

しゃべるおもちゃ作りに挑戦

青石中学校 2年 井上拓哉 渡邊祐真 岡 俊行

1 はじめに

指でこすると音を出すおもちゃ（トーキングバルーン）がある。授業では、先生がゾウの鳴き声が出るおもちゃを作り、見せてもらった。そこで、これをヒントにしゃべるおもちゃを作ろうと考えた。

2 音が出るしくみを解明

(1) トーキングテープを観察

指でこすると、音を出すおもちゃがある。風船についている トーキングテープ（風船についているプラスチックのテープ）をルーペで見ると、プラスチックに溝がたくさんついていた。下図のように溝の間隔が狭い所と広い所があることが分かった。

音は、振動することによって出ることを1年生の時に学んだため、風船を指でさわってみた。振動しているのが確認できた。



トーキング・テープのプラスチックの溝



トーキングバルーン

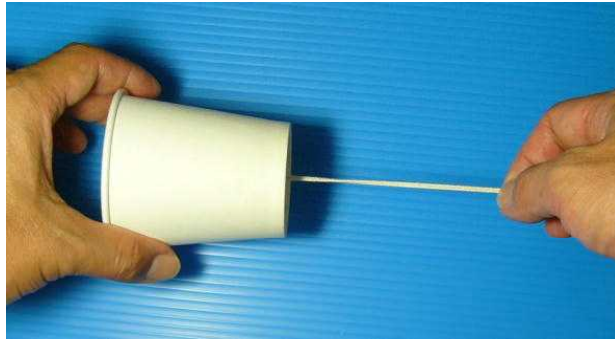
風船の代わりにコップにしても試してみた。風船の時と同じように音が聞こえた。しゃべるコップを作るためには、トーキングテープのようなギザギザのついたものが必要だと考えた。そこで、ギザギザのあるものとして、たこ糸を考えて試してみた。

(2) 200ml紙コップとたこ糸で音がでるか実験

紙コップに下図のようにクリップに糸をつけて通し、セロテープで止めた。片方の手で紙コップを持ち、ぴんとたこ糸を張って、親指と人差し指で糸をしごいた。



作成した音のでる紙コップ



音の出し方

ア 親指と人差し指でこする

親指と人差し指でたこ糸をこすったら、音が出た。つめを立ててこすった方が音が大きくなった。

イ 水をつけた親指と人差し指でこする

綱引きをするときなど、手にだ液をつけて引っ張った方が強く引けると祖父が言っていたため、だ液の代わりに親指と人差し指に水をつけてこすった。水をつけたほうが音が大きくなった。

ウ 日本手ぬぐいでこする

たこ糸をこすりやすいものとして日本手ぬぐいで試した。指でこするよりも少し大きな音が出る程度だった。

エ 水でぬらした日本手ぬぐいでこする

日本手ぬぐいを水でぬらしてこすった。格段大きな音が出た。

こすり方	結 果(大きな音の順に ×)
親指と人差し指でこする	
水をつけた親指と人差し指でこする	
日本手ぬぐいでこする	
水でぬらした日本手ぬぐいでこする	

【分かったこと】

水でぬらした日本手ぬぐいでこすると大きな音が出るのがわかった。

(3) 200ml紙コップと90ml紙コップで比較

バイオリンとコントラバスの音を比較すると、同じ弦楽器でも音の高さが違うため、紙コップの大きさを変えて比較した。

【分かったこと】

200mlの紙コップの方が、音が低いことが分かった。音を高くするためには、小さな紙コップを使えばいい。

(4) 紙コップとたこ糸が接している部分の振動を確認

音が出るときには、物体が振動していると1年生の理科で学んだ。そこで、本当に振動しているのか実験で確認した。

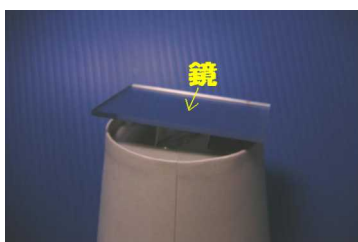
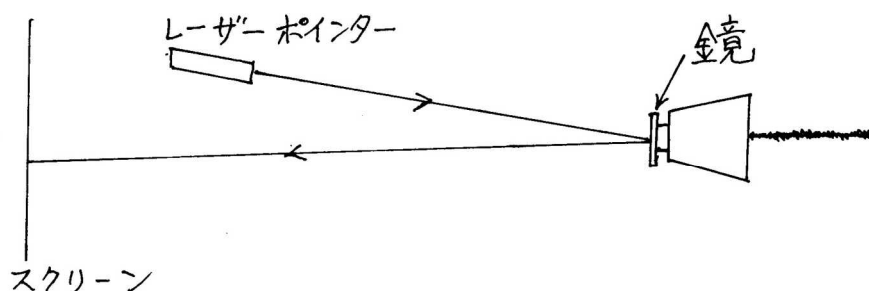
ア 手でさわって確認

紙コップにたこ糸が接続してある部分を手でさわると、紙コップが震えているのがわかった。

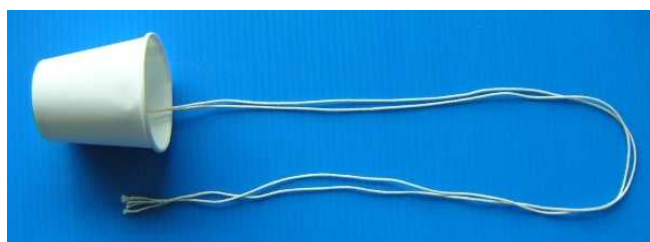
イ 目で振動を確認

音が出ているときに、紙コップとたこ糸が接続してある部分が震えているのが目で確認できる装置を考え、確認した。下図のように紙コップとたこ糸が接している部分に下図のように鏡を取りつけ、そこにレーザー光線を当てて、振動がスクリーン上に増幅されて見えるように振動している様子が大きく見えるよう工夫した。

また、たこ糸を指でこすることができるように、下図のようにこれまでとは反対にたこ糸をつけた。



紙コップの底を上げ底にし、鏡を取り付けた



たこ糸を反対に取り付けた紙コップ

その結果、大きな紙コップの方が振動する回数が少なく、小さな紙コップの方が振動する回数が多いことがわかった。この結果から、やはり紙コップの大きさによって、振動数が変化することがわかった。この振動数の違いが音の高低に影響していることが理解できた。



90ml紙コップの振動の様子

【分かったこと】

小さな紙コップの方が、振動数が多い。そのため、高い音が出る。

(5) たこ糸の太さを変えて確認

200ml紙コップにこれまでよりも細い直径0.7mmのたこ糸にして実験を行った。糸の太さが細くなると、音の高さが高くなった。90ml紙コップでも確認した。同じく糸の太さが細くなると音の高さが高くなった。

音の大きさを大きくするために、こする方法を変えてみた。すると、ぬれた日本手ぬぐいよりもぬれた指でこする方が音が大きくなった。この結果は、直径1.4mmの太いたこ糸を使った実験結果とは正反対の結果であった。

こする方法	結果
乾いた指	2番目に大きな音が出る
ぬれた指	一番大きな音が出る
乾いた日本手ぬぐい	余り音が出ない
ぬれた日本手ぬぐい	余り音がでない

ぬれた布を使った方が、大きな音になると考えていただけに、不思議でしょうがなかった。そこで、さらに細い糸を使ったらどうなるか調べてみた。

200ml紙コップと直径0.4mmのたこ糸を使用して実験した。今度は、直径1.4mmの太いたこ糸と同じく、ぬれた布を使うと一番音が大きかった。

【分かったこと】

紙コップにつける糸の太さが細くなると、高い音がでる。

ぬれた日本手ぬぐいでこするといつも大きな音が出るのではない。

(7) 糸と日本手ぬぐいを観察し、音との関係を考察

使用したたこ糸と布の糸の直径や糸の山と山の間隔を、髪の毛(約0.1mm)を基準として測定を行った。



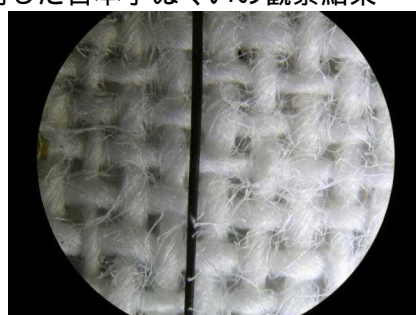
黒い糸は、直径約0.1mmの髪の毛

直径1.4mmのたこ糸

使用したたこ糸の観察結果

直径(mm)	糸の山と山の間隔(mm)	音の高低	布を使った時の音の大きさ
1.4	1.0	低	大
0.7	0.3	中間	小
0.4	0.5	高	大

使用した日本手ぬぐいの観察結果



使った日本てぬぐい

使われている糸の直径 0.3 mm
糸の山と山の間隔 0.4 mm

以上の結果から、太さでは中間であった直径0.7mmのたこ糸は、糸の直径は中間であるが、糸の山と山の間隔が一番小さかった。そのため、使用した布の糸の山と山の間隔がたこ糸の山と山の間隔よりも大きくなり、しっかりとたこ糸の山部分をこすることができなれと考えた。

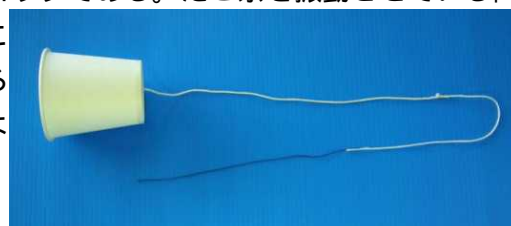
【分かったこと】

糸のでこぼとと布のでこぼこの間隔により、音の大きさが変わる。

3 シャベるおもちゃ作り

(1) シャベるオモチャ作り Part 1 (たこ糸の太さを変えて)

作成しようと考えているのは、シャベるコップである。たこ糸を振動させている間に紙コップを変えることはできない。そこで、たこ糸の太さを変えて、実験してみることにした。太いものから順に細くなるように接続し、試した。糸と糸の接続には、瞬間接着剤を使用した。



実験の結果、音の高さが変わるが、糸の接続部分で止まってしまいなかなかうまく音が出せなかった。

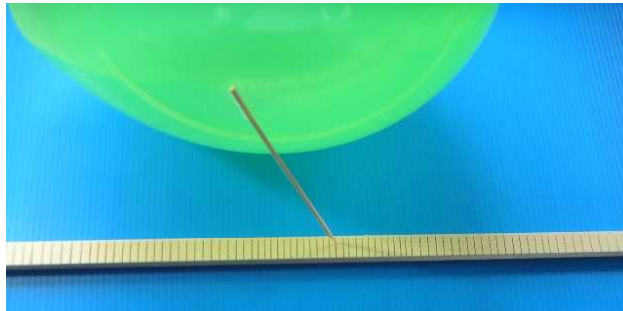
(2) シャベるおもちゃ作り Part 2 (木に凸凹を作って)

発想を転換し、凸凹の間隔が決まったものを使うのではなく、自分たちで自由にこぼこの間隔を変えたものを作成し、その上に何かを滑らせて振動を起こし、音を出すことを考えた。

細工がしやすく再現性が高いものということで、細い木の角材に糸のこで適当に間隔を変えて切り目を入れて凸凹を作った。

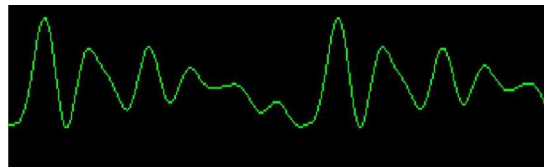


角材の上を鉄球が転がると音がでると考えた。十分にこすることができていないためか、ほとんど音が聞こえなかった。そこで、しっかりとこすためには面積が小さい方が圧力が大きくなり、摩擦力が大きくなると考えて紙コップに竹串をセロテープではりつけて竹串の先を角材の上を移動させた。音は聞こえるが、あまり意味のない音しか出なかった。



(3) 声の振動を確認

中学1年生の理科で、コンピュータを使って音さの音を目で見た。しゃべっている声はどうなるのか理科室のコンピュータで調べた。



複雑な波形をしており、自分たちの力だけではこのような音は出せないと思った。そこで、しゃべるのではなくメロディが聞こえるおもちゃ作りに挑戦することにした。

(4) メロディが聞こえるおもちゃ作り Part 1

振動数の違いによって音の高さが変わることは中学1年の時に学んだ。そこで、まずは声ではなくドミソなどの音階が出せることを目指すことにした。音楽の先生に、振動数についても質問した。そして、音階の周波数を調べた。

各音程の周波数

	周波数〔Hz〕	簡単な比にすると
ド	261.63	4
レ	293.66	
ミ	329.63	5
ファ	349.23	
ソ	392.00	6
ラ	440.00	
シ	493.88	

まずは、ドミソの音階が聞こえるものを作るために、糸のこで入れる切り目の間隔を4mmの部分と5mmの部分と6mmの部分を作った。確認すると、6mm間隔の部分がドに5mm間隔の部分がミに4mm間隔の部分がソに聞こえた。

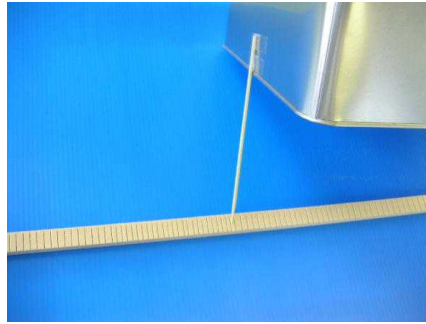
	簡単な周波数の比	実験結果から得た溝の間隔(mm)
ド	4	6
ミ	5	5
ソ	6	4

【分かったこと】

周波数と溝の間隔とはおおよそ反比例の関係にある。

(5) メロディが聞こえるおもちゃ作り Part 2

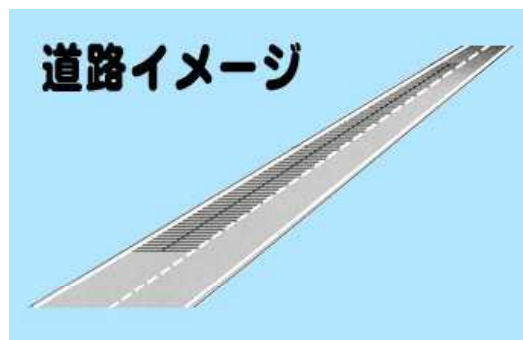
「ド・ミ・ソ・ド」と聞こえるおもちゃ作りに挑戦した。長く溝を作ると音を伸ばすことができ、短く溝を作ると音が短くなった。1mm間隔の作業のため、大変だったが、なんとかそれらしく聞こえるものができた。



4 感想

ミニカーが走るとメロディが聞こえるようなものが作りたいと思ったが、なかなかうまくいかなかった。

調べていくと、同じような発想で道路を車が走るとメロディーが聞こえる道が北海道にあることを知った。名前をメロディーロードといい、「アスファルト舗装道路路面上に、音楽における音階ごとに決められる一定の溝間隔と、音符による延長に切れ目を施工することによって、車輦が通過する際に発生するタイヤと舗装切れ目との接触による走行音が走行中車内において搭乗者がメロディーとして感じることのできる道路です。」と解説がしてあった。(<http://www.shibetsu.net/melodyroad/index.html>)



メロディーロードホームページより

電話で、質問してみると、僕たちが考えたものとまったく同じだったことにびっくりし、うれしかった。

音階は簡単に作れそうだと感じたが、言葉が聞こえるようにすることはかなり難しいと思った。私たちの住んでいる八幡浜市にもメロディーが聞こえたり、八幡浜市に入ったら「ようきなはったなぁ」とかいう言葉が聞こえたりするおしゃべり道路ができるといいなあと考えた。

< 参考文献 >

新しい科学 1分野上 (東京書籍) 平成13年2月28日検定

p 17 動物の鳴き声を出すコップ