

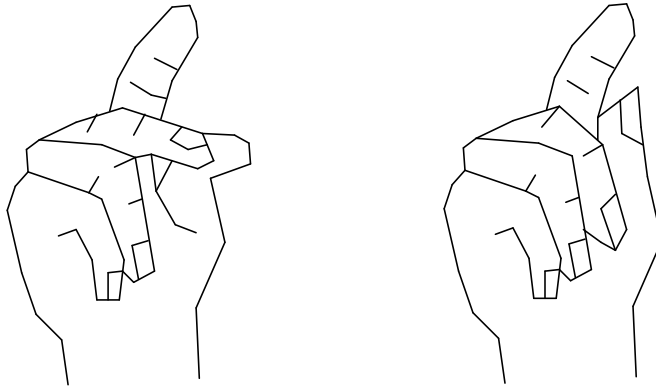
G054指パッチン

1

指パッチンに関する生徒A、Bの会話の文章中(①)～(⑩)内に[数値]とある場合は当てはまる数値を入れ、[反射]とある場合は「固定端」または、「自由端」のどちらかを入れよ。数値は計算しても良いが、最後のグラフで解答しても良い。また、最後の問いに文章で解答せよ。

ある時、Aさんが、指パッチンをしていた。それを見たBさんが、
B：「指パッチンってなんで鳴るんだろう」
と疑問を呈した。指パッチンをする前と指が鳴った直後をスケッチしてみたら図1のようになった。

図1



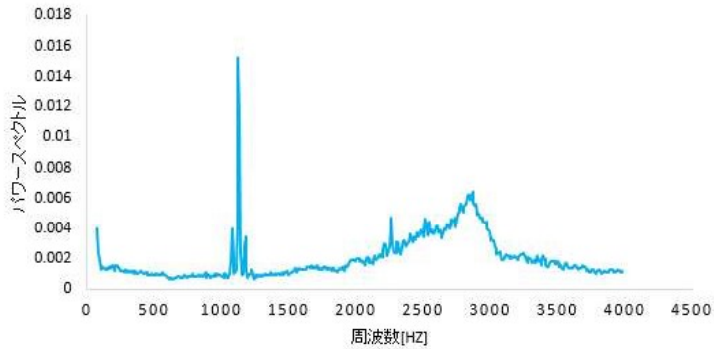
これを見て、
A：「大きく動いているのは中指だね。中指が親指の根元にぶつかることによって音が出ているのではないか」
B：「それにしても音が大きいね。どうして大きな音が出るのだろうか」
A：「パソコンで調べてみよう」
ということで、二人はパソコンに音を周波数ごとに分解できるフリーソフトをインストールし、マイクをつないで、指パッチンの音を解析した。

このフリーソフトは受信した音を周波数ごとの強さに分け、それをグラフ化するソフトである。このような分析を専門的にはフーリエ解析という。フーリエ解析は音の性質がよくわかるので、よく使われる解析方法である。

指パッチンを20回やって、各振動数ごとの強さ（パワースペクトル）を平均し、その平均値をグラフにしたのが図2である。

指パッチンの平均データ

図2



このグラフを見た二人の意見、

A：「特定の振動数だけ強く出ているね。これって共鳴じゃない。」

B：「何と何が共鳴しているの？」

A：「中指が親指に当たった時に出た音と何かが共鳴していると思う。」

B：「スケッチをよく見ると親指・中指と薬指と小指が筒のようになっていないか？」

A：「この筒が開管になっていて、両端で(①[反射])反射しているということ？」

B：「確認してみよう。」

A：「どうやって？」

B：「開管なら、その長さと言速から振動数（周波数）が計算できるのではないか？計算した振動数がこのグラフのピークと一致していたら、この仮定は正しかったということにならないか？」

A：「それではやってみよう。管の長さは親指と小指の間の距離だから定規を当てて、7.5cmぐらいじゃね。開口端補正はどうしようか？」

B：「正確に計算するわけではないので無視したら？」

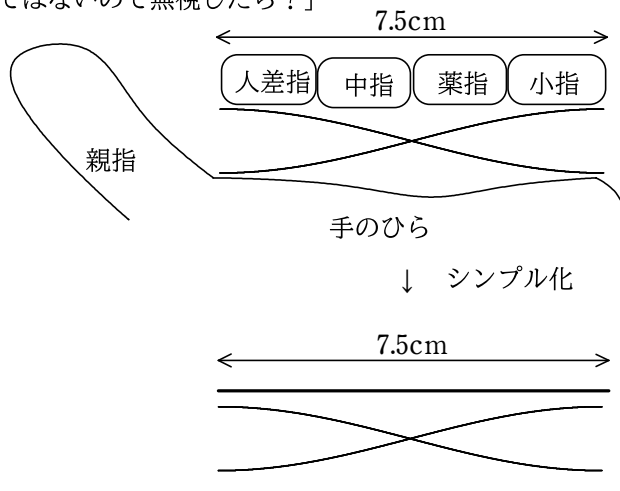


図3

二人は指パッチンの直後の指の形をスケッチし、それに開管の図を重ねてみた。

B：「4本の指と手のひらの間に筒のようなものができているね。これが開管だとすると、

G054指パッチン

図をシンプル化するとこう (図3) なるね。」

A：「そうだね。音速を345m/sとして、波長は7.5cmの (②[数値]) 倍で (③[数値]) cm, 約 (④[数値]) Hzだね。」

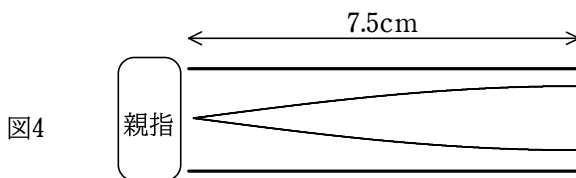
B：「パワースペクトルのグラフでは (④) Hzのところぴくっと出て計算結果と一致しているよ。開管という考えは正しかったんだね。」

A：「でも、おかしいよ。その約半分の (⑤[数値]) Hzあたりの方がはるかに強いよ。これってどういうこと？」

B：「振動数が半分てことは、波長と振動数は反比例するので、波長が (⑥[数値]) 倍で、開管の長さが (⑦[数値]) cmになるよ。どう見てもそんなに長い管はないよ。」

A：「 $\frac{1}{2}$ 倍振動ってなかったよね。まさか、開口端補正？」

B：「開口端補正で (⑧) 倍も違うことはないだろ。」



Aは指パッチンした後の親指の位置をよく見て、図4のようになっていることに気づいた。

A：「これ、ひょっとして (⑧[反射]) 反射では？親指は穴をふさいでいるよ。」

B：「そうかも、じゃあ閉管として計算してみよう。そうすると、波長は7.5cmの (⑨[数値]) 倍になるので、波長は (⑩[数値]) cmになるよ。そうすると振動数は (⑪[数値]) Hzになった。」

A：「グラフのピークの位置と一致しているよ。」

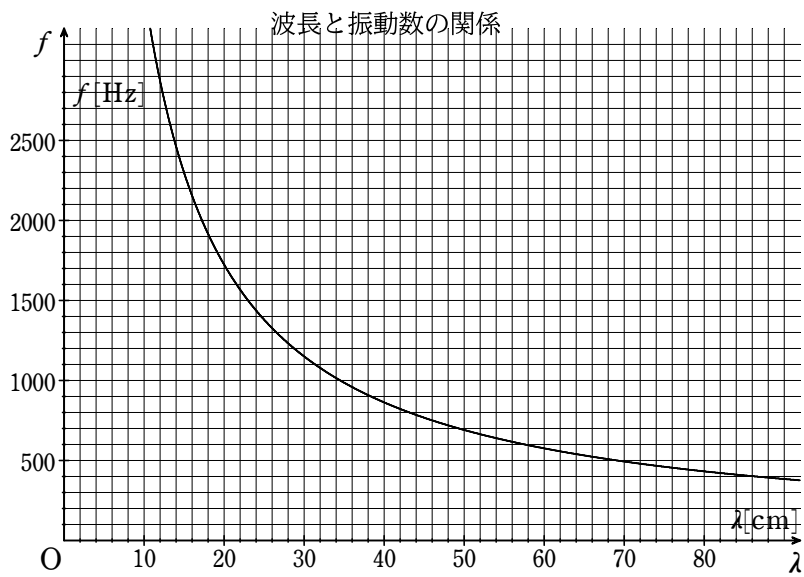
B：「やっぱり (⑧) 反射だったんだね」

A：「でもおかしいよ。もし閉管だったら、2倍振動はなかったよね。 (④) Hzのピークは2倍振動じゃね。」

B：「これは、どうしたことだ。わからん」

問い あなたは、最後の謎、わかりますか？文章で説明せよ。

G054指パッチン



G054指パッチン

解説

- ① 開管なので、自由端
- ② 自由端反射の腹と腹の間隔は $\frac{\lambda}{2}$ なので、波長は 2倍
- ③ $7.5\text{cm} \times 2 = 15\text{cm}$
- ④ $f = \frac{V}{\lambda} = \frac{345}{0.15} = 2300\text{Hz}$
- ⑤ 図2 お高く飛び出ている振動数。あるいは④の半分 1100Hz
- ⑥ 振動数が半分なので、波長は2倍
- ⑦ $7.5\text{cm} \times 2 = 15$
- ⑧ 自由端ではないので固定端
- ⑨ 腹と節との間隔は $\frac{\lambda}{4}$ なので、波長は4倍 4
- ⑩ $7.5\text{cm} \times 4 = 30\text{cm}$
- ⑪ $f = \frac{V}{\lambda} = \frac{345}{0.30} = 1150\text{Hz}$

問 親指の位置で固定端反射と自由端反射と両方存在している。