

# 2021年2月活動電気工作・番外編 かたつむり3月号付録の使い方 コンデンサーを使った回路に挑戦!

副団長 山本明利

2月活動の電気工作ではみんなが予想以上にがんばってくれたので、今月のかたつむりには特別付録をつけることにしました。2月活動の電気工作セットの追加部品です。

袋には次のものが入っています。

- ・コンデンサー 4.7 $\mu$ F、47 $\mu$ F、470 $\mu$ F (各2個) ※ $\mu$ Fはマイクロファラッドと読みます。
- ・抵抗 200k $\Omega$  (2個)
- ・ちょっと長いジャンパ線 (2本)

このうち、長めのジャンパ線は、前号のかたつむりに掲載した「導通チェッカー」のテスターコードに使うなどしてください。また抵抗はオマケです。下に解説する工作では特に使いません。

今回の主役はコンデンサーです。聞きなれない名前かもしれませんが、電気器具の中ではよく使われている部品です。蓄電器(ちくでんき)とも呼ばれ、電気を一時的にたくわえる道具として、小学校の教科書にもちょっとだけ登場します。中学校ではやらないので、詳しいことは高校で勉強することになります。単位 $\mu$ Fの前の数字が大きいほど、たくさん電気をためられると考えてください。

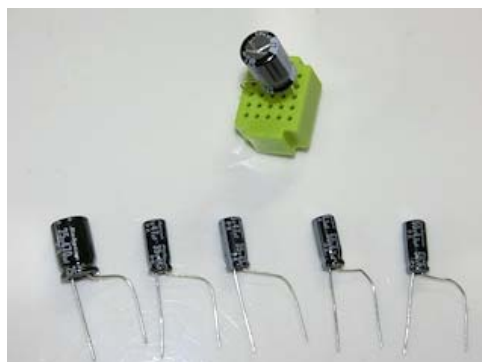
細かい話はともかく、コンデンサーは回路の中ではどんなはたらきをしているのか、電気工作セットで実験しながら調べていきましょう。2月活動の工作がまだの人は、そちらを先にやりましょう。

## 実験の準備

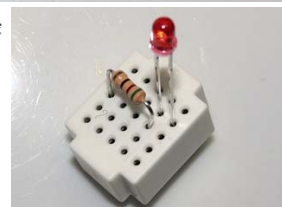
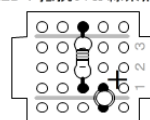
今回配ったコンデンサーは「電解コンデンサー」という種類で、+-の区別があります。足の長い方が+で、側面に白い帯がある側が-です。+側の足はかなり長いので、写真のようにL字型に折り曲げて高さをそろえ、ブロックの両端の列を使って取りつけるとよいでしょう。

側面にいろいろな数字や記号が書いてありますが、 $\mu$ Fという字を探してください。その前に書いてある数字がコンデンサーを見分ける数字になります。今回配ったのは、4.7 $\mu$ F、47 $\mu$ F、470 $\mu$ Fの3種類です。4.7 $\mu$ F、47 $\mu$ Fは大きさも形もそっくりなので、間違えないようにしましょう。

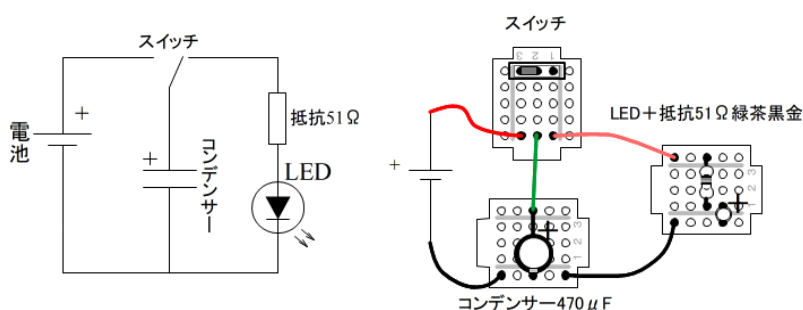
次にLEDの準備です。2月活動ではLEDだけで1ブロックを使いましたが、今回の工作ではすべて51 $\Omega$ (緑茶黒金)の抵抗とセットで使うので、右の図のように、抵抗と一緒に一つのブロックにのせておきます。LEDの向き(長い足が+)に注意しましょう。



LED+抵抗51 $\Omega$ 緑茶黒金



## ① コンデンサーのはたらき



スイッチを左にスライドすると、コンデンサーの+側が電池の+とつながり、電気が流れ込んでたまります。これを**充電**といいます。電池でも充電できるものがありますね。コンデンサーの充電は一瞬で終わります。

次にスイッチを右にスライドすると、コンデンサーの+側がLEDの方につながって、コンデンサーに溜まっていた電気がLEDを光らせます。これを**放電**といいます。ほんの1~2秒ですが、確かに光りますね。このようにコンデンサーはちょっとだけ電気をためておくはたらきをします。

準備ができたらさっそく実験です。左の図の回路を組んでみてください。

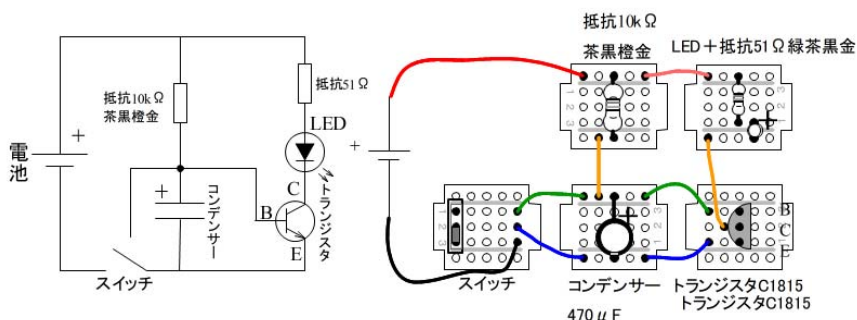
コンデンサーの図記号は電池の図記号と似ていますが、コンデンサーは両方とも同じ長さの線です。+-の区別がある場合は図のように+が書いてあります。

はじめが一番大きい470 $\mu$ Fを使います。

## こんな実験もしてみよう

- ・コンデンサーを4.7 $\mu$ Fや47 $\mu$ Fに交換してみよう。LEDの光る時間はどう変わるかな。

### ② フワーツとつくライト



次の実験では10k $\Omega$ の抵抗とトランジスタを加えます。

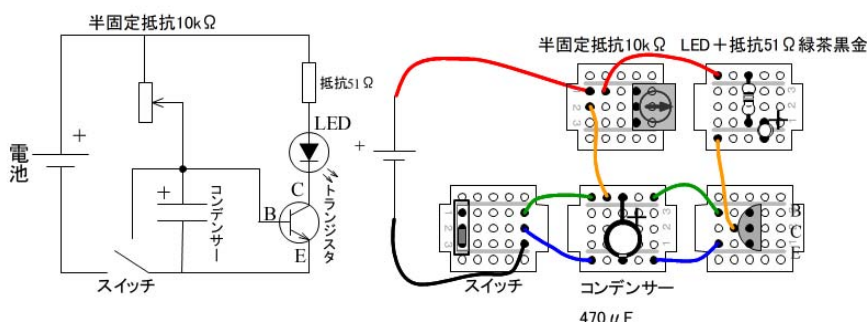
左のように回路を組みます。トランジスタとメロディICを間違えないこと。表面に小さな字でC1815Lと書いてあるのがトランジスタです。向きも間違えないように、図をよく見て確かめましょう。

この回路では、スイッチを下にスライドすると、LEDがフワーツと明るくなってきます。スイッチを上スライドすると消えます。スイッチが下の時は、上の10k $\Omega$ の抵抗から電気が流れ込んできてコンデンサーにたまっていきます。抵抗があると電気が流れにくいので、たまるのに時間がかかります。たまるにしたがってトランジスタのベースBに流れる電気が増えて、LEDがしだいに明るく光るようになります。スイッチを上スライドすると、コンデンサーの+をショートすることになるので、コンデンサーは放電し、最初の状態に戻ります。

## こんな実験もしてみよう

- ・抵抗とコンデンサーの組み合わせをいろいろに変えてみよう。明るくなるまでにかかる時間はどう変わるかな。

### ③ フワーツの時間を調節する



①の実験の応用編です。抵抗とコンデンサーの値がフワーツの時間を決めていることがわかりました。

10k $\Omega$ の抵抗を可変抵抗に変えれば、時間を自由に調節できそうですね。左の図の回路を組んで実験してみましょう。

可変抵抗のつまみを左に回すとゆっくりと、右に回すと早くつくようになります。なお右に回しきってしまうと、LEDに十分な電圧が加わらなくなるので、消えてしまいます。ほどよいところで止めておきます。

## こんな実験もしてみよう

- ・可変抵抗のかわりにCdSを使ったらどうかな。何が起こるでしょう。穴の位置を工夫してね。まわりの明るさを変えたり、懐中電灯の光を当てたりして実験してみよう。

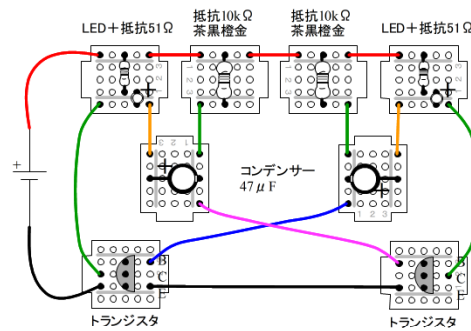
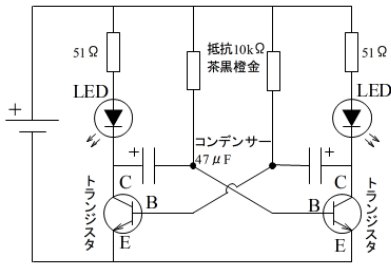
### たとえ話

②や③の回路で抵抗や可変抵抗の部分を水道の蛇口と考え、コンデンサーをコップやバケツだと思ってください。小さいコップだと、水はすぐにいっぱいになってしまいます。バケツだと水位が上がるのに時間がかかります。コンデンサーの $\text{○○}\mu\text{F}$ という数字は、電気の入れ物の大きさを表していると考えればいいでしょう。

一方、蛇口を開いて（抵抗を小さくして）水をどんどん流せば、同じ入れ物でも早くいっぱいになりますね。抵抗とコンデンサーの組み合わせで、時間を調節することができます。

②や③のトランジスタはコンデンサーの水位（電圧）を見て、スイッチの役割をしています。

## ④ 自動点滅回路



さあ、それでは超難問に挑戦してみましょう。大学レベルです。できたらえらい。

ブロックを全部使います。ジャンパ線も総動員。長いのも使わないと足りないかも。

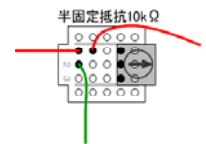
回路図が左右対称になっていることに注目すると整理しやすいかもしれません。ブロックの置き方に注意。コンデンサーのブロックはこれまでと向きが違います。また、左右で逆向きになっていることに注意しましょう。一方、トランジスタの向きは左右どちらも同じ向き、足の順番は下からE C Bです。左の回路図と実物で配列が違うので十分注意してください。

正しく配線できれば、電池をつないだとたんに、赤と緑のLEDが交互にチカチカ点滅し始めます。専門用語で「無安定マルチバイブレータ」という回路ですが、名前をおぼえる必要はありません。

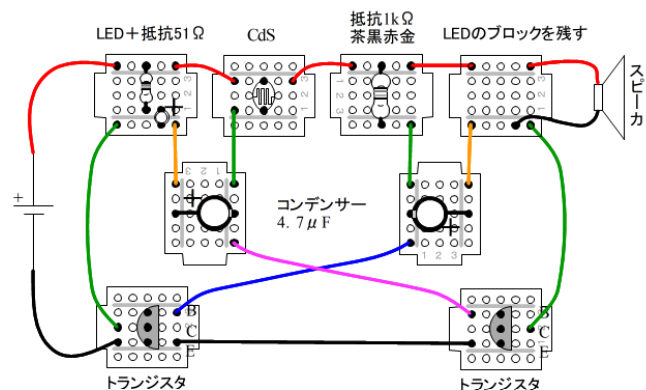
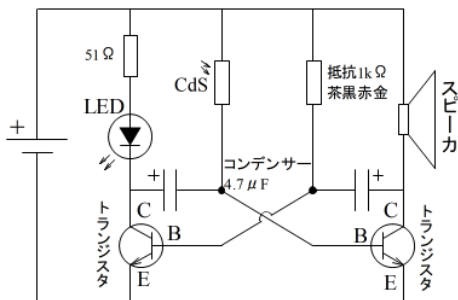
5年生以上の団員は昨年度の2月活動の電気工作で作った回路をおぼえていますか。はんだ付け工作で作ったあの回路と同じ仕組みです。

### こんな実験もしてみよう

- 10kΩの抵抗のところを、他の抵抗に変えてみよう。点滅の速さはどう変わるかな。
- どちらかの10kΩを可変抵抗に交換してみよう。配線のしかたのヒントは右図。
- どちらかの10kΩをCdSに置きかえてみよう。明るさで点滅はどう変わるかな。
- コンデンサーを4.7μFや470μFに変えてみよう。目にもとまらぬ速さになったり、止まったのかと思うほどゆっくりになったりします。左右で違うコンデンサーだったらどうなるかな。



## ⑤ 電子ブザー



最後はこれにチャレンジ。④の応用なので、④までできていれば簡単なはず。

コンデンサーは両方とも4.7μFに、抵抗はCdSと1kΩに変更します。それから、右側のLEDのところをスピーカに置きかえます。スピーカは直接配線もできますが、④の回路のLEDのブロックをそのまま使うのがわかりやすいでしょう。LEDをのせたままでもいいですが、光りません。

基本的には④と同じ回路ですが、点滅が速くて(1秒間に数十回～数百回)目では確認できません。そのかわり、スピーカを流れる電流が断続するので、その変化を「音」として聞くことができます。ブザーというよりうめき声のような音ですが、音の高さが明るさにより変化します。

### こんな実験もしてみよう

- CdSのところを懐中電灯で照らしてみよう。光の当て方や距離を変えると音はどうなるかな。
- うまく調節したら楽器にならないかな。

### 最後に

以上、お楽しみいただけただけでしょうか。今回は報告の必要はありませんが、感動した人は感想をメールで送ってくればかたつむりで紹介します。④と⑤はとてもむずかしいので、うまくできなくても悲観することはありません。チャレンジし、工夫することに意義があります。