

音に関する探究的な教材の開発 ーよりよい糸でんわづくりの活動を通してー

○渡邊 亜樹^A
WATANABE Aki

広木 正紀^B
HIROKI Masanori

村上 忠幸^B
MURAKAMI Tadayuki

高橋 宏光^B
TAKAHASHI Hiromitsu

^A 京都教育大学大学院生

^B 京都教育大学

キーワード： 音教材、糸でんわ、教材開発、探究教材

1. はじめに

私たちの生活環境は様々なエネルギーによって構成されている。そのようなエネルギーのひとつに「音」がある。そこで、「音」についての探究的な教材の開発を目指して、素材研究にとりかかった。音というのは、生活の中では目に見えないものであるが、それが視覚や触覚によって感じることのできる「糸でんわ」に注目してよりよい糸でんわとはどういったものであるかを探ることとした。その際、実験方法以外のことについては、できるだけ文献等による専門知識を前提とせず、自ら探究する体験を重視する研究方法をとった。

2. 検討事項

よい糸でんわとは、「遠くの人と話ができ、音が正確に聞き取れ、会話(送受信)が可能であること」であると考えられる。そこで、次の①や②に着目して、いろいろなタイプの糸でんわを作成し、その性能を調べた。

- ① “電話線”の素材、太さ、長さ
- ② 送話器と受話器の素材、形、大きさ

3. 装置と方法

(1) 糸でんわ測定器の作製

糸でんわの性能を「発信音(=送話器から送信した音)と、受信音(=受話器で受信した音)について、音量、高さ、音色の違いが小さいほど性能がよい」こととし、それを測定するための計測装置を作製した。作製に当たっては一部、鬼塚(1986)の開発した装置を参考にした。

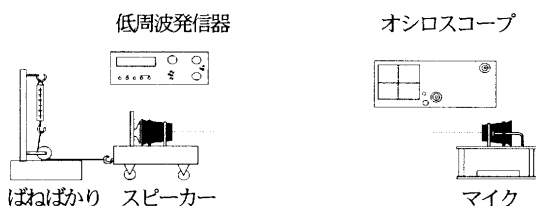


図1. 測定装置

工夫した点は、「一定の発信音が得られること」「受信音が定量的に測定できること」「張力を調整できること」「マイク・スピーカーは異なるタイプの“送受信器”に合わせられるよう可動であること」等である。

以下、本測定器を用いて実験を行った。

(2) 実験方法

発信音(低周波発信器からの500ヘルツの音を送話器のところでスピーカーから発信させた音)を、送話器のところに設置したマイクで集音し、オシロスコープに写る波形の振幅を画面最大になるようボリュームを調節した。次に、受信音(受話器に伝わる音)を受話器のところに設置したマイクで集音し、オシロスコープに映し出した。

オシロスコープに写った波形から、発信音と受信音の特徴

を(音量は振幅から、高さは振動数から、音色は波形から)、読み取った。

用いた糸電話 (以下、基準糸でんわと呼ぶ)

- ① 電話線
素材…木綿糸
太さ…0.4mm、
送話器と受話器の距離…3m
- ② 送話器と受話器
素材…紙コップ(口径7cm高さ9cm)

【結果】

送話音と受信音の間で、音量の違いは顕著であったが、振動数、波形に大きな違いは見られなかった。そこで以後は、送話音と受話器の音量の違いに着目し、次のように定義した音量保存率によって、糸でんわの性能を比べることとした。

$$\begin{aligned} \text{音量保存率} &= \frac{\text{受信音の音量}}{\text{送信音の音量}} \\ &= \frac{\text{受信音の波形の振幅}}{\text{送信音の波形の振幅}} \end{aligned}$$

4. 電話線の素材や形状と、音量保存率の関係を調べる

音量保存率でみると、電話線に木綿を用いた場合、細いものがよいこと、長さについては1.5～10mの間では大きな違いは認められないこと、用いた中では、0.275mmの釣り糸が最もよいという結果が得られた(表1、図2、図3)。

※ それぞれ、変化させていること以外は基準糸でんわの規格を使用)

表1. 電話線の素材・形状と音量保存率の関係。

形	素材	太さまたは幅 (※)(mm)	音量保存率(%)
テープ状	紙テープ	19(※)	7.5
	ビニルひも	59(※)	7.5
糸状	有機物	釣り糸	30
		木綿(基準糸でんわ)	20
		ぬれた木綿糸	17.5
		麻ひも	5
		鉄	12.5
	金属	銅	10
		真鍮	10
		ステンレス	5
		ピアノ線	5
			0
			2.5
			5

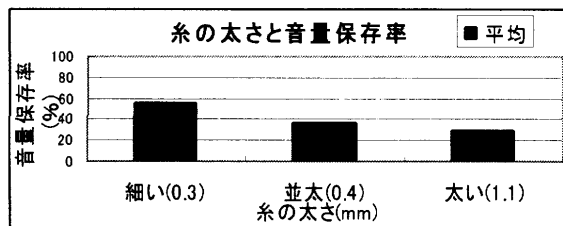


図2：糸の太さと音量保存率

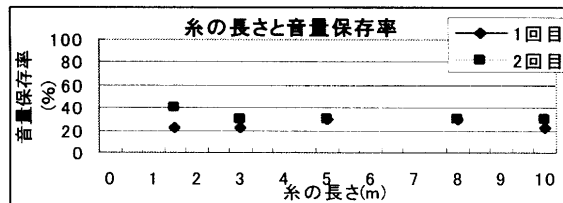


図3：糸の長さと音量保存率

5. 送受話器の素材や大きさと、

音量保存率の関係を調べる

表2に示したように、送話器として中型のコップ、受話器には大型のコップの組み合わせの音量保存率が最もよかった。(42.5%)また、図4のように紙コップとして底に葉包紙を張ったものがよいという結果が得られた。

表2. 送受話器(紙コップ)の大きさと音量保存率

送話器	受話器	音量保存率(%)
小	小	27.5
	中	25
	大	37.5
中	小	35
	中	37.5
	大	42.5
大	小	20
	中	22.5
	大	25

小…口径 6cm, 高さ8cm

中…口径 7cm, 高さ9cm

大…口径 8.5cm, 高さ12.3cm

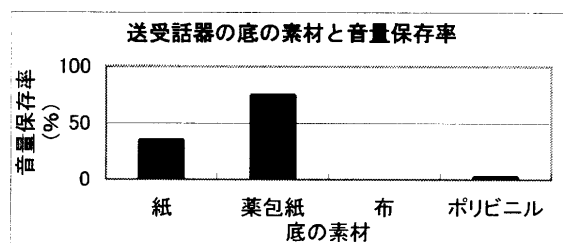


図4：送受話器の底の素材と音量保存率
(「紙」は底に細工をしていない状態を表す)

6. 60m隔てて、糸でんわで会話を試みる

実験1, 2の結果を踏まえ、電話線として「細い釣り糸を、送話器として中型の紙コップを、受話器として大型の紙コップをそれぞれ使い、紙コップの底には葉包紙を貼った糸でんわを作成して、60m隔たった距離で会話を試みた。

その結果、60mの距離でも、ある程度会話が可能であるこ

とが分かった。しかし、風が吹くとそれが雑音となり聞こえにくかったり、葉包紙が釣り糸の重みに耐えきれず、破れたりした。また、途中で電話線を分岐させて3人での会話を試みたが、こうすると、60m離れた両端の人同士はほとんど会話が不可能だった。

実際に糸電話を使う場合には、周りの音環境や、糸の重さ(特に糸を長くした場合)など、さまざまな要因が関係している。よって、実用的には実験1や2で測られた性能のほか、それらの条件も考慮する必要がある。

7. 人の言葉をはっきりと伝える糸の素材を探る

大学の授業の中で、「どのような素材の電話線が、人の言葉をはっきりと伝えるかを探ること」をテーマとした展開を試みる機会を持てた。

[授業展開]

- ① 音をよく伝えそうな素材を予想した。(自分の体験からある知識を確認する。)
- ② 6種の素材(木綿、麻、ビニル、釣り糸、針金、紙テープ)で糸でんわを作り、よく聞こえる素材を探した。(班活動)
方法i. 2種の素材でそれぞれ作った糸でんわを比較して聞き、より聞こえる方を選び、探す方法。
方法ii. 単語を5回繰り返し伝え、その声が正確に聞こえた回数で探す方法。
- ③ 結果を班毎に発表し、自分の予想と照らし合わせた。

[結果と考察]

方法iによる結果は、はっきり聞こえた方から順に、麻、ビニル、木綿、針金、紙テープ、釣り糸、方法iiによる結果は、針金、紙テープ、釣り糸、麻、ビニル、木綿糸となり、方法iと方法iiでは結果が正反対になってしまった。このテーマ(人の言葉をはっきりと伝える電話線の素材を探す)での教材化は難しいようである。

また、この授業を通して糸でんわの教材としての価値を次のように考えた。

1. ものづくり活動によって試行錯誤ができる。
2. 安価で手軽に手に入れやすい。
3. 聞く・見る・触るなど体験的な学習がしやすい。
4. 人とのコミュニケーションをとる活動となる。

8. おわりに

この研究では、低周波発信器やオシロスコープを組み入れた測定装置を作製して実験を行ったが、小中高それぞれの学齢に応じた方法で探究が可能であると思われる。今回も実験の過程で直接五感を用いて、耳で確かめたり、糸に触ってふるえを体験することができた。

より性能のよい糸でんわをつくることを目指して、材料や作り方について、いろいろな工夫を通して問題を解決していく活動は、そのプロセス自体が、選択理科や総合的な学習やクラブ活動、あるいは夏休みの自由研究における探究的で魅力的な教材であると考えられる。

文献

鬼塚史郎(1986) 糸電話を実験的に考察する。日本理科教育学会研究紀要 27(1): 69-74.

鞍掛昭二ほか(1997) 音楽の基礎 音楽理解はじめの一步 音楽の友社