

サイエンスショー「光きらきら」実施報告

長谷川 能三*

概要

2008年3月1日から(5月6日まで実施予定)のサイエンスショー「光きらきら」では、物理・化学・天文学・医学など、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た。

これまで1999年春、2003年春にも分光を取り扱ったサイエンスショーを行なってきたが、今回、いくつかの改良を加えたので、改めてその内容等について報告する。

1. はじめに

光をスペクトルに分けることは、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など、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3～5月と2003年3～5月に、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。

今回のサイエンスショーでは、基本的な流れや実験内容はこれまでのサイエンスショーをほぼ踏襲したが、実験をしやすくなるように、また見学者から見やすくなるように、いくつかの改良を加えた。

2. 実験内容

サイエンスショーでは、主に以下のような実験を行なった。ただし、見学者層や演示担当者により、実験の選択や順序は異なっている。

(1) プラスチックビーズによる虹

90cm×180cmの黒色ベニヤ板を3枚用意し、虹シート用としてナリカ(旧中村理科工業)より販売されている細かな透明プラスチックビーズをスプレー糊で貼り付けたものを用意した。これに裸電球の光をあてると、ベニ

ヤ板と電球を結ぶ直線上では虹が観察される。ただし客席が広いと全員に見ていただくには電球の位置を動かさなければならず、棒の先に電球を取り付けて電球を動かした。なお、板に直接触れるとビーズが落ちるため、板は放電装置等を設置してある部屋のガラス面に内側から立てて使用した。

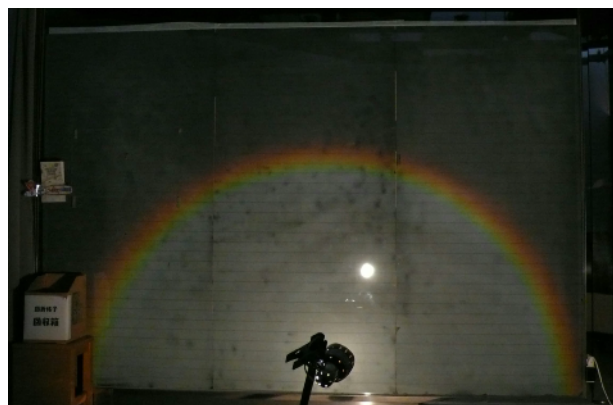


写真1. プラスチックビーズによる虹

日本では一般に虹は7色といわれるが、実際には虹は細く、スペクトルも鮮やかではないため、なかなか何色あるか見分けるのは難しい。プラスチックビーズによる虹でも、全部で何色見えるかを聞いてみたところ、3～5色という人が多かったが、中には2色とか7色、8色といった声もあった。

尚、ニュートンの著書「OPTICS」には、プリズムで分光した太陽の光が「赤・オレンジ・黄・緑・青・藍・堇」の7色であること、空にかかる虹も同様の色であるが、一番内側が堇色ではなく紫色がかっていると記述されている。日本で虹が7色といわれるのは、この記述が元になっていると思われる。

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

(2) プリズムによる分光

ニュートンと同じようにプリズムによる分光の例として、スリット状のスライドをセットしたプロジェクターの光を大型のプラスチック製プリズムを用いて分光した。

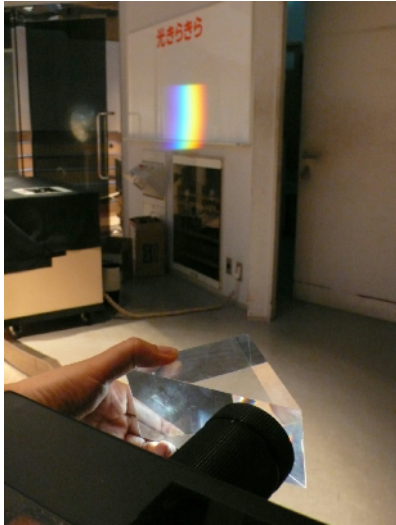


写真2. プリズムによる分光

(3) 回折格子による分光

プリズムと同じように光をスペクトルに分けるものとして回折格子を用意し、見学者全員に配布、サイエンスショー終了後に回収した。回折格子は、レプリカフィルムを35mm版スライドフィルムの大きさにカットし、スライド用の小袋に入れ、紙製のスライドマウントに挟んだ。格子間隔が狭いと初めて見る人にはスペクトルを見つけにくく、格子間隔が広いとスペクトルの解像度が低くなるため、格子間隔が $2\mu\text{m}$ (500本/mm)の回折格子レプリカフィルムを使用した。

この回折格子を用いて、まず電球の光を見ていただいた。虹と比べてはるかに分散が大きいいため、その色を詳しく観察してもらい、スペクトルの色は連続的に変化していることを強調した。

次に、蛍光灯の光を見ていただき、電球と全く違ったスペクトルになっていること、蛍光灯はすべての色の光を出しているのではないことを説明した。

尚、客席が広いいため、電球や蛍光灯にスリットを被せると場所によっては光源が見づらいこともあるため、今回はスリットを用いず、蛍光灯は電気スタンドの笠に遮光シートを貼るにとどめた。



写真3. 3波長型蛍光灯のスペクトル

(4) スペクトル管の観察

蛍光灯に似たものとして、いくつかのスペクトル管を用意した。使用したスペクトル管は、ヘリウム・窒素・水素・ネオン・水銀の5種類で、元素によってスペクトルが全く異なることを見ていただいた。特にヘリウムと窒素のスペクトル管は分光しなければ同じようなクリーム色の光であったため、同じような色に見えてもスペクトルは全く異なることを確認したり、逆にスペクトルを見てどちらの元素のスペクトル管かを判断してもらったりした。

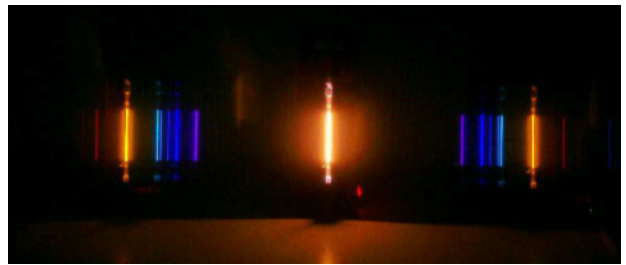


写真4. ヘリウムのスペクトル



写真5. 電源一体型スペクトル管支持台

(5) 低圧ナトリウムランプ

次に低圧ナトリウムランプを出すと、スペクトルが「虹色になっていない」「同じ光が並んでいる」等の声が上がリ、低圧ナトリウムランプはトンネルの中でよく使われていたものであることを説明すると、「ああ…」という反応が多かった。そこで、ランプのカバーを外して客席を低圧ナトリウムランプで照らし、トンネルの中で他の車の色がわからなくなるのと同じように、まわりの人の服の色がわからなくなることを見ていただいた。ただ最近では、トンネルで低圧ナトリウムランプが使われることは少なくなっているようである。

尚、低圧ナトリウムランプでもオレンジ色のD線以外の輝線スペクトルもわずかにあり、今回使用した回折格子では見えてしまうため、スリット内側にコピー用紙を



写真6. 低圧ナトリウムランプと取り外し可能なスリット数枚重ねて貼ることで輝度を落とした。また、ランプのカバーを簡単に付け外しできるように、スリット部を磁石で貼り付けるように改良した。

(6) 食塩の炎色反応と炎の影

低圧ナトリウムランプと同じオレンジ色の光として、カセットコンロの炎に食塩を振りかけたり、食塩水を混ぜたアルコールを使用したアルコールランプの炎を見ていただいた。アルコールランプは低圧ナトリウムランプの上に置くことで、回折格子を通して見たときにスペクトルの比較がしやすいようにした。また、普通の炎(チャッカマン等)の炎のスペクトルもあわせて比較することで、低圧ナトリウムランプと食塩水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が、より明らかとなった。

次に、低圧ナトリウムランプのスリットを外し前にスクリーンを立て、このスクリーンの前にアルコールランプを置くと、炎が暗くなり影のようになるのを見ていただいた。これは、炎の中のナトリウムによって、背景となる低圧ナトリウムランプの光が吸収されたことによる。しかし、ア



写真7. 影のような炎

ルコールランプを複数用意していたところ、アルコールランプによって、炎があまり暗くならないものもあった。これは、アルコールに混ぜた食塩水の量により、炎の温度が変わったためだと思われる。しかし、食塩水の量が多くなりすぎるとアルコールランプに火が着かなくなるため、加減が難しかった。

(7) 高圧ナトリウムランプ

ナトリウムによる光の吸収の応用として、高圧ナトリウムランプを紹介した。高圧ナトリウムランプを低圧ナトリウムランプの上に載せることによりスペクトルを比較し、高圧ナトリウムランプではオレンジ色の光が出ていないことを見ていただいた。高圧ナトリウムランプには、オレンジ色が強い高効率タイプのものから、白色に近い高演色タイプのものである。高効率タイプのは、ここ数年、街灯としてよく使われるようになっている。ただし、高効率タイプのものに小型のものがなかったため、サイエンスショーでは高演色タイプのもを使用した。

また、低圧ナトリウムランプも高圧ナトリウムランプも安定器が重いため、安定器とランプの間のコードを伸ばし、安定器は演示台の中に置いたまま実験が進められるようにした。



写真8. 演示台の中の安定器

演示台の上にあるのは、低圧ナトリウムランプの上に高圧ナトリウムランプを載せたもの

(8) 電球型蛍光灯

太陽のスペクトル写真を見せ、その暗線から太陽にどのような元素があるのかがわかるという例を出し、光をそのまま見てもわからないことが、スペクトルを調べることでわかるようになることを話した。

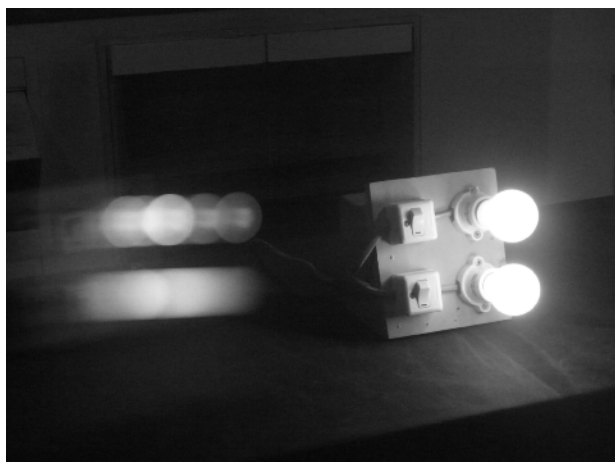


写真9. 電球(下)と電球型蛍光灯(上)のスペクトル

その上で、電球と電球型蛍光灯を点灯させ、一方は電球だけ、もう一方が何かを考えてもらった。すぐに蛍光灯だという声が上がることもあったが、たいていはヒントとして蛍光灯の電気スタンドを点灯し、3つの内どれとどれのスペクトルが似ているかを聞くことで、電球型蛍光灯であることに誘導した。

3. 考察

今回のサイエンスショーは基本的にこれまでも2回行ってきたものであるが、以前に行なった時からでは、案内員の補助がなくなる、サイエンスショーの開始時刻が20分早くなるという変更があった。また、来館者の

中でも休日の子どもの年齢層がかなり下がってきたと思われる。このような変化のためか、サイエンスショー途中での見学者の出入りにより、カーテンの開け閉め・回折格子の配布などにより、しばしば中断されるのが気になるようになった。

また、サイエンスショーの会場では、見学者は左右に広がっているため、場所によっては入り口や天井付近からの光の漏れが気になったり、スリット等によって光源が見づらいこともあり、注意が必要であった。そこで今回は、光源の明るさと視野角を確保するために、電球や蛍光灯にあまりスリットを被せなかった。ただ、スリットがないため、スペクトルの形状が、スペクトルパターンだけでなく光源の形によって異なって見えるという欠点もあり、検討の余地が残った。

実験内容では、予備実験の段階では、炎色反応についての実験も行なった。食塩水を混ぜたアルコールランプと同様に、塩化ストロンチウムなども用意したが、アルコールランプの製造過程で付着した汗のためかナトリウムの炎色反応が強く出てしまった。また、炎色反応によって炎の色が異なるカラーろうそくも用意したが、サイエンスショーで使用するには光量が足りなかった。しかし、以前から行なっていた実験だけでも時間が足りなくなる程であったため、結局炎色反応にかんする実験は行なわなかった。