

光の反射と吸収

晴れた暑い日に服を選ぶ時、あなたは涼しく感じる色として、白色系と黒色系のどちらを選ぶか？物体の色と材質は、太陽からの放射エネルギーをどのくらい吸収するか、あるいは反射するかに影響する。全ての色は、光量の一部を反射し、残りを熱エネルギーとして吸収する。反射光の量は、色の反射率と呼ばれる。黒色系の色は反射率が低く、熱エネルギーの多くを吸収する。一方、白色系の色は反射率が高く、多くを反射し、わずかなエネルギーを吸収するに過ぎない。

晴れて暖かい気候に暮らす人たちは、白色系の自動車を購入する傾向がある。その理由は、白色系の自動車は黒色系ほど、急速に加熱されないためである。消費者が自宅の塗装用ペンキを選ぶ際の指標として、多くの家屋用ペンキには予備調査された光の反射率が記載されている。地球表面は、多様な材質や色によって構成されているので、地球表面は不均一に加熱される。雪と氷、雲は多くのエネルギーを反射し宇宙に戻す。一方、緑の森林や植生のある地表面は、エネルギーを吸収する。

この実験で、あなたは様々な色の反射率 (%) とエネルギー吸収による温度変化の関係を調べる。あなたは光センサーを用いて、様々な色紙によって反射される光の量 (照度) を測定し、反射率 (%) を計算する。また、あなたは温度センサーを用いて、色紙によって吸収されるエネルギーによる色紙の下の空気の温度変化を測定する。

目的

- この実験で、あなたは次のことを体験する。
- ・反射される光の量 (照度) を測定するために光センサーを使う。
 - ・様々な色紙の反射率 (%) を計算する。
 - ・光から吸収したエネルギーを測定するために温度センサーを使う。

準備

LabQuest
LabQuestソフトウェア
バーニア社製光センサー
バーニア社製温度センサー
ストロー (長さ4 cm)
光源装置 (150 W)
アルミホイル

白色の紙
黒色の紙
色紙
鉄製スタンド
万能クランプ (2)
テープ
ものさし



図1

手順

1. データを記録するための準備をする。
 - a. 図1に示すように実験機の上に短いストローをテープで固定する。
 - b. 温度センサーの金属部分を入れるだけ、ストローに差し込む。ただし、温度センサーの先端が実験機の天板に付かないようにする。
 - c. 温度センサーの上に白色の紙を置く。
 - d. 鉄製スタンドと万能クランプで、図2に示したように光センサーを紙の上5cmの位置に固定する。もしも、光センサーに感度設定スイッチがある場合は、0-6000luxに設定する。
 - e. 別の万能クランプを鉄製スタンドに取り付け、光源装置を紙の上10cmの位置にしっかりと固定する。
 - f. 実験室の照明は、点灯した状態とする。

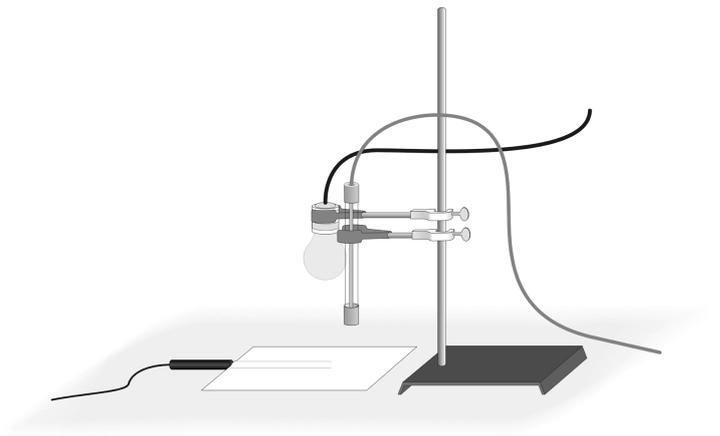


図2

注：光センサーの感度設定は、使用する光源によって変更する。最初は0-150,000luxに設定するとよい。

2. 光センサーと温度センサーをLabQuestのチャンネル1 (CH1) と2 (CH2) に接続する。LabQuestのファイル (File) メニューから、新規 (New) を選択する。
3. メーター画面で、Rateをタップする。データ記録頻度 (rate) を1秒間に0.1回 (0.1 samples/s) とする。そして、記録時間 (length) を600秒 (600s) に設定する。
4. 光源を点灯し、データの記録を開始する。
- 5 データの記録が終了したら、反射される光の量 (照度) の平均値と最高温度と最低温度を読み取り、データ表に記入する。
 - a. 分析 (Analyze) メニューから、統計 (Statistics) , 照度 (Illumination) を選択する。表示されるデータ表から、 Δ ∇ で平均値 (mean) を探し、その値を整数で読み取り、データ表に記入する。ルクス (lux) は照度の国際単位系の単位である。
 - b. 分析 (Analyze) メニューから、統計 (Statistics) , 温度 (Temperature) を選択する。表示されるデータ表から、 Δ ∇ で探して温度の最低 (min) と最高 (max) の値を0.1 $^{\circ}$ C単位で読み取り、データ表に記入する。
6. 手順4~5を黒色のかみ、アミホイルに対して、繰り返し行う。もし、時間がある場合は、他に2色の紙についても同様の手順を繰り返し行う。

データ表

色	白	黒	アルミホイル	_____	_____
最初の温度 (°C)					
最後の温度 (°C)					
温度変化 (°C)					
反射値 (ルクス)					
反射率 (%)	%	%	100 %	%	%

データ処理

1. それぞれの色について、最高温度から最低温度の値を差し引いて、温度の変化を算出し、データ表に記入する。
2. 温度変化の最も大きかったのは、何色か？
3. 温度変化の最も小さかったのは、何色か？
4. 太陽集熱器は、太陽放射エネルギーを吸収し、そのエネルギーを熱に変換するために使われる。太陽集熱器として最もよく機能するのは何色か？その理由を説明せよ。
5. 次の関係式から、それぞれの色紙に対する光の反射率 (%) を計算し、結果をデータ表に記入せよ。

$$\text{反射率 (\%)} = (\text{色による反射光の照度} \div \text{アルミホイルによる反射光の照度}) \times 100$$

6. 反射率が最も高いのは、何色の紙か？
7. 反射率が最も低いのは、何色の紙か？
8. 反射率 (%) と温度変化の間に、あなたはどのような関係を見出したか？
9. 地表面のどのような材質が、惑星の反射率を高くするか？その理由を説明せよ。
10. 惑星「地球」は高い反射率を有するか？理由と共に考察せよ。

発展

1. 砂, 土, 水, その他の材質の反射率を評価する実験を計画せよ. そして, 計画した実験を実行せよ.
2. 反射率に対する材質 (texture) の効果を評価する実験を計画せよ. あなたの計画した実験を実行せよ.

出典

Robyn Johnson, Gretchen Stahmer DeMoss and Richard SorensenD, " Earth Science with Vernier", MEASYRE.ANALYZE.LEARN™., 2009.

評価版のダウンロード先 : http://www.vernier.com/files/sample_labs/ESV-23-COMP-reflection_absorption_of_light.pdf

注意

この資料には次の事項が含まれていない :

- 安全に関する情報
- 指導者のための基本情報
- 学習指導要領 (教育カリキュラム) との関係に関する情報
- 実験を成功させるための留意点