

1-1 誤差

誤差の基本的な考え方について説明します。誤差と補正、誤差率と補正率、誤差の原因、確度と精度、これらについて具体例を用いて説明します。

1-1-1 誤差と補正

電気測定に限らず計測において“誤差”はたいへん重要な意味があります。少し古い読み物ですが、松本清張が書いた『誤差』という短編推理小説があります(写真1-1)。この小説は、誤差を解き明かし、殺人犯を特定するという内容の推理小説ですが、小説の“誤差”と本書で説明する“誤差”についての基本的な考え方は変わりません。本筋は同じです。



写真1-1 『誤差—松本清張短編全集〈9〉』光文社

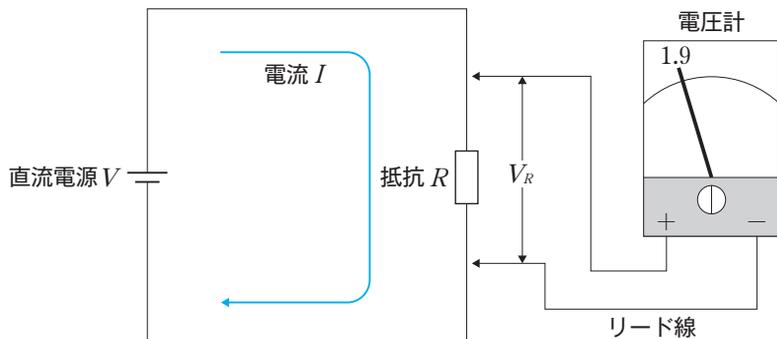


図1-1 直流回路で電圧測

図1-1の電気回路を見てください。

直流電源（電圧 V ）に抵抗 R が接続されています。電圧は一定で変化しません。固定電圧なので変動しません。これから抵抗 R の両端の電圧 V_R [V] を電圧計で測ります。抵抗の両端と電圧計の + 端子と - 端子をそれぞれリード線でつないで電圧を測定します。電圧は何ボルトありますか？読み取ってください。

電圧値は、

1.9ボルト

でした。すなわち、 $V_R=1.9$ [V] ということです。実は、ここで使った直流電源は標準電池（電圧の単位となる 1 [V] の大きさを決めるために作られた電池）であらかじめ校正されています。ここでは 2.0 [V] に設定されています。

オームの法則から、この直流回路に流れる電流を I とすると、次のようになります。

$$V = V_R$$

$$V_R = R \times I$$

ここで、 V は電源電圧で、 $R \times I$ は抵抗 R の両端電圧です。

すなわち、

電源電圧： $V=2.0$ [V]

抵抗の両端電圧： $V_R=1.9$ [V]

です。 V と V_R は一致しません。

測定した値は 1.9 [V] で、真の値は 2.0 [V] です。“真の値”^{しんのあた} といったのは、電源電圧 2.0 [V] は標準電池できちんと校正された値であるという意味です。真の値を“真値”^{しんち} ともいいます。

以降、真の値と出てきたら標準電池のような校正器で校正した値であると理解してください。

上記の測定には誤差が出てしまいました。それでは誤差はいくらありますか？誤差を次のように定義します。

$$\varepsilon = M - T \quad (1-1)$$

ここで、 ε は誤差、 M は測定値、 T は真の値です。誤差のことを“エラー (error)”^{イブシロン} ともいいます。

上記の測定結果を式 (1-1) にあてはめてみます。

$$\begin{aligned} \varepsilon &= M - T \\ &= 1.9 - 2.0 \\ &= -0.1 \text{ [V]} \end{aligned}$$

となります。誤差 ε は $M = -0.1$ [V] です。この - (マイナス) の意味は、測定値が真の値に対して -0.1 [V] 低く出てしまったということです。もし、+ (プ

ラス)であれば、高めに出たということになります。また、誤差には単位がつきます。この場合は電圧の単位[V]です。単位を忘れないようにします。

測定の誤差が-にしる、+にしる、測定値を誤差の分だけ補正 (*correction*) してやれば真値になるというわけで、補正 α を、

$$\alpha = T - M \quad (1-2)$$

と定義します。

ε と α は表裏一体の関係にあるといえます。上の例で α を求めると、

$$\begin{aligned} \alpha &= T - M \\ &= 2.0 - 1.9 \\ &= 0.1 \text{ [V]} \end{aligned}$$

となります。言葉で表現すれば、測定値1.9[V]を真値2.0[V]にするには0.1[V]補ってやればよいということになります。補正にも単位がつきます。

誤差 ε は、「測定したら測定値に誤差 ε が出てしまった」。補正 α は、「測定値を真値にするには α だけ補正しなければならない」という意味の違いがあります。

誤差と補正は友達同士の友情関係みたいなものです。互いに“誤差”があれば“補正”しあうことが友情を深める秘けつかもしれません。

1-1-2 誤差率と補正率

誤差率と補正率は、次のように定義されます。

$$\text{誤差率} : \varepsilon [\%] = \frac{\varepsilon}{T} \times 100 [\%] \quad (1-3)$$

$$\text{補正率} : \alpha [\%] = \frac{\alpha}{M} \times 100 [\%] \quad (1-4)$$

先の例で計算してみましょう。

誤差率は、

$$\varepsilon [\%] = \frac{-0.1}{2.0} \times 100 [\%] = -5\%$$

です。すなわち、2.0[V]の-5[%]は-0.1[V]です。したがって、誤差を差し引いた

$$2.0 - 0.1 = 1.9 \text{ [V]}$$

が測定値です。

補正率は、

$$\alpha [\%] = \frac{0.1}{1.9} \times 100 [\%] = 5.3\%$$

です。すなわち、 $1.9 [V]$ の $5.3 [\%]$ は $0.1 [V]$ です。したがって、測定値に $0.1 [V]$ 補正した

$$1.9 + 0.1 = 2.0 [V]$$

が真値です。

1-1-3 誤差の原因

上記の例のように測定には誤差がついて回ります。誤差は避けられません。誤差の原因は一般に次のように考えられています。図 1-1 の電圧測定の場合で説明します。

◇系統誤差

電圧計の針が何ボルトを指しているのか、3人に読み取ってもらいました。

Aさん：1.94V

Bさん：1.89V

Cさん：1.90V

まちまちの測定結果です。3人とも決していい加減に読み取ったわけではありません。個人差が出てしまったのです。性格の違いとでもいうのでしょうか。これは測定者のくせによる誤差です。このような誤差を“系統誤差”^{けいとうごさ}といいます。

また、測定器の扱いが粗末だったのか、落としてしまったのかわかりません。狂った測定器で測定した場合や、測定中に温度などの測定条件が変化して、これらが原因で測定に誤差が出てしまった場合も系統誤差に入ります。

◇まちがい

別の3人に同じ電圧計を読んでもらいます。

Dさん：1.85V

Eさん：1.55V

Fさん：1.90V

Eさんの電圧値はおかしいです。これまでの測定値からみても少しずれています。“まちがい”ではないでしょうか？ Eさんの不注意による読み違いです。

このような誤差を“まちがい”といいます。

測定値を記録するときの記録ミスもこれに入ります。

◇測定誤差

電圧計自体はどの程度信頼できるのでしょうか。実は、使用した電圧計はあまり上等なものではありません。電圧計の最大メモリが $2.0 [V]$ で電圧計の針が 1.9