

# 二重虹の再現方法についての研究

新宮梨央, 南城春奈, 田岡明莉, 宮本あおい  
Rio SHINGU, Haruna NANJO, Akari TAOKA, Aoi MIYAMOTO  
奈良県立奈良高等学校

## 1. 要約

二重虹とは、主虹の外側に副虹が出て、虹が二重に現れる現象である。本研究では、二重虹を再現するために水滴の中の様子に着目して、ペットボトルに水を入れて水滴に見立て、そのペットボトルにライトを当てて虹を出現させるという実験を行った。その実験を応用して3つの実験を行った。

実験1では、主虹と副虹がペットボトルを使って再現できることを確認した。実験2では、実際に水滴に見立てたペットボトル内での光路の確認を、コロイド溶液を用いて行った。実験3では、ペットボトル内の光路の角度を測定し、実際の水滴内での角度とおおよそ一致したという結果を得た。

以上の結果より、自然界での二重虹の再現方法と主虹・副虹の現れる角度の検証方法を確立した。

## ABSTRACT

A double rainbow is a phenomenon in which a secondary rainbow appears outside the primary rainbow and a double rainbow appears. In order to reproduce a double rainbow, an experiment was conducted in which water is put into a plastic bottle to make it look like a water drop, and a light is applied to the plastic bottle to make the rainbow appear. Three experiments were conducted using the method above. In experiment 1, it was confirmed that the primary rainbow and the secondary rainbow could be reproduced using plastic bottles. In experiment 2, colloidal solutions were used to confirm the optical path in a plastic bottle that actually looked like water droplets. In experiment 3, the angle of the optical path in the plastic bottle was measured and the result was approximately consistent with the angle in the actual water droplet. Based on the above results, a method for reproducing a double rainbow in nature and a method for verifying the angle of appearance of the primary rainbow and the secondary rainbow are established.

【キーワード】 二重虹, 主虹, 副虹, ペットボトル, ライト

Key word Double rainbow, Primary rainbow, Secondary rainbow, Plastic bottle, Light

## 2. はじめに

二重虹は、主虹の外側に主虹と逆の色の並びで副虹が現れて、虹が二重になる現象である。(図1)

主虹は、光が空気中の水滴に屈折して入り、水滴の中で一回反射して、さらに屈折して水滴から出ることによって現れる。水滴に入った光と、屈折・反射して出た光の角度が  $40^\circ \sim 42^\circ$  である。副虹は、水滴の中で二回反射して現れ、その角度は  $51^\circ \sim 53^\circ$  である。<sup>1)</sup>

私たちは二重虹を再現してみようと考え、インターネットで具体的な方法を調べると

<sup>2)</sup>、ペットボトルに水を入れてライトを当てるとい主虹の再現方法のみ見つけることができた。そこでその方法を応用し、副虹の現れる条件に当てはめて副虹を再現し、二重虹を出現させるという実験を行った。

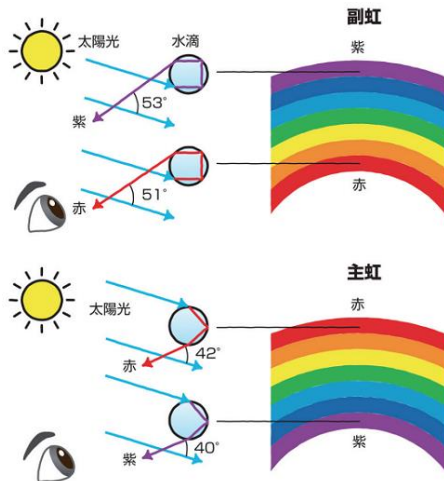


図 1. 主虹と副虹の現れ方

### 3. 実験・結果

#### 準備物

実験 1 円筒形の 1.5ℓ のペットボトル、ライト 2 個 (Kiboco XML-T6)、水

実験 2 実験 1 の準備物、レーザーポインター (サクラクレパス ラビット RX-5N)、粉ミルク (雪印メグミルク)

実験 3 実験 1 の準備物、段ボール、分度器、ライトの光を細めるためのスリット

#### 実験 1. 主虹と副虹の確認

<手順>水を入れたペットボトルに、入った光が図 1 のような光路になるようにライトを当てた。インターネットで見つけた主虹の再現方法で、図 1 のように主虹が出るかどうかを確認した。この再現方法をもとに、同じように図 1 のように副虹が出るかどうかも確認した。

<結果>虹が 2 つ出ており、2 つの虹で主虹は赤が左側に、副虹は赤が右側に出現しており、色の並びが逆であることから、主虹と副虹の両方の出現を確認できた。(図 3)



図 2. 副虹の再現の様子



図 3. 主虹と副虹を同時に再現した様子

#### 実験 2. 光路の確認

<手順>実験 1 で出た主虹・副虹が図 1 と同じ光路をたどって出ているものであるかを調べるために、実験 1 のペットボトルに粉ミルクを溶かし、コロイド溶液を作り、そこへレーザーポインターでレーザー光線を照射し、まず、出てきた光が図 3 の主虹・副虹それぞれの出現位置と同じ位置に出ているかどうかを確認した。そして、その位置が同じであったと仮定して、水中の光路が図 1 の主虹・副虹の光路と一致するかどうかを確認した。

<結果>図 3 の主虹・副虹と、レーザーポインターで出現させた光路が同じ位置であった。これより、実験 2 での水中の光路と、図 3 の虹の水中の光路を同じものとしてみなすことができるということが確認できた。そして、コロイド溶液によって確認できた光路より、主虹はペットボトル内で一回反射しており、副虹は二回反射していることが確認できたため、図 3 の主虹・副虹および実験 2 のコロイド溶液の光路が図 1 と同じものであると分かった。この光路を概略図で表すと、図 6、7 のようになった。

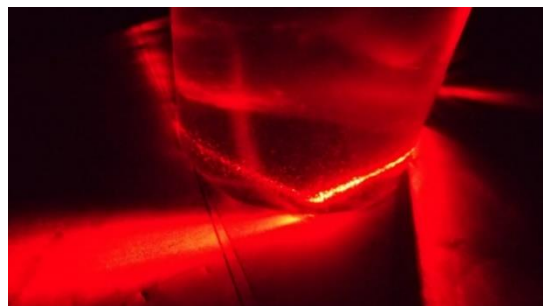


図 4. 主虹の光路の出現の様子

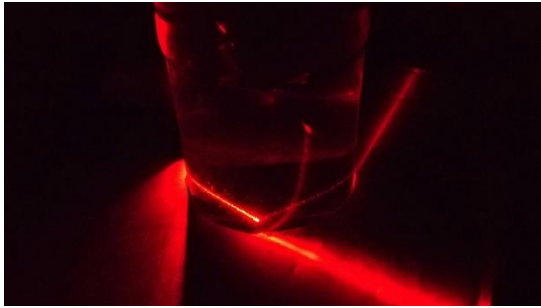


図 5. 副虹の光路の出現の様子

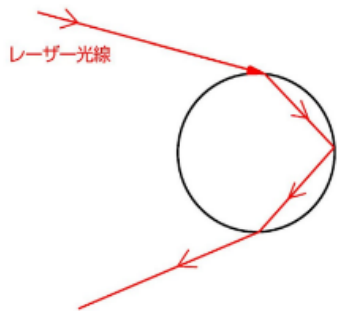


図 6. 主虹の光路（上面図）

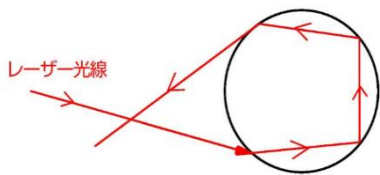


図 7. 副虹の光路（上面図）

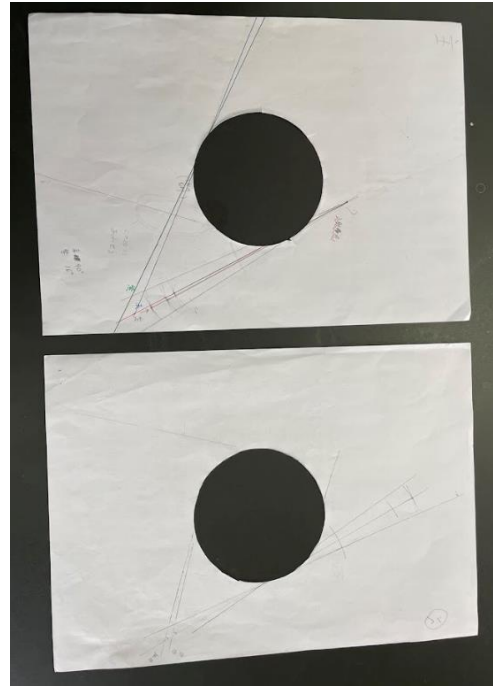


図 9. 角度の測定に使用した紙

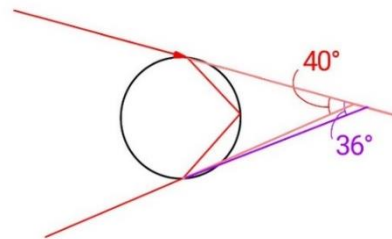


図 10. 主虹の角度（上面図）

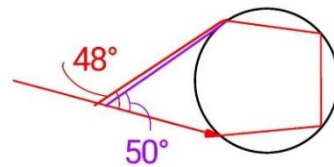


図 11. 副虹の角度（上面図）

### 実験 3. 角度測定

<手順> 実験 2 で出現した虹が図 3 のものと同じ光路をたどっていたということから、実験 2 の虹が図 3 の虹と同じものであると確認できたため、さらに、スリット (図 8) を用いてライトの光を細くして正確な角度を測り、実験 2 での角度と図 1 の角度が同じであるかどうかを測定した。

### <結果>

主虹：紫 36° 赤 40°  
副虹：赤 48° 紫 50°  
となり、図 1 とおおよそ一致した。



図 8. スリット

## 4. 考察

主虹の再現方法をもとに、副虹も再現することができ、その光路と角度を実験によって確認すると、図 1 で示した実際のものと同様に一致した。また、図 3 で再現した二重虹が実際のものと同じ光の屈折・反射で出現していたと分かるため、二重虹を再現することがで

きていたと言える。実際の角度と実験での測定結果に誤差が生じた原因として、段ボールで自作した土台の上で、ライトを手で支えて測定したため、実験が精巧でなかったということが考えられる。今後の課題として、さらに安定した土台を用いたり、ライトを固定できる装置を用意したりして、より正確に光路や角度を測れるようにすることが挙げられる。この研究を自由研究のテーマや、虹の原理を分かりやすく理解するための物理の実験に応用すれば、虹をより身近に感じられるのではないだろうか。

### 謝辞

今回の研究にあたり、たくさんの先生方のご指導を賜ったことを深く感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) <https://optica.cocolog-nifty.com/blog/2009/11/post-154d.html>
- 2) <https://phys-edu.net/wp/?p=22784>