

温度差発電

3631 深津真哉 3507 小川岳蔵 3528 藤岡天我 3537 山崎星斗

要旨 温度差による発電の効率を上げるために、二種類の金属線や半導体を用い、温度差の値、金属の組み合わせ、金属線の長さや太さを変えてそれぞれ電圧を測定した。その結果、温度差の値と発電量に比例の関係があることや、最も効率の良い金属の組み合わせがあること、金属線の長さや太さは発電量に関係しないこと、半導体は金属よりも電圧が大きく比例の関係であること、発電効率が大きい金属の種類の傾向が分かった

本文

1. 目的

日常にある温度差を利用して電力を生み出す。

2. 仮説

温度差の値や金属の組み合わせが生じる電圧の値に関係している。

3. 実験・結果・考察

<実験 I>

I-1 目的

温度差の値が生じる電圧の値にどのように関係しているか調べる。

I-2 仮説

温度差の値が大きくなるほど、生じる電圧の値は大きくなり、ゼーベック効果の式よりこれは比例の関係である。

ゼーベック効果

物質に温度差を与えると、加熱部にキャリア（負の電荷を持つ電子、または正の電荷を持つ正孔）が生じ、それが冷却部に流れ、加熱部がキャリアと反対符号の電荷を持つことにより、電位差が生じる現象。電位差を V 、温度差を ΔT とすると、 $V = \alpha \Delta T$ が成り立つ。 α はゼーベック係数と呼ばれる。

I-3 使用器具

- ・オイルバス
- ・温度計
- ・ビーカー
- ・デジタルマルチメーター
- ・金属線 50cm（銅、ニッケル）

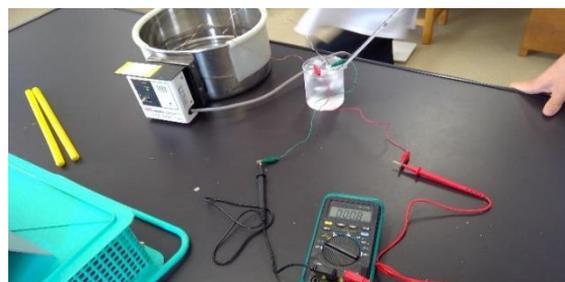


図 1 使用器具

I-4 実験の手順

- ① ビーカーに氷と水、オイルバスに水を入れる
- ② 二種類の金属線の端同士をつなぎ、他端とデジタルマルチメーターとつなぐ。
- ③ 金属線の結合部をオイルバス、他端をビーカーに入れ、オイルバス内の水を 30℃ から 90℃ の範囲で 5℃ ずつ変化させて温度差を与え、極を確認し、電圧を測定する。

I-5 結果

正極：銅 負極：ニッケル

- ・温度差の値が大きくなるほど、生じる電圧の値は大きくなった。
- ・正極が銅、負極がニッケルであった。

℃	mV	℃	mV
30	0.1	65	1.1
35	0.3	70	1.2
40	0.3	75	1.3
45	0.4	80	1.4
50	0.5	85	1.5
55	0.7	90	1.6
60	0.9		

表 1 実験 I の結果

I-6 考察

・温度差を大きくなると生じる電圧の値が一定の割合で増加していることから、温度差の値と生じる電圧の値は比例の関係であると考えられる。

・綺麗な比例の関係にならなかったのは、加熱部と金属線との距離にズレがあったことが原因であると考えられる。

<実験II>

II-1 目的

金属の組み合わせが生じる電圧の値にどのように関係しているのか調べる

II-2 仮説

二種類の金属の熱伝導率の差が大きいほど、生じる電圧の値は大きくなる。

熱伝導率の大小関係

銅>アルミニウム>真鍮>ニッケル>ステンレス

II-3 使用器具

- ・オイルバス
- ・温度計
- ・ビーカー
- ・デジタルマルチメーター
- ・金属線 50cm (アルミニウム、真鍮、ステンレス、銅、ニッケル、ピアノ線)

II-4 実験の手順

- ② ビーカーに氷と水、オイルバスに水を入れる。
- ② 二種類の金属線の端同士をつなぎ、他端をデジタルマルチメーターとつなぐ。
- ③ 金属線の結合部をオイルバス、他端をビーカーに入れ、オイルバス内の水を 60℃に固定し温度差を与え、極を確認し、電圧の値を測定する。
- ④ ①から③の手順をすべての金属の組み合わせで行う。

II-5 結果

+ - mV	銅	アルミニウム	ステンレス	真鍮	ニッケル	ピアノ線
銅		-0.1	-0.1	-0.0	-0.9	-0.1
アルミニウム	0.1		-0.1	0.0	-0.5	0.4
ステンレス	0.1	0.1		0.0	-0.9	0.2
真鍮	0.0	-0.0	-0.0		-0.5	-0.4
ニッケル	0.9	0.5	0.9	0.5		0.7
ピアノ線	0.1	-0.4	-0.2	0.4	-0.7	

表 2 実験IIの結果

- ・すべての組み合わせで極がわかった。
- ・ニッケルとステンレス、ニッケルと銅の組み合わせが最も生じる電圧の値が大きい。

II-6 考察

- ・金属の組み合わせが生じる電圧の値に影響することがわかった。
- ・生じる電圧の値が最も大きいのはニッケルとステンレス、ニッケルと銅であり、熱伝導率の差が最も大きいアルミニウムとピアノ線の組み合わせではないため、熱伝導率の差は生じる電圧の値に関係ないと考えられる。
- ・下記の並びで左にある金属が正極になることがわかった。

銅>真鍮>ピアノ線>アルミニウム>ステンレス>ニッケル

<実験III>

III-1 目的

金属線の太さと長さが生じる電圧の値にどのように関係しているのか調べるため。

III-2 仮説

金属線の長さと太さが生じる電圧の値に関係する。

III-3 使用器具

- ・オイルバス
- ・温度計
- ・ビーカー

- ・デジタルマルチメーター
- ・金属線 50cm (銅、ニッケル) ×2
- ・金属線 100cm (銅、ニッケル)

III-4 実験の手順

- ① ビーカーに氷水、オイルバスに水を入れる。
- ② 金属線 50cm の端同士、金属線 100cm の端同士をつなぎ、他端をデジタルメーターとつなぐ。
- ③ 金属線の結合部をオイルバス、他端をビーカーに入れ、オイルバス内の水を 60℃に固定し温度差を与え、それぞれ電圧の値を測定する。
- ④ 二重にした金属線 50cm の端同士をつなぎ、他端をデジタルマルチメーターとつなぐ。
- ⑤ ③を行う。

III-5 結果

長さ 50cm	長さ 100cm	一重	二重
0.9mV	1.0mV	0.9mV	0.9mV

表 3 実験IIIの結果

III-6 考察

- ・長さを二倍にしても生じる電圧の値はほとんど変わらなかったため、金属線の長さは生じる電圧の値に関係ないと考えられる。
- ・金属線を二重にしても生じる電圧の値はほとんど変わらなかったことから、金属線の太さは生じる電圧の値に関係ないと考えられる。

<実験IV>

IV-1 目的

金属の組み合わせ以外により効率よく電圧を生み出す方法を考える。

IV-2 仮説

半導体であるペルチェ素子は電圧を加えると放熱・吸熱を行うため、これを用いて温度差を作ると逆反応が起こり、金属と同じように電圧を生み出すことができる。

半導体には、P型、N型が使用されており、より

電子が流れやすくなるため、半導体を用いることで金属の組み合わせよりも高い電圧を生み出すことができる。

IV-3 使用器具

- ・ホットプレート
- ・ペルチェ素子
- ・熱電対温度計
- ・ビーカー
- ・デジタルマルチメーター

IV-4 実験の手順

- ① ホットプレートにペルチェ素子を置く。
- ② その上に氷と水の入ったビーカーを置く。
- ③ 導線でマルチメーターとペルチェ素子をつなぎ、温度差をつけて電圧を測定する。

IV-5 結果

温度差(高温、低温)	電圧
30℃ (33℃、3℃)	0.168V
35℃ (37℃、2℃)	0.190V
40℃ (42℃、2℃)	0.214V
45℃ (47℃、2℃)	0.256V
50℃ (52℃、2℃)	0.288V
55℃ (58℃、3℃)	0.322V
60℃ (63℃、3℃)	0.354V
65℃ (66℃、1℃)	0.403V
70℃ (71℃、1℃)	0.421V
75℃ (77℃、2℃)	0.520V
80℃ (82℃、2℃)	0.542V
85℃ (87℃、2℃)	0.565V

表 4 実験IVの結果

IV-6 考察

半導体を用いることで同じ温度差でも、金属の組み合わせよりも電圧が高くなったことから、半導体のほうが、電子が流れやすい。

半金属はゼーベック係数に温度依存性があり、温度上昇によってグラフの傾きが変わるが、半導体は、温度依存性がないから、温度差と生じる電

圧の関係は比例といえる。

ペルチェ素子の上に氷水の入ったビーカーを後から乗せただけでは、ペルチェ素子をホットプレートで熱し続けているため、半導体に高温の熱を持ち続けてしまい、うまく温度差が伝わらなかった可能性がある。

<実験V>

V-1 仮説

実験Ⅳの反省を生かし、低温側の温度をさらに低くし、半導体が熱を持ち続けずないようにして、瞬間の温度差で電圧を測定することで、さらに大きな電圧が測定できる。

V-2 使用器具

実験Ⅳと同様

V-3 実験の手順

- ① ホットプレートをあらかじめ温めておく。
- ② ペルチェ素子の上に食塩と氷を混ぜたビーカーを乗せる
- ③ 導線でマルチメーターとペルチェ素子をつなぎ、ビーカー内の温度を測定したのち、ビーカーとともにペルチェ素子をホットプレートに置いて、温度差をつけて電圧を測定する。

V-4 結果

温度差 (高温、低温)	電圧
45°C (-10°C、35°C)	0.370V
50°C (-10°C、40°C)	0.412V
55°C (-9°C、46°C)	0.481V
60°C (-9°C、51°C)	0.526V
65°C (-5°C、60°C)	0.769V
70°C (-9°C、61°C)	0.830V
75°C (-5°C、70°C)	0.884V
80°C (-6°C、74°C)	1.088V

表5 実験Vの結果

V-5 考察

実験Ⅳの測定と同じ温度差での電圧の値

と比べると、どの温度差でも大きくなっていることから、より温度差がペルチェ素子にできていえると判断できる。

しかし、どの温度でも比例のような明らかな関係がみられず、安定した電圧が得られたとは思われない。

また表5には示していないが、80°Cまで測定したのち、もう一度同じペルチェ素子で温度差を65°Cに下げたところ、80°Cの時より少し下がったが同じような値が測定されたため、半導体が電圧を保持している可能性がある。

4. 展望

実験Ⅱでわかった金属の関係はどのような金属の性質によるものであるのか調べる。

銅>真鍮>ピアノ線>アルミニウム>ステンレス>ニッケル

温度差1°Cあたりの生じる電圧を計算で求める。身近にある、効率よく温度差を供給できる場所や方法を探す。

5. 謝辞

助言や実験器具を提供してくださった市岡先生をはじめとする化学室の先生方に感謝を申し上げます。

6. 参考文献

- ・nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/yoshidalab/old/thermoelectric.html
- ・学研ハイベスト教科辞典(発行 株式会社学研ネクスト 2010年12月1日)