

物理 II

第2回：波の表し方・グラフ

前回（波の基本量）の復習

1. 波の発生

振動が次々と隣に伝わっていった**媒質**全体に波が現れ、その**波が進んでいく**現象を**波動**といいます。

ある点で振動を起こすと、同じ振動が遅れて隣の点に起こっていることが分かります。このとき媒質全体でみると、媒質自体が進むのではなく、波（波形）が進んで振動を周囲に伝えていきます。つまり、

「振動が遅れて隣の点に伝わること」は「波が進むこと」と同じ

です。スポーツ観戦などで観客がつくる「ウェーブ」も波といえます。

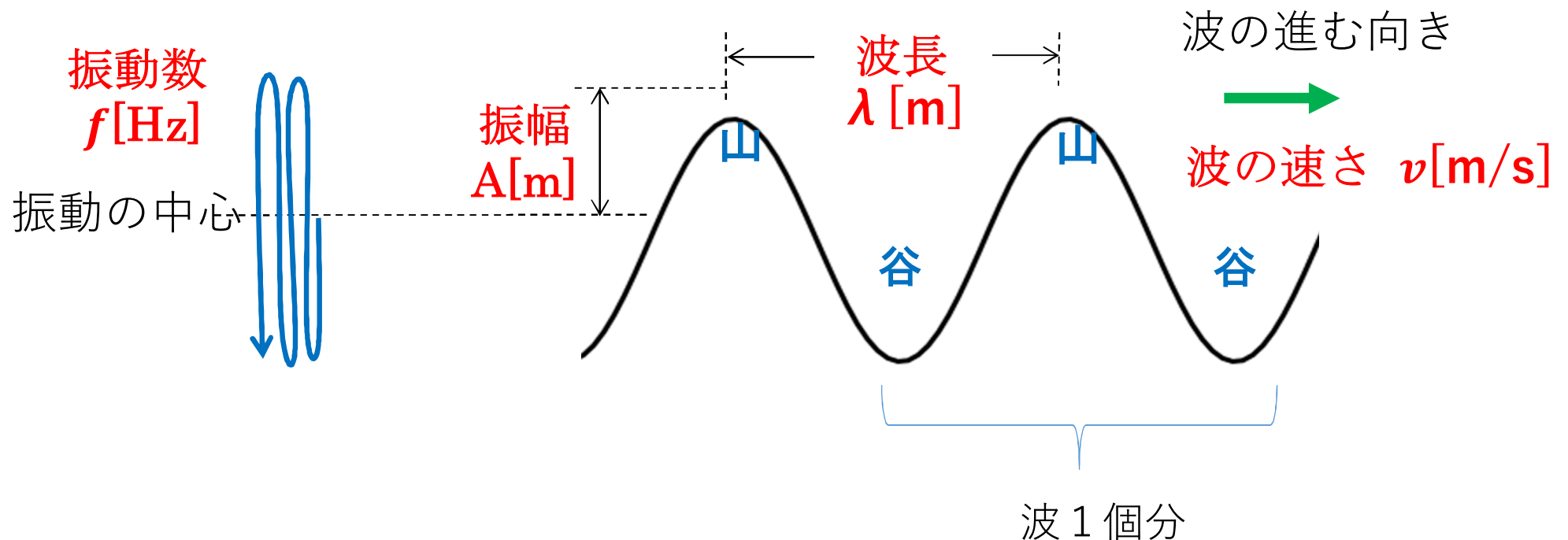
<https://www.youtube.com/watch?v=2PumVDwMeTw>

2. 波の要素

波源で同じ振動を繰り返すと、同じ形の波が繰り返し発生します。山から山、谷から谷へ同じ形が繰り返すまでの長さ λ を **波長** といいます。波長は波1個分の長さです。波源が1回振動すると、長さ λ の波1個だけ発生します。

同じ振動を
繰り返す

同じ形の波が繰り返
し発生する

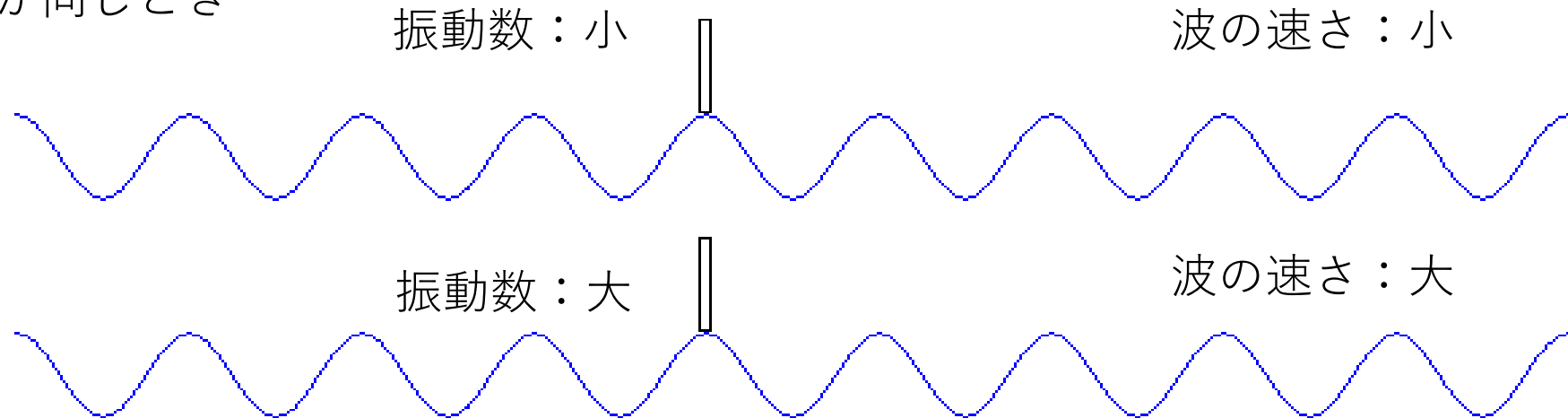


3. 波の速さ

媒質の1点を**振動数** f [Hz] (**周期** $T = 1/f$ [s]) で振動させると、 f [Hz]の波が発生する。波が**一定の速さ** v [m/s]で進んでいるとき、波の波長は $\lambda = v/f$ [m]。

$$v = f\lambda = \frac{\lambda}{T}$$

波長が同じとき



例) 媒質の1点を2.0Hzで単振動させると、速さ4.0 m/sの正弦波が伝わった。

$$\text{波長は } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{4.0}{2.0} = 2.0 \text{ m}$$

波のグラフ

基本的な**波のグラフ**には「 **$y-x$ グラフ**」と「 **$y-t$ グラフ**」の**2種類**がある。

波のグラフを見たら、まず「**横軸が x か t か**」を確認する。

$y-x$ グラフは波の波形（スナップショット）を表す。

⇒ **波長を読み取る**

$y-t$ グラフは媒質の振動を表す。

⇒ **周期を読み取る**

逆に、波のグラフを描くのは、グラフから情報を読み取るよりやや難しい

1. $y-x$ グラフ：波形を表すグラフ

波は動いている。その動きを瞬間止めたとき（時間を止めたとき）の様子が $y-x$ グラフ。横軸を媒質の位置にとり、媒質の変位を縦軸で表す。

静かな水面に小石を落とす

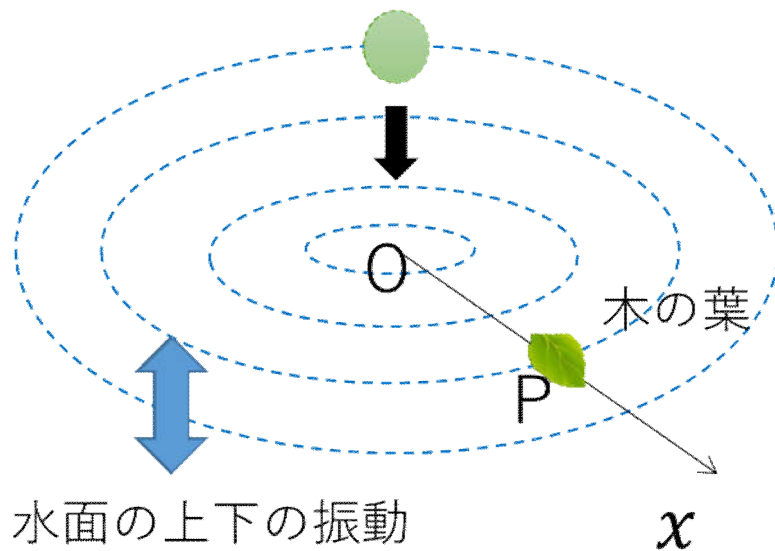


図1：水面に広がる波紋

横軸を**媒質の位置 x** にと
る

媒質の振動の**変位**
を縦軸 y にとる

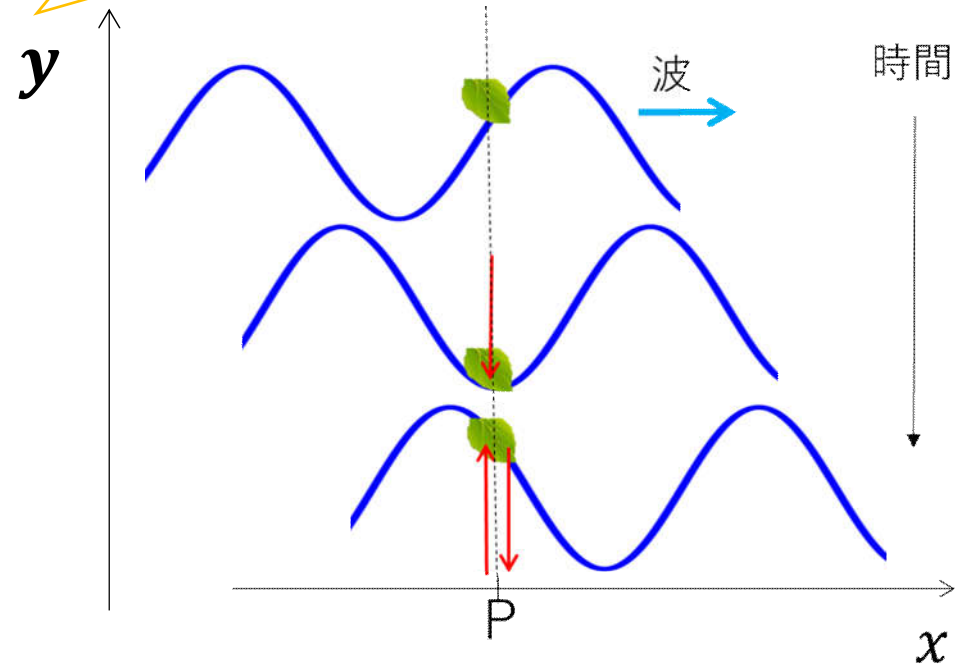
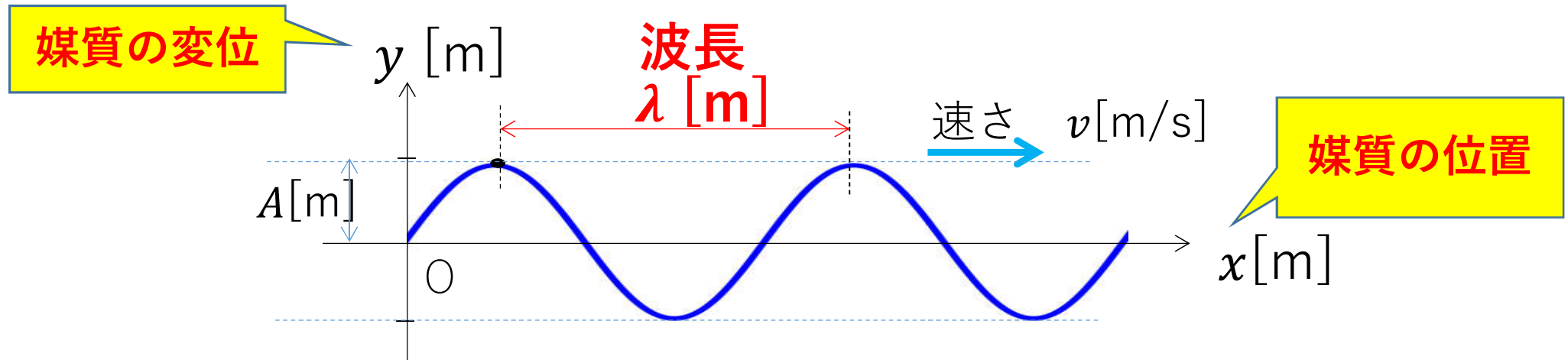


図2：水面に浮いた木の葉の動き

波形は時間と共に移動する

ある時刻の波形「波の様子」（スナップショット）を $y - x$ グラフで表す。

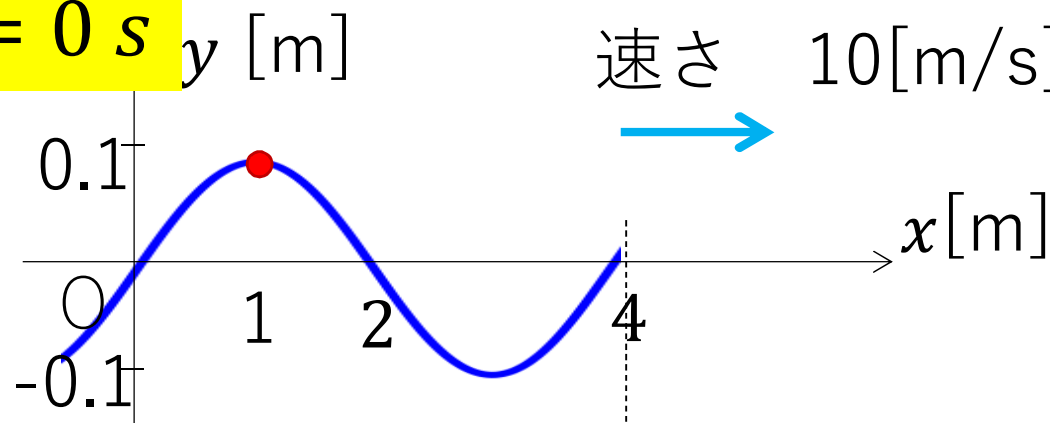


- $y - x$ グラフから波長 λ が分かる。
- 時間が経過すると、波形が進行方向に移動する。
- 波の速さ v が分かれば、波の基本式より、振動数 f 、周期 T が分かる。

例：x軸正の向きに進む波

波長4[m]で速さ10[m/s]で進むx軸正の向きに正弦波があり、時刻 $t = 0 \text{ s}$ での $y - x$ グラフが下図のようだったとしよう。
波の先端が $x = 4 \text{ m}$ の位置にあるとする。0.2秒後には波は2[m]進む。
このとき、 $x = 1 \text{ [m]}$ の位置の媒質は、最大変位0.1mから下方へ0.2m移動している。

$t = 0 \text{ s}$



移動距離

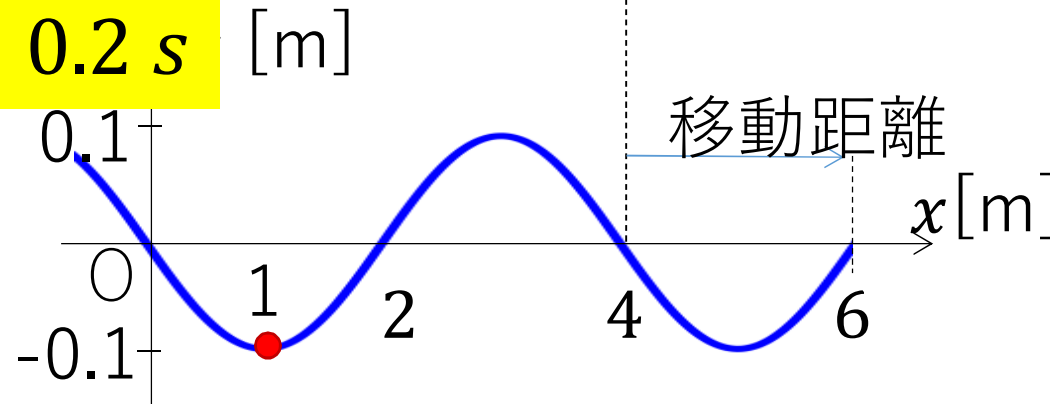
$$x = 0.2 \text{ s} \times 10 \text{ m/s} = 2 \text{ m}$$

波の基本式 $v = f\lambda$ より、

$$\text{振動数 } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ Hz}$$

$$\text{周期 } T = 1/f = 1/2.5 = 0.4 \text{ s}$$

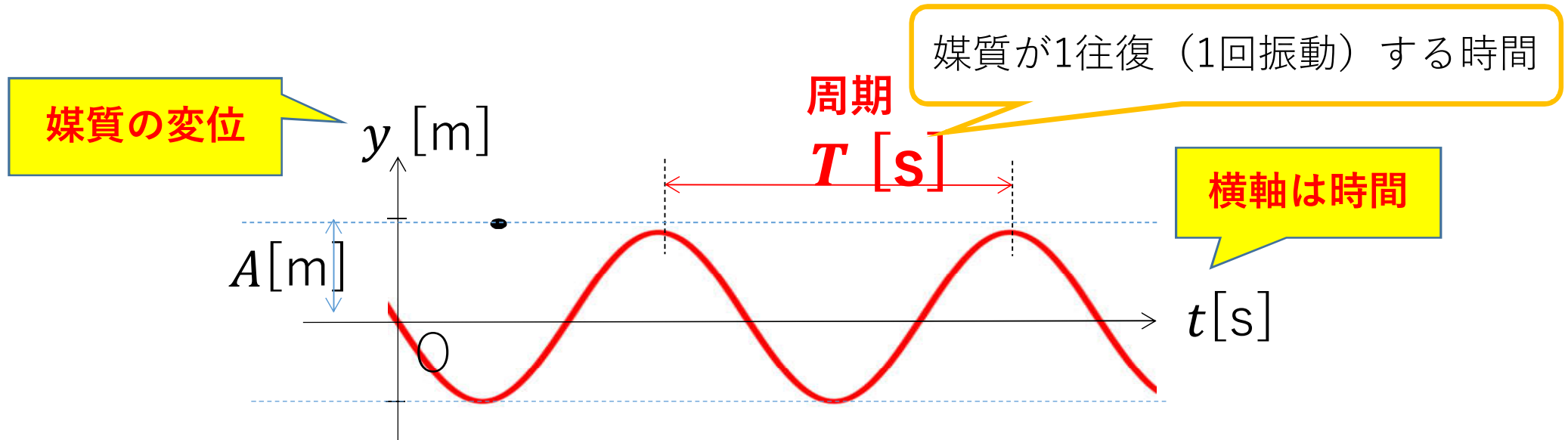
$t = 0.2 \text{ s}$



例題1を解きましょう。

2. $y-t$ グラフ: ある位置での媒質の動き (時間変化) を表したグラフ

ある点の媒質の変位は時間変化する。また、媒質の位置により変位は異なる。ある位置の媒質を定点観測したときの、媒質の振動のようすを表したグラフが $y-t$ グラフ。

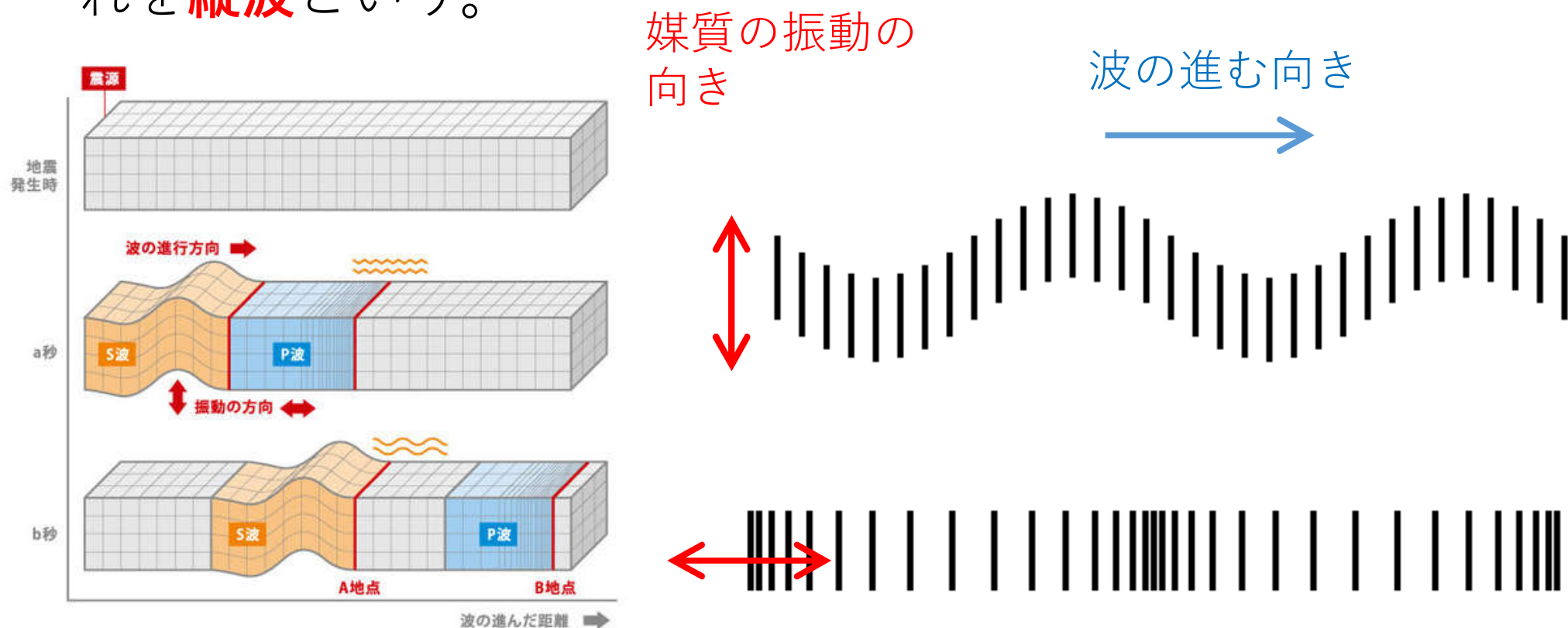


- ・ $y-t$ グラフから周期 T が分かる。
($y-x$ グラフからは、周期 T は読み取れない。)
- ・ $y-t$ グラフを見るときは、「どの位置の媒質の動きか」を考える。

例題2を解きましょう。

波の進む向きと媒質の振動の向きの関係

ロープを上下に振動させたときに発生する波のように、媒質の振動方向が、波の進む向きと垂直である波を**横波**という。また、媒質の揺れる方向が、波の進む向きと同じである波もある。これを**縦波**という。



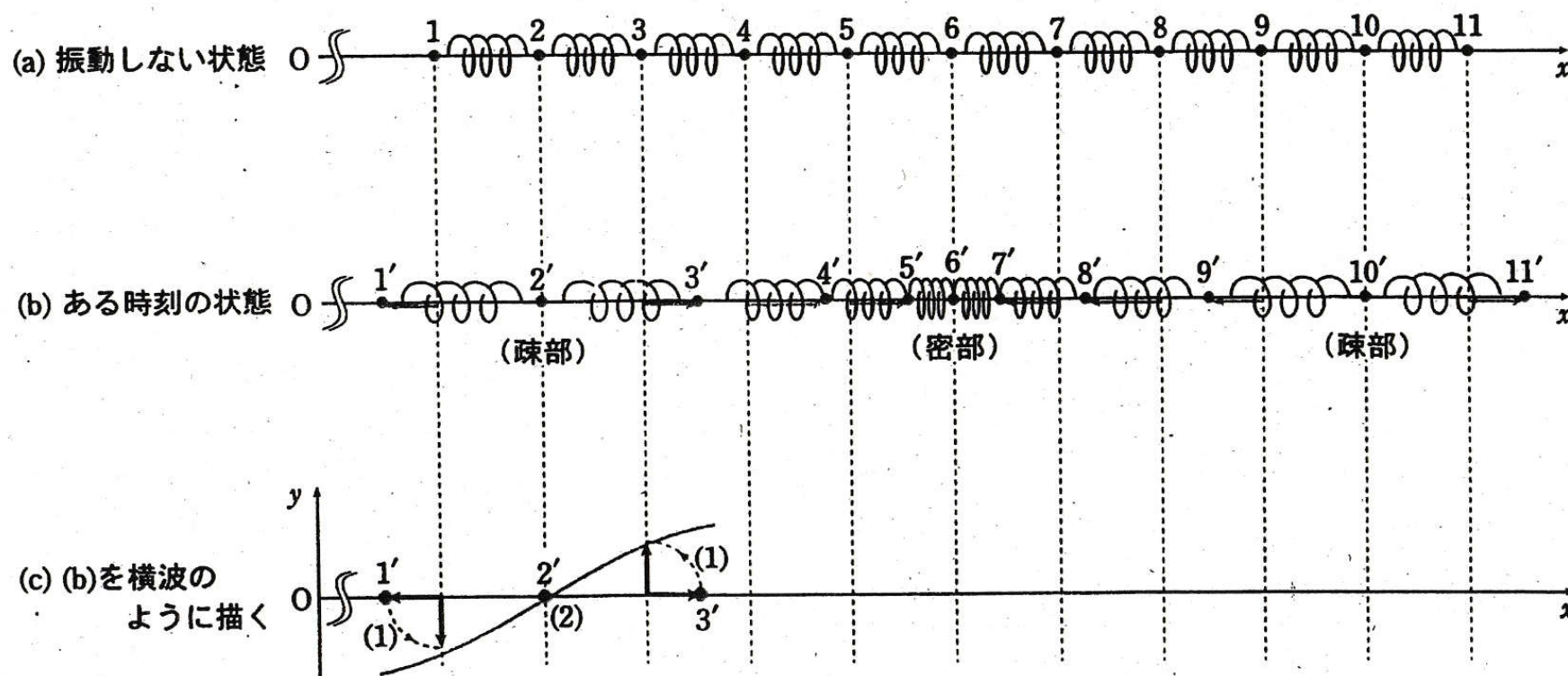
地震波のP波は縦波、S波は横波

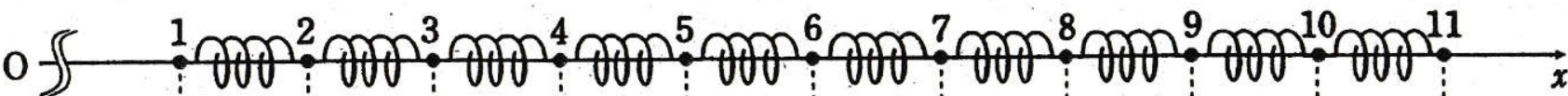
縦波のグラフ

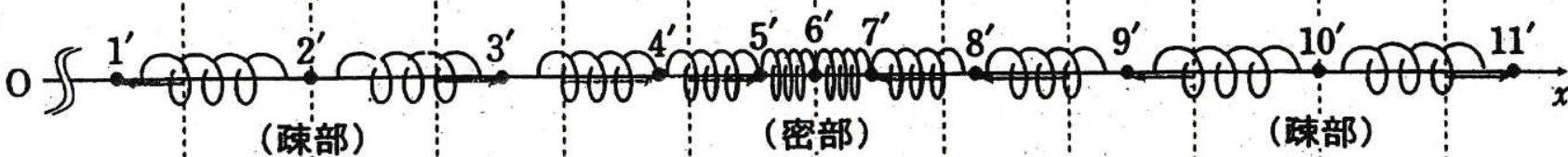
2. 縦波では、山や谷の波形は見られないが、媒質の各点の変位(x 軸方向)をそれと垂直な方向(y 軸方向)にとって、横波のように図示するとわかりやすい。次の手順にしたがって、(b)図の縦波のようすを、(c)図に横波のように描いてみよう。

(1) ある時刻の状態(b)図)の、はじめの静止位置からの x 軸方向への変位を、反時計回りに 90° 回転させて、 y 軸方向への変位におきかえてみよう。

(2) y 軸方向におきかえた後の、各矢印の先端をなめらかな曲線でつないでみよう。



(a) 振動しない状態 

(b) ある時刻の状態 

(c) (b)を横波の
ように描く 