

温度差発電

2533 深津真哉 2605 小川岳蔵 2627 藤岡天我 2638 山崎星斗

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がわかった。また発電効率が大きい金属の種類に傾向があることがわかった。

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 >

1-1. 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。

1-2. 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。

1-3. 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）

1-4. 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金属線の端同士をつなげ、他端をデジタルマルチメーターとつなげる。
- ③金属線の結合部をオイルバス、他端をビーカーにいれ、オイルバス内の水を 30°C から 90°C の範囲で 5°C 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。

1-5. 結果

正極：銅 負極：ニッケル

表 1 実験 I の結果

℃	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		

・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。

1-6. 考察

・温度差を上昇させると生じる電圧の値が一定の値で増加していることと、ゼーベック効果の式から、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>

2-1. 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。

2-2. 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

2-3. 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)

2-4. 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金属線の端同士をつなげ, 他端をデジタルマルチメーターとつなげる。
- 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。
- ④①から③の手順をすべての金属の組み合わせで行う。

2-5. 結果

表2 実験Ⅱの結果

+ - 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	

- ・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。

2-6. 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>

3-1. 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。

3-2. 仮説

金属線の長さや太さが生じる電圧の値に関係する。

3-3. 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)

3-4. 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金属線 50cm の端同士, 金属線 100cm の端同士をつなげ, 他端をデジタルマルチメーターとつなげる。
- 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°C 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 の端同士をつなげ, 他端をデジタルマルチメーターとつなげる。
- ⑤③を行う。

3-5. 結果

表 3 実験Ⅲの結果

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

3-6. 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。

4. まとめ

これらの実験を通して, 銅とニッケル, ステンレスとニッケルの組み合わせで, 温度差の値を大きくすることが生じる電圧の値を最も大きくする方法であるということがわかった。

5. 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。実際にこの分野で使われている半導体を使う。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。

6. 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。

7. 参考文献

- ・名古屋大学 工学部電気電子情報工学 nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/yoshidalab/old/thermoelectric.html (2024年1月10日 最終閲覧)
- ・学研ハイベスト教科事典 碓秀行 伊藤哲朗 広井 禎 株式会社学研ネクスト・学研ハイベスト教科事典物理 (2010年12月1日 最終閲覧)
- ・各種物質の性質: 金属(固体)の性質 hako.co.jp (2024年1月10日 最終閲覧)