

# クインケ管による音速の測定実験

理数科 2 年 須田 涼介 田代 昇  
高山 育健 六角 拓朗  
朝部 陽 中野 琴弥

## 1 主題設定の理由

私達は日頃、多くの音を聞いて生活している。例えば、会話。会話は人が話す時の言葉も音として伝わる。今回私達は耳で感じることしかできない「音」を視覚的にとらえることに挑戦してみた。

## 2 目的

音を聴覚だけでなく視覚的にとらえることによって、音の性質と量的関係を解明する。

## 3 理論

音は空気や水中を波のように伝わる。音波は鼓膜を振動させることによって、私達は振動を鼓膜で音として認識している。つまり、音の正体は空気の振動なのである。また、音波は互いに干渉し合い、打ち消し、また高めあうことがある。それを使い波長  $\lambda$  を調べ、音速を調べることも可能である。周波数  $f$  (Hz)  $\times$  波長  $\lambda$  (m) = 音速  $v$  (m/s) の公式によって音速を導くことができる。また波長  $\lambda$  を用いずに音速  $v$  (m/s) を導くには  $331.5 + 0.6t$  ( $t$  は摂氏温度) で導くこともできる。

## 4 実験

### (1) 音を目で見る実験1

～「音は互いに干渉する」ことを証明する～

<使用器具>

- ・ アンプ
- ・ 金属製クインケ管 (25cm 引き延ばし可能)
- ・ スピーカー (イヤホンを使用)
- ・ 音源装置



↑ 金属製クインケ管

<実験手順>

- 1 それぞれの器具を取り付ける。
- 2 音源装置とアンプの電源を入れる。
- 3 クインケ管を引き延ばし、音を干渉させ音を打ち消す。
- 4 それをもとに音の波長を調べる。
- 5 調べた波長と音源装置の周波数を使い、音速を出す。

※波長の調べ方は音が干渉を起こし、音が最も小さくなった箇所からもう一度音が最小となった箇所までの、距離を測る。これが波長になる。

(2) 音を目で見る実験2

<使用器具>

- ・ アンプ
- ・ 先輩方製作のクインケ管(50cmまで引き延ばし可能)
- ・ スピーカー
- ・ オシロスコープ(波形を目で確認するため)
- ・ マイク
- ・ 音源装置

※なお、クインケ管の長さを長くした理由は、それにより調べることのできる波長が大きくなるからである。



- 1 それぞれの器具を取り付ける。
- 2 音源装置とオシロスコープとアンプの電源を入れ、音を波長としてオシロスコープに映す。
- 3 クインケ管を引き延ばし、音を干渉させ音を打ち消す。
- 4 それをもとに音の波長を調べる。
- 5 調べた波長と周波数を使い、音速を出す。

## 5 結果

実験1・・・測定不可能

実験2・・・測定可能

周波数 (Hz)	波長の長さ (m)	音速 (m/s)
800	0.43	344
700	0.49	343
600	0.57	342
500	測定不可	測定不可

実験1では「音の干渉」を耳で聞き取ることは出来たが、波長  $\lambda$  の値を測りとることは不可能で、音速の値を導くことは出来なかった。それと変わって、実験2では測りとることが出来なかった値が出たもののほぼ正確な音速の値を得ることが出来た。そこで私達はその測りとることが出来なかった 500Hz の値を計測するために、クインケ管を手作りで製作することにした。

## 6 実験

### (1) 音を目で見る実験3

- 1 それぞれの器具を取り付ける。
- 2 音源装置とオシロスコープとアンプの電源を入れ、音を波長としてオシロスコープに映す。
- 3 自分たちで製作したクインケ管を引き延ばし、音を干渉させ音を打ち消す。
- 4 それをもとに音の波長を調べる。
- 5 調べた波長と周波数を使い、音速を出す。

## 7 結果

周波数 (Hz)	波長の長さ (m)	音速 (m/s)
800	0.43	344
700	0.48	336
600	0.58	348
500	0.68	340

実験3では、正確な音速の値を出す事が出来た。しかし、周波数によって若干の誤差が発生した。

## 8 考察

実験3の結果をふまえて、クインケ管によって音速を測ることは可能であることが実証できた。管の

引き伸ばし可能な長さを伸ばすことによって、広い音域で音速を測ることが可能になることも判明した。これは波長の長さは周波数Hzが小さくなればなるほど大きくなるためである。よってクインケ管で音速を測定するには限界があると思われる。

また最後に実験2の気温条件のみ変えて行った。

気温を用いる音速公式に以下の数値を代入する。

28°Cのとき・・・348.3(m/s)・・・①

16°Cのとき・・・341.1(m/s)・・・②

これは摂氏温度tに代入するため、摂氏温度が下がれば下がるほど音速は下がるためである。

次にクインケ管を使い、波長を測りその波長を用いる音速公式に代入する。

28°Cのとき波長の長さは0.43m(周波数800Hz)

よって音速は・・・344(m/s)

16°Cのとき波長の長さは0.42m(周波数800Hz)

よって音速は・・・336(m/s)

最後に①と②の値を用いて、気温を用いる音速公式の0.6を未知数bと331.5を未知数aとおき、連立方程式で解く。

すると解は  $a=0.6$   $b=330$  となる。このことから、若干の誤差があるが波長を用いない公式がほぼ正しいことが証明できる。

## 9 まとめ

オシロスコープを使って音の波形を映し出し、音を聴覚だけでなく視覚的にとらえることに成功、これにより音速を導き出すための波長を測り取り、私たちが製作したクインケ管で音速測定をすることができた。

## 10 感想

須田 涼介

最初は実験がうまくいかなかったり、自分たちが理論を理解していなかったりと順調に進むことができなかったが、自分たちで考えを出し合って試行錯誤していったから最後には誤差がほとんどないデータが取れたし、発表までたどり着けたと思う。みんなで考えを出し合って少しずついい方向へ向いていく過程が楽しかった。

田代 昇

1つ1つ実験を進めていく中で、データを大切にしていけることがいかに重要か分かった。自分たちでとったデータから次の内容に進んでいくことが楽しかった。もっと深い内容まで実験したいとも思った。

高山 育健

自分たちがやってきたことが実験でうまくいって良かった。それを最後まで突き通し発表できたことがうれしかった。実験で試行錯誤をしていく中で、理論値と実験で得られたデータの差が詰まっていくのが本当に楽しかった。本番では少し失敗してしまったが、自分の言いたいことは言えたと思う。

六角 拓朗

自分たちでクインケ管を作ることが出来て嬉しかった。自分たちで作ったクインケ管は簡単な材料で作ることが可能で、しかもその実験器具で実験してしっかりとしたデータを取れたことが感動した。

朝部 陽

先輩方が作ったクインケ管より自分たちで作ったクインケ管が、より正確なデータが得られたことが嬉しかった。また、教科書に載っている気温の式とほとんど同じデータが取れて感動した。今回の課題研究で最初は音速を測定するということで、一見難しそうに思ったけど、自分たちで使った器具で簡単に求めることが出来て、身近なものに感じた。

中野 琴弥

今回の課題研究を通して研究内容はもちろん、その他の様々なことを学ぶことが出来た。自分たちで実験器具を作り、内容をまとめ発表する。その中で誰が聞いても分かるように発表することが、いかに難しいか思い知らされた。何回も練習して、たくさん失敗して、みんなで考えて、そして最後に発表を上手く出来たことが嬉しかった。