第 005 講 移動距離と変位を区別する

この講でできるようになること

- 基準点と正方向を決め、物体の位置とその変化を数値や矢印で表すことができる。
- 実際に通った経路の長さである移動距離と、始点から終点への位置の変化である変位を区別できる。
- 折返しや往復を含む移動について、移動距離・変位・変位の大きさを求め、それぞれの意味を説明できる。
- 平面上の移動について、変位の成分と大きさを求め、経路が異なる場合でも始点と終点が同じなら変位は同じになることを説明できる。

1. 同じ場所に着いても、同じ距離を移動したとは限らない

自宅から公園へ向かう場面を考える。自宅から公園までまっすぐ歩く人と、途中で別の道へ寄り道する人がいたとする。

2 人は同じ場所から出発し、同じ公園に到着した。しかし、実際に歩いた道の長さは異なることがある。

ここには、運動を表すための 2 つの異なる見方がある。

- **どの道を通り、合計でどれだけ移動したか。**
- **最初の場所から最後の場所へ、どちらの向きにどれだけ位置が変わったか。**

前者を表すのが**移動距離**、後者を表すのが**変位**である。

移動を考える 2 つの視点

移動距離は、物体が実際にたどった経路の長さを表す。

変位は、移動の始点から終点への位置の変化を表す向きのある量である。

移動距離には経路が必要であり、変位には始点と終点が必要である。

この違いを数値で表すために、まず物体の位置の決め方を考える。

2. 位置を表すには基準点と正方向が必要である

2.1 位置とは何か

道路上に立っている人の場所を「右に 3 m」と表しても、どこから見て右なのかが決まっていなければ、位置は特定できない。

そこで、位置を数値で表すために、次の 2 つを決める。

1. **基準点**：位置を測る出発点となる場所
2. **正方向**：数値が増える向き

一直線上の運動では、基準点を O とし、そこを位置 0 m とする。道路の東向きを正方向と決めれば、西向きは負方向となる。

基準点から東へ 3 m の位置は $+3\,\mathrm{m}$、西へ 2 m の位置は $-2\,\mathrm{m}$ と表せる。

このように、一直線上で正負の符号を使って表した位置を x と書くことにする。

一直線上の位置

位置 x は、決めた基準点と正方向に対して、物体がどこにあるかを表す量である。

東向きを正とする場合、$x = +3\,\mathrm{m}$ は基準点から東へ 3 m、$x = -2\,\mathrm{m}$ は基準点から西へ 2 m の位置を意味する。

次の数直線では、基準点を O、東向きを正としている。点 A と点 B は、それぞれ位置 $-2\,\mathrm{m}$ と $+5\,\mathrm{m}$ にある。



図 1　東向きを正とした位置の数直線。目盛の単位は m

ここで、数直線の目盛は位置を表している。点 A の位置が負であっても、長さそのものが負であるわけではない。

2.2 位置の変化を引き算で求める

物体が点 A から点 B へ移動したとする。

最初の位置を x_{A}、最後の位置を x_{B} とすると、位置の変化は「最後の位置 − 最初の位置」で求められる。

この位置の変化を、一直線上では Δx と表す。記号 Δ は、ある量の変化分を表す記号である。

$$\Delta x = x_{\mathrm{B}} - x_{\mathrm{A}}$$

先ほどの図では、$x_{\mathrm{A}} = -2\,\mathrm{m}$、$x_{\mathrm{B}} = +5\,\mathrm{m}$ である。この位置の差から、変位は次のように求められる。

$$\begin{aligned}\Delta x &= 5 - (-2) \\ &= +7\,\mathrm{m}\end{aligned}$$

これは、最初の位置から最後の位置へ、東向きに 7 m だけ位置が変わったという意味である。

反対に点 B から点 A へ移動した場合の変位は、次のように求められる。

$$\begin{aligned}\Delta x &= -2 - 5 \\ &= -7\,\mathrm{m}\end{aligned}$$

同じ 2 点の間でも、どちらからどちらへ移動するかによって、位置の変化の符号は逆になる。

正方向は途中で変えない

位置を引き算するときは、最初の位置と最後の位置を同じ基準点・同じ正方向で表す必要がある。

途中で基準点や正方向を変えた数値を、そのまま引き算してはならない。

3. 移動距離と変位の定義

3.1 移動距離は通った道筋の長さ

ある人が東へ 6 m 歩き、その後、西へ 4 m 歩いたとする。

最初の移動では 6 m、次の移動では 4 m の道を実際に通っている。

したがって、合計で歩いた道の長さは次のように求められる。

$$6 + 4 = 10\,\mathrm{m}$$

この 10 m が移動距離である。

移動距離

移動距離は、物体が実際に通った経路に沿った長さの合計である。

移動距離を s と表すと、各区間で通った道の長さが $s_1, s_2, \ldots$ で与えられている場合、移動距離は次の和で求められる。

$$s = s_1 + s_2 + \cdots$$

経路の長さを足し合わせるため、移動距離は 0 以上の値をとる。

進む向きが途中で変わっても、通った道の長さは消えない。反対向きに歩いたからといって、それまでに歩いた距離を引くわけではない。

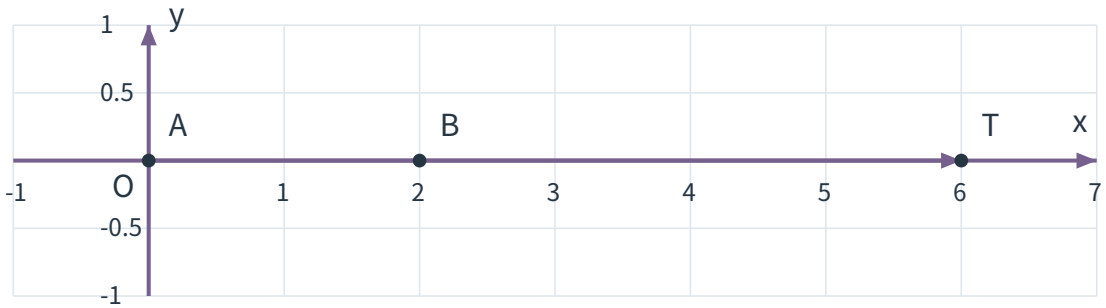
3.2 変位は始点から終点への矢印

同じ移動について、今度は最初と最後の位置だけに注目する。

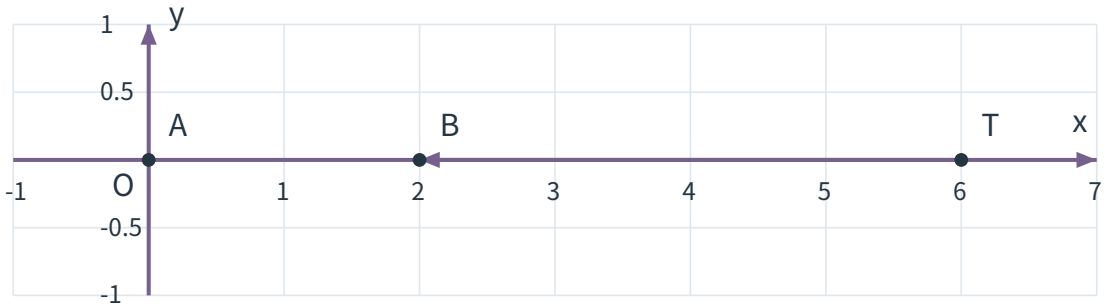
基準点を出発した位置とし、東向きを正方向にとる。人は位置 0 m から東へ 6 m 進み、位置 +6 m に到着する。その後、西へ 4 m 戻り、位置 +2 m で止まる。

この移動を、実際の移動順に分けて図示する。

最初は、出発点 A から折返し点 T まで東へ進む。



次に、折返し点 T から終点 B まで西へ戻る。

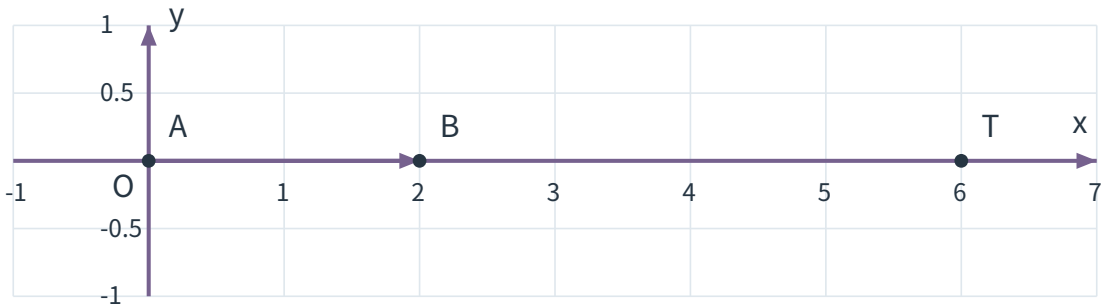


いずれの図も同じ基準点・正方向・座標目盛を用いている。図の縦方向には物体は移動しておらず、運動は横方向の一直線上である。

最初の位置は $x_{\mathrm{A}} = 0\,\mathrm{m}$、最後の位置は $x_{\mathrm{B}} = +2\,\mathrm{m}$ である。この位置の差から、変位は次のように求められる。

$$\begin{aligned}\Delta x &= x_{\mathrm{B}} - x_{\mathrm{A}} \\ &= 2 - 0 \\ &= +2\,\mathrm{m}\end{aligned}$$

始点 A から終点 B への位置の変化だけを矢印で表すと、次のようになる。



この矢印は、実際に歩いた道筋を表しているのではない。**途中の折返しを考えず、始点から終点へどれだけ位置が変わったか**を表している。

変位

変位は、物体の始点から終点への位置の変化を表すベクトルである。

一直線上では、正方向を決めることで変位を符号付きの数値 Δx で表せる。

$$\Delta x = x_{\text{終}} - x_{\text{始}}$$

変位は正・負・0 のいずれにもなり、符号は決めた正方向に対する向きを表す。

3.3 変位と変位の大きさ

変位が $-4\,\mathrm{m}$ である場合、これは負方向へ $4\,\mathrm{m}$ だけ位置が変わったことを意味する。

一方、変位の**大きさ**は、向きを取り除いた長さである。一直線上では、変位の数値の絶対値で求められる。

$$\text{変位の大きさ} = |\,\Delta x\,|$$

例えば、変位が $\Delta x = -4\,\mathrm{m}$ なら、変位の大きさは $4\,\mathrm{m}$ である。

ここで、移動距離と変位の大きさはどちらも単位が m の非負の値であるが、意味は異なる。

量	何を表すか	向きの情報	とり得る値
移動距離 s	実際に通った経路の長さ	ない	0 以上
一直線上の変位 Δx	始点から終点への位置の変化	正負の符号で表す	正・負・0
変位の大きさ	始点と終点の間の直線的な隔たり	ない	0 以上

先ほどの折返しを含む移動では、それぞれ次の値になる。

- 移動距離：$10\,\mathrm{m}$
- 変位：$+2\,\mathrm{m}$
- 変位の大きさ：$2\,\mathrm{m}$

移動距離と変位の大きさが一致するのは、一直線上で途中の折返しをせず、始点から終点まで一方向に進む場合などである。

折返しを含む移動の判断

移動距離を求めるときは、移動の各区間で実際に通った長さを足す。

変位を求めるときは、途中の移動をたどり直す必要はなく、最後の位置から最初の位置を引く。

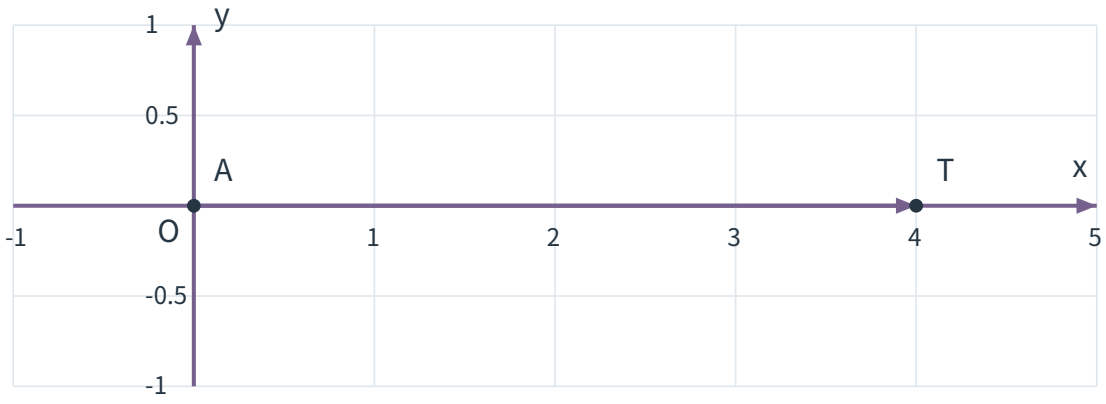
この 2 つの計算を混同しないことが重要である。

4. 出発点に戻ると、変位は 0 になる

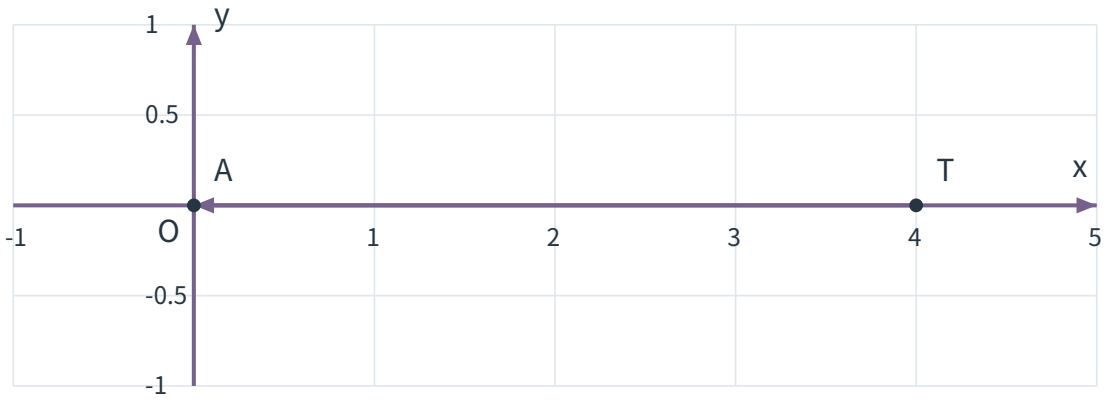
出発点から東へ $4\,\mathrm{m}$ 歩き、同じ道を西へ $4\,\mathrm{m}$ 戻る場合を考える。

東向きを正とし、出発点 A を位置 $0\,\mathrm{m}$、折返し点 T を位置 $+4\,\mathrm{m}$ とする。

往路は A から T への移動である。



復路は同じ道を逆向きに進む移動である。



この人は往復で合計 8 m 歩いている。移動距離は往路と復路の長さの和で求められる。

$$s = 4 + 4 = 8\,\mathrm{m}$$

しかし、最初の位置も最後の位置も 0 m である。

$$\Delta x = 0 - 0 = 0\,\mathrm{m}$$

したがって、変位は 0 となる。

変位 0 は、動かなかったという意味ではない

変位が 0 であることから分かるのは、最初と最後の位置が同じということだけである。

途中でどれだけ移動したかは、変位が 0 という情報だけでは判断できない。

また、変位が 0 の場合、変位ベクトルの向きは定まらない。東向きや西向きなどの向きを無理に割り当てない。

5. 同じ始点と終点でも、経路が違えば移動距離は変わる

5.1 2 つの道順を比較する

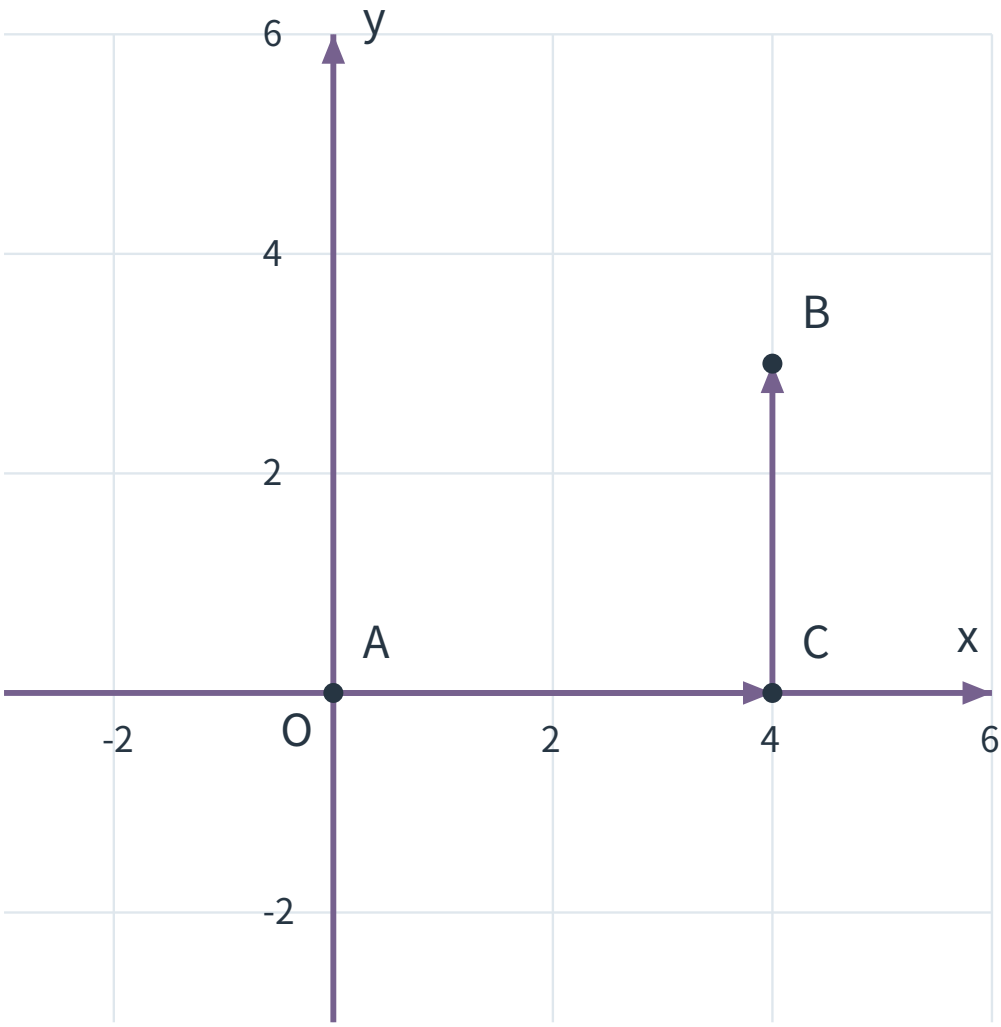
平面上の道を移動する場合を考える。

基準点 O を $(0,0)$ とし、東向きを x 軸の正方向、北向きを y 軸の正方向とする。座標の 1 目盛を $1\,\mathrm{m}$ とし、同じ対象を表す点の位置を追跡する。

始点 A を $(0,0)$、終点 B を $(4,3)$ とする。

最初の経路では、点 A から東へ $4\,\mathrm{m}$ 進み、その後、北へ $3\,\mathrm{m}$ 進んで点 B に到着する。

経由点を $C=(4,0)$ とすると、この経路は $A \to C \to B$ である。

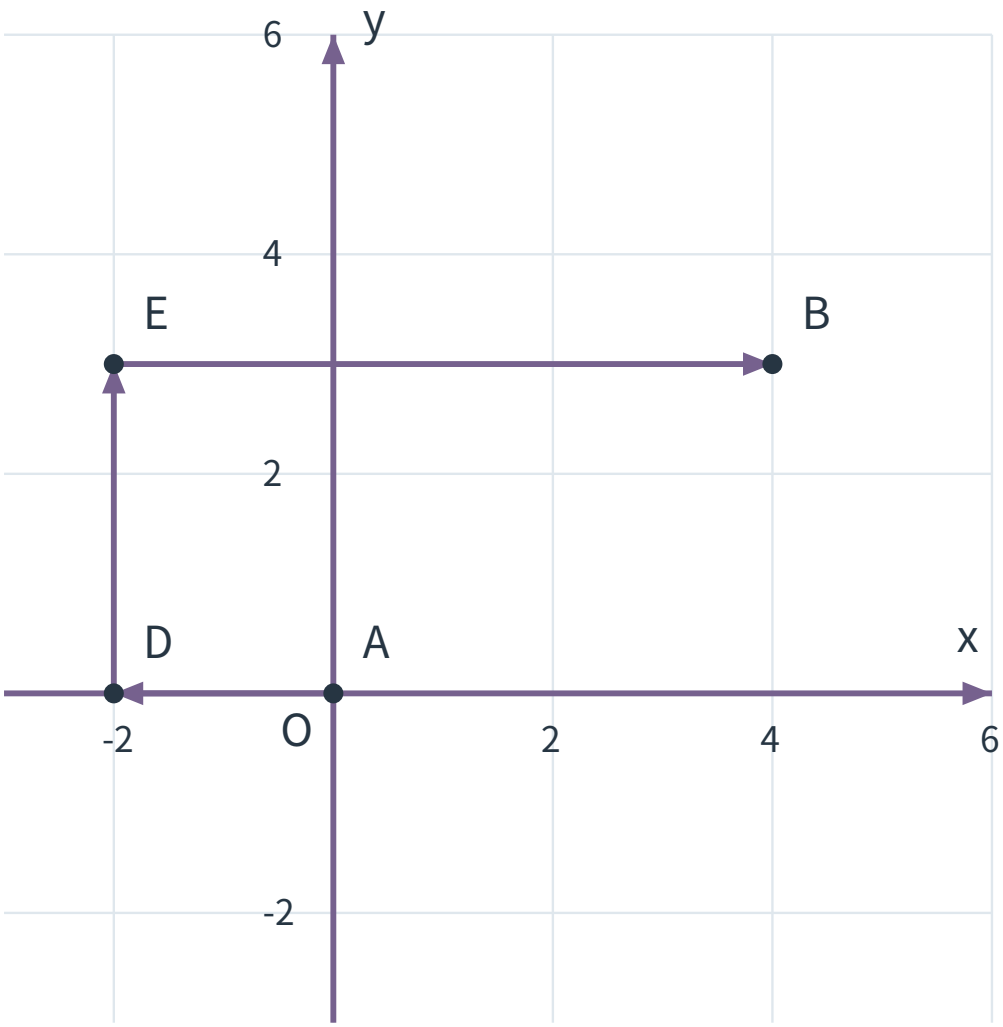


この経路の移動距離は次のように求められる。

$$s_1 = 4 + 3 = 7\,\mathrm{m}$$

別の経路では、点 A から西へ $2\,\mathrm{m}$、北へ $3\,\mathrm{m}$、東へ $6\,\mathrm{m}$ 進む。

経由点を $D=(-2,0)$、$E=(-2,3)$ とすると、$A \to D \to E \to B$ となる。



この経路の移動距離は次のように求められる。

$$s_2 = 2 + 3 + 6 = 11\,\mathrm{m}$$

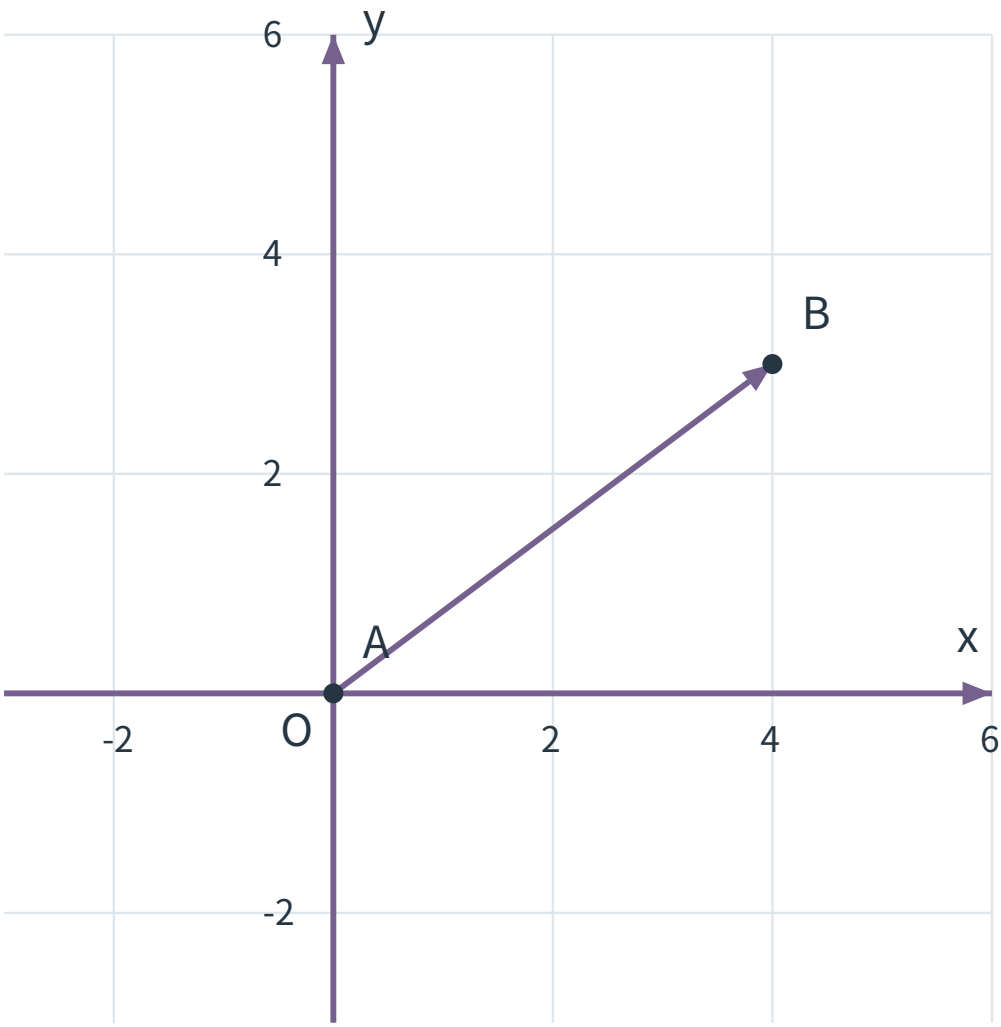
2 つの経路では、移動距離が $7\,\mathrm{m}$ と $11\,\mathrm{m}$ で異なる。

5.2 始点から終点への変位は共通である

どちらの経路でも、最初の位置は $A = (0, 0)$、最後の位置は $B = (4, 3)$ である。

移動の途中でどこを通ったかに関係なく、始点から終点への変位は同じになる。

変位を矢印で表すと、次のようになる。



点 A から点 B への変位は、東向きに $4\,\mathrm{m}$、北向きに $3\,\mathrm{m}$ の成分を持つ。

この変位の大きさは、直角三角形の斜辺の長さとして求められる。

$$\sqrt{4^2 + 3^2} = 5\,\mathrm{m}$$

したがって、比較結果は次のようになる。

比較する量	経路 1	経路 2
移動距離	$7\,\mathrm{m}$	$11\,\mathrm{m}$
変位の東西方向の成分	$+4\,\mathrm{m}$	$+4\,\mathrm{m}$
変位の南北方向の成分	$+3\,\mathrm{m}$	$+3\,\mathrm{m}$
変位の大きさ	$5\,\mathrm{m}$	$5\,\mathrm{m}$

移動距離は異なるが、変位は向きも大きさも等しい。

このように、変位を考えるときは実際に通った道の形を取り除き、始点と終点の位置関係だけに注目する。

経路が変わったときに何が変わるか

同じ基準系で始点と終点を固定した場合、経路が変わっても変位は変わらない。

一方、移動距離は通った経路によって変化する。

また、移動距離は変位の大きさより小さくならない。始点から終点を直線で結ぶ長さよりも、実際の経路の長さが短くなることはないためである。

6. 平面上の変位を成分で表す

6.1 東西方向と南北方向に分ける

平面上の位置の変化は、互いに直角な 2 方向の成分に分けて表すことができる。

そこで、位置を横方向と縦方向に分けて表す。

- x 座標：東西方向の位置
- y 座標：南北方向の位置

ここでは東向きと北向きをそれぞれ正方向とする。

始点を $A = (x_{\mathrm{A}}, y_{\mathrm{A}})$、終点を $B = (x_{\mathrm{B}}, y_{\mathrm{B}})$ とすると、変位の各成分は、

$$\Delta x = x_{\mathrm{B}} - x_{\mathrm{A}}$$

$$\Delta y = y_{\mathrm{B}} - y_{\mathrm{A}}$$

で求められる。

変位は、始点から終点へ向かう 1 本のベクトルであり、その横方向の成分が Δx、縦方向の成分が Δy である。

6.2 変位の大きさ

横方向と縦方向は直角に交わるので、変位の大きさは三平方の定理で求められる。

$$|\,\Delta\vec{r}\,| = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$$

ここで、$\Delta\vec{r}$ は平面上の変位ベクトル、$|\,\Delta\vec{r}\,|$ はその大きさを表す。

この式は、実際に曲がって進んだ道の長さを求める式ではない。始点と終点を直線で結んだときの長さを求める式である。

なお、曲線の道を通る場合、経路の長さを求めるためには道の形や長さに関する別の情報が必要になる。この講では、曲線の長さが必要な場合は問題の条件として与える。

7. 例題

例題 1｜折返しを含む一直線上の移動

一直線の道路上で、東向きを正方向とし、位置の単位を m とする。

ある人は位置 $x = +5\,\mathrm{m}$ の点 A から出発し、西へ進んで位置 $x = -2\,\mathrm{m}$ の点 T に到着した。その後、東へ折り返し、位置 $x = +1\,\mathrm{m}$ の点 B に到着した。

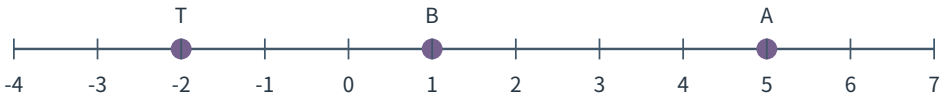


図 10　点 A・折返し点 T・終点 B の位置。目盛の単位は m

(1) 点 A から点 T までの移動距離を求めよ。

(2) 点 T から点 B までの移動距離を求めよ。

(3) 全体の移動距離を求めよ。

(4) 点 A から点 B までの変位と、その大きさを求めよ。

解答・解説

(1) 点 A の位置は $+5\,\mathrm{m}$、点 T の位置は $-2\,\mathrm{m}$ である。

この区間は西向きに進んでいるが、移動距離には負の符号を付けない。

$$5 - (-2) = 7\,\mathrm{m}$$

よって、移動距離は $7\,\mathrm{m}$ である。

(2) 点 T から点 B までは東向きに進む。

$$1 - (-2) = 3\,\mathrm{m}$$

よって、移動距離は $3\,\mathrm{m}$ である。

(3) 折返しの前後で実際に進んだ長さを足す。

$$s = 7 + 3 = 10\,\mathrm{m}$$

よって、全体の移動距離は $10\,\mathrm{m}$ である。

©ミライコーチング

(4) 変位には途中の折返し点を使う必要はない。

最初の位置は $+5\,\mathrm{m}$、最後の位置は $+1\,\mathrm{m}$ なので、

$$\begin{aligned}\Delta x &= 1 - 5 \\ &= -4\,\mathrm{m}\end{aligned}$$

したがって、変位は $-4\,\mathrm{m}$、つまり西向きに $4\,\mathrm{m}$ である。

変位の大きさは $4\,\mathrm{m}$ となる。

計算の前に確認すること

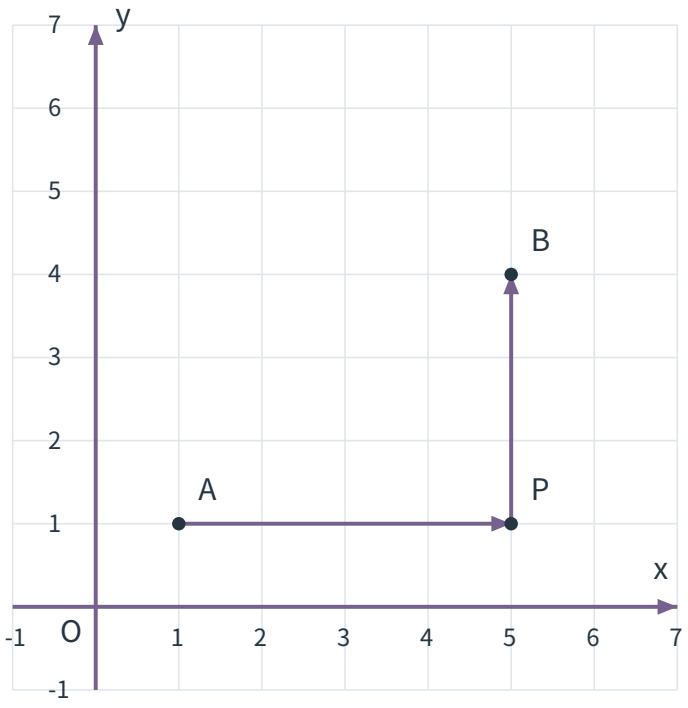
移動距離を求める場合は、途中で進む向きが変わっていないかを確認する。

変位を求める場合は、まず始点と終点を確定し、「終点 − 始点」を計算する。

例題 2｜平面上の直角に曲がる移動

ある人が平面上で、点 $A = (1, 1)$ から東へ $4\,\mathrm{m}$ 進み、点 $P = (5, 1)$ に到着した。その後、北へ $3\,\mathrm{m}$ 進み、点 $B = (5, 4)$ に到着した。

座標は東向きを x 軸の正方向、北向きを y 軸の正方向とし、1 目盛を $1\,\mathrm{m}$ とする。



(1) 移動距離を求めよ。

(2) 点 A から点 B への変位の x 成分と y 成分を求めよ。

(3) 変位の大きさを求めよ。

解答・解説

(1) 東へ 4 m、北へ 3 m 進んでいる。移動距離は実際に通った 2 区間の長さの合計である。

$$s = 4 + 3 = 7\,\mathrm{m}$$

よって、移動距離は 7 m である。

(2) 変位は始点 A から終点 B への位置の変化である。

x 成分は、

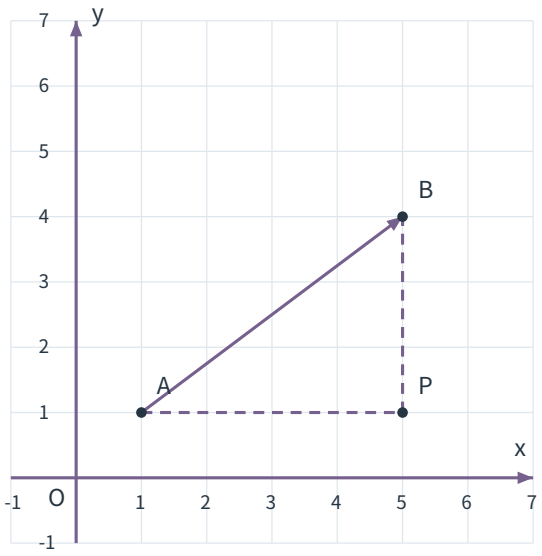
$$\Delta x = 5 - 1 = +4\,\mathrm{m}$$

y 成分は次のように求められる。

$$\Delta y = 4 - 1 = +3\,\mathrm{m}$$

したがって、変位は東向きに 4 m、北向きに 3 m の成分を持つ。

(3) 始点 A から終点 B への変位を 1 本の矢印で表す。



横方向の長さが 4 m、縦方向の長さが 3 m の直角三角形ができる。

三平方の定理より、

$$\begin{aligned} |\,\Delta\vec{r}\,| &= \sqrt{4^2 + 3^2} \\ &= \sqrt{16 + 9} \\ &= 5\,\mathrm{m} \end{aligned}$$

よって、変位の大きさは 5 m である。

実際に通った道は直角に曲がっているため、その長さは 7 m である。一方、変位の大きさは始点と終点を直線で結んだ 5 m である。

演習問題

演習 1｜負方向へ移動して終わる場合

一直線の道路上で、東向きを正方向とする。

ある人は位置 $x = -1\,\mathrm{m}$ の点 A から東へ進み、位置 $x = +4\,\mathrm{m}$ の点 T に到着した。その後、西へ折り返し、位置 $x = -3\,\mathrm{m}$ の点 B で止まった。

(1) 点 A から点 T までと、点 T から点 B までの移動距離をそれぞれ求めよ。

(2) 全体の移動距離を求めよ。

(3) 点 A から点 B までの変位を符号付きで求めよ。また、その大きさを求めよ。

(4) 「西へ移動して終わったので、移動距離は負になる」という説明が正しいかどうか、理由とともに答えよ。

演習 2｜出発点に戻る移動

東向きを正方向とした一直線上で、位置 $x = +2\,\mathrm{m}$ の点 A から出発した人が、位置 $x = -4\,\mathrm{m}$ の点 T まで進み、同じ道を戻って点 A に到着した。

(1) 往路と復路の移動距離をそれぞれ求めよ。

(2) 全体の移動距離を求めよ。

(3) 全体の変位とその大きさを求めよ。

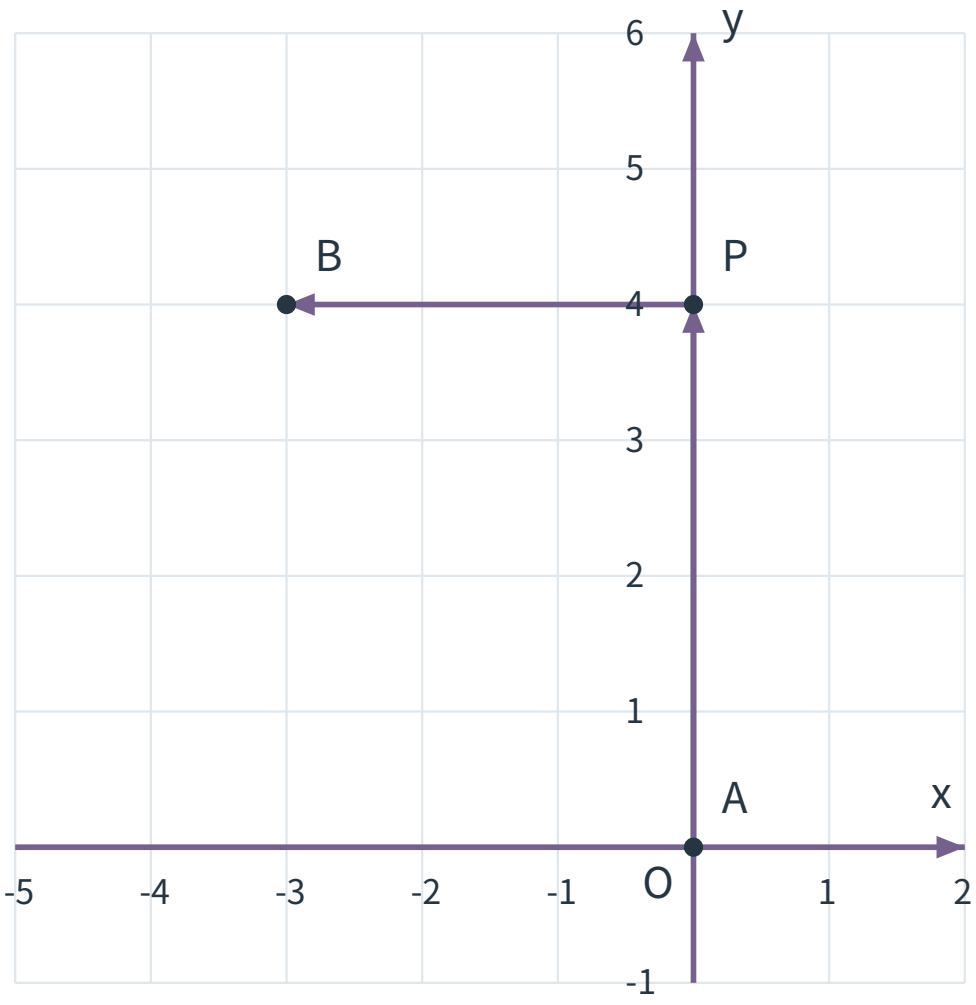
(4) この移動と、「点 A から一度も動かなかった場合」とを比較し、移動距離と変位について共通点と相違点を説明せよ。

©ミライコーチング

演習 3｜平面上の移動距離と変位

ある人は平面上の点 $A=(0,0)$ から、北へ $4\,\mathrm{m}$ 進んで点 $P=(0,4)$ に到着した。その後、西へ $3\,\mathrm{m}$ 進み、点 $B=(-3,4)$ に到着した。

座標は東向きを x 軸の正方向、北向きを y 軸の正方向とし、1 目盛を $1\,\mathrm{m}$ とする。



(1) 移動距離を求めよ。

(2) 点 A から点 B への変位の x 成分と y 成分を、それぞれ符号付きで求めよ。

(3) 変位の大きさを求めよ。

(4) 実際に通った経路の長さと、変位の大きさが異なる理由を説明せよ。

演習 4｜同じ始点と終点を結ぶ 2 つの道

公園内に、点 A から点 B へ向かう 2 つの道がある。

点 A は座標 $(0,0)$、点 B は座標 $(6,0)$ にあり、東向きを x 軸の正方向、北向きを y 軸の正方向とする。座標の単位は m である。

道 1 は点 A と点 B を結ぶまっすぐな道で、その長さは 6 m である。

道 2 は途中で曲がりながら進む道で、**経路に沿って測った長さは** 9 m である。道 2 について、この長さは条件として与えられたものとし、曲線の長さの計算は必要ない。

どちらの道も、始点は点 A、終点は点 B である。

(1) 道 1 と道 2 の移動距離をそれぞれ答えよ。

(2) 道 1 と道 2 の変位の x 成分と y 成分を、それぞれ求めよ。

(3) 道 1 と道 2 の変位の大きさを、それぞれ求めよ。

(4) 道 2 の移動距離が道 1 より長いにもかかわらず、2 つの変位が等しくなる理由を説明せよ。

演習 5｜始点と終点だけから分かること

一直線の道路上で東向きを正方向とし、基準点を位置 0 m とする。

2 人の生徒が同じ位置 $x = 0\,\mathrm{m}$ から出発し、どちらも最終的に位置 $x = +4\,\mathrm{m}$ に到着した。

生徒 A は、途中で折り返さず、一直線に東へ進んだ。

生徒 B は、最初に東へ進み、位置 $x = +7\,\mathrm{m}$ に到着してから西へ折り返し、位置 $x = +4\,\mathrm{m}$ で止まった。

(1) 生徒 A と生徒 B の移動距離をそれぞれ求めよ。

(2) 生徒 A と生徒 B の変位をそれぞれ求めよ。

(3) 「始点と終点の位置だけ分かれば、移動距離も必ず求められる」という主張が正しいかどうか、理由とともに説明せよ。

(4) 始点と終点が同じ 2 つの移動について、変位が等しくなるために、途中の経路も等しい必要があるか。理由とともに答えよ。

©ミライコーチング

演習問題の解答・解説

解答 1｜負方向へ移動して終わる場合

(1) 点 A の位置は $-1\,\mathrm{m}$、点 T の位置は $+4\,\mathrm{m}$ である。
東向きに進んだ長さは次のように求められる。

$$4-(-1)=5\,\mathrm{m}$$

点 T から点 B へは西向きに進むが、移動距離は正の長さである。

$$4-(-3)=7\,\mathrm{m}$$

よって、$A\to T$ の移動距離は $5\,\mathrm{m}$、$T\to B$ の移動距離は $7\,\mathrm{m}$ である。

(2) 全体の移動距離は各区間の長さの和である。

$$s=5+7=12\,\mathrm{m}$$

答えは $12\,\mathrm{m}$ である。

(3) 変位を求めるときは、始点 A と終点 B の位置だけを使う。

$$\begin{aligned}\Delta x&=x_{\mathrm{B}}-x_{\mathrm{A}}\\&=-3-(-1)\\&=-2\,\mathrm{m}\end{aligned}$$

変位は $-2\,\mathrm{m}$、すなわち西向きに $2\,\mathrm{m}$ である。
変位の大きさは次のように求められる。

$$|\,\Delta x\,|=2\,\mathrm{m}$$

(4) 正しくない。
移動距離は実際に通った経路の長さなので、移動の向きに関係なく 0 以上となる。
負の符号を使って向きを表すのは、正方向を定めた一直線上の変位である。
今回の全体の移動距離は $12\,\mathrm{m}$、変位は $-2\,\mathrm{m}$ であり、同じ量ではない。

解答 2｜出発点に戻る移動

(1) 点 A の位置は $+2\,\mathrm{m}$、点 T の位置は $-4\,\mathrm{m}$ である。

往路で通った長さは次のように求められる。

$$2-(-4)=6\,\mathrm{m}$$

復路では同じ道を反対向きに進むため、通った長さは同じく $6\,\mathrm{m}$ である。

(2) 往復の移動距離は次のように求められる。

$$s=6+6=12\,\mathrm{m}$$

答えは $12\,\mathrm{m}$ である。

(3) 最初の位置も最後の位置も $+2\,\mathrm{m}$ である。

$$\begin{aligned}\Delta x&=2-2\\&=0\,\mathrm{m}\end{aligned}$$

したがって、変位は $0\,\mathrm{m}$、変位の大きさも $0\,\mathrm{m}$ である。

(4) 共通点は、どちらも始点と終点が同じであり、変位が 0 となることである。

相違点は、往復した場合には $12\,\mathrm{m}$ の移動距離があるのに対し、一度も動かなかった場合の移動距離は $0\,\mathrm{m}$ となることである。

変位が 0 であることだけでは、途中で移動したかどうかは判断できない。

解答 3｜平面上の移動距離と変位

(1) 点 A から点 P まで北へ $4\,\mathrm{m}$、点 P から点 B まで西へ $3\,\mathrm{m}$ 進んでいる。

したがって、移動距離は次のように求められる。

$$s=4+3=7\,\mathrm{m}$$

移動距離は $7\,\mathrm{m}$ である。

(2) 始点は $A=(0,0)$、終点は $B=(-3,4)$ である。

x 成分は次のように求められる。

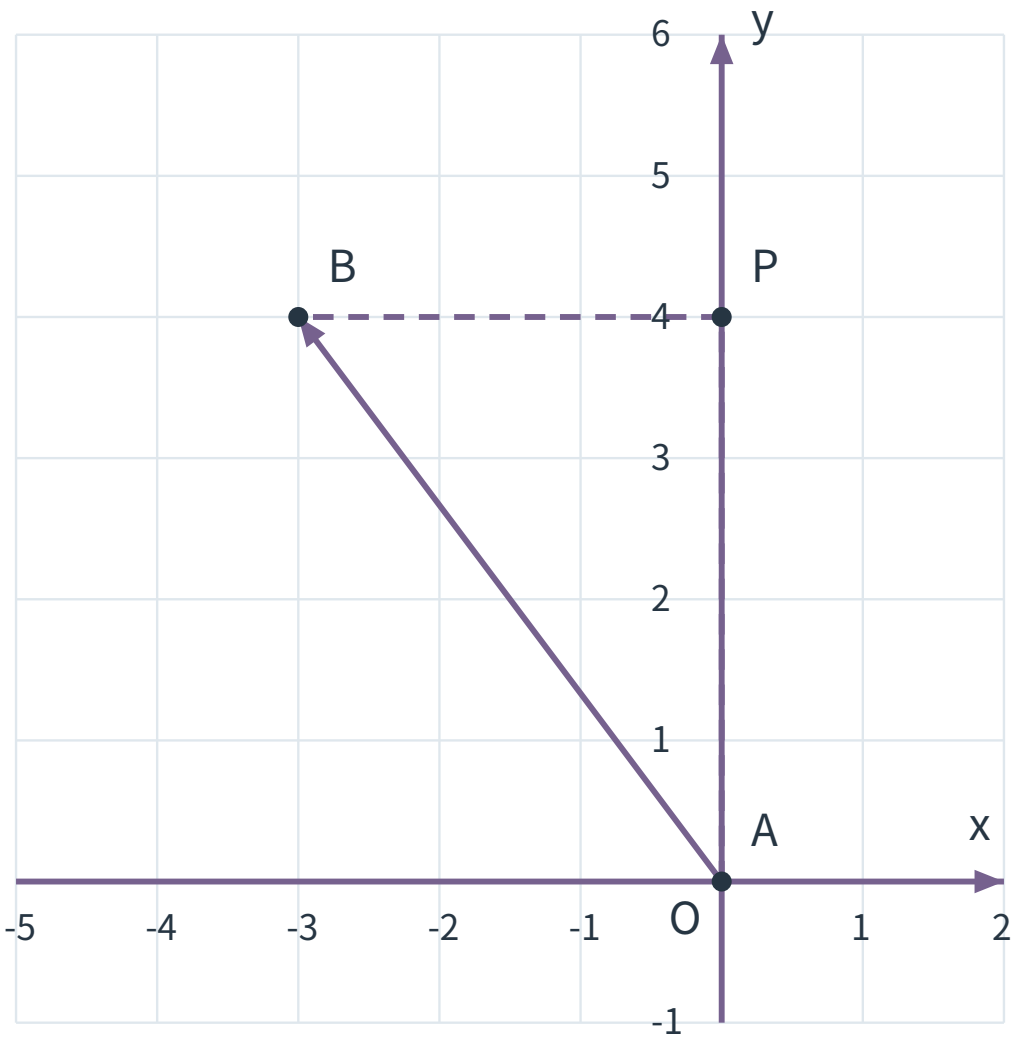
$$\Delta x=-3-0=-3\,\mathrm{m}$$

y 成分は次のように求められる。

$$\Delta y=4-0=+4\,\mathrm{m}$$

変位は西向きに $3\,\mathrm{m}$、北向きに $4\,\mathrm{m}$ の成分を持つ。

(3) 始点 A から終点 B への変位を矢印で表すと、次のようになる。



変位の大きさは次のように求められる。

$$\begin{aligned} |\,\Delta\vec{r}\,| &= \sqrt{(-3)^2+4^2} \\ &= \sqrt{9+16} \\ &= 5\,\mathrm{m} \end{aligned}$$

よって、変位の大きさは 5 m である。

(4) 実際の経路では、北へ進んだ後に西へ曲がっている。

移動距離はこの 2 区間を合わせた 7 m である。一方、変位の大きさは始点 A と終点 B を直接結ぶ直線の長さなので、5 m となる。

曲がった経路をたどった長さと、始点から終点までの直線的な隔たりは異なる。

解答 4｜同じ始点と終点を結ぶ 2 つの道

(1) 道 1 はまっすぐな道で、長さが 6 m と与えられている。

道 2 は曲がった道で、経路に沿った長さが 9 m と与えられている。

したがって、移動距離は次のようになる。

- 道 1：6 m
- 道 2：9 m

(2) どちらも始点は $A=(0,0)$、終点は $B=(6,0)$ である。

x 成分は次のように求められる。

$$\Delta x = 6-0 = +6\,\mathrm{m}$$

y 成分は次のように求められる。

$$\Delta y = 0-0 = 0\,\mathrm{m}$$

したがって、どちらの道でも変位は東向きに 6 m であり、x 成分は +6 m、y 成分は 0 m である。

(3) 変位の大きさは次のように求められる。

$$|\,\Delta\vec{r}\,| = \sqrt{6^2+0^2}$$
$$= 6\,\mathrm{m}$$

したがって、道 1・道 2 ともに変位の大きさは 6 m である。

(4) 変位は途中の道の形や長さではなく、始点と終点の位置の差によって決まるためである。

道 2 は途中で曲がるため、実際に通った経路の長さは 9 m となる。しかし、最初の位置と最後の位置は道 1 と等しい。

そのため、道 2 の移動距離が長くても、変位は道 1 と等しくなる。

なお、道 2 の経路長は問題で与えられた情報である。始点と終点の座標だけから、曲線の長さ 9 m を求めたわけではない。

©ミライコーチング

解答 5｜始点と終点だけから分かること

(1) 生徒 A は位置 0 m から位置 +4 m まで、折り返さずに進んでいる。

したがって、移動距離は次のように求められる。

$$s_{\mathrm{A}} = 4\,\mathrm{m}$$

生徒 B は位置 0 m から位置 +7 m まで東へ進み、そこから位置 +4 m まで西へ戻っている。

したがって、移動距離は次のように求められる。

$$\begin{aligned} s_{\mathrm{B}} &= 7 + (7 - 4) \\ &= 7 + 3 \\ &= 10\,\mathrm{m} \end{aligned}$$

よって、生徒 A の移動距離は 4 m、生徒 B の移動距離は 10 m である。

(2) 両者とも、最初の位置は 0 m、最後の位置は +4 m である。

$$\Delta x = 4 - 0 = +4\,\mathrm{m}$$

したがって、どちらも変位は +4 m、すなわち東向きに 4 m である。

(3) 正しくない。

始点と終点の位置だけで分かるのは、位置の変化である変位である。

移動距離を求めるには、実際にどのような経路を通ったかについて、追加の情報が必要である。

今回も、生徒 A と生徒 B は始点と終点が同じであるが、途中の折返しの有無によって移動距離が異なっている。

(4) 途中の経路が等しい必要はない。

変位は始点から終点への位置の変化であり、同じ基準系で始点と終点が等しければ、経路が異なっていても同じベクトルとなる。

したがって、変位が等しいことと、同じ経路を通ったことは同じ意味ではない。

この問題では、移動距離が異なる 2 人の変位が等しいことが、その具体例となっている。

©ミライコーチング