

媒質の差異が音速に与える影響を分析する

2年B組 足立 和奏

指導教員 増井 壮太

1. 概要

学校の授業では振動数が音の高低に関係していると学習している。しかし、一般的に媒質が変わると音速が変化すると言われている。では、ヘリウムを吸うと声が高くなるという現象に、音速や振動数がどのように影響しているのか。これを明らかにするため、ヘリウム中を伝わる音の振動数と波長が空気中と比較してどのように変化しているのかを調べる実験を行い、その結果からヘリウム中での音速を計算によって求めた。

キーワード 媒質 音速 振動数 波長 ヘリウム

2. 研究背景と目的

ヘリウムを吸った直後に声を出すと声が高くなることに興味を持った。これまでの学校の授業では振動数が音の高低に関係していると学習している。しかし、一般的に媒質が変わると音速が変化すると言われている。ここから、ヘリウムを吸うと声が高くなるという現象に、音速や振動数がどのように影響しているのか疑問を持ち、これを明らかにすることを目的とした。

3. 研究方法

音速は振動数と波長を用いて (1) 式で求めることができる。

$$v = f\lambda \quad (1)$$

上式において、 v は音速、 f は振動数、 λ は波長を表している。今回は (1) 式の音速、振動数、波長の値を空気中の場合の値とする。ヘリウム中の音速、振動数、波長はいずれも空気中の場合とは異なると考え、それぞれ v' 、 f' 、 λ' とおくと、(2) 式が成り立つ。

$$v' = f'\lambda' \quad (2)$$

本研究では、ヘリウムを吸うと声が高くなるという現象に、音速や振動数がどのように影響しているのかを明らかにすることを目的としたが、ヘリウム中での音速を直接求める方法がな

かった。そこで、まずヘリウム中の振動数、波長を測定する実験をし、それぞれの項目で空気中の何倍か求め、そこから音速を計算した。

例えば、

$$f' = Af \quad (3)$$

$$\lambda' = B\lambda \quad (4)$$

とすると、

$$v' = ABv \quad (5)$$

ということになる。

4. 実験

実験1 オシロスコープによる振動数測定

<方法>

図1のように筒の上部にブザーを、内部にマイクを取り付け、PCのオシロスコープソフトを用いて振動数を測定した。ヘリウムの実験時には、細い筒を使って気体を送ることで筒上部を確実にヘリウムで満たした。

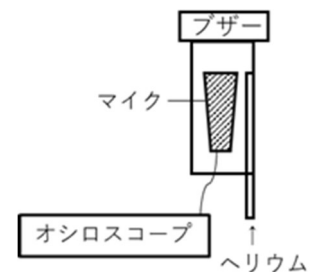


図1 実験1の様子

図2に実験1の様子 (ブザー部分 (左) 及びオシロスコープソフト (右)) を示す。

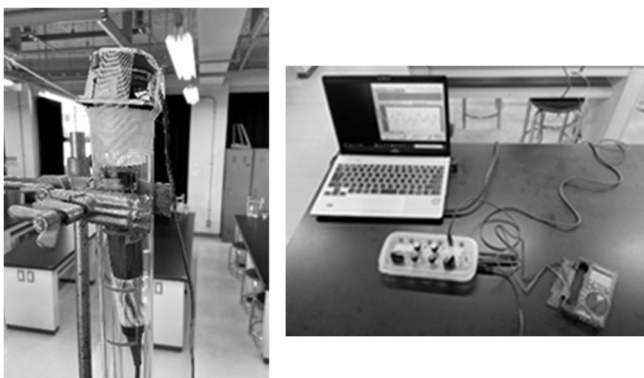


図2 実験1の様子

ブザー部分 (左) オシロスコープソフト (右)

<結果>

空気中での波形を図3に、ヘリウム中での波形を図4に示す。

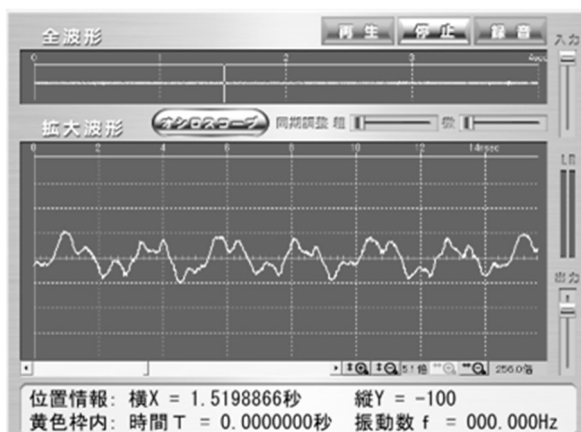


図3 空気中での波形

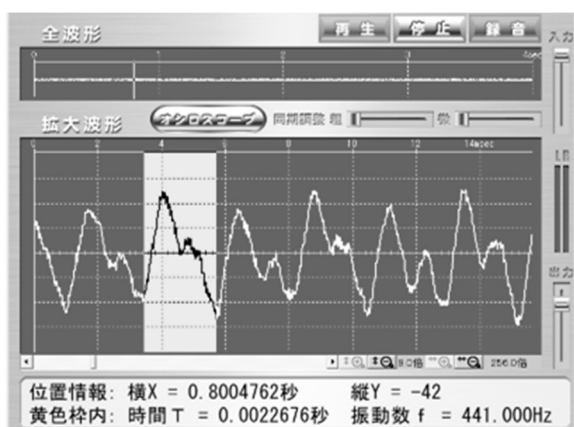


図4 ヘリウム中での波形

実験1の結果は、表1のようになった。

表1 実験1の結果

媒質	振動数
空気	385 Hz
ヘリウム (1回目)	434 Hz
ヘリウム (2回目)	434 Hz
ヘリウム (平均)	434 Hz

実験1の結果より、

$$434 \div 385 \approx 1.13$$

となり、ヘリウム中の振動数は空気中の約1.13倍であることが分かった。

実験2 気柱共鳴による波長の測定

<方法>

波長の測定には、気柱共鳴を利用した。気柱共鳴とは、筒に入射する音波と壁に当たって反射した音波が干渉することによって定常波が発生し、共鳴する現象である。共鳴した位置に印をつけると、その間隔は音波の波長の半分の長さになっている。(図5)

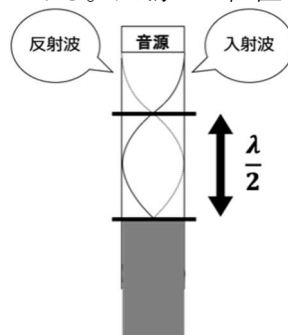


図5 気柱共鳴

図6のように大小2つの筒を組み合わせ、下に取り付けたブザーで音を鳴らしながら小さい筒を押し込んでいき、共鳴したところに印をつけた。



図6 実験2の様子

図7に実験2の様子を示す。



図7 実験2の様子

<結果>

実験2の結果は、表2のようになった。

表2 実験2の結果

媒質	波長
空気	27 cm
ヘリウム (1回目)	64 cm
ヘリウム (2回目)	45 cm
ヘリウム (3回目)	48 cm
ヘリウム (4回目)	52 cm
ヘリウム (5回目)	54 cm
ヘリウム (6回目)	54 cm
ヘリウム (平均)	52.8 cm

実験2の結果より、

$$52.8 \div 27 \approx 1.96$$

となり、ヘリウム中の波長は空気中の約1.96倍であることが分かった。

音速の計算

音速は振動数と波長に比例する。ここまでの実験結果より、ヘリウム中の音速は空気中と比較すると、

$$1.13 \times 1.96 \approx 2.25$$

となり、ヘリウム中の方が2.25倍大きいということが分かった。したがって、空気中の音速を

340 m/s (室温 15°C) とすると、ヘリウム中の音速は、

$$340 \times 2.25 \approx 765$$

となった。しかし、この値は文献値 (理科年表) の 993 m/s と比較すると誤差が見られた。

5. 考察

今回、上記の実験によって算出した音速が、文献値と誤差が見られた原因として、筒内が完全にヘリウムだけになっていないこと、また気柱共鳴を聞く位置が微妙に変化したことで音の聞こえ方が変わり、音を正確に聞き取れなかった可能性がある。

1つ目の原因の改善策として、筒内に送るヘリウムの量を多くすることが挙げられる。また2つ目の原因を改善するためには、気柱共鳴の際にオシロスコープを用いて音の大きさを判断することを考えた。また、大学の教授より「媒質が変わっても、使用している音源が同じなら振動数は同じはずである」というご指摘があったため、改めて振動数を測定する実験を行い、確かめる必要がある。

6. 今後の展望

まず、ヘリウム中での振動数を測定し直し、媒質によって振動数が変化するかを確かめる。その後、先述した実験装置の改善を行うとともに、二酸化炭素や窒素など、他の媒質での実験も行いたい。

7. 参考文献

理科年表 (2021)

8. 謝辞

今回の研究にあたり、多大なご指導をいただきました増井壮太先生、藤野智美先生に感謝いたします。