

# 色の波長のグラフにおける面積と

## 人の認識する色の関係について

### —アクリルエマルジョンを用いた空の色の再現実験より—

河端綾音, 古愛海, 松本真央, 喜元初妃

Ayane KAWABATA, Ami FURU, Mao MATSUMOTO, Hazuki YOSHIMOTO

奈良県立奈良高等学校

#### 1. 要約

私たちが日頃見ている空は、様々な表情をもつ。一般的に昼は青色、夕方は赤色に見える。これはレイリー散乱と呼ばれる光の散乱によるものである、とすでに知られている。また、ワックスの主成分として用いられることの多いアクリルエマルジョンという合成樹脂を水に溶かし、そこに光を当てるとレイリー散乱が起こり、空の色が再現できることも知られている。そこで私たちは、このアクリルエマルジョンを用いた空の色の再現をする際、溶液がなぜ空と同様に緑色を示さないのかを調べた。私たちはアクリルエマルジョンを水に溶かして空の色を再現し、色彩スペクトロメーターを使って、色の波長の分布を調べた。その結果、再現した空の色には緑色の波長があることが確認できたが、人間の目では緑色を認識することができなかった。

#### ABSTRACT

The sky we see every day has various color expressions. Generally, it appears blue in the daytime and red in the evening. It is already known that this is due to light scattering called Rayleigh scattering. It is also known that when a synthetic resin called acrylic emulsion, which is often used as the main ingredient of wax, is dissolved in water and exposed to light, Rayleigh scattering occurs and the color of the sky can be reproduced. It was investigated why the solution did not show the same green color as the sky when reproducing the color of the sky using this acrylic emulsion. Acrylic emulsion was dissolved in water to reproduce the sky color, then examined the distribution of color wavelengths using a color spectrometer. The results confirmed that the reproduced sky color had green wavelengths, but the green color could not be recognized by the human eye.

【キーワード】 アクリルエマルジョン, 空の色, 波長

Key word acrylic emulsion, color of the sky, wavelengths

#### 2. はじめに

空の色は一般的に、昼は青色に、夕方は赤色に見える。これは、レイリー散乱\*1が起こっているためである。この原理は、アクリルエマルジョン\*2を用いて空の色を再現する際も同様である。しかし、青色から赤色への波長の変化の途中にある緑色の空がみられることはほとんどない。これを疑問に思い空の色が緑色に見えない理由を数値的に確認したいと考えた。そこで、アクリルエマ

ルジョンによる空の色の再現において、あげ波長\*3を用いて溶液の色と波長との関係を調べた。

\*1 光の波長より十分小さな微粒子による散乱。

\*2 アクリル樹脂を水に乳化・分散させたもので主にワックスなどに含まれている。

\*3 光量子計、分光器、色彩照度計などの機能を一台に収約した、植物育成環境の評価に最適な可視光スペクトロメーター。

### 3. 研究内容

#### 【実験 1】

##### (目的)

アクリルエマルジョンを用いた空の色の再現実験において、緑を認識しない原理を調べること。

##### (仮説)

空の色の再現をした溶液内の色の分布において緑が最大値になることはない。

##### (方法)

11 の水に粒子径の異なるアクリルエマルジョン 2 種類\*4 を 0.10ml ずつ滴下し光源から 3 cm ごとにあげ波長で波長を計測した。  
\*4 平均粒子径の異なる下記 2 種類のアクリルエマルジョンを用いた。

- ・NF-06 約 110nm
- ・NH-18 約 163nm

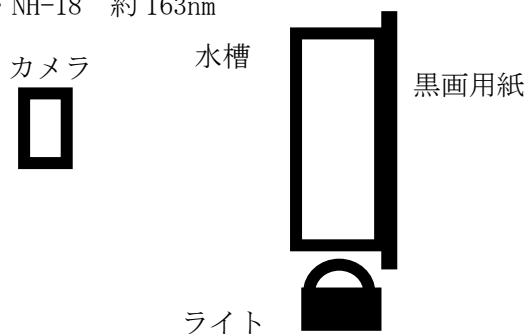


図 1 実験装置(上から)

##### (結果)

目視では緑を確認できなかったが、アクリルエマルジョン NF-06 を 0.40ml 滴下した時、光源から 18 cm のところをあげ波長で記録した色の分布では黄緑の範囲で最大値をとった。



図 2 NF-06 0.40ml のレイリー散乱の様子

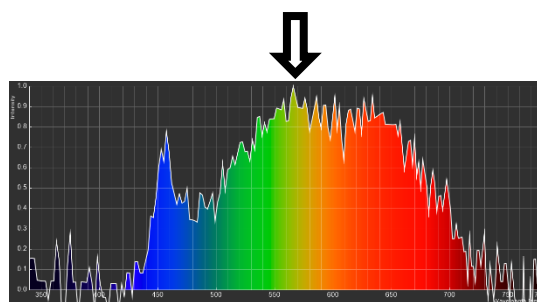


図 3 NF-06 0.40ml 18cm

##### (考察)

以上の結果より、目視で見える色とあげ波長で記録した最大値をとる色が一致しないことが分かった。そこで、目視で見える色の決定はグラフにおける各色の面積の大きさに起因しているのではないかと考えた。例えば、「青と緑の面積が等しければ水色」「緑と赤の面積が等しければ黄」のようになる。

#### 【実験 2】

##### (参考)

図 4 のグラフのように人の脳は色を認識している。

人は 3 種類 (青、緑、赤) の色の相対比によって全ての色を知覚している。例えば赤と緑の波長の割合が等しく交われば人間の目には黄として、3 色が等しい割合で交わると白として認識される。

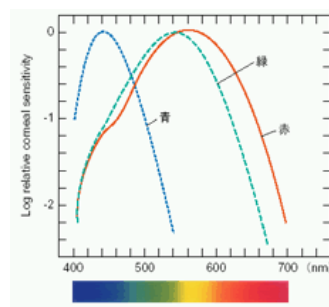


図 4 青、緑、赤の受光スペクトル

##### (仮説)

あげ波長のスペクトルモードで記録したグラフの面積によって人の脳は色を認識しているのではないか。

##### (方法)

あげ波長のスペクトルモードで記録したグラフの面積を下図のように分けて計算し

て求める。ここではグラフの横軸において430~490nmを青、490~570nmを緑、530~700nmを赤の範囲と定義して計算する。

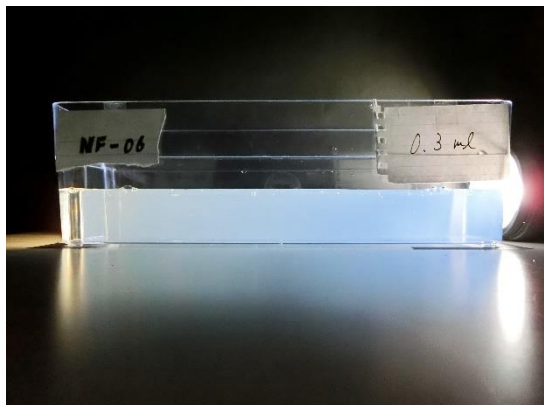


図5 NF-06 0.30ml のレイリー散乱の様子

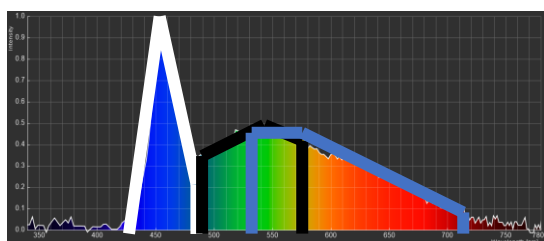


図6 定義した範囲の例

(結果)

図7、8は2種類のアクリルエマルジョンを0.30mlずつ滴下したときの結果である。

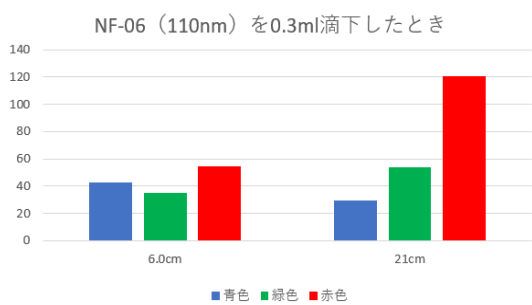


図7 NF-06(110nm)を0.3ml滴下したときの三原色の面積

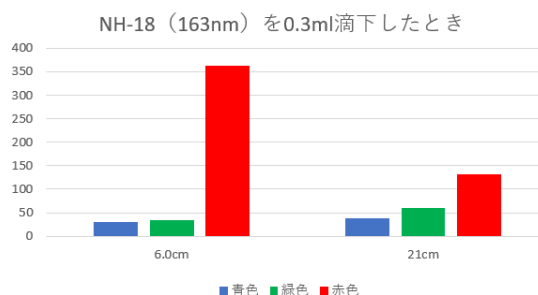


図8 NH-18(163nm)を0.3ml滴下したときの三原色の面積

NF-06の6cmにおいては、青は42.9、緑は35.1、赤は54.8。よって緑が最小値をとった。そのため、それぞれの色の35.1の分だけが重なって白に見えるので各色から差し引いて考えると緑は残らず目視では確認できなかった。粒子径(110nm、163nm)や光源からの距離(6cm、21cm)を変えた他のデータについても、同じように緑が最大値をとることはなかったため、仮説は成立したと言えるだろう。

#### 4. 今後の展望

アクリルエマルジョンを用いた空の色の再現実験において、今回は、目視で感じるより測定した赤の波長の面積が大きかった。それは、赤だと定義したグラフの横軸の範囲が大きかったためだと考えた。そのため、今後は、目視で赤だと感じる波長の範囲を特定したい。

#### 5. 謝辞

今回の研究にあたり多くの指導を頂きました先生方、協力して頂いた方々に深く感謝します。

#### 6. 参考文献

・色覚の多様性と色覚バリアフリーなプレゼンテーション

<https://www.nig.ac.jp/color/barrierfree/barrierfree1-2.html>

・東邦大学理学部生物分子科学科、高校生のための科学用語集

[https://www.toho-u.ac.jp/sci/biomol/glossary/chem/visible\\_light.html](https://www.toho-u.ac.jp/sci/biomol/glossary/chem/visible_light.html)

・株式会社MRT ホームページ製品紹介、あげ波長

<https://www.mrt-sensor.com/products/age/>

