

# 物理 授業プリント⑦

<波動 第2章 音>

○音波

音波 = \_\_\_\_\_ 波 (= \_\_\_\_\_ 波)

↓

疎密の変化 (= \_\_\_\_\_ の変化) が  
鼓膜を振動させ、音が聞こえる。

音波は縦波なので、固体・液体・気体の \_\_\_\_\_ を伝わる。

… 固体を伝わる速さ \_\_\_\_\_ 液体を伝わる速さ \_\_\_\_\_ 気体を伝わる速さ

空气中的音速  $V(\text{m/s}) = 331.5 + 0.6 t$  ( $t$  : 温度(°C))

(練習) 遠くで打ち上げられた花火の光を見てから、花火の音を聞くまでの時間が 4.6 秒であった。気温を 25 °C とすると、花火までの距離は何 km か。

(練習) 振動数 450 Hz の音が、20 °C の部屋から 5.0 °C の室外に出るとき、波長は何 cm 変化するか。ただし、振動数は変化しない。

### ○音の3要素

・音の高さ：音波の \_\_\_\_\_ が大きいほど、高い音になる。

低周波：20 Hz 以下の音波（人間には聞こえない）  
可聴音：20 ~ 20000 Hz の音波（人間に聞こえる）  
超音波：20000 Hz 以上の音波（人間には聞こえない）

・音の大きさ：音波の \_\_\_\_\_ が大きいほど、大きい音になる。

… 音の大きさには、振動数も影響する。

・音色：音波の \_\_\_\_\_ によって、音色が決まる。

（練習）人の可聴音は、空気中の波長にするとおよそ何 m から何 m の範囲になるか。  
ただし、空気中の音速を 340 m/s とする。

### ○音波の回折

音波の波長は \_\_\_\_\_ ので、回折しやすい。

（例）壁の向こうの話し声が聞こえる  
話している人の後方でも声が聞こえる

○音波の反射

音波は、建物などにぶつかると \_\_\_\_\_ する。

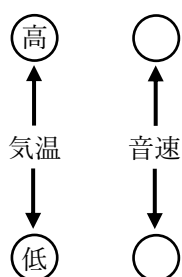
(例) 山びこ

(練習) 海面から海底へ向けて音波を送ったところ、1.2 s 後に海底で反射した反射波が戻ってきた。水深は何 m か。ただし、海水中の音速を  $1.5 \times 10^3$  m/s とする。

○音波の屈折

音波が同じ種類の媒質中を進むときでも、媒質の \_\_\_\_\_ が変わると音速が変化するので、屈折が起こる。

(例) 晴れた冬の夜：地表付近が冷え込む



音波の速さと波長は \_\_\_\_\_ しながら変化するが、  
\_\_\_\_\_ は変化しない。

○音波の干渉

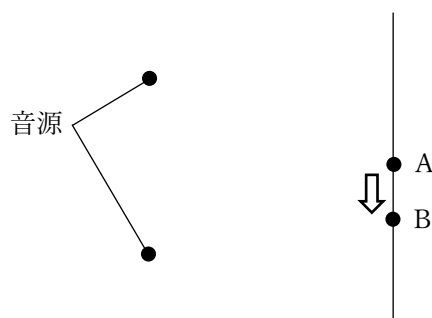
ある点に2つの音源から同時に音波が届くとき、

・ 2つの音源からの距離の差 = 波長  $\lambda \times$  ( )  $\Rightarrow$  強め合う

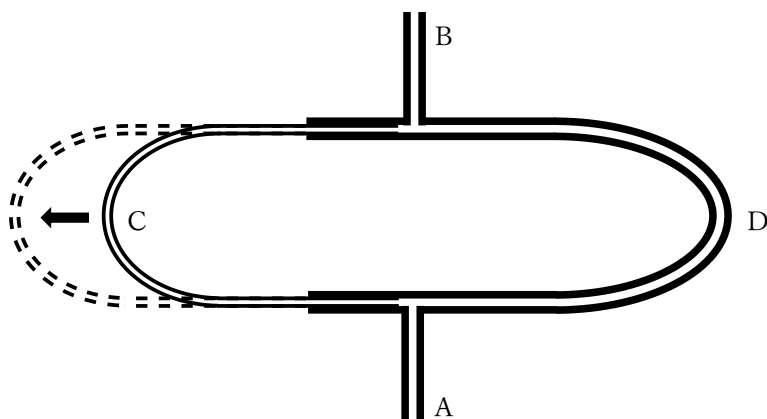
・ 2つの音源からの距離の差 = 波長  $\lambda \times$  ( )  $\Rightarrow$  弱め合う

となる。

(練習) 図で、点 A は2つの音源から等距離にある。観測者が図の直線に沿って移動すると、聞こえる音が徐々に小さくなって点 B で極小となり、点 B を過ぎると再び大きく聞こえるようになった。点 B では、2つの音源からの距離はそれぞれ 10.0 m、7.0 m である。このときの音波の波長を求めよ。



(練習) 図のような装置をクインケ管という。A から管内に入った音は左右の管に分かれて進み、再び出会って干渉し、B に達する。初め、経路 ACB と経路 ADB を等距離になるようにする。そして、C 側の管をゆっくりと引き出すと、B で聞こえる音が次第に小さくなり、さらに引き出すと再び大きくなった。このようにして、C 側の管をゆっくりと動かすと、8.5 cm だけ引き出すごとに B で聞こえる音が小さくなった。音速を 340 m/s とし、音の波長と振動数を求めよ。

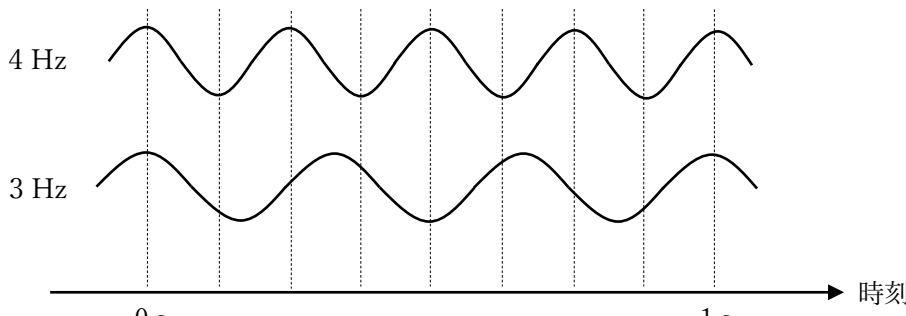


○うなり

振動数が異なる2つの音が同時にやってくると、うなりが聞こえる。

強弱が繰り返し聞こえる現象

(例) 4 Hz の音と 3 Hz の音が同時にやってきたとき



4 Hz

3 Hz

0 s 1 s 時刻

1 s 間に \_\_\_\_\_ 回のうなりが聞こえる

↓

1 s 間に聞こえるうなりの回数 = 2つの音の振動数の \_\_\_\_\_

(練習) 振動数 500 Hz のおんさ A と、振動数の分からないおんさ B を同時に鳴らしたところ、1 s 間に 2 回のうなりが聞こえた。また、振動数 505 Hz のおんさ C とおんさ B を同時に鳴らしたところ、1 s 間に 3 回のうなりが聞こえた。おんさ B の振動数は何 Hz か。

○共振・共鳴

(例) 単振り子は、長さによって決まった振動数（固有振動数）で振動する。

この振動を「固有振動」という。

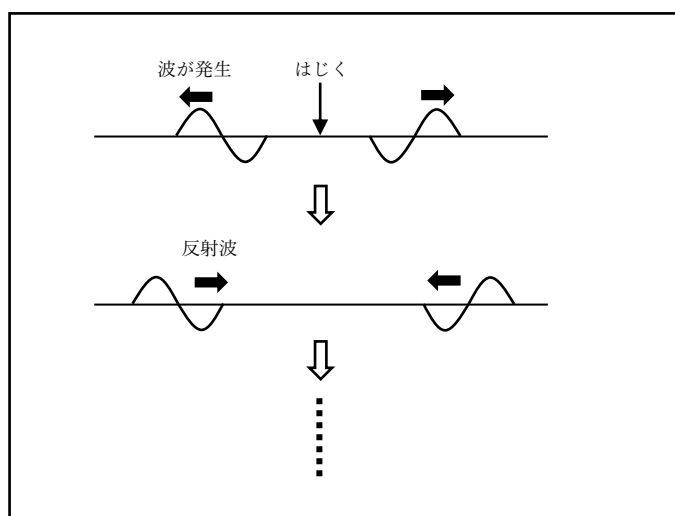


固有振動数と同じ振動数の力を加えると、大きく振動するようになる

= 共振（音の場合は「共鳴」）

○弦の固有振動

弦をはじくと、次のようなことが起こる。

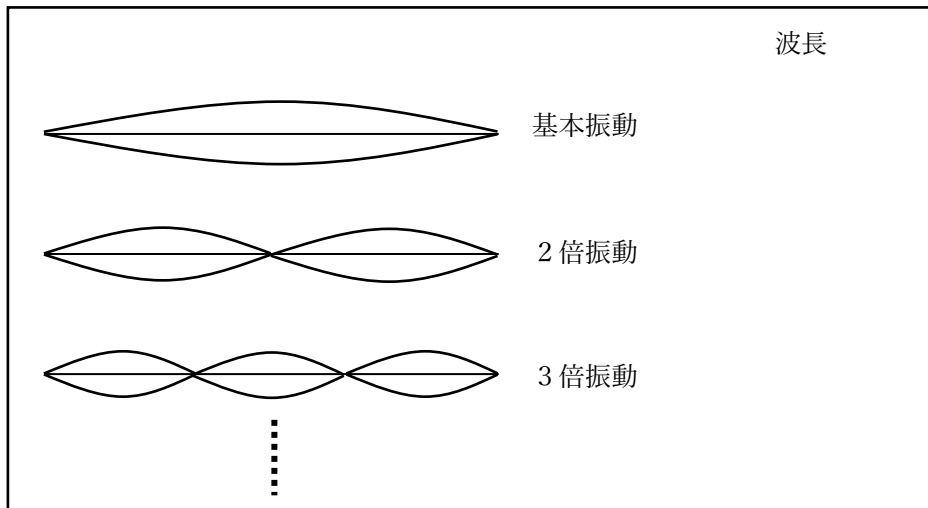


たくさんの波の重ね合わせが起こるが、ほとんどの波は打ち消しあって消える。

その中で、特定の波長の波だけが定常波となって残る。



定常波となって残るのは、次のような波長の波だけである。



※ 基本振動 → 2倍振動 → 3倍振動 → … で

波長は  $\frac{1}{2}$  倍、 $\frac{1}{3}$  倍、… となるが、

振動数が \_\_\_\_ 倍、\_\_\_\_ 倍、… となる。

弦を伝わる波の速さを  $v$  とすると、

・ 基本振動の振動数 = \_\_\_\_\_

・ 2倍振動の振動数 = \_\_\_\_\_

・ 3倍振動の振動数 = \_\_\_\_\_

※ 弦楽器では、基本音、2倍音、3倍音、…が同時に発生し、その割合によって音色が決まる。

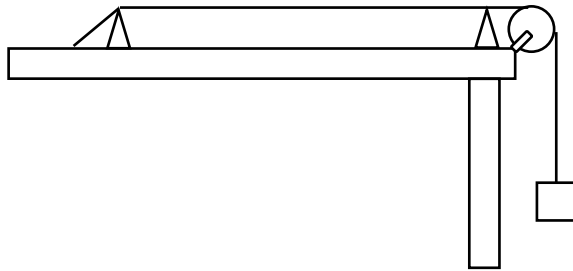
※ 弦を伝わる波の速さ  $v$  は

$$v = \sqrt{\frac{S}{\rho}} \quad ( S : \text{弦の張力(N)} \quad \rho : \text{線密度(kg/m)} )$$

となる。

(練習) 図のように、ピアノ線を滑車に通し、左右の固定端の間の距離が 0.80 m になるように弦を張った。ピアノ線にはたらく重力は無視できるものとして、以下の各問いに答えよ。

- (1) この弦を振動させて、左右の固定端の間に腹が1個の定常波ができたとき、振動数は 50 Hz であった。このとき、弦を伝わる波の波長と速さはいくらか。
- (2) 弦やおもりを変えないで、左右の固定端の間に定常波の腹が3個できるように振動させた。このとき、弦を伝わる波の波長と振動数はいくらか。



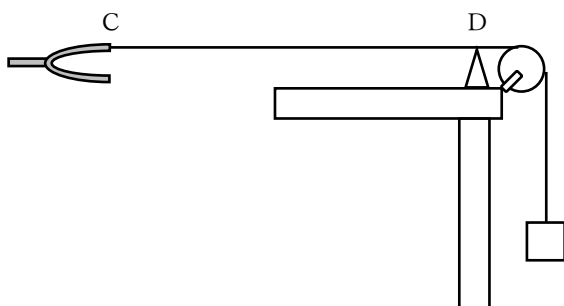
(練習) 振動数 500 Hz のおんさ A の腕を図のように弦につけて、おんさ A を振動させたところ、CD 間に 3 倍振動の定常波が生じた。このとき CD 間の長さは 1.20 m であった。

(1) 弦を伝わる波の速さはいくらか。

次に、おんさ A を振動数の分からないおんさ B に取りかえて、他は同じ条件で振動させたところ、CD 間に 2 倍振動の定常波が生じた。

(2) おんさ B の振動数は何 Hz か。

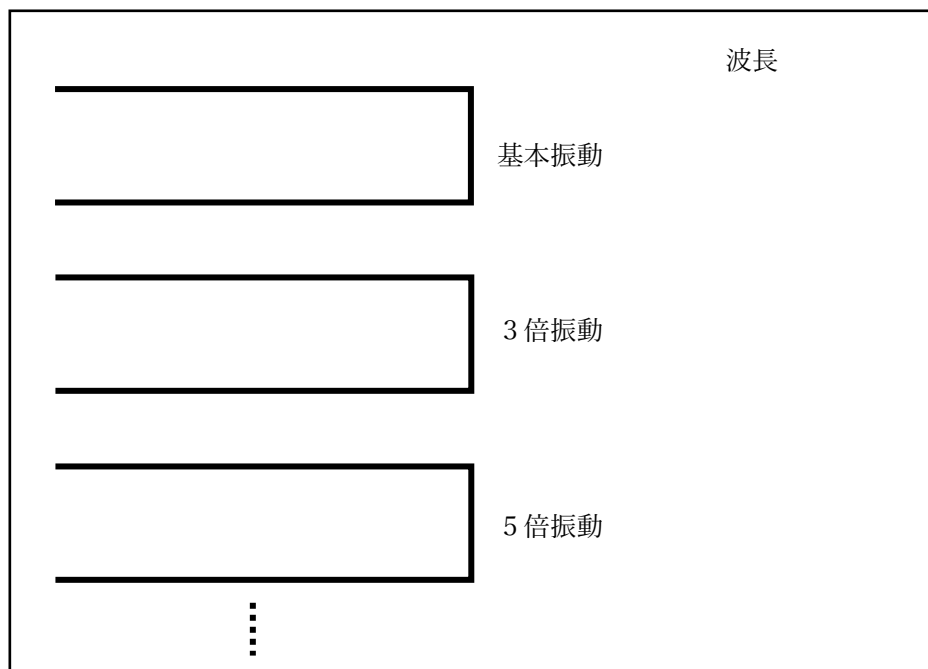
(3) (2)でおもりを取りかえたところ、CD 間に 3 倍振動の定常波が生じた。弦を伝わる波の速さは何倍になったか。



○気柱の固有振動

管に息を吹き込むと、特定の波長の音波だけが定常波となって残る。

・閉管（片側が閉じた管）の場合



※ 基本振動 → 3倍振動 → 5倍振動 → … で

波長は  $\frac{1}{3}$  倍、 $\frac{1}{5}$  倍、… となるが、

振動数が \_\_\_\_ 倍、\_\_\_\_ 倍、… となる。

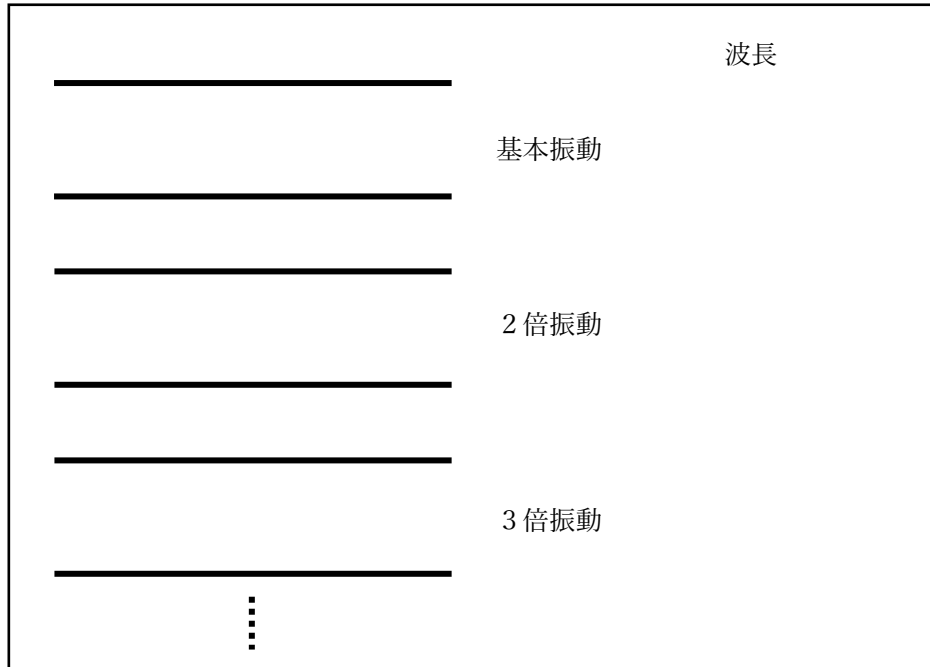
音速を  $V$  とすると、

・基本振動の振動数 = \_\_\_\_\_

・3倍振動の振動数 = \_\_\_\_\_

・5倍振動の振動数 = \_\_\_\_\_

・開管（両端が開いた管）の場合



※ 基本振動 → 2倍振動 → 3倍振動 → … で

波長は  $\frac{1}{2}$  倍、 $\frac{1}{3}$  倍、… となるが、

振動数が \_\_\_\_ 倍、\_\_\_\_ 倍、… となる。

音速を  $V$  とすると、

・基本振動の振動数 = \_\_\_\_\_

・2倍振動の振動数 = \_\_\_\_\_

・3倍振動の振動数 = \_\_\_\_\_

※ 気柱の共鳴は、管の端の

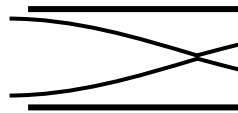
・開いた側： \_\_\_\_\_ 端 ⇒ 定常波の \_\_\_\_\_ になる

・閉じた側： \_\_\_\_\_ 端 ⇒ 定常波の \_\_\_\_\_ になる

ということをお頭にしておけば、作図することができる。

※ 開いた端（開口端）では、実際には開口端の少し外側に定常波の腹ができる。

= 開口端補正



(練習) 長さ 68.0 cm の開管の管口付近にスピーカーを置き、スピーカーから出る音の振動数を 0 Hz から次第に大きくしていくと、ある振動数で気柱が共鳴して大きな音が聞こえた。音速を 340 m/s とし、開口端補正は無視できるものとして、以下の各問いに答えよ。

- (1) 最初に聞こえる共鳴音の波長は何 cm か。
- (2) 3 回目に聞こえる共鳴音の振動数は何 Hz か。

(練習) 図は、閉管の気柱に生じた定常波の様子を表している。(a)、(b)の管の長さはそれぞれ  $L$  (m)、 $2L$  (m)であり、(a)の気柱に生じた定常波の振動数は  $500$  Hzであった。音速は  $340$  m/sで、(a)、(b)ともに開口端補正は無視できるものとする。

- (1) (a)の閉管の長さ  $L$  は何 m か。
- (2) (a)と同じ長さの開管の場合、基本振動数は何 Hz か。
- (3) (b)の気柱に生じた定常波が図のようであるとき、振動数は何 Hz か。
- (4) 気温の上昇によって、(a)、(b)の気柱に生じる定常波の振動数は大きくなるか、小さくなるか。ただし、管の長さは気温によって変化しないものとする。

