



## 資料①

## ■ コンピュータの利用 ■

物理の学習において、いろいろな場面でコンピュータの利用が有効である。

### 1 計測・測定

物理量の測定では、距離や加速度、照度、温度など、各種のセンサーを用いて検出した値を電気信号に変え、コンピュータに取り込んで記録することができる。素早く変化する値の測定や大量のデータが必要な測定に有効である。記録したデータは編集したり、計算・グラフ化したり、ネットワークを通して他のコンピュータと共有したりできる。

### 2 データ処理

実験結果を整理したり計算したりして考察し、発表用の表やグラフを作成するのに、表計算ソフトは有効である。測定点を平均化した直線やその傾き、切片などの値を得ることも簡単にできる。

### 3 シミュレーション

実際に実験することが困難な現象や、音波のように目に見えない現象でも、数学的なモデルを用いて、コンピュータ上に実現させ、結果を予測することができる。また、表計算ソフトのグラフ機能を利用することで、結果を視覚化することができる。インターネット上には、オンラインでシミュレーションを行うサイトや優れたフリーソフトも存在する。

### 4 インターネットの利用

検索サイトを活用してウェブページを閲覧し、知りたい情報を得ることができる。大学や各種の研究機関では、最新の研究成果を公表しているところも多い。しかし、インターネット上の情報は、専門家の書いた書籍と異なり、誰でも発信できるため、情報に信頼性があるかどうかや、更新されている情報であるかどうかなど、常に気をつけなくてはならない。



図1 斜面をすべりおろる物体の加速度の測定

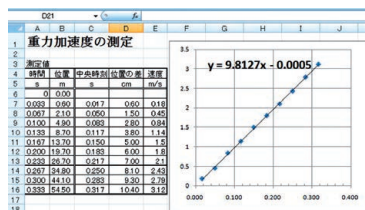


図2 重力加速度の測定

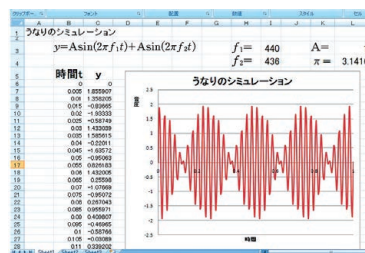


図3 表計算ソフトを用いたうなりのシミュレーション

### ウェブサイトの例

- 例 高エネルギー加速器研究機構  
<http://www.kek.jp/>  
 宇宙航空研究開発機構(JAXA)  
<http://www.jaxa.jp/>



## 資料②

## 数値の表し方

## 1 大きな量や小さな量の表し方

物理では、地球の質量のようにきわめて大きな量や、電子の質量のようにきわめて小さな量を扱うことがある。

例 地球の質量：5 972 000 000 000 000 000 000 kg

電子の質量：0.000 000 000 000 000 000 000 000 911 kg

このとき、「0」をたくさん並べて表現するのは桁の数え間違いなどの原因となる。そこで、位取りの0を $10^n$ の形を使って表す。

## 2 累乗と指数

$n$  個の  $a$  をかけ合わせたものを  $a^n$  と書き、 $a$  の  $n$  乗と読む。また、 $n$  を  $a^n$  の <sup>しすう</sup>指数という。

例  $a \times a \times a = a^3$ ,  $a \times a \times a \times a \times a = a^5$ ,  $1000 = 10 \times 10 \times 10 = 10^3$   
 $2^{10} = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 1024$

$$a^n = \underbrace{a \times a \times \cdots \times a}_{n \text{ 個}}$$

ただし、 $a$  の1乗は  $a^1$  と書かずに、単に  $a$  と書く。また、 $a^2$  を  $a$  の平方、 $a^3$  を  $a$  の立方ともいい、 $a$ ,  $a^2$ ,  $a^3$ ,  $\cdots$  をまとめて  $a$  の <sup>るいじょう</sup>累乗 という。指数が0 または負の整数の場合の累乗は、次のように決める。

$$a^0 = 1, a^{-n} = \frac{1}{a^n} \quad \text{例} \quad 0.001 = \frac{1}{1000} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10} = \frac{1}{10^3} = 10^{-3}$$

一般に、累乗について、次の指数法則が成り立つ。

累乗の考え方は単位でも用いることができる。

例  $\text{m}^2$  : 平方メートル  
 $\text{m}^3$  : 立方メートル

$a \neq 0$ ,  $b \neq 0$  で、 $m$ ,  $n$  が実数であるとき、

$$a^m a^n = a^{m+n}, (a^m)^n = a^{mn}, (ab)^n = a^n b^n, a^{-n} = \frac{1}{a^n}, a^0 = 1$$

また、 $A \times 10^n$  の形で表すときには、 $A$  は  $1 \leq A < 10$  にするのがふつうである。ここで、地球の質量や電子の質量を指数の形で表してみよう。

$$5 \underbrace{972 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000}_{24 \text{ 桁}} \text{ kg} = 5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$0. \underbrace{000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 000 \ 911}_{31 \text{ 桁}} \text{ kg} = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

単位の記号に倍数を表す記号をつけて表現すると便利である。例えば、kg の k は  $10^3$  を表す接頭語であり、他にも、倍数を表す接頭語には様々なものがある。

→ p. 186

問 1 次の量を  $A \times 10^n$  の形で表せ。ただし、 $1 \leq A < 10$  とする。

- (1) 光が真空中を進む速さ 300 000 000 m/s
- (2) 太陽と地球との距離 149 600 000 km
- (3) 陽子の質量 0.000 000 000 000 000 000 000 001 673 kg



## 資料 3

## 単位と次元

## 資料

①

②

③

④

⑤

⑥

⑦

## 1 単位

物理量はすべて、基準となる量の何倍であるかを表す数値に単位記号をつけて表される。すなわち、次の関係があるといえる。

$$\text{物理量} = \text{数値} \times \text{単位}$$

国や地域によって物理量の単位が異なるとたいへん不便なので、科学や技術の分野では、国際的に定められた<sup>こくさいたんいけい</sup>国際単位系(略称<sup>エスアイ</sup> S I)が用いられている。SIでは、長さ(メートル：記号 m)、質量(キログラム：記号 kg)、時間(秒：記号 s)、電流(アンペア：記号 A)、温度(ケルビン：記号 K)など7種類の単位を<sup>きほんたんい</sup>基本単位として定めている。これ以外の物理量の単位は、基本単位を組み合わせた単位(<sup>くみたてたんい</sup>組立単位)で表すことができる。例えば、速さの単位であるメートル毎秒(記号 m/s)は組立単位の1つである。

また、力の単位ニュートン(記号 N)、圧力の単位パスカル(記号 Pa)、電力の単位ワット(記号 W)、電圧の単位ボルト(記号 V)のように、特定の組立単位には固有の名称が与えられている。

例  $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$      $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$      $1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot \text{A} = 1 \text{ J/s}$      $1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$

## 2 次元

組立単位が基本単位のどのような組み合わせになっているかを示すものを<sup>じげん</sup>次元(ディメンション)という。物理量の関係を数式で表す場合、両辺の次元は等しくなければならず、異なる次元の物理量で足したり引いたりすることはできない。次元は、質量、長さ、時間をそれぞれ、[M]、[L]、[T]の記号で表し、組立単位の次元は、それらの組み合わせで表す。また、次元を考えることで、計算によって得られた結果が妥当であるかを判断する材料にもなる。

表1 いろいろな物理量の単位の名称・記号と次元

物理量	単位の名称と記号	次元	備考
速度	メートル毎秒 m/s	[LT <sup>-1</sup> ]	
加速度	メートル毎秒毎秒 m/s <sup>2</sup>	[LT <sup>-2</sup> ]	
力	ニュートン N	[MLT <sup>-2</sup> ]	1 N = 1 kg・m/s <sup>2</sup>

👉 [MLT] .....  
[M]、[L]、[T]はそれぞれ、  
mass(質量)、  
length(長さ)、  
time(時間)  
の頭文字である。

① SI はフランス語表記の Le Système International d'Unités を意味する。

② 基本単位・組立単位については、p.185 を参照。

③ SI では、長さの単位 km の「k」のように、10 の整数乗倍を表す接頭語(→ p.186)をつけて単位を表すこともできる。



## 資料④

## 測定値の処理と有効数字

### 1 測定値と誤差

実験では、ものさしや電流計といった計器を用いて目的の量を測定する。そのとき、いかに正しい計器を使い、細心の注意を払ったとしても、計器の精度や人間の読み取り能力には限界があるので、測定値は真の値を示しているわけではない。そこで、実際には平均値など、真の値とみなせる値で代用することが多い。測定値と真の値との差を**誤差**(または**絶対誤差**)といい、誤差の絶対値と真の値(または測定値)との比の値を**相対誤差**という。相対誤差は、比の値を百分率(%)で表すのがふつうである。

$$\text{誤差} = \text{測定値} - \text{真の値} \quad \text{相対誤差} = \frac{\text{誤差の絶対値}}{\text{真の値(または測定値)}} \times 100\%$$

同じ 0.5 cm の誤差でも、測定値が 5 m の場合と 12 cm の場合とでは意味が違う。測定の精度としては前者が優れている。このように、精度のよさを表すには相対誤差のほうが適している。誤差は、その原因によって次の 2 つに分類できる。

- ① **系統誤差**……測定原理や理論の間違い、計器の欠陥や狂い、測定環境や測定条件の変動、測定者の読み取り方の癖や未熟さによって生じるもの。
- ② **偶然誤差**……測定者が関知できない理由によって、統計的に偶然起きるもの。

このうち、①は原因を明らかにし、理論と計器の改良、測定条件を一定にすること、測定者の訓練などによって防ぐことができる。②は人為的に防ぐことはできないが、正の誤差と負の誤差は均等に現れることが多いので、測定回数を多くし、平均をとることによって、その影響を小さくすることができる。

### 2 有効数字

目盛りのある計器で測定するときは、最小目盛りの  $\frac{1}{10}$  まで、目分量で読む。例えば、**図4**では最小目盛りが 1 mm のものさしで測定しているので、0.1 mm の位まで読んで、「58.7 mm」と表す。この場合、5, 8, 7 はいずれも測定で得た意味のある数字なので**有効数字**といい、**有効数字は3桁である**という。

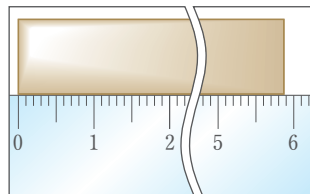


図4 長さの測定

もし、目盛りの線上に測定値があれば、例えば「29.0 mm」のように表す。この場合の有効数字は、2, 9, 0 である。末尾の 0 を故意に省略したり、むやみに 0 を末尾につけ加えたりしてはいけな。また、1200 m というような測定値の場合は、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、10 m の位まで測定した場合は「 $1.20 \times 10^3$  m」と書いて、有効数字が3桁であることをはっきりさせる。この場合、1, 2, 0 の3個が有効数字であり、10 m の位までは確かであるという意味になる。

### 3 有効数字の桁数と測定の精度

測定の精度は相対誤差で表される。例えば、58.7 mm という測定値の場合、真の値は 58.65～58.75 mm の間にあると考えられるので、 $\pm 0.05$  mm の誤差を含む。したがって、相対誤差は、

$$\frac{0.05 \text{ mm}}{58.7 \text{ mm}} \times 100 \% \doteq 0.085 \%$$

となる。もし、測定値が 59 mm であれば、誤差は  $\pm 0.5$  mm となるので、相対誤差は、

$$\frac{0.5 \text{ mm}}{59 \text{ mm}} \times 100 \% \doteq 0.85 \%$$

となる。有効数字の桁数が 1 つ違うと、測定の精度は 10 倍も違うのである。このように、有効数字の桁数で測定精度のおよその見当をつけることができる。

表2 有効数字の桁数と相対誤差との関係

有効数字	相対誤差
1 桁	5 ～ 50 %
2 桁	0.5 ～ 5 %
3 桁	0.05 ～ 0.5 %
4 桁	0.005 ～ 0.05 %

### 4 測定値の計算

測定値は誤差を含むので、測定値を用いて計算するときには、有効数字の桁数や位取りを考えて処理する必要がある。

- ① **和と差** 測定値の和や差を求めるときには、小数点をそろえ、最後の桁の位取りが最も高いものに有効数字の桁数を合わせて 計算結果を出す。

$$\begin{array}{r} \text{例} \quad 17.3 \qquad 0.0392 \qquad 5.341 \\ +) 0.476 \qquad +) 2.66 \qquad -) 2.5 \\ \hline 17.776 \qquad 2.6992 \qquad 2.841 \\ \quad 8 \qquad \quad 70 \end{array}$$

- ② **積と商** 測定値の積や商を求めるときには、有効数字の桁数の最も少ないものに合わせて 計算結果を出す。

$$\text{例} \quad 7.2 \times 53.8$$

ともに小数第 1 位に誤差を含んでいる。計算したときに、小数第 1 位の数値が影響する部分(右の計算で 576 の部分)は誤差を含む。したがって、計算結果の有効数字は 2 桁とみなされ、結果は  $3.9 \times 10^2$  となる。

$$\begin{array}{r} 7.2 \\ \times) 53.8 \\ \hline 576 \\ 216 \\ \hline 360 \\ 387.36 \\ \hline 9 \end{array}$$

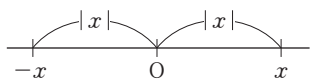
途中の計算では、最終的に必要な桁数よりも 1 桁程度多く取って計算をする。例えば、半径  $r=5.3$  cm の円の円周  $2\pi r$  を求める場合、 $\pi=3.141592653589\cdots$  だが、 $r$  の有効数字が 2 桁だから、 $\pi=3.14$  とし、 $2\pi r=2 \times 3.14 \times 5.3$  cm と計算すればよい。結果が 2 桁だからといって、計算結果のもとになる数値まで 2 桁にすると、計算の誤差が大きくなるのでよくない。なお、 $2\pi r$  の 2 は測定値ではなく正確な数値なので、有効数字を考えなくてよい。



## 資料⑤

## 物理で使う主な数学的知識

## 1 数式について (分数の分母はすべて0ではないものとする)

◇絶対値 数直線上で、 $x$ が表す点と原点との間の距離を $|x|$ で表す。

$$|x| = \begin{cases} x & (x \geq 0) \\ -x & (x < 0) \end{cases}$$

例	$ 3 =3$ $ -3 =3$
---	---------------------

◇分数  $\frac{a}{b} = a \div b = a \times \frac{1}{b}$ 

分数の四則  $\frac{a}{b} \pm \frac{c}{d} = \frac{ad \pm bc}{bd}, \quad \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}, \quad \frac{a}{b} \div \frac{c}{d} = \frac{a}{b} \times \frac{d}{c} = \frac{ad}{bc}$

◇平方根  $a, b, k$  は正の数とする。

$$(\sqrt{a})^2 = a, \quad \sqrt{a^2} = a, \quad \sqrt{a} \sqrt{b} = \sqrt{ab}, \quad \sqrt{k^2 a} = k\sqrt{a}, \quad \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a}{b}}, \quad \sqrt{\frac{a}{k^2}} = \frac{\sqrt{a}}{k}$$

分母の有理化  $\frac{a}{\sqrt{b}} = \frac{a}{\sqrt{b}} \times \frac{\sqrt{b}}{\sqrt{b}} = \frac{a\sqrt{b}}{b}$

例	$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$
---	---

◇比の計算  $a:b=c:d$  のとき,  $ad=bc$  (外項の積=内項の積)

$$k \neq 0 \text{ のとき, } a:b=ka:kb = \frac{a}{k} : \frac{b}{k}$$

◇因数分解 整式を2つ以上の整式の積の形に表すことを <sup>いんすうぶんかい</sup> 因数分解 するといい, 積の形で表された各整式を, それぞれ元の整式の <sup>いんすう</sup> 因数 という。

## 因数分解の主な公式

$$\text{① } a^2 + 2ab + b^2 = (a+b)^2, \quad a^2 - 2ab + b^2 = (a-b)^2$$

$$\text{② } a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$$

$$\text{③ } x^2 + (a+b)x + ab = (x+a)(x+b)$$

$$\text{④ } acx^2 + (ad+bc)x + bd = (ax+b)(cx+d)$$

◇2次方程式の解の公式 ( $a \neq 0$ )

$$ax^2 + bx + c = 0 \text{ の解は, } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$ax^2 + 2b'x + c = 0 \text{ の解は, } x = \frac{-b' \pm \sqrt{b'^2 - ac}}{a}$$

例	$3x^2 - 5x + 1 = 0$ の解 $x = \frac{-(-5) \pm \sqrt{(-5)^2 - 4 \cdot 3 \cdot 1}}{2 \cdot 3}$ $= \frac{5 \pm \sqrt{13}}{6}$
---	---

◇指数の公式  $a \neq 0, b \neq 0$  で,  $x, y$  は実数とする。

$$a^x a^y = a^{x+y}, \quad (a^x)^y = a^{xy}, \quad (ab)^x = a^x b^x, \quad a^{-x} = \frac{1}{a^x}, \quad a^0 = 1$$

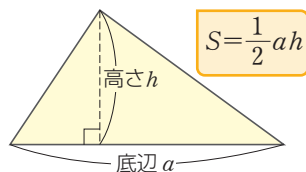
◇対数の公式  $a > 0, a \neq 1$  で,  $x > 0, y > 0$  とする。

$$x = a^y \iff y = \log_a x, \quad \log_a a = 1, \quad \log_a 1 = 0, \quad \log_a x^n = n \log_a x$$

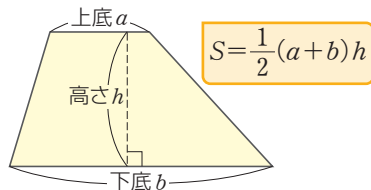
$$\log_a xy = \log_a x + \log_a y, \quad \log_a \frac{x}{y} = \log_a x - \log_a y$$

## 2 図形について

### ◇三角形の面積

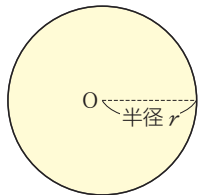


### ◇台形の面積



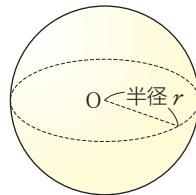
### ◇半径 $r$ の円の円周・面積

円周： $L = 2\pi r$   
面積： $S = \pi r^2$

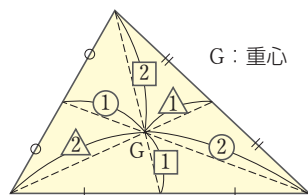


### ◇半径 $r$ の球の表面積・体積

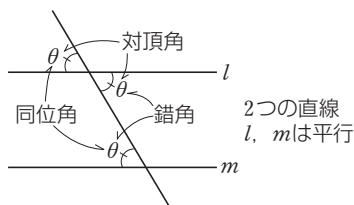
表面積： $S = 4\pi r^2$   
体積： $V = \frac{4}{3}\pi r^3$



### ◇三角形の重心



### ◇同位角，錯角，対頂角

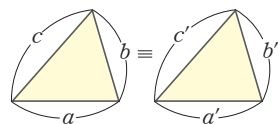


### ◇三角形の合同条件

2つの三角形において，以下の条件が成り立つとき，これらは合同である。

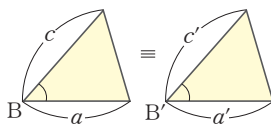
(1) 3組の辺が，それぞれ等しい。

$$a = a', b = b', c = c'$$



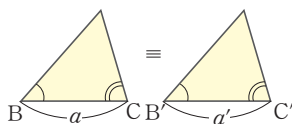
(2) 2組の辺とその間の角が，それぞれ等しい。

$$a = a', c = c', \angle B = \angle B'$$



(3) 1組の辺とその両端の角が，それぞれ等しい。

$$a = a', \angle B = \angle B', \angle C = \angle C'$$

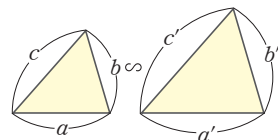


### ◇三角形の相似条件

2つの三角形において，以下の条件が成り立つとき，これらは相似である。

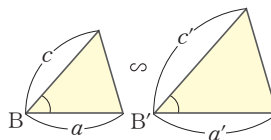
(1) 3組の辺の比が，すべて等しい。

$$a : a' = b : b' = c : c'$$



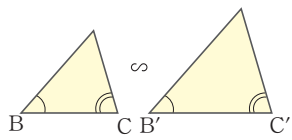
(2) 2組の辺の比とその間の角が，それぞれ等しい。

$$a : a' = c : c', \angle B = \angle B'$$



(3) 2組の角が，それぞれ等しい。

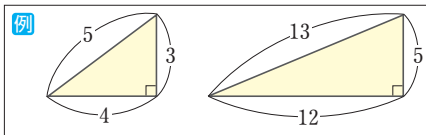
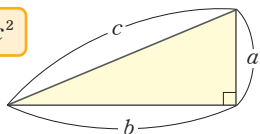
$$\angle B = \angle B', \angle C = \angle C'$$



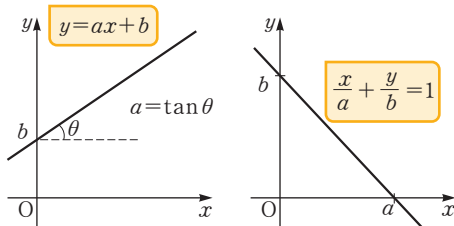


◇三平方の定理 図の直角三角形において、次の関係式が成り立つ。

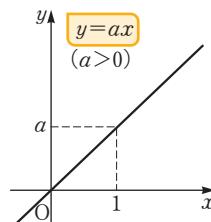
$$a^2 + b^2 = c^2$$



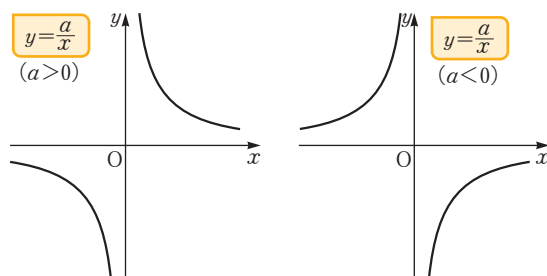
◇直線のグラフと式



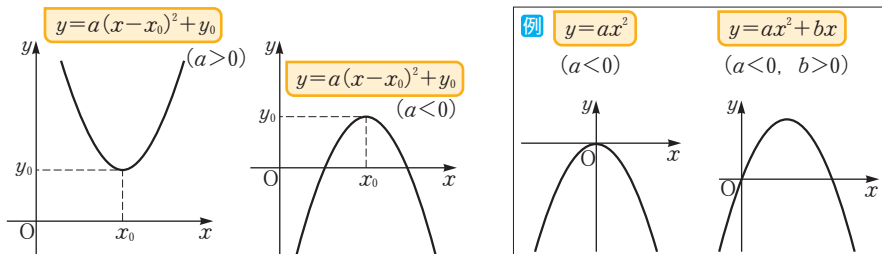
例  $y = ax + b$  で  $b = 0$  のときが比例のグラフである。  
また、 $y$  が  $x$  に比例するとき、 $y \propto x$  のように表すことがある。



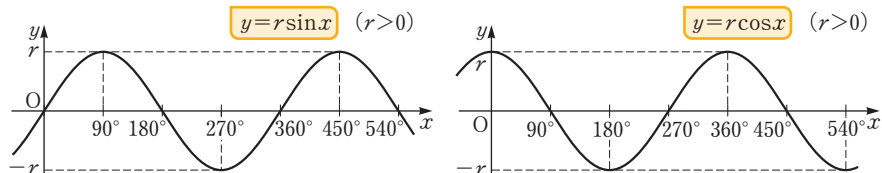
◇反比例のグラフと式



◇2次関数のグラフ(放物線)と式



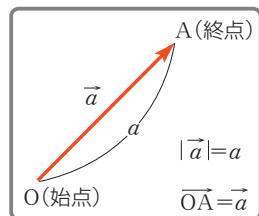
◇三角関数のグラフと式





### 3 ベクトルについて

大きさと向きをもつ量を **ベクトル** といい、始点から終点に向かう矢印のついた線分で表される。変位や速度、加速度、力などはベクトルである。



ベクトルでは、物理量の大きさと向きが、それぞれ矢印の長さや向きに対応する。ベクトルは文字の上に矢印をつけて  $\vec{a}$  のように表し、その大きさは  $a$  または  $|\vec{a}|$  と表す。始点と終点が一一致するとき、大きさが0のベクトルと考えて、零ベクトルといい、 $\vec{0}$  と表す。

一方、長さ、時間、質量など、大きさだけをもつ量を **スカラー** という。

等しいベクトル  $\vec{b} = \vec{a}$

逆ベクトル  $\vec{c} = -\vec{a}$

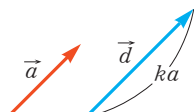
実数倍のベクトル  $\vec{d} = k\vec{a}$



大きさと向きが同じ

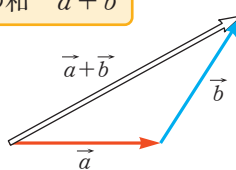


同じ大きさで向きが逆

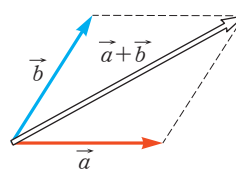


・ 同じ方向で  $k$  倍の大きさ  
・  $k$  が負のときは向きが逆

ベクトルの和  $\vec{a} + \vec{b}$

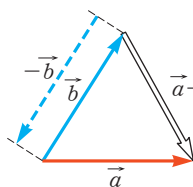


①  $\vec{a}$  の終点に  $\vec{b}$  の始点を重ねる。  
②  $\vec{a}$  の始点から  $\vec{b}$  の終点への矢印を作図する。

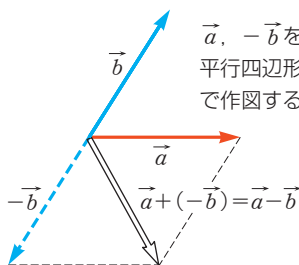


$\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  を隣り合う2辺とする平行四辺形の対角線で作図する。

ベクトルの差  $\vec{a} - \vec{b}$



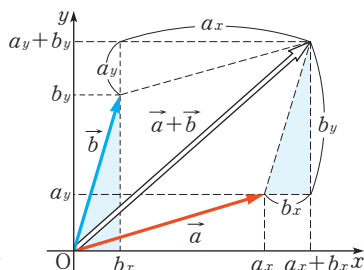
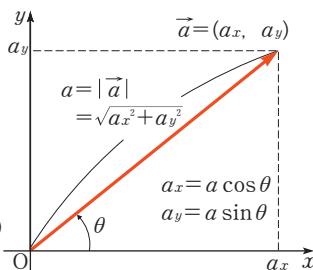
①  $\vec{a}$  の始点に  $\vec{b}$  の始点を重ねる。  
②  $\vec{b}$  の終点から  $\vec{a}$  の終点への矢印を作図する。



$\vec{a}$ ,  $-\vec{b}$  を2辺とする平行四辺形の対角線で作図する。

ベクトルの成分

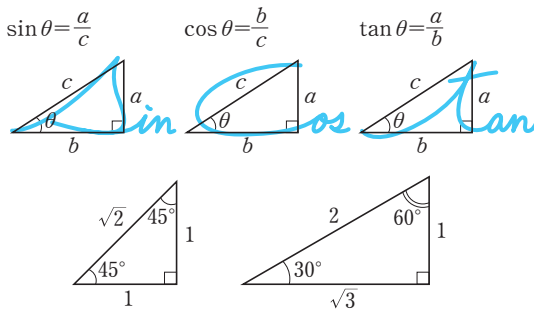
$\vec{a} = (a_x, a_y)$ ,  
 $\vec{b} = (b_x, b_y)$   
とすると,  
 $\vec{a} + \vec{b}$   
 $= (a_x + b_x, a_y + b_y)$



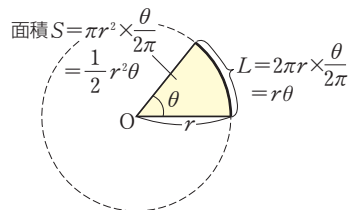
#### 4 三角比と三角関数について

##### ◇三角比

$\theta[^\circ]$	0	30	45	60	90
$\sin\theta$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\cos\theta$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0
$\tan\theta$	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	なし

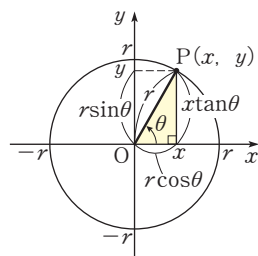


◇**弧度法** 円弧の長さが半径の長さに等しいとき、その弧に対する中心角を1 rad とする。半径  $r$  [m] の円では、弧の長さが  $L$  [m] のときの中心角  $\theta$  [rad] は、 $\theta = \frac{L}{r}$  と表される。また、 $\theta$  [rad] と  $\varphi$  [°] の関係は、 $\theta = \varphi \times \frac{\pi}{180}$  である。



$\varphi[^\circ]$	0	30	45	約 57	60	90	180	270	360
$\theta$ [rad]	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	1	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3}{2}\pi$	$2\pi$

◇**三角関数** 点Pが原点Oを中心とする半径  $r$  の円周上にあり、その座標を  $(x, y)$ 、動径OPが  $x$  軸の正の向きとなす角を  $\theta$  とする。このとき、角  $\theta$  に対する正弦 ( $\sin\theta$ )、余弦 ( $\cos\theta$ )、正接 ( $\tan\theta$ ) を次式で定義する。



$$\sin\theta = \frac{y}{r}, \quad \cos\theta = \frac{x}{r}, \quad \tan\theta = \frac{y}{x}$$

(ただし、 $90^\circ \left( \frac{\pi}{2} \text{ rad} \right)$  などの  $x$  の値が0となる  $\theta$  の値に対しては  $\tan\theta$  は定義されない。)

$\sin\theta$ ,  $\cos\theta$ ,  $\tan\theta$  は  $\theta$  の関数で、これらをまとめて  $\theta$  の **三角関数** さんかくかんすう という。

##### ◇三角関数の主な公式 (複号同順)

・三角関数の相互関係  $\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}, \quad \sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$

$$\sin(-\theta) = -\sin\theta$$

$$\cos(-\theta) = \cos\theta$$

$$\tan(-\theta) = -\tan\theta$$

$$\sin(\theta \pm \pi) = -\sin\theta$$

$$\cos(\theta \pm \pi) = -\cos\theta$$

$$\tan(\theta \pm \pi) = \tan\theta$$

$$\sin\left(\theta \pm \frac{\pi}{2}\right) = \pm \cos\theta$$

$$\cos\left(\theta \pm \frac{\pi}{2}\right) = \mp \sin\theta$$

$$\tan\left(\theta \pm \frac{\pi}{2}\right) = -\frac{1}{\tan\theta}$$

・加法定理  $\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha \cos\beta \pm \cos\alpha \sin\beta, \quad \cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha \cos\beta \mp \sin\alpha \sin\beta$

・2倍角の公式  $\sin 2\theta = 2\sin\theta \cos\theta, \quad \cos 2\theta = \cos^2\theta - \sin^2\theta = 2\cos^2\theta - 1 = 1 - 2\sin^2\theta$

・三角関数の合成  $A \sin\theta + B \cos\theta = \sqrt{A^2 + B^2} \sin(\theta + \alpha)$

(ただし、 $\cos\alpha = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}}, \quad \sin\alpha = \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}}, \quad \tan\alpha = \frac{B}{A}$ )

## ◇三角関数表

角		正 弦	余 弦	正 接	角		正 弦	余 弦	正 接
度	弧度 [rad]	(sin)	(cos)	(tan)	度	弧度 [rad]	(sin)	(cos)	(tan)
0°	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	46°	0.8029	0.7193	0.6947	1.0355
1°	0.0175	0.0175	0.9998	0.0175	47°	0.8203	0.7314	0.6820	1.0724
2°	0.0349	0.0349	0.9994	0.0349	48°	0.8378	0.7431	0.6691	1.1106
3°	0.0524	0.0523	0.9986	0.0524	49°	0.8552	0.7547	0.6561	1.1504
4°	0.0698	0.0698	0.9976	0.0699	50°	0.8727	0.7660	0.6428	1.1918
5°	0.0873	0.0872	0.9962	0.0875	51°	0.8901	0.7771	0.6293	1.2349
6°	0.1047	0.1045	0.9945	0.1051	52°	0.9076	0.7880	0.6157	1.2799
7°	0.1222	0.1219	0.9925	0.1228	53°	0.9250	0.7986	0.6018	1.3270
8°	0.1396	0.1392	0.9903	0.1405	54°	0.9425	0.8090	0.5878	1.3764
9°	0.1571	0.1564	0.9877	0.1584	55°	0.9599	0.8192	0.5736	1.4281
10°	0.1745	0.1736	0.9848	0.1763	56°	0.9774	0.8290	0.5592	1.4826
11°	0.1920	0.1908	0.9816	0.1944	57°	0.9948	0.8387	0.5446	1.5399
12°	0.2094	0.2079	0.9781	0.2126	58°	1.0123	0.8480	0.5299	1.6003
13°	0.2269	0.2250	0.9744	0.2309	59°	1.0297	0.8572	0.5150	1.6643
14°	0.2443	0.2419	0.9703	0.2493	60°	1.0472	0.8660	0.5000	1.7321
15°	0.2618	0.2588	0.9659	0.2679	61°	1.0647	0.8746	0.4848	1.8040
16°	0.2793	0.2756	0.9613	0.2867	62°	1.0821	0.8829	0.4695	1.8807
17°	0.2967	0.2924	0.9563	0.3057	63°	1.0996	0.8910	0.4540	1.9626
18°	0.3142	0.3090	0.9511	0.3249	64°	1.1170	0.8988	0.4384	2.0503
19°	0.3316	0.3256	0.9455	0.3443	65°	1.1345	0.9063	0.4226	2.1445
20°	0.3491	0.3420	0.9397	0.3640	66°	1.1519	0.9135	0.4067	2.2460
21°	0.3665	0.3584	0.9336	0.3839	67°	1.1694	0.9205	0.3907	2.3559
22°	0.3840	0.3746	0.9272	0.4040	68°	1.1868	0.9272	0.3746	2.4751
23°	0.4014	0.3907	0.9205	0.4245	69°	1.2043	0.9336	0.3584	2.6051
24°	0.4189	0.4067	0.9135	0.4452	70°	1.2217	0.9397	0.3420	2.7475
25°	0.4363	0.4226	0.9063	0.4663	71°	1.2392	0.9455	0.3256	2.9042
26°	0.4538	0.4384	0.8988	0.4877	72°	1.2566	0.9511	0.3090	3.0777
27°	0.4712	0.4540	0.8910	0.5095	73°	1.2741	0.9563	0.2924	3.2709
28°	0.4887	0.4695	0.8829	0.5317	74°	1.2915	0.9613	0.2756	3.4874
29°	0.5061	0.4848	0.8746	0.5543	75°	1.3090	0.9659	0.2588	3.7321
30°	0.5236	0.5000	0.8660	0.5774	76°	1.3265	0.9703	0.2419	4.0108
31°	0.5411	0.5150	0.8572	0.6009	77°	1.3439	0.9744	0.2250	4.3315
32°	0.5585	0.5299	0.8480	0.6249	78°	1.3614	0.9781	0.2079	4.7046
33°	0.5760	0.5446	0.8387	0.6494	79°	1.3788	0.9816	0.1908	5.1446
34°	0.5934	0.5592	0.8290	0.6745	80°	1.3963	0.9848	0.1736	5.6713
35°	0.6109	0.5736	0.8192	0.7002	81°	1.4137	0.9877	0.1564	6.3138
36°	0.6283	0.5878	0.8090	0.7265	82°	1.4312	0.9903	0.1392	7.1154
37°	0.6458	0.6018	0.7986	0.7536	83°	1.4486	0.9925	0.1219	8.1443
38°	0.6632	0.6157	0.7880	0.7813	84°	1.4661	0.9945	0.1045	9.5144
39°	0.6807	0.6293	0.7771	0.8098	85°	1.4835	0.9962	0.0872	11.4301
40°	0.6981	0.6428	0.7660	0.8391	86°	1.5010	0.9976	0.0698	14.3007
41°	0.7156	0.6561	0.7547	0.8693	87°	1.5184	0.9986	0.0523	19.0811
42°	0.7330	0.6691	0.7431	0.9004	88°	1.5359	0.9994	0.0349	28.6363
43°	0.7505	0.6820	0.7314	0.9325	89°	1.5533	0.9998	0.0175	57.2900
44°	0.7679	0.6947	0.7193	0.9657	90°	1.5708	1.0000	0.0000	なし
45°	0.7854	0.7071	0.7071	1.0000					

## 5 平方根の求め方

◇よく使う平方根の語呂合わせ  $\sqrt{\quad}$  の中が 1 から 10 までの整数で、 $\sqrt{1}=1$ ,  $\sqrt{4}=2$ ,  $\sqrt{9}=3$  以外のものは、次のように暗記しておくといよい。

$$\sqrt{2} = 1.\overset{\text{ひと}}{4}\overset{\text{よひとよ}}{1}421356\cdots (\text{一夜一夜に人見ごろ}) \quad \sqrt{3} = 1.\overset{\text{ひと}}{7}\overset{\text{なみに}}{3}20508\cdots (\text{人並みにおごれや})$$

$$\sqrt{5} = 2.\overset{\text{ふ}}{2}\overset{\text{じさんろく}}{3}60679\cdots (\text{富士山麓, オウム鳴く}) \quad \sqrt{7} = 2.\overset{\text{な}}{6}\overset{\text{にむし}}{4}575\cdots (\text{葉に虫いない})$$

他は、 $\sqrt{6}=\sqrt{2}\times\sqrt{3}$ ,  $\sqrt{8}=2\sqrt{2}$ ,  $\sqrt{10}=\sqrt{2}\times\sqrt{5}$  として求められる。

◇素因数分解の利用 まず、 $\sqrt{\quad}$  の中に  $n^2$  の形がないか考える。

$$\text{例 } \sqrt{8\times 0.98} = \sqrt{\frac{8\times 2\times 49}{100}} = \sqrt{\frac{4^2\times 7^2}{10^2}} = \frac{4\times 7}{10} = 2.8$$

$$\sqrt{192} = \sqrt{64\times 3} = \sqrt{8^2\times 3} = 8\sqrt{3} \doteq 8\times 1.732 = 13.856$$

◇開平計算 上記を含めた一般的な場合の求め方を示す。

$$\text{例 } \sqrt{1372} = 37.04\cdots$$

① 小数点を基準にして、2桁ずつ数字を区切る。

② いちばん左端の区切りの中の数 13 に注目する。2 乗して 13 以下になるような最大の整数③を見つけ、その 3 を左の余白に縦に 2 つ書く。

③  $3+3=6$  と  $3\times 3=9$  を計算し、それぞれ図の位置に書く。

④  $13-9=4$  を計算し、次の区切りの数 72 を下ろす。

⑤ 472 に対し、 $6\square\times\square$  が 472 以下になるような最大の整数⑦を見つける。

⑥  $67+7=74$  と  $67\times 7=469$  を計算し、それぞれ図の位置に書く。

⑦  $472-469=3$  を計算し、次の区切りの数 00 を下ろす。この場合、 $74\triangle\times\triangle$  が 300 以下になるような最大の整数△は 0 なので、△を 0 とし、次の区切りの数 00 を下ろす。30000 に対して、 $74\bigcirc\times\bigcirc$  が 30000 以下になるような最大の整数④を見つける。

⑧ 以下、⑥～⑦を繰り返す。

$$\begin{array}{r} \textcircled{3} \quad \textcircled{7} \quad \textcircled{0} \quad \textcircled{4} \\ \sqrt{13} \quad 72 \quad 00 \quad 00 \\ - \quad 9 \quad \leftarrow \textcircled{3}\times\textcircled{3} \\ \hline 4 \quad 72 \quad \leftarrow \textcircled{6}\textcircled{7}\times\textcircled{7} \\ - \quad 4 \quad 69 \quad \leftarrow \textcircled{4} \\ \hline 3 \quad 00 \quad 00 \\ - \quad 2 \quad 96 \quad 16 \\ \hline 3 \quad 84 \end{array}$$

## 6 近似計算

◇ $|a|$  が 1 に比べて十分に小さい ( $|a|\ll 1$ ) のとき、 $a$  の 2 次以上の項が無視できる。

$$(1+a)^n \doteq 1+na \quad (n \text{ はあまり大きくない実数})$$

$$\text{例 } (1+a)^2 \doteq 1+2a, \quad \sqrt{1+a} = (1+a)^{\frac{1}{2}} \doteq 1+\frac{1}{2}a, \quad \frac{1}{1+a} = (1+a)^{-1} \doteq 1-a$$

◇角の大きさ  $\theta$  [rad] が 1 と比べて十分に小さい ( $\theta\ll 1$ ) のとき、

$$\sin\theta \doteq \theta, \quad \cos\theta \doteq 1, \quad \tan\theta \doteq \theta (\doteq \sin\theta)$$



## 資料⑥

## 主な物理量と単位, 物理定数表

## 資料

①

②

③

④

⑤

⑥

⑦

	物理量	単位		主な 量記号	単位間の関係
		記号	名称		
基本 単位	長さ length	m	メートル	$l, L$	
	質量 mass	kg	キログラム	$m, M$	
	時間 time	s	秒	$t, T$	
	電流 electric current	A	アンペア	$I$	
	温度 temperature	K	ケルビン	$T, t$	$0\text{ K} \equiv -273\text{ }^{\circ}\text{C}$
組 立 単位	角度 angle	rad	ラジアン	$\theta$	$1\text{ rad} \div 57.3^{\circ}$
	速度 velocity	m/s	メートル毎秒	$v, V$	
	加速度 acceleration	m/s <sup>2</sup>	メートル毎秒毎秒	$a$	
	力 force	N	ニュートン	$F, f$	$1\text{ N} = 1\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$
	ばね定数	N/m	ニュートン毎メートル	$k$	
	圧力 pressure	Pa	パスカル	$p, P$	$1\text{ Pa} = 1\text{ N/m}^2$
	仕事 エネルギー work energy	J	ジュール	$W, E$ $K, U$	$1\text{ J} = 1\text{ N}\cdot\text{m}$
	仕事率 power	W	ワット	$P$	$1\text{ W} = 1\text{ J/s}$
	熱量 heat quantity	J	ジュール	$Q$	$1\text{ cal} \div 4.2\text{ J}$
	比熱 specific heat	J/(g·K)	ジュール毎グラム毎ケルビン	$c$	
	熱容量 heat capacity	J/K	ジュール毎ケルビン	$C$	
	潜熱 latent heat	J/g	ジュール毎グラム	$L$	
	振動数, 周波数 frequency	Hz	ヘルツ	$f$	$1\text{ Hz} = 1/\text{s}$
	電気量 quantity of electricity	C	クーロン	$q, Q$	$1\text{ C} = 1\text{ A}\cdot\text{s}$
	電圧 voltage	V	ボルト	$V$	$1\text{ V} = 1\text{ J/C}$
	電気抵抗 resistance	$\Omega$	オーム	$R$	$1\text{ }\Omega = 1\text{ V/A}$
	抵抗率 resistivity	$\Omega\cdot\text{m}$	オームメートル	$\rho$	
	電力 electric power	W	ワット	$P$	$1\text{ W} = 1\text{ V}\cdot\text{A}$
	電力量 electric energy	J	ジュール	$Q, W$	$1\text{ kWh} = 3.6\times 10^6\text{ J}$
	放射能の強さ	Bq	ベクレル		$1\text{ Bq} = 1/\text{s}$
	吸収線量	Gy	グレイ		$1\text{ Gy} = 1\text{ J/kg}$
	等価線量	Sv	シーベルト		$1\text{ Sv} = \text{係数}\times\text{Gy}$

物理量	概数値	詳細な値	
重力加速度 (標準)	$9.8\text{ m/s}^2$	$9.80665\text{ m/s}^2$	▶ p.22
熱の仕事当量	$4.2\text{ J/cal}$	$4.18580\text{ J/cal}$	
空気中の音速 (0℃)	$331.5\text{ m/s}$	$3.3145\times 10^2\text{ m/s}$	▶ p.118
電気素量	$1.60\times 10^{-19}\text{ C}$	$1.602176620\times 10^{-19}\text{ C}$	▶ p.133
真空中の光速	$3.0\times 10^8\text{ m/s}$	$2.99792458\times 10^8\text{ m/s}$	▶ p.152
電子の質量	$9.11\times 10^{-31}\text{ kg}$	$9.10938356\times 10^{-31}\text{ kg}$	
水素原子の質量	$1.67\times 10^{-27}\text{ kg}$	$1.672621777\times 10^{-27}\text{ kg}$	



## 資料⑦

## 物理で使う記号・文字

## 電気用図記号

直流電源・電池	交流電源	電気抵抗	可変抵抗器	すべり抵抗器
 短線が－ 長線が＋				
ランプ(電球)	電圧計	電流計	検流計	スイッチ
接続点	接地(アース)	コンデンサー	コイル	ダイオード

直流，交流の違いを示すために，文字の下に記号をつけてもよい。

直流 交流  
— — — — —

例 直流電流計



## 10の整数乗倍を表すSI接頭語

名 称	記号	大きさ	名 称	記号	大きさ
エクサ exa	E	$10^{18}$	デシ deci	d	$10^{-1}$
ペタ peta	P	$10^{15}$	センチ centi	c	$10^{-2}$
テラ tera	T	$10^{12}$	ミリ milli	m	$10^{-3}$
ギガ giga	G	$10^9$	マイクロ micro	$\mu$	$10^{-6}$
メガ mega	M	$10^6$	ナノ nano	n	$10^{-9}$
キロ kilo	k	$10^3$	ピコ pico	p	$10^{-12}$
ヘクト hecto	h	$10^2$	フェムト femto	f	$10^{-15}$
デカ deca	da	$10^1$	アト atto	a	$10^{-18}$

## ギリシャ文字とその読み方

大文字	小文字	読み方	使用例	大文字	小文字	読み方	使用例
A	$\alpha$	アルファ	$\alpha$ 線	N	$\nu$	ニュー	
B	$\beta$	ベータ	$\beta$ 線	$\Xi$	$\xi$	グザイ, クシー	
$\Gamma$	$\gamma$	ガンマ	$\gamma$ 線	O	$o$	オミクロン	
$\Delta$	$\delta$	デルタ	変化量を表す $\Delta$	$\Pi$	$\pi$	パイ	円周率 $\pi$
E	$\varepsilon$	イプシロン		P	$\rho$	ロー	密度 $\rho$ 抵抗率 $\rho$
Z	$\zeta$	ツェータ		$\Sigma$	$\sigma$	シグマ	数列の和 $\Sigma$
H	$\eta$	イータ		T	$\tau$	タウ	
$\Theta$	$\theta$	シータ	角 $\theta$	Y	$\upsilon$	ウプシロン	
I	$\iota$	イオタ		$\Phi$	$\phi, \varphi$	ファイ	
K	$\kappa$	カッパ		X	$\chi$	カイ	
$\Lambda$	$\lambda$	ラムダ	波長 $\lambda$	$\Psi$	$\psi$	プサイ, プシー	
M	$\mu$	ミュー	静止摩擦係数 $\mu$	$\Omega$	$\omega$	オメガ	抵抗の単位 $\Omega$



族 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1H 水素 1.008																	2He ヘリウム 4.003
2	3Li リチウム 6.941	4Be ベリリウム 9.012																10Ne ネオン 20.18
3	11Na ナトリウム 22.99	12Mg マグネシウム 24.31																18Ar アルゴン 39.95
4	19K カリウム 39.10	20Ca カルシウム 40.08	21Sc スカンジウム 44.96	22Ti チタン 47.87	23V バナジウム 50.94	24Cr クロム 52.00	25Mn マンガン 54.94	26Fe 鉄 55.85	27Co コバルト 58.93	28Ni ニッケル 58.69	29Cu 銅 63.55	30Zn 亜鉛 65.38	31Ga ガリウム 69.72	32Ge ゲルマニウム 72.63	33As ヒ素 74.92	34Se セレン 78.97	35Br 臭素 79.90	36Kr クリプトン 83.80
5	37Rb ルビジウム 85.47	38Sr ストロンチウム 87.62	39Y イットリウム 88.91	40Zr ジルコニウム 91.22	41Nb ニオブ 92.91	42Mo モリブデン 95.95	43Tc テクネチウム (99)	44Ru ルテチウム 101.1	45Rh ロジウム 102.9	46Pd パラジウム 106.4	47Ag 銀 107.9	48Cd カドミウム 112.4	49In インジウム 114.8	50Sn スズ 118.7	51Sb アンチモン 121.8	52Te テルル 127.6	53I ヨウ素 126.9	54Xe キセノン 131.3
6	55Cs セシウム 132.9	56Ba バリウム 137.3	57~71 ランタノイド	72Hf ハフニウム 178.5	73Ta タンタル 180.9	74W タングステン 183.8	75Re レニウム 186.2	76Os オスマニウム 190.2	77Ir イリジウム 192.2	78Pt 白金 195.1	79Au 金 197.0	80Hg 水銀 200.6	81Tl タリウム 204.4	82Pb 鉛 207.2	83Bi ビスマス 209.0	84Po ポロニウム (210)	85At アスタチン (210)	86Rn ラドン (222)
7	87Fr フランシウム (223)	88Ra ラジウム (226)	89~103 アクチノイド	104Rf ラファエリウム (267)	105Db ドブニウム (269)	106Sg シーボーギウム (271)	107Bh ボヘリウム (272)	108Hs ハシモリウム (277)	109Mt マイタケニウム (276)	110Ds ダームスタチウム (281)	111Rg レグニウム (280)	112Cn コホニウム (285)	113Nh ニホニウム (278)	114Fl フレロビウム (289)	115Mc モスコビウム (289)	116Lv リバモニウム (293)	117Ts テネシン (293)	118Og オガネソン (294)
	57La ランタン 138.9	58Ce セリウム 140.1	59Pr プラセオジム 140.9	60Nd ネオジム 144.2	61Pm プロメチウム (145)	62Sm サマリウム 150.4	63Eu ユークロピウム 152.0	64Gd ガドリニウム 157.3	65Tb テルビウム 158.9	66Dy ジスプロシウム 162.5	67Ho ホルミウム 164.9	68Er エルビウム 167.3	69Tm ツリウム 168.9	70Yb イタリウム 173.0	71Lu ルテチウム 175.0			
	89Ac アクチニウム (227)	90Th トリウム 232.0	91Pa プロアクチウム 231.0	92U ウラン 238.0	93Np ネプツリウム (237)	94Pu プルトニウム (239)	95Am アメリシウム (243)	96Cm キュリウム (247)	97Bk バークリウム (247)	98Cf カリフォルニウム (252)	99Es アイジウム (252)	100Fm フェルミウム (257)	101Md メンデルビウム (258)	102No ノーベリウム (259)	103Lr ローレンシウム (262)			

# 元素の周期表

原子量の値は、IUPAC(国際純正・応用化学連合)の最新(2017年)の原子量をもとに日本化学会原子量専門委員会で作成した4桁の値を示す。  
( )をつけた値は、既知の同位体のうち、よく知られたものの質量数である。

元素記号

53I

原子番号

53

元素名

ヨウ素

原子量

126.9

常温で気体

非金属元素

半導体

強磁性体

常温で液体

金属元素

常温で固体

天然には存在しない元素

すべて放射性同位体からなる元素

原子番号100～118番の元素の性質は不明である。



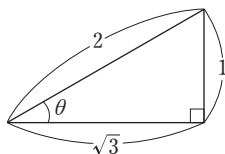


## 練習問題 ①

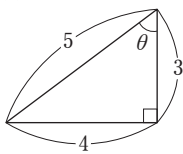
## 三角関数

- 1 三角比** 次の直角三角形の  $\sin\theta$ ,  $\cos\theta$ ,  $\tan\theta$  の値をそれぞれ求めよ。ただし、答えは分数のままでよく、平方根はそのまま答えてよい。なお、図に示しているのは、各辺の長さの比である。

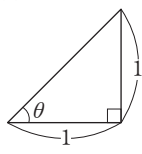
(1)



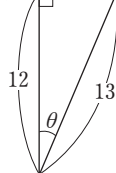
(2)



(3)



(4)



- 2 三角関数** 次の三角関数の値を求めよ。ただし、答えは分数のままでよく、平方根はそのまま答えてよい。

(1)  $\sin 30^\circ$

(2)  $\cos 45^\circ$

(3)  $\sin 60^\circ$

(4)  $\tan 60^\circ$

(5)  $\cos 120^\circ$

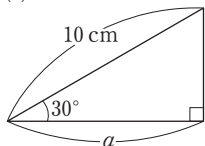
(6)  $\sin 150^\circ$

(7)  $\cos 30^\circ$

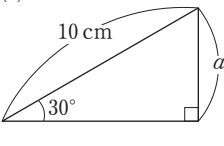
(8)  $\cos 180^\circ$

- 3 三角比の利用** 次の直角三角形の辺の長さ  $a$  は何 cm か。ただし、平方根はそのまま答えてよい。

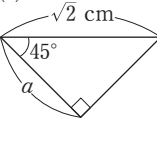
(1)



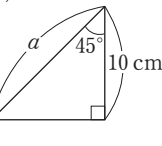
(2)



(3)



(4)



- 4 三角比の利用** 次の問いに答えよ。ただし、平方根はそのまま答えてよい。

- (1) 水平面と  $30^\circ$  の傾きをなす坂道を、坂道に沿って 500 m 登った。水平方向に何 m 進んだか。また、鉛直方向に何 m 登ったか。
- (2) 長さ 6 m のはしごを壁に立てかけたところ、地面とはしごとのなす角が  $60^\circ$  であった。はしごの先端は地面から何 m の高さになるか。

- 5 三角関数**  $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$  の範囲で、次の式を満たす  $\theta$  を求めよ。

(1)  $\sin\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$

(2)  $\cos\theta = -\frac{1}{\sqrt{2}}$

(3)  $\cos\theta = -1$

(4)  $\sin\theta = 1$

**答 1** (1)  $\sin\theta = \frac{1}{2}$ ,  $\cos\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ,  $\tan\theta = \frac{1}{\sqrt{3}}$  (2)  $\sin\theta = \frac{4}{5}$ ,  $\cos\theta = \frac{3}{5}$ ,  $\tan\theta = \frac{4}{3}$

(3)  $\sin\theta = \frac{1}{\sqrt{2}}$ ,  $\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{2}}$ ,  $\tan\theta = 1$  (4)  $\sin\theta = \frac{5}{13}$ ,  $\cos\theta = \frac{12}{13}$ ,  $\tan\theta = \frac{5}{12}$

**2** (1)  $\frac{1}{2}$  (2)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  (3)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  (4)  $\sqrt{3}$  (5)  $-\frac{1}{2}$  (6)  $\frac{1}{2}$  (7)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  (8)  $-1$

**3** (1)  $5\sqrt{3}$  cm (2) 5 cm (3) 1 cm (4)  $10\sqrt{2}$  cm

**4** (1) 水平方向:  $250\sqrt{3}$  m, 鉛直方向: 250 m (2)  $3\sqrt{3}$  m

**5** (1)  $60^\circ$ ,  $120^\circ$  (2)  $135^\circ$  (3)  $180^\circ$  (4)  $90^\circ$



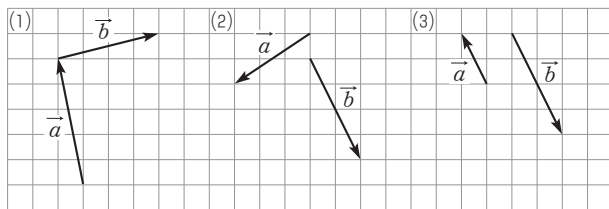
## 練習問題 2

### ベクトル

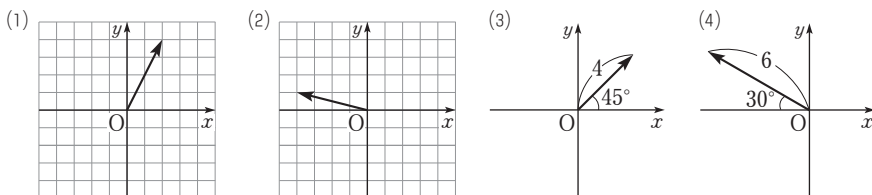
#### 練習問題

①  
②

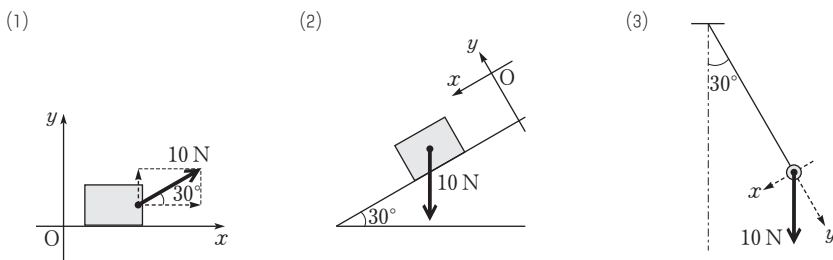
- 1 ベクトルの合成 次の2つのベクトル  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  を合成せよ。



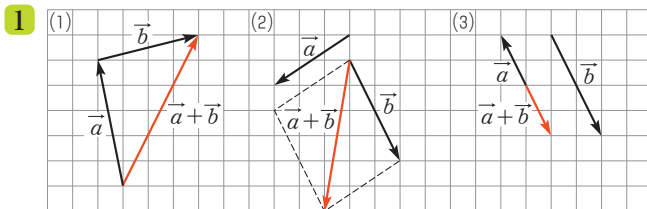
- 2 ベクトルの成分 次のベクトルの  $x$  成分,  $y$  成分をそれぞれ求めよ。ただし, 図の1目盛りを1として, 単位は考えなくてよく, 平方根はそのまま答えてよい。



- 3 三角比とベクトル成分 物体に 10 N の力がはたらいている。 $x$  軸,  $y$  軸をそれぞれ次のようにとるとき, この力の  $x$  成分,  $y$  成分をそれぞれ求めよ。ただし, 平方根はそのまま答えてよい。



答



- 2 (1)  $x:2, y:4$  (2)  $x:-4, y:1$  (3)  $x:2\sqrt{2}, y:2\sqrt{2}$  (4)  $x:-3\sqrt{3}, y:3$   
3 (1)  $x:5\sqrt{3} \text{ N}, y:5 \text{ N}$  (2)  $x:5 \text{ N}, y:-5\sqrt{3} \text{ N}$  (3)  $x:5 \text{ N}, y:5\sqrt{3} \text{ N}$