

糸電話を伝える音と周りの環境との関係

森 菜津子 氏家 友希 造田 菜緒 小林 正和

1. 概要

子供のころ一度は遊んだことのある糸電話に興味を持ち、糸電話の音と周囲の環境との関係を調べるために糸電話の周りを液体などで満たした状態にして、伝わる音の波形を測定した。

2. 目的

糸電話の糸の周りの環境を空気、水、電解質の食塩水、非電解質のダイラタンシー流体の4つの場合に変えたときの、糸電話を伝える音の振幅と振動数の相関を比較し、どのような特徴があるか調べる。

3. 研究動機

糸電話の周りの環境が空気以外のとき、どのように音が聞こえるのか知りたいと思い研究することにした。

また、インターネットでダイラタンシー流体の動画を見て、独特の性質に興味を持ち、先行研究を調べてみると糸電話とダイラタンシー流体を使った研究がなかったため、周りの環境のひとつとして使用することにした。

ダイラタンシー流体について

ダイラタンシー流体は、急激に力を加えると固体のように固くなり、力を緩めると液体のように流れ始める性質をもっている。この性質から、ダイラタンシー流体の上で素早く足踏みをすれば、沈まず、走ることもできる。

今回、私たちは片栗粉と水を使用してダイラタンシー流体を製作した。

片栗粉の濃度が低いほど、ダイラタンシーとしての性質は弱くなる。



4. 先行研究

- 平成 22 年度高松第一高等学校 課題研究論文集 Vol.2
「糸電話の糸の材質と音の周波数による音の伝わり方の違い」 佐々木将貴 酒井拓弥 井坂章吾
- 「糸電話の原理」 松井健太・茂木祐大

上記の先行研究より、振動数は糸電話が音を伝える前後で変化しないということが分かっている。そのため、糸電話を伝える前後の音の振動数は変わっていないとし、今回の研究では、振幅の変化のみに注目した。

5. 実験

周りの環境について

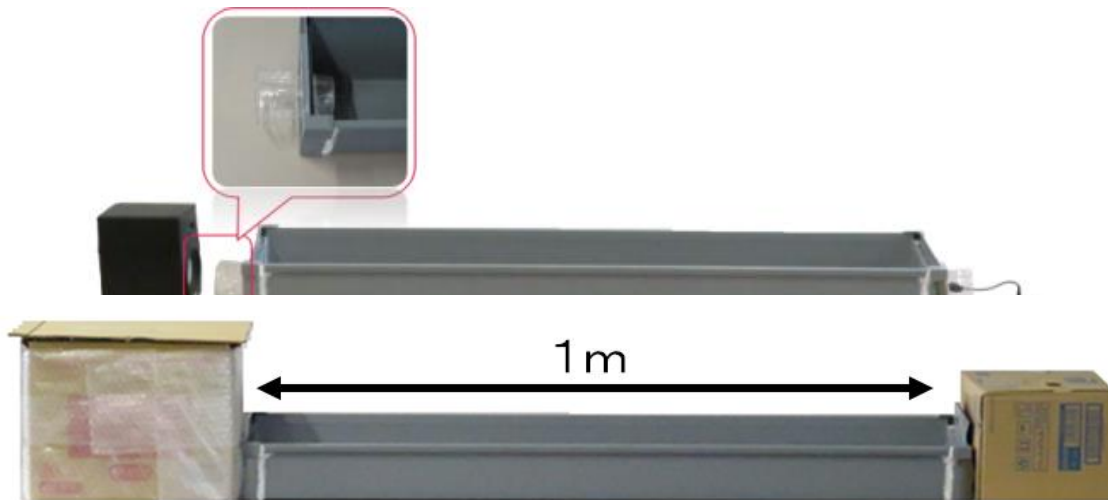
今回の研究では、空気、水、食塩 10 g / 水 100 g、食塩 20 g / 水 100 g、食塩 30 g / 水 100 g の食塩水、水：片栗粉の質量比が 4:1、4:3、4:5 で水と片栗粉を混ぜ合わせたものを環境として使用した。

準備物

ナイロン糸、プラコップ、PC1、PC2、マイク、スピーカー、容器（全長 1m）、片栗粉、食塩、水、防音材

装置

まず、雨樋で容器を製作した。そこに、糸の長さが 1m の糸電話を接着し、容器の両端にそれぞれマイクとスピーカーを配置した。その上に、段ボールとスポンジで製作した防音材を被せた。



実験方法

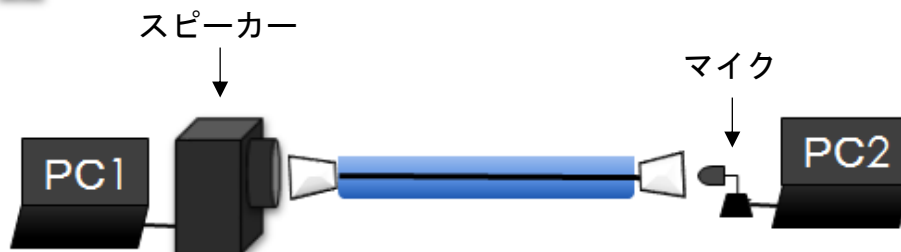
I

空気 水 食塩水
ダイラタンシー



- I 容器を空気、水、食塩水、ダイラタンシー（食塩水とダイラタンシーは濃度の違うものを 3 種類）でそれぞれ満たした。

II



- II スピーカーを用いて PC1 のソフト「Wave Gene」で音を 200~1000Hz まで 100Hz ずつ、音がだんだん高くなるように変化させて流した。ただし、振幅は一定にした。糸電話を伝わった音を、マイクを用いて PC2 のソフト「波形表示」で測定した。

II を 4 つの環境で、3 回ずつ繰り返した。

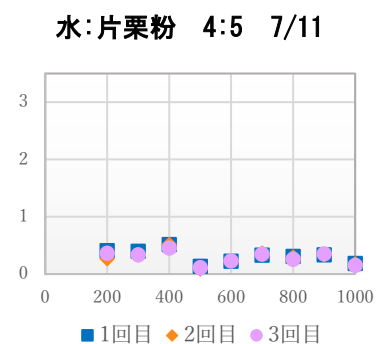
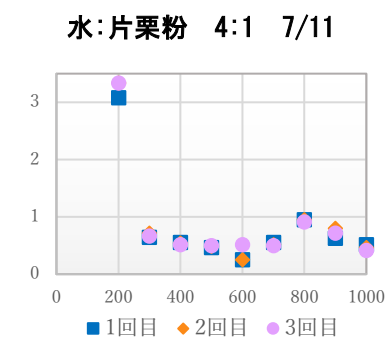
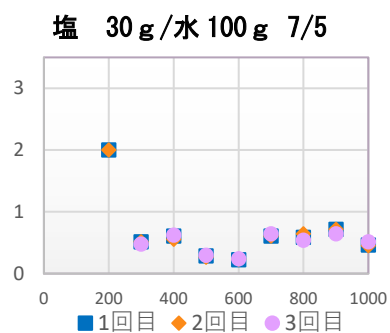
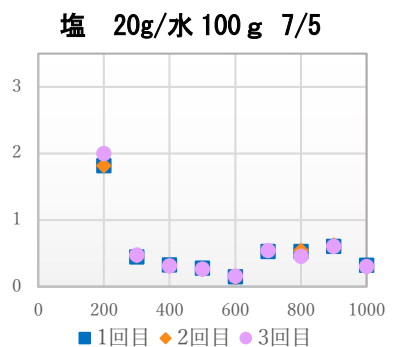
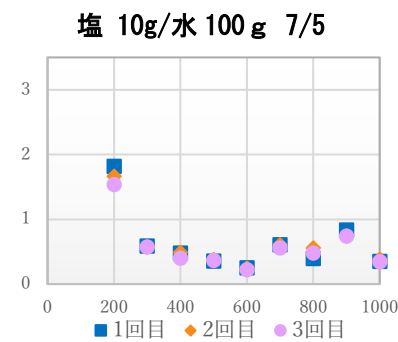
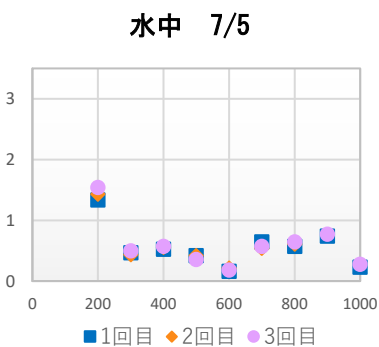
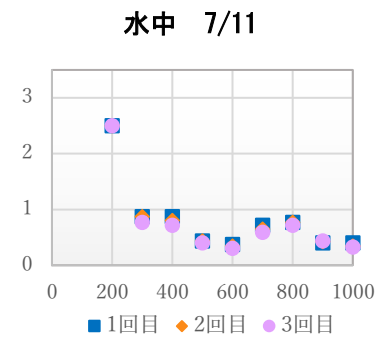
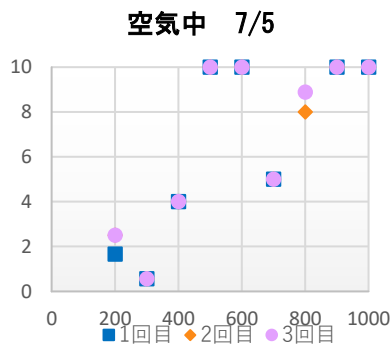
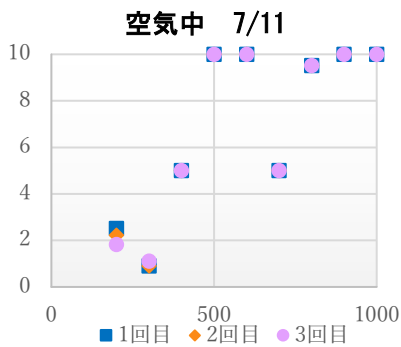
6. 予想

空気中が最もよく音を伝え、水と食塩水を比較すると、食塩水の濃度が増す程、音は伝わりにくくなると考えた。

また、ダイラタンシーには力を急激に加えると固まろうとする性質があることから、ダイラタンシー中の音が伝わりにくくなると考えた。

7. 結果

振動数を横軸、振幅を縦軸にとり、3回の実験データの分布を示すグラフを作成した。空気中と水中は3回の実験を2日実施した。食塩水中とダイラタンシー中は3回の実験を1日実施した。



8. 考察

3回の実験の振幅の大きさの平均値をプロットし、実線で結んだ。以下のグループで比較してそれぞれ考察した。

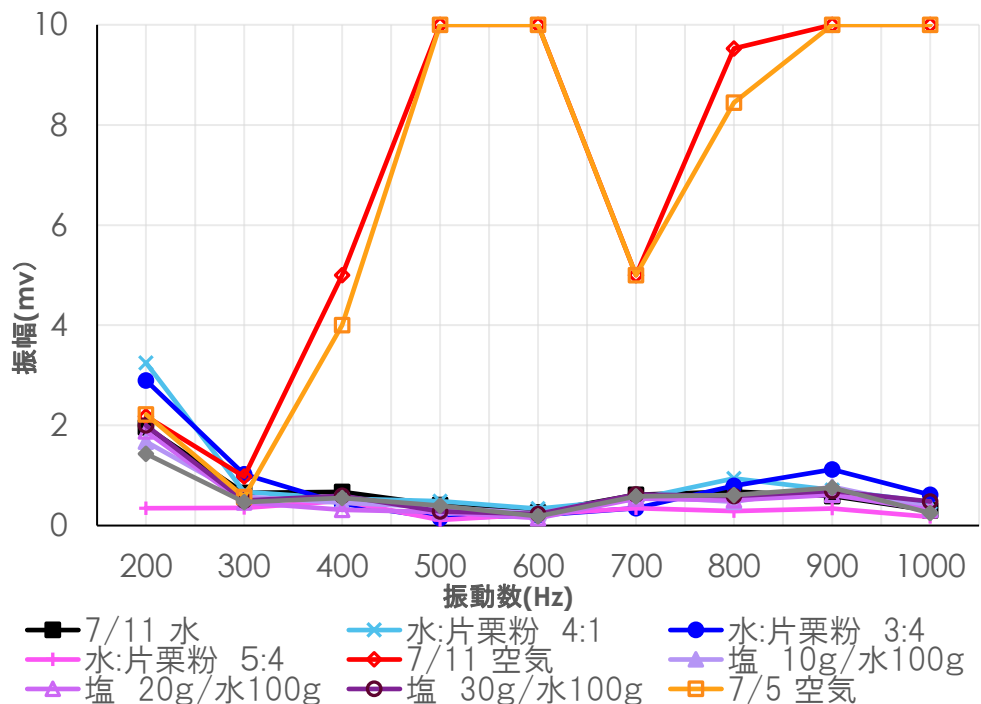
考察① 水中と空気中と食塩水中とダイラタンシー中

考察② 水中と食塩水中

考察③ 水中とダイラタンシー中

考察④ 水中と食塩水中とダイラタンシー中

考察①

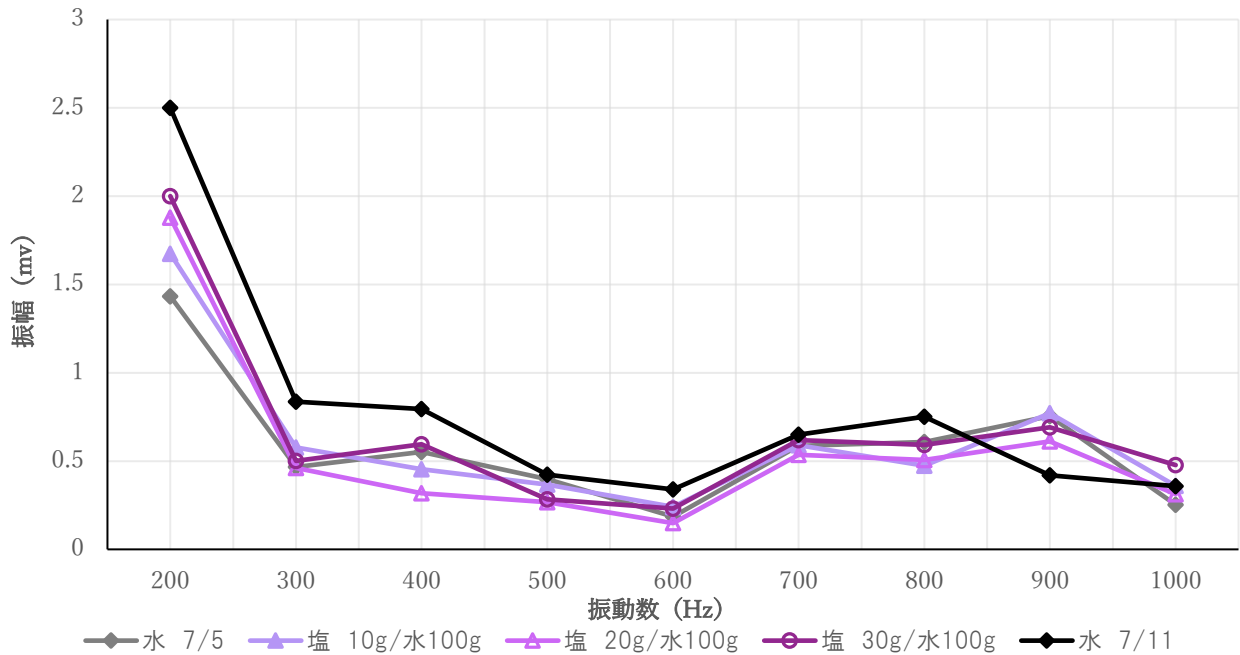


200Hz と 300Hz 以外で、その他の液体中よりも空気中のほうが最もよく伝わった。つまり、気体と液体とでは、気体のほうが音を伝えやすいと考えた。これは、糸の振動が液体の粘性やダイラタンシー性質の影響により、妨げられたのではないかと考える。

しかし、200Hz では空気中よりも水やダイラタンシーのほうがよく伝わった。これは、液体中で伝えやすい振動数が 200Hz 付近にあったのではないかと考えるが、なぜかは分からない。

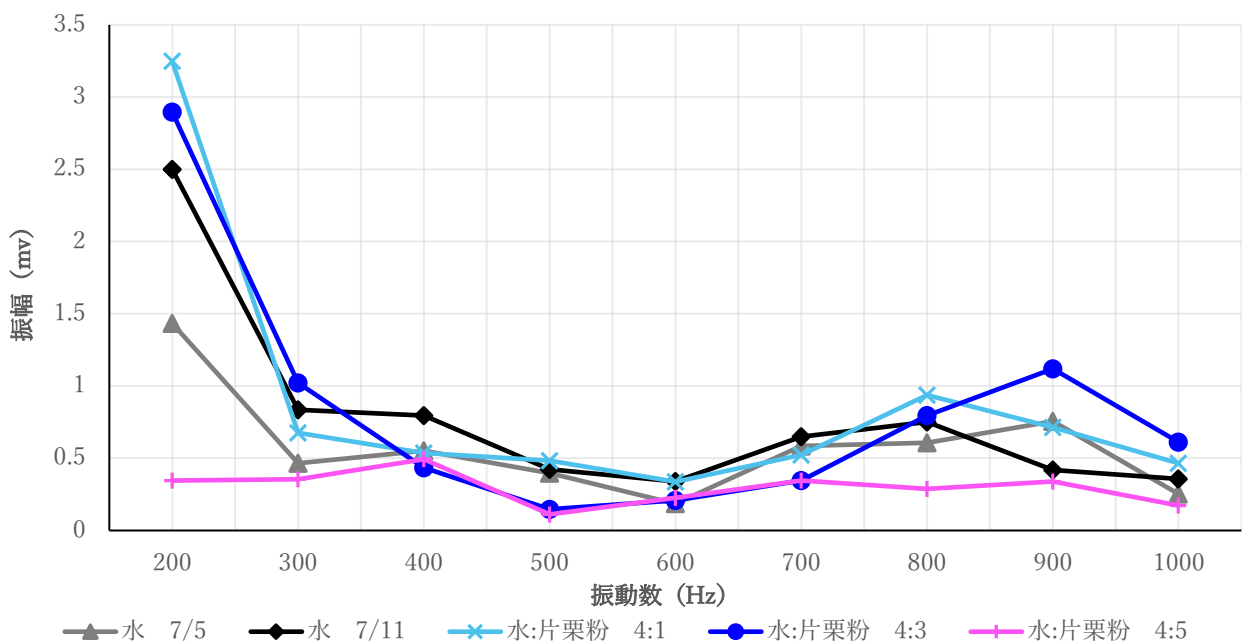
空気中と、水：片栗粉を 4：5 にしたダイラタンシー中以外は、それぞれの環境の中で、200Hz のときに振幅が最も大きくなった。これは、今回使用した糸電話などの装置の伝えやすい振動数が 200Hz 付近にあったのではないかと考える。

考察②



食塩水中と水中は、全体の振幅の変化の仕方が似ていた。これは、糸電話の周りの環境として性質が似ていたのではないかと、また、電解質は伝わりやすさに大きく関係しないのではないかと考えた。

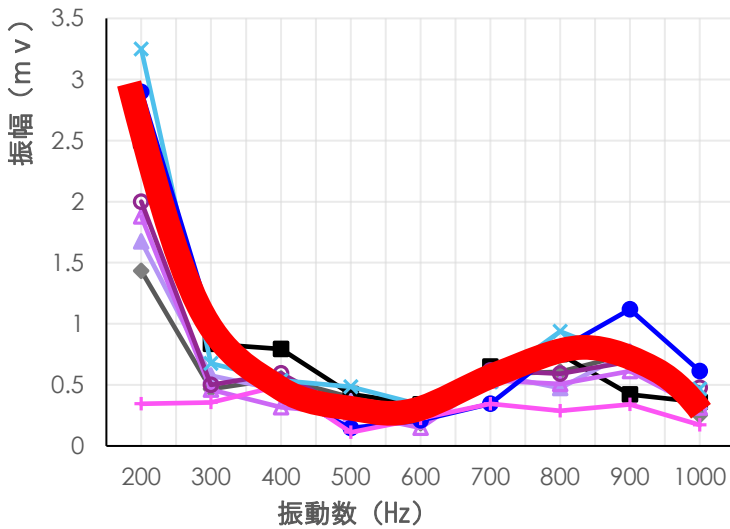
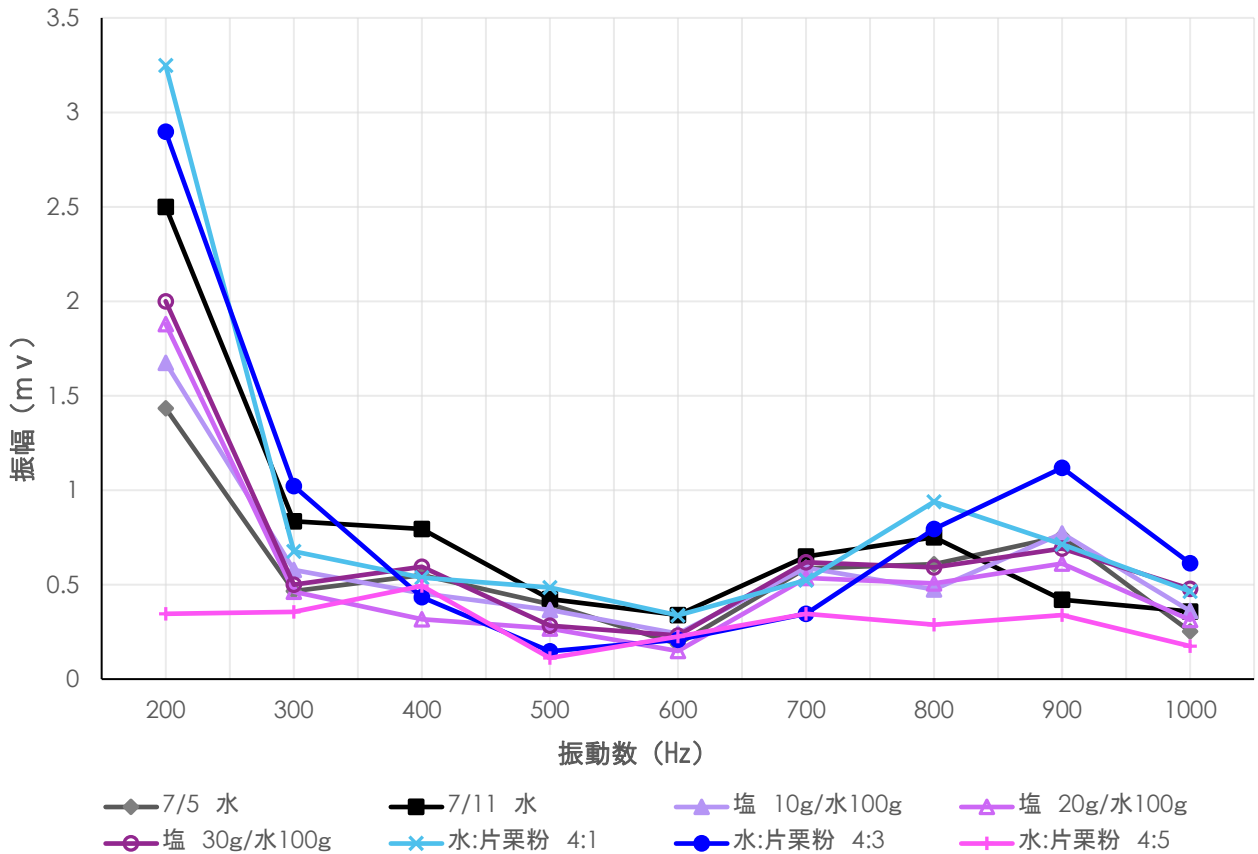
考察③



水：片栗粉を 4：5 にしたダイラタンシー中以外で、200Hz のときの振幅が最も大きく、振幅の変化の仕方は似ていた。これは、糸電話の周りの環境として性質が似ていたのではないかと考えた。

水：片栗粉を 4：5 にした場合は最も伝わりにくく、他の環境とは傾向が違っていることから、糸を伝わっていない可能性も振動数によってはあるのではないかと考えた。これは、ダイラタンシーの力を加えると固体のようになる性質、または、ダイラタンシーの濃度が高いため、液体の粘度が高くなり、糸の振動が妨げられたのではないかと考える。

考察④



水、食塩水、ダイラタンシーのどの液体の折れ線グラフが左図の赤色の太い曲線の形状に近い変化の仕方をしている。これは、液体であれば溶質に関係なく、このような変化をするのではないかと考えた。

しかし、今回の実験では、100Hz 毎のデータしかなく、また、実験回数も3回と少なかったのばらつきが大きいと考えられる。そのため、この考察について立証するためにはもっと細かく区切った振動数で、今回も用いた液体と他の液体でも測定する必要があると思われる。

9. まとめ

- 最も音を伝えやすいのは、空気中の糸電話である。
- 液体などの粘度のある環境中では音が伝わりにくくなる。これは、糸の振動が周りの環境の影響によって妨げられたと考えられる。
- 水中、食塩水中、ダイラタンシー中では、折れ線グラフの形状が似ている。これは、液体であれば、似た変化の仕方をすると考えられる。
- 振動数によって音の伝わりやすさに違いがある。これは、今回使ったそれぞれの環境や糸電話には伝えやすい振動数と伝えにくい振動数があったと考えられる。

10. 課題

- ・全ての実験においてデータ数を増やす。
- ・200Hz 付近の振動数などで 10Hz ずつ測定する。
- ・糸を伝わっているか確かめるために、糸を切ってそれぞれの環境で実験する。
- ・今回用いた糸電話の固有振動数を測定する。

11. 今後の展望

- ・今回用いた液体の粘度と音の伝えやすさに関係はあるか調べる。
- ・今回の実験で用いた糸電話とは異なるコップや糸を用いると変化はあるか調べる。
- ・砂糖水中や真空中などのほかの環境ではどうなるか調べる。
- ・何が原因で糸は周りの環境の影響を受けたのか調べる。

12. 謝辞

この研究に当たり、熱心にご指導をいただきました担当の岡田友良先生、アドバイスを下さった高松第一高校の先生方、大変お世話になりました。1年半の間、温かく見守って下さり、ありがとうございました。