

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

キーワード：糸電話、音波、固有振動数、周波数

1. はじめに

我々は、誰もが幼い頃に遊んだことのある糸電話に興味を持ち、それについて研究することにした。糸電話は糸の部分を変えると聞こえてくる声に変化することを知り、糸電話の糸の材質と、音源の周波数を変化させて、音の伝わり方の違いを調べることにした。

2. 糸電話の原理

まず、音源から発せられた音が紙コップを振動させ、その振動が紙コップの底で糸に伝わる。そして、糸がその振動を反対側の紙コップへ伝え、その底が振動することで、空気中へと音が伝わる。

3. 予想

糸の太さについては、太い方がより多くの振動を伝えられると考えたので、太いものほど音を大きく伝えると予想した。

糸の長さについては、短い方が振動の伝わる経路が短いため、外的な影響を受けにくく、より音を大きく伝えると予想した。

さらに、糸にはそれぞれの固有振動数があり、それに近い周波数の音の方が伝わりやすいと考えたので、糸の種類によって伝えやすい周波数が決まっていると予想した。

4. 実験 (1)

4-1 実験方法

実験には、パソコン用フリーソフト「Wave Gene」で発生させた音をスピーカーで増幅したものを音源として用いた。糸電話に伝えた音は、マイクで拾って、オシロスコープを用いて観察した。また、音源から発せられた音をマイクが直接拾うのを防ぐために、間に新聞紙を詰めて二重にしたプラスチック製の箱でスピーカーを覆った。

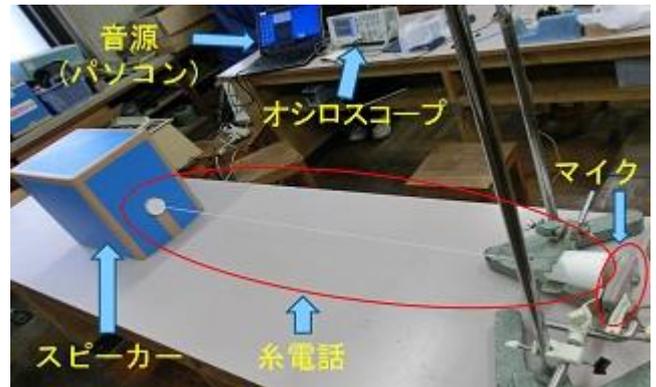


図1 装置配置図1

4-2 実験装置

実験装置は、図1のように設置して、実験を行った。

また、糸の張力を一定にするために、図2のように紙コップの先におもりを吊るした。糸がたるまないように、おもりはできるだけ重くしようと思い、0.2kgの重さにした。

4-3 実験に使用した糸電話

実験には、凧糸、毛糸、絹糸で作った糸電話を使用した。

毛糸、絹糸は太さがわかるものが用意できなかったため、太さによる違いは凧糸で比較した。

凧糸は太さ(直径)3mmのものを1m、2m、3mの3種類と、直径2mm、1mmで長さ1mのもの計5種類製作し、毛糸と絹糸は1m、2m、3mの各3種類ずつ製作した。

4-4 実験内容

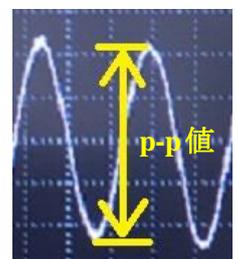
上記の11種類の糸電話に、周波数を100Hz~2000Hzの範囲で100Hzずつ変化させながら、同じ大きさの音を音源から発して伝えた。そして、伝わってきた音をマイクで拾って、オシロスコープで検出された電圧のp-p値(電圧の最大値と最小値の差)と周波数を測定した。

さらに、音の大きさの比較には、マイクによる音の補正をなくすために、音源の音を直接マイクで拾ってp-p値を測定し、音源の音に対する伝わってきた音のp-p値の割合を百分率で表したものをを用いた。

この実験では、データは各条件について5回ずつ測定し、その平均値を取った。

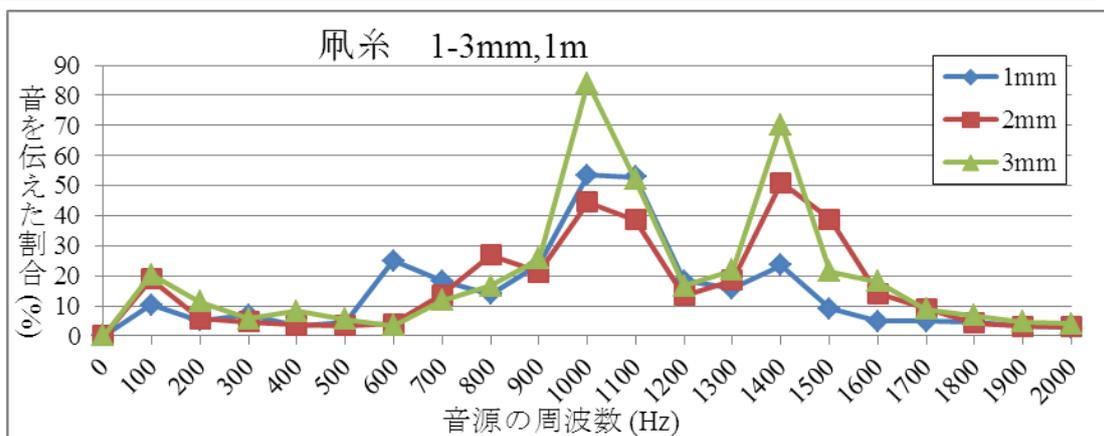
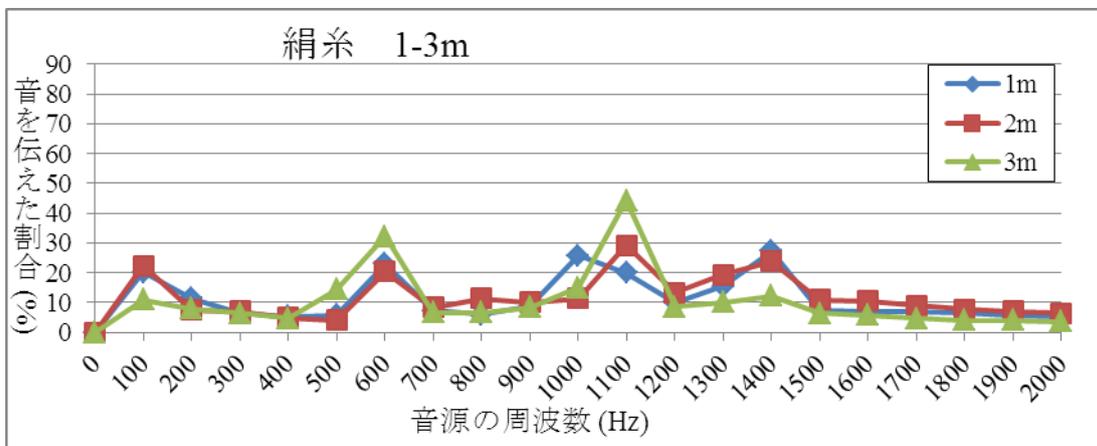
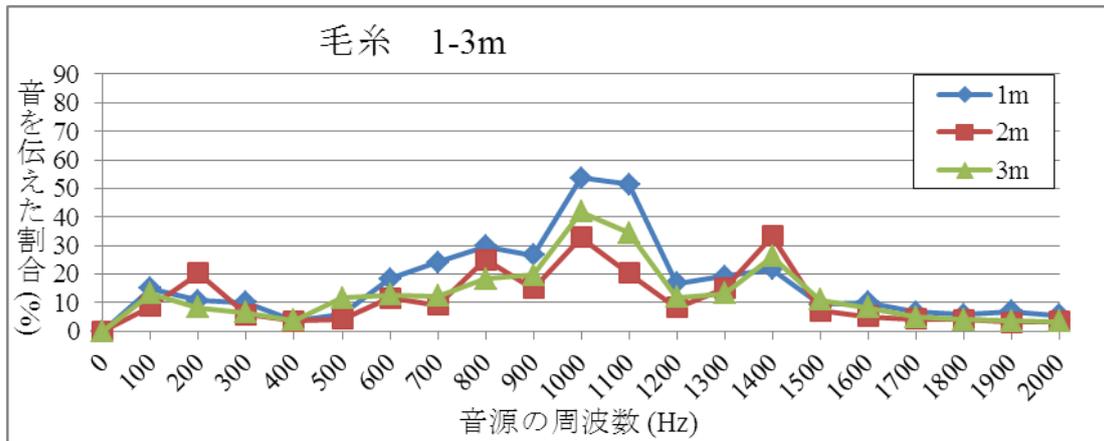
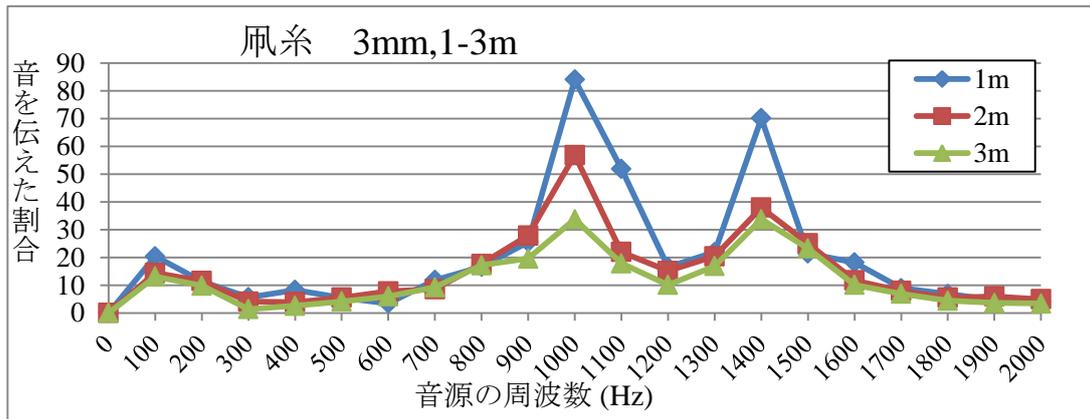


図2 装置配置図2

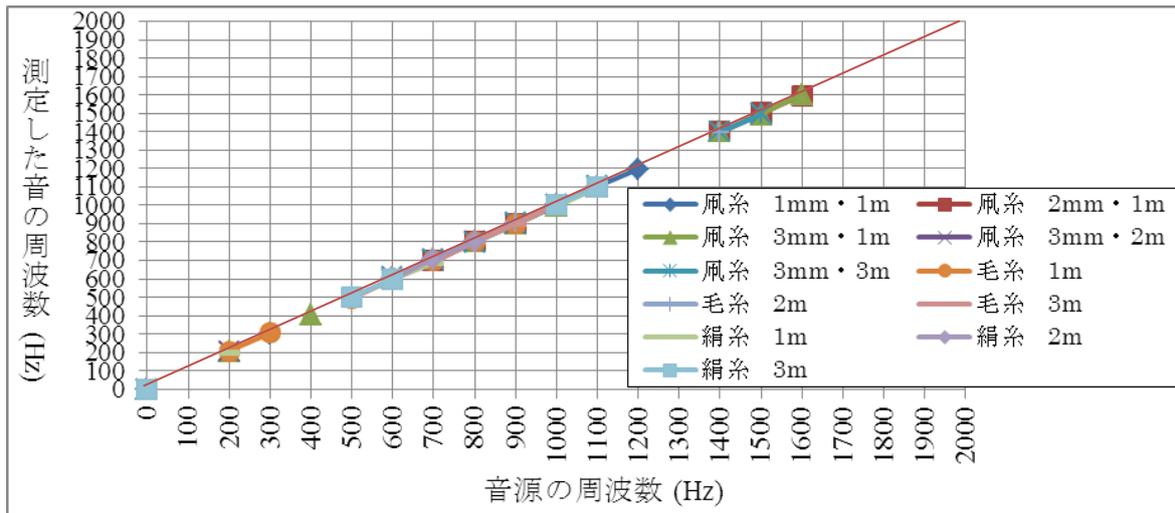


5. 結果 (1)

音の大きさの比較については以下のグラフのようになった



音の周波数の比較は以下のグラフのようになった



6. 実験 (2)

6・1 実験目的

固有振動数と各糸の音を伝えやすい周波数との関係性をを知るため、実験 (1) で使用した紙コップと糸の固有振動数を調べる。

6・2 実験内容

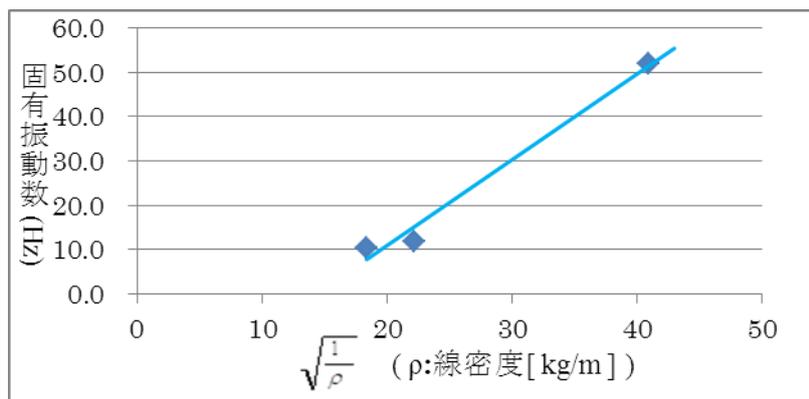
- スピーカーの上に実験 (1) に使用した紙コップを置き、その中に発泡スチロールの粒をいれる。そして、スピーカーから音を発し、発泡スチロールが最も振動する周波数を調べる。
- 発振器に繋いだスピーカーに実験 (1) で用いた 5 種類の糸を取り付け、反対側に定滑車を用いて 0.2kg のおもりを吊るす。そして、糸が定常波を作る周波数を調べる。

7. 結果 (2)

6・2の (1) の実験では 250Hz のときに初めて発泡スチロールの粒が大きく振動した。

6・2の (2) の実験では 1mm の凧糸は 52Hz のとき、絹糸は 116Hz のとき、毛糸は 23Hz のとき基本振動をした。2mm の凧糸は 22Hz のとき倍振動を、37Hz のとき 3 倍振動を、3mm の凧糸は 21Hz のとき倍振動を、31Hz のとき 3 倍振動をした。

また、凧糸における線密度と固有振動数の関係は以下のグラフのようになった



8. 考察

凧糸、毛糸、絹糸のすべてにおいて、音を伝えやすい周波数に種類による違いは見られたが、長さによる違いはほとんどみられなかった。また、凧糸の太さによる違いも、長さによる違いに比べてややばらつきがあるものの、音を伝えやすい周波数にはっきりとした違いは見られなかった。つまり、音を伝えやすい周波数は種類ごとに決まっていて、長さおよび太さによってはあまり変化しないことがわかる。これは最初、それぞれの糸の固有振動数によるものだと考えていたが、実験 (2) の結果からどの場合においても、音を伝えやすい周波数の違いが糸および紙コップの固有振動数によるものとは考えにくい。よって音を伝えやすい周波数を決定しているのは、固有振動数以外の別の要因だと考えられる。

また音の伝えやすさに長さによる違いは風糸以外あまり見られない。これは、糸電話はかなり長距離でも音を伝えられるため、今回実験を行った1~3mでは、短すぎてはっきりとした差が現れなかったためだと考えられる。

音の伝えやすさの太さによる違いについては、太いほうが大きく伝えたところもあれば、細いほうが大きく伝えたところもあった。

周波数についてはどの場合においても、音源の周波数と測定値の周波数に変化は見られなかった。これは糸が伝わる経路中に振動が逃げる場所や入ってくる場所がないからだと考えられる

9. まとめ

音を伝えやすい周波数は糸の種類ごとに決まっていて、糸の長さ、太さによっては変化しない。これは糸と紙コップの固有振動数によるものではなく、別の要因によるものだと考えられる。

また、糸の長さ、太さによって音の伝えやすさは変化するとおもわれるが、今回の実験でははっきりとした差は得られなかった。

そして、周波数は音を伝える前後で変化しないことがわかった。

10. 参考文献、使用フリーソフト

10・1 参考文献

<http://www.takasaki.ed.jp/ssh/reserch/report/h16report-research-5.pdf>

10・2 使用フリーソフト

Wave Gene 作成者 efu

ダウンロードページ http://www.ne.jp/asahi/fa/efu/soft/wg/down_wg.html