

- ・2日目

- ・実験課題

4端子回路を作成して、サンプルとして銅線、ニクロム線、タングステン線、銀線、シャーペンの芯2種類(H、2B)、未知の金属線を用いる。それぞれの線の直径と回路に挟んだ時の最両端の長さを測定する。その後、1日目と同様に電圧を変化させたときの電流を測定して、I-V グラフを作成する。

- ・実験目的

それぞれの金属線の抵抗率を求めること。そして、理科年表を用いてそれぞれの金属線の抵抗率の理論値と実験で求めた測定値を比較する。また、未知の金属線を推定すること。

- ・実験内容

まず、銅線の直径を測定した。その次に図 1-1 のように 4 端子回路を作成して、サンプル部分に銅線を挟んだ。挟んだ部分の最両端の長さを測定した後に、電圧を変化させてその時の電流を測定した。その後に I-V グラフを作成して、傾きから抵抗値を求めた。また、(a1)の関係式を用いて、抵抗率を求めた。同様の動作をニクロム線、タングステン線、銀線、シャーペンの芯2種類(H、2B)、未知の金属線でも行った。

- ・実験結果

- (i)銅線

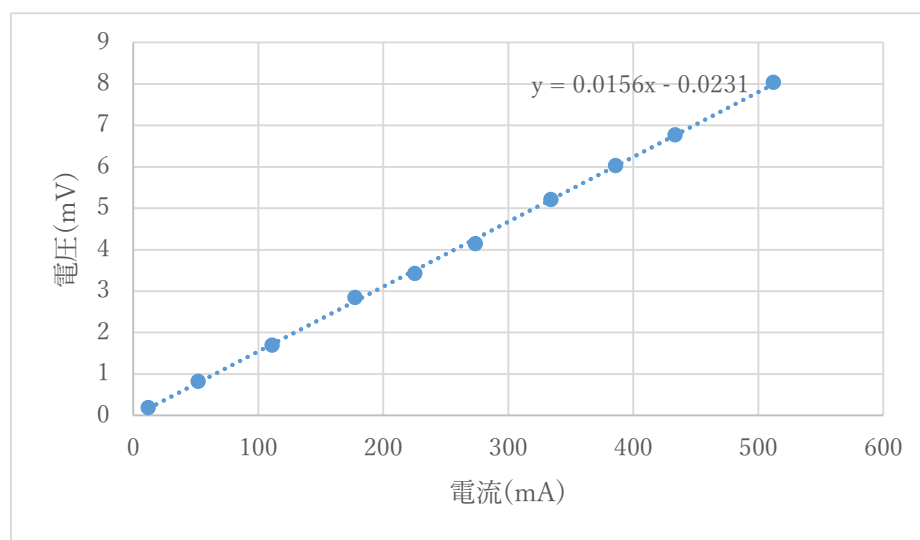


図 2-1 銅線の I-V グラフ

傾きから抵抗値は 0.0156Ω と分かった。直径は 0.17mm 、両端の長さは 4.3cm から(a1)の関係式を用いて、抵抗率は $8.235 \times 10^{-9}(\Omega \cdot \text{m})$ となった。

(ii) ニクロム線

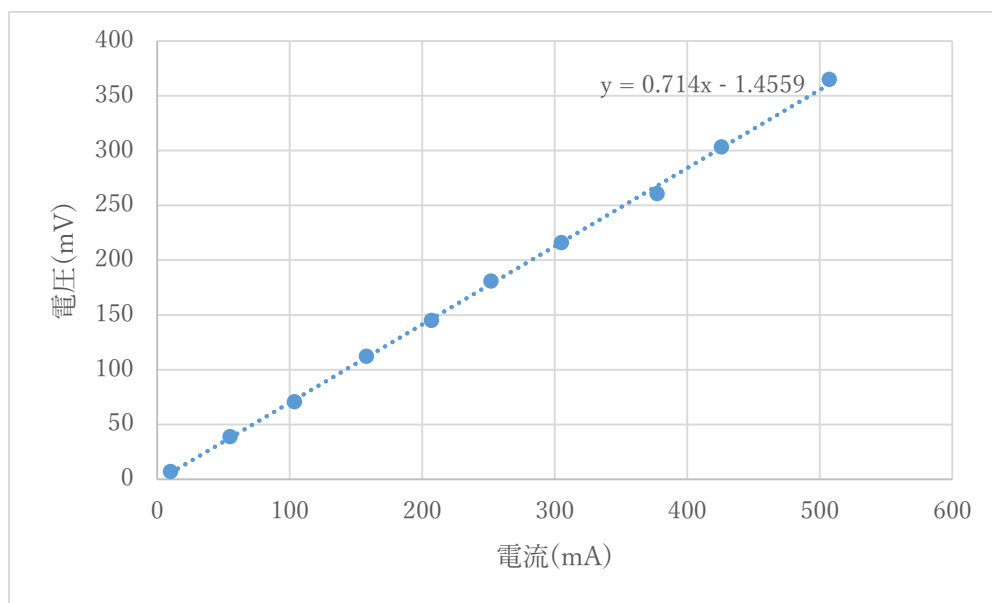


図 2-2 ニクロム線の I-V グラフ

傾きから抵抗値は 0.714Ω となって、直径は 0.18mm 、両端の長さは 4.7cm から抵抗率は $3.866 \times 10^{-7}(\Omega \cdot \text{m})$ となった。

(iii) タングステン線

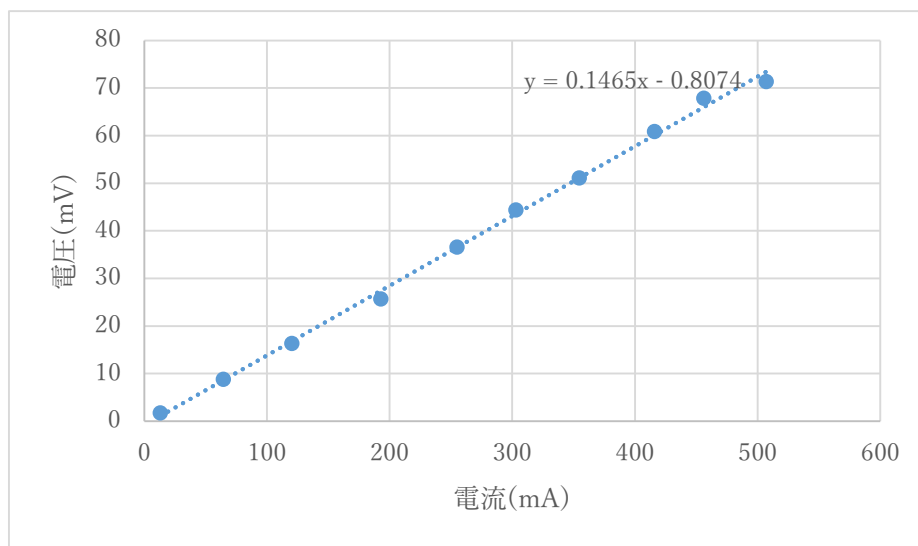


図 2-3 タングステン線の I-V グラフ

傾きから抵抗値は 0.1465Ω となって、直径は 0.10mm 、両端の長さは 5.2cm から抵抗率は $2.213 \times 10^{-8}(\Omega \cdot \text{m})$ となった。

(iv)銀線

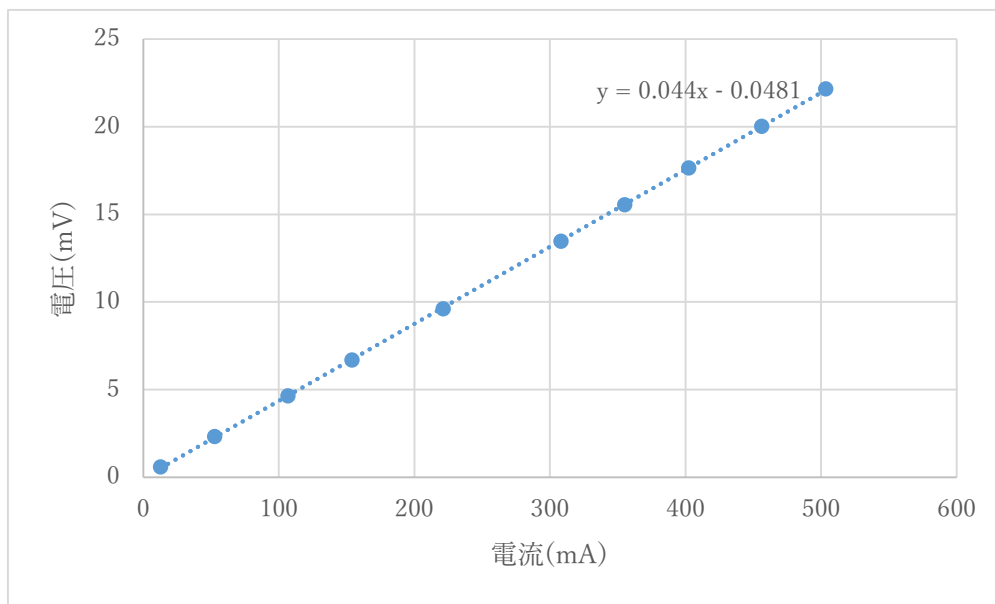


図 2-4 銀の I-V グラフ

傾きから抵抗値は 0.044Ω となって、直径は 0.10mm 、両端の長さは 4.0cm から抵抗率は $8.639 \times 10^{-9}(\Omega \cdot \text{m})$ となった。

(v)シャーペンの芯

(イ)2B

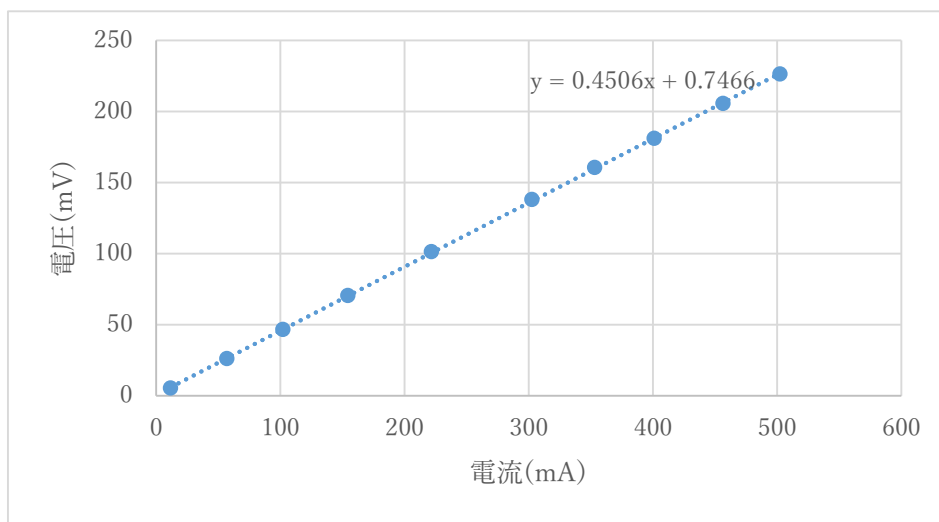


図 2-5 シャーペンの芯(2B)の I-V グラフ

傾きから抵抗値は 0.4506Ω となって、直径は 1.07mm 、両端の長さは 4.8cm から抵抗率は $8.441 \times 10^{-6}(\Omega \cdot \text{m})$ となった。

(ロ)H

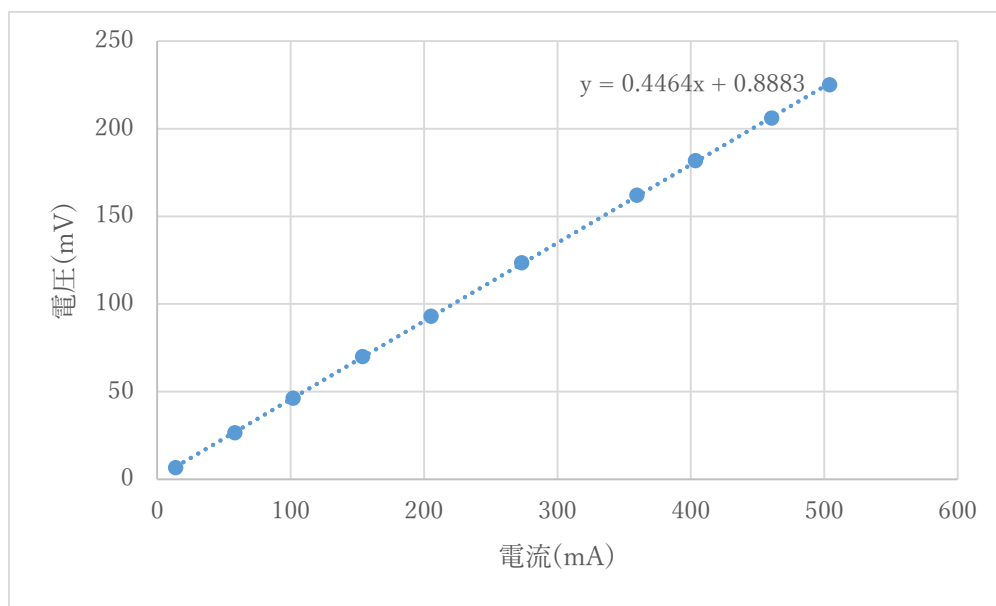


図 2-6 シャープペンの芯(H)の I-V グラフ

傾きから抵抗値は 0.4464Ω となって、直径は 1.07mm 、両端の長さは 5.0cm から抵抗率は $8.028 \times 10^{-6}(\Omega \cdot \text{m})$ となった。

(vi)未知の金属線

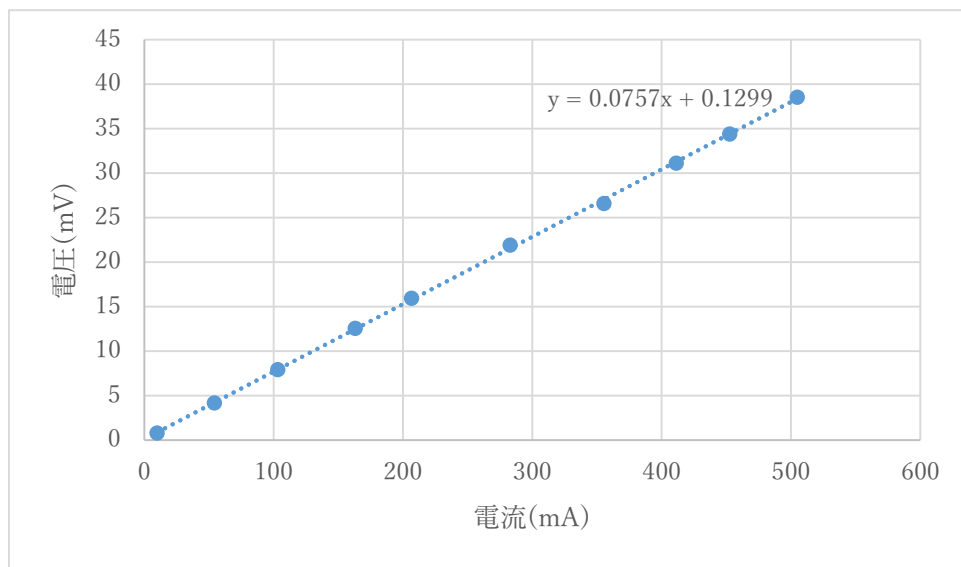


図 2-7 未知の金属の I-V グラフ

傾きから抵抗値は 0.0757Ω となって、直径は 0.20mm 、両端の長さは 5.5cm から抵抗率は $4.324 \times 10^{-8}(\Omega \cdot \text{m})$ となった。

・考察

表 2-1 抵抗率の測定値と理論値

	測定値($\Omega \cdot \text{m}$)	理論値($\Omega \cdot \text{m}$)
銅	8.235×10^{-9}	1.68×10^{-8}
ニクロム	3.866×10^{-7}	1.50×10^{-6}
タングステン	2.213×10^{-8}	5.29×10^{-8}
銀	8.639×10^{-9}	1.59×10^{-8}
シャーペンの芯(2B)	8.441×10^{-6}	1.64×10^{-5}
シャーペンの芯(H)	8.029×10^{-6}	1.64×10^{-5}
未知の金属線	4.324×10^{-8}	

未知の金属線の抵抗率の測定値と最も近いのはマグネシウムである。表 2-1 から抵抗率の測定値と理論値を比較すると理論値よりも測定値の方が値は小さくなっている。測定する際に、全ての金属線で表面の錆が見られた。従って、抵抗の測定値は小さく見積もられている可能性が考えられる。また、シャーペンの芯は炭素の割合が大きいほど濃くなるので、2Bの方がHに比べて炭素の割合が大きく、抵抗率も2Bの方が大きくなると考えられる。

また、図 2-3 からタングステン線は電流が大きくなるほど近似直線からの誤差が大きくなっている。タングstenは温度係数が大きいのので、電流を大きくすると抵抗率が大きくなる性質を持ち、オームの法則を $V=IR$ を厳密には満たさない非線形抵抗であるので、近似直線からの誤差が大きいと考えた。

この結果から、温度係数が高い時に正確に抵抗値を求めたいときは、その金属線がジュール熱の影響を小さくする必要があると考えられる。よって、金属線を液体窒素に付けて極低温にすることで、オームの法則 $V=IR$ を満たす電流 I と電圧 V の測定を行うことができると考えられる。