

工場廃熱の有効利用

福岡県立鞍手高等学校 理数科 2年

末吉 快 赤崎 拓郎 岩河内 遼矢 川崎 佑磨
神谷 涼太 高崎 寛大 中川 友暉

指導教員 草野 知一郎 白石 有佳

要旨

昨今、地球温暖化対策に関する気運が国際的に高まりつつある。そのような中、私たちは工場において生じる廃熱に着目し、熱エネルギーを電気エネルギーに変換することができれば、地球温暖化防止に貢献できるのではないかと考えた。

実際に工場で実験を行うのは困難であるため、パソコンを工場に見立て、パソコン内の廃熱を用いて実験を行った。

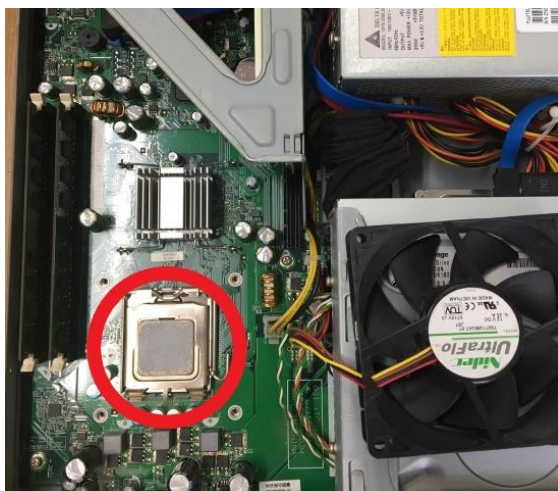
1 はじめに

ここでは、パソコン内の熱源を探し、その熱源に適するエネルギー変換装置を選定し、モーターカーを走らせた。

2 実験

2-1 パソコン内の熱源

パソコン内の熱源をサーモメーターを用いて探した。結果、CPU（中央演算処理装置）を熱源として使用することとした。



2-2 熱源の温度上昇

実際の工場の排熱温度（100℃～250℃）に近づけるため、「スーパーπ」という円周率計算アプリでCPUに負荷をかけた。

- (1) 円周率計算アプリ「スーパーπ」を用いて負荷をかける。
- (2) そのとき、CPUの温度は約100℃であった。これは、実際の工場の排熱温度にほぼ一致する。
- (3) 100℃を超えると、パソコン内の自動制御装置が働いて電源が切れることがわかった。

2-3 エネルギー変換装置の選定

(1) スターリングエンジン

温度増加により気体の体積が増加し、ピストンが動くという熱力学の原理を用いている。

(2) ペルチェ素子

温度差が大きいほど発電量が多い。パソコンから熱を取り出しやすいという理由で、エネルギー変換装置としてペルチェ素子を選んだ。

2-4 ペルチェ素子の冷却方法の決定

(1) 保冷剤

結露によってパソコンが故障する、という問題点が判明した。

(2) ヒートシンクとファン

パソコン内蔵のヒートシンクとファンを使用。

安定した冷却を行うことができるという理由で、冷却方法としてヒートシンクとファンを選んだ。

2-5 総質量Mの決定 (理論)

運搬効率(総質量×全走行距離)を大きくするためには、おもりの質量をいくりにすればよいかを考えた。

力学におけるいくつかの公式より、

$$W = F S$$

$W = \text{仕事}$	$F = \text{力}$	$S = \text{移動距離}$
-----------------	----------------	-------------------

$$N = M g$$

$$F = \mu M g \dots \textcircled{1}$$

$F = \text{力}$ $\mu = \text{動摩擦係数}$

$N = \text{垂直抗力}$ $M = \text{総質量}$

$g = \text{重力加速度}$

$$S = V T$$

$$V = \frac{6}{t}$$

$$S = \frac{6}{t} \times T \dots \textcircled{2}$$

$S = \text{移動距離}$ $V = \text{速さ}$

$T = \text{一定時間}$

$t = 6\text{m}$ (3mのレールの往復距離) を
走行するのに要する時間

①、②から

$$W = F \times S$$

$$= \mu M g \times \frac{6}{t} \times T$$

$$= M \frac{6}{t} \times \mu g T$$

$$= 6 \mu g T \times M \frac{1}{t}$$

となり、 $\mu g T$ の値は一定であるため、 $M \frac{1}{t}$ の値が最大するとき、仕事Wが最大であると言える。

2-6 総質量Mの決定 (走行実験)

モーターカーに積載するおもりを 50gずつ増加させて、3 mのレールを往復させ、総質量Mと往復にかかる時間 t の関係を調べた。

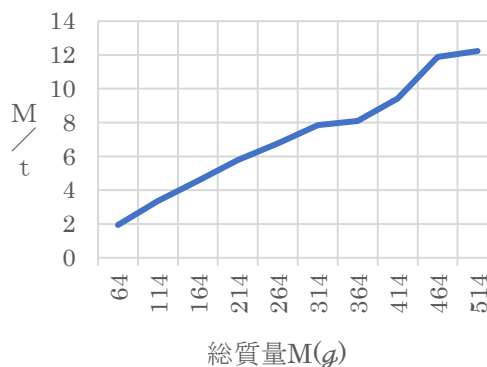
なお、総質量Mとは積載量にモーターカーの質量 64(g)を加えたものである。

【表】 MとM / t

M	64	114	164	214	264
t	33	34	36	37	40
M / t	1.94	3.35	4.56	5.78	6.77

M	314	364	414	464	514
t	40	45	44	39	42
M / t	7.85	8.09	10.62	11.9	12.24

【グラフ】 MとM / tの関係



結果、450gのおもりを乗せた総積載量514g
のとき、 $\frac{M}{t}$ が最大となる即ち仕事Wが最大で
あることが分かった。

3 結果と展望

今回の実験では、ペルチェ素子を使用して
発電を行い、モーターカーを動かすことがで
きた。このことは、実際の工場でも廃熱を利用
して動力を得ることが可能であることを
示している。また、今回は車の走行を目的と
したが、熱エネルギーを電気エネルギーに変
えることができるならば、他の様々な力学的
機械や電気機器を動かすことが可能である
と期待できる。

実際には、ペルチェ素子の両面の温度差を
確保するため、高地や寒冷地に工場を立地す
ることが望まれるのかもしれない。