

## 1 測定値と誤差

測定は細心の注意を払って正確に行わなければならないが、それには限界がある。ふつうのもののさしの目盛りは1 mm が最小目盛りとなっている。このような場合、目分量で最小目盛りの  $\frac{1}{10}$  である 0.1 mm まで読み取る。このことは、中学校においてメスシリンダーによる液体の体積の測定や棒温度計による温度の測定などでも学習した。

このことを踏まえて、図 2 の写真の縦の長さ  $h$  を、最小目盛りが 1 mm のもののさしで測てみよう。

このとき、 $h$  を 26.3 mm と読み取ったとする。最小目盛りの桁までの数値は信頼できる数値であるが、0.1 mm の位の数値は、目分量で読み取ったので信頼度が低く、真の値と測定値との間には **誤差** がある。この場合、 $h$  は  $26.25 \text{ mm} \leq h < 26.35 \text{ mm}$  の範囲にある値であり、 $h$  には  $\pm 0.05 \text{ mm}$  程度の誤差があると考えなければならない。この測定で得られた 2, 6, 3 の数字はいずれも意味のある数字なので、**有効数字** とい、この場合、「有効数字は 3 桁である」という。また、どこまでが正確に測定して得られた数値であるかを明確にするため、有効数字が 3 桁の場合、例えば 1200 m とは書かずに「 $1.20 \times 10^3 \text{ m}$ 」と書く。

また、図 2 のような  $\frac{1}{100} \text{ s}$  ままで表示されるストップウォッチを用いて時間を測定した場合、例えば、「27.93 s」のように測定できる。このようなデジタル計器では、計器の内部で位の切り捨てや四捨五入などの処理が行われており、表示される値の一番小さな位に誤差があると考えればよい。

**問 1** 図 2 の写真の幅の長さ  $d$  を最小目盛りが 1 mm のもののさしを用いて測てみよう。また、有効数字は何桁か答えよ。

## 2 測定値の計算

誤差のある数値どうしの計算では、有効数字に注意する必要がある。例えば、

**問 1** で  $d$  を 31.4 mm と測定したとすると、図 2 の写真の面積  $hd$  は、

$$hd = 26.3 \text{ mm} \times 31.4 \text{ mm} = \underline{825.82 \text{ mm}^2}$$

のように計算できる。しかし、 $h$  や  $d$  は、誤差を含んでいるので、 $hd$  の真の値は次のような範囲にある値であると考えられる。

$$\underline{822.9375 \text{ mm}^2} \leq hd < \underline{828.7075 \text{ mm}^2}$$

$$\underline{26.25 \text{ mm} \times 31.35 \text{ mm}} \quad \underline{26.35 \text{ mm} \times 31.45 \text{ mm}}$$

この場合、 $1 \text{ mm}^2$  の位の数値 **5** が **2** から **8** の範囲にあり、これ以下の位は誤差のある数値である。よって、 $hd$  の値としては **825.82**  $\text{mm}^2$  ではなく、 $0.1 \text{ mm}^2$  の位の数値 **8** を四捨五入して、 $8.26 \times 10^2 \text{ mm}^2$  とすべきである。

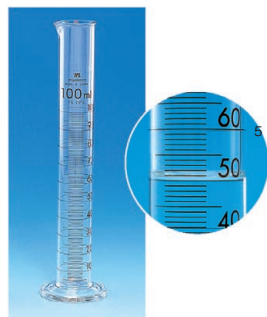


図 1 メスシリンダー

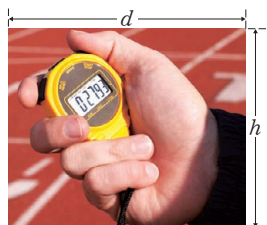


図 2 デジタルストップウォッチ

### 3 実験データの扱い方

物理の法則は、自然界で実際に起こることを予測できるといえる素晴らしい可能性をもっている。また、物理の法則は数式を使って表され、それらが正しいかどうかは、実験によって確かめることができる。

実験の測定結果は数値であることが多く、表に整理することで見やすくなる。例えば図3は、物体を  $h$  [m] の高さから自由落下させたとき、0 m における物体の速さ  $v$  [m/s] を速さ測定器で測定する実験の様子で、表1はそのときに得られた結果を整理したものである。

表1 高さ  $h$  [m] から自由落下させたときの速さ

$h$ [m]	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000
$v$ [m/s]	1.99	2.89	3.39	3.91	4.31
$v^2$ [m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ]	3.96	8.35	11.5	15.3	18.6

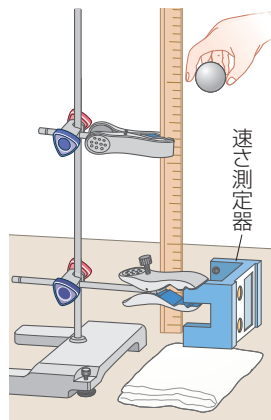
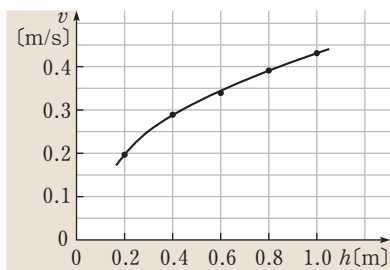


図3 自由落下の実験

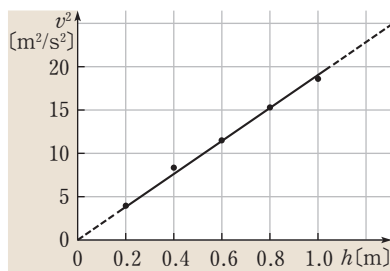
さらに、実験結果から物理量どうしの関係を推定するには、**グラフ** が便利である。グラフを用いると、変化の様子や規則性がよくわかる。また、測定値以外の点についても、その値を推定することができる。このように、グラフを用いることは、物理量どうしの関係に気づくために重要な役割を果たしている。

#### グラフの描き方・扱い方

- ① グラフは、変化させた量を横軸に、その結果変化した量を縦軸にとる。また、軸の名称と単位を書く。
- ② 測定値を点(・)ではっきりと正確に記入し、点の並び方を見て、グラフが直線か曲線かを判断する。
- ③ 直線と判断したときは、グラフが原点を通るかも考えて、直線をひく。このとき、直線の上下に点が同じくらい散らばるようにする。一方、曲線と判断したときは、なるべく多くの点の上やその近くを通るように、なめらかな曲線をひく。
- ④ 直線の場合、傾きと切片を読み取り、直線を式で表すことができる。曲線の場合、座標軸を変えてみることで、比例関係を見つけないことができないかを探ってみる。



(a)  $v$ - $h$  グラフ



(b)  $v^2$ - $h$  グラフ

図4 表1をグラフに表した例