

第7回 物理講座を振り返って

第7回物理講座は、「音」をテーマにいろいろと考えました。

終了するとすぐに、感想や疑問に思ったところ、質問が寄せられました。

ここは不思議だな、あれは良く分からなかったな、あそこはどうなっているのだろうという思いが生まれることは、その授業の理解が相当進んだことの証拠です。わかっていなければ、疑問もわからないし、質問もできませんからね。

Q 二酸化炭素だけ、酸素だけなど特定の気体一つでも音は伝わりますか？

音の高さ（音程）や大きさが変わると、速さは変わりますか？

音色は何によって変わるのか、目で見ることはできますか？

A 音は、物質を作っている分子や原子の振動が隣の分子や原子を振動させることによって伝わります。振動を伝える物質（媒質）があれば、それがどんな物質でも音は伝わります。

空気は、窒素（約80%）、酸素（約20%）とわずかな他の物質（アルゴン、二酸化炭素など）の混合気体です。これが窒素だけになったり、酸素だけになってもこれらの分子が振動を伝えるので、音が伝わらなくなることはありません。

また、音の伝わる速さは、物質の種類や温度によって変わります。音の大きさや音程は、振幅や振動数（周波数）によって決まるので、速さは変わりません。

ヘリウムガスを吸い込んでしゃべると、高くておもしろい声が出る実験を知っていますか。声が聞こえるのは、ほかの気体でも音は伝わるということです。私たちの声は、肺から空気を出して声帯をふるわせ、その振動をのどで共鳴させて音になります。ヘリウムを吸い込んでしゃべると、ヘリウムは空気の3倍ほどの速さで伝わるため、振動数が大きくなり、高い声になるのです。

100%のヘリウムガスを吸うと、倒れたり、窒息して死んでしまうこともあります。絶対に吸わないようにしましょう。（パーティグッズのヘリウムガスには、酸素が20%ほど入っています。）



ギターの音（1弦）



人間の声（アー）

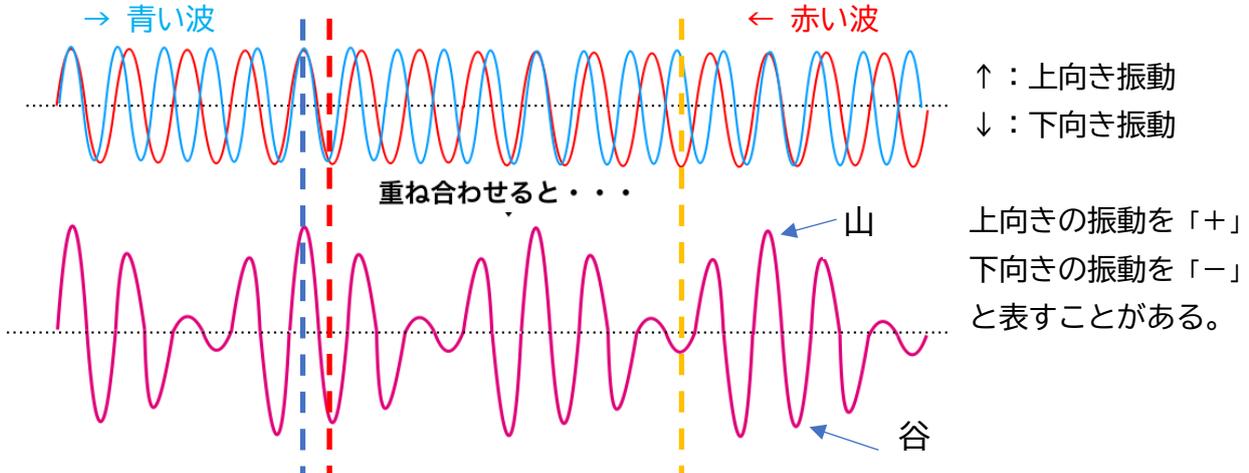
これは「オシロスコープ」という機械で、空気の振動を電気信号に変えてブラウン管に表示したものです。これを見ると、それぞれの音の波形が異なっていることがわかります。

いろいろな音の音色は、細かく揺れたり、揺れの間隔が変化したり、振動の仕方の違いによって変わってきます。

Q 定常波のでき方や気柱共鳴とクント管を使った実験で、音の大きさ、波長を求めるところがよくわからなかった。

同じ波長の正の山と正の山が強め合うのはわかるけど、負の山と山とが強め合うのが分からない。

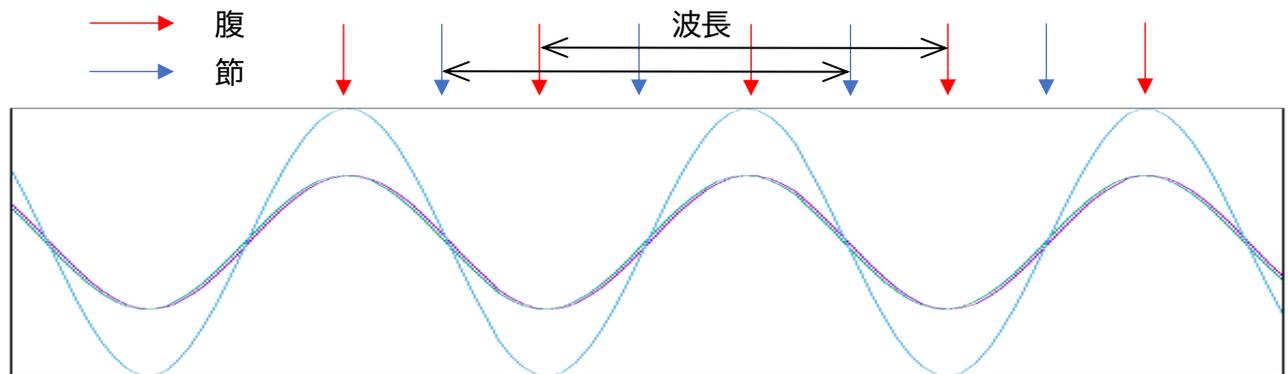
A 第7回の物理講座では、振動数(周波数)が少し違う音が重なり合ったときに、音が大きくなったり、小さくなったりする「うなり」が生じることを実験しました。



振動数(周波数)の違う二つの波が重なり合ったとき、青い点線で示した場所のように二つの波がどちらも上向きの場合には振幅が上向きに大きくなり、赤い点線の場所では二つの波はどちらも下向き(負の方向と表現することがある)なので下向きに振幅が大きくなります。山どうしが重なれば山は高くなり、谷どうしが重なれば谷は深くなるので、振幅は大きくなり大きな音になります。黄色い点線のように上向きと下向きの波が重なったときはお互いに打ち消しあうことになり、振幅は小さくなり音は小さくなります。(縦波が、横波表示されていることに注意)

同じ振動数、波長、速さの波が重なるときは、定常波ができます。

定常波は、もとの二つの波と振動数も波長も同じですが、波は移動せず同じ場所で振動します(この性質から「定常(動かない)波」と名付けられました)。



この図は、縦波を横波表示にしていることに注意

上の図では、右に進む紫の波と左に進む緑の波が重なり、移動せず振幅の大きくなった青い波ができました。これが定常波で、振幅は2倍になり(定常波ができると、振幅が大きくなり音が大きくなる)、波長はもとの音の波と同じです。このことによって、定常波を作ることができれば波長を測定することができます。

定常波をよく見ると、ある場所では振幅が大きくなったり小さくなったりして、山と谷を繰り返し、山と谷のちょうど中間の場所では、振幅がゼロで振動していません。この山と谷を繰り返し良く振動

している場所を「腹」、振動していない場所を「節」と呼びます。

波長は、山からとなりの山まで、谷からとなりの谷まで、または、腹から二つとなりの腹まで、節から二つとなりの節までの長さになります。

気柱共鳴の実験では、管の口から入った音波が気柱の底の水面で反射し、入射波と反射波が重なって定常波ができます。

500Hz（ヘルツ）の音波で実験した結果、気柱の長さが 15.5 cm 付近、50.5 cm 付近、85.0 cm 付近で音が大きくなり、それぞれの気柱で定常波ができていることが分かりました。

定常波ができ、音が大きくなった時、管の中ではどのような振動が起きているか、目で見られるように工夫したクント管を使って確認しました。

下の写真は、500Hz の音波を使った時、85.0 cm の気柱で生じている定常波の様子です。

小さな発泡スチロールの粒が大きく飛び跳ねているところが、空気の振動が大きい「腹」の部分、動いていない場所が「節」になります。腹や節が横に移動することはありませんでした。

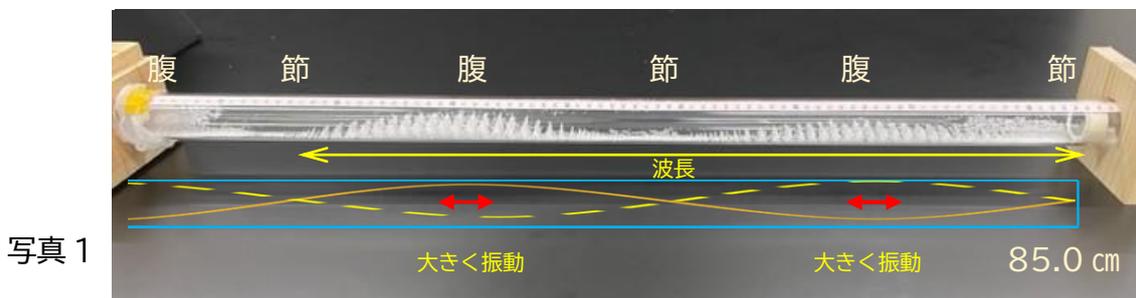


写真 1

下の写真は、50.5 cm、15.5 cm の時の定常波です。

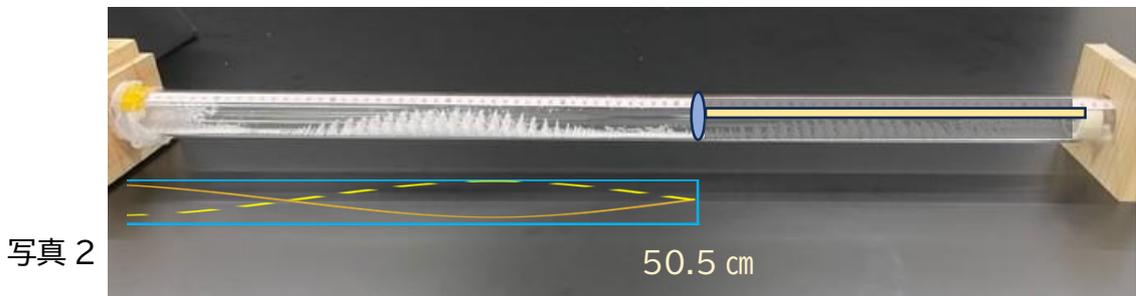


写真 2

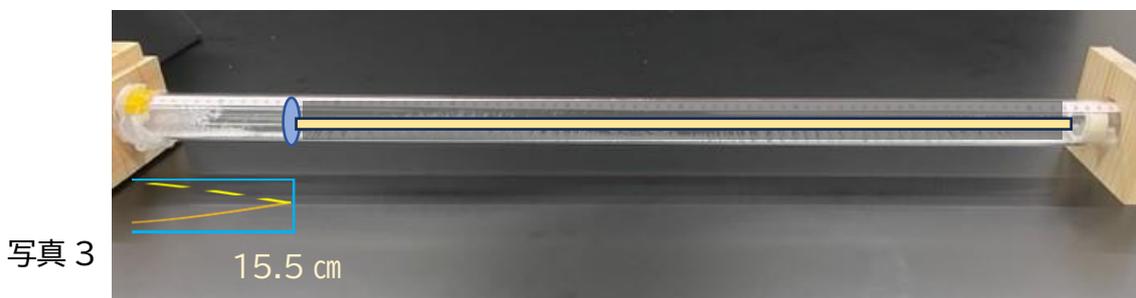


写真 3

図には示しませんでした、三つの長さ以外の気柱では、発泡スチロールの粒が飛び跳ねる様子も、ほとんど見られませんでしたので、定常波はできていないことになります。

この実験の結果、波長は写真 1 のように節から二つとなりの節までになるので、波長の長さは、 $85.0 - 15.5 = 69.5$ で、約 69.5 cm であることが分かります。

気柱管から大きな音が出るのは、定常波ができた時（気柱に腹や節が作られたとき）、気柱の腹になった部分が大きく振動し、気柱全体から大きな音が発生するからです。