



青少年のための科学の祭典  
YOUNGSTERS' SCIENCE FESTIVAL  
KOGANEI

# 2022「青少年のための科学の祭典」 東京大会in小金井web開催

## か てい                      じっけん 「家庭でできる実験とものづくり」

ちゅうい はじめによみましょう。

おとなのひとといっしょにやりましょう。

・きれやすい、カッターやはさみ、ささるといたい、はりがね、などをつかいます。かならずおとなのひとといっしょにやりましょう。ドリル刃はつかったことのあるおとなのひとにおねがいしましょう。

・ちいさなおともだちが、まちがって、ちいさなぶひんをたべたりしないようにちゅういましょう。

### 大人の方へ

- ・刃物や針金を扱う場合は一緒をお願いします。特にドリル刃やカッターは小さな子どもには持たせないで下さい。
- ・小さな部品は誤飲しないように小さな子どもの手の届かないところに保管してください。
- ・遊びの後には手をよく洗ってください。
- ・実験材料を廃棄する場合は自治体の区分にしたがって下さい。

でん ぱ まな でん ぱ ふ し ぎ ぎん だま  
**電波について学ぼう ー電波をキャッチする不思議な銀玉ー**

<p>ようい 用意するもの</p>	<p>【材料】ソケット・リード線付き豆電球1個、単3×1本用(1.5V)リード線付き電池ケース1個、みのむしクリップ2個、直径3cmくらいの円筒形小物ケース1個、料理用アルミホイル、ガスを使い切った電子ライター1個</p>
-----------------------	---

<p>提案者</p>	<p>滝澤 修 (情報通信研究機構電波研クラブ)</p>	<p>出典</p>	<p>良く知られている方法</p>
------------	------------------------------	-----------	-------------------

用意するものの例：

ソケット・リード線付き豆電球： 例えば <https://www.monotaro.com/p/2465/2373/>

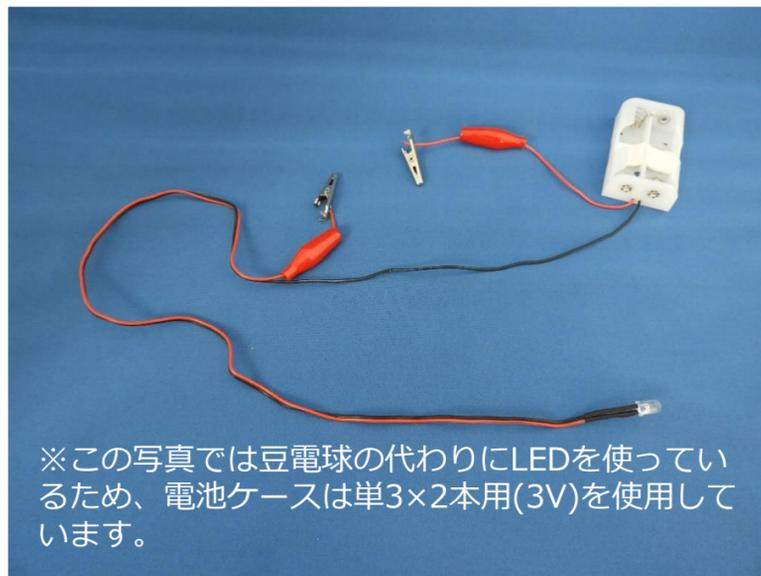
単3×1本用リード線付き電池ケース： 例えば <https://www.monotaro.com/p/8699/1405/>

みのむしクリップ： 例えば <https://www.monotaro.com/p/3998/9216/>

◆準備

豆電球の片方の電線を、電池ケースの片方の電線につなぎ（+-どちらをつないでもOK）、豆電球のもう片方の電線と、電池ケースのもう片方の電線の両方に、みのむしクリップをつなぐ。

電線の先がむけていない場合は、カッターナイフを使って少しむいておく。



※この写真では豆電球の代わりにLEDを使っているため、電池ケースは単3×2本用(3V)を使用しています。

料理用アルミホイルを4cm角にはさみで切り、緩く丸める。



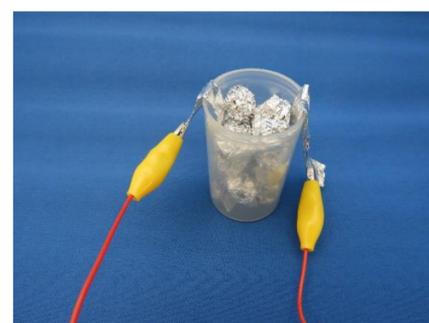
4cm角の1辺を細長く折りたたんだアルミホイルを2枚作り、直径3cmくらいの円筒形小物ケースの両側に折って入れる。



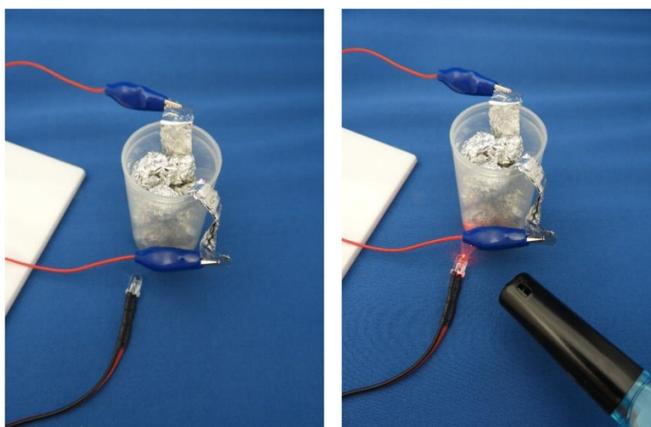
折りたたんだ2枚のアルミホイルが直接接触しないように、丸めたアルミホイルを緩く詰める。



折りたたんだ2枚のアルミホイルに、みのむしクリップをそれぞれつなぐ。



ケースの近くで、使い切った電子ライターで火花を飛ばすと、豆電球が点灯します。ケースを叩いてアルミホイル玉の接触状態が変わったら、消灯します。



※写真では豆電球の代わりにLEDを使用しています。

【解説】豆電球が点灯するのは、火花から発生した電波によって、アルミホイル玉同士の接触している状態が変わり、電気が通じるようになるためです。

# スマホアプリで音速を測定しよう(集音版)

用意するもの	A3、1mm低発砲塩ビ板2枚、A3、5mmデコパネ2枚、ビニール被覆された針金(園芸用)1m、スマートフォン(スマホ)2台、φ2.8ドリル刃1本、はさみ、定規、テープ *サイズにこだわりはない
提案者	和田義親、木下昭一、小澤幸光、石井馨悟、瀬谷雄太、フォグリヴォルフガング、荒川悦雄(東京学芸大学物理同好会、東京学芸大学物理学教室同窓会)
出典	オリジナル

山に登ったとき、隣の山に向かって大声で呼びかけると、こだまして返ってくることを山彦って言います。雷が光ってからゴロゴロと音がするまで、数秒かかること、ありますよね。遠くから眺める夜空の花火も光と音とで時間差があったような。こうした不思議なことは、音が進む速さ、すなわち音速がいくらなのかを知っていると、よく理解でき、利用することもできます。ここでは、皆さんに音速がいくらなのかを確かめる方法を披露いたします。具体的には、写真1に示す放物線をA4の方眼紙に描いて、写真2のような集音器を製作します。写真3のような壁を探し、写真4のようなアプリをインストールしたスマートフォン(スマホ)を集音器の棚板に乗せます。輪ゴムで音を出し、写真5のような音の信号の様子を観察して、付録に示した計算により、音速を求めます。

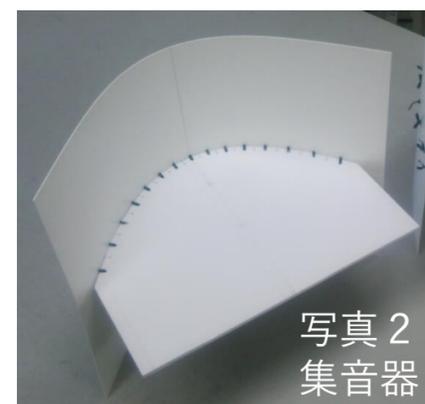
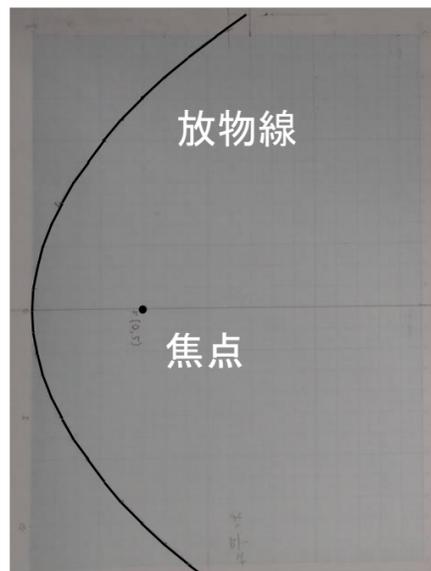
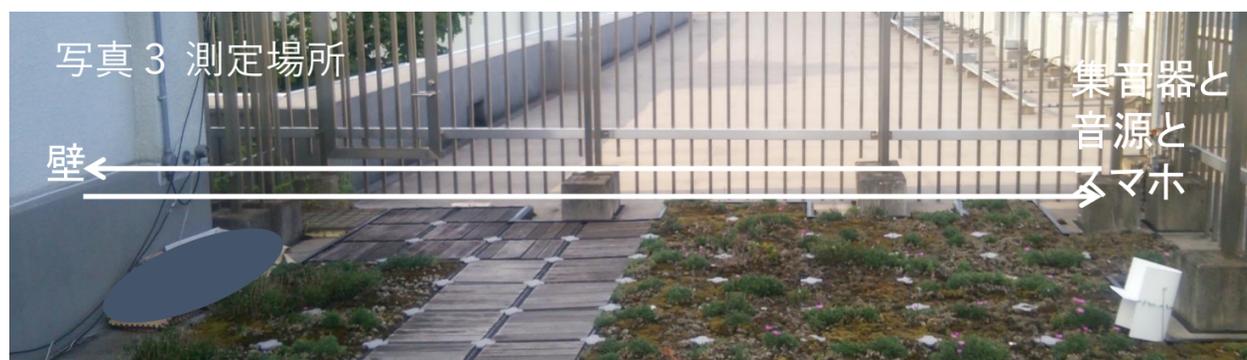


写真1 図面

まず、写真1のようにA4の方眼紙に放物線を描き、厚さ5mmのデコパネに写します。デコパネを放物線に沿って切り出し、集音器用の棚板にします。

厚さ1mmの低発砲塩ビ版を反射板とし、棚板とを接続するために2~4cm程度の間隔で、縁から5mmの位置に、φ2.8位のドリル刃により穴を開けます。反射板には縦横の真ん中に線を引き、長い線に沿った中心線の両側5mmのところを平行線を書いておきます。棚板にあけた穴に合わせて反射板の中心線の両側にφ2.8の穴をあけておきます。5cm程度のビニール被覆した針金により、写真2のように、縫い合わせ、組み立てます。写真1の棚板の焦点の位置にも穴を開け、輪ゴムを上面から通して、裏面に引っかかるものを入れ、テープで固定します。



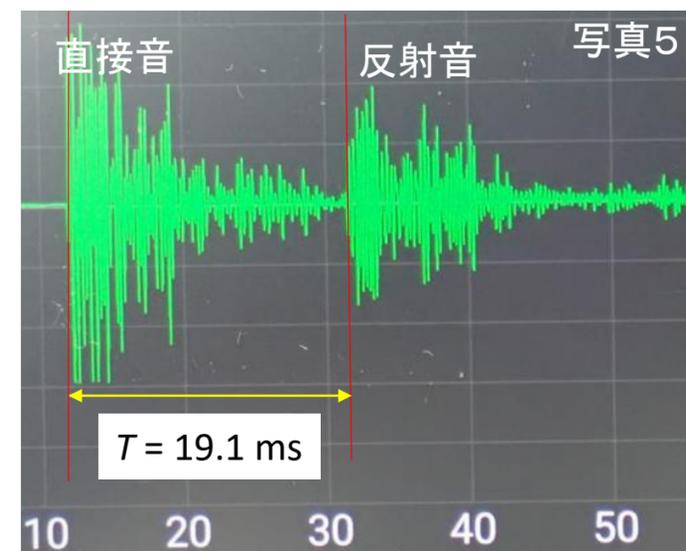
次に、オシロスコプのアプリをインストールします。使用実績があるのは「Sound Oscilloscope -オシロスコプ 音波波形表示オシロスコプと周波数スペクトル表示アプリ」です。

製作した集音器を、写真2のように壁から数メートル離れた位置に固定し、スマホを集音器の平板に乗せます。輪ゴムで発生する直接音と、一旦は壁に到達し、その壁から戻ってくる反射音とをスマホで計測します。写真4や写真5のように、このスマホの画面の様子を別のスマホで動画撮影し、直接音と反射音との到達時間差をスマホの画面から読み取ります。スマホのアプリによっては音を観測してから遅延時間があるため音量の信号が画面に表示されるようです。

音源から壁までの距離から付録のように音速を計算します。今回の実験で測定された音速は314 m/sとなりました。



写真4 オシロスコプをインストールしたスマートフォン



## 付録

10 msの目盛り幅は22 mm、音を出した時の信号と反射の信号の差は42 mmであった。

直接音と反射音との時間差 =  $(10 \text{ ms} / 22 \text{ mm}) \times 42 \text{ mm} \times 1 \text{ s} / 1000 \text{ ms} \doteq 0.0191 \text{ s}$

壁と音源との往復の距離 =  $3.0 \text{ m} \times \text{往復を考慮して} 2 \text{ 倍} \doteq 6.0 \text{ m}$

音速 = 壁と音源との往復の距離 / 直接音と反射音との時間差  
=  $6.0 \text{ m} / 0.0191 \text{ s} \doteq 314 \text{ m/s}$

**やってみよう** ① 測定場所ごとに時間差や往復の距離は異なります。付録の中の緑色の

数字の部分は、適宜、自分の測定結果に入れ替えて、計算してみましょう。

② 入力信号シングルトリガ、ストレージ機能がついたオシロスコプのアプリは使えるか。

※ はさみやドリルには鋭い刃がついています。使うときは、使い慣れた大人に手伝ってもらいましょう。

# スマホアプリで音速を測定しよう(パイプ版)

<p>用意するもの</p>	<p>パイプ(障子紙の筒, サランラップの芯など, 長さは自由), プチプチ(梱包材), スマートフォン(スマホ)1台, メジャーまたは定規</p>
<p>提案者</p>	<p>小澤幸光, 和田義親, 木下昭一, 白山新治, 三谷竜平, 石井馨悟, フォグリヴォルフガング, 荒川悦雄(東京学芸大学物理学教室同窓会, 東京学芸大学物理同好会)</p>
<p>出典</p>	<p>オリジナル</p>

光が水面に斜めに当たると、多くの光は水の中に屈折して入っていきますが、一部は水面で反射します。光は波であり、波は進み方が異なる境目では一部が反射します。音も光と種類は異なりますが同じ波なので、両端が開いているパイプの中を伝わる音は、パイプの中と外で伝わり方が変わるため、出入り口付近で一部の音が反射します。そして、音はパイプの両端で何度も反射をくり返します。これを開口端反射といいます。ここでは、パイプの中を往復する音波の速さがいかなるのかを確かめる方法を説明します。

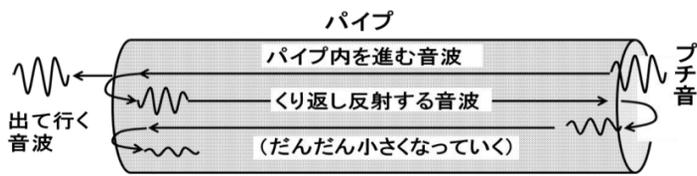


写真1のように、パイプの片方にスマホの送話口を置き、反対側でプチプチを指でつぶして音を出します。なお、スマホにはサウンド・オシロスコープというアプリがインストールされています。このアプリの使い方は、実験動画で説明していますので、そちらをご覧ください。そして、写真2のように、音の反射の様子を表示して、付録に示した計算により、音速を求めます。

- では、実験の手順を説明します。
1. アプリ(サウンド・オシロスコープ)を起動すると、すぐに録音状態になるので、一度STOPを押します。(画面下の時間軸は、はじめ0~9sと表示されている)
  2. 画面下の「T」の「-」を1回押して、写真3の黄色枠ように0~4500msに変えます。
  3. (sはsecondの頭文字で秒, msはミリ秒で1/1000秒 = 0.001秒) 画面下のRUNを押し、すばやくプチプチをつぶすと、写真3のような音の信号が記録されるので、すぐにSTOPを押します。
  4. プチ音の記録がとれたら時間Tを拡大して、パイプ(筒)の中を往復する音波を表示させます。(写真4のように、時間を拡大しながら、同時に緑色の波形が画面から外れないようにしていく)
  5. プチ音の波形部分をどんどん拡大していくと、パイプ(筒)の中を往復する音波が見えてきます。はじめの写真2のように見えてきたら、比較的きれいな波形10個分を選び、その時間を読み取ります。(この時間を10で割ると、パイプ1往復分の時間が計算できる)

## 付録 (音速の計算)

音波がパイプの中を10往復する時間は、スマホの写真2より、

$$24\text{ ms} - 5\text{ ms} = 19\text{ ms} = 0.019\text{ s}$$

$$1\text{ 往復の時間は, } 1.9\text{ ms} = 0.0019\text{ s}$$

パイプ(長さ30.8cm)の往復の距離は、

$$30.8 \times 2 = 61.6\text{ cm} = 0.616\text{ m}$$

これより音速  $V$  は、 $V = (\text{距離}) / (\text{時間})$ より、

$$V = \frac{0.616\text{ m}}{0.019\text{ s}} = 324\text{ m/s} \quad (\text{実際の音速は約}340\text{m/s}) \quad \text{ほぼよい結果が出ました!}$$

☆ この結果はアプリをインストールするスマホの機種によって変わります。また、音波が開口端で反射する位置は、少し外側(半径の約0.6倍の位置)にはみ出ることを考慮すると、音速はもう少し速くなります。この影響を小さくするには細くて長いパイプを用いるとよさそうです。

やってみよう 緑色の数字の部分は、自分の測定結果に入れ替えて計算してみましょう。よい値が出るかな？



写真1

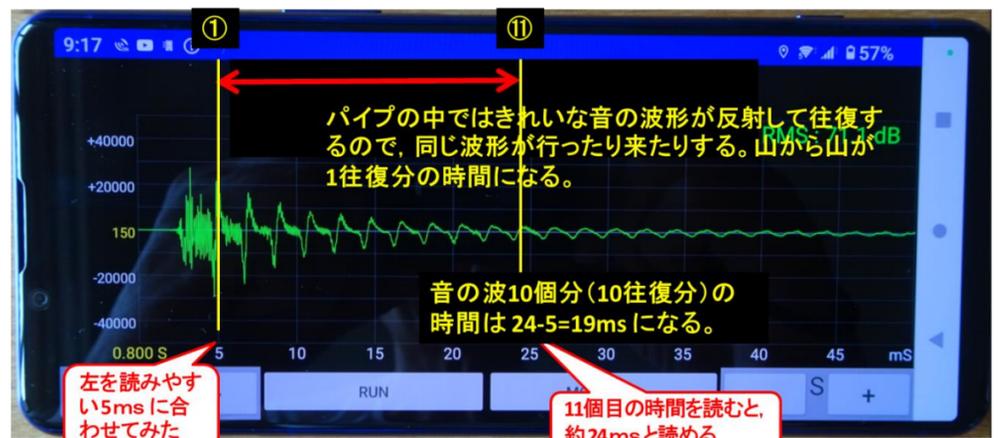


写真2

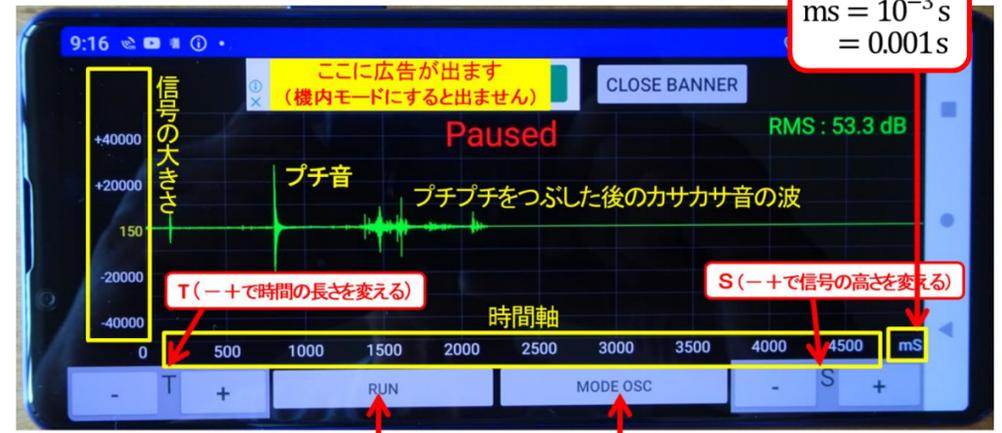


写真3



写真4



<https://www2.u-gakugei.ac.jp/~ascest/ysf/index.html>

2022「青少年のための科学の祭典」東京大会in小金井実行委員会

E-mail: [ysf55tokyo.k@gmail.com](mailto:ysf55tokyo.k@gmail.com)