

中学生向け公開講座における電子回路工作

名古屋工業大学 情報解析技術課

島田 美月

shimada.mitsuki@nitech.ac.jp

1. はじめに

名古屋工業大学技術部が主催する中学生向け公開講座「ものづくりに挑戦！」に、2012 年から 4 回「電池一つでひかる LED ライト」というテーマで担当者として参加して来た。工学の知識が無くても「繋がれば光る ($=0 \text{ or } 1$)」、「光の強さが変わる ($I=V/R$)」という事を、楽しみながら体験出来る電子回路工作を目標に内容の調整を行い「難しいけど面白かった」と言って貰えるようになった。その変遷とまとめを紹介したい。

2. 電池一つで出来る事

2011 年 3 月の震災の時、被災地に送るために集められた大量の電池の報道と、ネット上で多くの被災者の「小さくても良いから夜真っ暗にならない様に灯りが欲しい」という書き込みを目にし、簡単な電子工作で長寿命な LED ライトを作る方法を紹介出来ないだろうか、と考えた。お手軽な方法としては「ボタン型リチウム電池を LED 電球の足で挟んでセロテープ止め」があるが、いざという時にも使いやすいうように、ポピュラーな単三電池を使って、その種類や新旧の混用を気にする必要が無いように⁽³⁾、電池一つで LED を光らせる電子回路を中学生に紹介する目的で、公開講座のテーマを立ち上げることにした。

3. 中学生向け電子回路工作の難度の調整

電池を単三形に限定しても、公称電圧が 1.2V ニッケル・カドミウム電池や 1.5V のマンガン乾電池で LED を発光させるための順方向動作電圧（赤(黄緑)2.0V、青(緑)3.6V）を確保するには昇圧する必要がある。直流電流を昇圧するには、一旦発振回路を通して交流に変換し、その振幅を変圧器で目標の値に増幅し、直流に戻す、という複雑な手順が必要になり、更に LED の許容電圧を超えない様に電圧を安定化させなければならない⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾。公開講座に来てくれる中学生全員が「科学に興味があつて数学や理科が得意」とは限らないので知識と経験が全くなくても完成させられる様に、昇圧には市販の 5.0V DC-DC コンバータ⁽¹⁰⁾を使い、その原理については詳しくは触れず、質問されたら答えるという事にした。2012 年度の初開催の時は、ハンダ工作で「繋がれば光る ($=0 \text{ or } 1$)」、IC 内蔵型イルミネーションフルカラー LED で「光の強さが変わる ($I=V/R$)」を体験して貰ったが、工作部分を単純化しすぎた様で、器用な子は 45 分程度で完成させてしまい、2 時間の予定が随分余ってしまった。中学生は 1 年生と 3 年生でかなり理解度が違い、個人的な差も大きいので、難度を急に上げるのは避け、2 年目は初年度の回路のスイッチ部分を CdS セルを用いた光センサに置き換え、電子回路の最も代表的な素子であるトランジスタを触って貰う事した。図 1 に公開講座のテキストに載せた回路図と写真を示す。

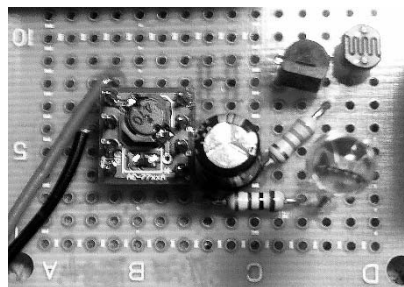
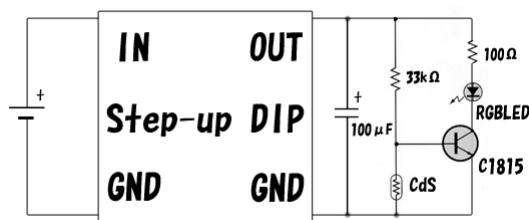


図1 CdS セルとトランジスタを使った光センサ付き LED ライト

時間が余った時の為に、簡単な折紙でランプシェードを作れる様に折図⁽⁸⁾とトレーシングペーパーも用意していたが、3本足でトリッキーな接続をしなければならないトランジスタの扱いに意外と時間がかかり、また、回路が出来上がってから「CdS セル部分を暗くするとすぐ反応して光る」事を様々な方法で試す子が多く、あまり興味を持って貰えなかった。ただし、一人だけ電子回路でなく折紙に惹かれて申し込んできた子も居た。

2年間やってみて、中学生の多くは「何故光るのか」より「作った物で何が出来るのか」に興味があり、理論を通して正しく接続させるより、トライアンドエラーを繰り返し繋がる方法を見つけさせる方が、楽しんで工作して貰えると感じた。それらを踏まえて、3年目は最終的な完成品の難度を高めに設定し、そこに至るまでを幾つかの段階に分け、小さな完成を積み重ねてゴールを目指して貰える様に作り変えた⁽⁴⁾⁽⁵⁾。工作は何度も繰り返し試せるように、ハンダを使わずブレッドボードに素子を挿す事にし、LED は手動で変色させられる RGB フルカラーカソードコモンに変更した。光の色の変化を観察して貰うので、テキストに注意書きした上で LED には散光キャップを付けた状態で配布し、スタッフ側にも子供たちが長時間見続けられない様注視するようにお願いした。

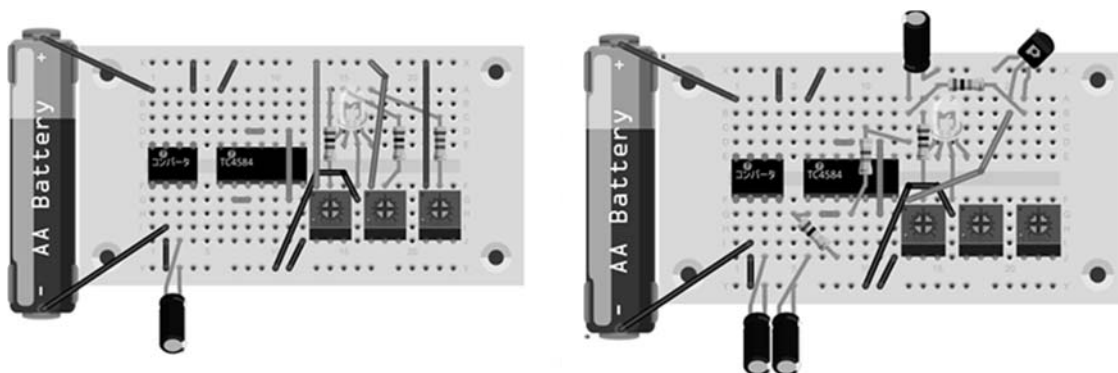


図2 (左)LED の色が可変な回路 (右)緑 LED が周期可変でゆっくり点滅する回路

回路の難度は大きく分けて5段階で、簡単に繋いでLEDが光る回路、可変抵抗を繋いで光の強さ(色)を変化させる回路、RGB(赤緑青)の内、最も人間の目が感応しやすい⁽⁷⁾GのLEDに対してインバータICと遅延回路を付けて周期可変でゆっくり明滅する回路、それに遅延回路なし周期可変ではっきり点滅するRBのLEDを加えた回路で完成とした。

もし更に興味を持って工作する子がいたら、3色とも遅延回路無し、または3色とも遅延回路ありのパターンも作れる様にオマケと称して回路図と追加用の素子を用意し、逆に回路が複雑すぎるという子が居たら工作はスタッフが代行し、シェードだけでも折紙で作って貰えるように折図⁹⁾とトレーシングペーパーも用意しておいた。

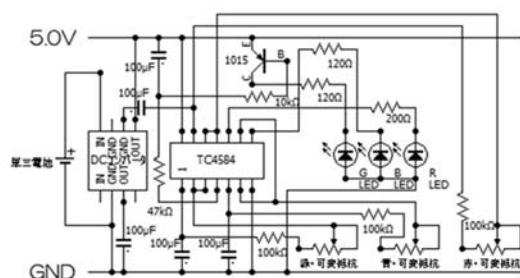
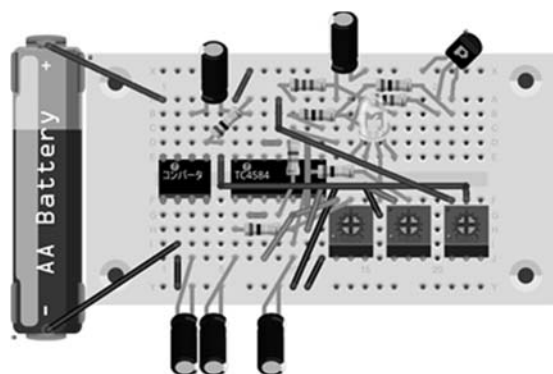


図3 緑LED遅延回路あり、赤青LED遅延回路なし可変周期で点滅する回路

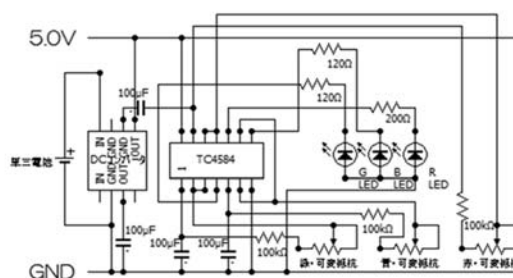
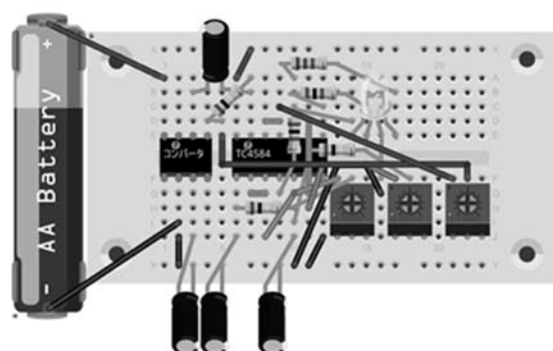


図4 3色とも遅延回路なし可変周期で点滅する回路

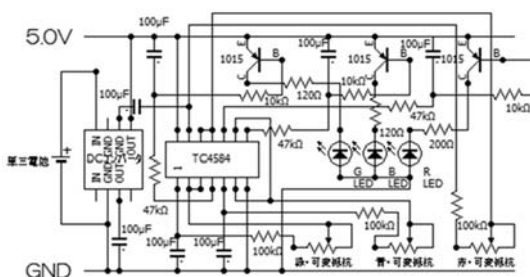
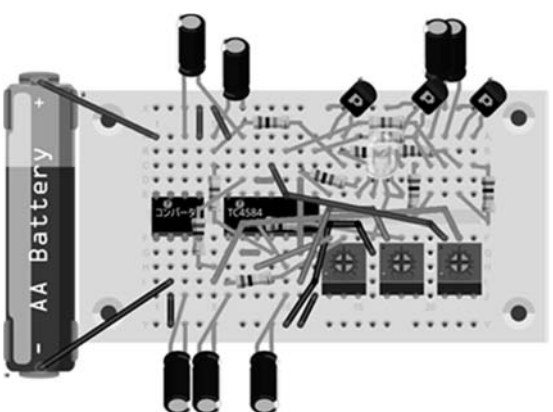


図5 3色とも遅延回路あり可変周期で点滅する回路

テキストの写真とスタッフの作った見本を3人に一つ置いて、見ながら作って貰ったが、抵抗の色や素子の足が見にくいという苦情が多く、解りにくいという印象を与えてしまっ

た様で、アンケートも残念ながら「楽しかった」という声は少なかった。そこで、4 回目の 2015 年度は、図 2～5 の様なカラー印刷の捕捉資料を当日配布した。テキストと回路は変更していなかったにも関わらず、子供たちの反応が良く、中には図 2（左）の色が変わるだけの回路の可変抵抗をずっと弄っている子も居た。段階を踏んで、何度もやり直して確かめる事が出来る様にした為か、それぞれ興味のある回路を完成させる事で満足感を得て貰えた様である。また、流石に完成には至らなかったが、参加した 11 人中 5 人がオマケ分の回路の為に必要な素子の持ち帰りを希望してくれた。折紙の方も、入り組んだ回路に取り組む合間の気分転換にやってくれた様である。そしてアンケートには「難しいけど面白い」という科学への興味を誘起したと思える言葉が多数見られた。

4. まとめ

中学生の多くは、抵抗などの素子とその値の区別はできても、それが具体的にどう作用するか等は気にならない様である。しかし十分な道具さえ揃っていれば、何の疑問もなくパズル感覚で楽しみながら、かなり複雑な回路でも組む事が出来る。それらを踏まえて同等の難度の回路を色々展開していこうと考えていたが、市販の安価な省エネ LED ライトが普及するようになった事と、名工大の中学生向け公開講座「ものづくりに挑戦！」が 2016 年度から対象を小中高生に広げた「名工大テクノチャレンジ」に変わる事から、「電池一つ」に拘る事をやめて、次回からは対象を中高生に広げたロジック IC やマイコンを使ったブレッドボード電子工作を紹介していく予定である。高校生が回路や素子の種類や性質に、どれ位関心を示すか、また試行錯誤しながら難度を調整していきたいと考えている。

謝辞

中学生に電子工作を体験して貰うテーマを企画する機会を与えて下さった名工大技術部の皆様と、手さぐりで調整したその内容づくりについて、纏める機会を与えて下さった三重大学技術部の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 加藤 芳夫 著 LED 電気工作ガイド 誠文堂新光社
- 2) 遠藤 俊夫 著 わかる！電子工作の基本 100 秀和システム
- 3) 三洋電機(株) 監修 よくわかる電池 日本実業出版
- 4) Nicolas Collins 著 Handmade Electric Music オライリー・ジャパン
- 5) Charles Platt 著 Make : Electronics オライリー・ジャパン
- 6) E・フレッド・シューベルト 著 発光ダイオード 朝倉書店
- 7) 城 一夫 編著 色のしくみ 新星出版社
- 8) 折紙シェードの折り方 川村みゆき 大人の科学 Vol.29 学研
- 9) ポール・ジャクソン 著 デザイナーのための折りのテクニック 文化出版局
- 10) 秋月電子 <http://www.akizukidenshi.com>