

# 熱電対による起電力の測定

多田 亜梨沙 廣田 早苗

## 【概要】

私たちは物理の教科書を読んでいたときに、熱電対のことが目に留まった。金属線に温度差を与えると、電流が流れるという簡単なエネルギー交換の仕組みに興味を持ち、研究を始めた。私たちは金属線の直径が大きいほど電圧が高くなる、溶接をしなくても電圧が生じるという仮説を立てた。実験をした結果、直径差と溶接は電圧に直接的に関与しないということが分かった。しかし、鉄を組み合わせた熱電対には直径が違くと電圧に違いが見られたことが分かった。これは鉄が錆びてしまったからではないかと考えた。

When we were reading a physics textbook, the thermocouple caught our eyes. We were interested in the simple system of exchanging energies that an electric current runs when the wires are given the difference of temperature. So we began to study it. We formed two hypothesis that the bigger a diameter of a wire becomes, the higher the voltage becomes and that the voltage is created without welding. As a result, we found that the difference of diameter and welding didn't relate to the voltage directly. But we found that thermocouples with iron caused the difference of voltage when the diameter was different. We guess that it happened because iron had rusted.

## 【研究の目的】

私たちが、研究材料を探すため物理の教科書を見ていると、熱電対のことが書いてあった。温度差を与えるだけで電圧が生じるという簡単なエネルギー交換の仕組みに興味を持った。もっと知りたいと思い、本などで調べてみると、コンスタンタンなど聞き慣れない金属線も使われていることがわかった。そのような金属線を手に入れるのが困難であることもあり、針金など身近な金属線でも作ることができないかと思い、鉄線、ステンレス線、真鍮(黄銅)線、銅線の4種類の金属線で研究を始めた。

始め、I 金属線の直径に着目し、実験を行った。0.3 mm, 0.7 mm, 0.9 mmの金属線を用意した。(しかし、真鍮線に関しては、残念ながら0.7 mmが無かったため、0.7 mmの実験はできなかった。)同じ直径同士で異なった金属線を半田付けしたものをそれぞれ5本ずつ、15種類(直径が違うもの3種類×鉄・ステンレス・銅で金属線の組み合わせが違うもの3種類+直径が違うもの2種類×真鍮と鉄・ステンレ

ス・銅で金属線の組み合わせのもの3種類)半田付けをして作って、実験をした。

また、その最中に半田付けをしなくても、電圧を生じることを知った。そこで、II 半田付けの有無によって、電圧に違いが生じるのかという疑問が芽生えた。その疑問を解決するため、半田付けしていないものをIと同じ5本ずつ、15種類作り、実験をした。

### 【仮説】

物理の授業で、太いと抵抗が小さくなると学んだ。そこで、直径が大きければ大きいほど電気が流れやすくなるのではないかと考えた。

また、この研究を始めたばかりだったとき、熱電対を使用した温度計を見たところがある。

(図1) その温度計は、半田付けがされてあった。製品になっているものが半田付けされているということは、半田付けしたほうが電圧が高いのではないかと考えた。

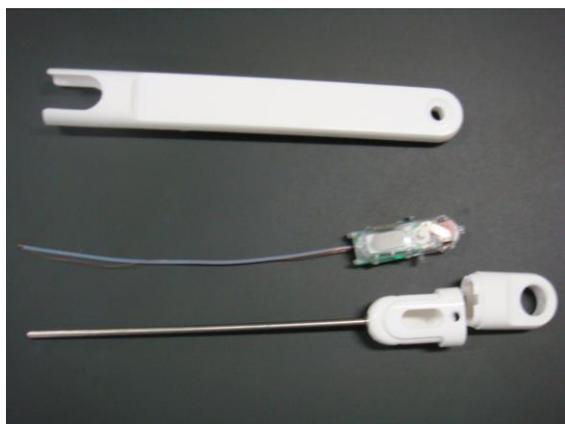


図1 熱電対を使用した温度計

### 【実験器具・装置・材料】

金属線 (図2)

ステンレス線 (0.3 mm, 0.7 mm, 0.9 mm)

銅線 (0.3 mm, 0.7 mm, 0.9 mm)

鉄線 (0.3 mm, 0.7 mm, 0.9 mm)

真鍮線 (0.3 mm, 0.9 mm)

ビーカー(100 ml)

ガスバーナー・三脚・金網

水銀温度計

氷・水

デジタルマルチメーター (図3)



図2 金属線



図3 デジタルマルチメーター

## 【実験方法】

### I. 直径による電圧の違い

- ① 金属線の直径による電圧の違いを測定するため、同じ直径で同じ長さの2種類の金属線の両端を半田付けしたものを5組作成し、以下の手順で実験を行った。
- ② 4種類の金属線の組み合わせは、直径(直径: 0.3mm, 0.7mm, 0.9mm)が同じものどうしで6パターン作成する。
- ③ 金属線をデジタルマルチメーターに接続する。
- ④ ビーカーを2つ用意し、1つは氷水を入れ、0℃に保ち、もう1方は熱湯を入れ、ガスバーナーをつけ、常に沸騰させ続ける。
- ⑤ 金属線の接合部の一方を氷水に、もう一方を熱湯につける。
- ⑥ 電圧を測定。

### II. 半田付けの有無による電圧の違い

同じ直径で同じ長さの2種類の金属線の両端を半田付けしてないものを5組作成し、実験②～⑥の手順で実験を行い、実験Iの半田付けしたものと比較した。

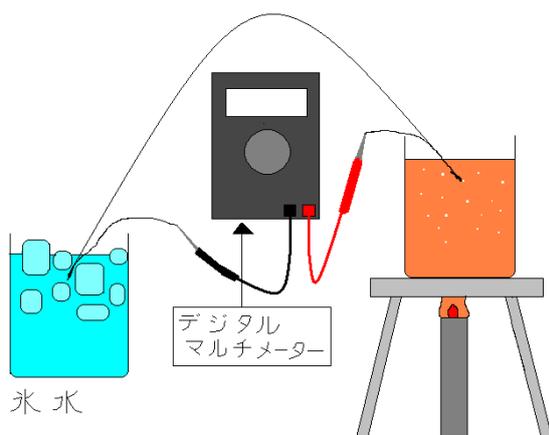


図4 装置図

## 【実験結果】

### 実験 I

鉄線と他の金属線との組み合わせの時には0.3 mmと 0.7 mm, 0.9 mmではばらつきがあるが、

他の金属線同士のとときはあまり違いがなかった。

### 実験 II

平均すると、半田付けをするかどうかでの差は最大で0.08mVで、半田付けの有無ではあまり電圧に違いはなかった。

鉄線と他の金属線との組み合わせの時、他の金属線どうしの組み合わせと比べると、比較的電圧が高いことがわかった。

実験 I, IIを下のグラフと表にまとめた。

表1 実験 I, II

太さ	0.3 mm		0.7 mm		0.9 mm	
半田付け	有	無	有	無	有	無
ステ×銅	0.30	0.22	0.30	0.30	0.28	0.3
ステ×真	0.06	0.02			0.10	0.10
真×鉄	1.18	1.18			0.90	0.86
真×ステ	0.18	0.18			0.20	0.20
鉄×銅	0.78	0.78	0.70	0.70	0.70	0.70
鉄×ステ	1.20	1.24	1.00	0.98	0.98	1.04

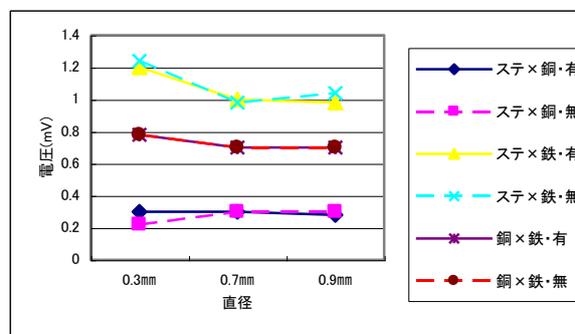


図5 実験 I, II ①

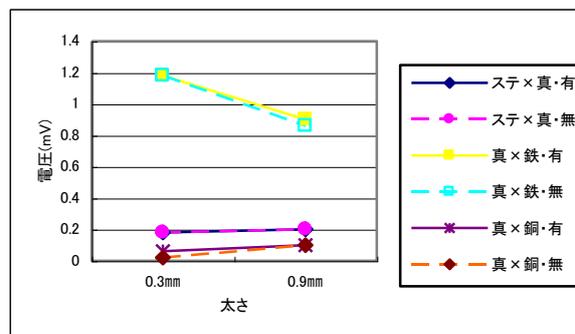


図6 実験 I, II ②

## 【考察】

実験Ⅰより、鉄線と他の金属線のと看、0.3mmと0.7mm,0.9mmで差があるのは、鉄が錆びてしまったからではないかと考える。

実験Ⅱより、半田付けの有無では、ほぼ差はないと考える。

鉄線と他の金属線との組み合わせのとき、他の金属線どうしの組み合わせと比べると、比較的電圧が高いのは、温度係数が小さいからと考える。これは、よく熱電対に使われているコンスタンタンの温度係数が小さいと知り、今回使用した金属線の温度係数を調べてみると、鉄の温度係数が小さかったので、そう考えた。

今回使用したデジタルマルチメーターは0.1mVまでしか測れなかったので、少し誤差が生じたのではないかと考える。

## 【結論】

1. 熱電対に使用した金属線の直径に関係なく、電圧が等しくなった。
2. 電圧の大きさは半田付けの有無にかかわらないといえる
3. 熱電対に使用した金属線の中では、より高い電圧が得られる組み合わせは、鉄線を用いたものである。

## 【感想】

初めて半田付けをしたため、なかなか上手くいかず、大変だった。

また、実験の際、はじめはポットのお湯と氷で実験していたため、お湯の温度が一定に保てず、苦勞した。

しかし、このような苦勞をしながらも、この研究を行ったことで、さまざまなことが学べたので、私たちにとってとても有意義な研究になった。

## 【引用文献（参考文献）】

- 國友正和:改訂版高等学校物理Ⅰ, 数研出版,(2006)
- 池本義夫:物理実験辞典,講談社,(1964)
- 株式会社八光:“熱電対とは?” 株式会社八光.2009-3-4.  
[http://www.hakko.co.jp/qa/qa\\_0\\_04.htm](http://www.hakko.co.jp/qa/qa_0_04.htm)