

糸電話の長さと 聴こえる音の関係について

徳島県立城南高等学校応用数理科 3 年

豊野 綾

藤長 春

[目次]

研究の概要	1
研究の動機及び目的	1
先行研究について	1
実験材料	
実験 1 （糸の太さを変えると聴こえる音の大きさに大きな変化はあるのか）	
研究方法	
仮説	2
結果	
考察	
実験 2 （糸の長さを長くしても音は聴くことができるのか）	
研究方法	
仮説	3
結果	
考察	
実験 3 （糸の長さで聴こえる音の関係）	
研究方法	
仮説	4
結果	
考察	
まとめ	5
参考文献	5
謝辞	

1. 研究の概要

糸電話は子供の頃に遊び道具として使われている。その糸電話は基本的に 5m～10m の長さで作られている。その糸の長さに私達は興味を持ち研究のテーマにすることにした。

本研究では、建築などに使用される耐久性の強い水糸を使用し、糸の長さを変え、2 種類の Hz の違う機械音をもとに実験した。

結果として、日本記録である 250m の記録まで到達することは出来なかったが、100m の糸電話では音を聞き取ることが出来た。

これらの結果より、糸の対する振動数が高いほど疎密変化が激しくなり遠くまで音が伝わりやすいのではないかと考えられる。また、振動数の増減には変曲点が存在する可能性があるのではないのかと考えられた。

2. 研究の動機及び目的

糸電話は、2つのコップの底を糸でつなぎ、一方のコップに口を当てて話すと、糸を振動させて、もう一方のコップまで波を伝わらせて声が聴こえる仕組みのおもちゃである。世間一般的に、子供向けのおもちゃとして使われているが、音の様々な伝達方法を実験する教材としても利用されている。そのような場面で使われる糸電話は最大でも 5～10m だと考えられている。しかし、過去には様々な団体が 100m 以上の糸電話を使用して様々な実験を行い、いずれも両方とも成功させている。

中でも、自らで糸電話を作成、実験し、250m という日本記録を下関市立養治小学校（以下養治小学校と記す）と北九州市立門司中央小学校（以下門司中央小学校と記す）が共同で所持しているという新聞記事を見つけ、情報を得ることができた。それを受けて、私達は糸の長さと聴こえる音についての詳しい関係性を見いだすことを目的に実験を行うことにした。

3. 先行研究について

この研究を進めるにあたって、養治小学校と門司中央小学校の共同実験に携わった下関市観光政策課の森脇様に当時の状況についてメールをしようし、お聞きし、情報を得た。

日本記録の実験は、2022 年 12 月 13 日に関門橋開通 50 周年記念イベントとして関門トンネル人道内で行われた。実験には、養治小学校の 3.4 年生約 30 名と門司中央小学校の 3 年生約 30 名、職員数名が携わった。糸電話の片方のコップから生徒が「フグ」「タコ」等の合言葉を伝え合って、お互いが何の言葉を伝えたか当てられたら「聴こえた」と判断したとのことだ。

4. 実験材料

- ・ 水糸 (1.0mm, 1.4mm)
- ・ 紙コップ
- ・ タブレット (音源サイト利用のため)
- ・ スピーカー
- ・ FFT ウェーブ (スマートフォン用音源計測アプリ)
- ・ セロハンテープ
- ・ 爪楊枝
- ・ アロンアルファ

◎糸電話を作るときは[タコ糸]と呼ばれる糸が比較的値段も安く、子供でも扱いやすいように作られているため、風揚げのタコなどに使われることが多い。そこで、私達が水糸を使用した理由は、建築や土木工事などで直線や水平線を図るために使われており、多少タコ糸よりも細いが他の糸に比べて、糸自身の耐久性が高く、長持ちするのではないかと考えたからである。また、セロハンテープと爪楊枝、速乾ボンドは紙コップの底自体を補強のために使用したものとする。

5. 実験 1 糸の太さを変えると聴こえる音の大きさに大きな変化はあるのか

方法

1.0mm と 1.4mm の太さの糸を各々10mをはかり取り、紙コップを糸電話1つにつき2個用意し、底に爪楊枝を使い、穴を開ける。そして紙コップに開けた穴に糸の先を通して、先が丸い玉になるように糸をくくる。糸電話を補強するためにアロンアルファを糸先と紙コップの底との間につけ、セロハンテープを使ってとめる。

糸電話が完成したら片方の紙コップから音源サイトから音を流し、もう片方の紙コップからスマートフォンのアプリ (FFT ウェーブ) を使い、聞こえた音の測定をする。

仮説

1. 0mm の太さの糸よりも 1.4mm の太さの糸の方が聴こえる音は大きいと予想する。

これは、糸が太い方のほうが音の振動が伝わりやすいのではないかと考えたからである。

結果

1. 0mm の太さの糸を用いた場合の結果は 72dB の音を聴きとることができた。しかしその一方で、1.4mm の太さの糸は 74dB の音が聴きとれた。多少の差はあるが、聴こえる音の大きさに大して大きな変化はなかった。

考察

糸の太さを変化させても聴こえる音の大きさにあまり変化がなかった。このことから、糸電話の音の聴こえやすさに糸の太さは関係しないといえる。

この結果を経て、実験 2 以降は 1.4mm の太さの糸を使用することにした。

6. 実験 2 糸の長さを長くしても音は聴くことができるのか

糸の長さと聴こえる音の関係性についてを調べる前提として、養治小学校と門司中央小学校が以前行っていたような長い糸電話で音を聴きとることはそもそも可能なのかに着目して実験を行った。ここでは、40m と 100m の糸電話を作成し実験を行っている。その理由は、本校の理系棟廊下の距離が約 40m、本校の理系棟から文系棟までの端から端までの距離が約 100m だからである。よって、この 2 種類の糸の長さを使い、実験 2 を行うことにした。

方法

まず、水糸を 40m の長さにする。実験 1 と同様に、紙コップを 2 つ用意して底に穴を開ける。ここで、糸を穴に通して爪楊枝にくくりつけ、アロンアルファで取り付ける。この作業を付け加えたのは、実験 1 に比べて長さがかなり長く、補強する必要があると判断したためである。そして、糸電話の完成後は、パソコンにスピーカーを接続し、パソコンの音源サイトからスピーカーに接続して 200Hz と 400Hz の機械音を出す。機械音はいずれも(ピー)という規制音のようなものである。準備ができれば FFT ウェーブを用いて聴こえた音の大きさ (dB) を測定する。

40m で音を聴きとることに成功したら、上記に記載したのと同様の方法で 100m の糸電話を作り実験を行う。

仮説

養治小学校と門司中央小学校が過去に 250m の実験を成功させていることを考えると、私達も 40m と 100m 両方とも共に聴きとることはできるのではないかと予想した。

結果 下図参照

	音が聞こえたか (○or×)	音の大きさ (dB)
40m の糸電話	○	61.4 dB
100m の糸電話	×	-

表 1：糸の長さと聞こえた音の振幅

40m の糸電話を使って実験した結果、61.4 dB の音を聴きとることに成功した。しかし、100m の糸電話の実験では音を聴きとることはできず、私達の予想とは異なる結果となった。

考察

40m の糸電話では音を聞き取ることに成功したが、100m の糸電話は養治小学校と門司中央小学校は音を聴きとることに成功していたのにも関わらず失敗したため、原因を 2 つ考えた。1 つ目は、糸がたるんでいたことが原因だと考えられる。100m のような長さにもなると、糸を完全にピンと張った状態にすることは非常に難しい。そのため、弛んだ糸が中間地点で床についていた可能性がある。2 つ目は、周りの音が大きくスピーカーから流した音を聴きとることが非常に困難な状況だったことが考えられる。この 2 つの原因を改善するために、実験 3 からは周囲の静かな時間帯に実験を行うことにした。また、紙コップの底につけている糸を爪楊枝を 2 本使用してバツのような形にくっつけ、補強することにした。そして、スピーカーの音の振動数を変えて再度実験を行うことにした。

7. 実験3 糸の長さで聴こえる音の関係

実験3 方法

まず、20m～120mの間で、20mずつ長さをそれぞれ変えた糸を使い紙コップに穴をあけ、糸を通しアロンアルファで取り付ける。それを2個作り、糸電話を作る。この実験においては紙コップの底を強化するために爪楊枝を×の形にアロンアルファで取り付ける。次に、パソコンのサイトから200Hz, 400Hz, の（ピー）という機械音を出し測定する。実験1と同様の方法で測定する。そして、糸の長さを変えると聴こえる音はどう変わるのか結果と共に考える。

実験3 仮説

音は糸の長さが長くなるにつれてだんだんと小さくなり、聴こえる音の大きさなどに規則性はないと仮説を立てる。

実験3 結果下図参照

糸電話の長さ	200Hz	400Hz
20m	51.4dB	67.8dB
40m	49.2dB	61.4dB
60m	48.0dB	57.6dB
80m	58.0dB	52.6dB
100m	56.3dB	56.8dB
120m	55.0dB	61.3dB

表2：糸電話の長さ並びに発信した音の振動数と伝わった音における振幅の関係

200Hzの実験では20m～60mの間では、だんだんと音が小さくなっていたが、80mで突如音が大きくなった。また、400Hzの実験では200Hzの実験同様20m～80mの間ではだんだんと小さくなり、100mで再び音が大きくなった（表3）。

実験 3 考察

200Hz より 400Hz の方がより大きな音を観測できた。これは、弦が縦波として振動しているためと考えられる。糸電話の糸を伝わる音の波が縦波だった場合、音の振動数が高いほど疎密変化が激しくなる。そのため、200Hz の実験と比較すると 400Hz の実験の方が音が遠くまで伝わりやすくなったと推測した。

また、結果の図より、200Hz と 400Hz の両方の実験においてある一定の距離から突如聴こえる音が大きくなった。その理由についてはまだはっきりとはわかっていないが、振動数の増減に変曲点が存在する可能性があることが考えられる。しかし、他の可能性もあるため実験の精度についても再検討する必要がある。

まとめ

実験 1 では 1.0mm と 1.4mm の糸の太さを変えても多少の差であるが、聴こえる音の大きさに対して大きな変化は見られなかった。このことから、糸電話の音の聴こえやすさには、糸の太さは関係しないと推測した。

実験 2 では先行研究の結果に反して、40m では音を聴きとることが出来たが、100m では音を聴きとることが出来なかった。この事については、周囲の騒音、糸のたるみが今後の研究において重要だと考えられた。これらのことを考慮して実験 3 を進めた。

実験 3 は 200Hz の実験では 20m～60m の間はだんだんと音は小さくなるが、80m で突如聴こえる音が大きくなった。400Hz の実験では、200Hz の実験同様 20m～80m の間は徐々に音が小さくなるが、100m で再び大きくなった。よって、糸を伝わる音の波が縦波であり、音の振動数が高いほど疎密変化が激しくなっているのではないかと推測した。また、突如大きくなる音についてははっきりとわかっていないが、振動数の増減に変曲点が存在するのではないかと推測した。

参考文献

朝日新聞社. 2025 年 6 月 19 日. 「250 メートルの糸電話『日本最長』認定 県境またいで小学生が会話 [山口県]」. 朝日新聞 (オンライン版). <<https://www.asahi.com/>>

謝辞

最後にこの研究を行うにあたって関市観光政策課の方々には、先行研究である関門橋開通 50 周年記念イベントについての情報提供を始めとする、多大なるご助言、ご協力を頂きました。この場をお借りしてお礼申し上げます。ありがとうございました。