

5

理科の授業で学習した音の性質に興味を持った健太さんと花子さんは、放課後の科学部の活動で、輪ゴムギターを作ってくわしく調べた。(1)～(6)に答えなさい。

[実験1]

図1のように、発泡ポリスチレンの箱に、輪ゴムをかけて、輪ゴムギターを作り、輪ゴムを指ではじいて音の大きさや高さを調べる実験を行った。

①輪ゴムを軽くはじいたときと強くはじいたときの、音の大きさと輪ゴムの振動の様子を比べた。

②輪ゴムの大きさが①より小さいものに換えて、輪ゴムを軽く指ではじき、①と音の高さを比べた。

③図2のように、発泡ポリスチレンの板をあて、その位置を動かして指ではじく部分の長さを変え、音の高さの変化を調べた。

図1



図2



[二人の会話]

花子：輪ゴムを強くはじくと、軽くはじいたときより輪ゴムの「ア」なつて、大きな音が出たわ。

健太：輪ゴムの大きさが小さいものに換えると、音の高さが高くなったよ。

花子：それは、輪ゴムの長さが①より短いから、輪ゴムのはり具合が（a）なったことと、輪ゴムの太さが（b）なったためね。

健太：発泡ポリスチレンの板を動かして、指ではじく部分の輪ゴムの長さを変えていくと、音の高さがだんだんと高くなったよ。

花子：そうね。輪ゴムのはり具合や指ではじく部分の長さが変わると、どうして音の高さが変化するのかしら。

健太：輪ゴムのゆれ具合が違うように見えるけど、動きが速くてよくわからないよ。

花子：それじゃ、明日はオシロスコープを使って、輪ゴムの振動のようすを調べてみようね。

(1) 本文中の「ア」にあてはまる語句を書きなさい。

振れ幅が大きく

(2) 下線部——で、音の高さが高くなった理由の説明になるように、（a）・（b）にあてはまる語句を書きなさい。

a	強く	b	細く
---	----	---	----

(3) 波線部~~~~~のように、音の高さがだんだんと高くなっていったのは、指ではじく部分の輪ゴムの長さをどのように変化させたためか、書きなさい。

指ではじく部分の輪ゴムの長さを短くした。

【解説】

振動と音には、次のような関係がある。

- ①振幅が大きいほど、音は大きくなる。
- ②振動数が多いほど、音は高くなる。

従って、同じ素材の輪ゴムで、振幅を大きくして音を大きくするためには、より大きな力で輪ゴムをはじいて大きく振動させることが必要である。

また、振動数を多くして高い音を出すためには、輪ゴムのはり具合を強くしたり、輪ゴムの太さを細くしたり、輪ゴムの振動する部分の長さを短くすることが考えられる。

[実験 2]

翌日の科学部の活動で、健太さんと花子さんは、音の大きさや高さや輪ゴムの振動との関係について調べるために、オシロスコープと輪ゴムギターを使って [実験 1] の①～③と同じ操作を行った。図 3・図 4 は、それぞれ [実験 1] ①・②のときのオシロスコープの波形である。

図 3

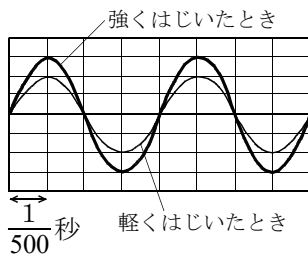
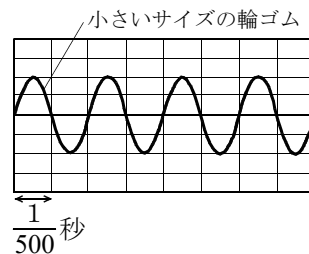


図 4



健太：輪ゴムを軽くはじいたときと強くはじいたときでは、波の山から山の間隔は同じだけれど、振れ幅は軽くはじいたときよりも強くはじいたときの方が大きいね。

花子：そうね。つまり、輪ゴムをはじく強さを変えても、振動数は変わらないけど、振幅が変化することね。

健太：輪ゴムの大きさが小さいものに換えると、振幅は変わらないけど、振動数が多くなったね。

花子：それに、発泡ポリスチレンの板をあてて、指ではじく部分の輪ゴムの長さを短くしてみると、もっと振動数が多くなったわ。

健太：それじゃ、輪ゴムギターで、音を低くしたいときは振動数を少なくすればいいんだね。

花子：そうよ。ギターのように、弦の太さによっても音の高さは変わるみたいね。

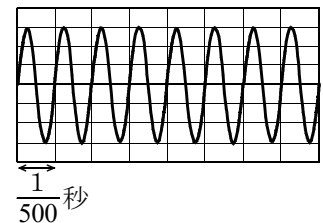
健太：ところで、輪ゴムの振動がどうして音になって聞こえるのかな。

花子：たしか、耳で音が聞こえるのは、空気の振動をとらえて鼓膜が振動すると、その振動が耳小骨やうずまき管に伝えられるからだったよね。

健太：つまり、音が聞こえるのは、輪ゴムの振動が空気の振動になって鼓膜に伝わっているってことだね。

(4) 下線部———について、[実験 1] ①の強くはじいたときと同じ強さで輪ゴムをはじくと、振動数が [実験 1] ①のときの 4 倍になった。このときの波形を右のグラフ用紙に書きなさい。

(5) 下線部—————のように、振動数を少なくして音を低くするためには、輪ゴムをどのようにすればよいか、[実験 2] からわかることを書きなさい。



輪ゴムのはり具合をゆるくしたり、指ではじく部分の輪ゴムの長さを長くする。または、大きいサイズの輪ゴムを使う。

- (6) 波線部~~~~~について、音は波として空気以外の物質も伝わる。雨の日に、ある建物の中で閉まっている窓から外を眺めていると、突然雷が光って音が聞こえた。このとき、雷の音はどのような経路で伝わったか説明しなさい。

雷の音は空気の振動として建物まで伝わり、その振動が建物の窓ガラス（建物）を振動させた。そして、窓ガラス（建物）の振動が建物の中の空気を振動させ、見ている人の耳に伝わった。

### 【解説】

輪ゴムが振動して音が出るとき、オシロスコープの画面を見ると、振動の様子が波形となって表され、音の大きさや高さや振れ幅や振動の速さとの関係を調べることができる。このとき、振動の振れ幅を振幅、1秒間に振動する回数を振動数といい、ヘルツ（記号Hz）という単位で表す。

(4)では、[実験1] ①の強くはじいたときと同じ強さで輪ゴムをはじいたので、右図のように、[実験1] ①と振幅は同じに、また、振動数が4倍になったので、1回の振動の間隔が[実験1] ①の1/4に書く。

(5) 音の高さを低くするためには振動数を少なくすればよいので、[実験1] ③とは逆に、大きいサイズの輪ゴムを使うことで、輪ゴムのはり具合をゆるくしたり、太さを太くすることや、輪ゴムの指ではじく部分を長くすることが考えられる。

(6) 音の振動は空気だけでなく様々な物質の中をすべての方向に伝わっていく。

【参考】振動シミュレーションソフト（オシロスコープ）により、輪ゴムギターの振動数を求める実験について

#### 1. 準備

振動シミュレーションソフト（オシロスコープ）、マイク、発泡ポリスチレン容器、輪ゴムA [直径：45mm 太さ：0.9-1.1mm]、輪ゴムB [直径：32mm 太さ：0.9-1.1mm]、輪ゴムC [直径：45mm 太さ：3mm]

#### 2. 方法

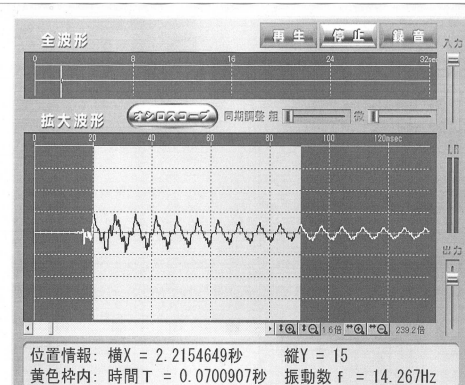
- ① シミュレーションソフトを起動し、マイクを準備する。
- ② 輪ゴムAを発泡ポリスチレン容器にセットする。
- ③ 輪ゴムAを指ではじいて、音を録音する。
- ④ 同様の操作を5回繰り返す。
- ⑤ 録音した音の波形から振動数を読みとる。

（図5のように、10回分の振動の波形を選択すると、右下には、その間に1回振動したと考えたときの振動数が自動的に表示されるが、実際には10回振動しているので、 $f = 14.267\text{Hz}$ を10倍した値が求める振動数になる。）

<注>できるだけ正弦波に近い波形が得られるように輪ゴムをはじいてから録音する。

- ⑥ 輪ゴムB・Cについても同様の操作を行う。
- ⑦ 輪ゴムAに、発泡ポリスチレンの板をあてて、指ではじく輪ゴムの長さを変化させて録音し、②③と同様の操作を行う。

図5



### 3. 結果

表1は、方法①～⑥で輪ゴムA・B・Cの振動数である。輪ゴムAと輪ゴムBの比較では、輪ゴムAから輪ゴムBに換え、輪ゴムの大きさ（長さ）を小さくすると、少し高い音が聞こえ、振動数が大きくなることがわかる。また、輪ゴムAと輪ゴムCの比較では、輪ゴムAから輪ゴムCに換え、輪ゴムの太さを太くすると、少し低い音が聞こえ、振動数が小さくなることがわかる。

表2は、方法⑦で、輪ゴムにポリスチレンの板をあてて、指ではじく輪ゴムの長さを変化させたときの振動数である。発泡ポリスチレン容器の幅は190mmであるが、指ではじく部分の輪ゴムの長さを、150mm、100mm、50mmと短くしていくと、少しずつ高い音になり、振動数が多くなっていくことがわかる。

表1 単位 (Hz)

回	輪ゴム		
	A	B	C
1回目	142.67	179.63	117.90
2回目	144.30	179.56	116.76
3回目	141.89	178.47	118.77
4回目	142.12	178.69	120.20
5回目	142.49	178.69	117.57
平均	142.69	179.01	118.24

表2 単位 (Hz)

	輪ゴムの長さ		
	150mm	100mm	50mm
1回目	192.91	273.07	576.48
2回目	198.29	273.07	567.57
3回目	196.26	281.25	568.30
4回目	194.62	278.58	577.50
5回目	192.66	277.01	568.30
平均	194.95	276.60	571.63