第 004 講 向きのある量を矢印で表す

この講でできるようになること

- 向きを持たない量と、向きも必要な量を区別できる。
- 矢印の長さと向きから、ベクトルの大きさと方向を読み取れる。
- ベクトルの和を頭尾接続と平行四辺形で表せる。
- ベクトルの差を逆向きのベクトルを加える操作として説明できる。
- ベクトルを直交する 2 方向の成分に分け、三平方の定理と sin・cos で大きさや成分を求められる。

1. 向きを持たない量と、向きも必要な量

量には二つの表し方がある

物理で扱う量には、数値と単位で表せるものと、それに加えて向きも必要なものがある。

例えば、物体の質量が 2 kg であることや、経過時間が 5 s であることを表すには、大きさが分かればよい。一方、物体に 3 N の力が働いているという情報だけでは、その力がどちら向きに働くかが分からない。

量の種類	表すために必要な情報	例
スカラー量	数値（必要なら符号）と単位	質量、時間、力の大きさ
ベクトル量	大きさと向き	力

向きを持たず、数値（必要なら符号）と単位で表せる量を**スカラー量**、大きさと向きを合わせて表す量を**ベクトル量**という。

力の大きさが 3 N であることと、右向きに 3 N の力が働いていることは同じ情報ではない。後者には向きの情報が加わっている。

ベクトル

大きさと向きをもつ量をベクトル量という。ベクトルを図で表すときは、向きのある矢印を用いる。

矢印の長さで大きさを、矢印の先端が向く方向で向きを表す。

矢印の長さを量の大きさに対応させる

矢印の長さと物理量の大きさを対応させるには、縮尺を決める必要がある。

例えば、力を表す矢印について「1 cm を 1 N とする」と決めれば、長さ 3 cm の矢印は大きさ 3 N の力を表す。

縮尺が異なる図どうしでは、矢印の見た目の長さだけを比べても物理量の大きさを比較できない。まず縮尺と単位を確認することが必要である。

ベクトルが等しい場合と反対の場合

二つのベクトルは、大きさと向きがともに等しいとき、等しいベクトルである。図の上で矢印の始点が異なっていても、この二つが同じ大きさ・同じ向きなら、数学上のベクトルとして等しい。

一方、大きさが等しく向きが正反対の二つのベクトルを、互いに反対のベクトルという。

©ミライコーチング

同じ向きであっても、矢印の長さが異なれば、二つのベクトルは等しくない。

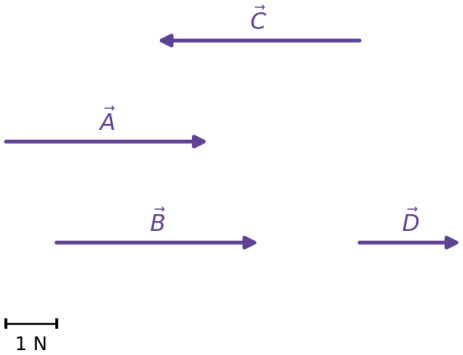

図 1　ベクトルは長さと向きで比べる

図の矢印を平行移動しても、長さと向きが変わらなければ、数学上のベクトルは変わらない。この性質は、ベクトルの計算を図で行うときに利用する。

ただし、物理量としての力には作用点もある。力を表す矢印の始点は、その力が物体に働く位置を表す。ベクトル計算のために矢印を平行移動して描くことと、物体に働く実際の力の作用点を移動させることは別である。

2. ベクトルの和

何を何に足すのか

同じ種類のベクトル量どうしは、ベクトルの和として合成できる。

例えば、同じ物体の同じ点に働く二つの力を合わせて考える場合、それぞれの力の大きさだけを足すのではなく、向きも含めて一つのベクトルとして表す。

ベクトル $\vec{A}$ と $\vec{B}$ の和を $\vec{R}$ とすると、

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

である。

力と時間のように、種類の異なる物理量を足して新しい量を作ることはしない。単位が異なるだけでなく、そもそも表している物理的な意味が異なるためである。

頭尾をつないで和を作る

ベクトルの和は、一方の矢印の先端に、もう一方の矢印の始点をつなぐことで作図できる。

このとき、つなぐために平行移動する矢印は、元の矢印と同じ長さ・同じ向きでなければならない。二つの矢印を順番につないだとき、最初の矢印の始点から最後の矢印の先端までを結ぶ矢印が和である。

また、二つのベクトルを同じ始点から描き、それぞれの先端を通る平行四辺形を作る方法でも和を求められる。始点から対角の頂点へ向かう対角線が合成ベクトルとなる。

©ミライコーチング

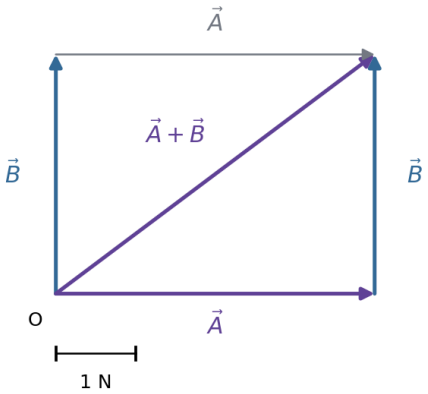

図 2　頭尾接続と平行四辺形による和

二つの方法で得られる結果は同じである。どちらも、二つのベクトルの大きさと向きを保ったまま、全体としてどちら向きにどれだけの量があるかを表している。

なお、力の計算で頭尾接続を行うとき、矢印を平行移動するのは作図上の操作である。実際に力が働く作用点を移動したという意味ではない。

3. ベクトルの差

なぜ逆向きのベクトルを加えるのか

ベクトルの差は、単純に矢印の長さを引き算する操作ではない。向きが異なる場合には、引くベクトルの向きも考慮しなければならない。

そこで、ベクトル $\vec{B}$ と大きさが等しく、向きが反対のベクトルを $-\vec{B}$ と表す。

ベクトルの差は、次のように定義される。

$$\vec{A}-\vec{B}=\vec{A}+\left(-\vec{B}\right)$$

これは、通常の数の引き算と同じく、引く量の逆の符号をもつ量を加える考え方である。

例えば、ある量から右向きのベクトルを差し引く場合、そのベクトルを左向きにしたものを加える。引くベクトルの向きを逆にすることで、差を和として作図できる。

もう一つの見方もできる。

$$\vec{B}+\vec{X}=\vec{A}$$

となる $\vec{X}$ を考えると、

$$\vec{X}=\vec{A}-\vec{B}$$

である。つまり、$\vec{A}$ と $\vec{B}$ を共通の始点から描いたとき、$\vec{B}$ の先端から $\vec{A}$ の先端へ向かう矢印が、$\vec{A}-\vec{B}$ を表す。

©ミライコーチング

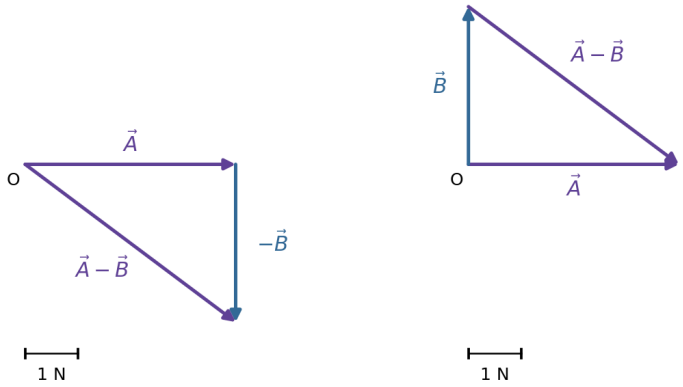

図 3　左：反対向きのベクトルを加える。右：共通始点から描いたベクトルの先端を結ぶ

ベクトルの差では、引く側の矢印を逆向きにすることが判断の中心である。大きさだけの引き算で済ませると、結果の向きを間違えることがある。

4. ベクトルを成分に分ける

横と縦に分けて考える

平面上のベクトルは、水平方向と鉛直方向の二つに分けて考えることができる。

このように、互いに直角な方向に分けたベクトルを、元のベクトルの**成分ベクトル**という。

座標軸を次のように決める。

- 右向きを x 軸の正の向きとする。
- 左向きを x 軸の負の向きとする。
- 上向きを y 軸の正の向きとする。
- 下向きを y 軸の負の向きとする。

ベクトル $\vec{A}$ の水平方向の成分ベクトルを $\vec{A}_x$、鉛直方向の成分ベクトルを $\vec{A}_y$ と表す。これに対して A_x, A_y は、それぞれの成分を符号と単位を含めて表した値である。

$$\vec{A} = \left(A_x, A_y\right)$$

成分の符号は、あらかじめ決めた座標軸の向きに対して、どちらを向いているかを表す。

例えば、右向きの成分は正、左向きの成分は負である。同様に、上向きは正、下向きは負である。

ベクトルの大きさそのものは負にならない。負の符号が付くのは、座標軸に沿った成分の向きを表しているためである。

©ミライコーチング

三平方の定理でベクトルの大きさを求める

ベクトルを水平方向と鉛直方向に分けると、二つの成分は直角に交わる。

そのため、元のベクトルを斜辺とする直角三角形ができる。

中学校で学んだ三平方の定理より、直角三角形の斜辺の長さの 2 乗は、他の二辺の長さの 2 乗の和に等しい。

したがって、ベクトルの大きさを $|\vec{A}|$ とすると、

$$|\vec{A}|^2 = A_x^2 + A_y^2$$

となる。両辺の平方根をとれば、

$$|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

である。

この式は、互いに直角な二つの成分から、元のベクトルの大きさを求める関係である。二つの成分が直角でない場合に、そのまま使う式ではない。

鋭角の sin・cos と成分の関係

三角比を使う前に、直角三角形の辺の対応を確認する。

鋭角 θ を一つ決めると、三角形の辺は次のように呼び分けられる。

- 斜辺：直角の向かい側にある最も長い辺
- 隣辺：角 θ に接している辺のうち、斜辺ではない辺
- 対辺：角 θ の向かい側にある辺

このとき、sin と cos は次の比で定義される。

$$\sin\theta = \frac{\text{対辺}}{\text{斜辺}}$$

$$\cos\theta = \frac{\text{隣辺}}{\text{斜辺}}$$

ここで重要なのは、角度 θ をどこから測るかである。

ここでは、正の x 軸から反時計回りに測った第 1 象限の鋭角 $0 < \theta < 90^\circ$ で導入する。このとき、斜辺は元のベクトル、隣辺は x 方向の成分、対辺は y 方向の成分に対応する。

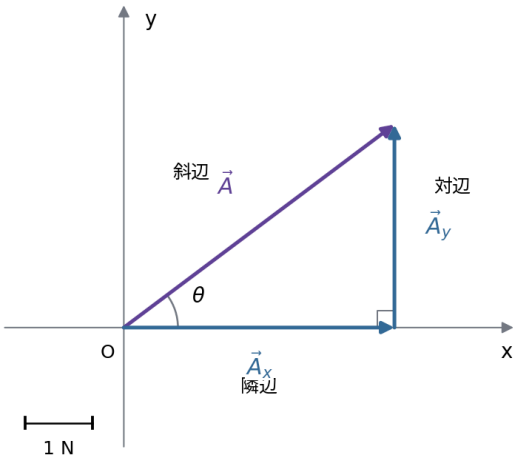

図 4　斜辺は元のベクトル、隣辺は横成分、対辺は縦成分

したがって、

$$\cos\theta = \frac{A_x}{|\,\vec{A}\,|}$$

$$\sin\theta = \frac{A_y}{|\,\vec{A}\,|}$$

となる。これを変形すると、

$$A_x = |\,\vec{A}\,|\cos\theta$$

$$A_y = |\,\vec{A}\,|\sin\theta$$

である。

つまり、x 成分には cos、y 成分には sin が対応するのは、角度を x 軸から反時計回りに測る**第 1 象限の鋭角** $0 < \theta < 90^\circ$ で導入しているからである。

本講では、まず第 1 象限で

- x 成分は隣辺
- y 成分は対辺

と対応させる。これが、x 成分に cos、y 成分に sin が現れる理由である。

一方、ベクトルが第 2〜第 4 象限にあるときは、いきなり「cos だから正、sin だから負」のように覚えるのではなく、まずベクトルと x 軸の間の鋭角を**基準角** α（$0 < \alpha < 90^\circ$）として取り、そのうえで向きから符号を決める。

例えば、第 2 象限なら

- 水平方向は左向きなので x 成分は負
- 鉛直方向は上向きなので y 成分は正

である。したがって、第 2 象限のベクトルでは

$$|A_x| = |\vec{A}|\cos\alpha, \qquad |A_y| = |\vec{A}|\sin\alpha$$

と大きさを求め、最後に向きに応じて符号を付ける。

ここで、**成分ベクトル**と**成分の値**は区別する。

- 水平方向の成分ベクトルを $\vec{A}_x$
- 鉛直方向の成分ベクトルを $\vec{A}_y$

とする。

一方、

- A_x は x 成分の**符号と単位を含む値**
- A_y は y 成分の**符号と単位を含む値**

である。

例えば、左向きに大きさ 4 N の成分ベクトル $\vec{A}_x$ をもつとき、成分の値は $A_x = -4\,\mathrm{N}$ である。成分ベクトルと、それを符号と単位で表した値を区別しよう。

5. 零ベクトル

ベクトル $\vec{A}$ と、それに反対向きで大きさが等しいベクトル $-\vec{A}$ を足すと、全体として打ち消し合う。

$$\vec{A} + \left(-\vec{A}\right) = \vec{0}$$

また、

$$\vec{A} - \vec{A} = \vec{0}$$

である。

この $\vec{0}$ を**零ベクトル**という。零ベクトルの大きさは 0 であり、向きは定まらない。向きがないからといってスカラーになるのではなく、ベクトルの特別な場合として扱う。

例題 1

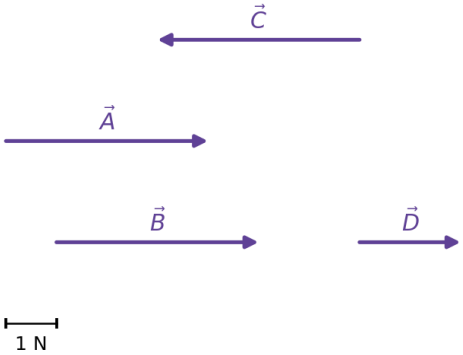

図 5　4 本の力のベクトル

図の $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}$ は、いずれも力を表すベクトルである。図の基準線の長さを 1 N とする。図より、

- $\vec{A}$：右向き 4 N
- $\vec{B}$：右向き 4 N
- $\vec{C}$：左向き 4 N
- $\vec{D}$：右向き 2 N

である。

(1) 等しいベクトルの組を答えよ。　(2) 反対ベクトルの組を答えよ。　(3) $\vec{A}+\vec{C}$ を答えよ。
(4) $\vec{A}-\vec{A}$ を答えよ。

解答・解説

(1) 等しいベクトルは $\vec{A}$ と $\vec{B}$ である。

等しいベクトルは、大きさと向きがともに等しいベクトルである。始点の位置は同じでなくてよい。$\vec{A}$ と $\vec{B}$ はどちらも右向き 4 N であるから、等しい。

(2) 反対ベクトルの組は $\vec{A}$ と $\vec{C}$、または $\vec{B}$ と $\vec{C}$ である。

反対ベクトルは、大きさが等しく向きが正反対のベクトルである。$\vec{A}$ と $\vec{C}$ はどちらも大きさが 4 N で、向きが右と左で反対である。

(3) $\vec{A}+\vec{C}=\vec{0}$ である。

$\vec{C}$ は $\vec{A}$ の反対ベクトルであるから、二つを足すと打ち消し合う。したがって結果は零ベクトルである。

(4) $\vec{A}-\vec{A}=\vec{0}$ である。

差は逆向きのベクトルを加えることであるから、

$$\vec{A}-\vec{A}=\vec{A}+\left(-\vec{A}\right)=\vec{0}$$

となる。零ベクトルの大きさは 0 であり、向きは定まらない。

例題 2

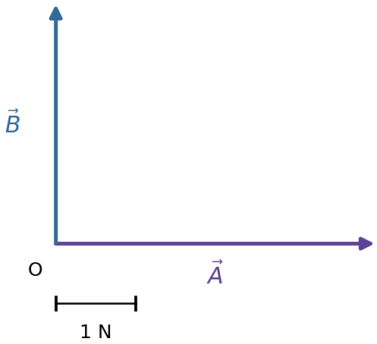

図 6　共通の始点から描いた 2 本のベクトル

共通の始点 O から、$\vec{A}$ は右向き 4 N、$\vec{B}$ は上向き 3 N である。

(1) $\vec{A}+\vec{B}$ の大きさと向きを答えよ。　(2) $\vec{A}-\vec{B}$ の大きさと向きを答えよ。

解答・解説

(1) $\vec{A}+\vec{B}$ は、右向き 4 N と上向き 3 N を合成したベクトルである。

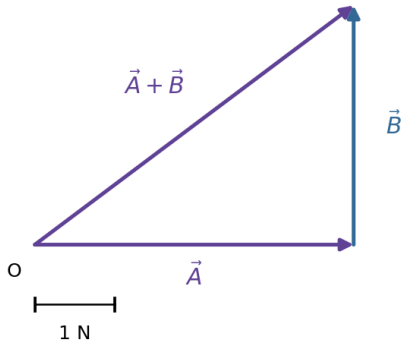

図 7　頭尾をつないだ和

頭尾接続で考えると、$\vec{A}$ の先端に $\vec{B}$ を平行移動してつなぐ。その結果、始点から終点までのベクトルが $\vec{A}+\vec{B}$ となる。

成分で見れば、

- x 成分：4 N
- y 成分：3 N

であるから、大きさは三平方の定理より

$$|\vec{A}+\vec{B}|=\sqrt{4^2+3^2}=5\,\mathrm{N}$$

である。向きは、右へ 4、上へ 3 の比で進む右上向きである。

(2) $\vec{A}-\vec{B}$ は

$$\vec{A}-\vec{B}=\vec{A}+\left(-\vec{B}\right)$$

である。$\vec{B}$ を逆向きにした $-\vec{B}$ は下向き 3 N である。

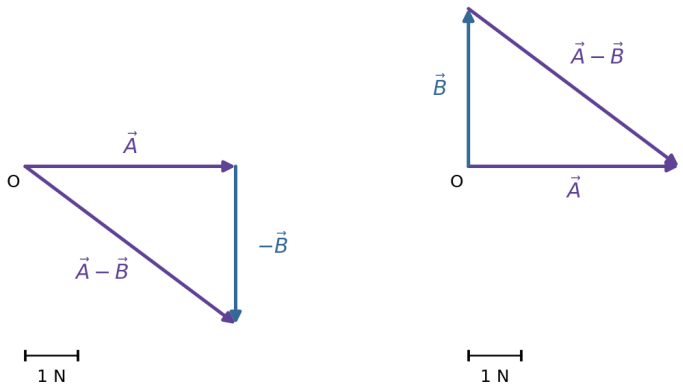

図 8　左：頭尾接続。右：共通始点からの先端差

したがって $\vec{A}-\vec{B}$ は、右向き 4 N と下向き 3 N を合成したベクトルである。成分で見れば、

- x 成分：4 N
- y 成分：-3 N

であるから、大きさは

$$|\,\vec{A}-\vec{B}\,|=\sqrt{4^2+(-3)^2}=5\,\mathrm{N}$$

である。向きは、右へ 4、下へ 3 の比で進む右下向きである。

また、$\vec{A}$ と $\vec{B}$ が**共通の始点から**描かれているときに限り、$\vec{B}$ の先端から $\vec{A}$ の先端へ向かう矢印も $\vec{A}-\vec{B}$ を表す。この見方は、共通始点があるときの図の読み方である。

例題 3

(1) 大きさが 10 N で、正の x 軸から反時計回りに 30° の向きのベクトル $\vec{F}$ を考える。x 成分の値 F_x、y 成分の値 F_y を求めよ。

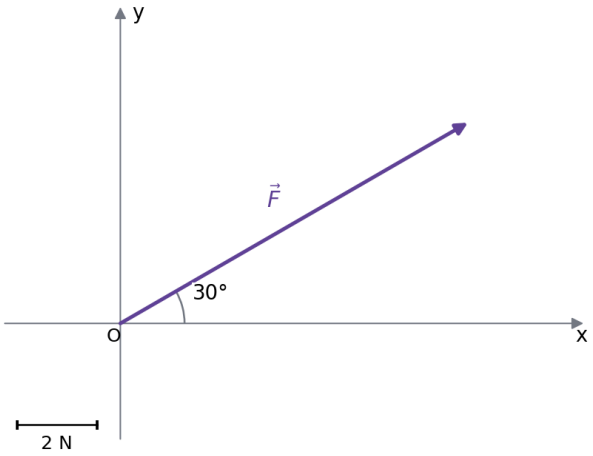

図 9　正の x 軸から 30°の向き

(2) 大きさが 8 N で、負の x 軸から上向きに 60° の向きのベクトル $\vec{G}$ を考える。x 成分の値 G_x、y 成分の値 G_y を求めよ。

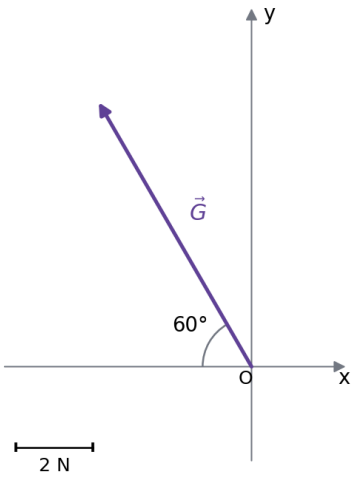

図 10　負の x 軸から上側へ 60°の向き

ただし、

$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, \qquad \sin 30^\circ = \frac{1}{2}, \qquad \cos 60^\circ = \frac{1}{2}, \qquad \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

を用いてよい。

解答・解説

(1) $\vec{F}$ は第 1 象限にあるので、そのまま

$$F_x = |\vec{F}|\cos 30^\circ, \qquad F_y = |\vec{F}|\sin 30^\circ$$

とおける。

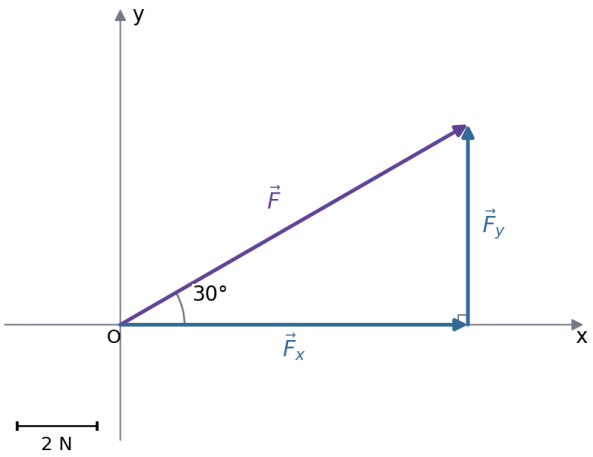

図 11　横と縦の成分ベクトル

したがって、

$$F_x = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}\,\mathrm{N}$$

$$F_y = 10 \times \frac{1}{2} = 5\,\mathrm{N}$$

である。

成分ベクトルで言えば、$\vec{F}_x$ は右向きに大きさ $5\sqrt{3}\,\mathrm{N}$、$\vec{F}_y$ は上向きに大きさ $5\,\mathrm{N}$ である。

(2) $\vec{G}$ は第 2 象限にある。ここでは、負の x 軸とのなす鋭角 60° を基準角として使う。

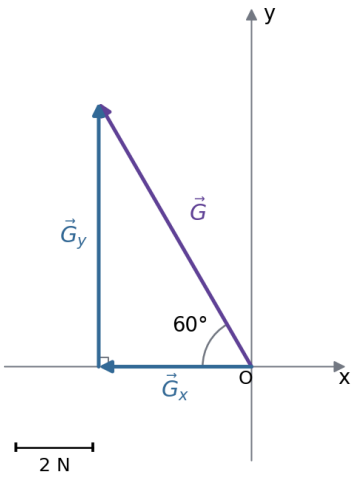

図 12　左向きと上向きの成分ベクトル

まず成分の大きさを求めると、

$$|\,G_x\,| = |\,\vec{G}\,|\cos 60^\circ = 8 \times \frac{1}{2} = 4\,\mathrm{N}$$

$$|\,G_y\,| = |\,\vec{G}\,|\sin 60^\circ = 8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3}\,\mathrm{N}$$

である。向きは、左向き成分と上向き成分であるから、

$$G_x = -4\,\mathrm{N}, \qquad G_y = 4\sqrt{3}\,\mathrm{N}$$

となる。

第 2 象限では、まず鋭角で成分の大きさを出し、そのあと向きから符号を付けることが大切である。

演習問題

演習 1

次の量を、スカラー量とベクトル量に分けよ。

1. 質量 2 kg
2. 時間 8 s
3. 右向き 4 N の力
4. 左向き 1 N の力
5. 力の大きさ 6 N

また、「6 N の力」という表現だけでは情報が足りない理由を説明せよ。

演習 2

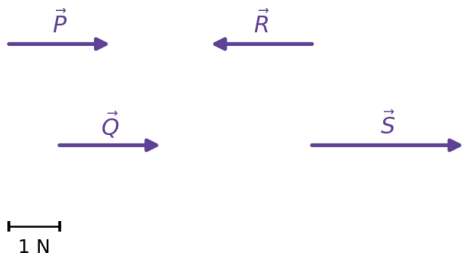

図 13　4 本の力のベクトル

図の $\vec{P}, \vec{Q}, \vec{R}, \vec{S}$ は、いずれも力を表すベクトルである。図の基準線の長さを 1 N とする。図より、

- $\vec{P}$：右向き 2 N
- $\vec{Q}$：右向き 2 N
- $\vec{R}$：左向き 2 N
- $\vec{S}$：右向き 3 N

である。

(1) 等しいベクトルの組を答えよ。　(2) 反対ベクトルの組を答えよ。　(3) $\vec{P}+\vec{R}$ を答えよ。
(4) $\vec{P}-\vec{P}$ を答えよ。　(5) $\vec{P}$ と $\vec{S}$ が等しくない理由を答えよ。

演習 3

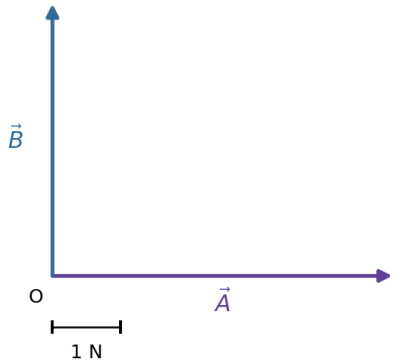

図 14　共通の始点から描いた 2 本のベクトル

共通の始点 O から、$\vec{A}$ は右向き 5 N、$\vec{B}$ は上向き 4 N である。

(1) $\vec{A}+\vec{B}$ の大きさと向きを答えよ。　(2) $\vec{A}-\vec{B}$ の大きさと向きを答えよ。

©ミライコーチング

演習 4

あるベクトル $\vec{C}$ の成分の値が

$$C_x = -6\,\mathrm{N}, \qquad C_y = 8\,\mathrm{N}$$

である。

(1) $\vec{C}$ は第何象限の向きにあるか。　(2) $\vec{C}$ の大きさ $|\vec{C}|$ を求めよ。　(3) 成分ベクトル $\vec{C}_x, \vec{C}_y$ の向きを答えよ。

演習 5

大きさが 12 N で、正の x 軸から反時計回りに 60° の向きのベクトル $\vec{D}$ を考える。

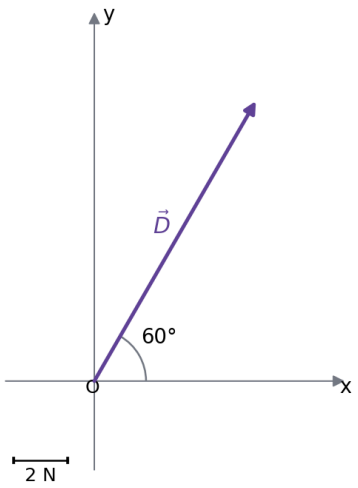

図 15　正の x 軸から 60°の向き

(1) x 成分の値 D_x を求めよ。　(2) y 成分の値 D_y を求めよ。　(3) 成分ベクトル $\vec{D}_x, \vec{D}_y$ の向きを答えよ。

ただし、

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}, \qquad \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

を用いてよい。

演習 6

大きさが 10 N で、負の x 軸から上向きに 30° の向きのベクトル $\vec{E}$ を考える。

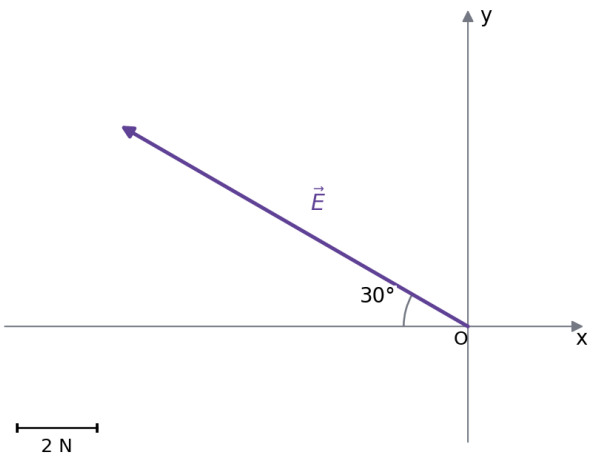

図 16　負の x 軸から上側へ 30°の向き

(1) x 成分の値 E_x を求めよ。　(2) y 成分の値 E_y を求めよ。　(3) E_x が負、E_y が正になる理由を説明せよ。

ただし、

$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}, \qquad \sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

を用いてよい。

演習問題の解答・解説

解答 1

1. 質量 2 kg：スカラー量
2. 時間 8 s：スカラー量
3. 右向き 4 N の力：ベクトル量
4. 左向き 1 N の力：ベクトル量
5. 力の大きさ 6 N：スカラー量

スカラー量は向きを持たず、数値と単位で表す量である。必要なら数値に正負の符号が付くことはあるが、その符号は方向そのものを表すものではない。

ベクトル量は、大きさと向きがそろって初めて定まる。したがって、「6 N の力」という表現だけでは、どちら向きに働く力かが分からないので情報が足りない。例えば「右向き 6 N の力」のように、向きまで示す必要がある。

解答 2

(1) 等しいベクトルの組は $\vec{P}$ と $\vec{Q}$ である。

どちらも右向き 2 N であり、大きさと向きが一致している。

(2) 反対ベクトルの組は $\vec{P}$ と $\vec{R}$、または $\vec{Q}$ と $\vec{R}$ である。

$\vec{R}$ は左向き 2 N であり、$\vec{P}, \vec{Q}$ と大きさが等しく向きが反対である。

(3) $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$ である。

右向き 2 N と左向き 2 N が打ち消し合うからである。

(4) $\vec{P} - \vec{P} = \vec{0}$ である。

差は逆向きのベクトルを加えることなので、

$$\vec{P} - \vec{P} = \vec{P} + \left(-\vec{P}\right) = \vec{0}$$

である。

(5) $\vec{P}$ と $\vec{S}$ が等しくない理由は、大きさが異なるからである。

どちらも右向きではあるが、$\vec{P}$ は 2 N、$\vec{S}$ は 3 N なので、等しいベクトルではない。

解答 3

(1) $\vec{A} + \vec{B}$ の成分は

- x 成分：5 N
- y 成分：4 N

である。

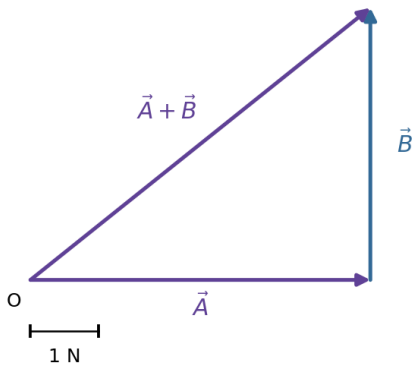

図 17　頭尾接続で求めた和

したがって、大きさは

$$|\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{5^2 + 4^2} = \sqrt{41}\,\mathrm{N}$$

である。向きは、右へ 5、上へ 4 の比で進む右上向きである。

(2) $\vec{A}-\vec{B}$ は

$$\vec{A}+\left(-\vec{B}\right)$$

である。$-\vec{B}$ は下向き 4 N であるから、成分は

- x 成分：5 N
- y 成分：-4 N

となる。

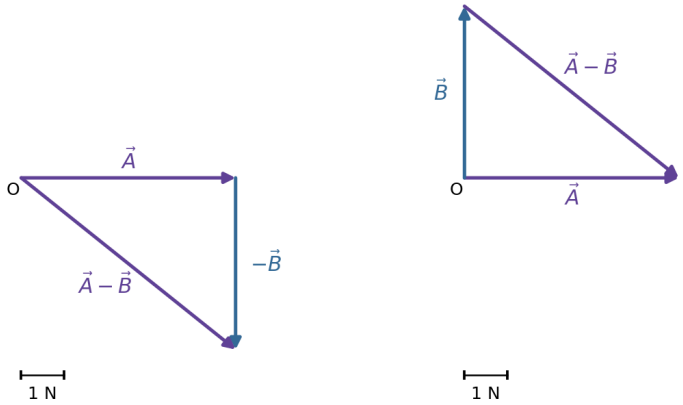

図 18　左：頭尾接続。右：共通始点からの先端差

したがって、大きさは

$$|\vec{A}-\vec{B}|=\sqrt{5^2+(-4)^2}=\sqrt{41}\,\mathrm{N}$$

である。向きは、右へ 5、下へ 4 の比で進む右下向きである。

また、$\vec{A}$ と $\vec{B}$ が共通の始点をもつので、$\vec{B}$ の先端から $\vec{A}$ の先端へ向かう矢印も $\vec{A}-\vec{B}$ を表す。

解答 4

(1) $C_x=-6$ N、$C_y=8$ N であるから、左向き成分と上向き成分をもつ。したがって、$\vec{C}$ は第 2 象限の向きにある。

(2) 大きさは三平方の定理より

$$|\vec{C}|=\sqrt{(-6)^2+8^2}=\sqrt{36+64}=10\,\mathrm{N}$$

である。

(3) 成分ベクトル $\vec{C}_x$ は左向き、成分ベクトル $\vec{C}_y$ は上向きである。

ここで、$C_x=-6$ N というのは符号付きの数値であり、成分ベクトルそのものではない。成分ベクトル $\vec{C}_x$ の大きさは 6 N で、向きが左である。

解答 5

$\vec{D}$ は第 1 象限にあるので、そのまま

$$D_x = |\vec{D}|\cos 60^\circ, \qquad D_y = |\vec{D}|\sin 60^\circ$$

とできる。

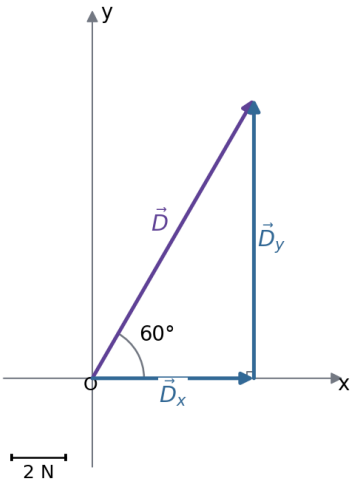

図 19　横と縦の成分ベクトル

(1)

$$D_x = 12 \times \frac{1}{2} = 6\,\mathrm{N}$$

である。

(2)

$$D_y = 12 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}\,\mathrm{N}$$

である。

(3) 成分ベクトル $\vec{D}_x$ は右向き、$\vec{D}_y$ は上向きである。
第 1 象限のベクトルなので、x 成分も y 成分も正である。

解答 6

$\vec{E}$ は第 2 象限にある。そこで、負の x 軸とのなす鋭角 30° を基準角として使う。

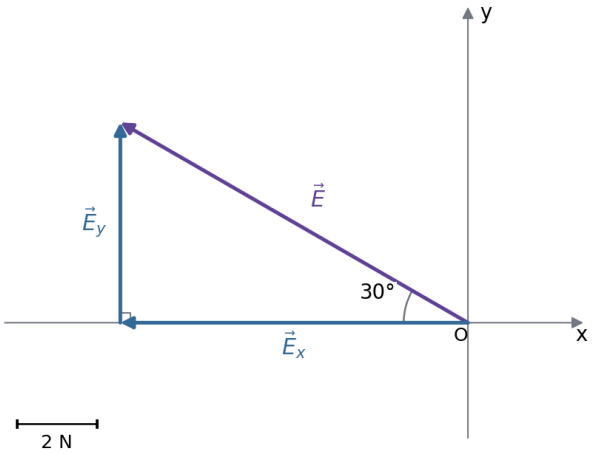

図 20　左向きと上向きの成分ベクトル

まず成分の大きさを求めると、

$$|E_x| = |\vec{E}|\cos 30^\circ = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}\,\mathrm{N}$$

$$|E_y| = |\vec{E}|\sin 30^\circ = 10 \times \frac{1}{2} = 5\,\mathrm{N}$$

である。

(1) x 成分は左向きなので、

$$E_x = -5\sqrt{3}\,\mathrm{N}$$

である。

(2) y 成分は上向きなので、

$$E_y = 5\,\mathrm{N}$$

である。

(3) E_x が負、E_y が正になる理由は、$\vec{E}$ が第 2 象限にあり、左向き成分と上向き成分をもつからである。

このように、第 2 象限では、まず鋭角で成分の大きさを求め、そのあと向きから符号を決める。