

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1年中	1日～	1～2日	50分

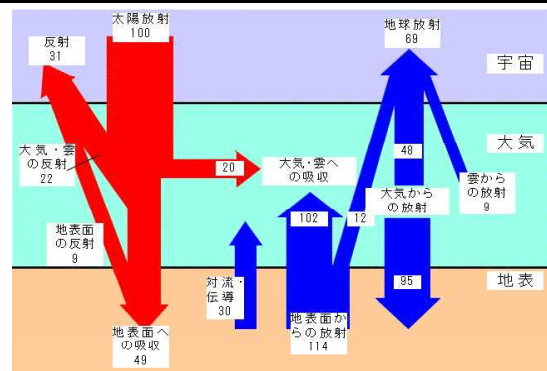
## 目的と内容

### 地表に届く太陽のエネルギーを測定しよう。

「変動する地球について観察，実験などを通して探究し，地球がプレート運動や太陽の放射エネルギーによって変動してきたことを理解させる。また，地球の環境と人間生活とのかかわりについて考察させる。」ことがこの単元の目標である。

このうち，「大気の構造と地球全体の熱収支について理解すること」について，簡易日射計によって直達日射量を測定し，地表が受ける太陽のエネルギーへの理解を深めさせる。

大気圏外で地球が受ける太陽エネルギーである太陽定数と測定した日射量を比較することによって，大気の吸収・散乱や地表での反射があるため，地表は太陽エネルギーの一部しか吸収していないことを考察させる。



地球の熱収支

### 既習事項

中学校までに太陽から放出された多量の光や熱エネルギーが地球における大気の運動や生命活動に影響を与えていることについて学んでいる。また地軸の傾きによって，太陽高度が変化するため，季節が生じることも学習している。

### トピック

#### 【太陽の活動周期と太陽定数】

太陽の放射エネルギーは「太陽定数」というように一定であると思いがちであるが，実は約11年周期で変動する。

黒点数は太陽活動が活発な極大期に増加し，極小期には減少する。極大期には高温な白斑も増加するため，太陽放射も増えることが知られている。極大期と極小期の差は0.7%程度であり，太陽定数に影響するような変動ではないが，太陽放射は膨大であり，わずかな変化でも地球の気候に影響するといわれている。

2013年秋が極大期であり，太陽面は現在もやや活発な状況である。



太陽の黒点

## 留意点

### 【指導面】

実験によって求めた日射量を太陽定数と比較することによって、太陽放射が大気によって吸収・反射されていることについて考察を深められるように指導したい。

地球が受ける太陽からのエネルギーは膨大であり、地球の生命は太陽の恩恵を受けて生きている。また大気の運動や気候など自然も太陽のエネルギーによって支えられていることを実感させる。

短時間で日射計内の水の温度が上昇することから、太陽の放射エネルギーの大きさやその有効利用について考えさせてもよい。

### 興味・関心を高める導入、発問など

- ・ 太陽定数って何？
- ・ 地表や私たちは太陽放射のエネルギーをすべて受け取っているのか？
- ・ 太陽の活動は常に一定なのか？
- ・ 太陽放射と地球放射の関係はどうなっているのか？
- ・ 太陽放射の有効利用について考えてみよう

…など

### 【安全面】



- ・ 実験中は周囲に気をつけ、他班の日射計を影にしたりぶつかったりしないように注意する。

## 準備

- ◎ 器具…簡易日射計，温度計（自作する場合）  
発泡スチロール，一面を黒く塗った容器，スタンドになるもの（スマートフォンのスタンドなど）  
温度計，釘（まち針）  
筆記用具，  
グラフ用紙など



簡易日射計



自作する場合の材料

## 準備（日射計を自作する場合）

- 1 容器の一面をつや消黒のスプレー等で塗り，ふたにはドリルやキリで温度計を差し込むための穴を開けておく。
- 2 発泡スチロールは適当な大きさに切り，容器が入るようにカッターや彫刻刀でくりぬいておく。良く切れるものでないと発泡スチロールはぼろぼろになるので注意する。



- 3 固定用の竹串を刺す。  
タブレットやスマートフォン用のスタンドは足を一本外し、必要な部分だけにする。



- 4 ビニールテープなどで組立て、端に釘やまち針などを日射計の面と垂直になるように立てておく。



容器の口まで水を入れ、温度計を差し込んだキャップを閉め、簡易日射計が完成する。簡単な高度計もつけると良い。

釘の影に注意しながら、向きと角度を調節して太陽光線が垂直に当たるようにして使用する。



※ 日射計を太陽光線に垂直に置いた時、釘の影が最も小さくなる。(右下の写真)

## 実験方法

※ 日射計を生徒に自作させる場合には、1時間程度余分にとる必要がある。

- 1 日射計の容器を本体から外し、受光面(黒い部分)の面積  $S$  (m<sup>2</sup>), 質量  $m_1$  (g), 容積  $V$  (mL) を記録させる。(測定させるか、同じ器具なら値を与える。)

水を容器にいっぱいに入れ、温度計をセットさせる。水温は気温よりやや低いくらいが良い。



温度計は中心付近まで入れる。



※ 水温が上昇すると、気温の影響が大きくなる。水温が低すぎても高すぎても誤差は大きくなる。容器に付いた水滴は拭き取るように指導する。(約10分)

- 2 容器を本体に取り付け、釘やまち針の影を見ながら、受光面が太陽光に垂直になるように本体を設置させる。(約5分)

- 3 温度計で水温を測定して、実験を開始させる。太陽光を当てさせ、1分ごとの水温を記録させる。太陽は日周運動により位置が変わるが10数分であれば変化も少なく、神経質にならなくても良い。

気温や太陽の高度も記録しておくことと考察に反映させることができる。

※ 測定時間は10分以上とる。

(約15分)



温度は目盛りの1/10まで測らせる。この場合は21.9℃

- 4 記録した水温の変化をグラフ化させる。  
グラフが直線的に変化している部分を確認させる (約10分)

- 5 容器の熱容量  $C_1$  (J/°C) を求めさせる。(参考：銅…0.38など)  
容器の質量  $m_1$  (g) を、比熱  $c$  (J/(g・°C)) とすると  $C_1 = m_1 \times c$   
用いた水の熱容量  $C_2$  (J/°C) を求めさせる。水の密度を  $1\text{g/cm}^3$  とすると、  
質量  $m_2$  (g) は容積  $V$  (mL) と同じ値になる。また、水の比熱は  $4.2$  (J/(g・°C))  
であるから、  
 $C_2 = m_2 \times 4.2$   
グラフから 1 秒あたりの水温上昇率  $T$  (°C/s) を求めさせる。例えば、5分  
(300秒)間に  $6.0^\circ\text{C}$  上昇した場合は、 $6.0/300 = 0.02$  (°C/s) となる。こ  
れらの値から、 $1\text{m}^2$ 、1秒間あたりの日射量  $I$  (W/m<sup>2</sup>) を求めさせる。

$$I = \frac{T(C_1 + C_2)}{S} \quad (\text{約10分})$$

## 結 果

- ◎ 求められた日射量は、太陽定数  $1366 \text{ W/m}^2$  とくらべてどうか。  
異なる場合はその理由は何か、いろいろな原因を多角的に考えさせる。

### まとめ・考察

- ① 地表に届く太陽からのエネルギーを測定できた。
- ② 直達日射量と太陽定数との違いを考察できた。
- ③ 測定した日射量がなぜ太陽定数より小さくなるか考察できた。

### 後かたづけ

- ・使用した器具を指定した場所に返却させる。
- ・こぼれた水などは雑巾でしっかりと拭かせる。
- ・自作させた場合、紙くずなどはきちんと捨てさせる。

## 失敗例

- ・太陽定数と比べかなり低い値になる。  
→ 大気の吸収・散乱や雲による吸収・反射等のため、かなり小さい値になる。  
また薄曇りや黄砂やエアロゾルが多かったりしても値は小さくなる。  
逆に大きな値になった場合はどこかでミスがあったと考えられる。
- ・考察の視点が思いつかない。  
→ 大気の反射・吸収等の他に、太陽高度の違いも測定結果に影響している。  
天頂から太陽放射がある場合、通過するのは大気の厚さの分だけであるが、太陽の高度が低いほど多くの大気を通過しなくてなくなる。  
夕日がまぶしくないのと同様である。実験を実施する季節や時刻によっても違いが出る。また、設置ミスなど人為的な原因もある。

## 別法ほか

- ・時間短縮法としては、日射計の容器の値や比熱などの値は最初から与えることが考えられる。測定と計算に多くの時間を割り当てたい。
- ・日射計の仕組みや構造は単純なので、生徒に作らせたり自作品を用意したりすることで印象が強くなると考え、製作例をあげた。
- ・水温がどんどん上がるのを見て、生徒が太陽エネルギーの大きさを実感することも良い経験である。