

サイエンスショー「虹のひみつ」実施報告

長谷川 能三*

概要

2012年3月1日から(5月27日まで実施予定)のサイエンスショー「虹のひみつ」では、物理・化学・天文学・医学などのさまざまな分野において重要な測定や観測の手段として用いられている分光についての演示実験を行なっている。

これまで1999年春、2003年春、2008年春にもこのテーマでサイエンスショーを行なってきたが、今回、さらに改良を加え、道具もほぼ一新したので、変更点を中心にその内容を報告する。

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った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各自がそれぞれ光源を観察することで、参加意識も高く、好評であった。のべ678回実施し、見学者は31,269人にのぼった。

また、このサイエンスショーで用いた実験道具をスーツケースにまとめ、おでかけサイエンスとして出張サイエンスショーも行なった。部屋を暗くする必要があるが、見学者が多くて演者から見学者までが比較的遠くても、光源が見えれば実験を見てもらえるため、体育館や市民ホールのようなところでも行なった。

しかし、前回サイエンスショーで使用した実験道具は、このおでかけサイエンス用のセットとして使用しているため、今回、ほとんどの実験道具を新たに用意した。また、サイエンスショーコーナーそのものも、第3次展示改装により新しくなったため、そのことも考慮する必要があった。

2. 実験内容

サイエンスショーでは、以下のような実験を行なった。ただ、演者担当者や見学者層によって、多少実験の選択や順序が異なる。

2-1. 虹スクリーン

虹スクリーンは、黒い板に直径1mmに満たない小さな透明プラスチック球を多数貼り付けたものである。このプラスチック球は、理科教材会社のナリカから虹スクリーン用として販売されている。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。

前回までのサイエンスショーでは、90cm×180cmのベニヤ板を黒く塗り、スプレー糊でプラスチックビーズを貼り付けたものを自作して使用した。展示改装前のサイエンスショーコーナーでは、放電装置の入った大きなガラス張りのコーナーがあったため、この虹スクリ



写真1. 虹スクリーン

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

ーンをガラス張りのコーナーの中に立てかけて使用した。というのも、虹スクリーンを直接さわるとプラスチックビーズがポロポロ落ちるからである。今回は、2011年8月に行なったあべの科学博で使用した虹スクリーンを、サイズを小さくして流用した。この虹スクリーンは、表面に透明な薄いプラスチックの板をかぶせてあるため、プラスチックビーズが落ちないようにしている。

2-2. プリズム

分光に用いる装置としては、プリズムと回折格子があるが、一般によく知られているのはプリズムであるため、プリズムで光が虹色に分かれることを示した。

光源にはスライドプロジェクターを用い、見学者にもよく見える大型のプリズムは、アクリル製品の製造会社で製作してもらった。

2-3. 回折格子の配布

前回までのサイエンスショーでは、回折格子レプリカフィルムを38mm角にカットして袋に入れ、35mmフィルムのスライド枠にマウントしたものを見学者に配布していた。一方、偏光をテーマにしたサイエンスショーでも見学者に偏光板を配布していたが、この偏光板のサイズを45mm×60mmから120mm×70mmに大型化したところ、好評であった。そこで、今回のサイエンスショーで配布する回折格子も大型化した。このサイズの回折格子は、2011年夏に開催した子どもサイエンスパークで使用して好評だったものである。

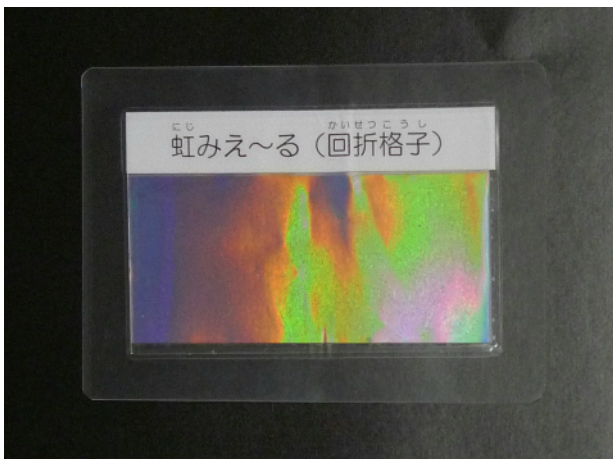


写真2. 今回使用した回折格子

2-4. 電球・蛍光灯のスペクトル

回折格子を配布した後、最初に白熱電球のスペクトルを、その次に蛍光灯のスペクトルを観察してもらった。電球用には、ソケットが縦に3つ並んだ台を用意し、電球単独だけでなく、後述の電球型蛍光灯やLEDと比較できるようにした。また、スリット付きのボックスも用意し、電球と蛍光灯の光を、それぞれスリットを通した上

でスペクトルを観察してもらえるようにもした。蛍光灯も、以前は直管型の電気スタンドを用いていたが、蛍光灯部分がコンパクトな電気スタンドに替え、スリットの付け外しも簡単になった。

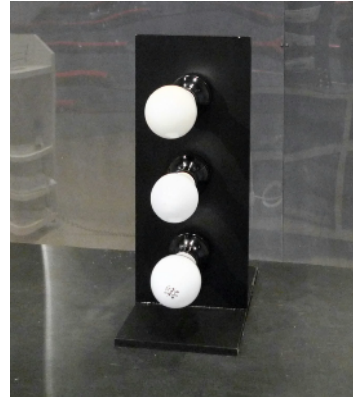


写真3. 電球用ソケット台

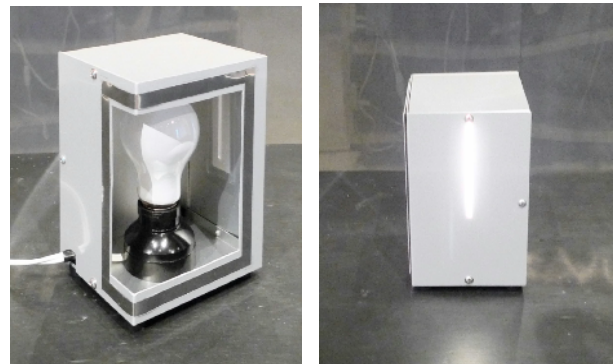


写真4. スリット付きケース(左は裏側、右は点灯時)

2-5. 各種スペクトル管

身近なものではないが、いくつかの元素のスペクトルとして、窒素・ヘリウム・水素・ネオン・水銀のスペクトル管を用意した。これにより、元素によって肉眼で見た光の色も違うが、スペクトルが全く異なること、またスペクトルのパターンから元素が特定できることを説明した。但し、窒素については分子結合が強いため、原子スペクトルではなく分子振動を反映したスペクトルとなっている。

また、このスペクトル管の装置の上に、電球用のスリット付きケースをのせられるようにした。スリット付きケースに電球型蛍光灯をセットすることにより、蛍光灯と水銀のスペクトルを比較することができる。すると、蛍光灯の発光が、水銀の発光+蛍光剤による発光であることがわかる。しかし、スペクトルを見慣れていない一般の方には、わかりにくいようである。

2-6. ナトリウム灯

次に低圧ナトリウム灯のスペクトルを観察してもらい、これまでに見たスペクトルと違ってオレンジ色の単色光であることをわかっていただいた。低圧ナトリウム灯は、以前はトンネルでよく使われていた照明であるが、オレ

ンジ色の単色光のため、ものの色がわからなくなるという特徴がある。そこで、見学者にこの低圧ナトリウム灯の光をあて、服の色がわからなくなることを見てもらった。前回まで使っていた低圧ナトリウム灯の照明は、発光管を縦に配置してあったため、演示台の棚に入らなかったが、今回、横に配置することで棚に入る大きさにすることができた。またこれにより、見学者に光をあてる時にも、広い範囲に明るくあてることができた。

さらに、低圧ナトリウム灯の光と同じオレンジ色の単色光を出すものとして、塩を少し入れたアルコールランプの炎を見てもらい、低圧ナトリウム灯の光のスペクトルと比較してもらった。このとき、ライター（連続スペクトル）の炎（連続スペクトル）もいっしょに見てもらうと、わかりやすかった。また、低圧ナトリウム灯の光にこのアルコールランプの炎を重ねることにより、ナトリウムによってオレンジ色の光が吸収され、炎が暗くなることも観察してもらった。



写真5. 光の吸収により暗く見える炎

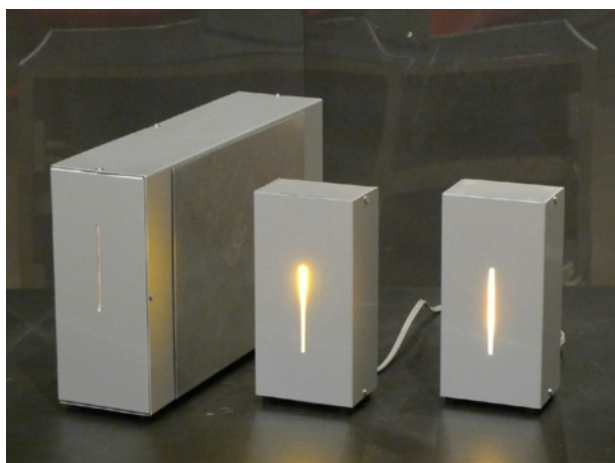


写真6. 3種類のナトリウム灯

左から、低圧ナトリウム灯、高圧ナトリウム灯（高効率タイプ）、高圧ナトリウム灯（高演色タイプ）

このようなスペクトルを観察する演示実験や展示では、低圧ナトリウム灯だけを使うのが一般的であるが、現在ではトンネルでも低圧ナトリウム灯はあまり使われていない。逆に、高圧ナトリウム灯が街灯としても多く

使われるようになっている。そこでこのテーマのサイエンスショーでは、2003年から高圧ナトリウム灯のスペクトルも観察してもらっている。高圧ナトリウム灯のスペクトルはさまざまな色の光があり、低圧ナトリウム灯とは逆にオレンジ色の光が吸収されている。ただ、街灯として使われている高圧ナトリウム灯は高効率タイプのものであるが、小型のものでは高演色タイプのものしか入手できなかったため、高演色タイプのもので使ってきた。しかし、今回高効率タイプの小型の照明も入手することができたため、この3種類が比較できるようにしたが、高効率のスペクトルはやや複雑でオレンジ色の光の吸収も幅が狭いため、一般の見学者にはわかりにくいようである。



写真7. ナトリウム灯のスペクトル

下から、低圧ナトリウム灯、高圧ナトリウム灯（高効率タイプ）、高圧ナトリウム灯（高演色タイプ）

2-7. 電球型蛍光灯・電球型LED

ここであらためて電球と電球型蛍光灯のスペクトルを見てもらった。どちらも見た目は電球の形をしているが、スペクトルは全く異なる。蛍光灯スタンドの光とも比較することにより、電球の形をしていても蛍光灯であるとわかることを理解してもらった。さらに、最近普及してきた電球型LEDのスペクトルも見てもらった。しかしこちらは、一見電球のスペクトルと似ている。しかし、詳しく見ると、電球と比べてスペクトルの幅が狭い（可視光

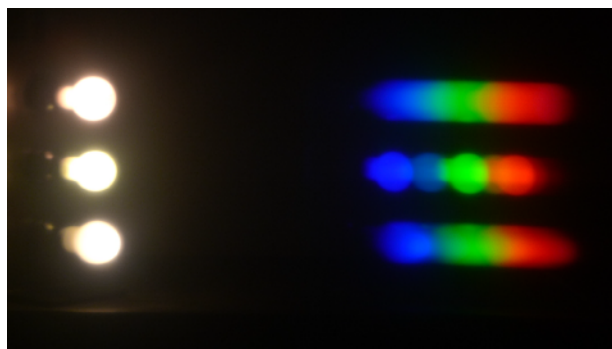


写真8. 電球型照明のスペクトル

上から、電球、電球型蛍光灯、電球型LED

の範囲の長波長端や短波長端の光をほとんど出していない)ことや、青と緑の間にやや暗い部分があることがわかる。これは、一般によく使われているLED照明は、青色LEDとその光で蛍光物質が赤～緑の光を出すことで、白色の光としているからである。しかし、この電球と電球型LEDのスペクトルの違いも、一般の見学者には難しいようである。

3. 考察

最初にスペクトルを観察するというテーマでサイエンスショーを始めてから13年の歳月が過ぎ、その間、高圧ナトリウム灯やLEDなど新しい照明が普及してきている。それに伴い、2003年の実施からは高圧ナトリウム灯を、今回からはLEDを実験に加えた。しかしLEDのスペクトルは電球との違いがわかりにくく、さらにそのために連続スペクトルは熱い物体から出る光(黒体放射)であるとも言いにくくなってしまった。30分程で行な

っているサイエンスショーではあまり欲張りすぎることもできないため、一般の見学者にはわかりにくい部分については、実験を割愛したり簡単な説明にとどめるなどせざるを得なかった。

このような問題もあるが、このテーマのサイエンスショーは見学者にも好評なようであり、今回新調した実験道具についても概ね以前と比べると使いやすくなった。特に低圧ナトリウム灯については、演示台の棚に入れるために発光管を横に配置できるやや大きなケースに収めたが、これにより安全性が高くなっただけでなく、見学者に低圧ナトリウム灯の光をあてる実験や、炎がオレンジ色の光を吸収する実験がしやすくなった。

同じテーマでサイエンスショーを行なっても、このように世の中の変化もあり、また改良も加えていかなければならない。数年後にまたスペクトルをテーマでサイエンスショーを行なうときには、電球がほとんど使われていないという世の中になっているかもしれない。

【参考】

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)