

## サイエンスショー「光のヒ・ミ・ツ」実施報告

小野 昌弘 \*

### 概要

2012年9月～12月において、光の3原色やその補色そして、ナトリウム灯下での色彩の確認等、光に関するサイエンスショーを実施した。ここではその内容について報告する。

#### 1. はじめに

当館では、これまで光に関するサイエンスショーとしてスペクトルに関して実験を行ったものや、偏光をテーマに実験を行ったもの、また化学発光について実験を行ったものがあった。しかし、光に関する基礎的な R (赤)G(緑)B(青)の実験について紹介することがなかったので、本実験で取り上げ、光の色の紹介並びに人間の目の補色に関する話題提供を約30分の演示実験で行った。

#### 2. 実験項目

##### 2-1. CD 盤の回転による立体虹の観察

CDの表面に光を当てると虹が観察できるが、CDの反射面を上にして、直径60cmの板に多数貼り付けたものを回転盤に取り付け、回転させる。そこに懐中電灯の光を当てると立体的な虹が見えるようになる。

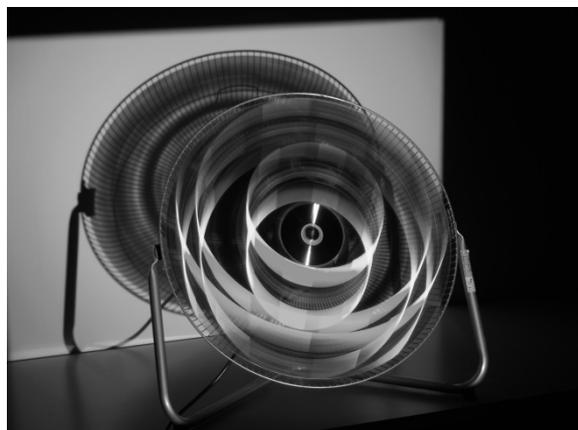


写真1. CDの回転盤

テレビの番組でよねむらでんじろう氏が紹介していた実験を垂直方向に起こし、見学者が現象を確認しやすいようにした。なお、このCD回転による展示製作も行ったが、これは、別稿に譲る。

##### 2-2. ナトリウム灯の光

低圧ナトリウム灯の単色光下では、周りの色がどのように観察できるのかを紹介する実験。オレンジ色の光がCD盤で分光されず、単色光であることを確認したり、通常のカラー写真が、白黒のような写真になることを確認した。見学者に示したものは、色鉛筆をたくさん並べた写真と野菜や果物の写真である。このうち野菜や果物の写真は、本物とは色を異なるものを用意し、ナトリウム灯下では、色の区別がつかないことも確認した。

##### 2-3. RGBによる光の色の合成

当館で使用していたプラネタリウム用スライドプロジェクタ(ELMO omunigraphic 301 100V-300W)を3



写真2. 使用したプロジェクタ 本機3台でRGB光を映した

台を用意し、それぞれに赤、青、緑のカラーセロファンを

\*大阪市立科学館企画広報グループ  
ono@sci-museum.jp

フィルムマウントに挟み込んだものをセットし、白い壁面にRGBの各色を投射できるようにした。

そして、R+G、G+B、B+R、R+G+Bの光の色の足し算でどのような色ができるのかを観察した。また、Gの光を暗くすることで、Rと合わせた時にどのような色変化が起きるのかも確認した。

#### 2-4. RGBの光の下での影の色

RGB混色の実験から、その光を利用して、色付きの影が観察できる実験。プロジェクター1台につき、1色の光を出していることを利用して、その光を当てたところに行ける影の色を確認する実験を行った。まず、太陽光や白熱灯、蛍光灯下での影は黒であることを確認し、プロジェクターから出るRGBそれぞれの単色光でできる影も黒であることを確認した。

次にR+Bなどの光を当ててできたM(マゼンタ)の部分には赤と青の影ができることを紹介した。またG+Bの光を当てたC(シアン)の部分には緑と青の影、そしてG+Rの光を当てたY(イエロー)の部分には、緑と赤の影ができることを示した。そして、最後にRGBの光が当たってできている白色の部分では、M、C、Yの影ができることを紹介した。

#### 2-5. 補色実験①

人間の目は、RGBの光を受ける細胞を持っており、特定の光を見続けた後には、その光の色を差し引いた補色が見えることを確認する実験。部屋を暗くして、白い壁にプロジェクターから赤色の光を写し、赤色を消して、部屋を明るくすると、赤色の光が写っていたところに、水色から青色の影のようなものが見える実験。

#### 2-6. 補色実験②

カラー写真のネガ状態のものと、白黒写真を用意し、ネガ状態の写真を見続けた後に白黒写真を見ることで、白黒写真がカラー写真に見える実験。本実験では、ひまわりの写真(写真3)を利用して行った。本実験では、まずパネルとして準備したひまわりのネガ写真と、白黒写真を利用して行った。ここで、特トリックもなく、見学者の目の作用によって、色がついて見えることを確認した。そしてそのあとにプロジェクタから同様の写真を使って、現象を再確認した。プロジェクタからは強い光で映像が出ているため、この補色確認の現象がより鮮明になった。

### 3. 解説

#### 3-1. CD盤の回転による立体虹の観察

CDはその表面記録面の形状から入射光を分光し、虹(スペクトル)を確認することができる。円盤状で回転



写真3. 使用したひまわりの写真。もともとはカラー画像のものをパソコンの画像ソフトで、白黒にしたものとネガ変換にしたものを用意した。まず、ネガ画像を10秒程度見た後、白黒のひまわり画像を見ると、白黒画像が一瞬カラーに見える。

するCDで作られた虹を観察するとき、人間の目の視差から、立体的に見えるようになる。そのため、片目で確認した場合には、この虹はあまり立体的には見えない。

また、円盤の回転速度で虹の形状が変わったり、CDにあてる光を点滅させるなどすると、確認できる立体虹の形状が変わってくる。

本実験では、まず一般的な光には、様々な色が含まれていることを示した。そして、この立体虹を紹介することで、本実験への興味関心の動機づけを強めるものとした。

#### 3-2. ナトリウム灯の光

低圧ナトリウムから発せられる波長、589.6nmと589.0nmは、人間の目には、同一のオレンジ色には見え、回折格子などを利用しなければ、その区別はつかない。しかしほかの波長の光がないために、その波長で照らされた物体は、そのオレンジ色を反射するか吸収するかの状態で、明るくなるか黒くなるかの色彩になる。そのため、一般的な蛍光灯や白熱灯下の色はできず、カラフルな色を確認することができない。これは、本実験の前に行った一般的な光の中には様々な色が含まれていることを逆説的に示すことができる実験である。

#### 3-3. RGBが作る色

プロジェクタから映し出される、RGBの色の混合を行うことで、どのような色が作ることができるかを確認したが、小学生は、絵の具などで色の混合を行うことから、そこから合成色の予想を行っていた。そして、人間の目は、この3色があれば、その光の強弱によってさまざまな色を認識できることを解説した。そしてこの場合、絵の具など、色素の合成とは異なり、RGBが混ざることによって白

色ができることを解説した。

### 3-4.

ここでできた赤や緑、青の影は、異なる角度から出ているそれぞれの光の色が混ざった部分に、影ができる物体をおいて、その物体がどの光を遮っているかで、影に色がついたように見えるものである。具体的には、R+BでMの光ができているところに、影を作る物体を当てると、物体がRの光を遮った場合には、MからRの色を差し引いたBの影ができる。逆に言えば、Bの光が当たっている場所の一部分にRの光が当たっていない



写真4. 2色の光の混合の場合。左右から、RとBの光を当てて真ん中部分がMとなっている。光の手前に物体を置くと、その物体がRもしくは、Bの光を遮り、M部分に色付きの影を作る。Rが遮られたときは、青色の影、Bが遮られたときは赤色の影となる。



写真5. 3色混合の場合。人の絵の後ろの影が、左からY、M、Cとなる。いずれも背景となる白色光から、何色の光が当たっていないかで決まる。

ため、そこだけ、Bの影ができたように見え、周りはR+BのMになっているものである。

そして、他の2色の混合でも同様の現象が起きるが、3色の光が当たったところで同じことを行うと、M、C、Y

の影ができる。このMCYの影ができる理由は、2色の場合と同じで、当ててある光の色のうち1色が当たらないためである。見学者にとっては、ほとんど見たことのない現象であること、また、色の組み合わせを変えることで次にどのような結果が出るかを予想する楽しみを喚起できる実験となった。

### 3-5. 補色の実験①

3-4の実験で、白色光から、ある1色が抜けた場合に、その残った色が補色となるということを解説し、それを踏まえたうえで、プロジェクタから出した赤い光を見続けた後に、赤い光を消すと同時に会場のやや黄色味が強いハロゲン球による白色光を出した。なお、赤い光を出した場所を集中してみてもらうために、その光の当たっている中心に1cmほどの黒いマークを付けると見学者が集中して見やすくなる。

この時、人間の目のRに反応する視細胞が一瞬その働きを弱め、そのほかのG、Bに反応する視細胞だけが働くことで、緑から青色の残像が見えるようになる。

### 3-6. 補色の実験②

引き続き行った補色の実験では、単に光を観察するだけでなく、写真を利用してその確認を行った。

用意したものは、数種類あるが、形状がはっきりしていて、そのもとの状態の色が誰でも知っているものが、初めてこの実験を行う見学者にとって見やすいものとなる。今回用意したものでは、以下のものが反応が大きかった。

- ・ひまわり: その形状から、ひまわりとすぐ分かり、花卉の黄色、葉の緑色が容易に思い浮かべられる。
- ・甲子園球場風景: 野球場の風景ということが一目で分かり、外野からバックボード、そして芝生の色が容易に思い浮かべることができる。

逆に、お弁当の写真を提示しても、それなりに反応はあったが、お弁当のおかずの一つ一つが何かわからないことや、元の色が分からないため、単に色が変わったというような反応が多かった。

## 4. まとめ

### 4-1. ショーの構成について

本サイエンスショーの流れとして、

- ①一般的な光に様々な色の光が混ざっていることの紹介。
- ②その光があることで、周りの物のいろいろな色を確認できること。また、単色光では、色が分からなくなることの紹介。
- ③原理的には、RGBの光があれば、様々な色の光

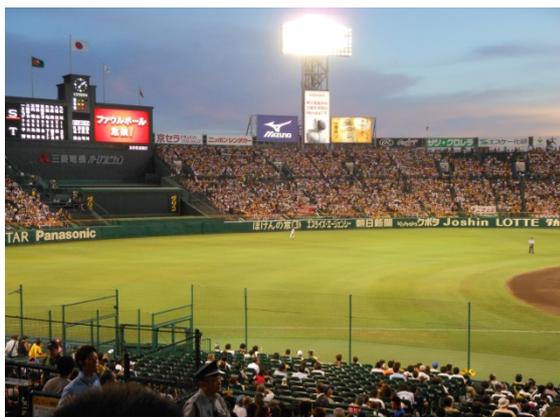


写真6. 外野芝生の緑色、また、スタンド前の壁の緑色や夕暮れ時の空の色が確認しやすい写真



写真7. お弁当の写真。もとの食材が何かわからないため、単に色が変わったという認識しか起こらない。

が作れること。

#### ④ 補色のしくみ、それを確認する自分の視覚を利用した体験実験。

という流れを作ること、光の色の基礎的な内容を見学者に紹介することができた。

一つ前の実験が、次の実験の布石になっており、新しい現象がその前の確認にもなっている。この流れが、見学者に対して、科学的な思考を巡らせることに効果的で、「科学」を楽しめる時間を作れたようである。

特にRGBの光の混色、そしてそこにできる影の確認を行う実験以降は、一つ一つ丁寧にいくことで、次に予想されることと、その結果の違いから、どうしてそうなるのか、なぜ予想が違うのか、また当たったのかなど、見学者各人の思考レベルに合わせて、本実験を楽しんでもらうことができた。

実験内容としては、古典的なものばかりで特に目新しいものはないが、その構成を丁寧に作り込むことで、見学者に光の色の面白さや、その中の科学を伝えられたためであらう。

### 4-2. ショーと展示

RGBの光の混色の実験や、その影を確認する実験の展示品は、全国の科学館によく見られる。しかし、これら展示は、残念ながら、見学者の興味を引く力が弱く、実験を行っても知的な感動を起こすものがない。

これは、この現象が「当たり前」「だから何？」とみられることが多く、現象が単に確認できるだけでは、人の心は動かないという例でもある。今回のサイエンスショーは、近年まれにみる盛り上がりを見たが、事前には、そこまで盛り上がることは予想することができなかった。しかし本サイエンスショーのように、実験を行う前の問題の提示の仕方、また実験で何が起きているのかの確認や提示、そしてその現象に対峙している人の意識を動かす働きかけを行う人の介入が必要ということが分かる。

### 4-3. その他

- ① 本実験では、当館のミュージアムショップで販売する商品として以下の2点のものを開発した。

#### ◆光の三原色確認キット(500円)

100円ショップ等で販売しているLEDランプ3点とRGBのセロファンをセットにしたもの。光の3原色の実験の行い方と、色付きの影の作り方の解説シート付。

限定80セットほど準備したが、本サイエンスショー開始から2週間で完売してしまうほどの人気だった。

#### ◆ひまわりのネガ-白黒はがき (1枚50円)

補色の実験を行うための絵ハガキ。こちらも好調に売れた商品である。

- ② テレビ番組での取り上げ

テレビ大阪で放映されている「かがく de ムチャミタス」という番組で、今回のサイエンスショーで作成したCD回転装置の実験と、RGBの光の下での影の実験で取り上げてもらい、実験の紹介と解説をさせていただくことができた。

## 5. 謝辞

本実験を開発実施するにあたっては、光の3原色の実験法や補色の実験の行い方を月僧氏から教えていただきました。また演示に関してのポイントや流れについて、当館の斎藤学芸課長から助言いただきました。また、ナトリウム灯の製作やナトリウム灯下で確認する絵の作成を長谷川学芸員にいただきました。さらにスケジュール管理等を岳川学芸員にいただきました。また、事前の公開実験等で様々な意見をいただいた大倉学芸員や当館の科学デモンストレーターの皆様にこの紙面をお借りして感謝申し上げます。

