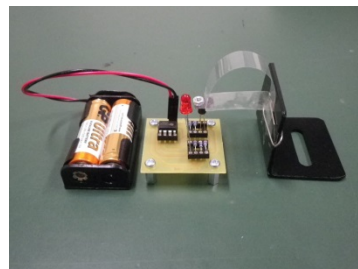


# 電気工作教室

小型「板バネ式地震計(STS型地震計)」つくろう



■つくるもの：上下のゆれを感じる板バネ式地震計と LED が光るセンサー回路です。

## ■使う部品

【センサー回路】：抵抗器 20 Ω×1個、100 Ω×1個、330 Ω×1個、1000 Ω×1個、10000 Ω×1個。フォトインタラプタ(SG-2BC)×1個、LED×1個、オペアンプ(LM2904P、箱番号 2367-00)×1個。既に取りつけてある部品(ICソケット 8ピン×3個、基板×1個、スペーサー(脚)×4個、M3ネジ(脚を留める)×4個。コネクタ2ピン(電池とつなぐ)×1個)。

【電源】：1.5V 単三電池×2本、電池ケース(単三 2本用)×1個、電池スナップ×1個、電源コネクタをつなぐピン×2本。

【地震計本体】：穴あきアングル(土台)、セロテープ×10 cm くらい、M3六角ナット(重り)、OHPシート 厚さ 0.1mm×長さ 70 mm くらい×幅 15 mm ×1枚。クリップ1個。アルミテープ 1cm×1cm くらい ×1枚。

## ■つくりかた

【センサー回路】：図のように、オペアンプ(電気信号を大きくする電気部品、IC)、抵抗器、光センサー(フォトインタラプタ)、LED(脚の長い方が A、短い方で切欠きがある方が C)を IC ソケットにさしこんで取り付けます。四隅の穴には脚(スペーサーと M3ネジ)がつきます。

抵抗器	色の読み方
20 Ω(赤黒黒金茶)×1個	・・・ 赤 2、黒 0、黒 0、金 $10^{-1}$ = 10 分の 1、茶 ±1%
100 Ω(茶黒黒黒茶)×1個	・・・ 茶 1、黒 0、黒 0、黒 $10^0$ = 1、茶 ±1%
330 Ω(橙橙黒黒茶)×1個	・・・ 橙 3、橙 3、黒 0、黒 $10^0$ = 1、茶 ±1%
1000 Ω(茶黒黒茶茶)×1個	・・・ 茶 1 黒 0 黒 0 茶 $10^1$ = 10 茶 ±1%
10000 Ω(茶黒黒赤茶)×1個	・・・ 茶 1 黒 0 黒 0 赤 $10^2$ = 100 茶 ±1%

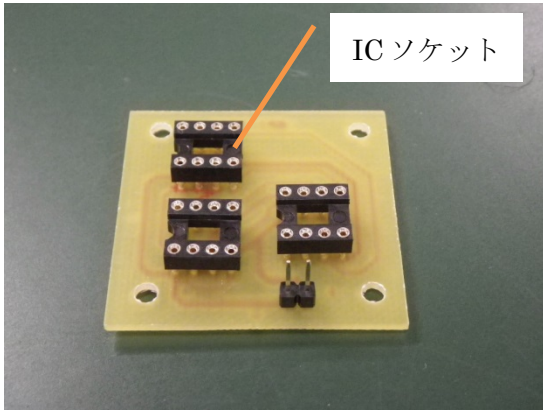


図. つくる前の基板の様子

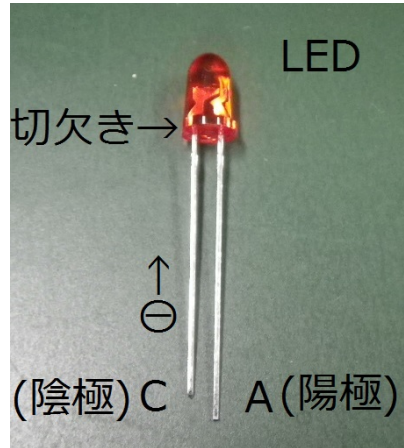


図. LED の様子

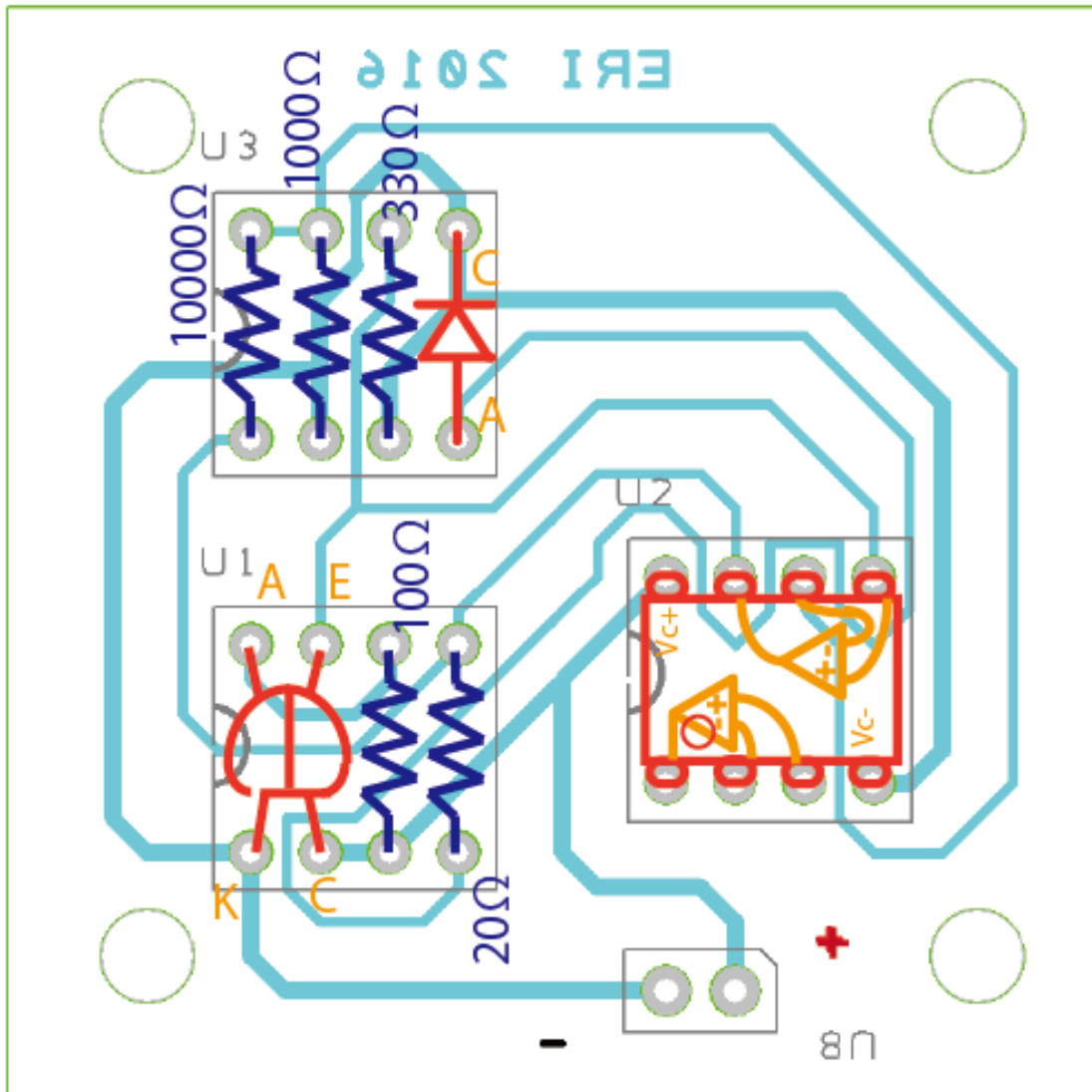


図. センサー回路を上から見た様子

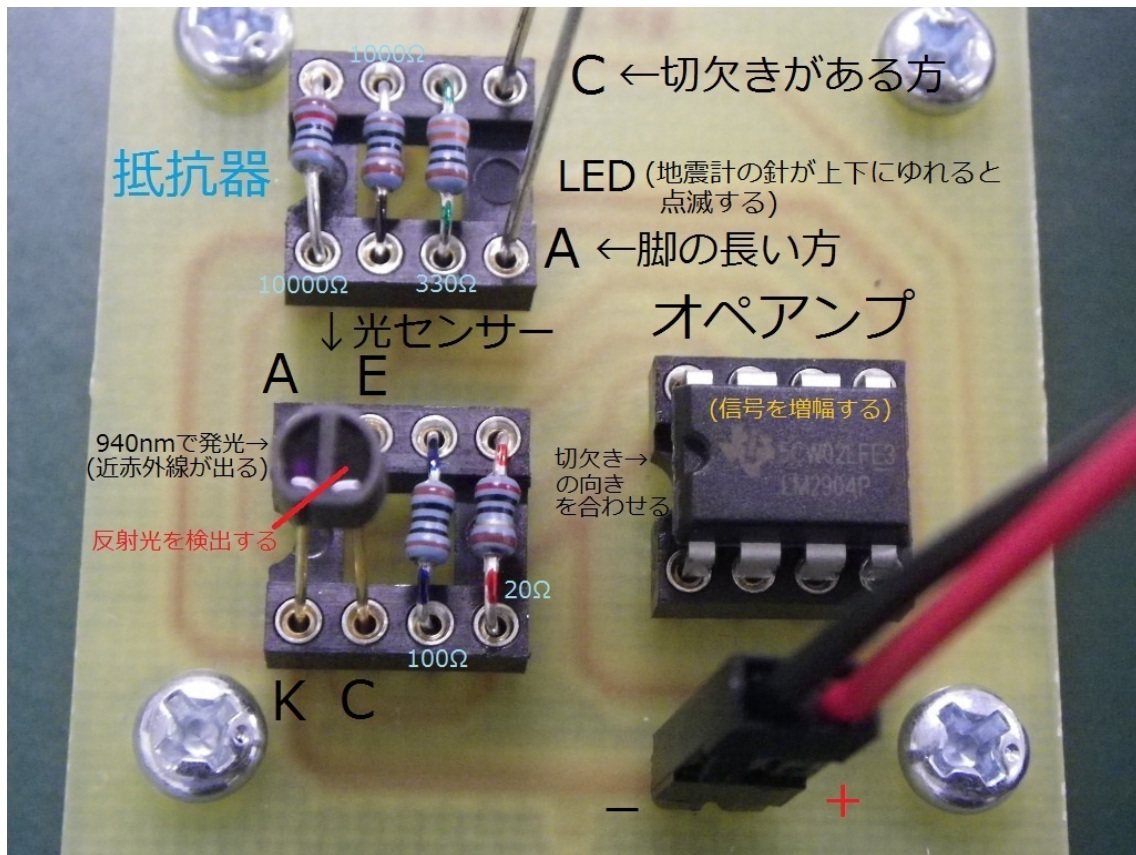


図. 組み立てた回路部品の様子

**【電源】**

- ① 電池ケースに電池スナップをつけます。
- ② 1.5Vの単三電池を2本入れます。
- ③ センサー回路ができたなら赤色(+)と白色(-)を回路につなげよう。

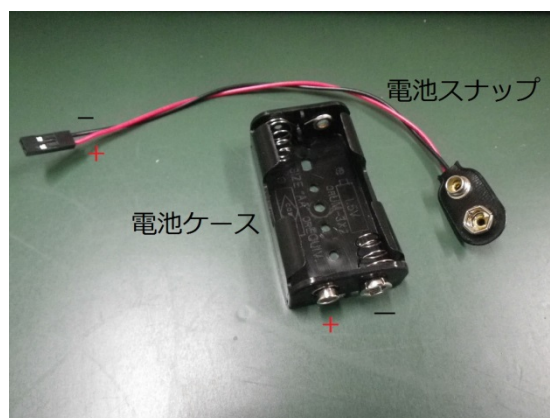


図. 電池ケースと電池スナップ

### 【地震計本体】

- ① 折り曲げないように気をつけて、板バネになる OHP シートをかまぼこ型に曲げます。
- ② かまぼこ型のままになるようにセロハンテープ(長さ 6cm くらい)でつなぎます。
- ③ かまぼこ型の片方のはしっこに、1 cm × 1 cm くらいのアルミテープを、半分ちよ



図. 地震計本体の形 ①～④

っと飛び出すように先っちょに下から貼り付けます。

- ④ 半分ちよっとはみ出したアルミテープの上に M3 くらいの六角ナットを重りとしてはりつけます。

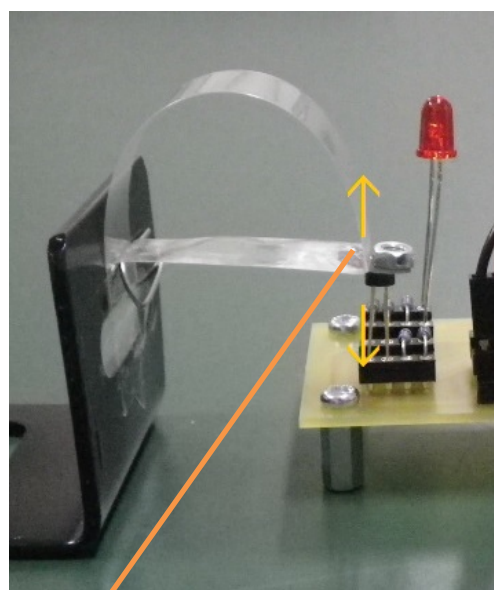


図. センサーとの高さの調整 ⑤～⑥

- ⑤ センサー回路の光センサー(フォトインタラプタ)の真上(目安として、だいたいすきま 0.8 mm くらいあく高さ)にアルミテープが来るようにします。アルミテープとは反対側を、穴開きアングルにセロテープで横向きに貼り付けます。アルミテープがセンサーの上にあぶつかるくらいに、ちょっと浮いているくらいになるように、セロテープやアルミテープの位置を調節します。

- ⑥ 調整したセロテープの長さが変わらないように、ゼムクリップで押さええます。

上下に動くようにします。  
(センサーに当たりそうな位のすきま)

- 出来あがったら動作確認: 電池ボックスに乾電池を入れて、地震計のアルミテープの上下の動きで LED が点滅するか試してみよう。(光るのを見ながらだと調整しやすいです。LED がチカチカ点滅するようにすきまや置き方を調節します。) LED がつかない場合はすぐに電池をぬいて、回路を確認してみよう。(※センサー回路は合計 3V で動くよう

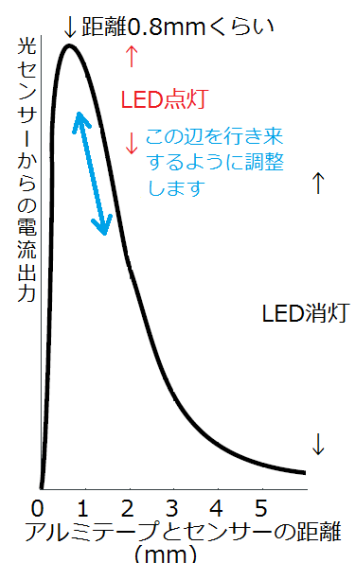


図. テープの距離と信号

に設計してあります。センサーや LED が定格 70mA、30mA と意外と電気をくうので、1.5V 電池の電圧が新品の 1.57V から 1.4V に減ると信号の増幅が減り LED の光が見づらくなります。) 光センサーが動いているか確認したいときは、携帯電話やスマートフォンなどの電子機器のカメラで見ると、ピーク波長 940 nm の近赤外線が光って見えます。

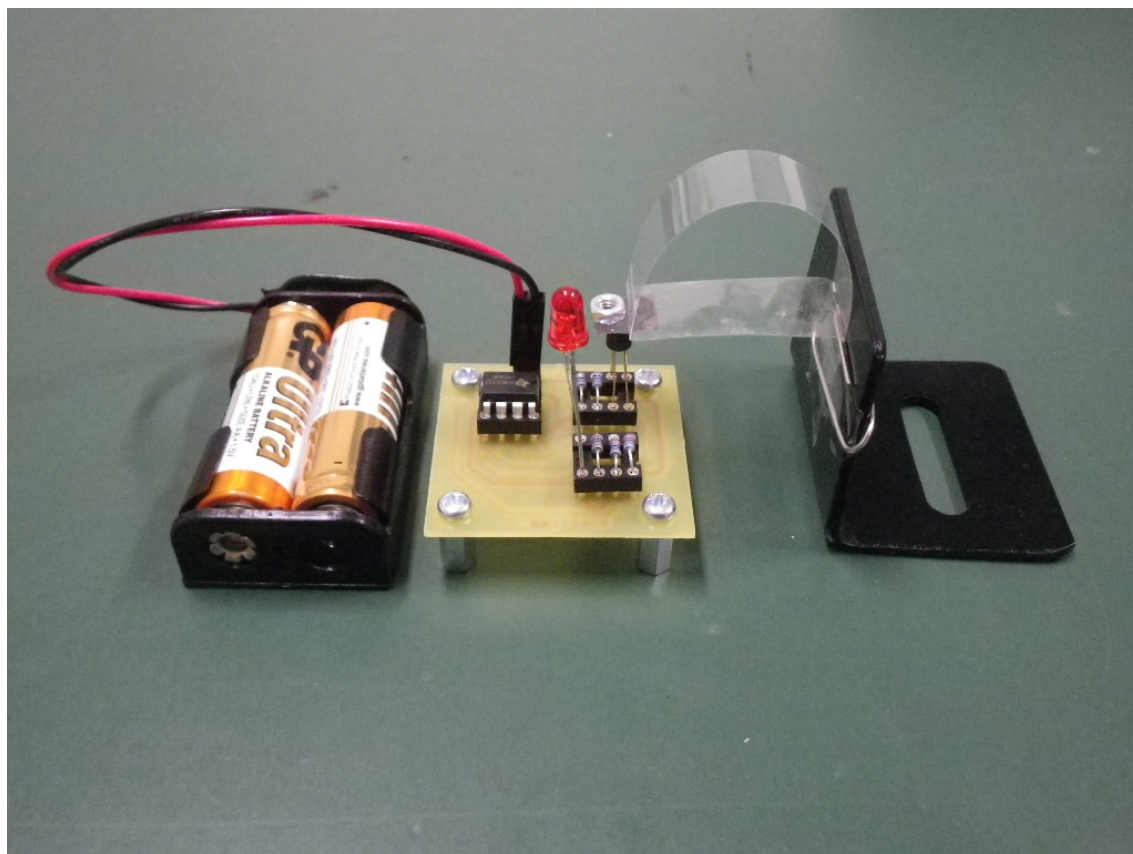


図. 出来上がった 小型「板バネ式地震計 (STS 型地震計)」の様子

#### ■完成したら、つくったセンサーを活用しよう

ゆれの波形を見るには、IC ソケットの LED をさしているところに、代わりに信号取り出し用の線を作ってさします。スマートフォンやタブレットで見たいときは、要らなくなったイヤホンマイクの線を切って使うなど工夫して端末に信号を入力します。無料のオシロスコープのアプリをダウンロードして見ます。

電源を長時間つけっぱなしで使いたいときは、電子回路の本を調べて別途  $\pm 1.5V$  の常時電源をつくとよいでしょう。

室内の風の影響を避けたいときは、100 均などで売っているコレクションケースを活用するなど、工夫します。

針の重りの M3 のナットは磁石でつくものを使ってあります。さらに、高性能化したいときは、プログラミングと電磁石を使って PID 制御[1]を工夫してみるとよいでしょう。

## ■地震計について調べてみよう

地震計は、ばねや重りからなる本体の振り子、振動の大きさを測るためのセンサー(地震観測では、たて、よこ、高さ方向のものがある)からできています[1]。つくるサイズに限界はありますが、振り子の腕を長くすると周期が長くなり、短くすると周期が短くなります。また、重りを重くしても周期が長くなります。

今回作成のものは、板バネ式地震計[2]と言って、板バネ(leaf spring)を曲げることと、重りで、振り子の周期を調整します。実際に作ったり[3]使われている地震計では、様々な改良が加えられ、性質の違う板バネを組み合わせることで、温度による影響なども小さくしています。ウィキペディア[4][5]や防災科研[6]などのwebサイトでも地震計の種類や仕組みを調べてみよう。



図. 東大 地震研究所 地震博物館に展示している板バネ式の広帯域地震計(STS-2)

## ■参考資料

[1] 新谷昌人 “やさしい地震計・加速度計”

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/KOHO/HIGHLIGHT/KYODO/2004-W-01/ppr/eri0411-03araya.pdf>

[2] T. Lay and T. C. Wallace, “Modern Global Seismology”, p173 - p199, (Academic Press, 1995).

[3] 新谷昌人・武尾実・森田裕一・中村祥・井出哲 (地球惑星) “LaCoste 型広帯域地震計の試作 学部3年生学生実験より” 東京大学 地震研究所 ニュースレター, 4-8, 2006年5月号 <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/KOHO/NEWSLETTER/200605/nl200605.html>

[4] 地震計(ウィキペディア)

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%9C%B0%E9%9C%87%E8%A8%88>

[5] STS 地震計 (ウィキペディア)

<https://ja.wikipedia.org/wiki/STS%E5%9C%B0%E9%9C%87%E8%A8%88>

[6] NIED 防災科学技術研究所 >研究施設紹介 >参考資料 地震 >自然災害に関する基礎的な情報 >地震の基礎知識とその観測 >第一部 地震の基礎知識 >9.4 広帯域地震観測

[http://www.hinet.bosai.go.jp/about\\_earthquake/sec9.4.html](http://www.hinet.bosai.go.jp/about_earthquake/sec9.4.html)