

電気工作教室

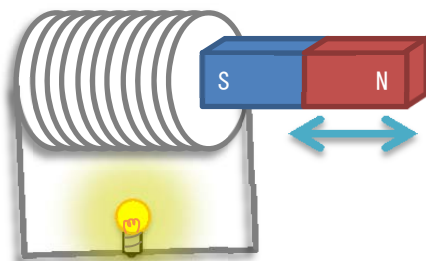
～コイルと磁石で地震センサーをつくろう～

1. 地震計のしくみ

地震計は「電磁誘導」という現象を用いて、地面の動きを電気信号として記録します。

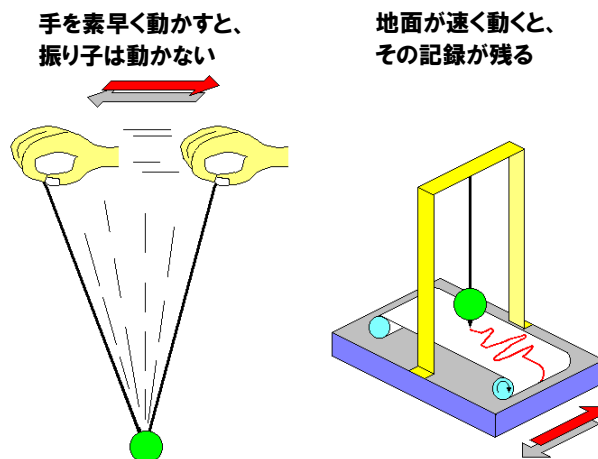
■電磁誘導とは？

コイルのそばで磁石を動かすと電気が生まれます。このことを電磁誘導といいます。コイルの巻き数が多いほど、磁石が速く動くほど、磁石が強いほど、発生する電力は大きくなります。発電機はこの現象を利用して電気をつくっています。



■地面の上に置かれた地震計がなぜ地面の動きを記録できるのか？

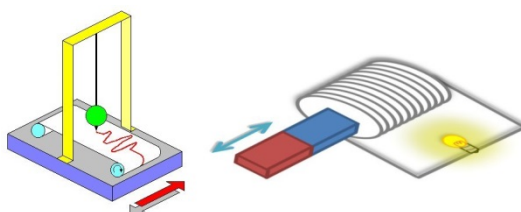
図のように振り子のおもりは手をすばやく動かすとほぼ静止した状態になります(不動点)。このおもりを基準に地面の動きを測ることができます。



図は防災科学技術研究所の Web サイトより

昔は左の図のように、地面の動きを絵（紙に描かれた線）で記録していました。今では、おもりと地面の一方をコイル、もう一方を磁石とすることで、地面の振動を電気信号として取り出して記録しています。電気信号として記録されたものはコンピューターで取り扱うことができるため、いろいろな計算、解析をすることができるようになりました。また、遠隔で記録を送るテレメーターも可能になりました。

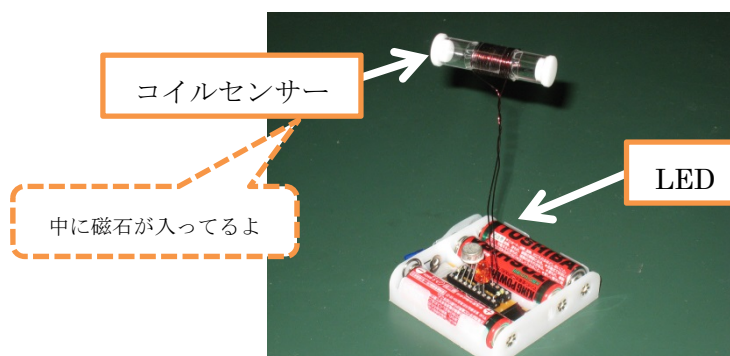
紙とペンかわりに
コイルと磁石にすれば
電気信号にできる



今日は、磁石の動きを電気信号として取り出せるコイルセンサーを作ります。

2. 今日作るもの

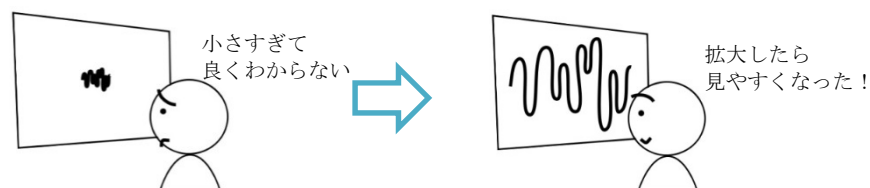
今日作るのは下の写真のものです。センサーが動くと LED が点滅します。



■センサーで電気が発生するのに、なぜ乾電池がいるのか？

今日作るセンサーで発生する電気はとても小さくて、LED をつけるだけの力はありません。そこで「増幅回路」というものを使って、LED をつけることのできる大きな電力の信号に変えています。

増幅回路は拡大コピー機のようなものです。小さくて見えにくい信号を拡大して見やすくします。このコピー機を動かすために電源（乾電池）が必要なのです。



*発生する電気を大きく（コイルの巻き数を多くして、強い磁石を速く動かす）すれば、増幅回路なしでLEDをつけることもできます。興味のある人は頑張ってつくってみよう。

3. それでは、つくりましょう！

■ 部品の確認 : まずは部品があるか確かめましょう。

コイルセンサーの部品	
アクリルパイプ(内径φ8、長さ40mm)	
フタ 2個	
エナメル線(φ0.5mm、1m)	
磁石(とても強い磁石なので取扱い注意*)	
増幅回路の部品	
ソケット付き基板	
抵抗 $20k \Omega$ (赤黒黒赤 茶) 2本	
抵抗 330Ω (オレンジオレンジ黒黒 茶)	
LED (色はそれぞれ違います)	
オペアンプ(数種類ありますが、どれか1つ) 左:DIP型 右:CAN型	
電池スナップ(出力の線(赤黒)をつないだもの)	
電池ボックス	
ゴム板 (厚さ2mm、12mm×50mm)	
単三電池 3本	

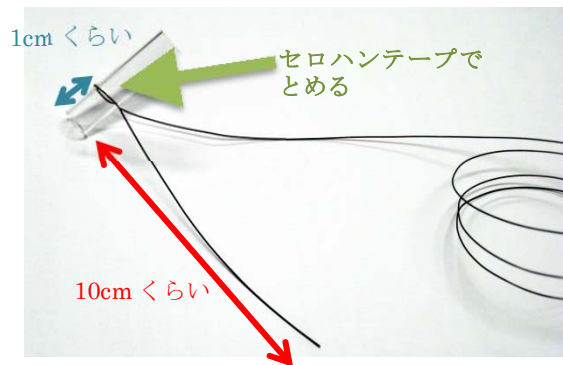
*パソコン・フロッピーディスク・時計・磁気カード・テレビ等の磁気に影響する物には近づけないでください。

ペースメーカーを使用されている方は磁石の接触に十分ご注意ください。

■組み立て方

(1) コイルセンサー (電磁式地震センサー)

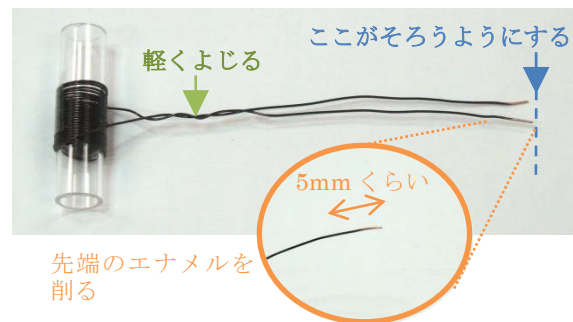
写真のようにまず1巻きし、セロハンテープで固定します。



エナメル線の残りが巻きはじめと同じくらいになるまで巻いて、セロハンテープでとめます。

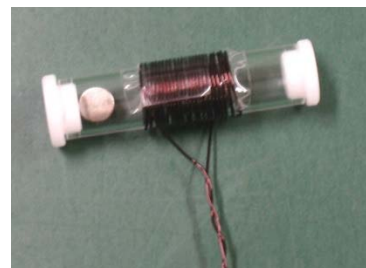


足の長さをきちんとそろえて、軽くよじます。



また、先端 5mm くらいのエナメルを紙やすりで削り取ります。

アクリルパイプの中に磁石を入れ、両端をフタで閉じます。



(2) 増幅回路

図の通りに基板のソケットに部品を入れていきます。

オペアンプが LM725CH、LM741CH、LM308AM の場合

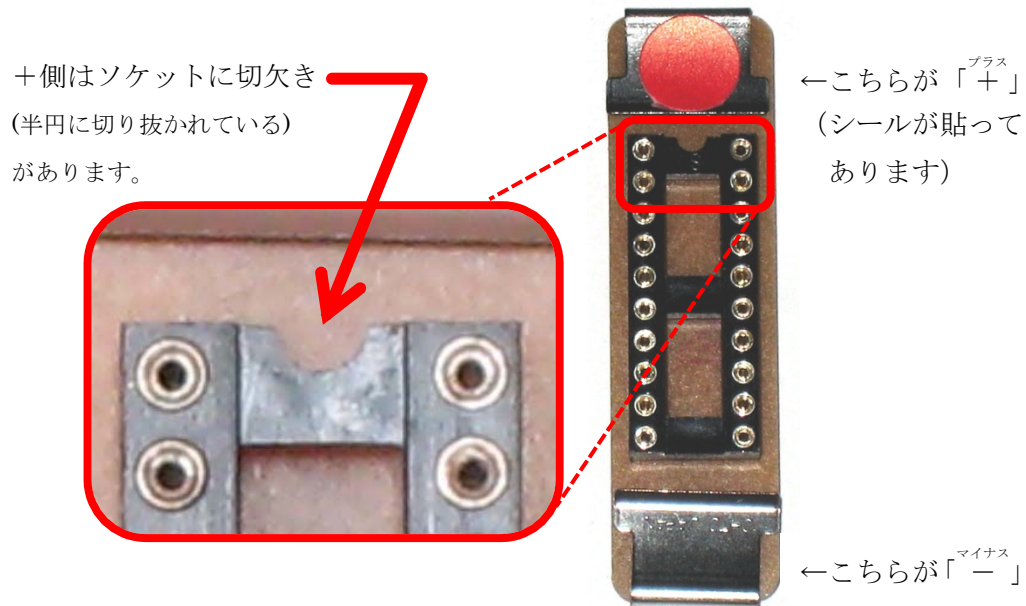
<p style="text-align: center;">回路図</p>	<p>↑ シールが貼ってある方が+</p> <p>R3 : 抵抗 330Ω 空き</p> <p>コイルセンサー</p> <p>R1 : 抵抗 20kΩ</p> <p>LED (向き注意)</p> <p>1 8 2 7 3 6 4 5</p> <p>オペアンプ (向き注意)</p> <p>R2 : 抵抗 20kΩ</p>
--	--

オペアンプが RC4132T、NJM5534D の場合

<p style="text-align: center;">回路図</p>	<p>↑ シールが貼ってある方が+</p> <p>空き</p> <p>R3 : 抵抗 330Ω</p> <p>コイルセンサー</p> <p>R1 : 抵抗 20kΩ</p> <p>LED (向き注意)</p> <p>1 8 2 7 3 6 4 5</p> <p>オペアンプ (向き注意)</p> <p>R2 : 抵抗 20kΩ</p>
--	---

(2-1) 基板の向き

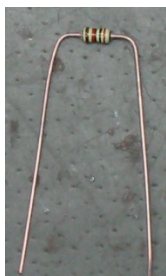
シールが貼ってある方が「^{プラス}」です。+を上にして置いて、5ページの図と見比べてみましょう。



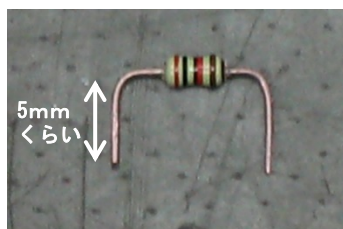
(2-2) 抵抗

抵抗は、穴の幅に合うように足を曲げ、5mm くらい残して切ってから差し込みます。

★足を切る時は、切った部分が飛んでいかないように、ちゃんと押さえて切ってください！

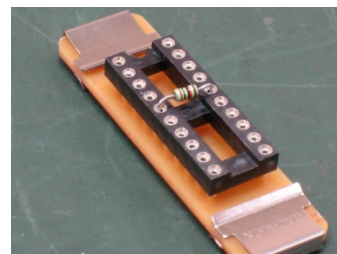


曲げる



5mm
くらい

切る



差し込む

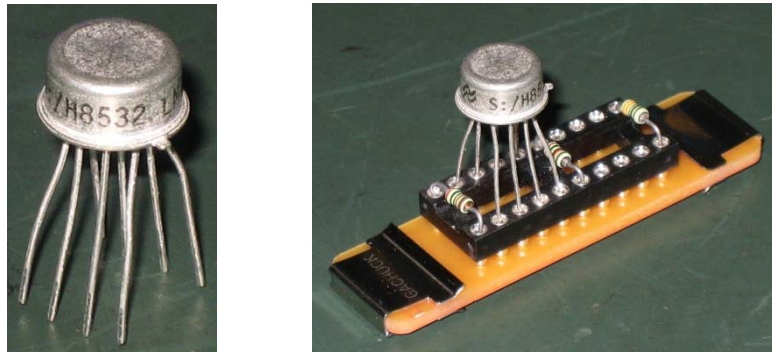
(2-3) オペアンプ

オペアンプには方向があります。

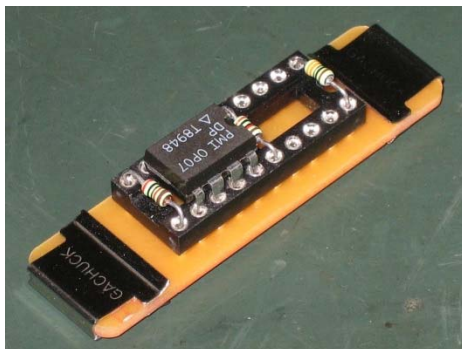
<p>CAN 型の場合 タブ（出っ張り）があるところの足が「8番」で、上から見たときに反時計回りに1番～8番と決まっています。</p>		
<p>DIP 型の場合 切欠きがある方を上に置いたとき、左上の足が「1番」で、反時計回りに1番～8番と決まっています。</p>		

足の番号が、5ページの図の番号と合うように気をつけて差し込みましょう。

CAN 型の場合、ソケットに合うように、足を曲げてから差し込みます。

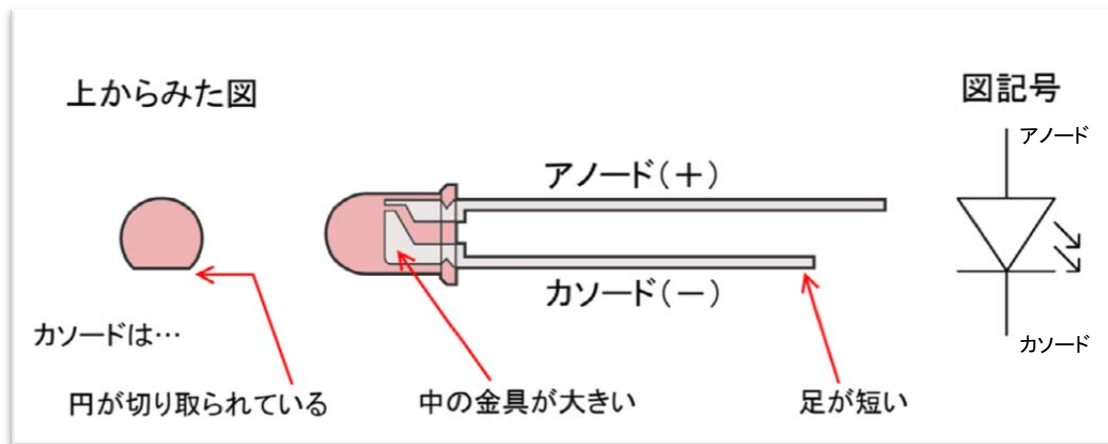


DIP 型の場合は、そのまま差し込みます。



(2-4) LED

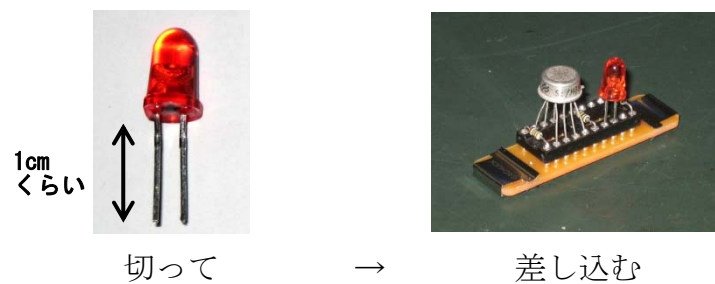
LEDにも方向があります。逆に取りつけてしまうと光りません。



足を1cmくらい残して切りとり、5ページの図記号の向きに差し込んでください。

★オペアンプの種類によっては向きが逆になるので注意。

★足を切る時は、切った部分が飛んでいかないように、ちゃんと押さえて切ってください！



(2-5) コイルセンサー

先に作っておいたコイルセンサーを、差し込みます。



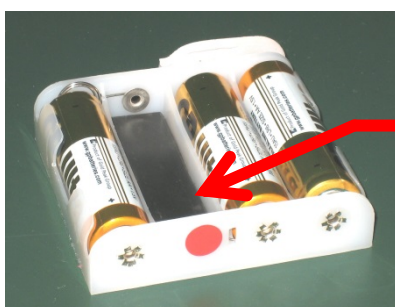
(2-6) 電池ボックス

出力がつながれている電池スナップをとりつけます。



- ★出力をつないだ状態で乾電池を4本入れない事！
電流が流れすぎて乾電池が壊れてしまいます。

シールの貼ってあるところにゴム板をはめ、残りの3つに乾電池を入れます。



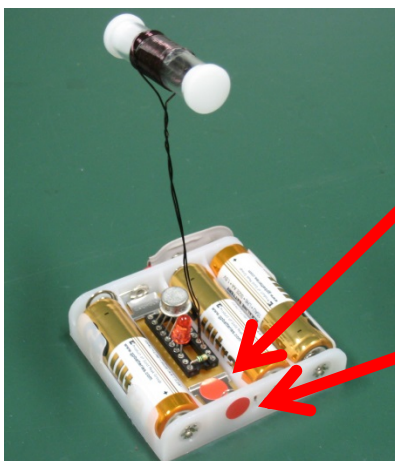
ここはゴム板
他は電池（+ ^{プラス} - ^{マイナス} 注意）

(2-7) 電池ボックスに基板を取り付ける。

基板と電池ボックスのシールが合う向きに基板を入れてください。

（基板の+側が乾電池ボックスのバネ側（乾電池の側）になります。

乾電池の入れ方とは逆になるので気をつけて下さい。 何故逆になるかは、
回路図をみて考えてみよう。）



基板と電池ボックスの
シールが合う向きに！

■確認

コイルの中の磁石が動いていないとき LED が消えていて、磁石を動かしたときに LED が点滅していれば、完成です。

磁石が動いていないときに LED がついていて、磁石を動かすと LED が瞬く場合は、一旦基板を電池ボックスからはずして、①LED の向きを逆にする②R3 (330Ω の抵抗) を「空き」の穴に移す…つまり、今回使わなかった方の回路図の形にして、もう一度試してみてください。

コイルの中の磁石を動かしても何の反応も無い場合は、一旦基板を電池ボックスからはずして、回路が 5 ページの図の通りにできているか（抵抗の位置はあっているかな？オペアンプ、LED の向きはあっているかな？）を確認しましょう。（間違った回路ではオペアンプが熱くなることがあるので注意！）

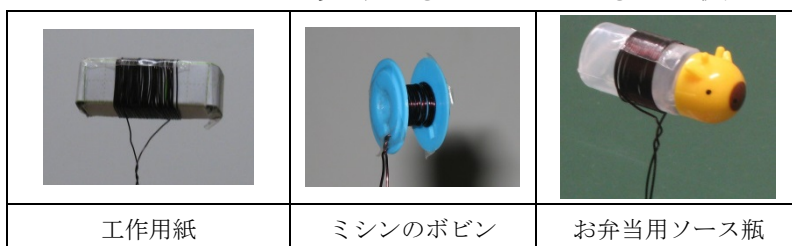
4. 応用編 : つくったセンサーを活用しよう

作ったセンサーをどんなことに使えるか考えてみよう。たとえば…

- ・センサーが風で動きやすいように羽根をつけて、風センサーにする。
- ・将棋崩しセンサーとして使う。

5. 補足 : 工作教室に参加できなかったけれど、同じものを作りたい人へ

- ・オペアンプは工作教室で使用したもの以外でも、4.5V の電源電圧で動作するものならば使うことができます。今回使ったものの中では NJM5534D が入手しやすいです。
- ・増幅回路は、回路図をみてユニバーサル基板で作ってみましょう。
- ・コイルの芯はアクリルパイプ以外でもいろいろなものを使えます。



工夫して、オリジナルのものを作ってみよう。