

虹のトンネル

神奈川県立湘南台高等学校 山本 明利
(横浜物理サークル)

1. ねらい

雨上がりの空にかかる虹の美しさは昔から人間の心をとらえてきました。それが空中に浮かんだ無数の水滴による光の屈折と反射の結果生じることはデカルトやニュートンらによって示されました。この水滴をプラスチックの微小透明球「虹ビーズ」に置き換えた「人工虹スクリーン」が名城大学内川英雄先生、鳥取大学附属中学校浜崎修先生らによって、考案されました(文献(1)、(2))。「虹のトンネル」は人工虹スクリーンを内部全面に貼り付けたトンネルです。ここを通れば虹が見えるしくみがわかります。

2. 用意するもの

人工虹スクリーン(虹ビーズをスプレー糊で黒い紙の表面に固定したもの)
虹スクリーンは内川先生、浜崎先生のワークショップで実際に作ってお持ち帰りいただけます。日時、場所など詳しくはこのガイドブックのXXXページをご覧ください。

3. やりかた

「虹のトンネル」に入ったら、まず入り口の壁に映った七色の光の帯を観察してください。電球が放つ白色光線はあらゆる色の成分を含んだ混合光ですが、これをガラスの三角プリズムに通すと、色ごとに屈折率が異なるため、出てきた光の進路が分かれて成分の色に分解します。これが「光のスペクトル」です。

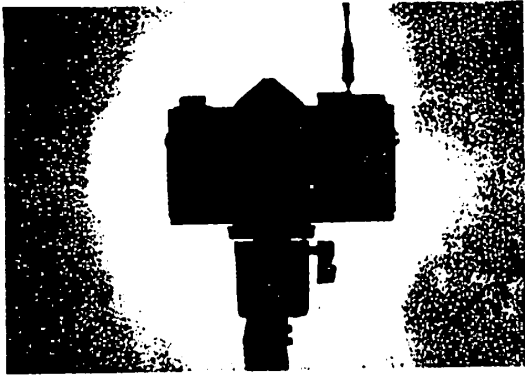
空にかかる虹の場合は、空中に浮かんだ球形の水滴がプリズムの役割をして、太陽の光線をスペクトルに分けます。「虹のトンネル」の壁に貼ってある虹スクリーンは「虹ビーズ」という直径0.3mmくらいの透明なプラスチックの小球を一面に貼り付けたもので、このビーズが空中の水滴と同じはたらきをして人工の虹が見えるのです。

電球がつりさげてあるトンネルを通過しながら、両側の壁や天井を観察してください。光を背にして壁の前に立つと、自分の頭の影を中心にして虹の輪が見えます。電球を囲むように浮き上がって見える立体虹も楽しめます。壁と平行に電球と並んで壁を見るとどんな虹が見えるでしょう。天井の虹はどうですか。あなたが歩くにつれて壁や天井に映る虹がオーロラのように形を変えます。

次の部屋ではペンライトを使ってあなた自身で色々な虹を作ってみてください。幻想的な「立体虹」があなたをとりこにすることでしょう。

4. 考えてみよう

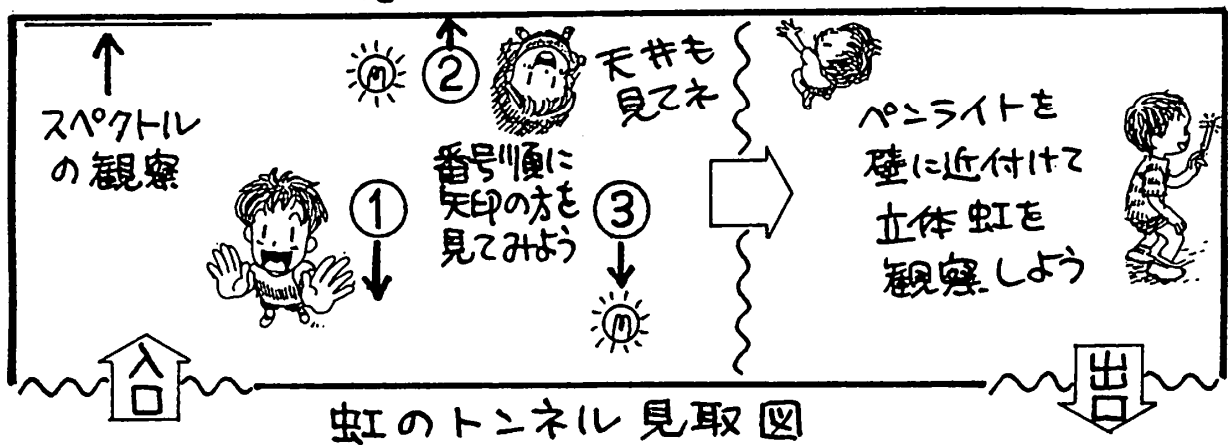
- ・天然の虹と虹のトンネルの人工虹の違いは何でしょう。それはなぜ生じるのでしょうか。
- ・普通の虹は赤が外か紫が外か思い出してみましよう。なぜそうなるのでしょうか。
- ・虹の輪の内部と外部の明るさの違いを観察してみましよう。なぜそうなるのでしょうか。
- ・光源を囲む立体的な虹はどうして見えるのでしょうか。交互に片目を閉じて見比べてみましよう。



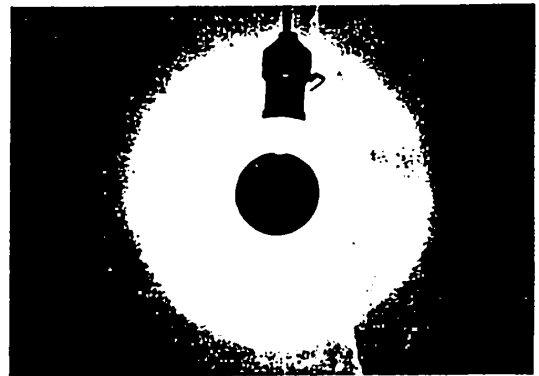
①光を背にして壁の前に立つと、自分の頭の影を中心にして虹の輪が見えます。

②光源と頭を並べるようにして壁を見るとどんな虹が見えるでしょうか。

注意！ トンネル内は一方通行です。



③壁の前の電球をとり囲むように虹の輪が見えます。よく見ると、光の球が立体的に浮き上がって見えています。



資料

5. 参考となる本

- (1)「人工虹の研究」内川英雄、浜崎修、国田徹也 第12回東レ理科教育賞受賞作品集
- (2)「過剰虹の実験とマイコンによる計算」浜崎修 物理教育第31巻第4号(1981)
- (3) NIFTY-Serve、FKYOIKUS【理科の部屋】'95/12~'96/1の関連ログ
- (4) Y P C (横浜物理サークル) ニュース No. 71、No. 95
- (5)「太陽からの贈りもの」小口高、渡邊堯 丸善
- (6)「空の色と光の図鑑」斎藤文一、武田康夫 草思社

虹のトンネル製作メモ

湘南台高校(山本明利)

【安全のために】

- ①混雑が予想されるのでトンネル内は一方通行とします。入り口で入場制限をすることがあります。
- ②白熱電球が比較的低いところにぶら下がっているので、やけどをしないよう保護ネット付きのハンドランプを使用します。申請物品リストにあるとおり用意してください。念のため幼児の手の届かない高さにします。
- ③天井の虹スクリーンに触れるとビーズが落下して目に入る恐れがあります。天井は大人でも手の届かない高さにしてください。設計は高さ2.7mで申請してあります。
- ④トンネル内に一か所、遮光のため暗幕のれんを設けます。厚手の黒い布で結構ですが、10cm幅ぐらいの切り込みを入れて、のれん風に床近くまで下げ、通行の障害にならないようにしたいと思います。
- ⑤壁から落下したビーズが床に散ると、よく滑るので、時々床に掃除機をかけます。申請物品リストに載っていますが、1台専用に配置してください。家庭用のもので十分です。
- ⑥床面は平坦にし、つまづかないように配慮してください。電気配線はすべて天井裏でお願いいたします。

【事務局側で用意していただきたいこと】

- ①トンネルの構造物一切の構築と、コンセント、引掛シーリング（計10か所）までの電気配線をお願いします。虹スクリーンの製作と内壁への貼り付けは前日にYPCで行ないます。電源は全てトンネル内側に設置してください。内部の光源や、電飾の設置はYPCで行ないます。
- ②トンネル内壁はできるだけ平坦にして突起部を作らないようにしてください。やむを得ず突起部ができるときは、虹スクリーンが貼れないのでその周辺を艶消し黒の塗料で塗装してください。
- ③入口、出口は両開き暗幕カーテンを取り付けてください。
- ④入口、出口に虹を模したアーチをデザインしてください。入口、出口の表示もお願いします。「虹のトンネル」のロゴも（別図参照）ご用意いただけるとうれしいです。
- ⑤トンネル外壁は展示ブースのバックパネルとして使用できます。YPCで暗室を使わない展示を配置してください。
- ⑥トンネル内の解説はテープで常時流す計画です。オートリバー機構付きのラジカセを用意してください。申請物品リストに入れてあります。
- ⑦ラシャ紙とスプレー糊（3M55）が最も重要な材料です。若干の余裕をみた量しか申請してありませんが、浜崎先生のワークショップでも使う材料ですので、十分な量のご用意をお願いします。

虹のトンネル内での虹の図之方予想

通路中央に立つ時

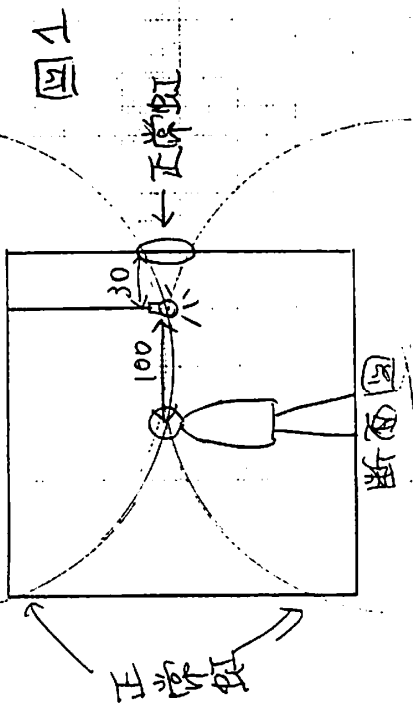


図1

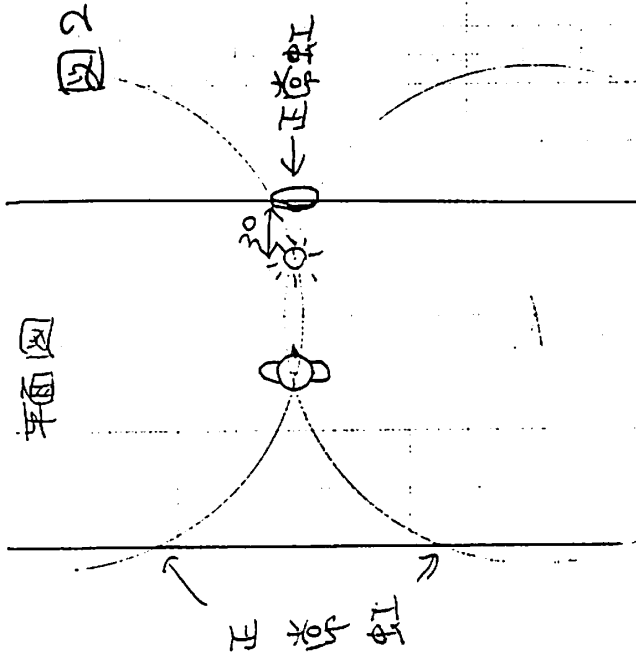


図2

円は虹トンネル(別紙資料参照)面、トンネルと壁面の交線、さて虹が見える。

電球に接近した時

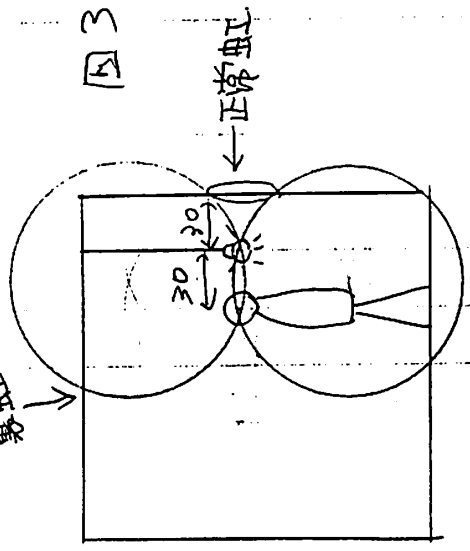


図3

電球と並んだ時

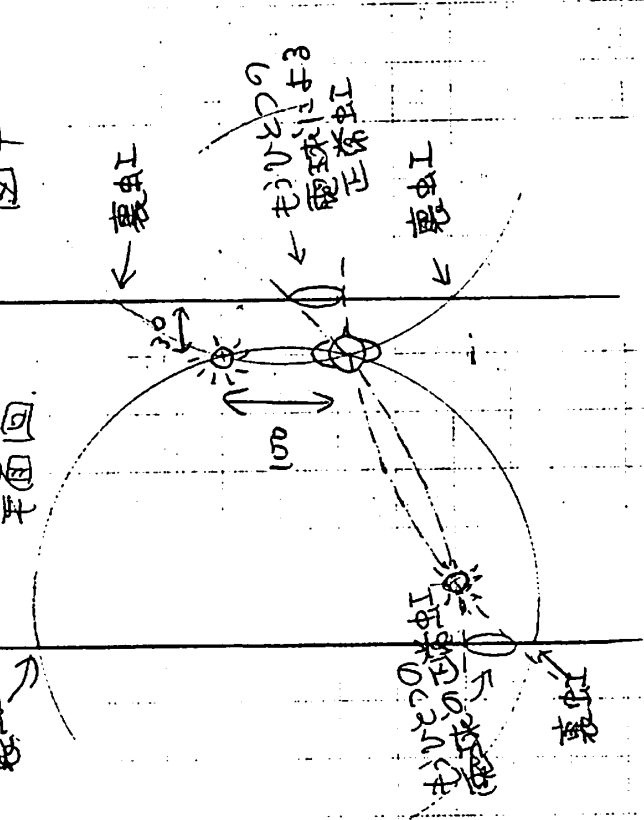


図4

裏虹

電球の正常虹

電球に並ぶ

正常虹

裏虹

図4