

熱電効果と自然エネルギーを用いて冷水を作れるだろうか？

チーム代表者氏名 大久保 憲佑

配属先 呉工業高等専門学校 専攻科 機械電気工学専攻 機械系

連絡先 広島県呉市阿賀南 2-2-1 0823-73-8447 (担当教員 野村高宏)

広島県呉市阿賀北 1-12-42 090-4656-4167 (代表者 大久保)

1.目的

近年、資源の枯渇問題は深刻なものとなっており、打開策として地球への害の少ない自然エネルギーを生活のエネルギーに変換する研究が世界的に注目されている。この情勢を踏まえ、自分達でも身近なものに自然エネルギーを取り入れる実験を行おうと考えた。

そこで発案されたのが、熱電効果と自然エネルギー(太陽光)を用いた冷却水筒である。そもそも、資源の枯渇問題の要因の一つとして、ペットボトル等の使い捨て資源が挙げられる。リサイクルの活動も大きくなっているが、大半はゴミとして処理されているのが現実である。従って、屋外でも装置自体が冷却作用を持つ水筒があれば、装置内に飲料を詰め替えるだけで済むため、ペットボトル容器の消費を抑えることに繋がると考えた。また、太陽光を用いるため、自然にも害を成さない利点もある。

実験装置の構想を図 1 に示す。容器には水筒か観察のしやすいペットボトル(加熱、冷却時には断熱材を巻く)を使用。異なる金属を接合したものを用意し、それに電流を流すことにより、金属接合部からの吸熱を利用して容器内の流体を冷却する(ペルチェ効果)。また、電流は集光装置により太陽熱を熱電素子の片側に集め、熱電素子のもう片側を容器内の流体により冷却し、その温度差を利用し熱電素子で発電する(ペルチェ素子によるゼーベック効果)。

2.応用例

(1) 吸熱効果にペルチェ効果を用いるが、同じ吸熱効果を持つものとしてトムソン効果がある。実験により双方の吸熱効果を比較し、より効果の高いものを最終的に装置に用いたい。

(2) 熱電効果(ペルチェ効果)は導体に流す電流の向きにより冷却及び発熱を逆転できることを利用し、(今実験では主に冷却に重点を置いて進めていきたいと考えているが、)この装置は冬場でも活用できると考えられる。冬においても温度の低い外気温と温度の高い容器内の温度に差が生じる。これを利用すれば夏場とは反対に、冬場では加熱装置としても利用できるのではないかと考えている。

(3) 容器としてペットボトルも用いるのであれば、装置をユニット化し他のペットボトルにも付け替えられるようにしたい。図 1 にあるように熱電装置全体は、集光装置を持つ蓋

に取り付けられている。従って、ペットボトルの形状に合わせて装置を製作できれば、ユニット化は可能である。

(4) 集光装置で得られる電力が少ない場合、補助として太陽電池を用いる。

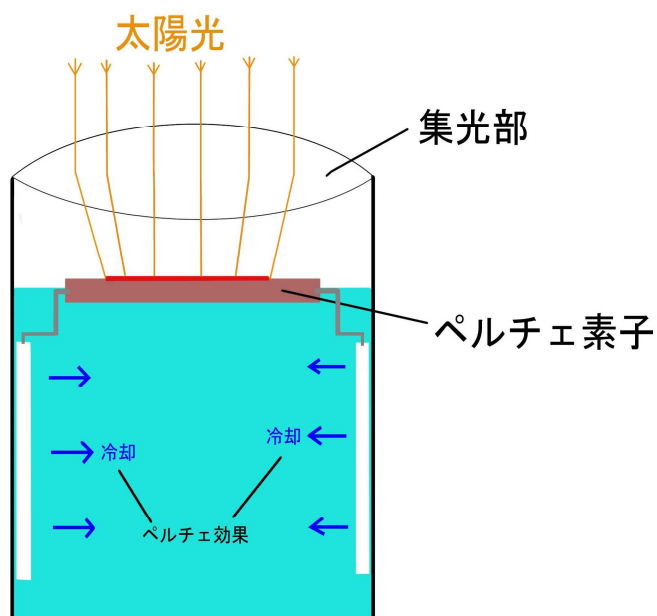


図1 実験装置概要 (構想)

3.実験装置

本実験ではペルチェ素子を用いた温度維持装置を目的とする装置を製作した。

装置は手動ポンプ、外側容器、内側容器、直流安定化電源、温度センサー、ペルチェ素子で構成されている。内側容器への伝導熱伝達と対流熱伝達を抑えるための簡易的な真空状態を作るための容器として外側容器を製作した。

(1) 手動ポンプ

外側容器内の空気を抜くためのポンプとして、100円均一で購入したバルーンアソート用ポンプを利用した手動ポンプを製作した。

(2) 外側容器

内側容器を伝導熱伝達と対流熱伝達から断熱するため、簡易的な真空状態を作るための容器として外側容器を製作した。上面、下面、側面すべてアクリルで製作し、内側容器を観察できるようになっている。下面と側面の接合部はシリコーンシーラントで接合した。上面と側面はネジで接合でき、気密性を保つため間に3mm厚のゴムをパッキンとして使用した。

(3) 内側容器

内側容器も外側容器と同様に材質にアクリルを用いて内部を観察できるようにした。

内側容器の下面と側面の接合部はシリコーンシーラントで接合し、内側容器内にペルチェ素子を配置した。

(4) 直流安定化電源

ペルチェ素子に電圧を負荷するための電源として、直流安定化電源（TEXIO PR18-5A）を使用した。

(5) 温度センサー

温度センサーには DER EE 製 DE-20W を使用した。

(6) ペルチェ素子

ジーマックス FPH1-12708AC（40×40mm,、厚さ 3.45mm）を使用した。

4.実験内容

(1)真空状態での水温変化験

真空状態において、ペルチェ素子を使用しない場合、内側容器内の水温がどのように変化していくか調べる。

実験方法

- ①真空容器内の内側容器に約 75℃の水を 400cc 入れる。
- ②真空容器を密封状態に保ち、ポンプを用いて真空にする。
- ③真空状態にした後、5分毎に内側容器内の水温を、内側容器上部と下部に分けて測定する。温度変化が定常になった時点で実験を終了する。

(2)真空状態でペルチェ素子を用いた場合の水温変化実験

(1)と同じ手順で、ペルチェ素子を用いて実験を行う。

実験方法

- ①真空容器内の内側容器に約 75℃の水を 400cc 入れ、底面にペルチェ素子を設置する。
- ②真空容器を密封状態に保ち、ポンプを用いて真空にする。
- ③直流安定化電源より、8V の直流電流をペルチェ素子に流す。
- ③真空状態にした後、5分毎に内側容器内の水温を、内側容器上部と下部に分けて測定する。温度変化が定常になった時点で実験を終了する。

5.実験結果

実験結果を図 2 に示す。

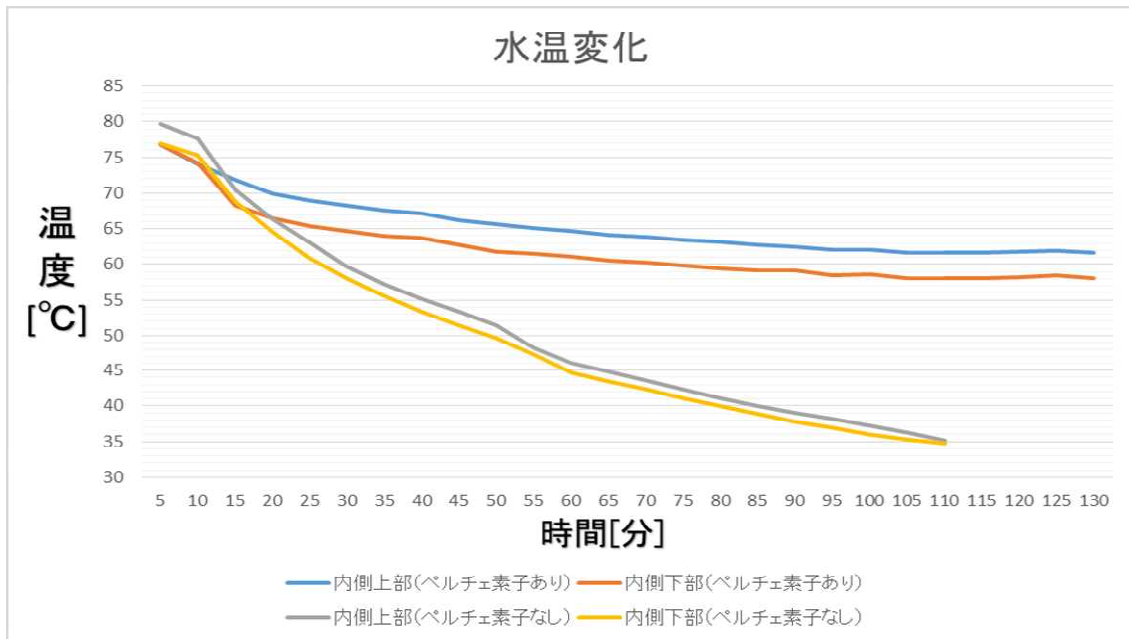


図 2 実験結果

実験結果から分かるように、ペルチェ素子がある場合と無い場合では、温度変化に大きく差がある。温度は約 60 度付近で定常になるため、ペルチェ素子を用いると 7V で水温を 60 度以上に保つことができる。また、ペルチェ素子がある場合ではペルチェ素子が無い場合に比べ、内側容器上部と外部で温度差が大きい。

6. 考察

時間 5～15 分ではあまり変化が変わらないが、これはペルチェ素子本体の表面温度が上昇することに要する時間だと考えられる。

ペルチェ素子がある場合と無い場合における容器上部と下部の温度差の違いは、ペルチェ素子が底面にあるために、水全体を温めることができないためであると考えられる。しかし、仮実験として、ペルチェを上部に設置した場合は上部と下部で 6～7 度の温度差が開いた。本実験では約 2 度の温度差しかないことから、水温の高い水が上部に移動することによる対流が温度差を縮めたと考えられる。また、真空により外部に逃げる熱量を抑えることができたことも関係していると考えられる。

本来の実験目的としては電圧を太陽光から生成することであるため、今後の課題としては、集光装置と容器上部からの水蒸気で温度を得て、外部との温度差により電流を発生させる装置を製作したい。そこで 7V が起こせるかはまだ分からないため、さらなる実験を重ねる必要がある。