

Ⅱ．教室での虹観察に適した「虹スクリーン」

1．虹スクリーンの歴史

虹は授業にあわせて都合よく出てくれるものではない。霧吹きや撒水機による虹も、晴れている日を選び野外活動をしなければならないという面倒があった。虹を教室内に持ち込み、随時手軽に観察できるようにする教材の試みが、名城大学内川英雄教授、鳥取大学附属中学校浜崎修教諭らによってなされ、水滴をガラスやプラスチックの微小透明球に置き換えた「虹スクリーン」が考案された¹⁾。

ことに直径約0.2mmの透明プラスチック球「虹ビーズ」を用いる虹スクリーンは、1995年科教協の大会で取り上げられたのを機に注目を集め、浜崎氏とのNIFTY-SERVEの【理科の部屋】での交流を通じて爆発的に全国に広まった。YPC（横浜物理サークル）もこれに呼応して教材化研究を行い^{2) 3) 4)}、「青少年のための科学の祭典」等において精力的に啓蒙活動を行った⁵⁾。YPCの一連の取り組みにより開発・整理された虹関連の実験教材は文献6)に集大成されている。

全国の理科教員の熱い要望に応じて、1997年からは中村理科工業株式会社が「虹ビーズ」と「虹スクリーン製作キット」の販売を開始し、材料の安定供給への道が開けた。以来、虹スクリーンは理科教材として定着したのである。

2．虹スクリーンの製作

虹スクリーンは子供にも簡単に製作することができる。以下、浜崎氏の製作法を基本として、YPCが「虹のトンネル」用に量産して培ったノウハウを解説する。

まず、次の材料を用意する。

- ・虹ビーズ（中村理科工業 D20-1406-01，700g ¥2500）
- ・スプレー糊（3Mの77タイプがよい）
- ・黒い紙（ラシャ紙、画用紙等）
- ・古新聞、作業用シート等

紙の大きさは任意だが、小学生に作らせるならA3版程度が作りやすい。しかし、「虹のトンネル」の製作や、後述する人工虹の探求活動のためには、できるだけ大きなスクリーンを製作することが望ましい。以下では模造紙大の大型スクリーンを想定している。製作の手順は以下の通りである。

(1)床に作業用シートなどをしく。（こぼれたビーズを受けるため。）

(2)別の場所に新聞紙をしく。（スプレー糊で床を汚さ

ないようにするため。）

(3)新聞紙の上に黒い紙を置く。

(4)20cmぐらい離れたところから、黒い紙にスプレー糊をむらなく吹きつける。横に往復、次いで縦に往復するように塗布して二度塗りするとむらを少なくすることができる（図1）。

(5)黒い紙を作業用シートの上に移す。

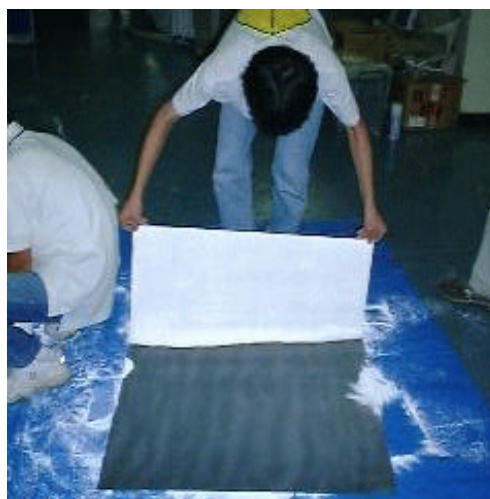
(6)虹ビーズをまんべんなくふりかける。適当にばらまいたあと、黒い紙の一边を手で持ちあげ、虹ビーズを転がすようにしていきわたらせる（図2）。

(7)黒い紙を立てて、浮いているビーズを落とす。

スプレー糊を使用するので、大量生産する場合は、換気のよい場所を選ぶ必要がある。また、ビーズが目に入ると角膜を傷つけるので注意する。作業用シート上のビーズは回収して再利用できる。床にビーズが散ると非常によくすべるので、散ったビーズは掃除機でよく吸い取る。



【図1】スプレー糊をむらなく吹きつける



【図2】紙の一边を持ち上げ、ビーズを行きわたらせる



【図3】虹スクリーン上に現れた人工虹

3. 人工虹の観察

虹スクリーンができれば、さっそく光源を用意して人工虹を観察してみよう。光源はやはり太陽がベストだが、室内ではスライドプロジェクターやOHPなどで代用できる。100W程度の裸電球を用いてもよいが、必ずクリヤー球(ガラスが透明ですりガラスになっていないもの)を使用し、できるだけフィラメントが短いものを選ぶ。点光源に近い方が鮮やかな虹が見える。電球ではやけどに注意する。工事用のハンドランプを使用すると安全である。

明るい光源を背にして虹スクリーンを眼前にかざすと、自分の頭の影を中心に後光のような虹の輪が見える(図3)。外側が赤、内側が紫になることや、輪の内部が明るいことなど、つかの間の天然虹ではなかなか気付かないこともつぶさに観察できる。これらは授業でまず強調したいポイントである。

虹ビーズは水滴より屈折率が大きいため、虹角が小さくなり、天然の虹より小振りに見えることにも気がつかせたい。後光のような人工虹は、いわゆるブロッケン現象に似ているように見えるが、原理は全く異なるので注意する。ブロッケンの虹は光の回折の結果である。

虹ビーズは比較的粒径がそろっているため、過剰虹の観察にも適している。過剰虹は主虹の輪の内側に現れる干渉縞である。過剰虹については浜崎氏自身が詳しいシミュレーションを行っている⁷⁾。

ろうそくやペンライトのような小さな光源を虹スクリーンの前にかざすと光源を取り囲むように虹が見える(図4)。まるでシャボン玉のように光の球が空中に浮かんで見える。神奈川・柏陽高校の右近氏が「3D立体虹」と呼んだ幻想的な現象である³⁾。左右両眼が虹を見る位置にわずかなずれを生じることによる疑似立体効果

である。

さらに、比較的明るい点光源を目の横に置いて虹スクリーンの近くに立ってみよう。楕円のようないびつな形をした内側が暗い虹が見えるだろう。しかも、色の順番が逆になっている。筆者はこれを「裏虹 reverse bow」と名づけた²⁾。裏虹の観察のためには広いスクリーンが必要である。多数の小型虹スクリーンを壁一面にすきまなくはりつけてもよい。

目と光源の位置関係で虹は激しく形を変える。立体虹も裏虹も点光源による人工虹特有の現象で、天然の虹では決して見ることはできない。このことについては、稿をあらためて詳述する。



【図4】点光源を取り囲む「立体虹」

参考文献

- 1) 内川英雄、浜崎修、国田徹也：人工虹の研究，第12回東し理科教育賞受賞作品集(1981)pp.68-71
- 2) 山本明利：点光源による人工虹の理論，物理教育通信，84(1996)pp.9-15
- 3) 右近修治：3D人工虹，物理教育通信，84(1996)pp.16-17
- 4) 山本明利：「虹スクリーン」で教室に虹を，理科教室，41-5(1998)pp.64-67
- 5) 山本明利：虹のトンネル，'96～'98青少年のための科学の祭典実験解説集
- 6) 平野、花岡、喜多、右近、山本：虹をつかもう，科学の祭典CD-ROM「原子の世界へ旅立とう！」PART.3，科学技術振興財団・科学技術館(1999)
- 7) 浜崎修：過剰虹の実験とマイコンによる計算，物理教育，31-4(1981)pp.197-200