第 001 講 物理量と式の読み方

この講でできるようになること

- 物理量の名称・量記号・数値・単位を区別し、物理量の値を正しく読み取ることができる。
- 道のり・時間・平均の速さを表す式について、記号の意味を説明し、式を日本語に直して読むことができる。
- 量どうしを比較するとき、何を同じに保ち、何を変えたかを整理し、比較から言えることを説明できる。

1. 物理量とは何か

1.1 数字だけでは物理を表せない

「このペンの長さは 15 である」と言われても、どのくらいの長さなのかは分からない。15 という数字だけでは、長さを表す基準が示されていないためである。

「このペンの長さは 15 cm である」と言えば、長さを具体的に伝えられる。

物理では、物の長さ、移動にかかった時間、歩く速さなど、数量で表せるものを扱う。これらを**物理量**という。

物理量・数値・単位

物理量とは、長さや時間、速さのように、数量で表すことができる量である。

単位とは、量の大きさを表すための基準である。例えば、長さにはメートル（m）、時間には秒（s）などの単位を使う。

数値とは、選んだ単位を基準にしたとき、その量が基準の何倍に当たるかを示す数である。

ここで扱う長さ・時間・速さなどの物理量の値は、次の形で表せる。

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

例えば、15 cm は、1 cm を基準とした長さの 15 倍を表す。

1.2 量の名称と記号を区別する

物理では、量を式で扱うために文字を使う。量を表す文字を**量記号**という。

この講では、次の記号を使うことにする。

- ℓ：物の長さ
- d：進んだ道のり
- t：かかった時間

これらの文字は量を指す記号であり、数値や単位を表すものではない。

例えば、$d = 12\,\text{m}$ は「道のり d の値が 12 m である」という意味である。

量の名称・量記号・物理量の値・数値・単位の対応を次の表に示す。

量の名称（対象）	量記号	物理量の値	数値	単位（記号）
ペンの長さ	ℓ	15 cm	15	cm
歩いた道のり	d	12 m	12	m

©ミライコーチング

量の名称（対象）	量記号	物理量の値	数値	単位（記号）
かかった時間	t	$6\,\mathrm{s}$	6	s

表の値は説明用の例であり、実際に測定した結果ではない。

表の 1 行目を見ると、ℓ は「ペンの長さ」を指す記号であり、cm は長さの単位を表す記号である。どちらも記号であるが、役割が異なる。

量の名称・記号・値を区別する

式を読むときは、次の違いに注目する。

- **量の名称**：何を表す量なのか。
- **量記号**：式の中で、その量をどの文字で表すか。
- **物理量の値**：その量がどれだけの大きさか。
- **数値**：選んだ単位を基準にしたときの数。
- **単位**：量の大きさを表す基準。

量記号は物理量を指す。数値と単位を組み合わせることで、その量の具体的な値を表せる。

1.3 単位を変えると数値も変わる

同じ長さでも、使う単位によって数値が変わることがある。

例えば、次の 2 つは同じ長さである。

$$1\,\mathrm{m} = 100\,\mathrm{cm}$$

左側では数値が 1、右側では数値が 100 である。しかし、表している長さは変わっていない。

したがって、数値だけを比べて物理量の大小を判断してはいけない。物理量の値は、単位と合わせて読む必要がある。

数値と単位はセットで読む

$1\,\mathrm{m}$ と $1\,\mathrm{cm}$ は、数値が同じ 1 でも異なる長さである。

数値をそのままにして単位だけを変更すると、一般に表す量の大きさが変わる。単位を変更するときは、同じ量を表すように数値も対応させる必要がある。

2. 式は量どうしの関係を表す

2.1 道のり・時間・速さを式でつなぐ

ある人が歩き始めてから歩き終わるまでに、$18\,\mathrm{m}$ の道のりを $6\,\mathrm{s}$ かけて進んだとする。

このとき、進んだ道のりをかかった時間で割ると、$18 \div 6 = 3$ となる。

これは、歩き始めてから歩き終わるまでの区間について、1 秒当たり平均して $3\,\mathrm{m}$ 進んだことを表している。

このように、ある時間の区間で進んだ道のりを、その区間にかかった時間で割った量を、**その区間の平均の速さ**という。

平均の速さは、移動中に速さが変わっていた場合でも求められる。

ここでは、平均の速さを表す量記号を v とする。

平均の速さ

同じ移動区間について、

- d：進んだ道のり
- t：かかった時間
- v：その区間の平均の速さ

とすると、平均の速さは次の式で定義される。

$$v = \frac{d}{t}$$

ただし、$t > 0$ とする。

道のりをメートル（m）、時間を秒（s）で表すと、平均の速さの単位はメートル毎秒（$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$）となる。

例えば、平均の速さが $3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ とは、対象の移動区間について、1 秒当たり平均して 3 m 進んだことを意味する。

2.2 式を日本語に直して読む

先ほどの式は、次のように読める。

$$v = \frac{d}{t}$$

「平均の速さは、その区間で進んだ道のりを、かかった時間で割ったものである。」

この式は、文字に数値を代入するためだけのものではない。道のり・時間・平均の速さという 3 つの物理量が、どのような関係にあるかを示している。

また、中学校で学んだ文字式の計算を使えば、同じ関係を次のようにも表せる。

$$d = vt$$

これは「その区間で進んだ道のりは、平均の速さと、かかった時間の積に等しい」という意味である。

したがって、平均の速さと時間が分かれば、進んだ道のりを求められる。

式を読むときの着眼点

式を見たら、次のことを確かめる。

1. それぞれの文字は、何の物理量を表すか。
2. 式の左側と右側は、どのような関係にあるか。
3. どの量が分かっていて、どの量を求めたいのか。
4. その式は、どの対象・区間・条件について使うものか。

文字の意味を日本語で説明できれば、数値を代入する前に式の内容を理解できる。

2.3 式が成り立つ条件を確認する

ここで、$v = \frac{d}{t}$ と $d = vt$ が何を表しているかを確認する。

これらは、同じ時間区間の道のり d、かかった時間 t、平均の速さ v を結び付ける式である。$t > 0$ であれば、移動中の速さが一定でなくても、この関係は成り立つ。

©ミライコーチング

例えば、歩き始めはゆっくりで、途中から速く歩いた場合でも、その区間全体の道のりと時間から平均の速さを求められる。

ただし、複数の移動を比較するときに「時間が 2 倍なら道のりも 2 倍」と言うためには、別の条件が必要になる。

その違いを次の節で考える。

3. 何を同じに保って比べるか

3.1 同じ速さで移動するとき

ある人が一定の速さで歩く場面を考える。

次の表は、説明のために設定した 3 つの移動である。それぞれの移動では、表に示した速さを、歩き始めから歩き終わるまで一定に保つものとする。

場合	速さ	かかった時間	進んだ道のり
A	$2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	$3\,\mathrm{s}$	$6\,\mathrm{m}$
B	$2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	$6\,\mathrm{s}$	$12\,\mathrm{m}$
C	$3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	$6\,\mathrm{s}$	$18\,\mathrm{m}$

まず、A と B を比べる。

A と B は、どちらも速さが $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ である。一方、かかった時間は A が 3s、B が 6s であり、B は A の 2 倍である。

道のりを比べると、A は 6 m、B は 12 m である。道のりも 2 倍になっている。

これは、平均の速さが両方とも同じ $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ であり、$d = vt$ において v を同じ値に保っているためである。

平均の速さが同じなら、かかった時間が 2 倍になると、道のりも 2 倍になる。

3.2 同じ時間で移動するとき

次に、B と C を比べる。

B と C は、どちらもかかった時間が 6 s である。一方、速さは B が $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$、C が $3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ である。

道のりは、B が 12 m、C が 18 m である。C の速さは B の 1.5 倍であり、道のりも 1.5 倍になっている。

これは、$d = vt$ において t を同じ値に保っているためである。

かかった時間が同じなら、平均の速さが 1.5 倍になると、道のりも 1.5 倍になる。

ここまでの比較を整理すると、次のようになる。

比較	同じに保つ量	変える量	結果として比べる量
A と B	速さ	時間	道のり
B と C	時間	速さ	道のり

同じ式を使っていても、何を同じに保って比較するかによって、読み取る関係が変わる。

3.3 2 つの量を同時に変えたとき

では、A と C を直接比べるとどうなるだろうか。

A から C への変化では、時間が 3 s から 6 s へ、速さが $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ から $3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ へ変わっている。

©ミライコーチング

道のりも 6 m から 18 m へ増えているが、この比較だけでは「時間だけを長くしたため、道のりが 3 倍になった」とは言えない。時間と速さの両方が変わっているからである。

量どうしの関係を比較するときは、何を変え、何を同じに保ったのかを区別する必要がある。

式の成立条件と比較の固定条件は異なる

平均の速さの定義式 $v = \frac{d}{t}$ は、同じ移動区間について、かかった時間が正であれば成り立つ。移動中の速さが一定である必要はない。

一方、「時間が 2 倍なら道のりも 2 倍」と比較して言うためには、2 つの移動で平均の速さが同じであることが必要である。

式が成り立つための条件と、**比較から特定の関係を読み取るために同じに保つ条件**を混同してはいけない。

4. 例題で式の読み方を確かめる

例題 1｜量記号・数値・単位の区別

あるノートの横幅を表す量記号を ℓ としたところ、次のように表された。

$$\ell = 24\,\mathrm{cm}$$

(1) この式が表す物理量の名称、量記号、数値、単位をそれぞれ答えよ。

(2) ℓ と cm は、それぞれ何を表す記号か説明せよ。

解答・解説

(1) 各要素の対応は次のとおりである。

項目	答え
物理量の名称	ノートの横幅
量記号	ℓ
数値	24
単位	cm

物理量の値全体は 24 cm である。

(2) ℓ はノートの横幅という物理量を指す記号である。これに対して、cm は長さの単位を表す記号である。

両者は役割が異なるため、量記号と単位記号を区別する必要がある。

例題 2｜平均の速さの式を読む

ある人が、歩き始めてから歩き終わるまでに 42 m の道のりを 14 s かけて進んだ。

(1) この区間の平均の速さを求めよ。

(2) 求めた平均の速さは、何を意味するか説明せよ。

(3) この結果だけから、歩いている間の速さが常に同じだったと判断できるか。

解答・解説

(1) 道のりを d、かかった時間を t、区間の平均の速さを v とする。

平均の速さは、道のりを時間で割って求められる。

$$v = \frac{d}{t} = \frac{42\,\mathrm{m}}{14\,\mathrm{s}} = 3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

したがって、平均の速さは $3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ である。

(2) 歩き始めてから歩き終わるまでの区間について、1 秒当たり平均して 3 m の道のりを進んだことを意味する。

(3) 判断できない。

平均の速さは、区間全体の道のりと時間から求めた量である。途中で速さが変わった場合でも、区間全体の平均の速さは $3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ となり得る。

そのため、平均の速さが分かっただけでは、移動中の速さが一定だったかどうかは分からない。

例題 3｜同じに保つ量を見つける

2 つの移動 A、B を考える。どちらも、移動中は一定の速さ $1.5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ を保つものとする。

場合	速さ	かかった時間	道のり
A	$1.5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	4 s	6 m
B	$1.5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	8 s	？

(1) B で進んだ道のりを求めよ。

(2) A と B では、何を同じに保ち、何を変えているか。

(3) A と B の比較から、時間と道のりの関係について何が言えるか説明せよ。

解答・解説

(1) 道のりは、平均の速さと時間の積で求められる。

$$d = vt = 1.5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \times 8\,\mathrm{s} = 12\,\mathrm{m}$$

したがって、B の道のりは 12 m である。

(2) 同じに保っている量は速さである。変えている量はかかった時間である。

(3) A と B では速さが共通の $1.5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ である。

A の時間は 4 s、B の時間は 8 s であり、時間が 2 倍になっている。道のりも 6 m から 12 m へ 2 倍になっている。

よって、平均の速さを同じに保つと、かかった時間が 2 倍になれば道のりも 2 倍になると言える。

場合	共通の速さ	時間	道のり
A	$1.5\,\mathrm{\frac{m}{s}}$	$4\,\mathrm{s}$	$6\,\mathrm{m}$
B	$1.5\,\mathrm{\frac{m}{s}}$	$8\,\mathrm{s}$	$12\,\mathrm{m}$

この結論は、単に $d = vt$ という式を知っているからではなく、比較する 2 つの移動で v が共通であることから導かれる。

5. 演習問題

演習 1｜物理量の値を読み取る

あるノートの横幅を ℓ、ある人が歩くのにかかった時間を t とし、次のように表した。

- A：$\ell = 32\,\mathrm{cm}$
- B：$t = 12\,\mathrm{s}$

(1) A について、物理量の名称、量記号、数値、単位をそれぞれ答えよ。

(2) B について、数値と単位をそれぞれ答えよ。

(3) A の数値である 32 だけを使って、ノートの横幅を正確に伝えることはできるか。理由とともに答えよ。

演習 2｜道のりと時間から平均の速さを求める

ある人が歩いた 2 つの区間 P、Q について、道のりと時間を次の表に示す。

区間	道のり	かかった時間	平均の速さ
P	$54\,\mathrm{m}$	$18\,\mathrm{s}$	?
Q	$60\,\mathrm{m}$	$30\,\mathrm{s}$	?

(1) 区間 P の平均の速さを求めよ。

(2) 区間 Q の平均の速さを求めよ。

(3) Q の道のりは P より長い。このことから、Q の平均の速さは P より大きいと言えるか。計算結果を使って説明せよ。

演習 3｜同じ時間で速さを変える

2 人の生徒 A、B が、それぞれ一定の速さで移動するものとする。どちらも移動にかかった時間は 5 s である。

生徒	速さ	かかった時間	道のり
A	$2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	5 s	?
B	$4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	5 s	?

(1) A、B がそれぞれ進んだ道のりを求めよ。

(2) この比較で、同じに保っている量、変えている量、結果として比べている量をそれぞれ答えよ。

(3) A と B の比較から、時間と速さの条件を明示したうえで、速さと道のりの関係を説明せよ。

演習 4｜比較から言えることを考える

ある人が歩いた 2 つの区間 A、B について、次の記録がある。

区間	道のり	かかった時間
A	12 m	6 s
B	30 m	10 s

(1) A と B の平均の速さをそれぞれ求めよ。

(2) 次の説明は適切か。適切でない場合は、理由を説明せよ。

「B の道のりが A より長いのは、移動にかかった時間だけが長くなったからである。」

(3) 仮に区間 A を歩いている途中で速さが変わっていたとしても、$v = \frac{d}{t}$ を使って区間 A の平均の速さを求めることはできるか。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｜物理量の値を読み取る

(1)

項目	答え
物理量の名称	ノートの横幅
量記号	ℓ
数値	32
単位	cm

ℓ はノートの横幅という物理量を指す記号である。32 cm がその物理量の値であり、32 が数値、cm が単位である。

(2)

数値は 12、単位は s である。

t はかかった時間を表す量記号である。物理量の値は 12 s である。

(3)

32 だけでは正確に伝えられない。

長さの値を伝えるには、数値と単位の両方が必要である。「32」だけでは、32 cm なのか 32 m なのかが分からない。

この問題では、32 cm と表すことでノートの横幅を具体的に伝えられる。

解答 2｜道のりと時間から平均の速さを求める

(1)

区間 P では、道のり $d = 54\,\mathrm{m}$、時間 $t = 18\,\mathrm{s}$ である。

平均の速さの定義式を使う。

$$v = \frac{d}{t} = \frac{54\,\mathrm{m}}{18\,\mathrm{s}} = 3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

したがって、区間 P の平均の速さは $3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ である。

(2)

区間 Q では、道のり $d = 60\,\mathrm{m}$、時間 $t = 30\,\mathrm{s}$ である。

$$v = \frac{d}{t} = \frac{60\,\mathrm{m}}{30\,\mathrm{s}} = 2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

したがって、区間 Q の平均の速さは $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ である。

(3)

Q の平均の速さが P より大きいとは言えない。実際には、P の方が平均の速さは大きい。

計算結果を整理すると、次のようになる。

区間	道のり	時間	平均の速さ
P	54 m	18 s	$3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$
Q	60 m	30 s	$2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

©ミライコーチング

Q は P より長い道のりを進んでいるが、移動にかかった時間も長い。

平均の速さは道のりだけで決まるものではない。道のりを時間で割って比較する必要がある。

解答 3｜同じ時間で速さを変える

(1)

道のり d は、平均の速さ v と時間 t の積で求められる。

A については、次のように計算できる。

$$d = vt = 2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \times 5\,\mathrm{s} = 10\,\mathrm{m}$$

B についても、次のように計算できる。

$$d = vt = 4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \times 5\,\mathrm{s} = 20\,\mathrm{m}$$

したがって、A の道のりは 10 m、B の道のりは 20 m である。

(2)

- 同じに保っている量：かかった時間
- 変えている量：速さ
- 結果として比べている量：道のり

2 人とも移動にかかった時間は 5 s で共通である。一方、速さが異なるため、進んだ道のりも異なる。

(3)

かかった時間が同じであれば、平均の速さが 2 倍になると、進む道のりも 2 倍になる。

この問題では、次の関係が得られる。

生徒	速さ	共通の時間	道のり
A	$2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	5 s	10 m
B	$4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	5 s	20 m

B の速さは A の 2 倍であり、道のりも 2 倍である。

これは $d = vt$ において、時間 t が同じ値に保たれているためである。時間が異なる場合には、速さが 2 倍になったという情報だけから道のりも 2 倍になるとは言えない。

解答 4｜比較から言えることを考える

(1)

区間 A について、

$$v = \frac{d}{t} = \frac{12\,\mathrm{m}}{6\,\mathrm{s}} = 2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

区間 B について、

$$v = \frac{d}{t} = \frac{30\,\mathrm{m}}{10\,\mathrm{s}} = 3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

したがって、平均の速さは A が $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$、B が $3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ である。

(2)

適切ではない。

A と B の比較では、移動にかかった時間だけでなく、平均の速さも変わっているためである。

結果を整理すると、次のようになる。

区間	平均の速さ	かかった時間	道のり
A	$2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	$6\,\mathrm{s}$	$12\,\mathrm{m}$
B	$3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	$10\,\mathrm{s}$	$30\,\mathrm{m}$

A から B への変化では、時間は $6\,\mathrm{s}$ から $10\,\mathrm{s}$ へ、平均の速さは $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ から $3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ へ変わっている。

したがって、道のりが長くなったことを、時間の変化だけで説明することはできない。

「時間を長くしたとき、道のりがどう変わるか」を比べたいのであれば、平均の速さを同じに保つ必要がある。

(3)

求めることができる。

$v = \frac{d}{t}$ は、ある移動区間の平均の速さを定義する式である。同じ区間について進んだ道のりと、かかった時間が分かっており、時間が正であれば使える。

区間 A では、途中で速さが変わっていたとしても、区間全体で $12\,\mathrm{m}$ 進むのに $6\,\mathrm{s}$ かかったことから、区間全体の平均の速さを次のように求められる。

$$v = \frac{12\,\mathrm{m}}{6\,\mathrm{s}} = 2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

途中で速さが変わることと、平均の速さの定義式が成り立つことは矛盾しない。

一方、複数の移動について「時間が 2 倍なら道のりも 2 倍」と比較するには、平均の速さが同じであるという追加の条件が必要である。

このように、式の意味と比較時の条件を分けて考えることが、物理量どうしの関係を正しく読むために必要である。