

物理 II

第 3 回：波の重ね合わせ

－重ね合わせの原理と波の独立性－

教科書 p113-116

今日の内容

「波」とは？

一般に、媒質の振動が次々と隣の媒質に伝わっていき、全体としては波形が伝わっていく現象（波動現象）

身近な波動現象

- 水面に立つ波
- ロープなどのひもを揺らしたときにロープに伝わる波
- 空気中を伝わる波（音波）
- 光や電波などの電磁波
- ギターやピアノなどの両端を固定した弦をはじいたときに弦に伝わる波

これらの波は共通の性質をもつ

自然界の多くの波がもつ性質：波の重ね合わせ

異なる波長や振動数を持った波どうしは**重ねあわせ**ができる

例：音波

異なる振動数の音は異なる高さの音として聴こえる

「ド」 216 Hz 「ミ」 330 Hz 「ソ」 391 Hz

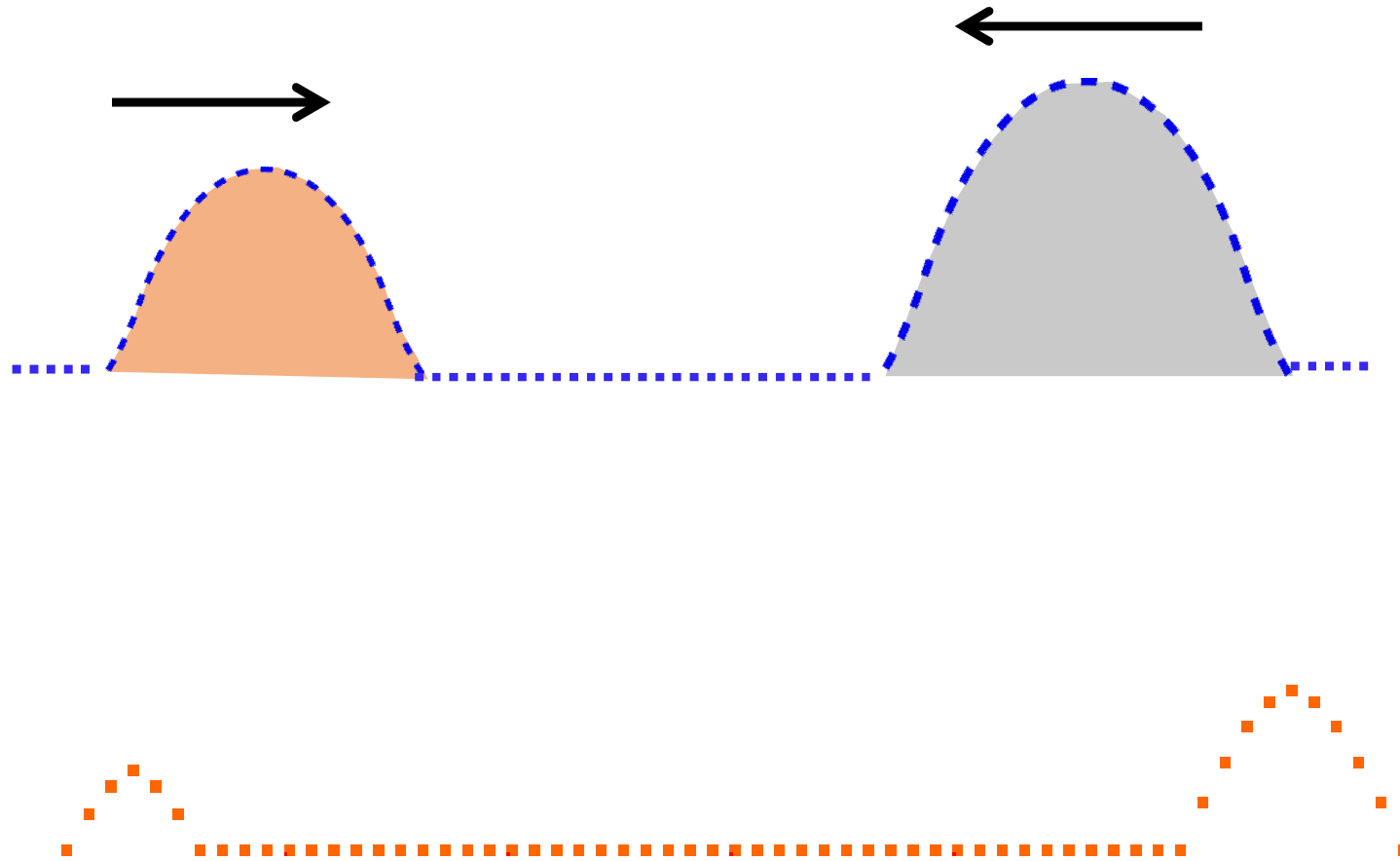
ドミソを同時に鳴らすと和音として聴こえる

空気は異なる振動を同時に伝えることができる

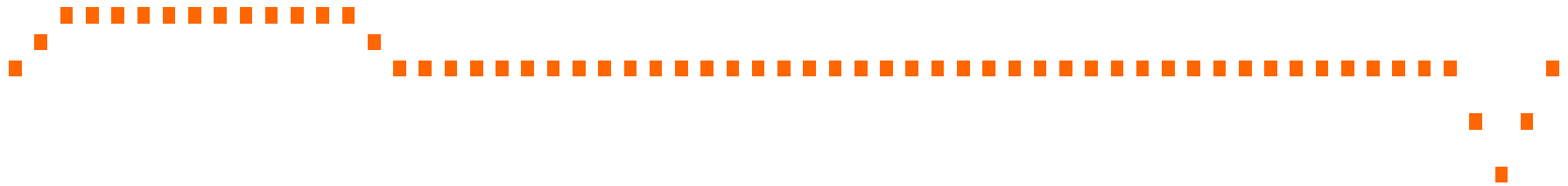
水面の波や弦の振動も振幅が小さければ、この重ね合わせが成り立つことが知られている

波の重ね合わせの原理

2つの山型の波が出会うとどうなる？



山型と谷型の波が重なると？



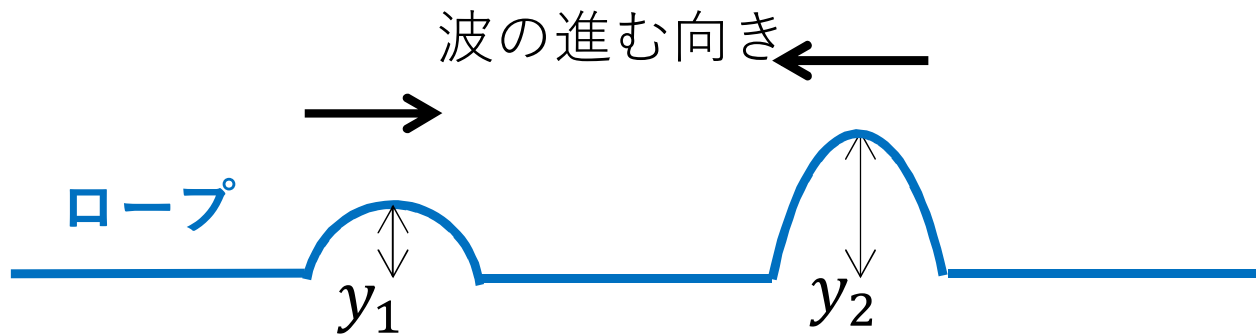
波はお互い通り過ぎると何も無かったかのように元の形に戻る

波に共通する性質

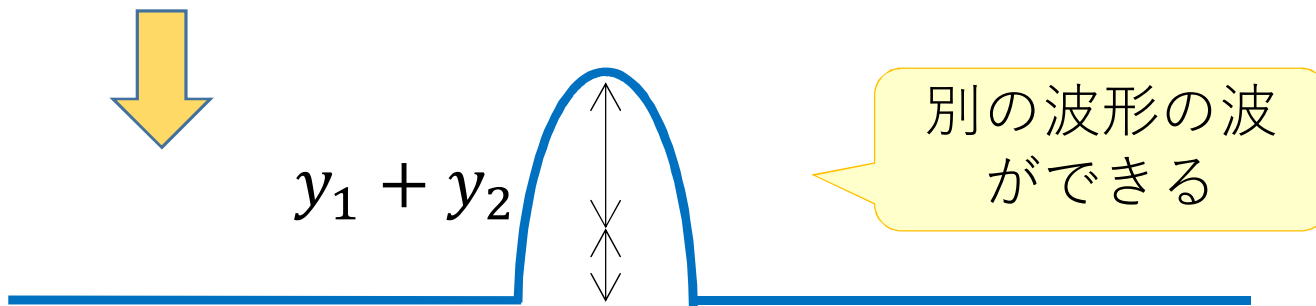
波の独立性

重ね合わせの原理

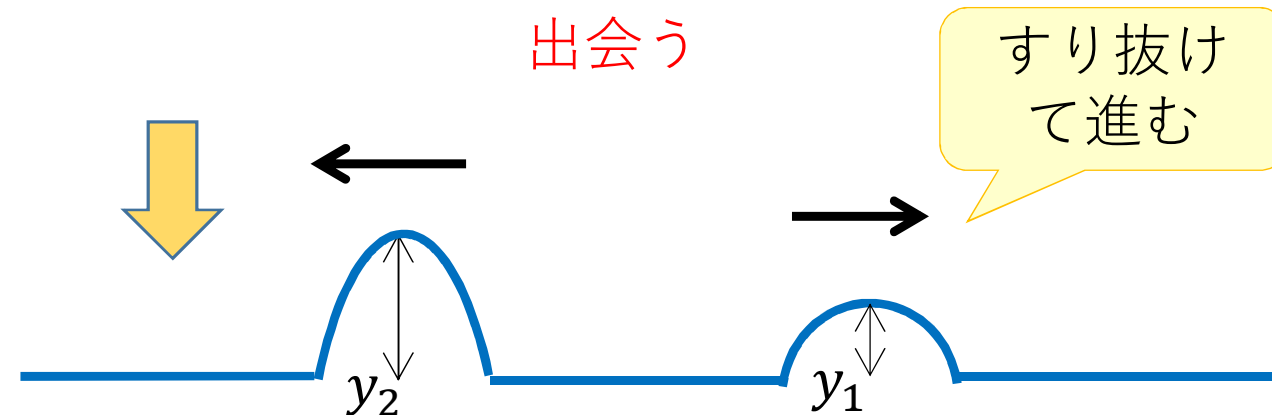
2つの波が出会うとどうなる？



1本のロープに2つのパルス波が互いに逆向きに進んでいる。

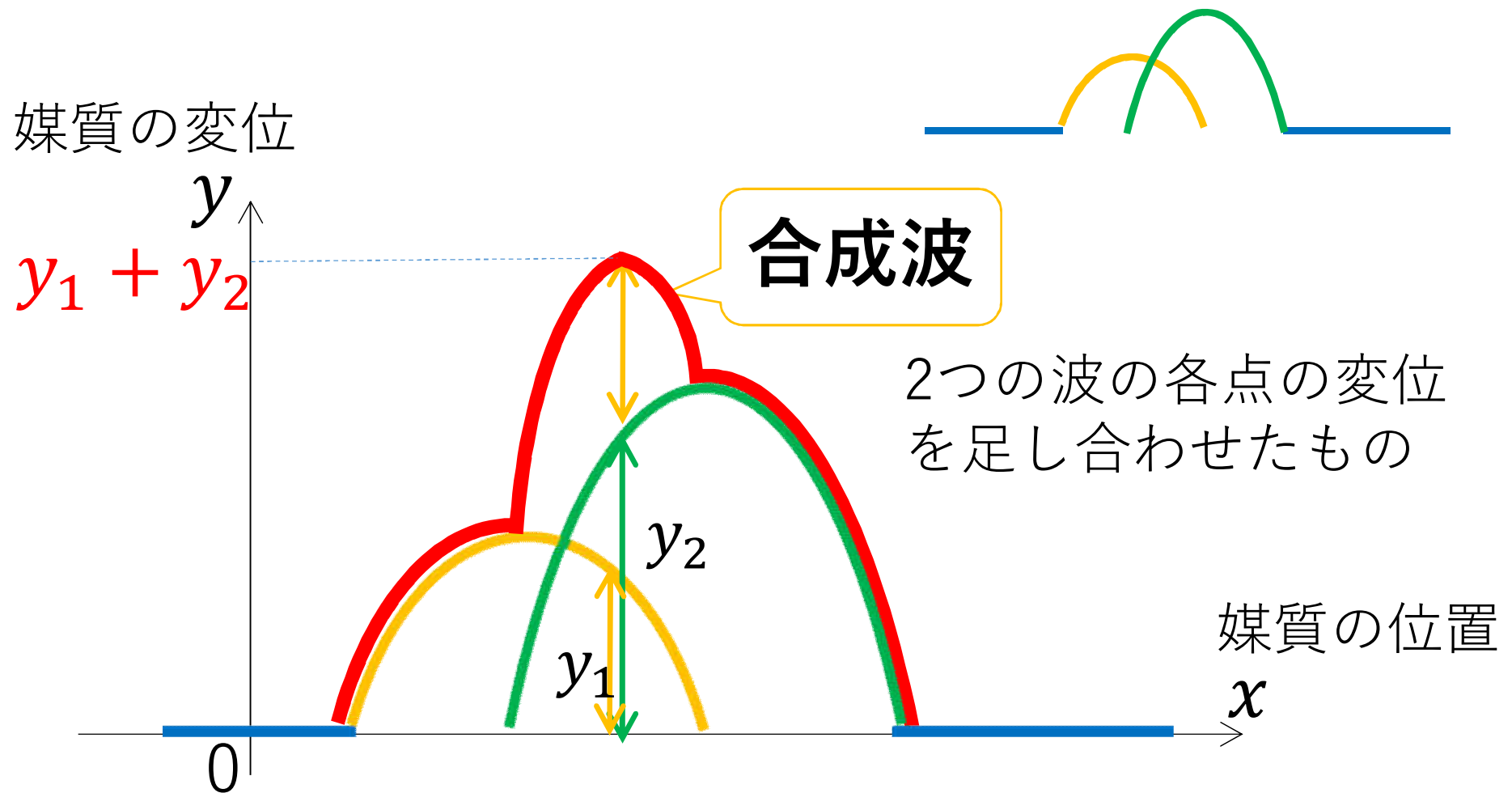


出会っているときは、2つの波は“重ね合わせ”、高さは2つの波の和になる。



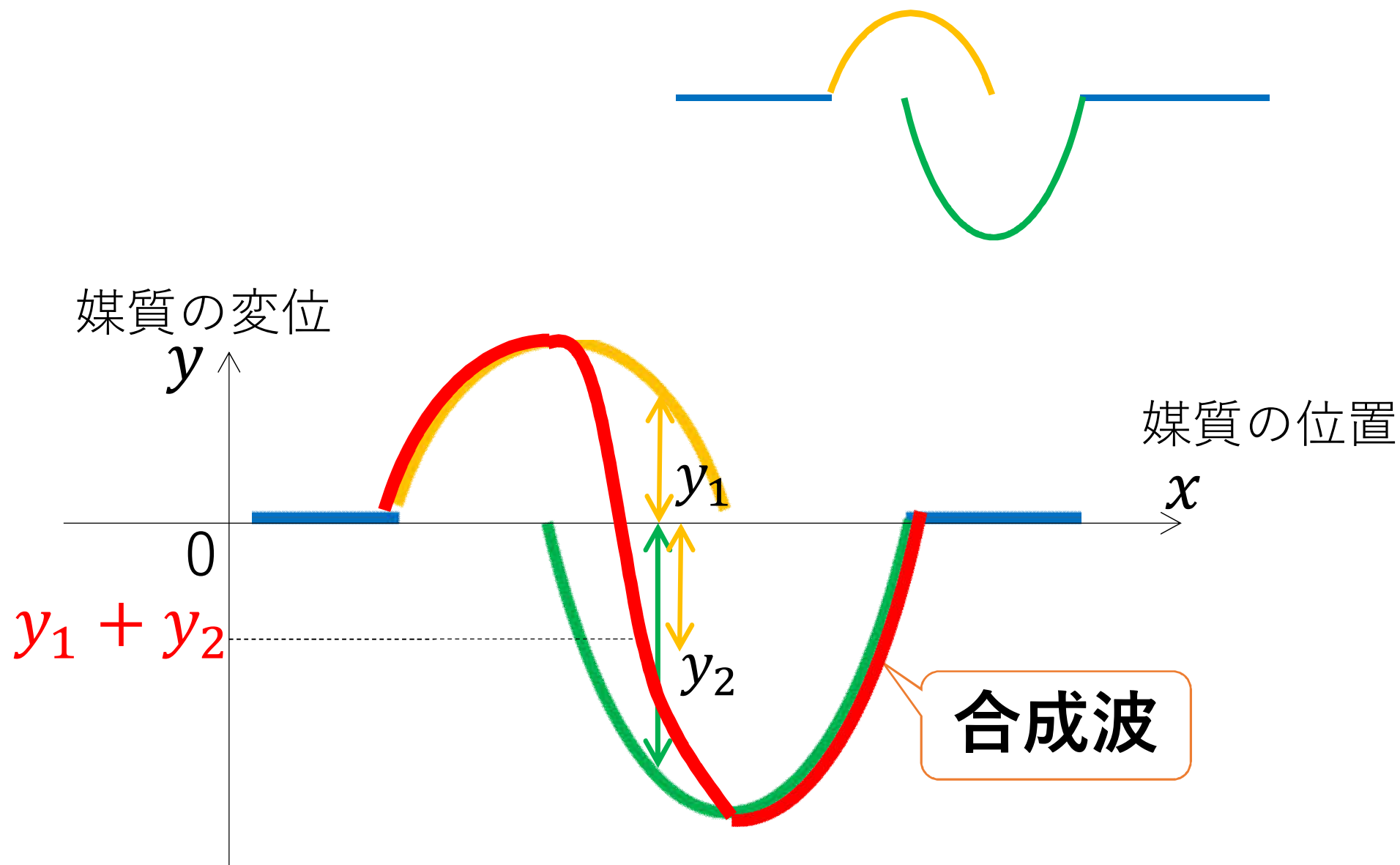
出会った後は、もとの波形や速度を保ったまま、それぞれの方角に進んでいく。

- ある位置に2つの山型の波が同時にいるとき

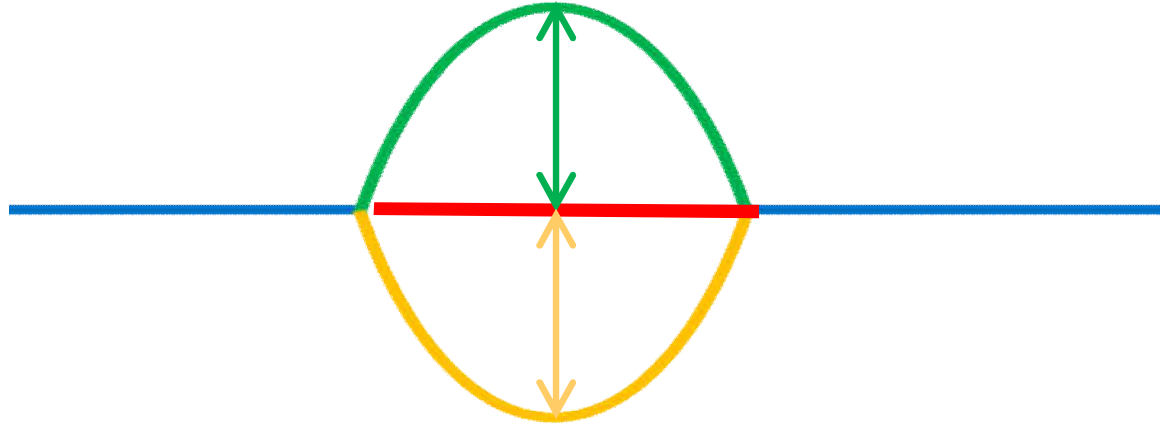


実際に見える波形は重ねあわされた波で『**合成波**』という。

- 山と谷の波が出会ったとき



- 上下逆さまの波が逆向きにやってくると、消える瞬間がある



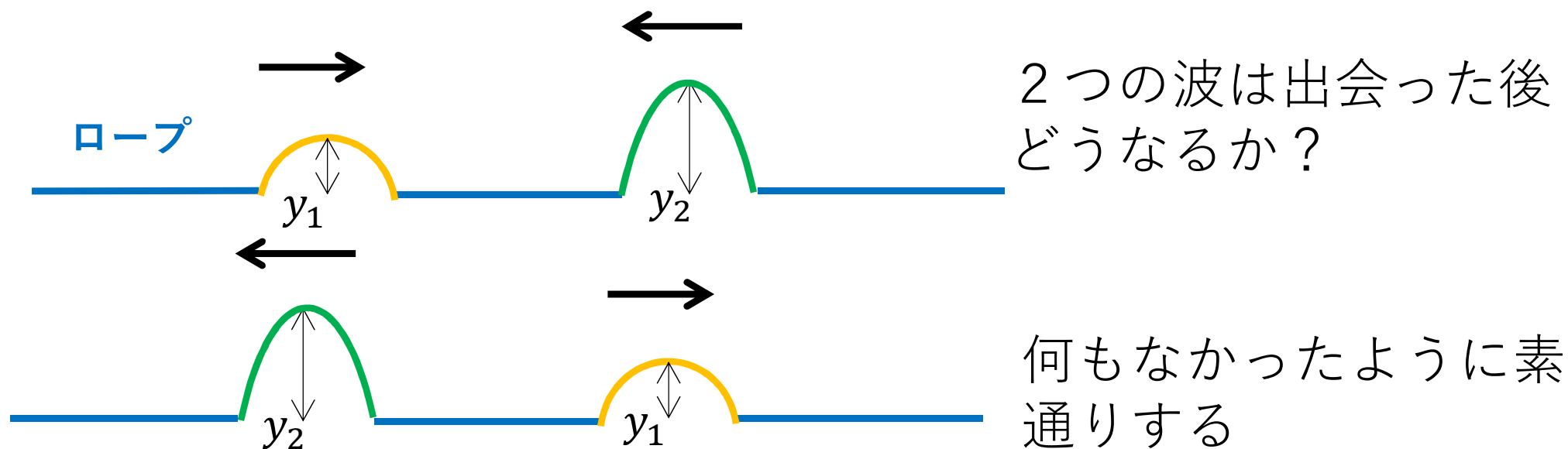
重ね合わせの原理を利用

- ノイズキャンセリングヘッドホン
 - 騒音対策
1. ヘッドフォンが騒音(音波)を検知
 2. ヘッドホンの中の回路が、瞬時にその騒音とは上下逆さまの波形をもつ波をつくる。
 3. 音楽に、2で作り出した波と重ね合わせた音を耳に送る。
 4. 騒音とヘッドホンが作り出した波が重なり、耳には音楽だけが聞こえる。

例題 1 をやりましょう。

- 2つの波が出会った後はどうなる？

2つの波が出会い通り抜けた後も、それぞれの波の波形は変化せず元の状態のまま進行する。これを『**波の独立性**』という。

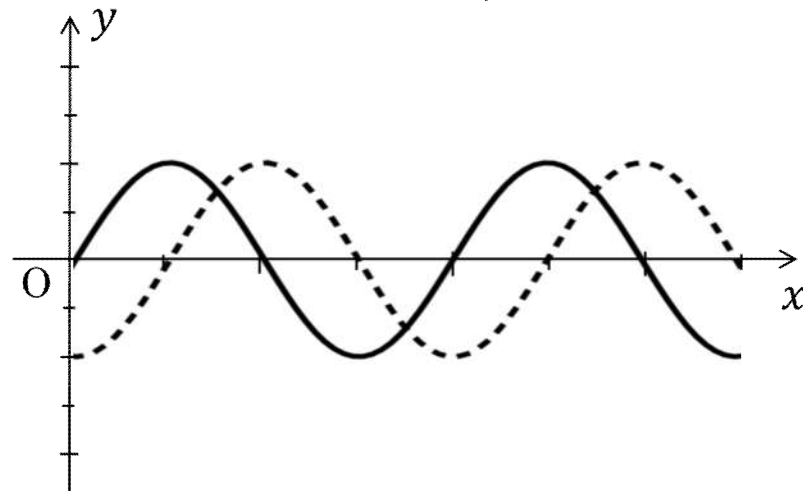
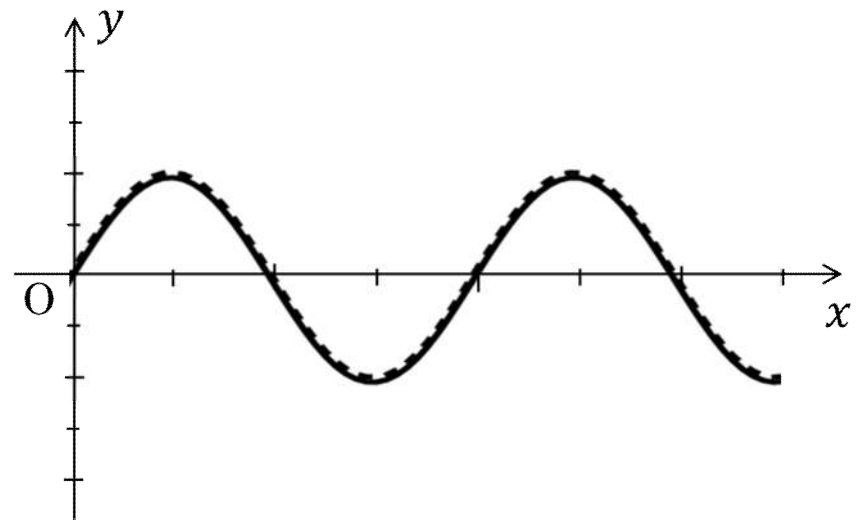
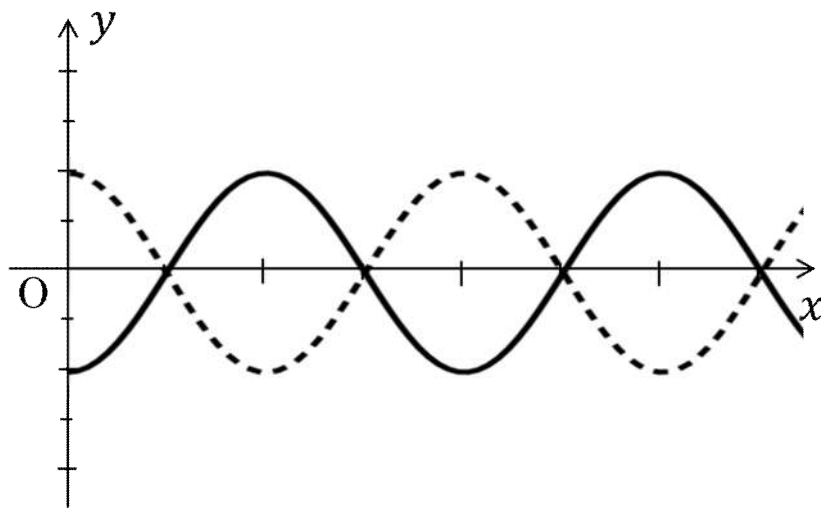


波の独立性は、ボールなどの粒子の運動と違い、波に特有な性質。

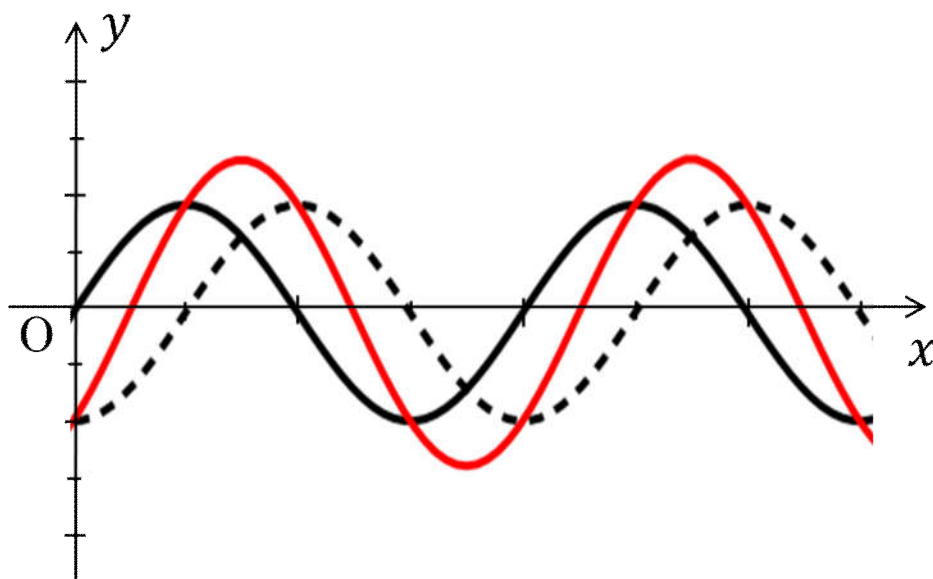
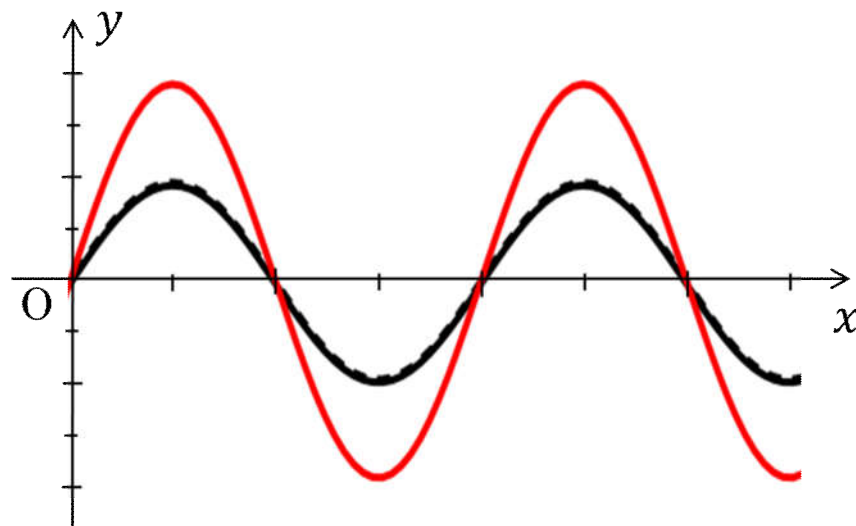
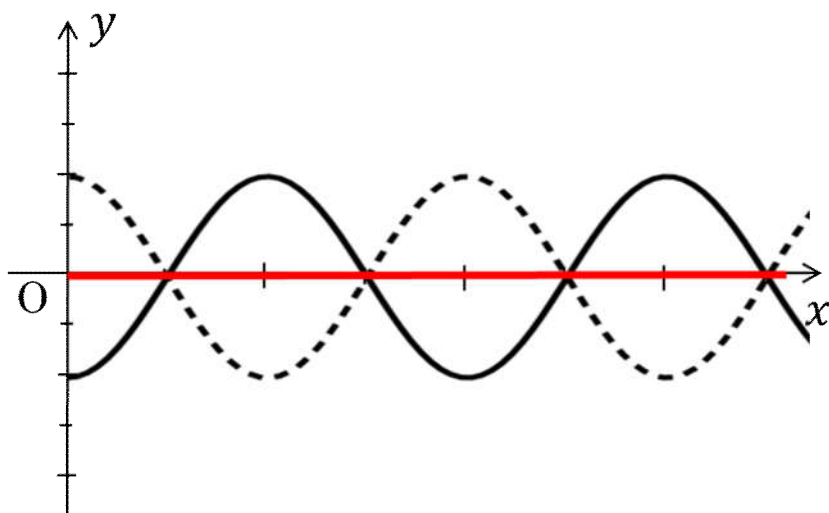
身近な例) 2人が同時に声を出したら、相手の声は聞こえるか？

2つの正弦波の重ね合わせ

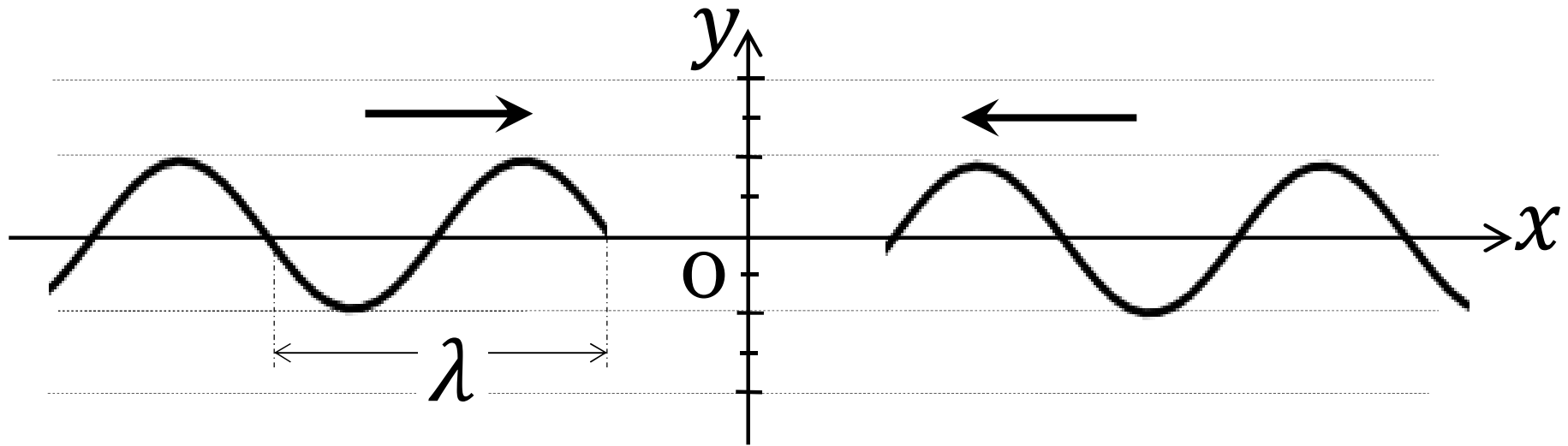
- 2つの正弦波が図のような位置にあるとき



実際に見える波形は 2 つの正弦波を重ね合わせたものになる

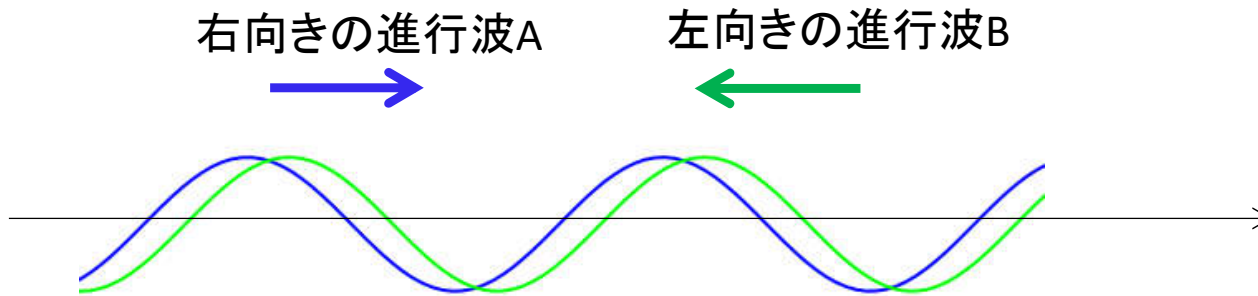


- 波長、周期、振幅の等しい正弦波が、互いに反対向きに進んで重なるとき

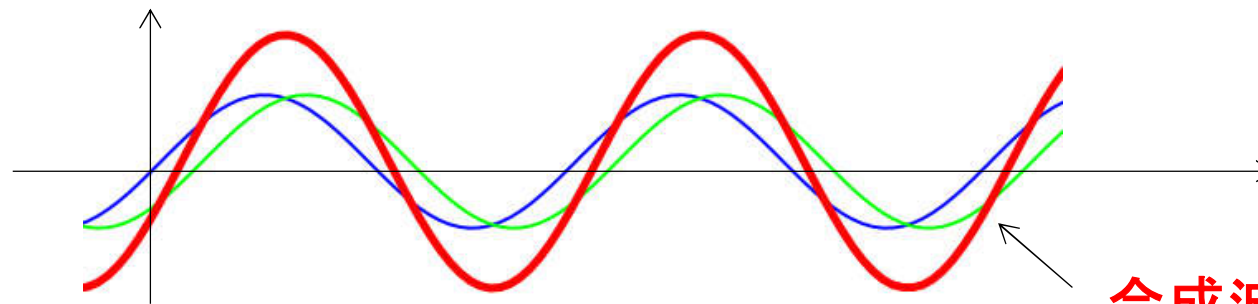


https://youtu.be/0fbGaf_XZBk

合成波はどちらの方向にも進まず、その場で振動しているだけの波「**定常波**」になる



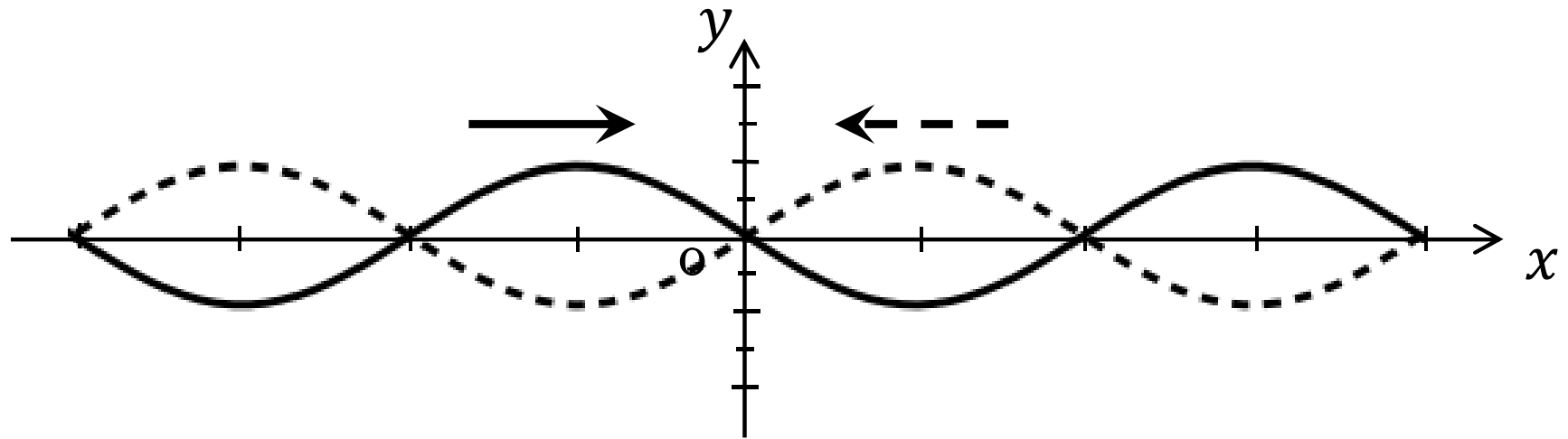
ある方向に進んでいく波を進行波という



合成波

どちらの方向にも進まず、その場で振動しているだけの波を定常波という

x 軸上を正反対に進む2つの波がある。2つ波は、振幅、波長、速さが等しい正弦波で、その周期は $T[s]$ である。(1)の図は時刻 $t = 0[s]$ での2つの波を表している。

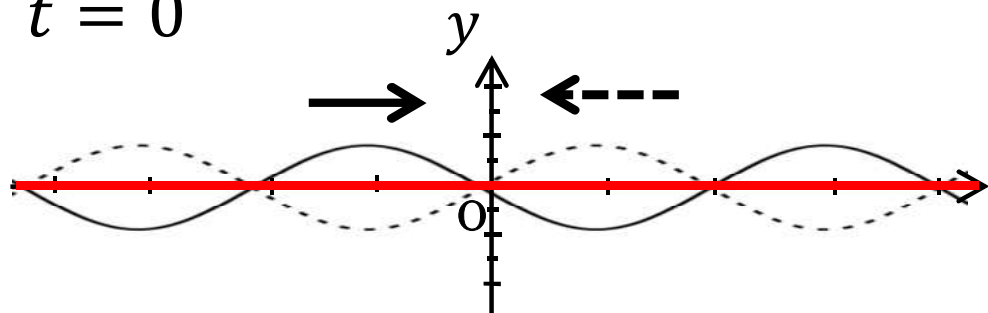


2つの波はそれぞれの進行方向に進むが、その合成波は進まず、**定常波**になる。

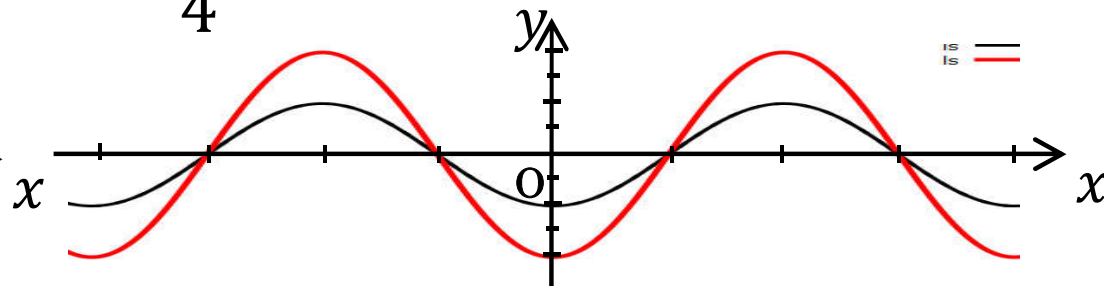
例題2をやってみよう。

右方向に進む正弦波（実線）と左方向に進む正弦波（点線）を
 $1/4$ 周期ごとに進ませて、2つの波の合成波（赤線）を作図する

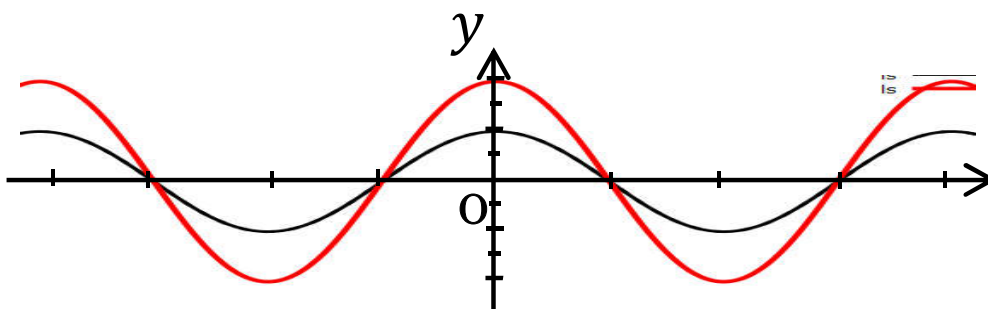
$$t = 0$$



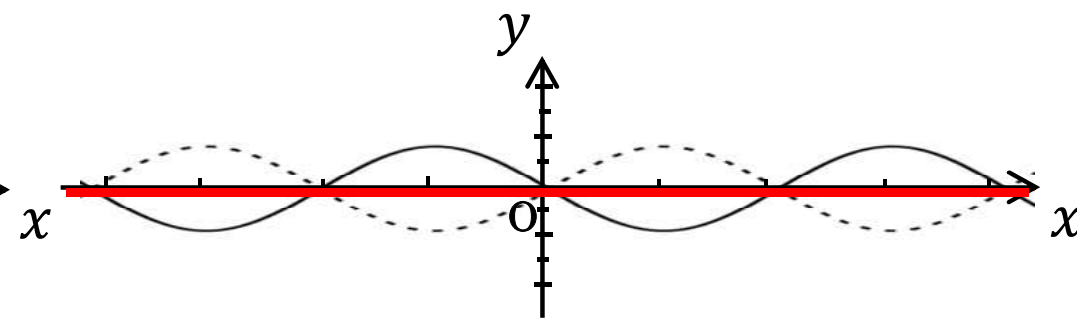
$$t = \frac{3}{4}T$$



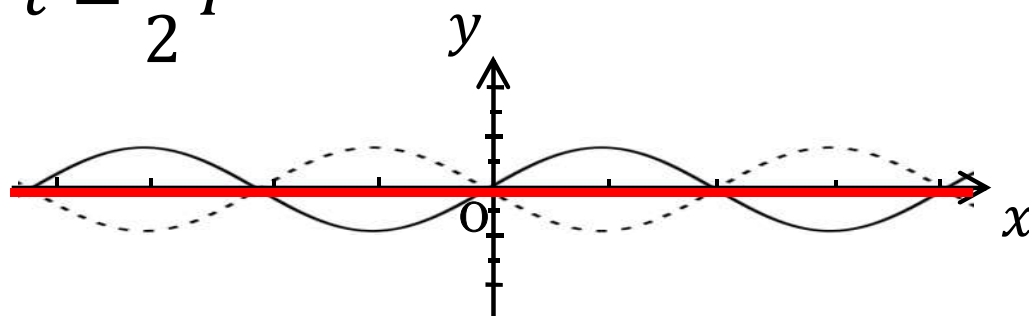
$$t = \frac{1}{4}T$$



$$t = T$$



$$t = \frac{1}{2}T$$



全く振動しない点を定常波の「**節**」、2つの波の振幅の2倍で大きく振動している点を定常波の「**腹**」という。

定常波は図のように表す

