

# エネルギーとは何か

エネルギーは仕事をする能力として定義できる。エネルギーは、クッキーを焼くことから、バットでボールを打つことまで、ほとんどのことができる。

エネルギーは、ポテンシャルエネルギーと運動エネルギーの二つに大きく分類できる。ポテンシャルエネルギーは、貯蔵されたエネルギーである。ポテンシャルエネルギーの形態には、化学エネルギー、重力エネルギー、弾性エネルギー、核エネルギーが含まれる。運動エネルギーは、運動に起因するエネルギーである。例えば、電気エネルギー、放射エネルギー、熱エネルギー、音のエネルギーは、全て運動エネルギーである。

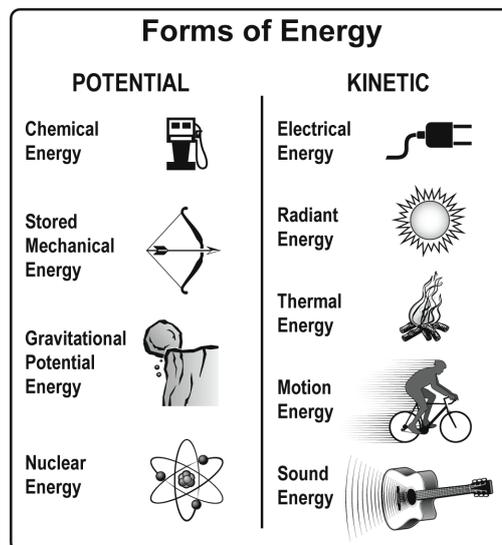
私たちはコンピュータを動かしたり、家を暖房するために電気エネルギーを使う。これらのことをするのに、どのくらいのエネルギーが使われるのだろうか？この問いに答えるために、私たちはエネルギーが何に由来するかを知らなければならない。米国における電気エネルギーのほとんどは、天然ガスや石炭などの化石燃料から生産される。これら全ての燃料源は、ポテンシャルエネルギーの形態をとっている。しかし、それらの燃料が単位体積当たり等しい量のエネルギーを含んでいる訳ではない。問題がより複雑なのは、それら燃料が全て異なる体積単位で売られていることである。

例えば、あなたの家が天然ガス暖房だとすると、一ヶ月に使用した天然ガスの量が何立方フィート (ft<sup>3</sup>) かが記載された請求書をあなたの親は受け取っている。そして、もしもあなたの友人の家が灯油による暖房装置を使っていたなら、あなたの友人の親は使用した灯油量 (ガロン) の代金請求書を受け取っている。先月、あなたの家では4,300 ft<sup>3</sup>の天然ガスを使い、あなたの友人の家では110ガロンの灯油を使ったことを考えてみる。どちらの家が、暖房により多くのエネルギーを使ったのだろうか？あなたは事前問題で、この問いに答える。

エネルギー源をより簡単に比較するためには、共通単位を用いた値に換算することが必要である。エネルギーを比較して議論する時、広く使われている単位はジュールである。この実験であなたは二種類の燃料のエネルギー含有量 (J/g) を推定する。そのためにあなたは質量既知の燃料を燃焼させ、それによって放出されたエネルギーを熱量計の質量既知の水に吸収させる。実験では、その水によって吸収された熱量を測定することでエネルギー含有量を推定する。もし、あなたが最初と最後の水の温度を測定できれば、水によって吸収された熱量 (放出されたエネルギー量) は、次の式で計算できる。

$$H = \Delta t \cdot m \cdot C_p$$

ここで、 $H$  は吸収された熱熱量 (J) ,  $\Delta t$  は水温変化 (°C) ,  $m$  は質量 (g) , そして、 $C_p$  は水の比熱 (4.18 J/g°C) である。エネルギー含有量は、吸収された熱量 ( $H$ ) を水を加熱するために燃焼させた燃料の質量 (g) で除した商として与えられる。



Adapted with permission from The NEED Project, [www.need.org](http://www.need.org).

### 目的

- ポテンシャルエネルギーと運動エネルギーの違いを説明し、それぞれの具体例を示す。
- エネルギーを測定・比較するために使われる単位を特定する。
- 燃料のエネルギー含有量を決定する。

### 準備

LabQuest

LabQuestソフトウェア

表面温度センサー

試料燃料（アルコール、ロウソクやゲル燃料など）

鉄製スタントとリング（10 cm）

万能クランプ

メスシリンダー（50 mL）

slit stopper

秤

小さな缶

冷水

マッチ

実験用ゴーグル

### 事前問題

1. あなたの生活の中で、化石燃料に依存している活動を例示せよ
2. あなたの住む地域では、発電や暖房にどのようなエネルギー源が使われているか？
3. あなたの住む地域では、再生可能エネルギーは入手できるか？もし可能なら、どのような選択肢があるか？
4. あなたには、この実験の導入文で問題が提示された。暖房に異なる燃料を使っている二つの家族がいる。先月のA家（あなたの家）は、 $14,300 \text{ ft}^3$ の天然ガスを使った。B家（あなたの友人の家）は、110ガロンの灯油を使った。次に示した情報を使って、どちらの家がより多くのエネルギーを使ったかを決定せよ。

$1 \text{ ft}^3$  の天然ガスは、 $1.08 \times 10^6 \text{ J}$ のエネルギーを含む。

1ガロンの灯油は、 $1.46 \times 10^8 \text{ J}$ のエネルギーを含む。

### 手順

1. 実験ゴーグルを着用する。
2. LabQuestの電源を入れ、LabQuestに表面温度センサーを接続する。LabQuestのFile（ファイル）メニューからNew（新規作成）を選ぶ。
3. メータースクリーンからDuration（実験時間タブ）タブをタップする。そして、data-collection duration（データ記録時間）を300秒に変更する。これでデータの記録が5分間継続する。「OK」を選択する。
4. あなたに与えられた燃料（ロウソクあるいはゲル燃料）の最初の質量を計り、その値をデータ表に記入する。

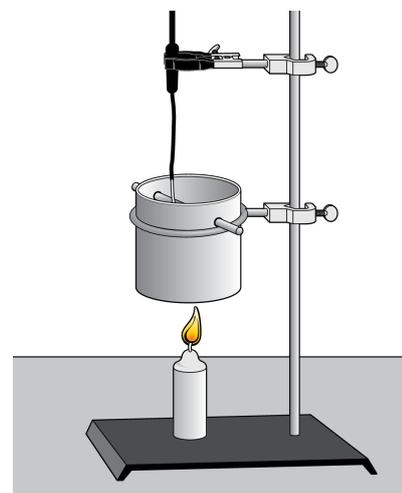


図1

5. 実験器具を組み立てる (図1参照)
  - a. 空の状態での質量を計り、その値をデータ表に記入する。
  - b. 燃料源としてロウソクを使用する場合は、缶に冷水を50mL入れる。そして、燃料源としてゲル燃料を使用する場合は、缶に冷水を100mL入れる。
  - c. 水を入れた缶の質量を計り、その値をデータ表に記入する。
  - d. 直径10cmのリングと攪拌棒を用いて、ロウソクあるいはランプの上方5cmの位置に缶を吊るす (固定する) (図1参照)。
  - e. 万能クランプと穴あきゴム栓などを用いて、表面温度センサーの水に吊る。ただし、表面温度センサーが缶の底に着かないようにする。
6. データの記録を開始する。最初の10秒間、水温を監視して最初の水温を決定する。その値をデータ表に記入する。この実験の水温の測定では、四捨五入して0.1°C単位で記録する。ロウソクあるいはゲル燃料を点火する。そして、水温が約35°Cになるまで加熱して、火を消す。注意：髪の毛や衣服が、直火 (炎) にかからないようにする。
7. 水温の上昇が止まるまで、缶の水を攪拌する。そして、最後の水温を決定し、その値をデータ表に記入する。LabQuestによるデータの記録は実験開始後5分で終了する。
8. LabQuestの表示画面に、時間に対する温度のグラフが表示される。グラフに表示されたデータを調べるために、グラフ上のデータをタップする。あなたが実験中に記録した最初と最後の水温を確認する。
9. 実験後のロウソクあるいはゲル燃料の質量を計り、その値をデータ表に記入する。
10. 異なる燃料を用いて同様の作業を繰り返し行い、データを記録する。ただし、水は新しい冷水に入れ替える。

## データ表

	ロウソク	ゲル燃料
最初の燃料の質量 (g)		
最後の燃料の質量 (g)		
燃焼させた燃料の質量 (g)		
空の状態の缶の質量 (g)		
水を入れた缶の質量 (g)		
加熱された水の質量 (g)		
最初の水温 (°C)		
最後の水温 (°C)		
水温の変化 (°C)		

### データ処理

1. それぞれの資料に対して、最後の水温から最初の水温を減じ、水温の変化 ( $\Delta t$ ) を算出する。データ表にその結果を記入する。
2. それぞれの資料に対して、水を入れた缶の質量から空の状態の缶の質量を減じ、水の質量 (g) を算出する。データ表にその結果を記入する。
3. それぞれの資料に対して、実験結果と次に示した式を用いて、水が吸収した熱量 ( $H$ ) を算出する。データ表にその結果を記入する。

$$H = \Delta t \cdot m \cdot C_p$$

ここで、 $H$  は吸収された熱量 (J) ,  $\Delta t$  は水温変化 ( $^{\circ}\text{C}$ ) ,  $m$  は加熱された水の質量 (g) ,  $C_p$  は水の比熱 ( $4.18 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$ ) である。

4. それぞれの資料に対して、燃料の最初の質量から最後の質量を減じ、燃焼させた (使用した) 燃料の質量を算出せよ。データ表にその結果を記入せよ。
5. 実験結果から、それぞれの試料燃料に対するエネルギー含有量 (J/g) を算出せよ。データ表にその結果を記入せよ。
6. もしも、指導者に指示されたら、他の実験グループのデータを入手して、表としてまとめる。

### 考察課題

1. どちらの試料燃料のエネルギー含有量が大きかったか？
2. 天然ガスのエネルギー含有量は  $53,600 \text{ J/g}$  である。また、灯油のエネルギー含有量は  $46,200 \text{ J/g}$  である。これらの二種類の化石燃料のエネルギー含有量は、あなたが実験で求めたエネルギー含有量と比較してどうであったか？
3. エネルギー含有量に加えて、燃料を選ぶ際に重要な要因を二つ以上例示せよ。

### 発展課題

1. この実験で用いた試料燃料のエネルギー含有量に対する参照値を調べ、参照値とあなたの実験結果との差を求め、その値について考察せよ。
2. 他の燃料を用いてこの実験を行い、その結果を比較せよ。注：実験を行う前に、実験計画書を指導者に提出する。実験計画書には、安全に関する注意を含めること。
3. 他のエネルギー源に関するエネルギー含有量の参照値を調べる。それらの調査結果を、あなたの実験結果や天然ガス、灯油と比較して考察せよ。もしも、あなたが自宅の暖房システムを設計するとしたなら、エネルギー源として何を使うかをコストと入手可能性も含めて考慮せよ。

## 出典

Alexandria R. Plank, Gretchen Stahmer DeMoss, Michael Arquin, Joseph Rand, Jeff A. Anderson, "Renewable Energy with Vernier", MEASYRE.ANALYZE.LEARN™., 2014.

評価版のダウンロード先 : [http://www.vernier.com/files/sample\\_labs/REV-02-COMP-what\\_is\\_energy.pdf](http://www.vernier.com/files/sample_labs/REV-02-COMP-what_is_energy.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