明する実験も詳しく行なった。
- ・ スペクトルを調べることでわかることの例として、太陽のスペクトル中の暗線から、太陽に存在する元素がわかるという話をした。

今回のサイエンスショーで行なった実験は以下のとおりである。ただし、演示担当者や観覧者層によって、一部の実験を割愛したり、順序が異なることがある。

#### 2-1. 虹スクリーン

虹スクリーンは、多数の透明プラスチック球を、黒い板にスプレー糊で貼り付けたものである。プラスチック球は、直径1mmに満たない小さなもので、理科教材会社のナリカから虹スクリーン製作用に「虹ビーズ」という名称で販売されている。このスクリーンに向かって裸電球などの明かりを照らすと、虹が見えるというものである。今回は、幅90cm、高さ180cmの虹スクリーンを2枚並べて使用した。

この実験では、虹が見えるためには、太陽の光(ここでは電球の光)と、雨粒(ここではプラスチック球)が必要であること、虹は七色とよく言うが、細くて色を見分けるのは案外難しいことなどに触れた。



写真1. 虹スクリーン

\*大阪市立科学館 学芸員  
hasegawa@sci-museum.jp

虹スクリーンを触ると貼り付けているプラスチック球が剥がれていくため、表面を透明なプラスチック板で覆っている。これ以降の実験で使用する光がこのプラスチック板で反射して見学の妨げになるため、虹スクリーンはホワイトボードに固定し、次の実験の前にホワイトボードごと裏返して見えないようにした。

## 2-2. 回折格子の配布と白熱電球のスペクトル

次に、スペクトルを詳しく観察するために、回折格子レプリカフィルムを見学者に配布し、白熱電球のスペクトルを観察してもらった。回折格子レプリカフィルムは、そのままでは薄くて折れ曲がりやすく、また指の脂等が付くと回折格子の溝が埋まってスペクトルが見えなくなる。そこで、約60mm×100mmにカットした回折格子レプリカフィルムを、写真の中判フィルム用のスリーブ(袋)に入れた上で、ラミネート加工して使用している。

この実験では、光を虹色に分けたもの「スペクトル」ということ、電球のスペクトルの色が連続的に変化していること、光源の電球の光にはこれらのいろいろな色の光が含まれていることなどを解説した。

## 2-3. 蛍光灯のスペクトル

次に、電球型蛍光灯のスペクトルを観察してもらった。電球型蛍光灯は、見た目は白熱電球と似ているが、いろいろな色の電球の形が並んだようなスペクトルとなる。ここで蛍光灯とわかる電気スタンドも用意し、電気スタンドと電球型蛍光灯の両方にスリットを被せることで、スペクトルが同じであることを確認してもらった。

## 2-4. LED照明のスペクトル

さらに、電球型LED照明のスペクトルを観察してもらった。スペクトルは一見白熱電球と似ているが、よく観察すると全体的にスペクトルが短い、青色と緑色の間が暗くなっているといった違いがある。



写真2. LED照明、蛍光灯、白熱電球のスペクトル

ここで2014年にノーベル物理学賞を受賞したのは青色LEDの実用化に対する功績であったことを話題にし、青色LEDを用意した。しかし青色LEDで、例えば色鉛筆の写真を照らしても本来の色には見えないが、ここに黄色い光を加えることで色鉛筆の色が正しく見えることを示した。

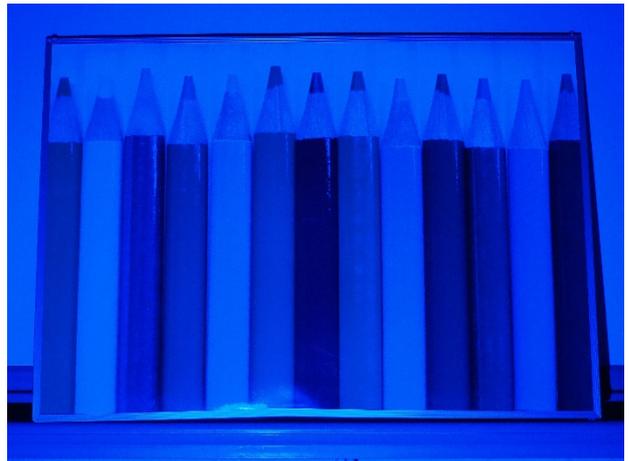


写真3. 青色LEDのみ、黄色い光のみ、  
両方の光で照らした色鉛筆の写真

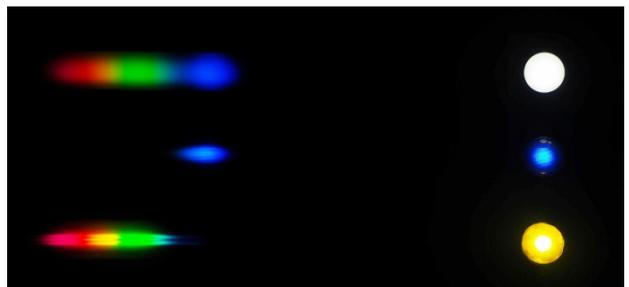


写真4. 上から、LED照明、青色LED、  
黄色い光のスペクトル

ここで使用した青色LEDは、赤色・緑色・青色LEDを内蔵した電球型LEDで、リモコン操作でさまざまな色に変えられるものである。これを、青色LEDのみ点灯させた状態で使用した。また黄色い光として使用したのは、通常用いられている電球型LED照明に黄色のセロハンを被せたもので、青色LEDの光を遮り、蛍光剤の黄色い光のみが透過するようにしたものである。尚、この蛍光剤の黄色い光は、赤色から緑色までの光を含んでいる。

この電球型LED、青色LED、黄色い光の光源を並べてスペクトルを観察することで、通常用いられている電球型LEDが、青色LEDに黄色い光を加えていること、スペクトルの青色と緑色の間が暗くなっているのは、この2つの光の間であることを確認してもらった。

尚、LED照明のスペクトルの青色と緑色の間が暗くなっている様子は、メーカーや種類によってわかりやすいものとわかりにくいものがあるので、注意が必要である。

## 2-5. いろいろなスペクトル管

身近な照明のスペクトルを見た後は、ヘリウム、ネオン、水素、水銀の放電管のスペクトルを観察してもらった。これらの放電管の発する光は、そのまま見ても色が異なるが、スペクトルを観察すると、非常に細い輝線スペクトルの集まりになっており、元素によってスペクトルが全く異なっている。

## 2-6. 低圧ナトリウム灯と食塩

元素によって異なるスペクトルの一種として、オレンジ色の輝線スペクトルのみしか見えない低圧ナトリウム灯を用意した。回折格子でスペクトルを観察する他、この低圧ナトリウム灯で照らすと、色鉛筆の写真や見学者の服装などの色が全くわからなくなることを体験してもらった。

また、食塩を振りかけたガスコンロや、食塩を混ぜたアルコールランプの炎が、同じオレンジ色の輝線スペクトルであること、ライターの炎は全く異なるスペクトルであることなどを見てもらった。

## 2-7. 黒い炎と高圧ナトリウム灯

低圧ナトリウム灯と食塩を混ぜたアルコールランプの炎のスペクトルが同じであることを確認した上で、この2つを組み合わせるとどうなるかを見てもらった。低圧ナトリウム灯の前を透過スクリーンにし、その前に塩を混ぜたアルコールランプを置くことで、アルコールランプの炎が暗く見えるようになる。これは、ナトリウムがオレンジ色の光(D線)を(放出するだけでなく)吸収することによる現象である。

さらにこのナトリウムがD線を吸収することの応用例として、高圧ナトリウム灯のスペクトルを観察してもらった。高圧ナトリウム灯はナトリウムの蒸気圧が高いナトリウム灯で、スペクトルは低圧ナトリウム灯と全く異なる。見た目はオレンジ色系の照明であるが、いろいろな色のスペクトルを含んでおり、D線の部分は輝線ではなく暗線になっている。高圧ナトリウム灯は街灯としてよく使われているが、街灯として使われている高圧ナトリウム灯(高効率タイプ)以外に、さらにナトリウムの蒸気圧が高い高演色タイプもある。高演色タイプはD線付近が非常に幅広く吸収されており、暗線という感じではない。尚、低圧ナトリウム灯はトンネルでよく使われていた照明であるが、現在ではあまり使われていない。

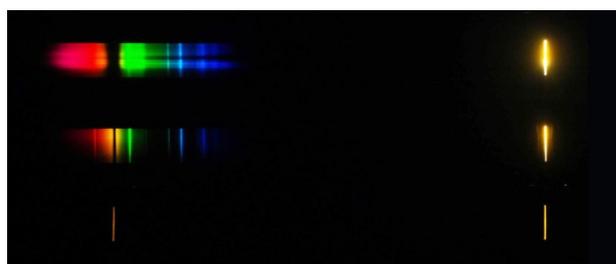


写真5. 上から、高圧ナトリウム灯(高演色)、高圧ナトリウム灯(高効率)、低圧ナトリウム灯のスペクトル

## 2-8. 太陽の吸収スペクトル

最後に、スペクトルを調べるとどういったことがわかるのかの例として、太陽のスペクトルに含まれる暗線を取り上げた。使用した太陽のスペクトルは、坂江隆志氏(埼玉県立浦和西高等学校教諭)が撮影し、定金晃三氏(大阪教育大学名誉教授)が暗線の元素の同定を行なった、非常に詳細なスペクトルである。

このスペクトルには、非常にたくさんの暗線が写っており、その中にはナトリウムのオレンジ色の輝線や、水素の赤色、青緑色、青紫色の輝線と同じ位置に暗線がある。このことは、太陽にナトリウムや水素が存在していることを示しており、太陽に行かなくてもスペクトルを調べることで、太陽のことがわかることを示した。尚、ここで使用したナトリウムおよび水素のスペクトルは、実際のスペクトルを撮影したものではなく、太陽の詳細スペクトルに合わせて描いたものである。

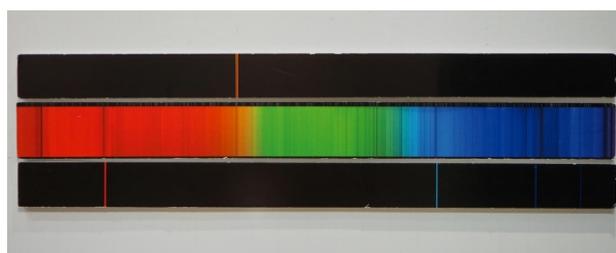


写真6. 太陽の詳細スペクトルとナトリウムや水素の輝線スペクトルの比較

### 3. 最後に

1999年にスペクトルを観察するサイエンスショーを企画してから、まもなく20年が経つ。その間、特にここ数年でLED照明の普及はめざましく、それ以外にも街灯として高圧ナトリウム灯が多く使われるようになるなど、大きな変化があった。

このため、このテーマのサイエンスショーでも、2003年からは高圧ナトリウム灯を、2012年からはLED照明を使用するようになり、今回はそのLED照明について詳しく実験を行なった。

一方で、LED照明の青色と緑色の間が暗くなっていることや、高圧ナトリウム灯の暗線が、一般の見学者にはわかりにくいのではないかという意見もあった。そこで、LED照明は何種類もの照明の中から比較的わかりやすいものを使用する、高圧ナトリウム灯はスリット幅を狭くするなどの調整を行なった。

また、今回最後に太陽のスペクトルの暗線を取り上げたこともあり、大人でも十分楽しみながら学ぶことが

できるサイエンスショーになったと思われる。一方、タイトルが「虹でじっけん、光のせかい」という子ども向きと思われやすい名称であったことから、大人の来館者を逃してしまったのではないかという意見もいただいた。

このサイエンスショーで使用した回折格子レプリカフィルムを加工したものは、「虹みえ〜る」という名称でミュージアムショップにて販売しており、今回のサイエンスショー期間中、1252枚の購入があった。

尚、この研究報告の本誌では写真が白黒印刷でわかりにくいのが、カラー版のPDFファイルが大阪市立科学館のホームページ(<http://www.sci-museum.jp/about/publication/report/>)で見ることができるので、そちらも参照願いたい。

### 謝辞

本サイエンスショーを実施するにあたり、詳細な太陽スペクトル写真の使用を快く許可していただきました坂江隆志氏、定金晃三氏に、感謝申し上げます。

### 【参考】

長谷川能三 「サイエンスショー「虹のひみつ」実施報告」 大阪市立科学館研究報告22, p77 (2012)

長谷川能三 「サイエンスショー「光きらきら」実施報告」 大阪市立科学館研究報告18, p123 (2008)

長谷川能三 「サイエンスショー「虹でさぐる光の世界」実施報告」 大阪市立科学館研究報告13, p171 (2003)

長谷川能三 「サイエンスショー「ひかり・ぴかり・きらっ」実施報告」 大阪市立科学館研究報告9, p109 (1999)