

3 虹が見える方向

1 目的

虹が見える方向（角度）を測定する。また、屈折の法則による作図からその角度について検証する。

2 原理

虹（主虹）は太陽の反対側を中心とした半径約 42° の方向に現れ、外側（上）が赤色で一番内側（下）が紫色に見える。虹の現れる基本的な原理は、水滴に入る光は屈折し水滴の内側で1回反射した後また屈折して出ていく、というものである。

色が現れる原因は、光の屈折率が波長（色）によって異なることにある。太陽の光にはいろいろな色の光が含まれているが、屈折するときそれぞれの色が違う方向に屈折するために、虹の色が見えるようになるのである。

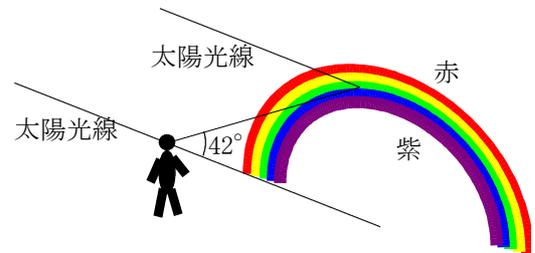


図 1

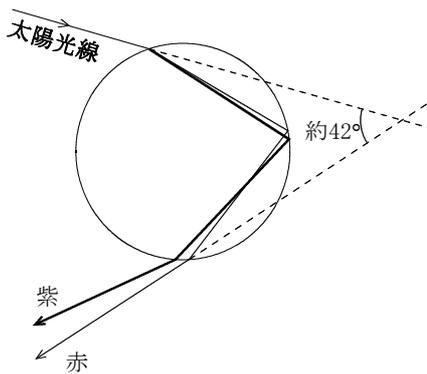


図 2 <主虹の光の経路>

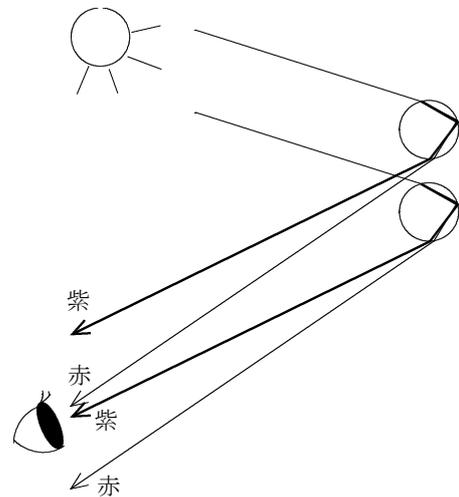


図 3

※図3の水滴は赤色、下の水滴は紫色に見える。

主虹の外側に現れる二本目の虹のことを副虹という。

主虹が現れるときに必ずしも現れるわけでもなく、主虹に比べて明るさが弱いので見つけにくいかもしれない。現れる仕組みは主虹とほとんど同じであるが、光が水滴の中で2回反射するところが違う。水滴の中で光が反射するときに、全反射せず一部の光は外へ洩れ出すので、反射が1回多い分副虹の方が暗くなる。色の順番は、主虹とは逆に内側が赤になる。

<副虹の光の経路>

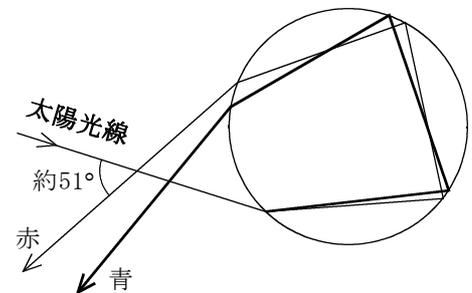


図 4 <副虹の光の経路>

3 虹が見える角度の測定 その1

(1) 実験器具

ホース、水、分度器、大型コンパス

(2) 方法

ア ホースで水を撒き虹を作る。

イ 大型コンパスの関節の部分を目の横にあて、一方を自分の頭のかげの方向、他方を虹の方向に向けて間の角度を測る。

(3) 結果

色	9時	11時	平均
赤	37°	37°	37°
紫	31°	33°	32°

(4) 考察

自分の頭の影（正確には目の影の部分）にコンパスの方向をあわせるのは難しく、正確な測定ができないことが分かった。



図 5

4 虹が見える角度の測定 その2

(1) 実験器具

ホース、水、分度器、箱、下げ振り（糸、おもり）

(2) 方法

ア 図のように箱の両側に小さな穴を開け、分度器と下げ振りを取り付ける。

イ 箱の両側の穴を通して太陽が見えるように箱の向きを決め、このときの角度 α を測る。

ウ 箱の両側の穴を通して虹の一番高いところが見えるように箱の向きをあわせて角度 β を測る。

エ 太陽光線と虹の見える方向の角度 θ は

$$\theta = 180^\circ - (\alpha + \beta)$$

と表せるので、計算で求める。

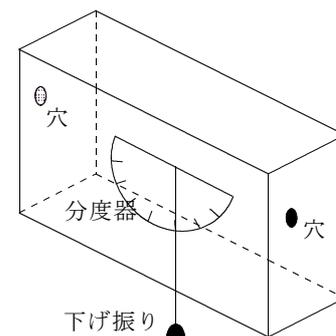


図 6



図 7

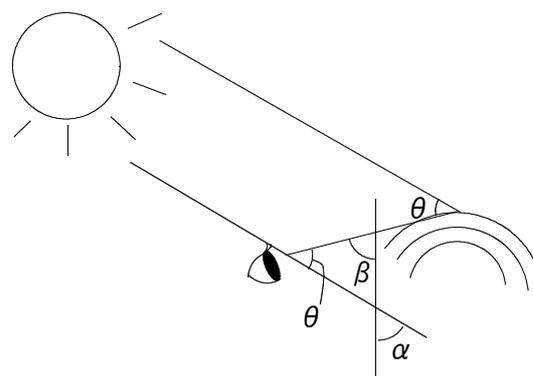


図 8

(3) 結果

色	α	β	θ
赤	47°	89°	44°
紫	47°	90°	43°

(4) 考察

まずまずの結果が得られたが、この方法は虹の最高点でしか測れないという欠点がある。

5 虹が見える角度の測定 その3

(1) 実験器具

ホース、水、分度器、大型コンパス、カメラの三脚、塩ビパイプ、ビニルテープ

(2) 方法

ア カメラの三脚に塩ビパイプをテープで縛りつけてその中を太陽の光が通るように向きを合わせる。

(パイプが太陽の方向にあっていることになる。)

イ パイプにコンパスの一方の足を通して、もう一方の足を虹の方向に合わせる。

ウ コンパスの足の間の角度を測定する。

エ このようにして主虹と副虹の角度を色別に測る。

(副虹は色が主虹の反対になる。)



図9



図8

(3) 結果

	主虹		副虹	
	赤	紫	赤	紫
1回目	42°	39°	50°	53°
2回目	43°	41°	52°	55°
3回目	43°	41°	50°	53°
平均	42.7°	40.3°	50.7°	53.7°



副虹 ↑ ↑ 主虹

図10

(4) 考察

ア 前述の方法に比べてかなり正確な測定ができたようだ。

イ パイプを軸にしてコンパスを回転させると、コンパスが描く円と虹とがぴったり合っていた。

ウ 主虹の幅は2° ぐらいだが、副虹は3° ぐらいあった。(副虹は幅が広い)

6 虹が見える角度を作図で調べる

水滴に入射した光は図11の様に進む。

水滴のA点に入射した太陽光は屈折して水滴の中を進む。その後水滴の内側のB点で一度反射してC点から屈折して外へ出ていく。B点での反射は入射角=反射角となる。また△OABと△OBCは二等辺三角形なのでA点での屈折角、B点での入射角、反射角、C点での入射角はいずれも等しくなる。A点とC点での入射角と屈折角の関係は、屈折率を n とすると

$$n = \sin i / \sin r \quad \text{となる。}$$

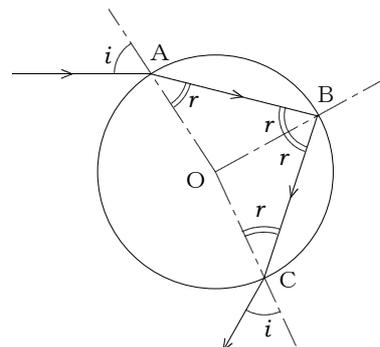


図11

図12は水の屈折率を1.33として、水滴の各部に入射した平行光線の経路を作図したものである。水滴に入射する位置が変わると水滴から出て行く光線の方向が変わっていくが、変化が少ない部分がある。この部分は同じ方向に出て行く光が多いため周りより明るく見えることになる。この部分の入射光線と出射光線の角度を測ると約42°になっている。したがって、この方向に虹が見える。

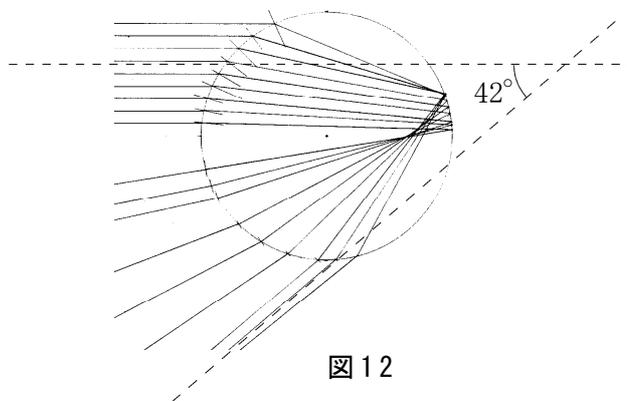


図12

同様にして、副虹について調べたものが下の図である。

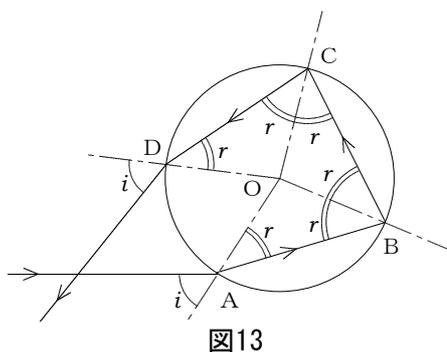


図13

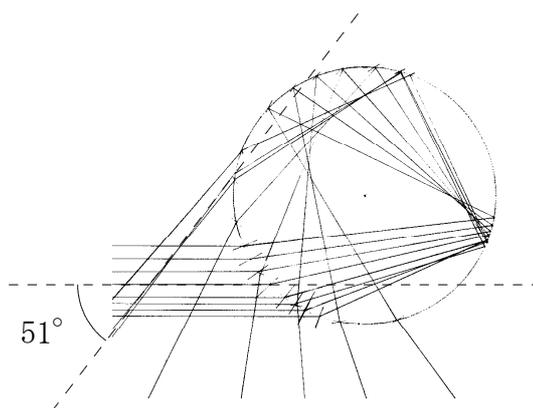


図14

7 参考文献

インターネットHP (AYA's Garden)