

4. 縦波

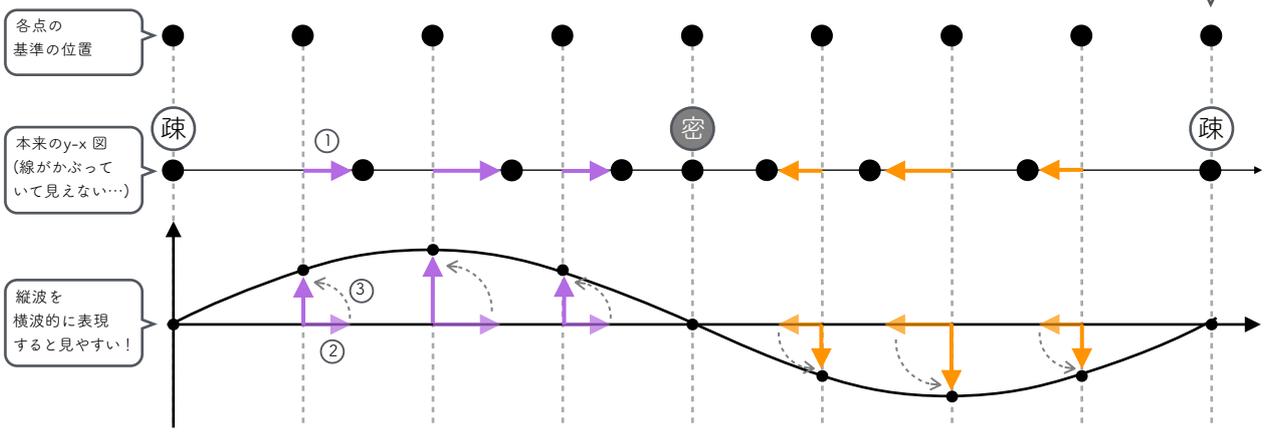
◎ 縦波 … 媒質の振動方向が、進行方向に対して平行な波

◎ 縦波の $y-x$ 図は、そのままで見えにくい → 横波的な表現をする！

- ① 各点の振動中心からのズレ（変位 \rightarrow ）を描く
- ② \rightarrow をそのまま x 軸に書き写す
- ③ 変位の矢印が
 - … (a) 正の向き (\rightarrow) → 90° 上向きに回転
 - … (b) 負の向き (\leftarrow) → 90° 下向きに回転

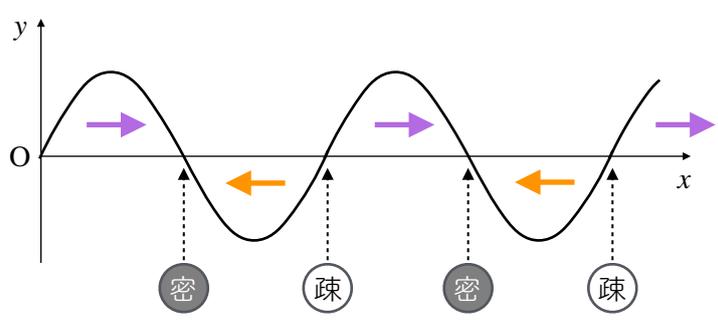
⇒ 縦波を考えたときの合言葉は「上は右、下は左」

各点は振動している



◎ 縦波の横波的な図が出てきたら → 必ず図中に矢印を描く！！

- ・ 上に凸の部分 () →
 - ・ 下に凸の部分 () →
- 疎・密の場所がわかる!!



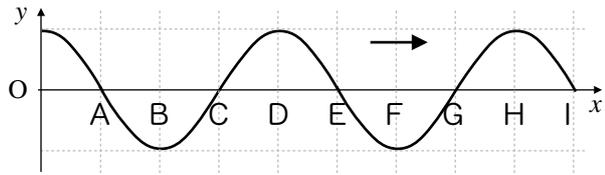
<縦波の合言葉>
上は右
下は左

◎ 位相・媒質の速度 → 横波と全く同じ考え方

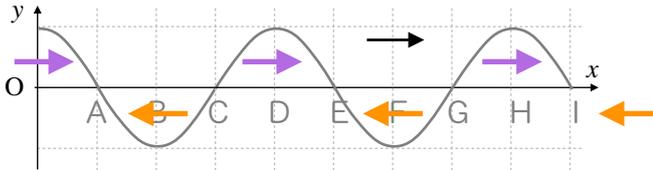
例題

次の図は、 x 軸上を正の向きに進む縦波のある時刻における変位を、横波的に表したものである。縦波に戻して考えたとき、次の状態になっているものをA~Iから全て選ぼう。

- (a) 最も密
- (b) 最も疎
- (c) 振動の速度が0
- (d) 振動の速度が右向きに最大
- (e) 振動の速度が左向きに最大



(a)(b) 縦波の図が出てきたら、まずはこの矢印を描く



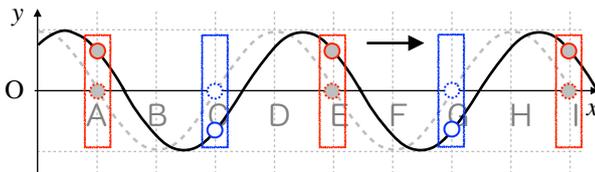
(a) 答え：A, E, I

(b) 答え：C, G

(c) 振動の速度が0 → 振動の両端(端っこ)

(c) 答え：B, D, F, H

(d)(e) 振動の速度が最大 → x 軸上にある点(A, C, E, G, I)
 ☆速度が正(右)か負(左)かは、ちょっと時間を経過させた波を描く



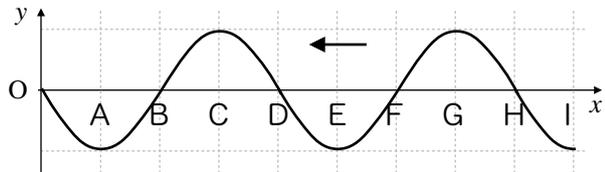
(d) 答え：A, E, I

(e) 答え：C, G

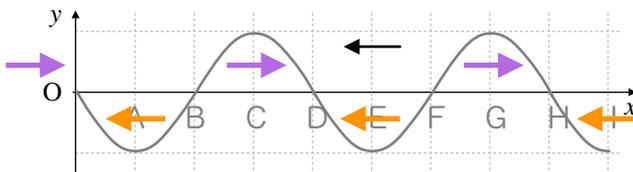
例題

次の図は、 x 軸上を負の向きに進む縦波のある時刻における変位を、横波的に表したものである。縦波に戻して考えたとき、次の状態になっているものをA~Iから全て選ぼう。

- (a) 最も密
- (b) 最も疎
- (c) 振動の速度が0
- (d) 振動の速度が右向きに最大
- (e) 振動の速度が左向きに最大



(a)(b) 縦波の図が出てきたら、まずはこの矢印を描く



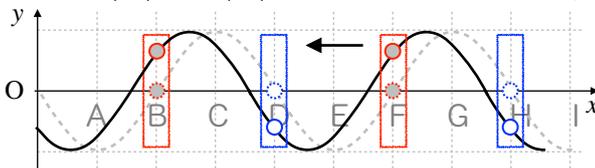
(a) 答え：D, H

(b) 答え：B, F

(c) 振動の速度が0 → 振動の両端(端っこ)

(c) 答え：A, C, E, G, I

(d)(e) 振動の速度が最大 → x 軸上にある点(B, D, F, H)
 ☆速度が正(右)か負(左)かは、ちょっと時間を経過させた波を描く(※ 進ませる向きに注意!!)



(d) 答え：B, F

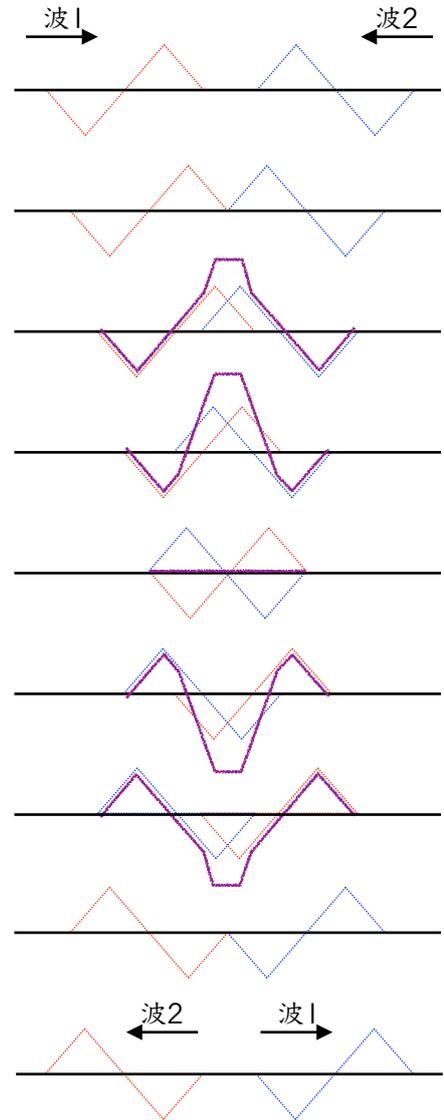
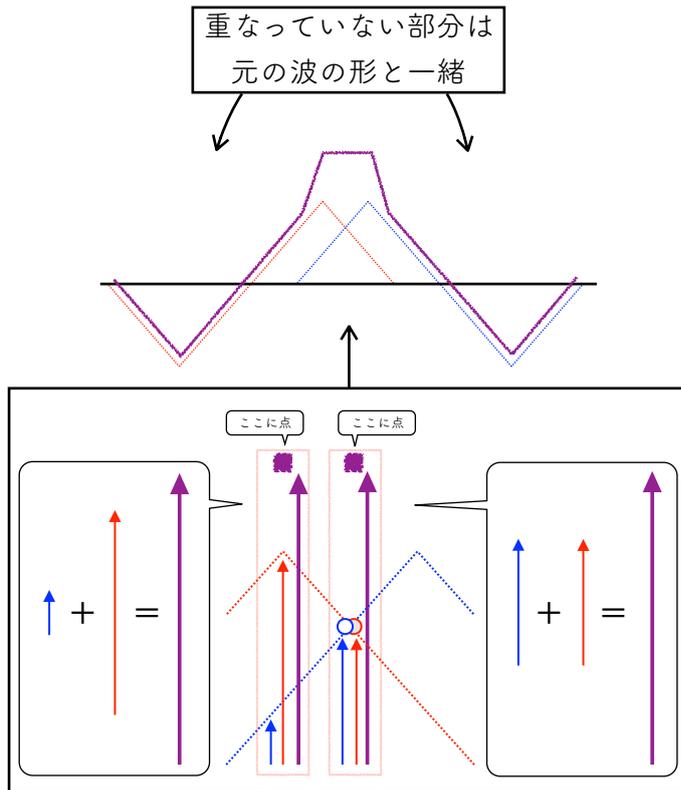
(e) 答え：D, H

5. 波の重ね合わせ

POINT

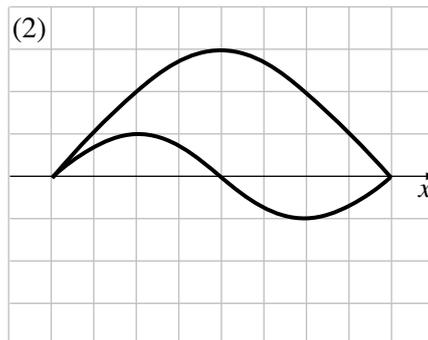
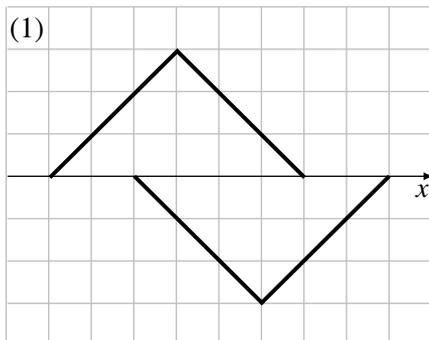
◎ 重ね合わせの原理 … 波1と波2の高さの足し算 = 合成波の波の高さ

- ① 重なっていない部分はそのまま、なぞって描く
- ② 重なっている部分は、適当な点を決めて、そこでのそれぞれの波の高さを足し算した高さに点を打つ
- ③ いくつかの点で②を繰り返し、線で繋ぐ

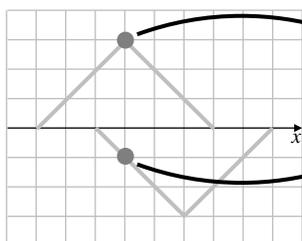


※ このように作図によって求めた合成波が、実際に目で見える波形

例題 次の二つの波の合成波を描こう。



(1)



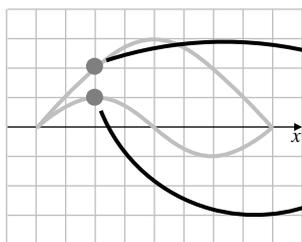
基準の軸から
「上に3」
基準の軸から
「下に1」

合計

「上に2」
の点をプロット
※これを繰り返す



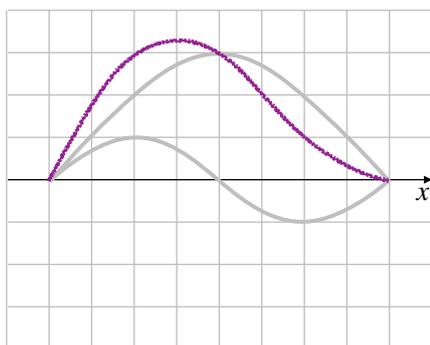
(2)



基準の軸から
「上に2」
基準の軸から
「上に1」

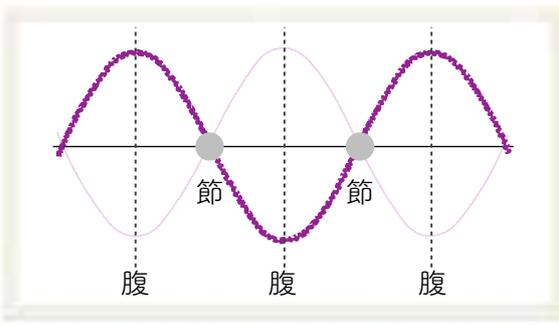
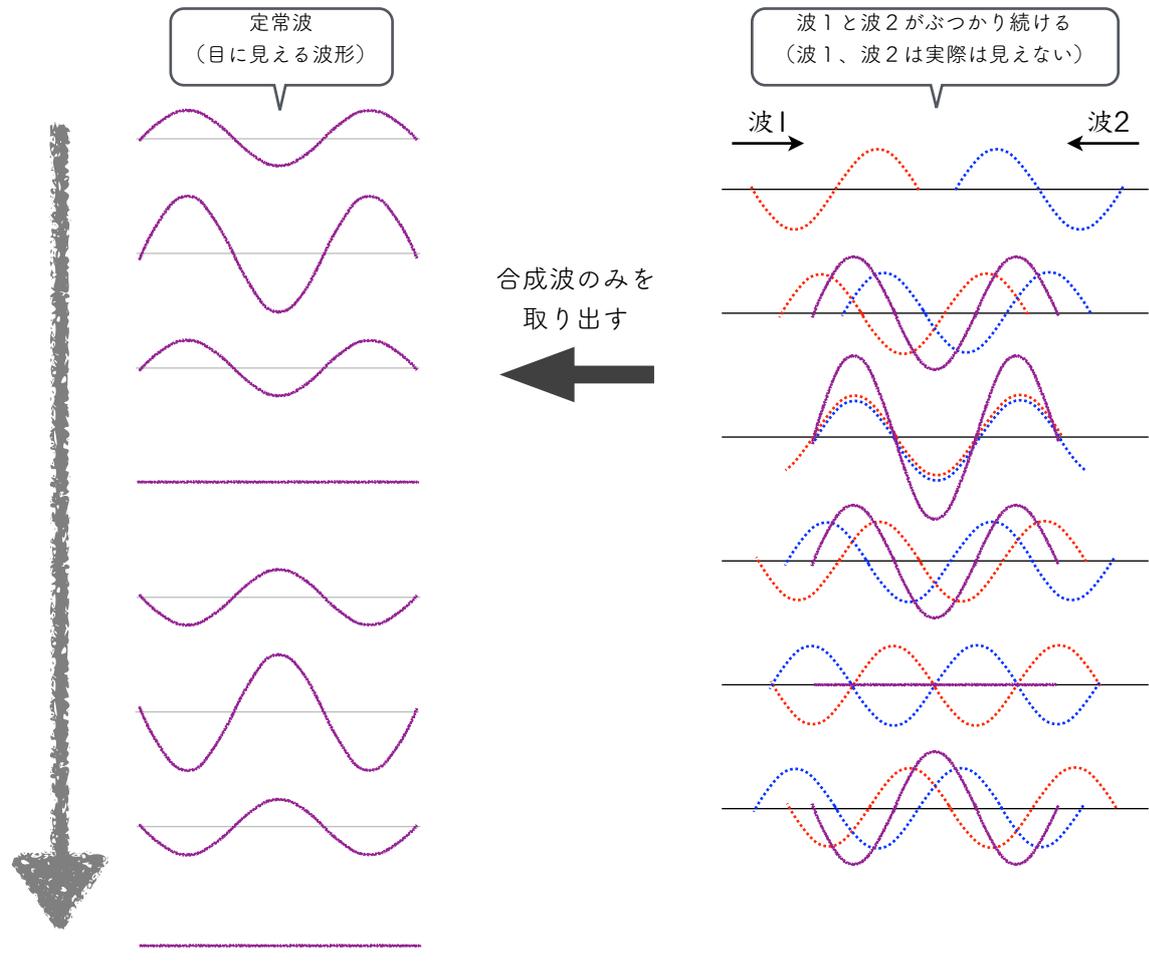
合計

「上に3」
の点をプロット
※これを繰り返す



6. 定常波

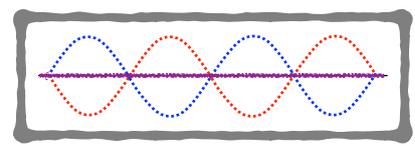
◎ 定常波(定在波) … 平行移動しておらず、その場でただ振動しているように見える波
 → 同波形の波がぶつかり続けたとき、その合成波が定常波になる！



◎ 定常波の特徴

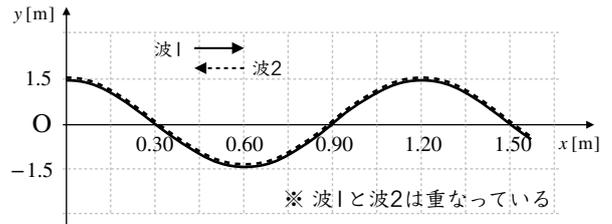
- ・ 腹と節は交互にあらわれる
 節 … 媒質が全く振動しない点
 腹 … 媒質が最も大きく振動する点
- ・ 腹と腹 (節と節) の間隔は、重ね合わせる前のそれぞれの波長の1/2の長さ

※ 定在波は、波を重ね合わせた「合成波」を見て、腹や節の位置を判断すること！
 右図の状態の合成波だけ見ても、どこが節かわからない



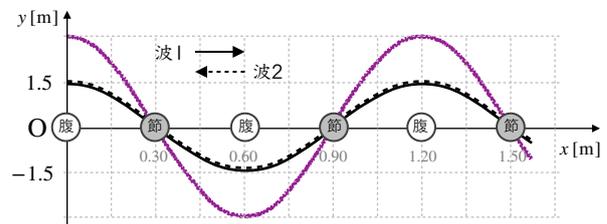
例題

x 軸上を反対の向きに進む、振幅、波長、速さの等しい2つの正弦波「波1」「波2」が重なり、定常波が生じている。図は時刻 $t = 0[s]$ 「波1」と「波2」の波形である。なお、波の速さはどちらも $2.0[m/s]$ とする。



- (1) $t = 0[s]$ における「波1」と「波2」の合成波、定常波の腹と節を図に書き込もう。
- (2) 隣り合う節と節の間隔 $d[m]$ を求めよう。
- (3) 腹の位置の振動の振幅 $A[m]$ を求めよう。
- (4) 腹の位置の振動の周期 $T[s]$ を求めよう。
- (5) $t = 0.15[s]$ における「波1」と「波2」の合成波を描こう。

- (1) 波の重ね合わせより、定常波は右図のようになる。



この状態の時は、
腹と節の位置がわかりやすい！

- (2) 図より、節と節の間隔は $d = 0.60[m]$

※ 波1、2の波長 $1.2[m]$ の半分の長さになる
ことも知っておくとgood

- (3) 図より、振幅は $A = 3.0[m]$

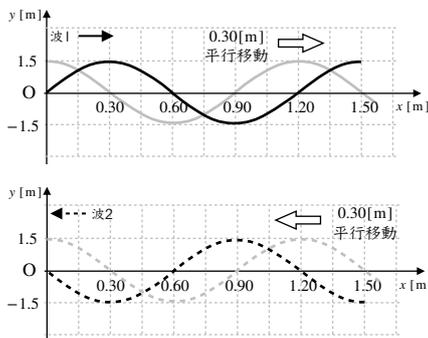
※ 定常波の振幅は、AとBの最大振幅を足し合わせた大きさなので $A = 1.5 + 1.5 = 3.0[m]$

- (4) 定常波の周期は、「波1」や「波2」の周期と一致する。

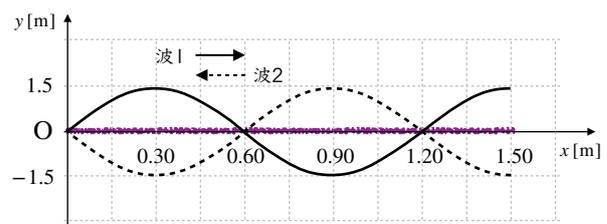
$$\rightarrow v = f\lambda = \frac{\lambda}{T} \quad \text{より} \quad T = \frac{\lambda}{v} = \frac{1.2}{2.0} = 0.60[s]$$

- (5) $t = 0.15[s]$ のとき、「波1」と「波2」はそれぞれ

$$2.0[m/s] \times 0.15[s] = 0.30[m] \text{だけ進む}$$



合成波は下図のように x 軸に重なった形になる



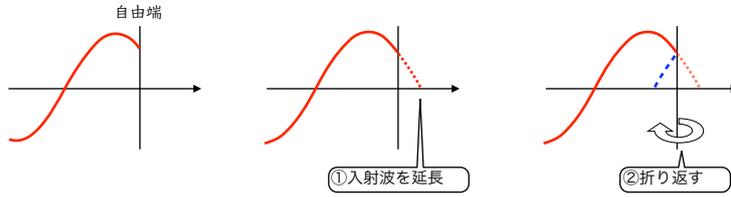
この状態の時は、
腹と節の位置がわかりにくい…

7. 自由端と固定端

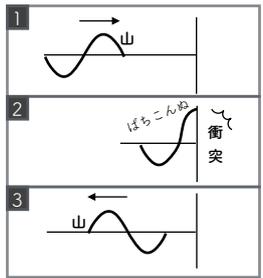
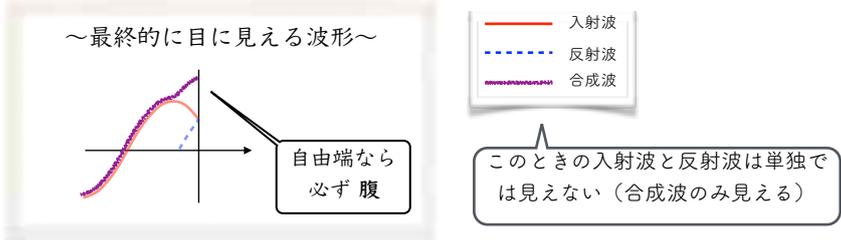
◎ 自由端反射 … 端っこが自由に振動できる場合の反射

<自由端の反射波の書き方>

- ① 入射波を延長
- ② y 軸を中心に折り返す



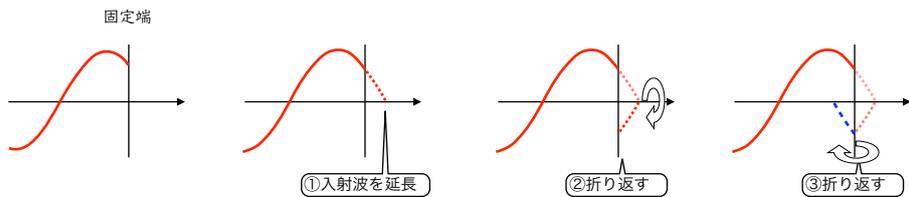
入射波と反射波を合成する



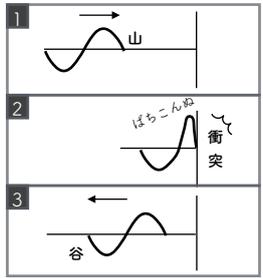
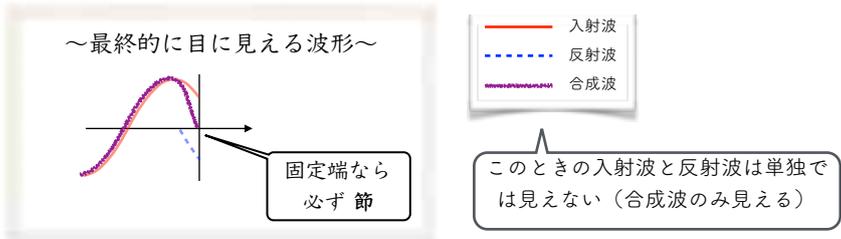
◎ 固定端反射 … 端っこが原点に固定されている場合の反射

<固定端の反射波の書き方>

- ① 入射波を延長
- ② x 軸を中心に折り返す
- ③ y 軸を中心に折り返す



入射波と反射波を合成する



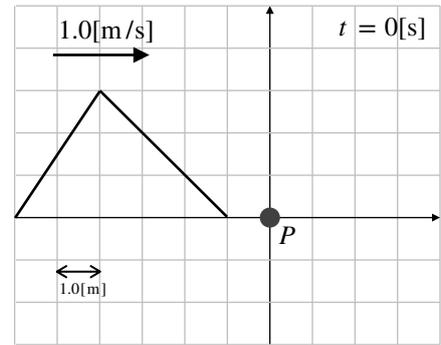
例題 ある波が図のように点Pに入射している。次の時刻における反射波及び合成波を作図しよう。

(1) 自由端のとき

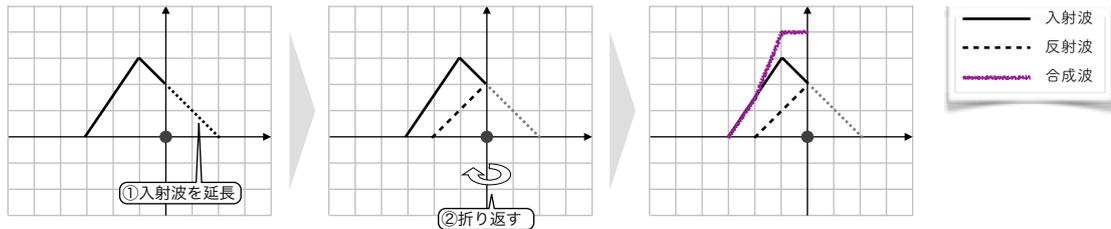
(a) $t = 3.0[s]$ (b) $t = 4.0[s]$

(2) 固定端のとき

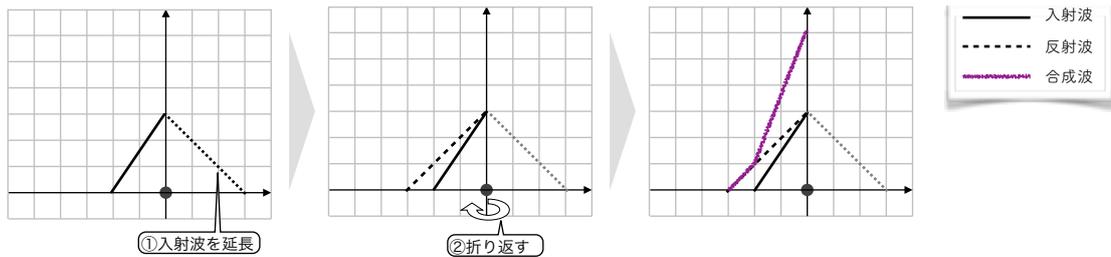
(a) $t = 3.0[s]$ (b) $t = 5.0[s]$



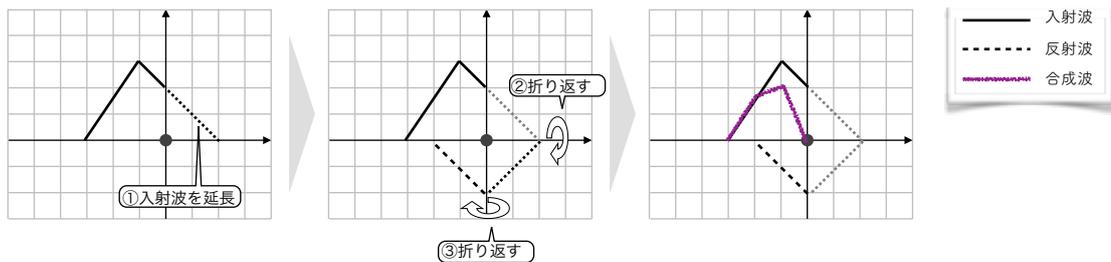
(1) (a) 波の速さが $1.0[m/s]$ なので、 $t = 3.0[s]$ の時は波の進行方向に3マス進ませる



(1) (b) 波の速さが $1.0[m/s]$ なので、 $t = 4.0[s]$ の時は波の進行方向に4マス進ませる



(2) (a) 波の速さが $1.0[m/s]$ なので、 $t = 3.0[s]$ の時は波の進行方向に3マス進ませる



(2) (a) 波の速さが $1.0[m/s]$ なので、 $t = 5.0[s]$ の時は波の進行方向に5マス進ませる

