

ペルチェ素子の仕組み

2年B組 小池 剛央
2年A組 大村 啓輔
指導教諭 末谷 健志

1 要約

私たちはペルチェ素子についての研究を行い、ペルチェ素子を用いて、零下を実現することができるとともに、効率よく物質の温度を下げる方法がわかった。

キーワード

ペルチェ素子、温度変化、温度差、電圧、電流、冷却ファン

2 研究の背景

以前から、パソコンのCPUを冷やすために、ペルチェ素子が用いられることを雑誌などを通じて知っていた。そこで、この素子は、どんな特徴があるのかが興味があり、今回、調べることにした。

3 目的

ペルチェ素子を用いて、次の点を調べる。

- ① ペルチェ素子にかける電圧と冷却温度の関係
- ② ペルチェ素子で実現できる最低温の測定

4 研究内容

<ペルチェ素子について>

一般に市販されているペルチェ素子は、図1のように平たい正方形をしており、電流を流すと片面が熱くなり、もう片面が冷たくなる。半導体を用いたこの素子は、電流によって熱エネルギーをポンプのように移動させる装置であるといえる。



図1

図1のように、裸のままのペルチェ素子に電流を流すと、一瞬は、冷たい面（以下、冷却面）の温度は下がる。しかし、数秒後には温度が逆に室温よりも上がり、ついには、素手でさわれないほどの高温になってしまう。この原因は、熱い面（以下、放熱面）の高い温度が冷たい面に伝わって、冷却面の温度がうまく下がらないためであると考えられる。

文献やデータシートなどによると、ペルチェ素子は、流れる電流に対して、冷却面と放熱面の“温度差”を一定に保つ素子であると表現してあった。つまり、ある電流値で、温度差を20度作れるペルチェ素子があったとすると、冷却面と放熱面は、表1のようになる。

冷却面	放熱面	温度差
20度	40度	20度
50度	70度	20度

(表1)

つまり、温度差が一定であるため、熱エネルギーが移動し、放熱面の温度が上がれば上がるほど、冷却面の温度も上がっていくことを意味する。

逆に、放熱面の温度をどうにかして下げると、表2のようになると考えられる。

冷却面	放熱面	温度差
0度	20度	20度
-5度	15度	20度

(表2)

つまり、ペルチェ素子が温度差を一定に保つ性質をもつことを利用すると、加熱面を冷やすことで冷却面の温度は著しく下がり、零下を実現することが可能であると考えた。

(1) 仮説

ペルチェ素子で零下を実現することができる

(2) 研究方法

ペルチェ素子を使った冷却法に、加熱面を冷やすために、加熱面を別のペルチェ素子の冷却面で冷やすという、ピラミッド方式があることを知った。この方式を採用し、ペルチェ素子を3つ使う2段ピラミッドとペルチェ素子を6つ使う3段ピラミッド(図2)を作った。

ピラミッドの最底面のペルチェ素子の放熱面は、大型パソコンなどに利用されている放熱板（図3）を使って発生した熱を逃がす事にした。さらに、放熱板に溜まった熱を効率的に除去し、どんどん冷やすため、放熱板に図4のようなパソコン用のファンを取り付けた。

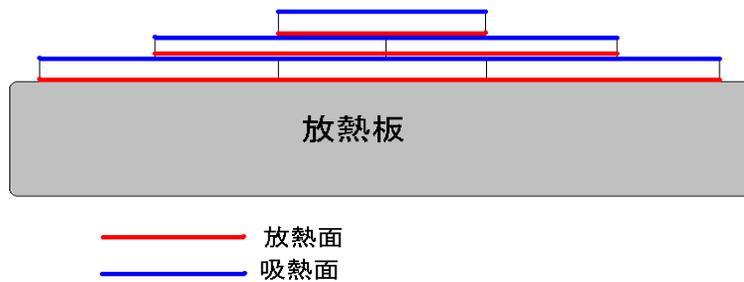


図2



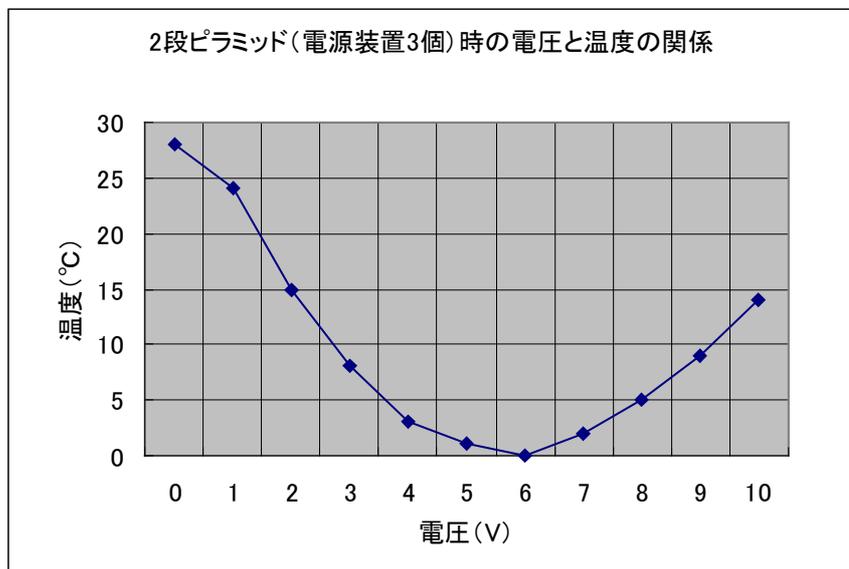
図3



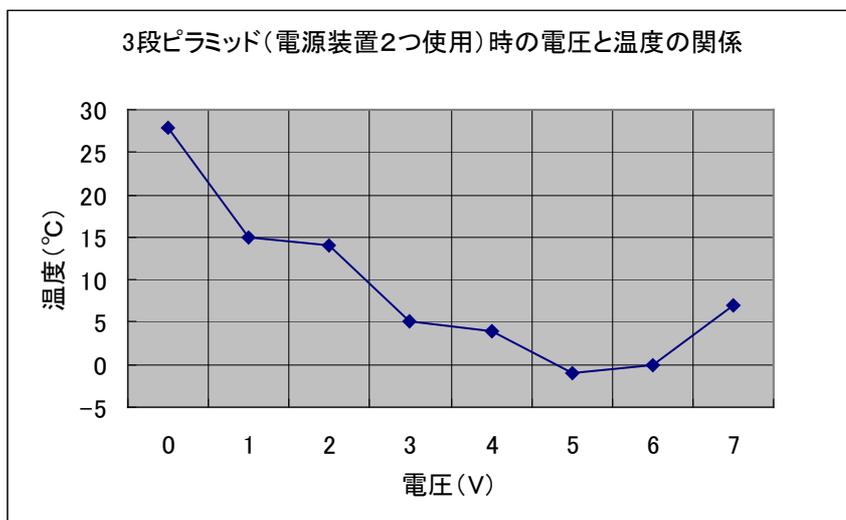
図4

(3) 研究の結果

二段ピラミッドの時の温度とペルチェ素子にかけた電圧の関係をグラフに示す。



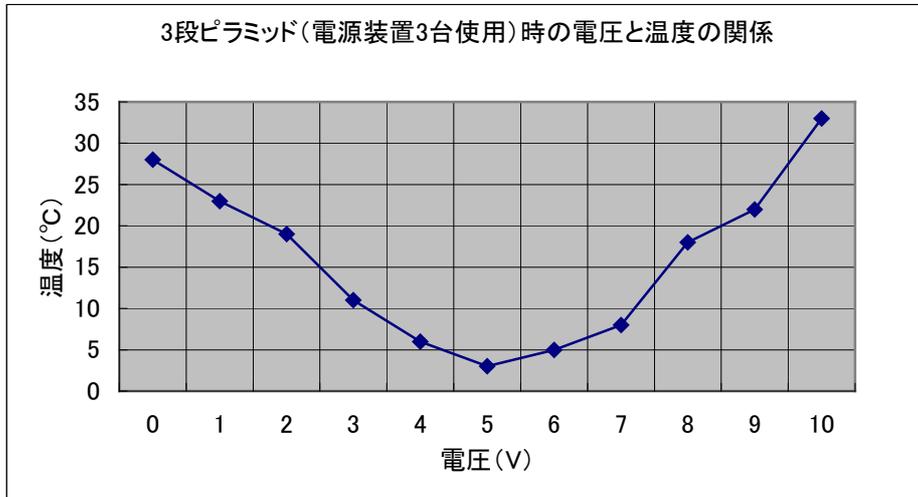
三段ピラミッドの時の温度とペルチェ素子にかけた電圧の関係をグラフに示す。



二段ピラミッドでは実現できなかったが、三段ピラミッドでは、5V 時に零下になった。つまり、ペルチェ素子によって、零下を実現することができた。

データが 7V で止まっているのは、手持ちの電源装置では、電圧がそれ以上あげられなかったためである。これは、ペルチェ素子は、数 A という大電流が流れるため、電圧を上げすぎると、電源装置の最大消費電力を超えてしまうことが原因である。

私たちは、この実験を通じて、電源装置に電力の限界があることを初めて知った。そこで、電源装置の数を増やして再度実験を行った。



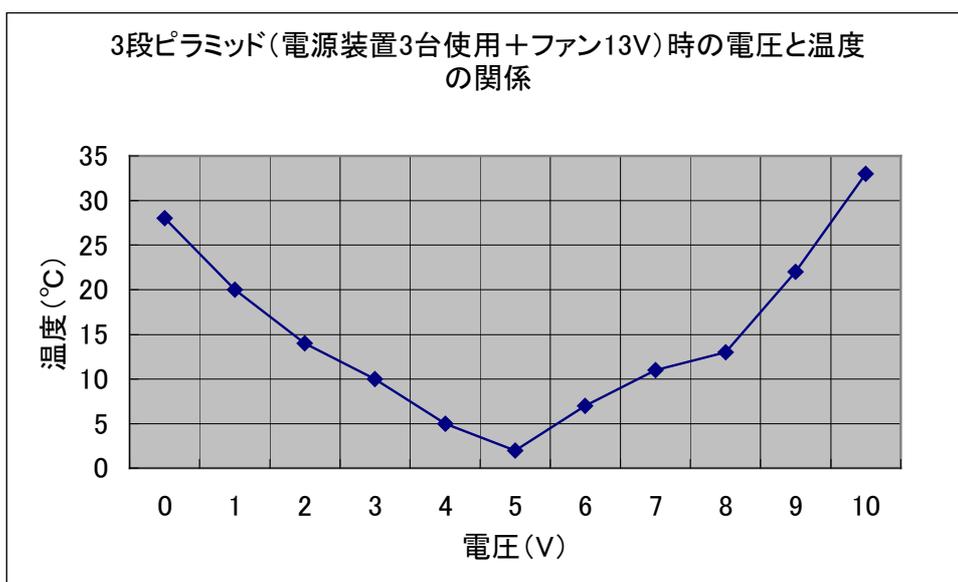
予想通り、高電圧領域の実験ができるようになった。二段ピラミッドのときのように、ある電圧を超えると、冷却面の温度が上昇していることが分かる。

ここで、全ての実験において、ある電圧を超えると、冷却面の温度は逆に上がっていくという結果となった。つまり、ペルチェ素子にかかる電圧（または電流）の値を単純に大きくすれば、冷たくなるというものではないことが分った。

この原因として、ペルチェ素子が発生する熱の量が、放熱装置の熱処理能力を上回り、うまく放熱ができないために、放熱面の温度が下がらなかったと考えられる。

この事を確かめるのに、放熱装置のファンにかかる電圧を 12V から 13V にあげ、ファンをより早くまわし、熱処理能力をあげてみて、温度が下がるかどうかで確かめた。

この実験結果が下のグラフである。



これまでと同様に、高電圧では温度が上がる傾向は変わらなかった。しかし、ファンをより早く回し、熱処理能力を高めることによって、最低温度が下がっていることが分かった。つまり、先にした予想は正しく、高電圧であっても、熱処理をうまくおこなうことによって、さらなる低温を実現できることが分かった。

5 考察

3段のペルチェ素子によって零下を実現できることが分かった。また、ペルチェ素子にかける電圧を上げていくと、冷却面の温度は確かに下がるが、熱処理が追いつかない場合、電圧を上げると、逆に冷却面の温度が上昇する傾向があることが分かった。

6 まとめと今後の課題

ペルチェ素子の熱処理能力を改良することによって、さらに冷却面の温度を下げるができることが分かった。そこで今後は、ファンの数を増やす、ファンの回転数を上げる、より効率の良い放熱版を採用する、などの工夫をしていき、より低温を実現したいと考えている。

7 参考文献・サイト

<http://www.fujitaka.com/peltier/experience/experience2.html> など

8 謝辞

今回の研究を通して、末谷先生に様々な知識や技術を教えていただきました。ありがとうございました。