

リフレッシュ理科教室

不思議探検隊

2008大阪

～君も今回から科学者だ！～

2008
10月
4日 土

A 9:30 ~ P 4:15

大阪市立科学館(大阪市北区)

① 科学講演会

「君も今日から科学者だ！」

ケニス株式会社 米谷 彰 先生

② 実験教室

- 「かんたん！手作りスピーカーの製作」
- 「手作りモータを作ろう」
- 「偏光板を使って万華鏡を作ろう」
- 「ペットボトル噴水を作ろう」

③ サイエンス展示

- 「太陽電池・おもしろ発電実験」
- 「人工ダイヤモンド」
- 「指紋認証」
- 「暮らしのなかのナノテクノロジー」
- 「電子で見るミクロの世界」
- 「電気と磁石のおもしろ体験」
- 「声紋（声の指紋）を見る」



「リフレッシュ理科教室」の開催にあたって

しゃだんほうじん おうようぶつりがっかい きょういく こうえきじぎょういんかい ちょう
社団法人 応用物理学会 教育・公益事業委員会 委員長
わたなべ かずお
渡辺 和雄
とうほくだいがく きんぞくざいりょうけんきゅうしょ きょうじゅ
(東北大学 金属材料研究所 教授)

<小中学生のみなさんへ>

みなさんは毎日の学校や家庭の生活の中で、身近に起きる自然現象を不思議に思ったりしていませんか。なぜ虹は7色になるんだろう、なぜ台風が生まれるのだろう、どうして太陽は燃えているのだろうなど自然には不思議なことがたくさんあります。また、みなさんのまわりにある私たち人類が発明した飛行機はどうして空を飛べるのだろう、テレビはどうして映るのだろう、電話はどうして聞こえるのだろう、冷蔵庫はなぜ冷えるのだろうなど、たくさんの分からないことを見つけていることでしょう。

みなさんのこのような疑問や興味は、とても大事なことです。この疑問に「なるほど、そういうことか」と答えてくれるのが「理科」なのです。理科への興味は、すばらしい知識を増やして、また、自分で工夫していろいろなものを作るという力をつけてくれます。理科の知識をもとにして、工作することは大変楽しいことです。聞いた学んだりしたことが、実際に目の前にできあがってくるのはとてもわくわくします。

リフレッシュ理科教室では、みなさんが「楽しいな、おもしろいな」と思えるような、いろいろなモノ作りや工作実験を用意しています。最初は不安かも知れませんが、まず、自分の手を使って、いろいろなモノを作ることの楽しさを体験し、自分にも作ることができるという経験を、ぜひ味わってみてください。

<教師・保護者の皆様へ>

昨今の「若者の理科離れ」は、技術立国を目指して進んできた日本の将来を根底から危うくしかねない問題です。教育・公益事業委員会においては、この傾向を少しでも改善し、逆に、「理科が大好き」となるような次世代を背負う若者を増やすことを目的に、「リフレッシュ理科教室」を実施しております。これは実験工作を主体とした催しで、若者を指導する先生方に、まずご自身で、「理科」の楽しさを体験し、実際の学校教育の現場で活用していただくとともに、その実践の場として児童、生徒対象の理科工作教室にご協力頂き、学会幹事と一緒に理科好きの若者を育てていただくことを目的としております。

つきましては、この催しを通じて、先生方は勿論、保護者の皆様も子供たちが作る工作について、一緒に楽しみ、一緒に考えて、共通の体験をしていただき、次世代を背負う若者たちの理科への関心を少しでも高めていただければと思っております。

「リフレッシュ理科教室」開催によせて

おうようぶつりがっかい かんさいしぶちょう
応用物理学会 関西支部長
たにぐち けんじ
谷口 研二
(大阪大学 教授)

おじいさんやおばあさんがまだ子供だった頃、家の中にはテレビやゲーム機はありませんでした。その頃の子供たちは、ごみ捨て場にあったラジオや時計を持ち帰ってはドライバーなどでそれらを分解して遊んでいました。小学校高学年になる頃には、分解したガラクタ(スピーカー、モーター、ゼンマイ、スイッチ、磁石など)が「おもちゃ箱」に一杯になっていたのです。子供はいつも「おもちゃ箱」のガラクタを使って何を作ろうかと考えていて、「面白いものを作ったね…」と友達やお母さんにほめられると、嬉しくなってまたがんばってみようと思っていました。昔の子供たちはこのような経験を通して、「大人になったら、モノ作りができる技術者になろう」と思ったのです。

一方、最近の子供たちは携帯電話やゲーム機などの遊び道具に熱中し、液晶画面の中の「仮想の世界」では英雄になっています。ストレスの多い生活環境の中で、唯一、気晴らしができる楽しい時間なので仕方がないのかも知れません。でも、一度、液晶画面のスイッチを切って、昔の子供たちのようにガラクタで真剣に遊んでみませんか。ガラクタの組み合わせで面白いものができることを知れば、「モノ作り」にのめり込んでしまうかも知れません。

今回のリフレッシュ理科教室では、身の回りのもので意外なモノを作ったり、手品のように「あれっ、おかしいな」と思える題材を選んでいきます。工作したモノや実験の結果が不思議だな…と思えたら、あなたは発明家になれる才能があります。不思議の理由を考えてみて、それでも分からなければ先生方に聞いてください。不思議を「なぜ」のままに放っておかず、理解する努力をすれば、きっと理科や工作は大好きになるでしょう。

もくじ

科学講演会	1
「君も今日から科学者だ！」 米谷 彰 先生 ケニス株式会社	2
実験教室	5
A. かんたん！手作りスピーカーの製作	6
B. 手作りモータを作ろう	12
C. 偏光板を使って万華鏡を作ろう	20
D. ペットボトル噴水を作ろう	28
サイエンス展示	35
「太陽電池・おもしろ発電実験」(三洋電機(株))	36
「人工ダイヤモンド」(住友電気工業(株))	40
「指紋認証」(三菱電機(株))	42
「暮らしのなかのナノテクノロジー」(パナソニック(株))	46
「電子で見るミクロの世界」 ((社)日本顕微鏡学会関西支部、(株)日立ハイテクノロジーズ、京都工芸繊維大学)	48
「電気と磁石のおもしろ体験」(大阪大学)	50
「声紋(声の指紋)を見る」(大阪工業大学)	54

かがくこうえんかい
科学講演会

リフレッシュ理科教室：「君も今日から科学者だ！」



「楽しくなければ理科ではない！」これは私の勤めるケニス株式会社
企画部のキャッチフレーズです。
ケニスは学校用理科教育機器の製造販売を行っています。今回はケ
ニス製品を使って、様々な身近にあるおもしろ実験を検証して行きたい
と思います。

じっけんないよう 実験内容

1. おもしろ実験にチャレンジ！

・ エルイーディー LED を光らせよう！

身近にあるLED（はっこう発光ダイオード）を使って、光とエネルギーについて実験します。

まず、てまわ手回し はつでんき発電機 を使って LED と まめでんきゅう豆電球 と てんとう電球 を点灯させてみましょう！



点灯させるのに ひつよう必要なエネルギーの ちが違いが わかはっきりと解ります。

次に、色が変わるLEDを使って光の さんげんしよく三原色 について しら調べます。

・ 発電機を使っていろいろ実験

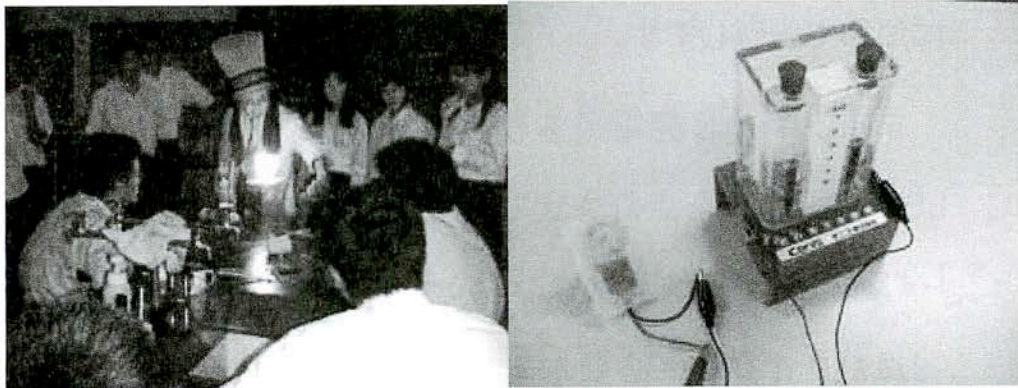
手回し発電機って知ってます？ ハンドルを回すだけで かんたん簡単に でんき電気が作れるスグレものです。

今回の実験は手回し発電機を使って 100 V でんとう電灯 を点灯させたり、はつねつ発熱させたり、れいきやく冷却させたり、学校ではやれない実験にチャレンジしてみよう。



- ・ 人がブランコを漕ぐ仕組みを科学する

何で人はブランコを漕げるのかを、ブランコの上の電動で動く人形を使って検証してみましょう。



2. クリーンなエネルギーを紹介

- ・ 水素と酸素で電気と水を作る燃料電池

燃料電池のしくみは水の電気分解の逆です。水を電気分解して酸素と水素を作ります。次に酸素と水素で電気エネルギーを取り出します。

- ・ 水素と酸素のパワーを確認

燃料電池のしくみは酸素と水素がエネルギーと水になりますが、そのエネルギーってどのくらいでしょうか？実験で確かめてみよう！

じっけんきょうしつ
実験教室

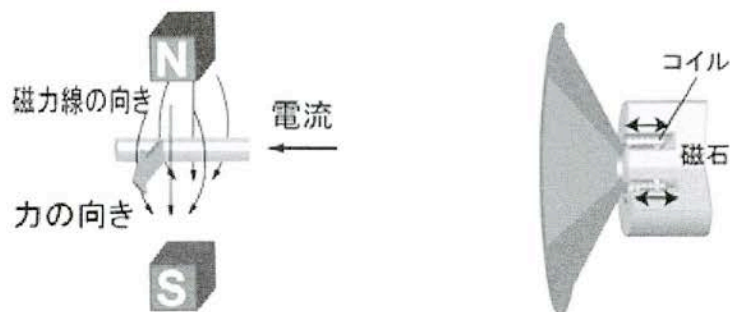
かんたん！手作りスピーカー(マイク)の製作^{せいさく}

1. はじめに

スピーカーはみなさんの身の回り^{み まわ}にあると思いますが、実は簡単^{かんたん}なしくみでできています。しかも、簡単^{かんたん}な材料^{ざいりょう}で作ることもできちゃいます。さすがに市販^{しはん}のスピーカーの性能^{せいよう}には負^まけますが、ちゃんと音^きも聞こえます。今日は紙コップやいろいろなものでスピーカーを作ってみましょう！

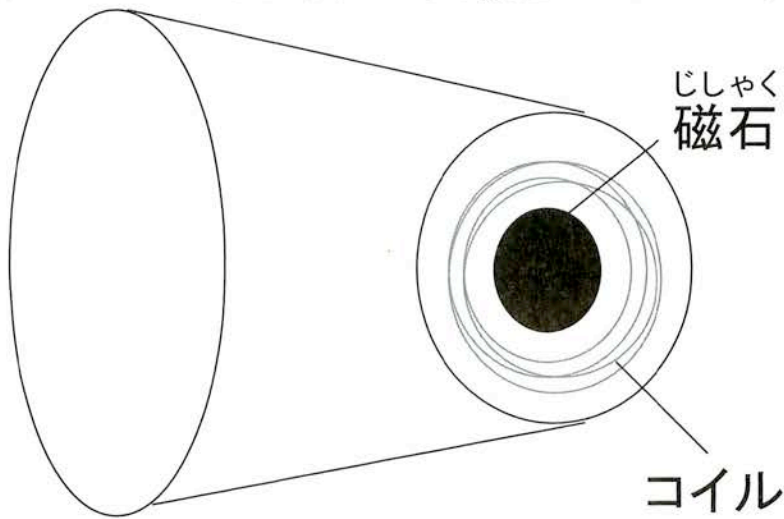
2. スピーカーのしくみを考えよう！

スピーカーは「フレミングの法則^{ほうそく}」という法則^{ほうそく}をもとにして音を出しています。図のように磁石^{じしやく}を置いて、上から下へ磁力線^おができています。そこへ電流^{でんりゅう}を流すと図の向きに力^{はつせい}が発生します。スピーカーはこの力^{りょう}を利用して音を出しています。



フレミングの法則とスピーカーの構造

今日作るスピーカーは次の図のような構造^{こうぞう}でできています。



このような構造を作って、コイルに電流を流すと・・・

コイルに電流が流れる



コイルに流れる電流と磁石^{じしゃく}から発生する磁力線^{じりょくせん}が
お互いに影響^{たが えいきょう}しあい、力を発生させる(フレミングの法則)



紙コップ^{しんどう}が振動する



紙コップの振動が同じように空気を震^{ふる}わせて音になる！

流れる電流を強くすると、働^{はたら}く力も大きくなります。コイルには、声や音楽の大きさにあわせて「音の電流」が流れます。音の電流が変化^{へんか}すると、生じる磁力線^{じりょくせん}も変化します。それにつれて磁石も引かれたり反発^{はんぱつ}されたりします。これがスピーカーのしくみです。

3. それでは工作開始！

用意する材料

●紙コップ ●セロハンテープ ●はさみ ●紙やすり

●単一乾電池たんいち かんでんちまたはヤクルトの容器ようき（コイルをまくため）

●磁石（フェライト磁石やネオジウム磁石などの強い磁石。1個か2個。）

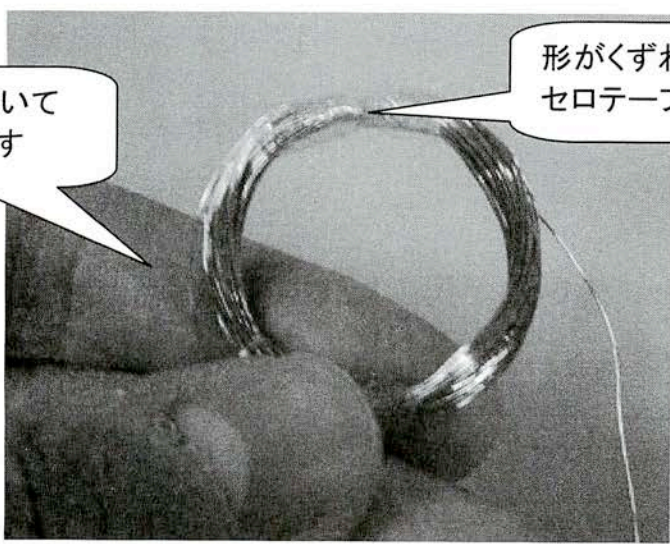
●イヤホンプラグ（電気の部品店や通販つうはんで手に入ります）

●オーディオアンプ（スピーカー出力端子しゅつりょくたんしがあるもの）

①エナメル線をまいてコイルを作ります。

ヤクルトの容器ようき（または単一乾電池など）にゆるめにまきつけます。
50回ぐらいまいてください！

ヤクルトの容器からぬき取って、形をくずさないようにセロテープで2ヶ所止めます。



エナメル線をまいて
コイルを作ります

形がくずれないように
セロテープでとめます

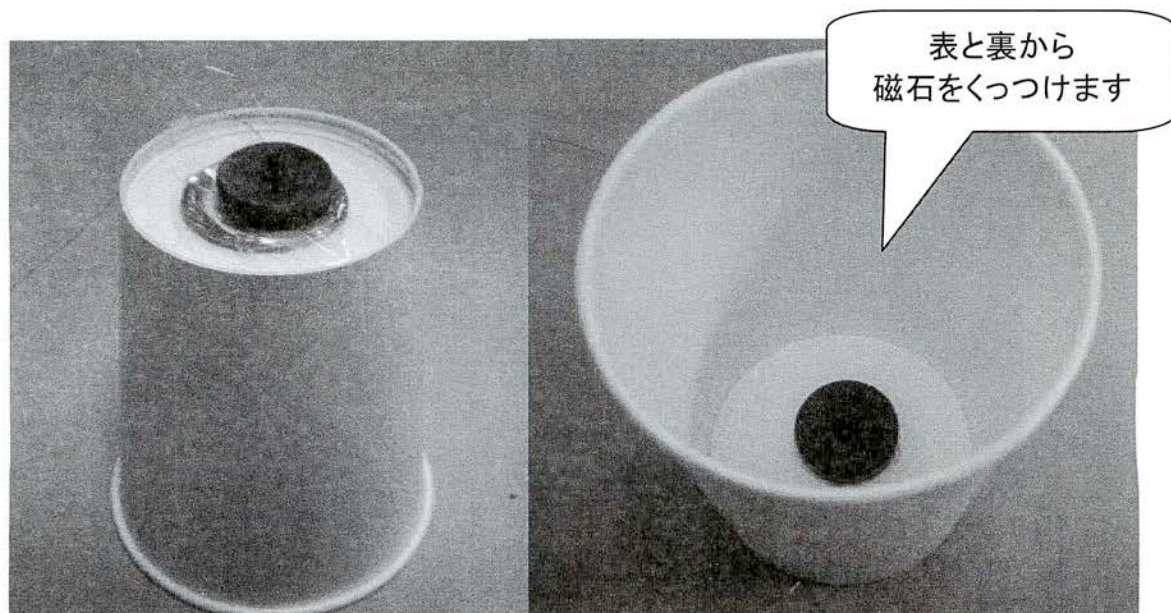
②紙コップの底^{そこ}にコイルをセロハンテープでとめます。



③紙コップの底を、表^{そこ}と裏^{おもて うら}から磁石ではさみます。

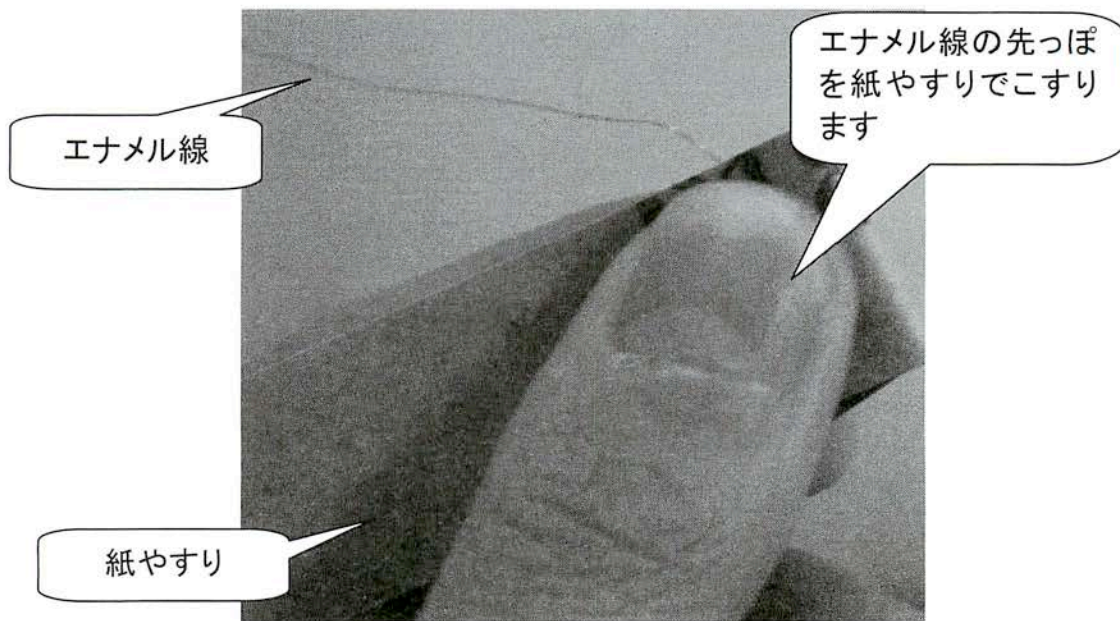
強い磁石をコイルの内側^{うちがわ}に止めます。磁石が2個あれば裏と表に一個ずつくっつければ止まります。1個しかない場合はセロテープで止めてください。

フェライト磁石、さらにネオジウム磁石が強力です。



④エナメル線の先は紙やすりで削^{けず}っておきます。

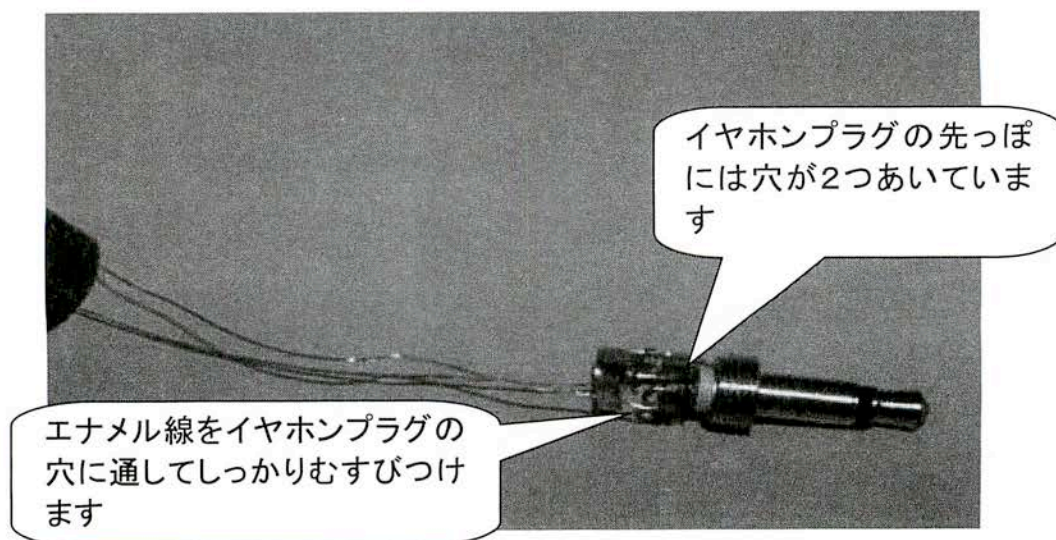
こうすると電気が通るようになります。しっかりこすらないと音が出ません。



⑤エナメル線のみがいた端^{はし}をイヤホンプラグの穴^{あな}にむすびつけます。

エナメル線を2つの穴に通して取れないようにむすびつけます。

しっかり接続^{せつぞく}しないと音が出ません。



⑥完成！

さっそく音が出るか試してみよう！スピーカー出力端子のあるアンプに接続します。

★応用実験1 「紙コップマイク」

今日作ったスピーカーはそのままマイクにもなります。まず、紙コップスピーカーをラジカセのマイク端子に接続します。ラジカセをマイク入力を受け付けるようにしておきます。紙コップを指で叩いて、その音が増幅されてラジカセのスピーカーから出ることを確認しよう。

マイクはどのようなしくみで音を電流に変換しているのでしょうか？「スピーカーのしくみ」を参考に考えてみよう。また、マイクの構造について調べてみましょう。(スピーカーは磁力線の中を流れる電流により発生する力を利用しました。ではその逆を考えてみましょう。)

★応用実験2

紙コップ以外にも、いろいろなもので実験してみよう。空きかんやフィルムケース、カップめんの容器、バケツ、ガラスのコップなど、いろいろなもので試してみて、音の大きさや高さがどうなるか調べてみよう。また、エナメル線をまく回数によっても音が変わるかどうか調べてみよう。

手作りモーター

身の回りで使われているモーターを自分の手で作ってみよう

はじめに

身の回りには多くのモーターがあります。例えばラジコンカーなどの動くおもちゃ、洗濯機などの家庭用電化製品、新幹線など電車、大きな物から小さな物までモーターが使われています。他にもどんなところで使われているでしょうか？

この実験教室ではホームセンターで手に入る道具を使ってモーターを作ってみようと思います。ラジコンで使われているような小さなモーターも新幹線で使われているような強力なモーターも基本的な原理は同じです。

準備する物

準備する物を図1に示します。

- ・ エナメル線 130 cm
- ・ 単三乾電池2本
- ・ 電池ボックス
- ・ 磁石 ・ 紙ヤスリ
- ・ 塩ビパイプ
- ・ ワニ口クリップ2本
- ・ ボール紙 ・ 消しゴム
- ・ セロハンテープ



図1 準備する物

つく かた 作り方

・コイルを作る

1. はじめに回転するコイルを作ります。

図 2 のようにエナメル線の端を 5 cm 程残して、塩ビパイプ(や単一乾電池など)に 10 回ほど巻き付けます。

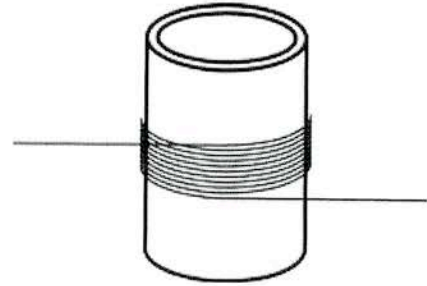


図 2 エナメル線の巻き方

2. パイプからエナメル線を外します。

外すと図 3 のようになります。バラバラになりやすいので気をつけます。(バラバラにならないよう、1、2カ所セロハンテープでとめておくのもよいでしょう。)



図 3 エナメル線をパイプからはずしたところ

3. コイルを固定します。

コイルの端の根本の部分(図 4 の点線の部分)をつまみながらエナメル線の端をコイルの内側へ通して 2、3 回巻き付けます。端の部分はコイルから外側に向かってまっすぐになるようのばしてください。反対側も同じようにして 2、3 回巻き付け、端をまっすぐにのばしておきます。



点線部分をつまんで端を 2、3 回巻き付けます。

反対側も同じように 2、3 回巻き付けます。

図 4 コイルの両端を固定します。

もう一方の端を巻き付けたところとは、コイルの反対側になるようにしてください。

ちゅうい
注意

両端の部分は、コイルが回転するとき軸になる部分です。なるべく軸がコイルの中心を通るように形を整えます。コイルの形が変わってしまっても大丈夫ですが、丸い方が回しやすいです。

4. コイルの端のまっすぐな部分のエナメルを紙ヤスリではがします。

片方は一周全部を、もう片方はボール紙の上にコイルを置いて上側だけ丁寧にこすり取ります。図5を注意深く見てください。(エナメル線の色が芯線の色と区別しにくいときは、エナメルをはがす部分に黒のマジックを塗っておくと見やすいと思います。)

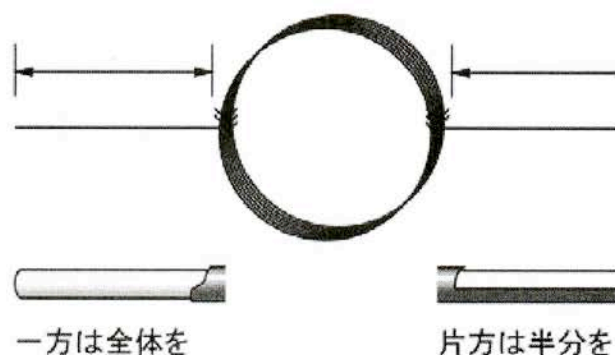


図5 エナメル線のはがし方

これでコイルは完成です。

・台の作り方とコイルの調整ちょうせい

次にコイルを支えるための台を作ります。

1. コイルを支えるため、図6のようにクリップをへんけい変形させ、消しゴムにさ差し込んで支えを作ります。

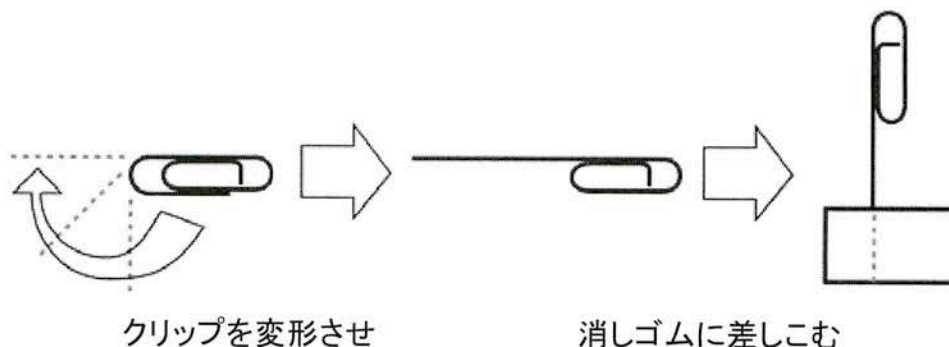


図6 クリップ台の加工

同じようにして、支えを2つ作ります。

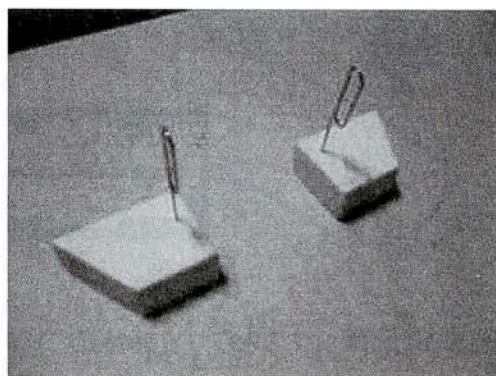


図7 クリップ台

2. コイルの調整

コイルをクリップ台の上ののせ、指で弾いて軽く回してみます。クルクルとなめらかに回るようであれば次に進みましょう。もしもグルングルンと回転が偏かたよっていたり、なめらかに回らないようならばコイルの軸

の傾きを調整してみましょう。これはモータの回りのやすさに関係してきます。

これでクリップ台は完成です

・電池のセット

電池を取り付けます

1. 電池ボックスに単三乾電池をセットします。
2. ワニ口クリップを使って電池ボックスとクリップ台を図 8 のようにつなぎます。どちらにつないでもかまいませんが、電池をショートさせないように気をつけましょう。2つのクリップ台の中央に磁石を置いてください。

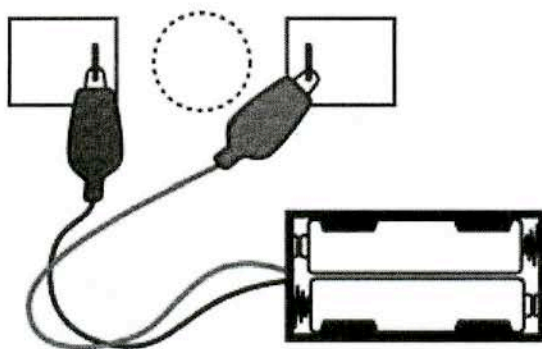


図8 電池ボックスとクリップ台のつなぎ方

3. コイルをクリップ台にのせる

クリップ台にのせて指で弾いてみましょう。ちゃんと回りましたか？回ってれば、

これでモータの完成です。

さらに調整してみましょう。

- ・ 磁石の位置^{いち}を変え、速く^{はや}回るように調整してみましょう。

うまく回らなかったら？

- ・ コイル(または磁石)の向きを左右ひっくり返してみてください。
- ・ コイルだけで回したときにスムーズに回るでしょうか？
- ・ エナメルは十分にはがれているでしょうか？

以上の点を調べてみてください。

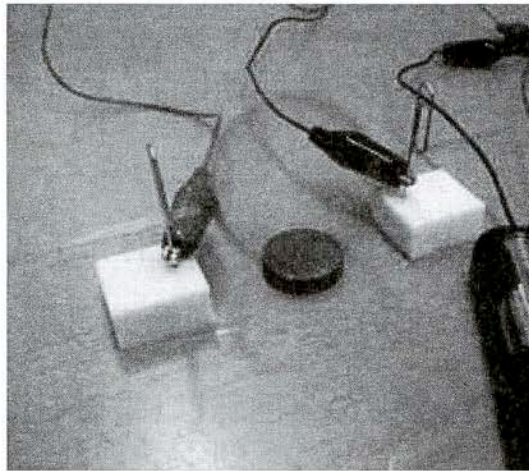


図 9 完成したモータ

なぜ回るのか？

コイルに電流が流れると電磁石^{でんじしゃく}となります。このとき、下に置いた磁石^{はんぱつ}と反発しあう力によって回転します。このモータ、回る方向^{つね}きが常に同じ方向に回るとは限りません。一般^{いっばん}に売られているモータはさまざま^{さまざま}な工夫^{くふう}がしてあり、いつも同じ方向に回ります。

図 10 はコイルに電流が流れたときの様子を表しています。(クリップ台は省略しています。)

電池のプラスが右側に、左側にマイナスがつながれているとします。すると図のように電流が流れ、コイルが電

磁石となります。(電磁石のN極S極はコイルの巻かれている向きによって図とは逆になるときもあります。)

磁石のN極が上を向いているとすると、N極どうしはしりぞけあうのでコイルは前後どちらかにかたむき回転しはじめます。コイルが半回転するとどうなるでしょうか？

今回作ったコイルは片方の軸の半分だけエナメルをはがすことが一つの大きなポイントとなっています。半回転する間だけ電磁石となり反発することで勢いを付け、残りの半回転は(電磁石にはならず)勢いだけで回ることによりスムーズにモータを回すことができます。

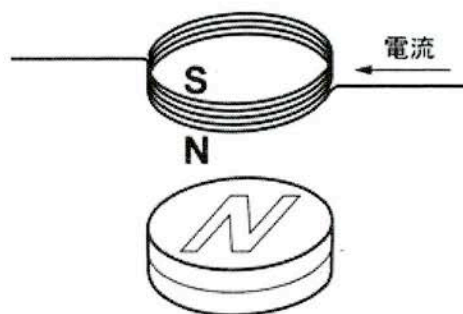


図 10 モータとコイル

参考になるサイト

・マブチモータ キッズサイト

<http://www.mabuchi-motor.co.jp/motorize/>

・平成15年度教育コンテンツ開発工業部会電気系

http://gakuen.gifu-net.ed.jp/~cont1/kou_kougyou/kenn/exec/index.html

へんこう ひかり せかい 偏光した光で世界をみてみよう

— ほん つか じっけん まんげきょう 偏光板を使った実験と万華鏡作り —

わたし ひかり さまざま もの ふうけい みて ひかり せいしつ
私たちは光で様々な物や風景を見ています。光にはたくさんの性質があ
り、それらの性質をうまく利用すると、役に立つ道具やおもしろいおもちゃ
ができます。今回は光の性質のうち偏光を使った実験を試してみましょう。

1. ひかり 光とは？

光は、でんぱ なかま め み い でんき しんどう すす
光は、電波の仲間のうち目に見えるものを言います。光は電気の振動が進む
ほうこう すいちょく なみ ようす えが ず なみ
方向に垂直になっている波です。その様子を描いてみたのが図1です。波の
ちょうてん ちょうてん きより はちょう ばあい
頂点からとなりの頂点までの距離を波長とって、光の場合は380～780ナ
ノ(ナノは10億分の1)メートルくらいです。光はとても速く、しんくうちゅう くうきちゅう
真空や空気中
ではたった1秒でちきゅう しゅうはん びょう すす
地球を7周半もします。(1秒で30万km進みます。)ただ
し、みず えきたい こたい なか はちょう そくど ちい
ガラスや水、プラスチックなど液体や固体の中では、波長や速度が小さ
くなります。

2. ひかり いろ はちょう 光の色と波長

光は波長により違う色に見えます。はちょう みじか じゅん むらさき あい
波長の短いほうから順に、紫、藍、
あお みどり き だいたい あか ず あかいろ いちばんはちょう なが ひかり
青、緑、黄、橙、赤となっていくます(図2)。赤色は一番波長の長い光で
すね。はちょう ひかり みじか しがいせん なが せきがいせん たいよう
波長が光よりも短いと紫外線、長くと赤外線といわれます。太陽や
けいこうとう ひかり しろ み いろいろ はちょう ひかり
蛍光灯の光は白く見えますが、これは色々な波長の光がまざっているため
です。おんがく うら にじいろ み
シャボン玉や音楽のCDの裏が虹色に見えることがあります。これは
ま ひかり
混ざっていた光がわかれたためです。

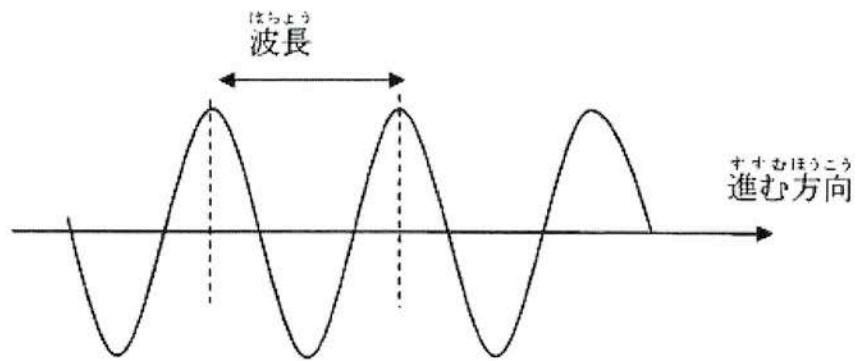


図1 光の波長

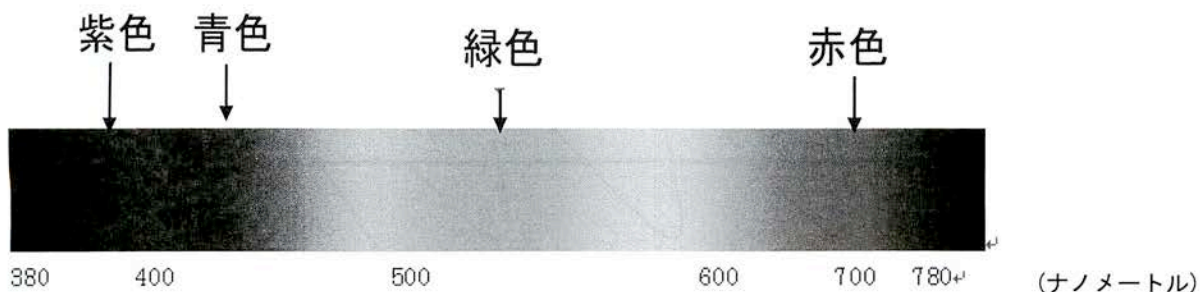


図2 人間が見える光 (単位はナノメートル)

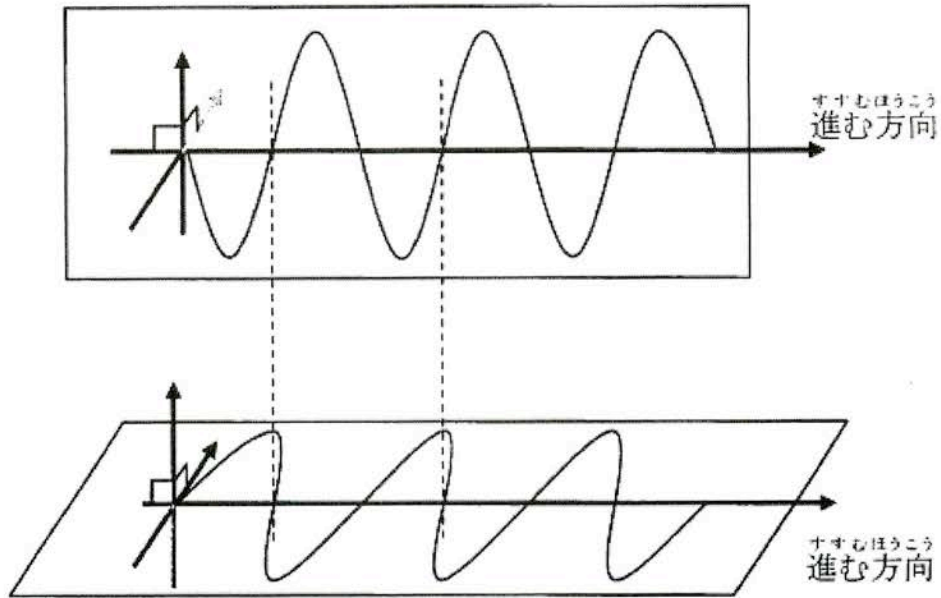
3. 偏光板ってなに？

電気の波の振動には、いろいろな向きがあります。例えば図3のように、波の進む方向が同じでも波の向きが違います。ふつう、光はさまざまな方向に振動する波がまざっています。

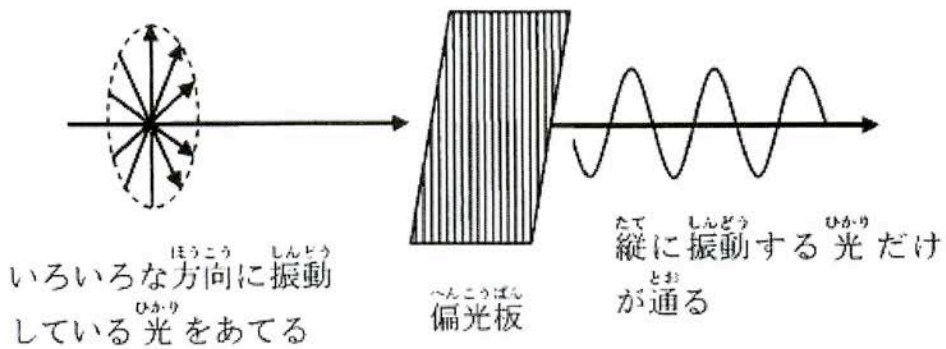
偏光板は、決まった向きに振動する光だけを通し、後は通さない性質を持った不思議な板です。図4のように色々な方向に振動している光を左から偏光板に当てます。偏光板を通り抜けた後は、縦に振動する波の光だけになっています。偏光板の向きを横にすると、横に振動する光だけを通します。

この偏光板を2枚重ねてみると、重ね方によって、光が通ったり、通らなかつたりすることがわかります。これは、図5のように偏光板の向きがポイントで、2枚の偏光板の向きが同じだと光は通りますが、垂直だと光は通りませ

ん。中間だと半分ぐらい光を通します。



ず でんき しんどう む
図3 電気の振動の向き



ず へんこうばん む ひかり とお ぬ ようす
図4 偏光板の向きと光の通り抜けの様子

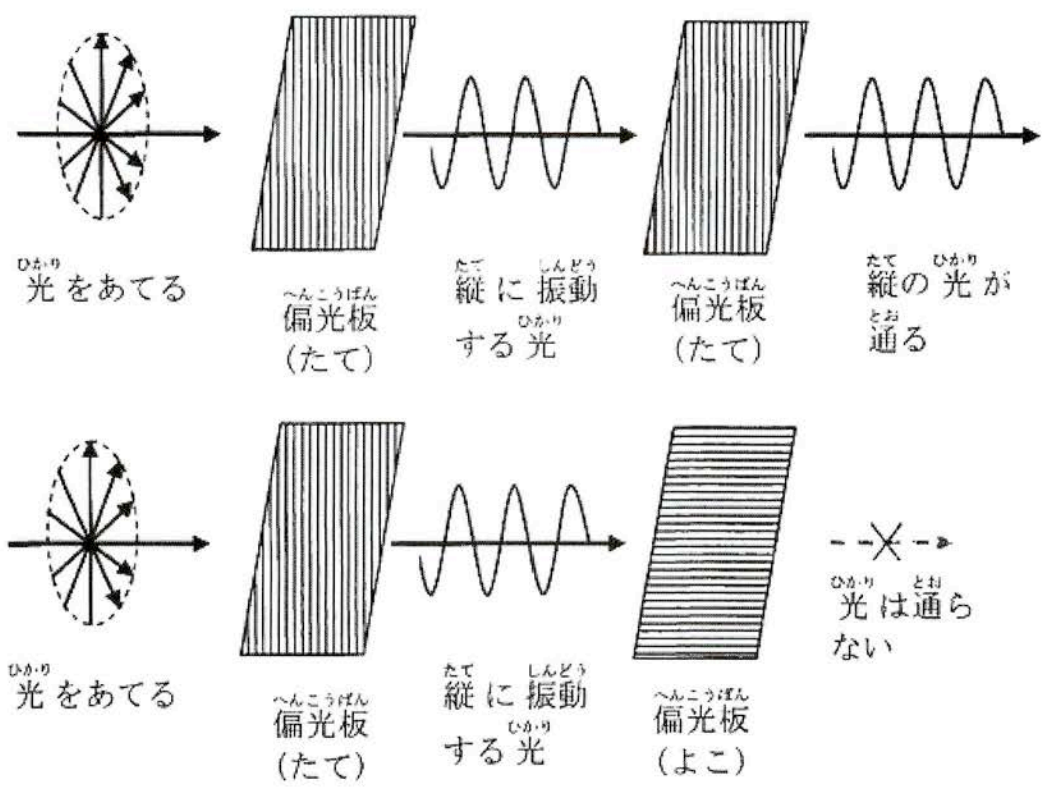


図5 偏光板の向きと光の通り抜け (実際の偏光板には線はありません)

液晶テレビの画面を偏光板を通して見ると偏光板の向きにより画面が見えたり、見えなくなったりします。(図6)

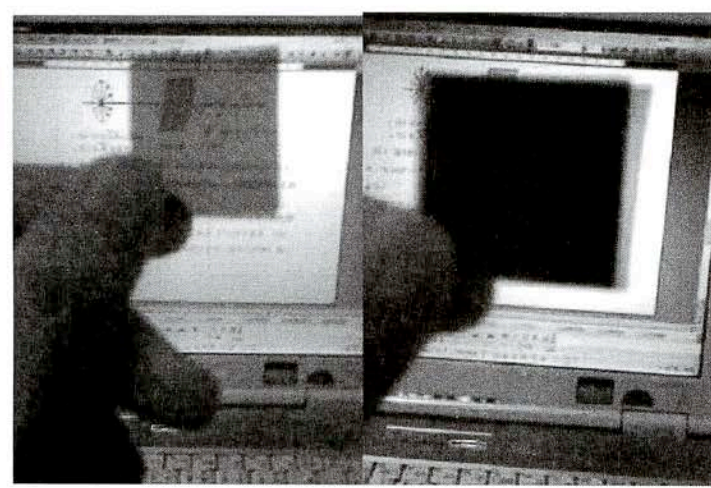


図6 偏光板の写真 (左 : 偏光板の向きが同じ、右 : 偏光板の向きが垂直)

4. 偏光実験箱をつくろう。

<用意するもの>

- 厚紙（まるや四角が印刷されたもの）（図7）
- プラスチックの丸い筒（太いものと細いもの1本ずつ）
- 偏光板2枚
- セロファン
- セロテープ、両面テープ
- ハサミ、カッター
- マジック
- マジックボール

紙の箱をつくります。

1. 厚紙のまわりの部分をミシン目にそってとります。

①は3まい分、②、③は1まいずつに分けます。（図8）

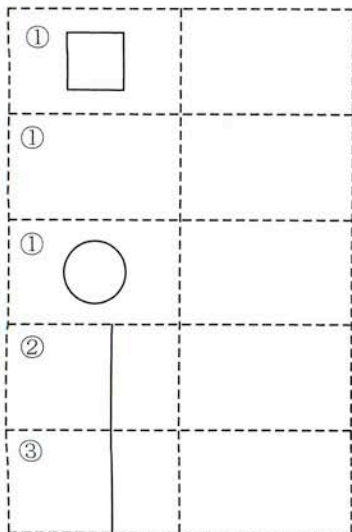
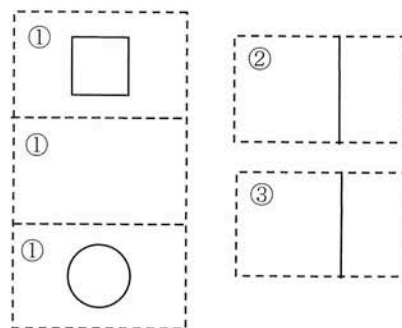


図7 箱の台紙



①の3枚は切り離さないように

図8 台紙の切り分け

2. ①の四角とまるをカッターナイフで切り取ります。

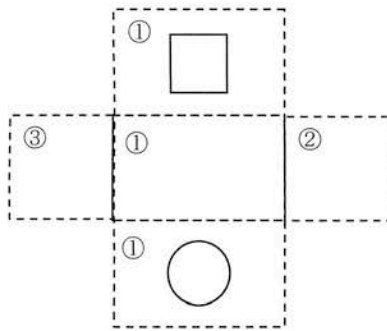
②、③は線にそってはさみで切り分けます。

①のミシン目の部分にセロテープをはります。

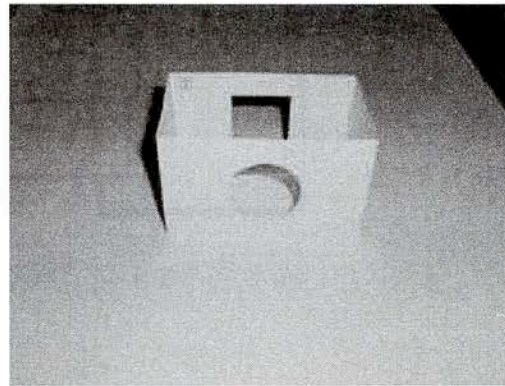
①の四角の穴よりおおきく偏光板を切り取り、四角の穴をおおうようにセロテープで偏光板をはりつけます。

①の横に②と③をセロテープでとめます。(図9)

ミシン目にそって折り曲げ、セロテープでとめて箱をつくります。(図10)

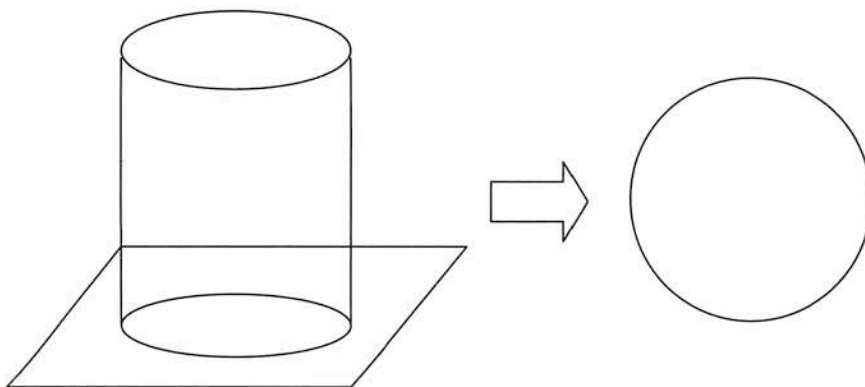


ず だいし
図9 台紙のはりあわせ



ず はこ ぶぶん かんせいず
図10 箱の部分の完成図

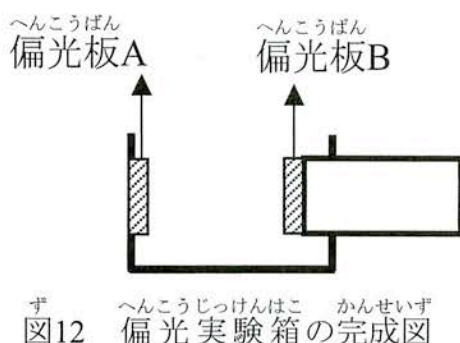
3. 偏光板を次のようにして円形に切ります。(図11)



ず まるつつ へんこうばん
図11 丸筒への偏光板のはりあわせ

ふと 太い方のプラスチック丸筒にそってマジックで印を入れます。その印より
すこ ちい へんこうばん き と 切り取ります。き と へんこうばん まるつつ はし りょうめん
少し小さく偏光板を切り取ります。切り取った偏光板を、丸筒の端に両面テ
ープで止めます。

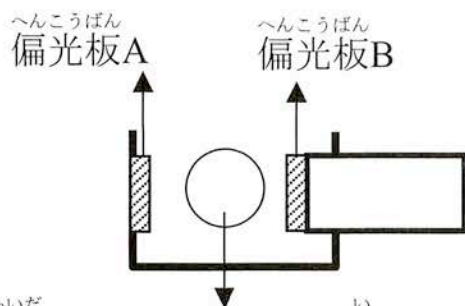
4. 偏光板をつけた丸筒を2. でつくった箱の丸穴の部分に差し込みます。完成
したものは図12 のようになります。



5. 実験

- 2枚の偏光板を通して光を見てみましょう。丸筒をまわして偏光板Bをまわすと通ってくる光の強さはどうなりますか。
- いよいよ偏光実験箱を使って実験です。基本的には偏光板A、偏光板Bの間に見たいものを入れ、偏光板Bを回して通ってくる光の変化を見ます。(図13) まず、偏光板Bをまわして一番暗くなるようにしてください。偏光板Aと偏光板Bの間に余った偏光板を入れてみましょう。光の見え方はどうなりましたか。
- スライドガラスにセロテープを貼ってください。もう一枚セロテープを前にはったセロテープに一部分だけ重なるようにしてはってみます。これを偏光実験箱で見てください。テープの重なったところと重なっていないところでどのように違いますか。

4. 透明のスーパーボールを偏光実験箱でみてください。スーパーボールを指で押さえるとどうなりますか。
5. いろいろなものを偏光実験箱でみてください。どのようになりましたか。
6. 入れるものを変えることで見え方が変わりますね。これを利用した、簡単な万華鏡の作り方も説明します。



偏光板の間にいろいろなものを入れてみます。筒をまわして偏光板Bをまわして、通ってくる光の変化をみます

図13 偏光実験箱の使い方

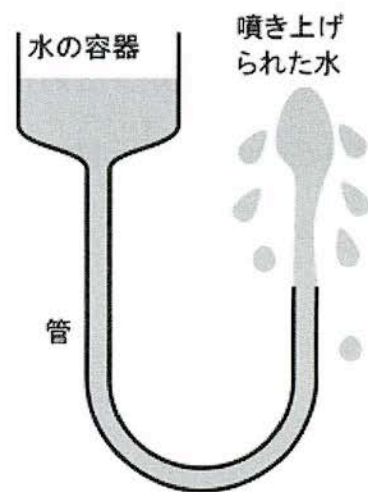
これは偏光板を使っているためです。また、太陽の光が水面から反射する時のまぶしい光は決まった方向に振動しているので、これをさえぎる偏光板を使うと釣りのときに便利なサングラスになります。

ペットボトル噴水を作ろう

街の公園などで見かける噴水は、電気で働くポンプの力を借りて水を高いところに噴き上げています。ここでは、ポンプのような動力を使わなくても水が噴き上がる不思議な噴水をペットボトルとストローを使って作ります。この噴水は、そのしくみを考えた人の名をとってヘロン(古代ギリシヤの数学者)の噴水と呼ばれています。

1. 噴水のしくみについて

噴水の製作にはいる前に、そのしくみについて簡単に説明しておきましょう。図1はもっとも簡単な噴水のしくみです。水を容器に入れ、そこから管で水を引き出して反対の口から水を出しています。このしくみの噴水では、噴き出す水は、容器の中の水面より高くは上がりません。



ところが、図2の写真でわかるようにへ

図1 もっとも簡単な噴水のしくみ。

ロンの噴水では、下に貯ま^たっている水より高いところまで水が噴き上げられています。なぜなのでしょうか？

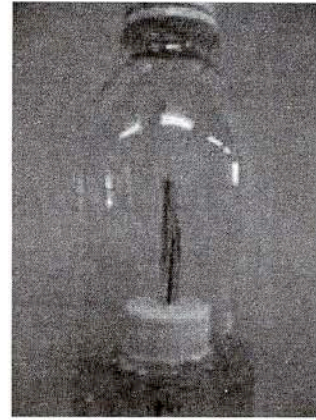


図2 ヘロンの噴水

ヘロンの噴水は図3のように、水がはいる3つのへや(タンク)と3本のパイプでできています。一番右側のパイプでタンク1とタンク3がつながられています。水は高いところから低いところに向かって流れますから、タンク1の水はこのパイプを^通ってタンク3に流れます。するとタンク3の中の空気がまん中のパイプでタンク2に押し出^おされます。タンク2に押し出された空気は、タンク2の中の水を左側にあるパイプからタンク1に押し出します。

つまり、タンク1からタンク3に^おちる水の力を利用して、タンク2の水をタンク1に噴き上げていることとなります。うまく考えられたしくみですね。

では、しくみがわかったところで噴水の製作を始めましょう。

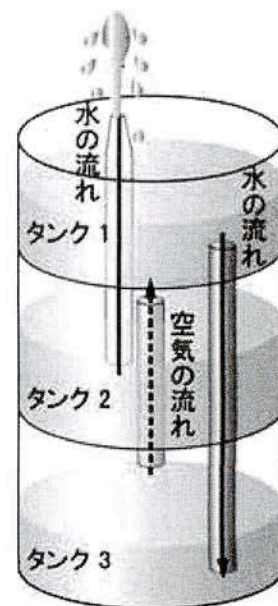


図3 ヘロンの噴水のしくみ

2. 用意するもの

噴水の材料

- ・ 500 ml のペットボトル(円筒形のもの)3本とキャップ 3個
- ・ 曲げられるストロー4本(直径6 mm)

工作に必要なもの

- ・ ビニールテープ, セロハンテープ, 接着剤
- ・ はさみ, カッターナイフ, 6 mm の木工用ビット

* ペットボトルは底の部分^{そこ}を切つてつなぎ合わせるので、円筒形のボトルを使うようにしてください。

3. 部品の加工

噴水の製作のためには、(1) ペットボトルの加工、(2) キャップの加工、そして (3) ストローの加工を行います。作りやすいところからはじめてください。

- (1) ペットボトル 2 本を図 4 のように、下から 3 cm くらいのところで底^{そこ}を切り取りま^す。(切り取りはカッターナイフを使い、^{ゆび}指を切らないよう注意して行ってください。)

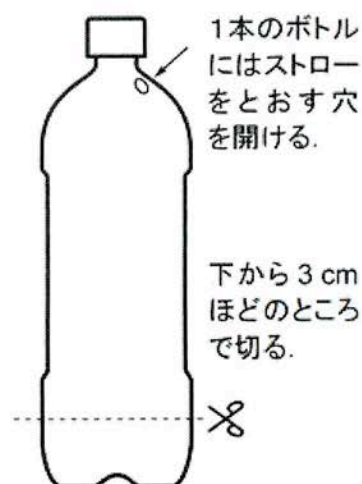


図 4 ペットボトルの加工

また、底を切り取ったボトルの 1 本には、木工用ビットを使って、
ボトルの肩の部分にストローをとおす

あな^あを 1 つ開けてください。

- (2) ストローのパイプを通すため、キャップ
に穴を開けます。木工用ビットを使って、
キャップの 1 つには中央に、もう 1 つ
には 2 つの穴を開けてください。(穴の
中心は 1 cm くらいはなし、2 つの穴が
つながらないようにしてください。)

- (3) ストローを 2 本、折り曲げ部分のないと
ころで 10 cm に切ってください。もう 1 本
は折り曲げ部分を含んで 17 cm に切っ
てください。

4. 部品^{ぶひん}の組み立て^{くみたて}

2 つの穴を開けたキャップの 1 つの穴に、
切っていないストローを差しこみ、その先に^{さき}
10 cm に切っておいたストローを差しこんでつ

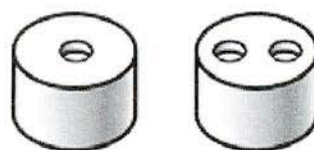


図 5 キャップの加工

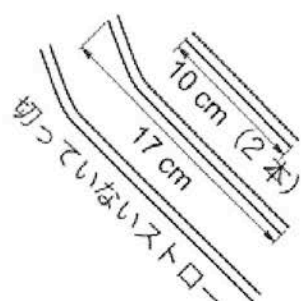


図 6 ストローの加工

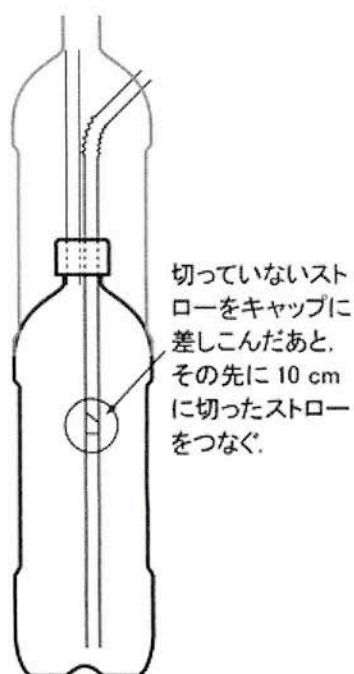


図 7 ストローとキャップの組み立て

なぎます。キャップのもうひとつの穴には 10 cmに切ったストローを差しこみます。(図 7)このキャップを図のように底のついたボトルに取り付けます。

その上に図 8 のように、肩に穴を開けたペットボトルを^{かさ}重ね、穴からストローの先が外にできるようにします。ボトルのつなぎ目をセロハンテープでしっかりと^{こてい}固定します。

ひとつ穴を開けたキャップに、切っておいたストローを差しこみ、その先には^{あま}余った 4-5 cm のストローを切ってノズルを作り取り付けます。(図 9)

さらに、この部分を図 8 で組み立てたボトルに取り付けます。(図 10)

^{さいご}最後に、^{のこ}残ったボトルを取り付けて組み立て^{しゅうりょう}終了です。このために、図 10 のように、2^{だんめ}段目のボトルの肩から出ているストローの^{さき}先は 1 cm くらいに切っておいてください。ボトル

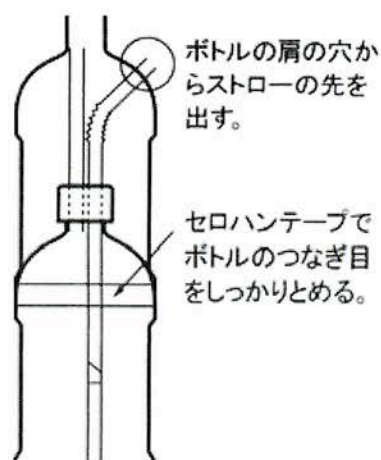


図 8 ボトルのつなぎ方

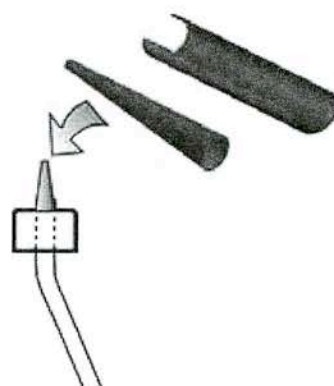


図 9 ストローとキャップの組み立て (2)



図 10 キャップの取り付け

のつなぎ目はセロハンテープでしっかりととめて
 ください。では、いよいよ試運転しうんてんに入ります。

5. 実験

図のように、ペットボトル 1 から水を注ぎ、ペ
 ットボトル 3 に水を 3 分の 2 くらいまで満たしま
 す。

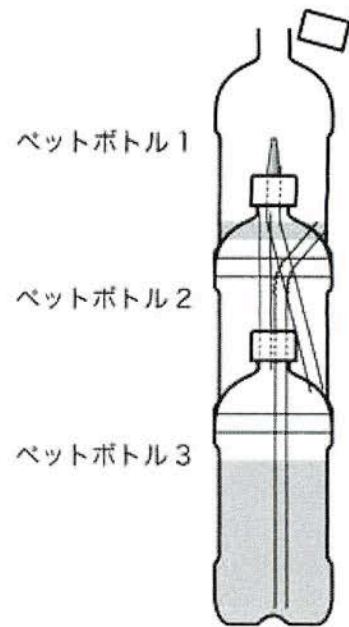


図 11 水の入れ方

キャップをして、全体を逆さまにし、ペットボ
 トル 3 の水をペットボトル 2 にうつします。ふたたび、全体を元にもどし、ペ
 ットボトル 1 に水を加えるとノズルから水が噴き出します。水がこぼれない
 ようキャップを閉めてください。(図 12: 水はペットボトル 2 の肩かたから出した
 ストローの先が水の中に入ると

いど加えます。)

水が噴き出さない場合には、
 キャップとストローのつなぎ目や、
 ペットボトルとストローのさかい
 目からあわが出ていないか確か
 め、もれている場合には、ビニー

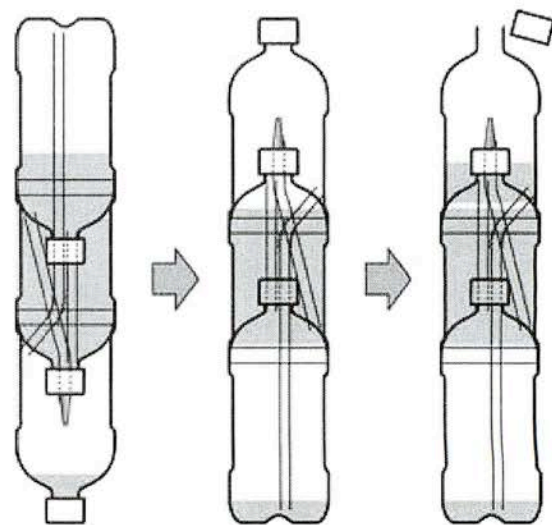


図 12 水の入れ方

ルテープなどを使ってもれを止めてください。

うまくできていれば、噴水は1分から2分くらい^{つづ}続きます。噴水が止まったら、全体を逆さまにし、ペットボトル3の水を2に^{いどう}移動させ、元にもどしてください。ふたたび、噴水が出ます。

てんじ
サイエンス展示

たいようでんち はつでんじっけん 太陽電池・おもしろ発電実験

はんどうたい ていど
半導体にある程度以上のエネルギーをもった光をあてると、半導体中を自由に動き回れるでんしが増加します。これをこうでんこうかとよびますが、この電子をはんどうたいから外に取り出して電気として使えるように工夫したものがたいようでんちです。同じ原理を使ったものにはシーシーディー C C D やフォトダイオードなどの光センサーがあります。

光を電気へ変えるという特徴とくちょうを利用して、いろんな応用を考えて見ましょう

1. 光→電力でんりょく

皆さんもよく知っているように、屋根に置いたたいようでんち太陽電池に太陽の光が当たると電気を起こし、家庭の電気機器ききを動かすことができます。会場では、もけい模型のソーラーカーにライトで光を当てて、動かす実験じっけんをします。

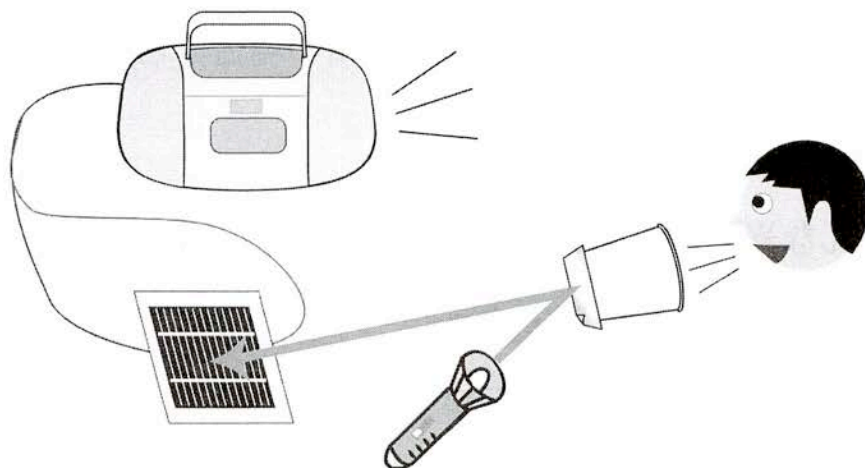
☆たいようでんち太陽電池とライトの距離きょりを変えて、たいようでんち太陽電池に当たる光の強さを変えるとどうなりますか？

2. 光→電気信号

光の強さによって、たいようでんち太陽電池から取り出せるでんりゅうの大きさが変わります。この性質を使うと、音や文字といった信号を光の強弱に置き換えて相手のところまで運ぶことができます。

☆ひかりつうしん光通信の実験

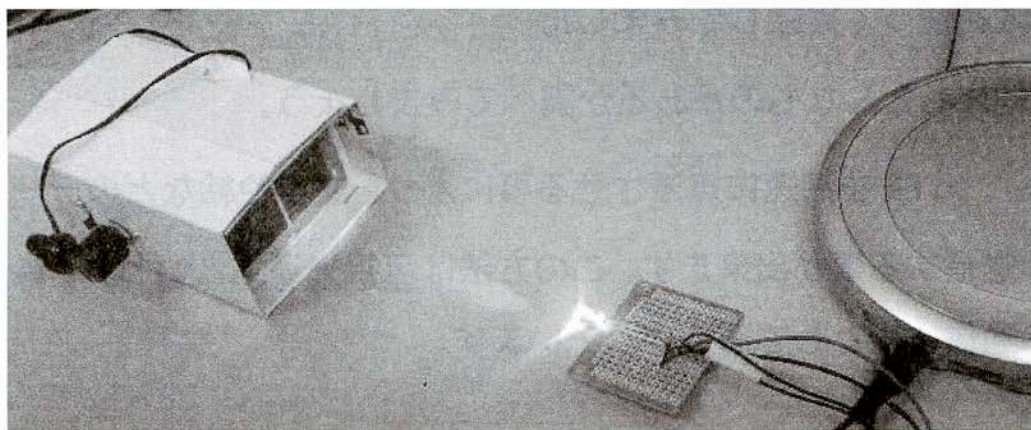
いとでんわ いとでんわの糸の代わりに、懐中電灯かいちゆうでんとうの光を使って通信してみます。



なぜ音が聞こえるの？

声で反射板がふるえることにより、太陽電池たいようでんちに当たる光の量が変化します。光の量の変化は太陽電池たいようでんちから流れ出る電気の量の変化になって、ラジカセのマイク入力へと流れます。この電流の変化によりラジカセから音となって聞こえます。

これを発展させると、音楽をLEDエルイーディーの光に乗せて送信し、その光を太陽電池たいようでんちで受けて聞く装置そうちができます。



◇ 赤色以外の LED も準備しています。同時に 2 つの光を受けたらどうなるかな？

◇ 受信部じゅしんぶの周りが明るい場合と、暗い場合でどちらが良く聞こえるかな？

☆ いろんな光の音を聞いてみよう

リモコンの音を聞いてみよう

テレビやエアコンのリモコンは、人には見えない赤外の光に信号を乗せて、スイッチのオン／オフやチャンネルを変えたりします。

- いろんなリモコンのスイッチを押して、光受信機ひかりじゅしんきでその音を聞いてみよう。
- デジタルカメラを通してみると、リモコンから出ている光を見ることができます。

3. まとめ

身の回りにある商品で光電効果こうでんこうかという原理に基づくものを、太陽電池を使って実験してみました。

他にもどんなものがあるか調べてみましょう。

※LED を高速に点滅てんめつさせる事により、文字や絵などのデータも送信する事が出来ます。この方法は可視光通信か し こう つ う し んといわれ、最新の通信技術として研究されています。

人工ダイヤモンド

きらきらと美しく輝くダイヤモンドは、地下 150-250 km の地球内部で生まれます。そこは、5万気圧以上、千数百度以上という高圧、高温の世界ですが、ダイヤモンドにとっては揺りかごのように心地よいところで、マントルに含まれている炭素が集まってどんどん大きく育ちます。地上でもこの高圧高温の世界を再現できれば、黒鉛からダイヤモンドを人工的につくることができます。今ではこの圧力温度条件を安定して再現できるようになり、最大 1 センチぐらいの 10 カラット近い結晶ができています。また、メタンやアルコールといった炭素を含んだガスからダイヤモンドを作る方法も開発されています。

人工ダイヤモンドは、宝石のように美しいだけではなく、いろいろな素晴らしい性質を持っています。地球上の物の中で最も硬く、色々な材料を削ったり磨いたりする工具としてたくさん使われています。また、熱を早く伝えたり、光を良く通したりする性質も持っており、半導体チップの熱を逃がす部品や、レーザーの窓など、色々なところで使われています。



しもんにんしょう 指紋認証 ～あなたがあなたであること～

みなさんは、ドラマなどで、警察が現場に残った指紋を使って犯人を探し出すシーンを見たことはありませんか？でも、どうして指紋で犯人が分るのでしょうか。

その理由は、指紋の特徴にあります。

- ① 生まれてからは死ぬまで、ずっと同じ模様をしている。
- ② 地球上の人はみんな違う指紋の模様を持っている。

つまり、あなたの指紋は、一生変わらないあなただけの模様なのです。

これを利用して、犯人などを捜すのではなく、「あなたがあなたであること」を証明しよう、というのが”指紋認証技術”です。例えば、落とすことも

無いので(指が落ちたら大変！)、家のカギの代わりに、指紋読み取り

機械(指紋センサ)に指を置くとドアが開くようにすれば、便利ですよ。また、パソコンにログインするとき、パスワードを盗まれたらあなた以外

の人が「あなたのフリ」をして使うこともできてしまいますが、パスワード

入力の代わりに指紋を入力すれば、そういうことも防ぐことができます。

指紋認証とは、みなさんの生活をより便利に、より安全にする技術なのです。

さて、指紋認証技術においては、指紋を読み取る「指紋センサ」が重要な役割を果たします。

カギ代わりに使う、パスワード代わりに使う、とすると、指紋を読み取れない人が居れば、とっても困りますよね。しかし、今までの指紋センサ

では、指がぬれていたり、シワだらけの指は読み取るのが難しかったのです。指がぬれるのも、シワがあるのも、指の”表面”で起こっていることです。そこで、私たちは、指の表面の指紋ではなく、”指の中の指紋”を光を使って読み取る、まったく新しいセンサを開発しました。

指の皮膚は、図1のように、表皮と真皮に分かれます。このセンサは、この表皮と真皮の間にある”指の中の指紋”を読み出しています。この指紋は、目に見える指紋と同じ模様ですが、水にぬれていても、シワがあっても、平気です。

みなさんも、”指の中の指紋”を見てみませんか？

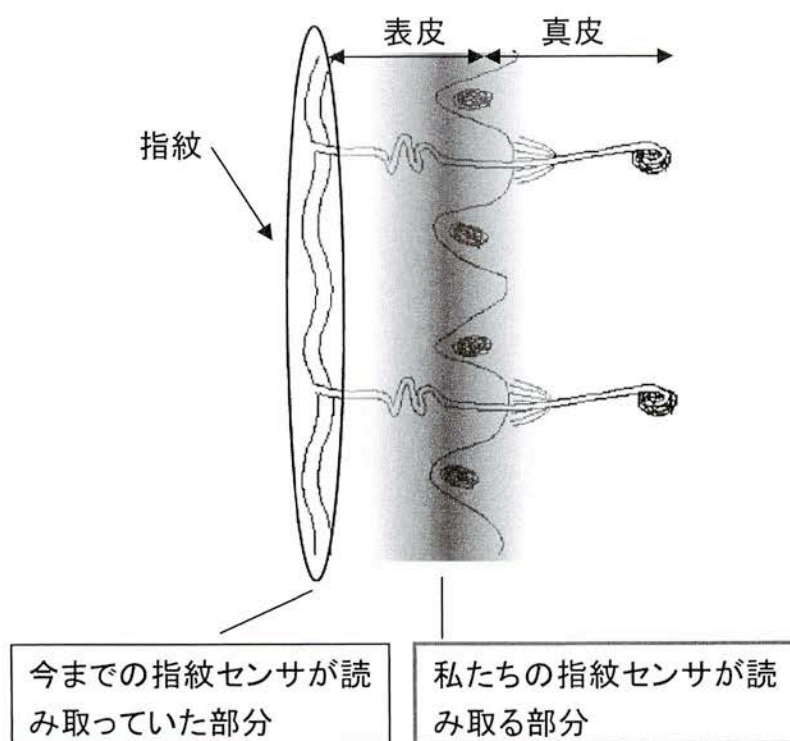


図1 皮膚の構造

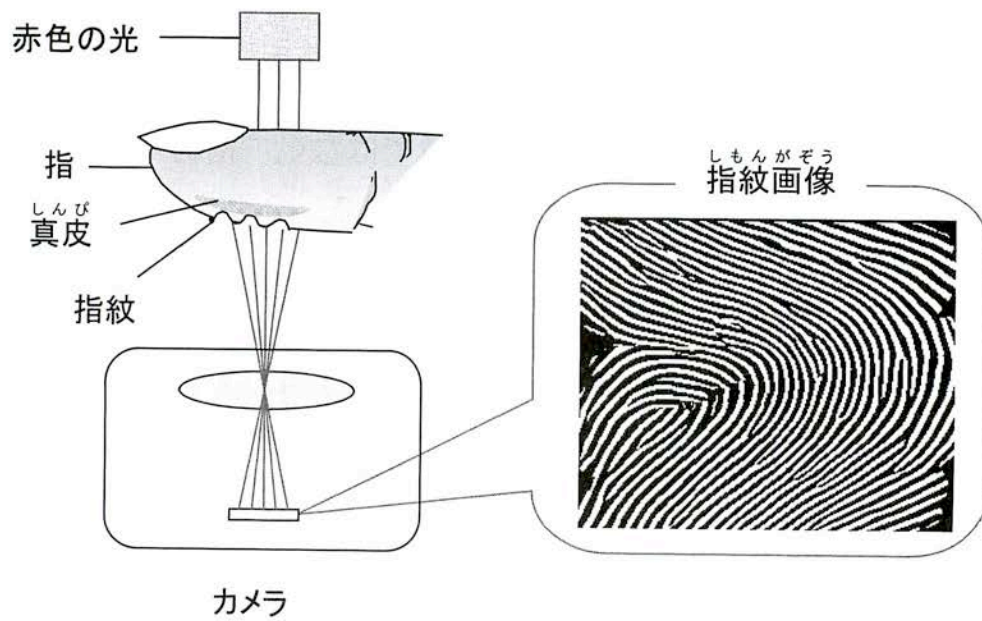


図 2 指紋センサの内部

暮らしの中のナノテクノロジー

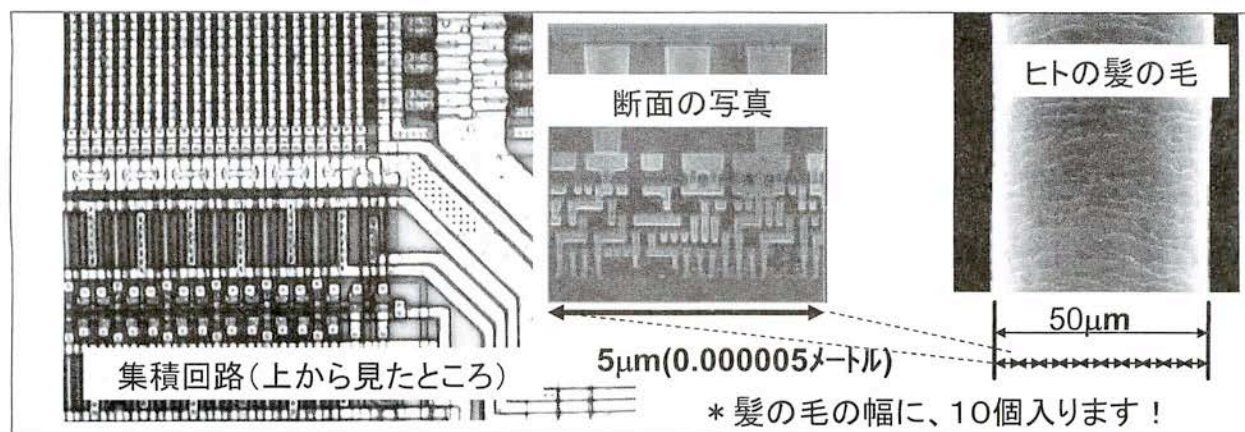
～集積回路を調べてみよう～

私たちの暮らしの中では、携帯電話、デジタルビデオディスク、デジタルビデオ/カメラ、カーナビやパソコン、ゲーム機など、生活を楽しく便利にしてくれるデジタル機器が次々に登場し、そしてより早く動作し、よりたくさんの情報を記録できるように日進月歩で高性能化しています。また生活に身近な家電製品でも、料理の種類におうじて調理方法を変える電子レンジ、汚れの程度で洗い方を調整する洗濯機をはじめ、冷蔵庫、炊飯器、エアコンなど、機械が判断し、もっともよい状態で賢く働きます。実はこれらの機械は、中でとても複雑で大量の計算をして動作や機能を制御しているのです。

複雑な計算は、デジタルという0と1という信号を、スイッチの役割をするトランジスタという素子を組み合わせた集積回路という仕組みを使って行っています。しかし計算はたいへん複雑なので集積回路を使わないと大規模となり、電気消費量も増えてしまいます。そこで回路を非常に小さく作る(=集積する)ことで、複雑で難しい計算を、持ち運び可能な大きさの電子機器でもできるように実現しているのです。

ではどれくらい小さいかというと、ナノテクノロジーと呼ばれるように、ナノメートルサイズの大きさ(1ナノメートルは=0.000000001メートル)で実際には10～100ナノメートルのトランジスタを細い配線で結んで作られています。ヒトの髪の毛の大きさの1000分の1の大きさの配線を使

うと、約2億個以上の素子を作ることができます。今よりテクノロジーが
進歩してもっと小さく作ることができれば、まだまだ高性能化して便利に
なります。そのための研究が毎日世界中で進んでいます。



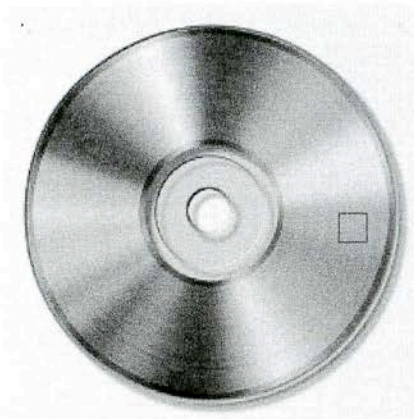
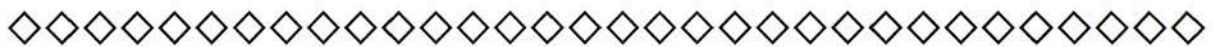
でんし せかい 電子で見るミクロの世界

でんしけんびきょう ～電子顕微鏡～

私たちの身の回りのものはみんな、目に見えない細かな構造(形や仕組み)を持っています。みなさんも虫めがねや顕微鏡をつかって小さな虫や植物の細胞など、直接目に見えないものを大きく拡大して見たことがあるでしょう。ミリ(メートル)の千分の一の大きさをミクロ、そのまた千分の一をナノといいます。ここでは、ふつうの顕微鏡では見ることのできないミクロやナノ(メートル)の大きさのものを拡大して見ることのできる特別な顕微鏡を紹介いたします。光のかわりに「電子」という電気を帯びた小さな粒をつかって観察する「電子顕微鏡」です。この「ミクロの目・ナノの目」で観察すると、身の回りのものからハイテク技術まで、自然の不思議や科学の進歩が見えてきますよ。

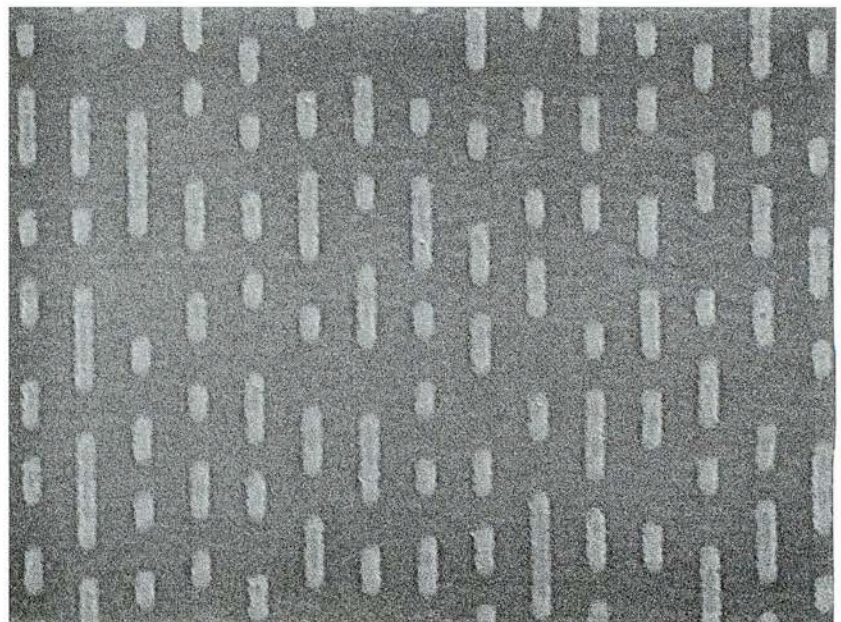


図1 たくじょうがたそうさがたでんしけんびきょう
卓上型走査型電子顕微鏡



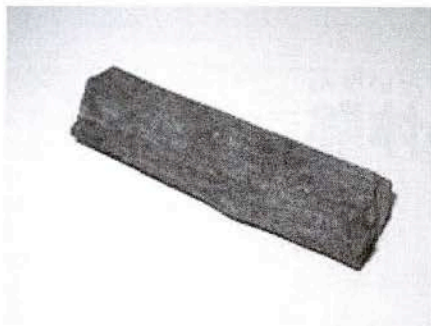
【観察例 その1】

きれいな音楽を聞かせてくれる
シーディ C D。そのヒミツは髪の毛より細
い溝に刻まれているよ！



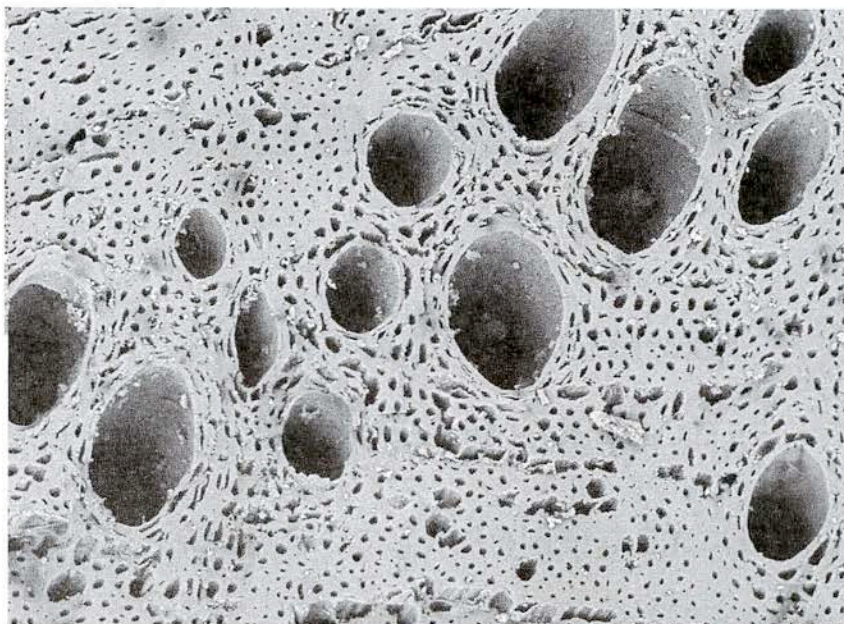
TM-1000

x7.0k 10 um



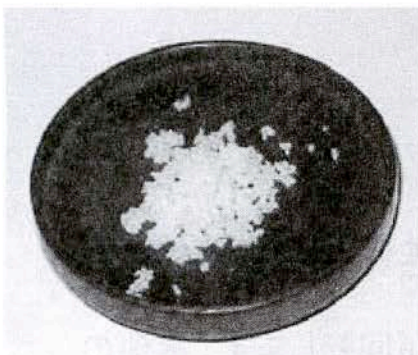
【 観察例 その2 】

バーベキューでおなじみの
備長炭。樹木から作られ
た炭には、たくさんの小さな
穴があいているよ。



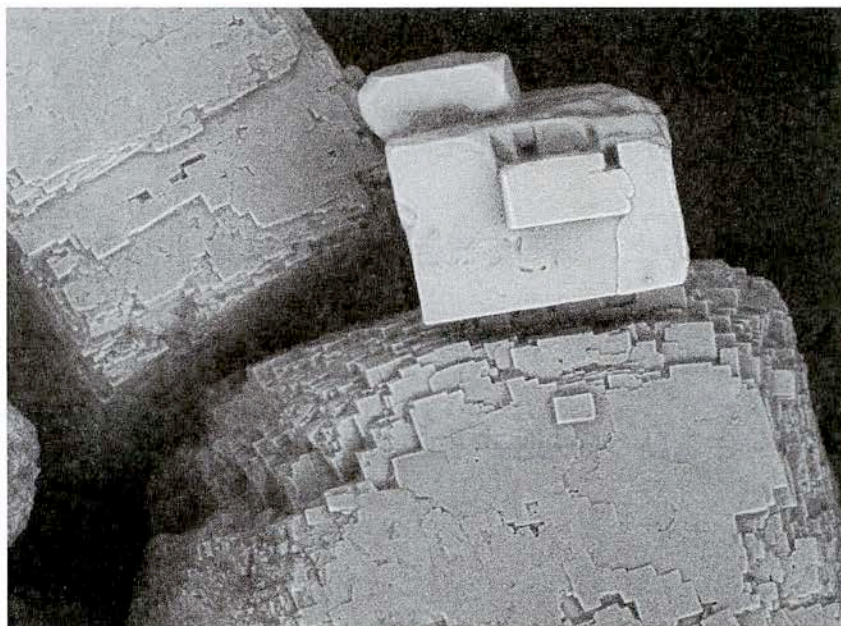
TM-1000

x500 200 um



【 観察例 その3 】

台所にあるふつうの食塩。
電子顕微鏡で拡大してみ
ると... まるで古代の遺跡
みたいに見える？



TM-1000

x500 200 um



電子顕微鏡を發明したのはドイツのルスカ博士で、のちにノーベル賞を贈
られました。今日、日本は世界で一番たくさんの電子顕微鏡を作っていて、
電子顕微鏡を使ったマイクロやナノの研究でも世界のトップクラスにいます。
きっと近いうちにノーベル賞をとる人も現れるでしょう。もしかすると、
それはあなたかも知れませんね！！

でんき　じしゃく　たいけん 電気と磁石のおもしろ体験

電気と磁石は切っても切れない関係があります。なかでも物質を構成している原子を取り巻いている電子という目には見えない粒子が電気と磁石に大きな役割をはたしています。こんな電気と磁石の関係を考えていただく簡単な展示と体験を紹介します。

1. ウルトラシンプルモーター

机の上に磁石を置き、その上に電池を置き、電池の上に銅線で作ったローター(回転子)を置くだけです。するとローターが回転します。電池の向きをひっくり返すと逆方向に回転します。

原理は、ローターが磁石と接すると電流が流れます。電流が流れると銅線に力が働いて回転するのです。これをフレミングの左手の法則といいます。

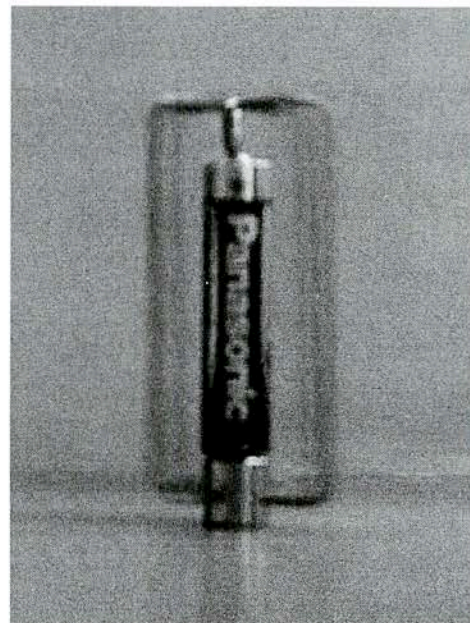


図1 ウルトラシンプルモーター

2. 磁石で遊ぼう

1円硬貨はアルミニウムで作られ、10円硬貨は銅で作られています。

1円硬貨や10円硬貨は磁石にくっつかないことはみなさん知っていますね。では、くっつかない銅板やアルミニウムの板の上で磁石を落としたり動かしたりしましょう。

何か変な力を感じるはずです。

また、銅やアルミニウムのパイプの中に磁石を落としてみましょう。磁石がゆっくりと気持ちよさそうに落ちていくようすが観察できます。

銅板の上に磁石を落とすと、落ちてこないで！という力が生まれます。動かすと、動かないで！という力が生まれます。

銅やアルミは電気をよく通します。その正体は自由に動きまわる電子が多いからです。磁石が動くと電子が磁力を感じて動きます。これを渦電流といいます。渦電流は磁石を動かさない方向に磁力を発生させているのです。

3. コイルの不思議

ラジカセのイヤホンジャックに簡単なコイル1をつないでいます。コイル1の上にイヤホンのついた別のコイル2を置きましょう。すると何もつない

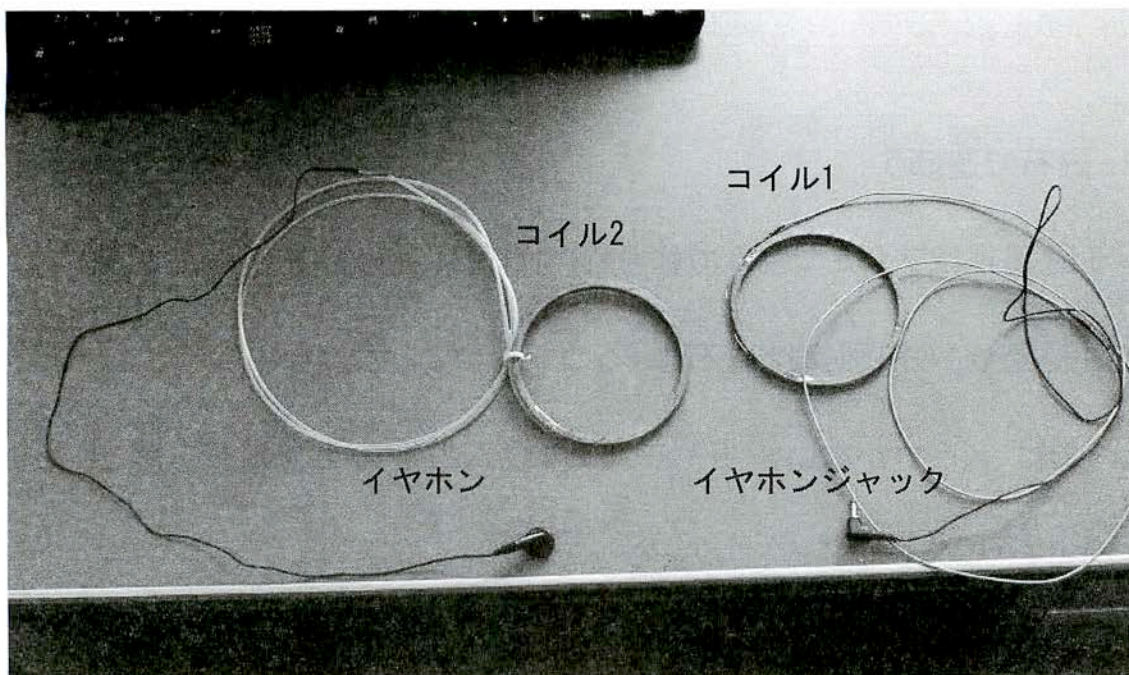


図2 コイルの不思議

でないのにイヤホンから音が聞こえてきます。難しい言葉ですが電磁誘導といわれる現象です。コイル1からコイル2に電気信号が伝わっています。

4. 1円玉飛ばし

渦巻きをしたコイルの上に1円玉を置いてスイッチをいれると勢いよく1円玉が空中に飛び出します。なぜだろう、これも電気のしわざです。

* 使っている磁石はネオジム磁石といって強い磁力をもっています。磁気カードなどを近づけると大切なデータが消えてしまうので、注意してください。

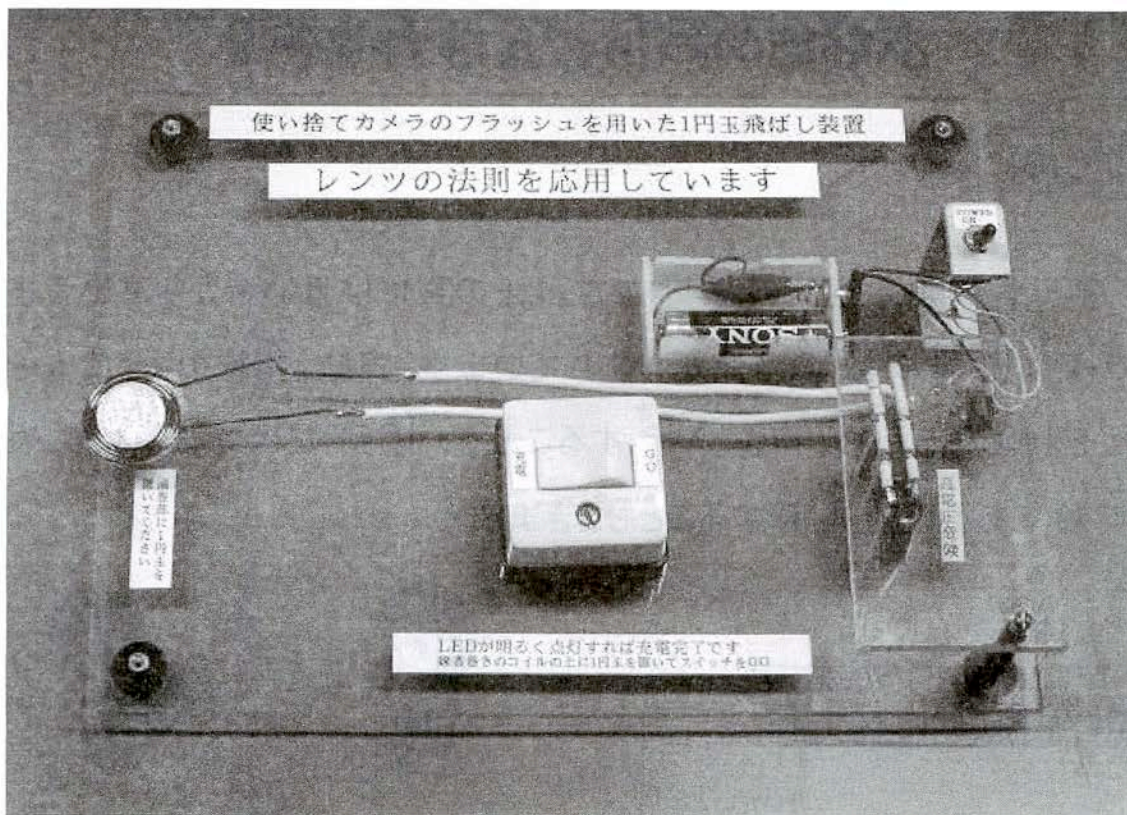


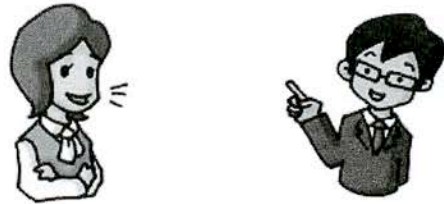
図3 1円玉飛ばし装置そうちの写しゃしん真

あなたの声はどんなカタチ？

はじめに

声は音と同じ、空気の振動しんどうです。ヒトの声には低い音から高い音まで様々な周波数しゅうはすうの音波おんぱが含まれています。声は、指紋しもんのように人それぞれ異なるため、声こゑを分析ぶんせきすることで、性別せいべつだけでなく体格たいかくや年齢ねんれいをある程度推定ていどすいていすることもできます。

じゅうにんといろ ヒトの声は十人十色



声の元になるのは声帯せいたいの振動です。この振動が空気に伝わり、声こゑが離れたところまで伝わります。口の開け方やノドの大きさおよびノドの形かたちによって個人差こじんさがでてきます。例えば母音ぼいん「あ」を発すれば、ある周波数しゅうはすうで振幅しんぷくが強くなる特徴とくちょうがいくつも現れます。その周波数しゅうはすうや振幅しんぷくは声を出す人の性別せいべつ、体格たいかく、年齢ねんれいによって大きく異なりまことす。

周波数しゅうはすうとは…振動しんどうの速さのことである。1秒間びょうかんに振動する回数かいすうで表すことが普通ふつうであり、この場合の周波数しゅうはすうの単位たんいは「ヘルツ (Hz)」とよばれる。たとえば、1秒間に100回振動した場合は100Hzとなる。

振幅しんぷくとは…波の高さのこと。振幅しんぷくが大きいほど音は強くなります。

音のパワースペクトルとは

人間の声には様々な周波数成分が含まれています。例えば図1のように3つの周波数成分が重なると複雑な形になるように、実際の声の波形は複雑です。図1で示す波形にどのような周波数が含まれているか、その大きさはどれぐらいかを分かりやすく示したのが図2のパワースペクトルです。

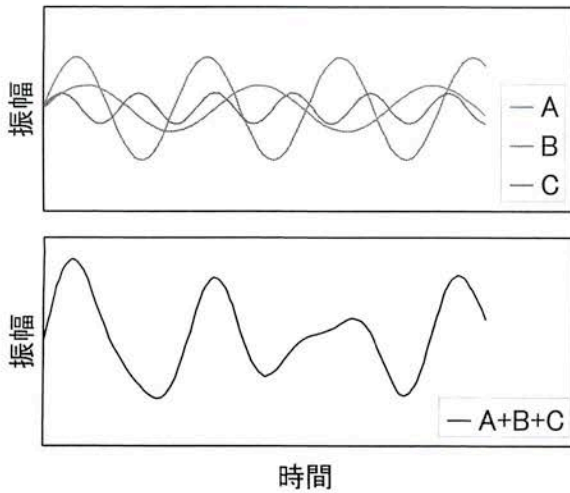


図1 3種類の音の重ね合わせ

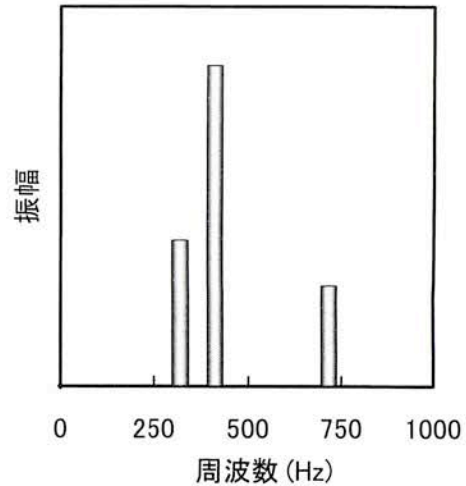


図2 パワースペクトル

声紋とは

一定時間ごとの周波数成分の強弱を濃淡や色の違いに対応させて表現したものを声紋といいます。例えば、図3に示す「あ」、「い」、「う」、「え」、「お」と発音した時の声紋を見ると、いくつかの特定の周波数を持つ音の組み合わせであることが判ります。この特徴を詳しく調べることで犯人を見つけ出すこともできるのです。

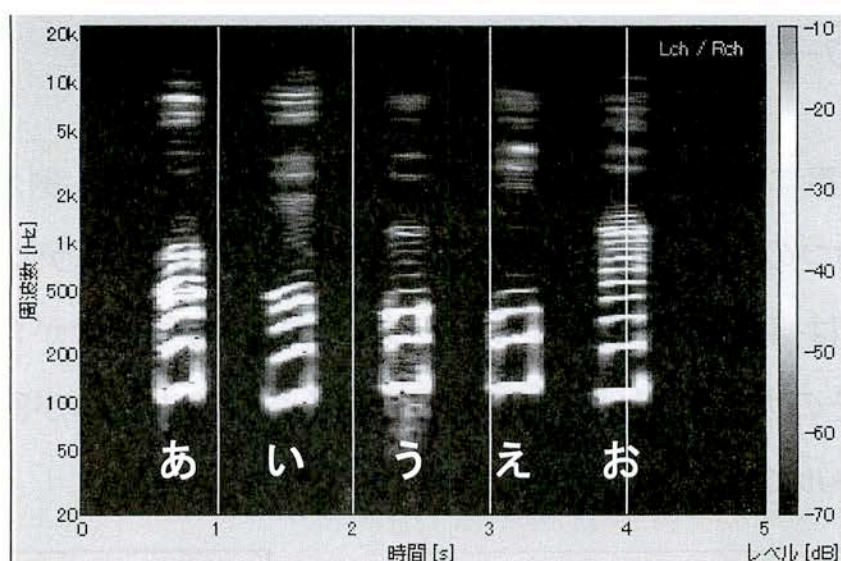


図3 声紋(例)

実験してみよう

1. 母音「あ」を^{ほいん}発音して、^{じかんへんか}振幅の時間変化を調べてみましょう。
 一定の^{かんかく}間隔で^{とくちょうてき}特徴的な波形が出てきましたか？何秒毎に同じ波形が繰り返されていますか？1秒間にその波形が何個^{はけい}入るか計算して周波数(Hz)を求めてみましょう。

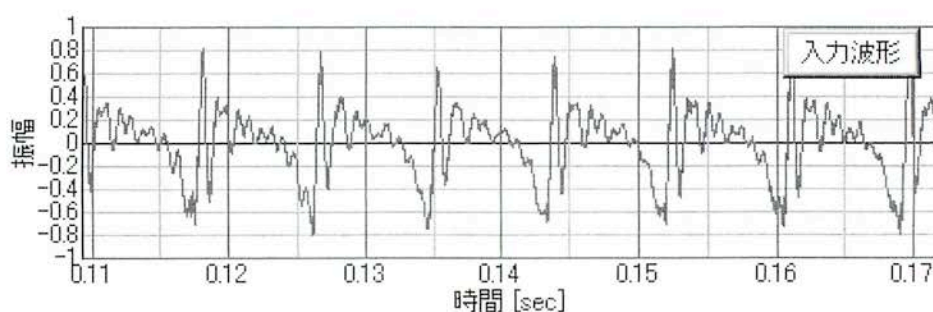


図4 母音「あ」に対する振幅のリズム(例)

2. 次に、母音「あ」のパワースペクトルを調べてみましょう。最も低い周波数は何Hzでしたか？一般に、男性は125～150 Hz、女性は200～250 Hz、幼児は300 Hz 前後であると言われています。

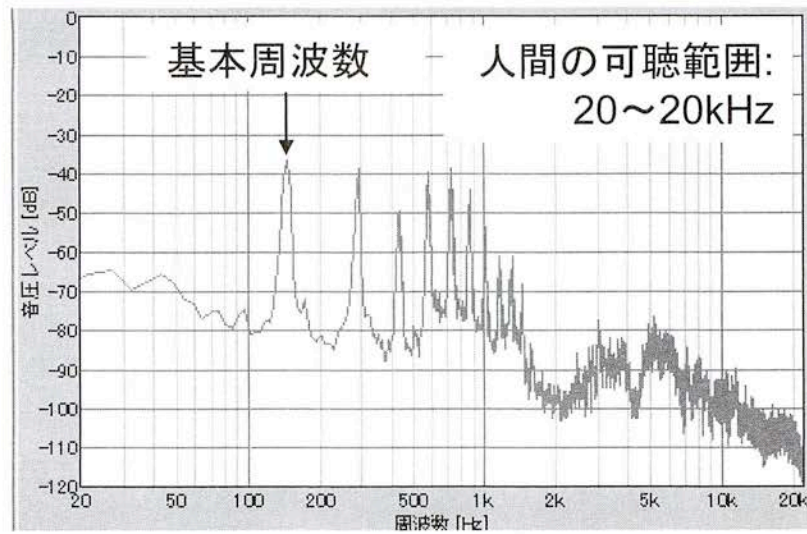


図5 母音「あ」に対するパワースペクトル(例)

3. 最後に、「あ」、「い」、「う」、「え」、「お」の順に発声して、それらの声紋を調べてみましょう。振幅の大きなピークは何個見つかりましたか？
お隣^{となり}の人と声紋^{みくら}を見比べてみましょう。

まとめ

声紋を調べることで、声が様々な周波数の波が重なってできていること、その周波数や振幅は人それぞれ異なることを学びました。さらに詳しく声紋を分析すれば、新しい発見に出会えるかもしれませんね。

社団法人応用物理学会

「リフレッシュ理科教室 2008 大阪」 テキスト

不思議探検隊 ～君も今日から科学者だ！～

発行者： 社団法人応用物理学会

発行日： 2008年10月4日

編集： 畑 雅幸 （三洋電機（株））

© The Japan Society of Applied Physics

ISBN 978-4-903968-41-4 printed in Japan

