

# ろうそくの炎によるエネルギー利用への挑戦

熊本県立宇土高等学校 2年 木下 拓美・吉川 輝

## 1 はじめに

昨年行われたジュールエネルギーコンテスト (JENECON) へ応募し書類審査に合格したがコンテストまでにペットボトルを1 mすら持ち上げることができなかったため、今回、「ろうそくを使って500mLのペットボトルを延べ1 m持ち上げる」というテーマを設定した。そこでろうそくに火をつけてからすぐにエネルギーを取り出すことができると考えられるペルチェ素子を使いろうそくの熱エネルギーを500mLのペットボトルを延べ1 m持ち上げるのに必要な運動エネルギーへと効率よく変換できるかどうかを自作した熱機関を用いて検証した。

## 2 実験計画

今回は温度差を与えると電圧に直接変換されるゼーベック効果をもつペルチェ素子を使用。温度差が大きくなることでより多くの電圧が発生するため、冷却には比熱が高い水を使用した。またペルチェ素子は直列につないで使用した。

なお、今回のペルチェ素子は製品番号 (TEC1-12709) を使用した。

## 3 実験方法 (工夫箇所)

### (1) 発電装置

#### ・加熱装置

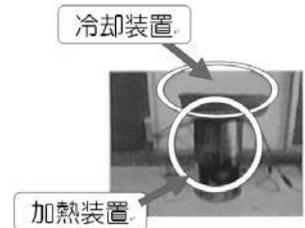
右の写真のように、空き缶の下の部分に切り口を作り、缶内部にダルマろうそくを2本立てて、その上に銅板を置き、その上に直列につないだペルチェ素子、水の入った冷却装置を置き、実験装置を製作した。

#### ・冷却装置

最初は50mLのビーカーを複数使用していたが冷却ムラがあったため、銅版を使用し冷却水用ボックスを製作した。しかし底の凹凸があったため底が平たく金属製の市販の菓子箱を使用することにした。また、追加としてJENECONのときに他の高校が使用していたポリ袋も使用することにした。

### (2) 動滑車

学校にあった動滑車は金属製 (402 g) の為重く、ペルチェ素子の発電量では持ち上げることが難しいと考えたため、木材を使い軽量化のため木製の動滑車 (132 g) を自作した。だが、木製動滑車の滑車部分の軸がぶれ、失敗作となった。また、さらに軽く出来ると考えたため、紙製の動滑車 (35 g) を作製し使用した。



## 4 結果

ろうそくを5.34 g消費し、500mLのペットボトルを1 m持ち上げることができた。

## 5 考察

ちなみに今回ろうそくの消費質量を発熱量 (J) に換算し、熱効率 (%) がよいか確かめた。

ろうそくの主成分をパラフィンと仮定すると

$$\text{発熱量 [J]} = 4.2 \times 10^4 \text{ [J/g]} \times M \text{ [g]} \quad M: (\text{ろうそくの消費質量}) - \text{I}$$

$$\text{熱効率 [\%]} = 4.9 \text{ J/発熱量 [J]} \times 100 - \text{II} \quad \text{という式がたてられる。}$$

Iの式のMに今回消費したろうそくの質量5.34 gを代入すると、発熱量は224280 Jとなる。これを、IIの式に代入すると、 $2.17 \times 10^{-3} \%$ となる。これは、ろうそくの発熱量の0.00217%ほどしか運動エネルギーに変換することが出来ていないということを示しており、非常に熱効率が悪いことがわかる。

## 6 まとめ

この課題を達成することの難しさ、奥深さを実感した。今回は持ち上げることが出来たが、これからの課題もたくさん見つけたこれからは今回見つけた課題に取り組み、熱効率を上げられるようにしたい。