

なぜ夕方の空は赤く昼の空は青いのか

2508 可知 岳 2519 鷹見 琉矢 2624 白金 祐人 2632 西尾 祐次郎

要旨

太陽光に一番近い光源を探すため、直視分光器を使って調べたところ、白熱電球が一番近いことが分かった。赤色と緑色の光の波長の長さをヤングの干渉実験で調べ、赤色のほうが緑色より波長が長いことが分かった。光の拡散のしやすさを調べるため、コロイド溶液に光を通す実験を行い、コロイド溶液の濃度が濃すぎると光を通さないことが分かった。波長の長さの違いによるほかの物質に与える影響を調べるため、振り子を使った実験を行い、波長の短いほうが他の物質に与える影響が大きいことが分かった。

1 目的

空の色が夕方は赤色になり、昼には青色になる理由を光の性質から調べる。

2 仮説 1

光の入る角度によって光の入る量が変わり、プリズムで光が分かれるように空の色が変わる。

3 仮説 1 に関する実験

(1) 実験 1

ア 目的

直視分光器を用いて今後の実験で太陽光の性質を調べる際に使用するため、太陽光の代わりとなる光源を探す。

イ 使用器具

直視分光器 白色 LED 蛍光灯 白熱電球 (100W)

ウ 実験内容

光の持つ色の成分を、直視分光器を用いることで観察することができることを利用する。

- (1) 直視分光器を通して太陽光、LED、蛍光灯、白熱電球の光を見る。
- (2) それぞれの光の色の成分を比較する。

エ 結果

太陽光は、すべての色が均等にはっきりと見えた。(図 1)

蛍光灯は、赤、橙、黄、緑、青、の五色がはっきりと見えた (図 2)。

LED の光は、紺色以外の光がはっきりと見えた。(図 3)

白熱電球は、すべての色が均等にはっきりと見えた。(図 4)

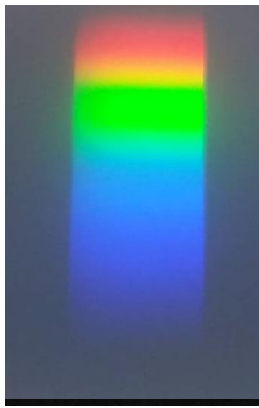


図1 太陽光



図2 蛍光灯



図3 白色LED



図4 白熱電球

オ 実験の考察

結果から、光の分かれ方が太陽光と白熱電球が似ていることが分かった。よって、太陽光のかわりとなる身近にある光源は白熱電球である。

(2) 実験2

ア 目的

赤色の光と青色の光の性質の違いを知るために、ヤングの干渉実験を用いて赤色の光と緑色の光の波長の長さを調べる。

イ 使用器具

レーザー光源 (赤、緑) 回折格子 (10mm/500本) スクリーン

ウ 実験内容

ヤングの干渉実験を行う。(図5)ヤングの干渉実験とは、光の性質が波であることを利用して、光の波長の長さを求める実験である。

(1) レーザー光源を回折格子に通し、その後スクリーンに映った光点の間の距離 x (m)、スリットの幅 d (m)、スクリーンと回折格子との距離 L (m) を計測する。

(2) 波長 $= \frac{dx}{L}$ となることを用いて計算する。

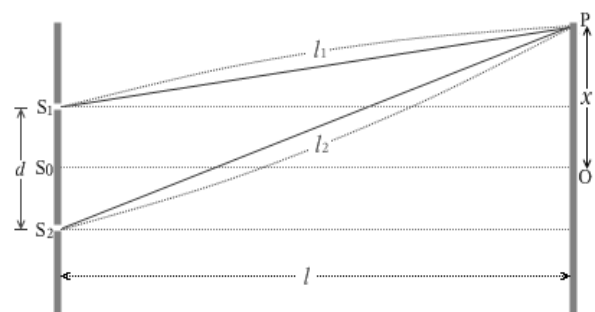


図5 ヤングの干渉実験

エ 結果

それぞれ3回ずつ測定し、平均をとった。(表1)

表1 ヤングの実験の結果 ※有効数字二桁 ※ λ =波長

赤色			緑色		
L (m)	X (m)	λ (m)	L (m)	X (m)	λ (m)
1.0	0.032	6.4×10^{-7}	1.0	0.027	5.4×10^{-7}
0.80	0.025	6.3×10^{-7}	0.80	0.021	5.3×10^{-7}
0.50	0.016	6.4×10^{-7}	0.50	0.013	5.2×10^{-7}
平均	$6.4 \times 10^{-7}(\text{m})$		平均	$5.3 \times 10^{-7}(\text{m})$	



図6 実験の様子

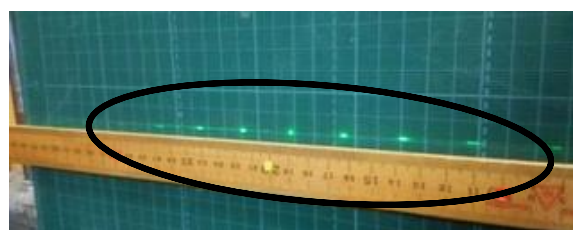


図7 緑色レーザーでの干渉縞

オ 実験の考察

実験結果より光の波長の長さは赤のほうが緑より長いことが説明できる。

光は、<実験1>より……赤、橙、黄、緑、青…… という順で分れることと、参考文献より光の屈折が波長の長さの違いによるということから、波長が長いほど光の色は赤色に見え、波長が短いほど青色に見えるということが分かる。

4 考察1

ここで屈折する光は一方向のみから来るという点に着目した時、大気で太陽光が屈折して、空の色が青色、または赤色になるという仮説では、空全体の色が青または、赤になるということが説明できないことが分かった。

5 結論1

仮説1で述べた「光の入る角度によって光の入る量が変わり、プリズムで光が分かれるように空の色が変わる」は考察1より、間違っていると判断する。そこで、以下の実験からは新しい仮説をもとにその原因を探るためのものを行う。また、参考文献より、光の色が空全体に見えるのは光が空気分子を通過するとき、散乱することが原因であることが分かった。

散乱とは、光が微粒に当たり、いろいろな方向へ散らばり広がっていく現象である。

6 仮説2

空全体が赤色または青色になる現象は空気分子の濃度の違いや、光の波長の長さの違いによって、光が散乱するときに変化が生じて起きる。

7 仮説2に関わる実験

(1) 実験3

ア 目的

散乱の性質について知るために、濃度の違いによる光の散乱のしやすさを調べる。

イ 使用器具

レーザー光源（緑） ビーカー

水で薄めた牛乳（50倍、100倍、200倍、400倍、600倍、800倍）

ウ 実験内容

チンダル現象が、コロイド溶液中に分散している粒子に、光が散乱して光の道筋が見えるという現象であることを利用する。また、コロイド溶液とは牛乳のように粒子が大きな溶質が溶けた水溶液である。

- (1) ビーカーに水で薄めた牛乳（50倍、100倍、200倍、400倍、600倍、800倍）を入れる。
- (2) それぞれにレーザー光源（緑）から出る光線を通す。
- (3) チンダル現象をそれぞれの濃度で比較する。

エ 結果

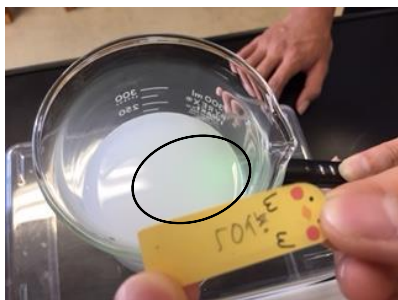


図8 50倍の様子

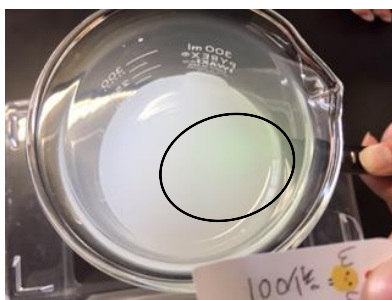


図9 100倍の様子

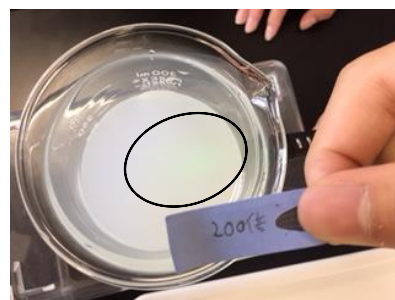


図10 200倍の様子



図11 400倍の様子

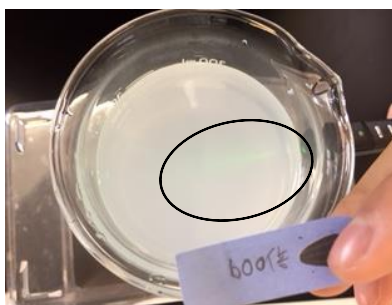


図12 600倍の様子

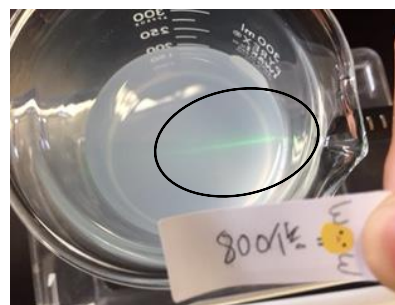


図13 800倍の様子

- 50倍(図8) レーザー光はほとんど見えなかった。
- 100倍(図9) 50倍のときよりは見えたがそれでもほとんど見えなかった。
- 200倍(図10) 100倍のときと変わらず見えなかった。
- 400倍(図11) ビーカーの中央辺りまでレーザー光が見えた。
- 600倍(図12) ビーカー中央より先までレーザー光が見えた。
- 800倍(図13) はっきりとしたレーザー光が見えた。

オ 実験の考察

水に薄めた牛乳の 50 倍、100 倍、200 倍に薄めたときにレーザー光線が見えにくかったのは、牛乳の濃度が高かったため、レーザー光が牛乳を通りにくかったと考えられる。

400 倍、600 倍、800 倍と濃度が薄くなるにつれてレーザー光が見えやすくなったのは、光が散乱しやすい濃度になっていったためと考えられる。

(2) 実験 4

ア 目的

光の色の波長の違いによる空気中の分子に与える影響の違いを、振り子を使って調べる。

イ 使用器具

質量が同じおもり 4 個

一本の長さを基準として、基準とした糸、その 1 倍、2 倍、3 倍の長さのタコ糸計 4 本
スタンド

ウ 実験内容

光は波動の一種で、波動は振動が伝わる現象である。光の色の違いは振動数の違いで表わすことができ、波長の短い青色の光は振動数が大きく、波長の長い赤色の光は振動数が小さい。これは振り子の支点からの長さが短いほど動かしたとき振動が大きくなり、長いほど小さくなることに似ているため、振り子に置き換えて考えた。

- (1) 地面におもりが接触しないように長さが一端から 1 倍、2 倍、3 倍、基準の長さのおもりを結びつけたタコ糸を等間隔に設置する。
- (2) タコ糸の長さが光の波長の長さと同じと置き、そのうちの基準の長さのタコ糸を空気分子と置く。
- (3) 空気分子と置き換えたおもり以外のおもりに短い順の一つずつ振動を与えていく。

オ 結果

1 倍の長さのタコ糸のおもりに振動を加えたとき、空気分子と置き換えたおもりも自然と動き出した。2 倍の長さのタコ糸のおもりに振動を与えたときは少し動いたが、ほとんど動かなかつた。3 倍のタコ糸は空気分子と置き換えたおもりに影響を与えなかった。



図 14 1 倍の振り子の様子



図 15 2 倍の振り子の様子



図 16 3 倍の振り子の様子

オ 実験の考察

タコ糸の長さが短いものが空気分子と置き換えたおもりに大きな影響を与えたことから、波長の短い光ほど空気中の分子に影響を与えやすいと考えられる。

8 考察2

実験2, 4から赤色の光は波長の長さが長く、他物質に与える影響は小さい。青色の光は波長の長さが短く、他物質に与える影響が大きい。

実験3から散乱しやすい濃度があることが分かる。

9 結論

以上の実験結果から空気分子に光が通った時に光が散乱し、空に色が見られるようになるということが分かった。

今後は光の波長の違いによる物質へ与える影響の差と、夕方及び昼間の太陽の位置、大気の状態を考慮して引き続き仮説を検証していく。

10 参考文献

Newton Basic Science Illustrated 09 光の科学

フォトサイエンス 物理図録

物理基礎

イラストレイティッド 光の科学

美しい光の図鑑 宇宙に満ちる見えない光と見える光

大辞林 第三版

ブリタニカ国際大百科事典 小項目辞典

なぜ青い光は散りやすく赤い光は散りにくいのか

ヤングの実験 わかりやすい高校物理の部屋

株式会社ニュートンプレス

数研出版

東京書籍

田所 利康、石川 謙 著

オンバリー・アーカンド

ミーガン・ヴァッケ 著

三省堂

ロゴヴィスタ

www6.plala.or.jp

wakariyasui.sakura.ne.jp