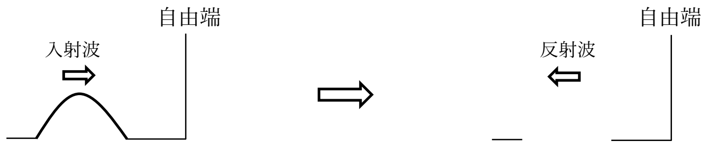
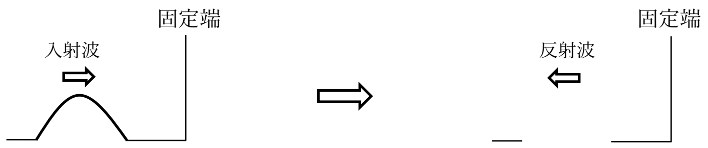
○波の反射

波は、反射が起こる位置の状態によって２通りの反射の仕方をする。

・自由端（自由に動く）で反射する場合

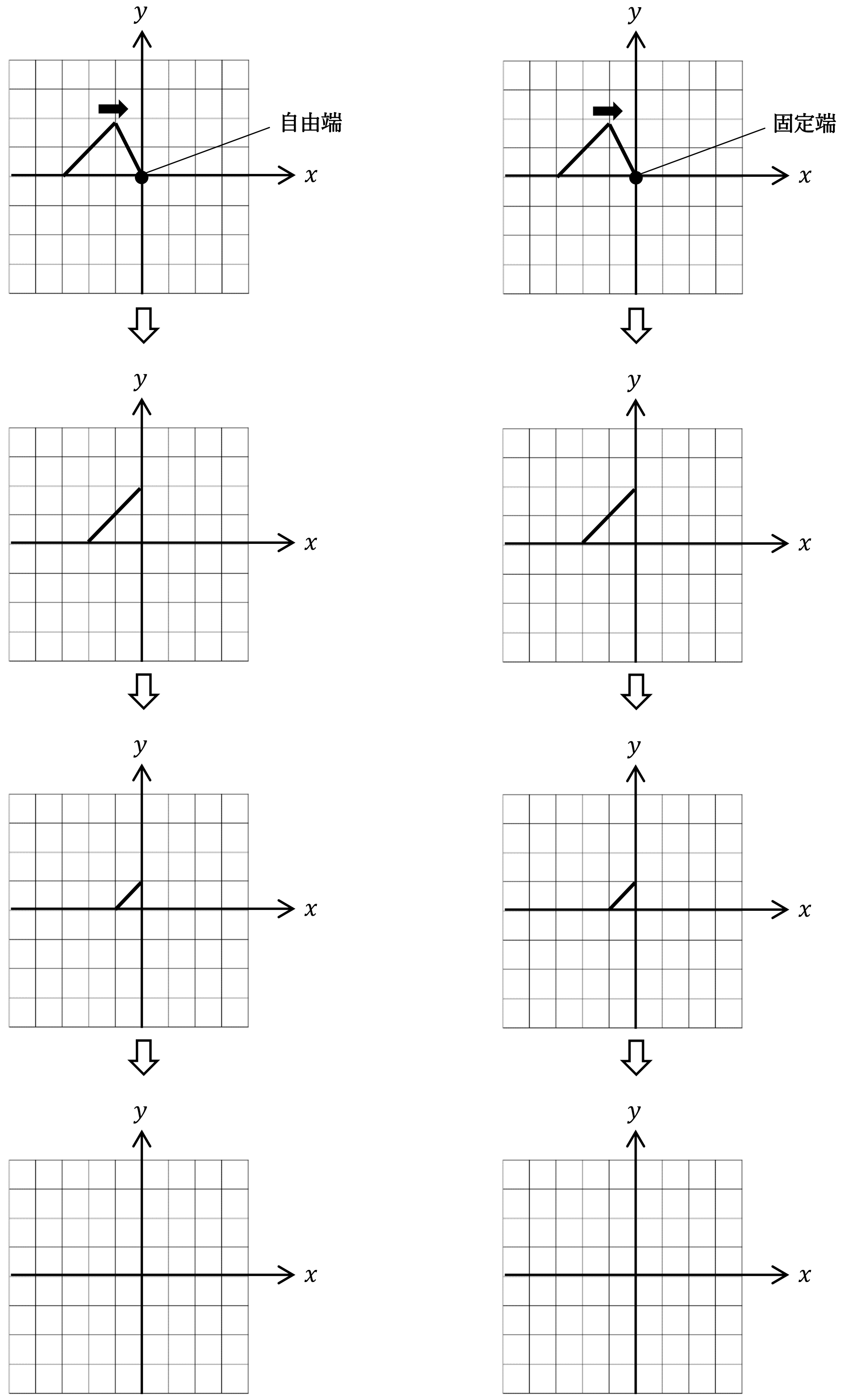


・固定端（動かない）で反射する場合

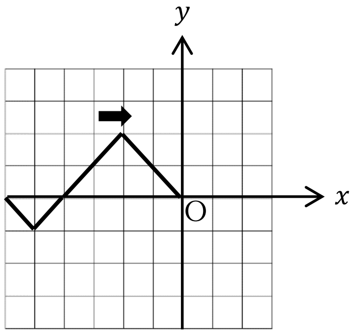


○反射波を描く

反射波は、次のように描くことができる。

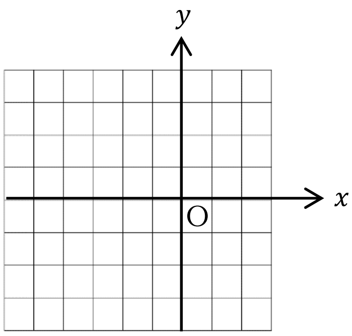


（練習）図のような波が、x 軸の正の向きに速さ 1 cm/s で進み、$x = 0$ の点で反射する。
図の時刻から 3 s 後には、どのような波が現れるか。その波の波形を、自由端反射と固定端反射のそれぞれについて作図せよ。

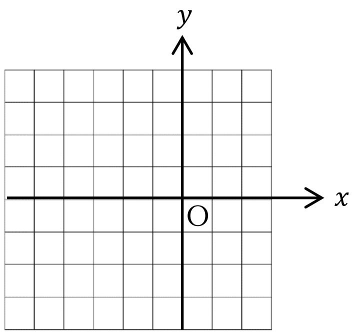


1 目盛りは 1 cm

自由端反射



固定端反射

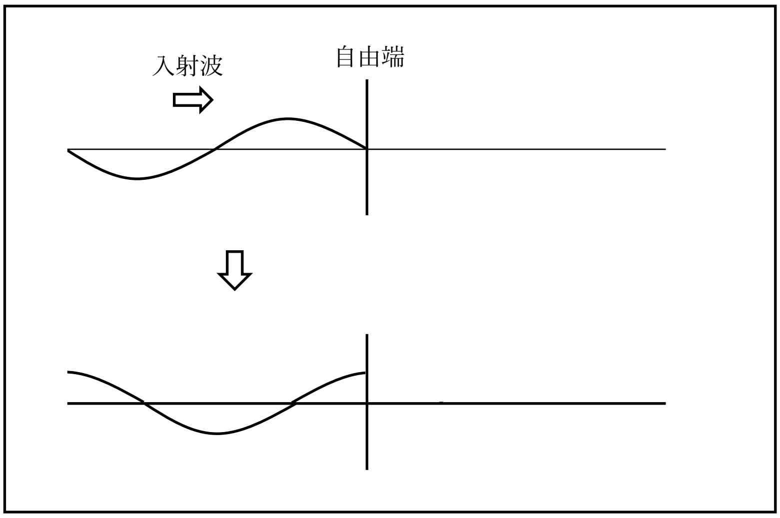


○正弦波の反射で生まれる定常波

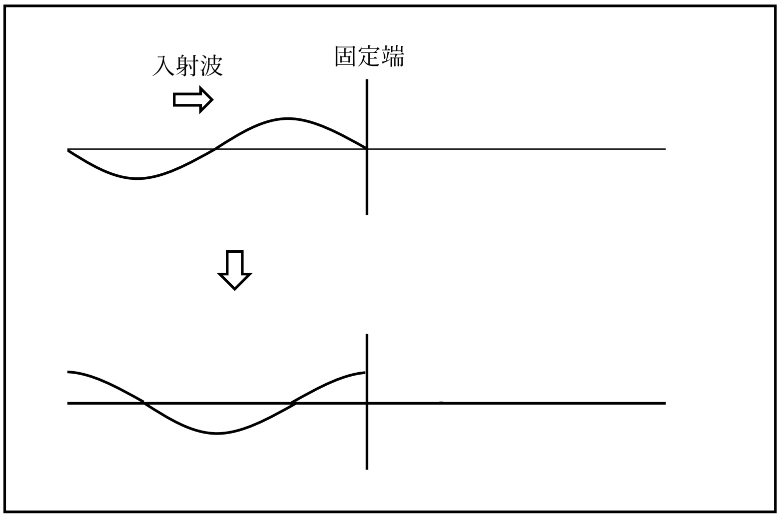
正弦波の反射が起こると、入射波と反射波の重ね合わせによって

＿＿＿＿＿＿が生まれる。

・自由端反射する場合（反射が始まってから充分時間が経ったときを考える）



・固定端反射する場合（反射が始まってから充分時間が経ったときを考える）



※ 正弦波の反射で生まれる定常波については、

・自由端：定常波の________になる

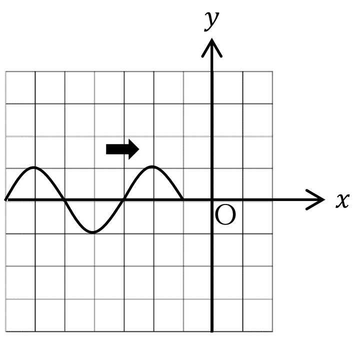
・固定端：定常波の________になる

ということさえ考えれば、即座に図示することができる。

（練習）波長 20 cm、振幅 5.0 cm の正弦波が、速さ 10 cm/s で x 軸の正の向きに進んでいる。波は原点 O で自由端反射をする。図の時刻を 0 s として、以下の各問いに答えよ。

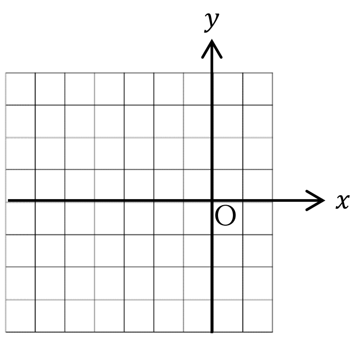
（1）時刻 4.0 s の合成波を描け。

（2）定常波の腹になる位置、および節になる位置を、それぞれ$-35\ \mathrm{cm} \leqq x \leqq 0\ \mathrm{cm}$ の範囲で答えよ。



1 目盛りは 5.0 cm

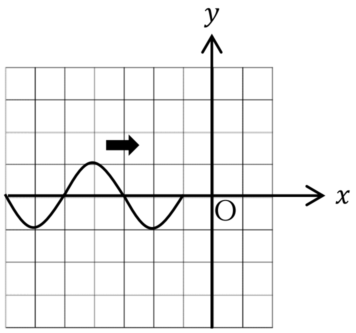
（1）



（練習）波長 20 cm、振幅 5.0 cm の正弦波が、速さ 10 cm/s で x 軸の正の向きに進んでいる。波は原点 O で固定端反射をする。図の時刻を 0 s として、以下の各問いに答えよ。

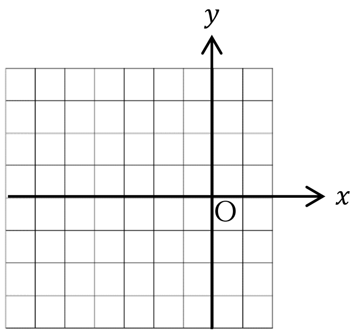
(1) 時刻 4.0 s の合成波を描け。

(2) 定常波の腹になる位置、および節になる位置を、それぞれ $-35\ \mathrm{cm} \leqq x \leqq 0\ \mathrm{cm}$ の範囲で答えよ。



1 目盛りは 5.0 cm

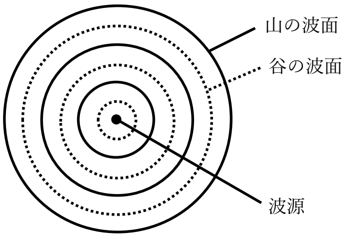
(1)



○波の波面と進行方向

波面　＝　平面や空間を伝わる波の、状態（位相）が等しい点をつなげたもの

（例）水面波の波面は次のようになる。



波の進行方向は、波面に＿＿＿＿＿＿＿である。

○波の干渉

ある１点に、２つの波面が同時にやってきたとき、

・２つの波の山と山（谷と谷）が同時にやってくる場合

⇒　その点は＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　（＝２つの波が＿＿＿＿＿＿＿）　…　①

・２つの波の山と谷が同時にやってくる場合

⇒　その点は＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　（＝２つの波が＿＿＿＿＿＿＿）　…　②

⇧

①のようになるのは、

２つの波源からの距離の差　＝　波長 λ ×（　　　　　　　）

を満たす点であり、

②のようになるのは、

２つの波源からの距離の差　＝　波長 λ ×（　　　　　　　）

を満たす点である。

※ 以上の関係は、２つの波源が＿＿＿＿＿で振動する場合に成り立つ。

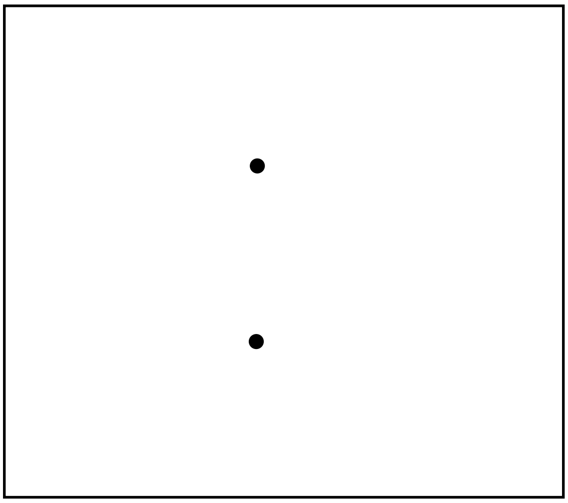
２つの波源が逆位相で振動する場合は、

２つの波源からの距離の差 ＝ 波長 λ ×（　　　　　　）	⇒ ２つの波が強めあう
２つの波源からの距離の差 ＝ 波長 λ ×（　　　　　　）	⇒ ２つの波が弱めあう

となる。

※ 以上の関係をもとに考えると、水面上で２つの波源を同位相で振動させると、次のように腹線（大きく振動する点を結んだもの）と節線（振動しない点を結んだもの）が交互にできることが理解できる。

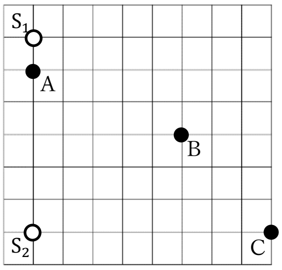
（例）２つの波源の距離 ＝ 2λ の場合



（練習）図のように、水面に置いた小球 S_1 、S_2 を同じ周期・同位相で振動させ、波長 4.0 cm の円形波を干渉させた。

(1) 図中の点 A〜C を、２つの波が強め合う点と弱め合う点に分類せよ。ただし、図の１目盛りは 1 cm とする。

(2) S_1 と S_2 の間に、２つの波が強め合う点はいくつあるか。



（練習）波長 5.0 cm、振幅 0.30 cm の２つの波が、水面上で 15.0 cm だけ離れた２点 S_1 、S_2 から、同位相で広がっている。距離による波の減衰は無視できるものとして、以下の各問いに答えよ。

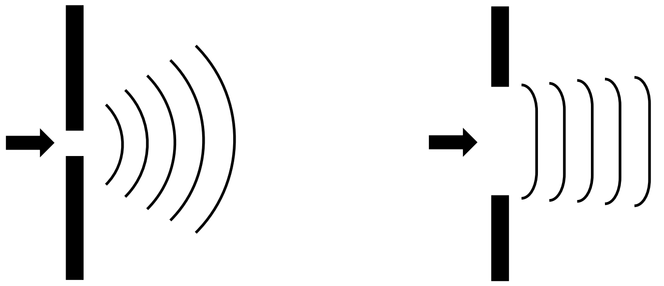
(1) S_1 、S_2 から、それぞれ 30.0 cm、37.5 cm 離れている点 P の合成波の振幅を求めよ。

(2) S_1 と S_2 の振動が逆位相である場合、(1)の答えはどうなるか。

○波の回折

回折　＝　波が障害物の裏側へ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿こと

（例）同じ波長の波が、幅の異なる隙間を通過するとき



波の波長　≧　隙間の幅　⇒　大きく回折する

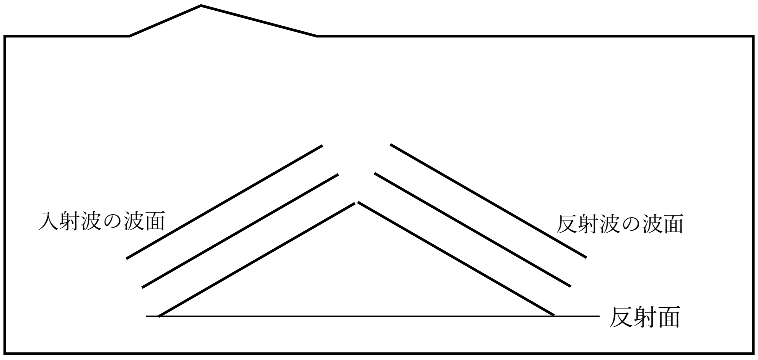
波の波長　≪　隙間の幅　⇒　ほとんど回折しない

※　波長が＿＿＿＿＿＿音波はよく回折するが、

　　波長が＿＿＿＿＿＿光はほとんど回折しない（影ができる）。

○波の反射

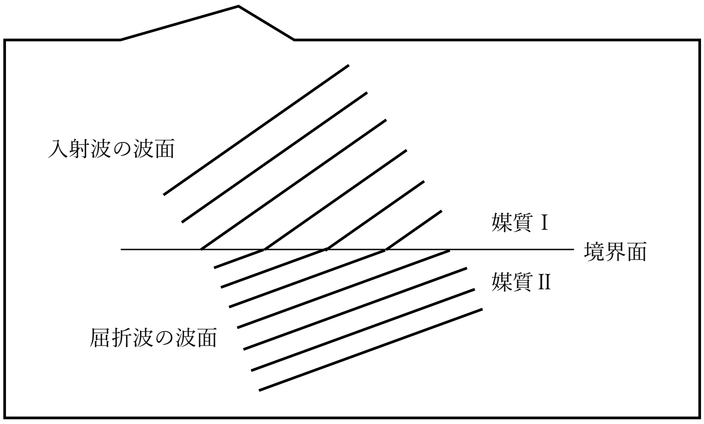
波が反射するときには、入射角と反射角が＿＿＿＿＿＿なる（反射の法則）。



（練習）壁に波を斜めに当てたところ、入射波の波面が反射面となす角度が 30°であった。
このときの入射角と反射角をそれぞれ求めよ。

○波の屈折

波が異なる________中に進むとき、屈折（進行方向が変わること）が起こる。



⇧

屈折が起こるのは、媒質が変化すると波の________が変わるからである。

⇒ 媒質が変化しても波の振動数は変化しないので、波の________も________に比例しながら変化することが分かる。

$v = f\lambda$　より

⇩

このことは、次のように整理できる（屈折の法則）。

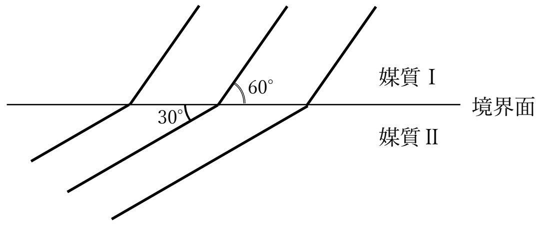
$$\frac{\sin i}{\sin r} = \underline{\qquad\quad} = \underline{\qquad\quad} = n_{12}$$

※ 屈折率は、波の「縮み率」と理解できる。

（例）媒質Ⅱでの波長が媒質Ⅰでの波長の $\frac{1}{2}$ になるとき、

$n_{12} = \underline{\qquad\quad}$ となる。

（練習）図は、水面波が媒質Ⅰ（深いところ）から媒質Ⅱ（浅いところ）へ進むときの山の波面を表している。



(1) 入射波と屈折波の進む向き、および入射角 i 、屈折角 r を図中へ示せ。

(2) 媒質Ⅰに対する媒質Ⅱの屈折率はいくらか。

(3) 隣り合う波面の間隔が媒質Ⅰで 6.0 cm だったとすると、媒質Ⅱでは何 cm か。

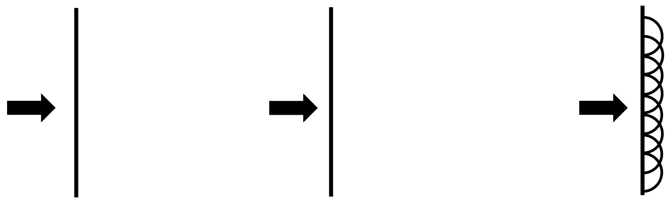
(4) 媒質Ⅰのある点を波面が通過してから、次の波面が通過するまでの時間は 0.50 s であった。媒質Ⅱのある点を波面が通過してから次の波面が通過するまでの時間はいくらか。

○ホイヘンスの原理

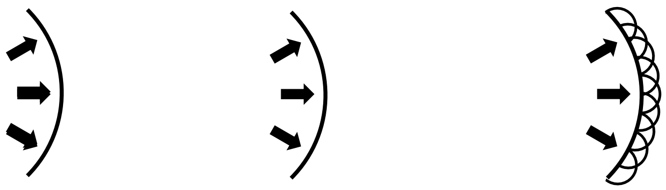
波の回折・反射・屈折といった性質は、ホイヘンスの原理によって説明できる。

ホイヘンスの原理（新しい波面の生まれ方を説明したもの）

ある瞬間の波面 ⇒ 波面の各点が素元波を生む ⇒ 素元波に共通に接する面が新たな波面となる



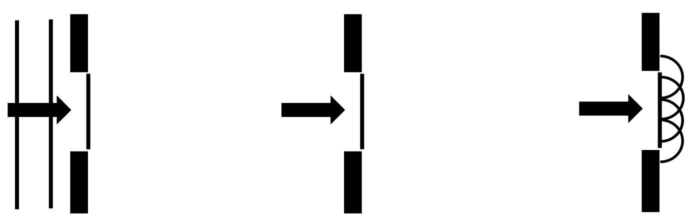
ある瞬間の波面 ⇒ 波面の各点が素元波を生む ⇒ 素元波に共通に接する面が新たな波面となる



○ホイヘンスの原理による回折の理解

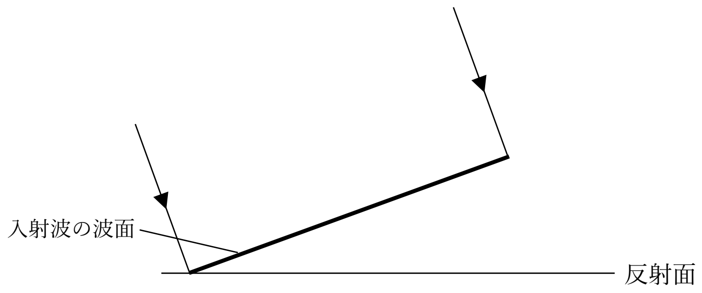
ホイヘンスの原理をもとに考えると、波が回折する理由が分かる。

隙間を通り抜ける波面 ⇒ 波面の各点が素元波を生む ⇒ 素元波に共通に接する面が新たな波面となる



○ホイヘンスの原理による反射の理解

ホイヘンスの原理をもとに考えると、反射の法則が成り立つ理由が分かる。

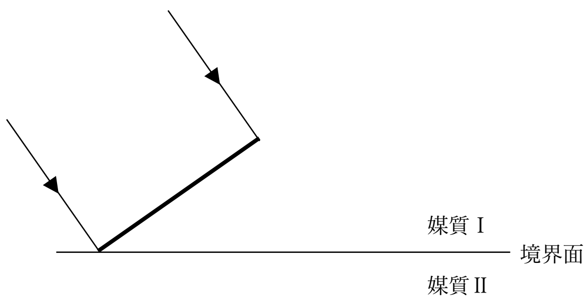


２つの三角形が______であることから、

入射角 ＝ 反射角 となることが分かる。

○ホイヘンスの原理による屈折の理解

ホイヘンスの原理をもとに考えると、屈折の法則が成り立つ理由が分かる。



$\dfrac{\sin i}{\sin r}$ ＝ ______ となることが分かる。