

理科は、身近な暮らしの中で役立ちます

音って何だろう？

音の正体を体感する実験

PROFILE

〈監修〉

金子 美智雄 かねこ みちお
(元 全国連合小学校長会理事)

埼玉県大宮市立小学校教諭、埼玉大学教育学部附属小学校教諭・副校長を経て、埼玉県公立小学校校長会長、全国連合小学校長会理事、淑徳大学特任教員等を歴任。

文部省学習指導要領小学校理科編及び指導書作成協力者(平成元年度版)、NHK学校放送小学校理科教室4年テレビティーチャー(14年間)にも携わる。

〈連載第9回執筆〉

吉田 勝彦 よしだ かつひこ
(東京都練馬区立八坂中学校 主幹教諭)

埼玉県私立高等学校非常勤講師を経て、東京都公立中学校教諭、同主幹教諭。平成25年度東京都教育研究員、平成26・27年度東京教師道場リーダー、平成28年度東京都研究開発委員会、平成30年度都中理観察実験委員会幹事などとして、教材及び指導法の研究開発に携わる。

① 子どもたちはこんなことを知っていますか？

多彩な楽器による美しいハーモニー。オーケストラでは、ティンパニやシンバルなどの打楽器、ヴァイオリンやコントラバスなどの弦楽器、トランペットやクラリネットなどの管楽器が、それぞれ特有の音色を奏でています。



ところで、楽器はどのようにして音を出しているのでしょうか？楽器に限らず、音はどうすると出て、伝わり、聞こえるのでしょうか？

喉に手を当てて声を出してみると、喉が振動していることがわかります。音の正体は、物体の振動と関係しているようです。



近年、小学校理科の学習指導要領から姿を消していた「音」の学習が、2020年度から再び復活して、小学校に登場します。これまで中学校で扱われていた音の学習のうち、「音と振動」「音を伝えるもの」の部分小学3年で扱うことになります。

普段何気なく聞こえてくる音、楽器から出る音について、子どもたちはどう捉えているのでしょうか？

② 理科がこんなにつながります

1. 物体の振動と音の発生



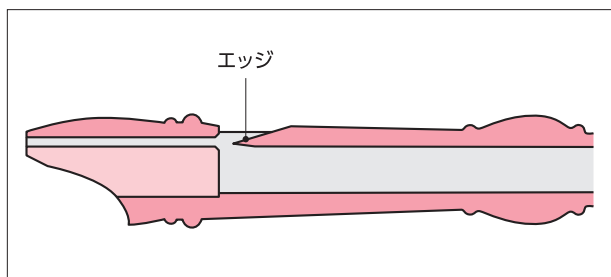
グランドピアノの内部にあるハンマー(画像提供: (株) 東京堂)

楽器から音が出るときの共通点を考えてみましょう。

ティンパニを叩くと音が出ますが、このとき表面の膜(打面)を触ると振動が感じられます。グランドピアノのふたを上げて内部を見ると、ハンマーとよばれるつくりが確認できます。鍵盤を叩くとそれと連動してハンマーも動き、弦を叩いて音を出します。このとき、叩かれた弦を触ると、やはり振動していることがわかります。

これらのことから、物体が振動することによって音が出るということが理解できます。また、ティンパニの膜やピアノの弦を強く叩くと大きく振動して大きな音が、弱く叩くと小さく振動して小さな音が出ます。すなわち、振動の大小が音の大きさを決めているのです。

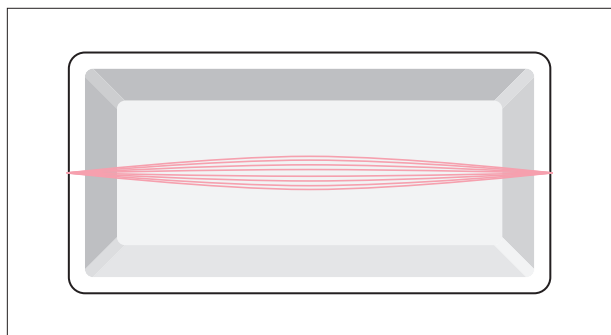
ちなみに、管楽器では何が振動しているのでしょうか？正解は、楽器の内部の空気です。リコーダーは、吹くと空気がエッジに当たり、気流が乱れ、管の内部の空気が振動することで音が発生します。



リコーダーの断面図

2. 空気はどのように振動しているのか？

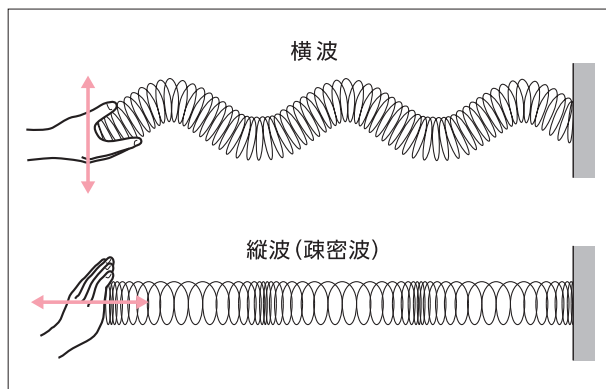
空気の振動とはどのようなものなのでしょう？「振動」というとギターの弦のような動きをイメージしがちですが、空気が同じように動くとは考えにくいです。



輪ゴムギターの弦(輪ゴム)が振動するようす

振動が周囲に次々と伝わっていく現象を「波」といいます。波には、ギターの弦の振動のような「横波」と、振動

する物体がまばらな部分(疎)と詰まっている部分(密)が交互に現れる「縦波(疎密波)」の、2種類があります。実験用のコイルバネを用いると、その違いを確認することができます。



横波と縦波(疎密波)の振動のようす

「音」は空気による縦波です。空気を振動させる物体(発音体)から全方向に向かって、空気がまばらな部分と詰まっている部分が交互に進んで伝わっていきます。この波の振動数(1秒間に振動する回数)で音の「高低」が決まります。

子どもたちは、これまでほとんど気にすることのなかった音について学習することにより、楽器やスピーカーのような音が出ているものを触るとビリビリと振動するのを感じたり、中学校で「音と光」を比較して共通点や相違点を発見したりするときに、科学の不思議さを実感できるものと思われます。

③ こんな展開はいかがでしょう (小学3年:「光と音の性質」)

1. いろいろな糸電話を作ってみよう

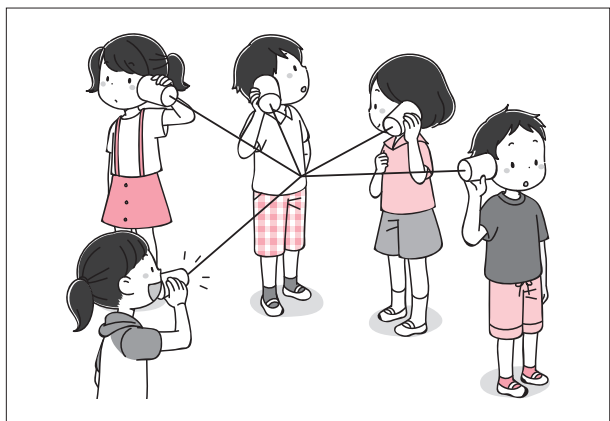
糸電話は音と振動の関係を直感的に理解できる教材です。この糸電話にいろいろな工夫を加えて使ってみましょう。

① 糸を長くしてみる。

糸を長くしても、振動が伝わる限りは音は聞こえます。ただし、糸が長くなるにつれて伝わる振動が小さくなるので、聞こえる音も小さくなります。

②糸を枝分かれさせてみる。

通常の糸電話は2人で会話をしますが、複数の糸電話をつなげるとどうなるでしょう?やはり、糸の振動が紙コップに伝われば、何人で使用しても会話ができます。



③糸の素材を換えてみる。

一般的に用いるのは絹糸ですが、素材を換えてみるとどうなるでしょうか?例えば、針金、ゴム紐を用いてみましょう。針金では糸電話よりも音が大きく聞こえますし、しっかりと張らなくても音が聞こえます。ゴム紐ではエコーがかかったような音が聞こえます。

糸電話の原理を利用したものに聴診器があります。糸電話は糸が振動を伝えていますが、聴診器はチューブ内の空気が振動を伝えることで、心音や呼吸音を聞くことができます。

2. 音と振動の関係を実感できる教材を作ってみよう



「ダンシングスネーク」とよばれる教材を紹介します。

逆さに置いた紙コップの側面に1円玉大ほどの穴を開け、そこに画用紙で作った適当な長さの筒を差し込みます。紙コップの底の上に、ヘビのようにとぐろを巻いたモールを置けば完成です。

紙コップの口の部分を手のひらでふさいでから、筒の部分に口を当てて「ブー、ブー」と声を出してみましょう。底の部分の振動に合わせて、モールが踊るように回転します。また、声の高さや大きさによって回転が変化するようにも観察できます。

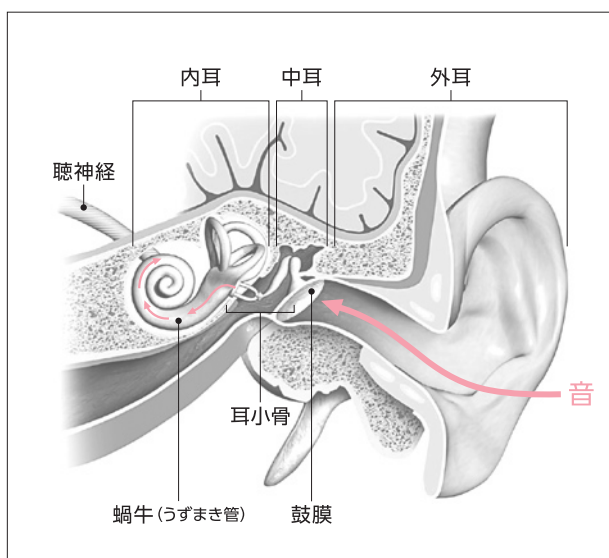
透明半球を器状にして適量の小さな発泡スチロール球を入れ、ラップフィルムでふたをして、縁をセロハンテープで留めます。この教材をティンパニの上で持ち、ティンパニを叩くと、空気の振動がラップフィルムに伝わり、中の発泡スチロール球が跳びはねるようすが観察できます。音の大きさに応じて跳びはね方も変化するので、音の大きさと振動の大きさの関係を視覚的に捉えることができます。



③² こんな展開はいかがでしょう (中学2年:「生物の体のつくりと働き」)

1. どうして音が聞こえるのか?

「空気の振動」という刺激が耳に伝わると、脳がそれを音として認識します。詳しい流れは、次のようになっています。



「未来へひろがるサイエンス2」p.33より

- ①空気の振動が伝わり、耳の内部の鼓膜が振動する。
- ②鼓膜の振動が耳小骨（つち こつ きぬた こつ あぶみ こつ 錐骨・砧骨・鐙骨）に伝わるにつれて、振動が増幅されていく。
- ③振動が蝸牛（か びゅう）の中のリンパ液を揺らし、その揺れを聴毛（ちよう もう）とよばれる毛を備えた感覚細胞が捕らえて、電気信号に変換する。
- ④蝸牛神経によって電気信号が脳に伝えられ、音として認識する。

鼓膜が振動すればその後の器官も振動していくので、①の刺激は空気の振動でなくても構いません。アーティスティックスイミング（旧称：シンクロナイズドスイミング）では水中のスピーカーから出た音を聞いて演技をしています。プールの中でも音が聞こえるのは、水の振動が鼓膜に伝わるからです。

2. 鼓膜を使わずに音を聴く〜骨伝導〜 こつ でん どう

音を認識するためには、内耳の振動が必要です。逆に言えば、内耳が振動しさえすれば、私たちは音を認識することができます。次のような実験をして確かめてみましょう。



- ①金属製の火ばさみ（音叉などでも可）の支点部分を、長さ40cm程度の風糸の中央で結ぶ。
- ②風糸の両端を、左右の人差し指の先に、2〜3回ずつ巻き付ける。
- ③人差し指の先を耳の穴に入れて耳をふさぎ、火ばさみを硬い棒で軽く叩いて、振動させる。

この実験では、空気の振動が耳に入ってこないのに、鐘が鳴るような音を聞くことができます。このように、頭蓋骨の振動を内耳に伝えて音を認識することを「骨伝導」といいます。声を出しているときに耳をふさいでも自分の声を認識できますが、これは頭蓋骨を伝わる音（骨導音）が聞こえるためです。

音楽を聴きながらランニングをする方がいますが、外の音を完全に遮断してしまうと、車が近づく音も聞こえず、危険な状態になってしまいます。そこで、音楽と外からの音を同時に聞くために、骨伝導を利用したイヤホンが開発されました。この技術は、聴力が低い方が利用する補聴器にも利用されています。

このように、音の性質やそれに伴う感覚は、日常生活のいろいろな場面で活用されています。



骨伝導を利用したイヤホンを装着したところ