物理量の測定と扱い方

●　物理量とは？

※「s」は「秒」のこと

物理では「物体が 10m 進むのに 2s かかったので，速さは 5m/s である」とか，「5Ωの抵抗を 10V の電池につなぐと 2A の電流が流れる」のように，現象を数字で表す。そして，その数字には単位がついている。

物理で扱う数字で表される量を（ 物理量 ）という。

数字に付いている単位には m や s のように 1 つだけのものと，m/s のように複数の単位で表されるものがある。

複数の単位で表された単位を見ると，その物理量がどのように定義されているか分かる。速さは（速さ）＝（距離）÷（時間）で定義されているので，速さの単位は「m/s」となる。単位中の / は分数の意味を持つ。

問　長さの単位に m を用いると，面積の単位は（ m^2 ），体積の単位は（ m^3 ）となる。

質量の単位に kg，長さの単位に m を用いると，密度の単位は（ kg/m^3 ）となる。

（密度）＝（質量）÷（体積）

ところで，複数の単位で表されたものを 1 つの文字で表してあるものもある。

抵抗は（抵抗）＝（電圧）÷（電流）で定義されているので，抵抗の単位は「V/A」となるのだが，これを「Ω」の 1 文字で表している。

ほとんどの物理量は複数の単位の組み合わせだが，m や s のように他の単位の組み合わせで表せない単位を「（ 基本 ）単位」という。

基本単位は 7 つあり，この 7 つの単位の組み合わせで他の全ての物理量を表すことができる。

次の表に基本単位をまとめてみよう。

長　さ	質　量	時　間	電　流	温　度	物質量	光　度
（ m ）	（ kg ）	（ s ）	（ A ）	K	mol	cd
ﾒｰﾄﾙ	ｷﾛｸﾞﾗﾑ	秒	ｱﾝﾍﾟｱ	ｹﾙﾋﾞﾝ	ﾓﾙ	ｶﾝﾃﾞﾗ

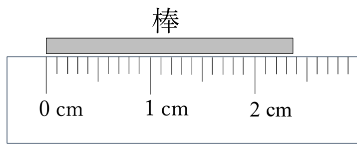
ここで，気をつけなければならないことがある。例えば，長さの単位には mm，cm，m，km などがある。その都度使う単位が違うと混乱するので，国際的に m を使うと決めている。質量も g，kg のうち kg を使う。このように国際的に決められたものを「（ 国際単位 ）系」または「ＳＩ」という。

あれ？上で抵抗の単位 Ω は V/A といったけど，基本単位に V がないぞ！

実は，「V」は基本単位を用いて「$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$」と表すことができるのです。このようになる理由は，電気分野の学習をすると分かります。

● 有効数字とは？

物理量は，直接に測定器具で測った値や，例えば「長さと時間を測って，その測定値を用いて計算して速さを求める」など，測定器具で測った値を元に決める。ところで，測定器具には精度に限界がある。測定器具の精度で決まる信頼できる物理量の値を（　有効数字　）という。



図の棒の長さはいくら？

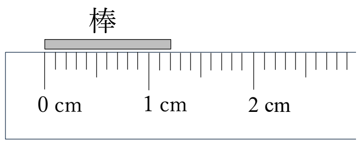
（答）2.35 cm です。

え～，一番小さい目盛りは mm(0.1 cm) なのに一番下の値の 5 はどうやって測ったの？

（答）目分量です。最小目盛の 1/10 まで目分量で読んだ値を測定値とします。

目分量だと測定する人によって違いが出るのでは？

（答）確かに測定者により違いが出ますが，目分量でよんだ値も信頼できる「有効数字」として扱います。ただし，上の値の場合，測定値には±0.005 cm の誤差があるとします。

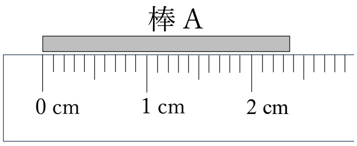


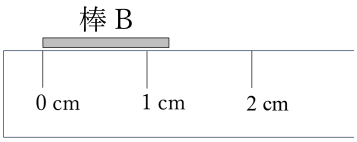
問　右の棒の長さは（　1.20　）cm である。

測定器具の目盛りと一致している場合も、完全ではないので 0 と表示する。

● 有効数字を使った計算の仕方は？

「足し算と引き算」





精度の違う定規で棒 A と棒 B の長さを測り，2 つの棒のつないだ長さを求めよう。

$$\begin{array}{r} 2.35 \\ +\ \ 1.2 \\ \hline 3.55 \end{array}$$

誤差を含む　　書いても意味なし

棒 A の測定値は 2.35 cm ，棒 B の測定値は 1.2 cm とする。

測定値の足し算をするとき，右のように計算式を書いて，

有効数字の 1 番下の位の高い方に計算結果，すなわち足し合わせた有効数字を合わせる。

なんとも分かりづらい表現なので，式を見て理解してほしい。

　　　　　　6

つないだ棒の長さは，3.5~~5~~ cm となる。

四捨五入する

引き算も同様の処理をする。

問　8.86 ＋ 2.2 ＝（　11.1　）　　8.86 － 2.2 ＝（　6.7　）

1　　　　7

11.~~06~~　　6.~~66~~

「かけ算と割り算」

かけ算と割り算のルールを理解するためには，有効数字の「**桁（けた）**」の知識が必要である。

2.35 cm は有効数字何桁なの？

（答）3 桁です。数字のある部分が何個あるかで桁数が決まります。ただし，注意が必要です。
2.35 cm の単位を m にして有効数字が何桁か考えてみてください。

0.0235 m となるので，有効数字は 5 桁！

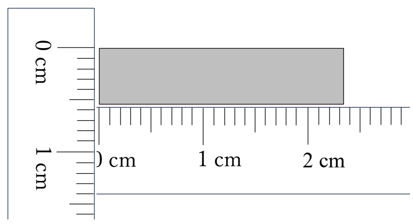
（答）残念。有効数字は 3 桁です。初めにある 0.0 は単位を m にしたために付いた数字で，測定した値ではありません。測定した値の前にある「0」は有効数字の桁数として数えないので注意してください。

有効数字の桁数がはっきりするよう，2.35×10^{-2} m のような表現の仕方があるので覚えてください。

問　測定値 6.3 cm は有効数字（　2　）桁である。
測定値 0.063 m は有効数字（　2　）桁である。
測定値 25.0 g は有効数字（　3　）桁である。
測定値 2.50×10^{-2} kg は有効数字（　3　）桁である。

なぜ「かけ算と割り算」のルールに有効数字の桁数が必要なのであろうか？

結論からいうと，2 桁×3 桁＝2 桁，2 桁÷3 桁＝2 桁のように，「計算結果の桁数」を「計算に用いた数値の桁数の少ない方」にあわせる。



これも分かりづらいので，次の例で理解してほしい。

図の長方形の面積を求めよう。

縦の測定値は 0.55 cm ，横の測定値は 2.35 cm である。

0.55 × 2.35 ＝ 1.2925 であるが，有効数字 2 桁×3 桁 なので，計算結果を 2 桁にする。

したがって，面積は $1.\overset{3}{\cancel{2}}\cancel{9}\cancel{2}\cancel{5}$ cm² となる。

四捨五入する

なぜ有効数の桁数の少ない方に合わせるの？

（答）有効数字は誤差があるので，0.55 は 0.545～0.555 ，2.35 は 2.345～2.355 の幅があると考えなければならないのです。両方とも最小のとき 0.545 × 2.345 ＝ 1.278025 ，両方とも最大のとき 0.555 × 2.355 ＝ 1.307025 となり，信頼できる値としては 1.3 が妥当となります。

問　$\overset{\text{3 桁}}{3.00}\times\overset{\text{2 桁}}{5.0}$ ＝（　$\overset{\text{2 桁}}{15}$　）　　$\overset{\text{3 桁}}{3.00}\div\overset{\text{2 桁}}{5.0}$ ＝（　$\overset{\text{2 桁}}{0.60}$　）

注意　（1.0 + 0.11）× 5.0 の値は？

（答）「足し算」のルールにより，1.0 + 0.11 ＝ 1.1 ですが，この結果を次の計算に使うときは有効数字を 1 桁多くとり，1.0 + 0.11 ＝ 1.11 とします。

したがって，（1.0 + 0.11）× 5.0 ＝ 1.11 × 5.0 ＝ $5.\overset{6}{\cancel{5}}\cancel{5}$ となります。

$5.0 \div 3.0 \times 2.0$ の値は？

（答）$5.0 \div 3.0 = 1.666\cdots$ だけど，有効数字2桁なので，$1.\overset{7}{\cancel{6}}\cancel{6}\cancel{6}\cdots$ とすべきですが，この結果を次の計算に使うときは有効数字を1桁多くとり，$1.6\overset{7}{\cancel{6}}\cancel{6}\cdots$ または $1.66\cancel{6}\cdots$ とします。「四捨五入」，「切り捨て」どちらでもいいです。

結果は，$1.67 \times 2.0 = 3.3\cancel{4}$ または $1.66 \times 2.0 = 3.3\cancel{2}$ となり，どちらも同じ値となります。「四捨五入」するか「切り捨て」するかで，値がずれることもありますが，どちらも正しい値として扱います。

ところで，計算の順番を変えてもいいので，$5.0 \times 2.0 \div 3.0 = 3.3\cancel{3}\cdots$ としてもかまいません。

問　$(2.2 + 8.84) \times 2.00 =$（　22.1　）

$11.04 \times 2.00 = 22.\overset{1}{\cancel{0}}\cancel{8}$