

コンピュータを使う L チカを行う前の前提知識について About prerequisite knowledge of flash LED before using computer

土肥 紳一†
Shinichi Dohi

1. はじめに

ここで紹介する取り組みは、2023 年 11 月に、岡山県の某中学校の 3 年生が 3 名、別の日に東京千住キャンパス近隣の中学 1 年生の約 10 名の訪問があり対応したことが始まりである。近年、地域貢献の要望が届くようになり、子供が電子工作に興味を持たせるための工夫を考えるようになった[1]。そこで着目したのが、発光ダイオード(LED Light Emitting Diode)をチカチカと点滅させる L チカである。L チカはシングルボードコンピュータを使った制御で実施することが一般的である。シングルボードコンピュータに LED を複数組み込み、プログラムで制御できる製品もあるが、このように組み込まれてしまうと、使用する LED 素子の特徴や性質を理解することは困難である。本論文では使用する LED の素子や使用する電子部品に着目し、コンピュータを使わない手動による L チカに焦点を当て、そこに隠れているハードウェア固有の問題を取り上げ、コンピュータを使った L チカへ発展させるための準備について述べる。

2. 豆電球の点灯

受講対象は中学生辺りを想定している。L チカにたどり着く前に、豆電球の点灯を体験することが出発点だと考えている。使用した豆電球は 1.5V で、単三電池にリード線を接続することによって点灯できる。豆電球をもう一つ並列接続すると 2 つの豆電球が点灯する。電池の極性を逆にしても点灯する。豆電球を直列に接続すると、点灯するが暗くなる。単三電池を 2 本直列に接続すると並列接続の場合とほぼ同じ明るさで点灯するはずである。豆電球にばらつきがあるためか、点灯時の明るさに違いがあることを体験した。この様子は図 1 の左に示した。直列接続では顕著な差となった。この様子は図 1 の右に示した。ソケットが原因の可能性もあり、豆電球のソケットを交換しても同じであった。やってみることで、想像しない結果を体験できた。

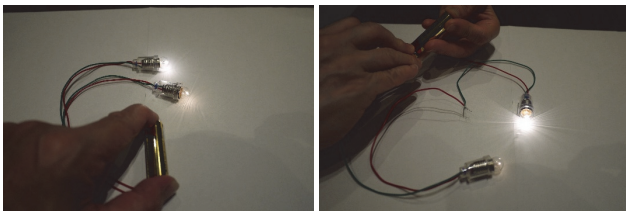


図 1 豆電球の点灯(左は並列接続, 右は直列接続)

3. ブレッドボードの活用

手で豆電球と電池を接続することは、使用する部品が少ないうちは対応可能であるが、部品が増えてくると手での

接続は難しくなる。このような状況を解決するのがブレッドボードである。半田付けをしなくても、電子回路を組み立てることができる。タクタイルスイッチ(以下スイッチと略)を使って点灯する。なお、電池ボックスは手元に 2 個直列のものしかなかったため、単三電池を 1 個組み込み、電池のマイナス側の電極にジャンパー線を挟み、対応した。この様子を図 2 に示す。ブレッドボードの存在は、前提知識として重要である。

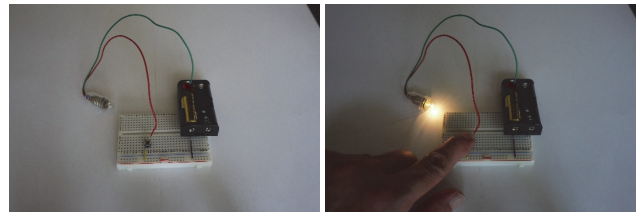


図 2 スイッチを使った点灯(左は off, 右は on)

シングルボードコンピュータで L チカを行うことを想定すると、シングルボードコンピュータの GPIO(General-purpose input/output)に直接 LED を接続できることが望ましい。多くの電流を必要とする場合は、トランジスタを使って電流増幅を行うことが必要になり、部品数が増える。最近の LED は 1mA 程度の電流で明るく点灯するものが出てきた。色も豊富になり、赤、青、緑、黄、橙色などがある。LED は豆電球と同じように直接電池に接続することはできず、電流制限抵抗を介して接続する。豆電球の場合は電圧が低くなると暗く光るが、順方向電圧が不足する場合、LED は点灯しない。また LED には極性があり、逆方向に電流は流れない。発光することについては豆電球も LED も同じであるが、LED 固有の性質を前提知識として理解し、体験しておく必要がある。

まずは、1 個の LED を手動で L チカすることを考える。使用する部品は LED の他に、電流制限抵抗(220Ω, 1/4W)、ブレッドボード、スイッチ、ジャンパー線、電池ボックス、単三電池 2 個である。LED の個数を 3 個に増やし、電流制限抵抗、スイッチ、ジャンパー線を追加し、手動での 3 個の L チカである。ブレッドボード上の配線の様子を図 3 の左に示した。3 個の LED を発展させ、3 色の LED を 1 個用意し、手動での L チカである。ブレッドボード上の配線の様子を図 3 の右に示した。

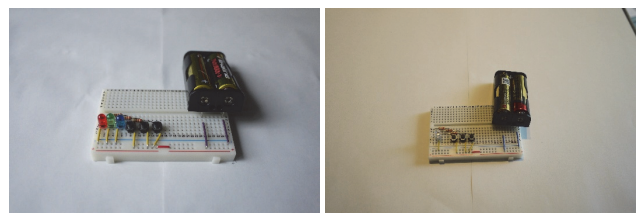


図 3 手動 L チカ(左は 3 個の LED, 右は 3 色の LED)

†東京電機大学システムデザイン工学部 Tokyo Denki University School of System Design and Technology

4. LED の並列接続

LED も豆電球と同様に並列接続を行うことができる。順方向電圧が同じ LED を 2 個使い、コモン側に電流制限抵抗を 1 個入れスイッチを同時に押すと同じ明るさで点灯する。順方向電圧が 1.8V~2.2V の赤色の LED と、2.8V~3.4V の青色の LED に同様のことを行くと、順方向電圧がもっとも低い赤色の LED が点灯する。豆電球の場合とは異なる性質が隠れている。瞬時にどれか 1 つの LED しか点灯しない制御の場合は、コモン側に電流制限抵抗を入れることでも良いが、同時に点灯させる場合は、コモン側でない電極に個々の電流制限抵抗を入れる前提知識が必要である。この様子を図 4 に示す。スイッチは省略した。

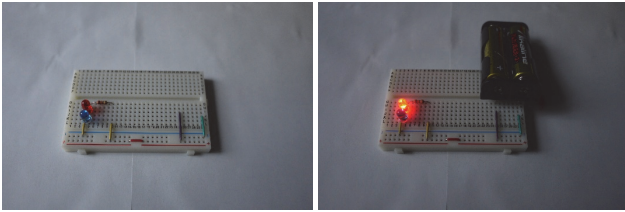


図 4 LED の並列接続(左は通電前, 右は通電後)

5. 部品の配置と配線の工夫

16 個の LED を一列にブレッドボード上に配置する場合、一直線上に配置するとブレッドボードをはみ出す。使用したブレッドボードは 1 つの列穴の数が 6 個で 30 行のものを使用した。LED にはアノードとカソードの電極が付いているため、ブレッドボードの 2 行の穴を使うことになる。8 個の LED では 16 行の穴を必要とし、16 個では 32 行の穴が必要になり不足する。この問題の解決策として、2 個の LED を一組と考え、アノードまたはカソードの電極のどちらかを共通(コモン)にし、LED を上下にずらして配置する。このような接続方法はアノードコモンやカソードコモンと呼ばれ、前提知識として知っておく必要がある。

他の部品の応用として、1 つのセグメントの中に 3 色が入り 10 個並んだ RGB LED Array(OSX10201-LRPB2)や 1 つのドットの中に 3 色が入り 8 行 8 列に並んだ RGB DOT Matrix(OSL642372-ARGB)などの LED が集約された部品を扱う場合は、回路図からどこに電流制限抵抗を入れ、スイッチと接続すれば良いかを考える前提知識が必要である。これらの部品は、アノードコモンやカソードコモンが多く使われている。これらの様子を図 5 に示す。

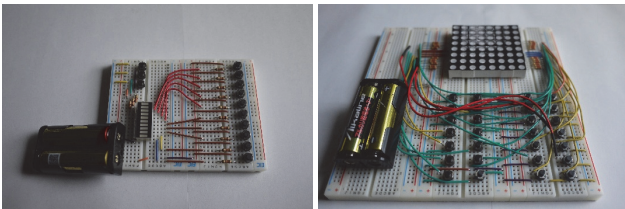


図 5 手動 L チカ(左 RGB LED Array, 右 RGB DOT Matrix)

6. 目指す L チカ

目指す L チカはマイクロコンピュータに Raspberry Pi Pico 2W を使用し、128 個の LED の L チカを行うことである[2]。Raspberry Pi Pico 2W には 26 個の GPIO が付いているが、この個数では 128 個の LED を制御することはできない。そこ

で I2C インタフェースを使って 16 ビットの IO エキスパンダー (MCP23017) を 8 個使い、128 個の LED を制御する。

1 つの IO エキスパンダーは両側に 8 つのポートが並んでおり、A ポートと B ポートと呼ぶ。3 つのブレッドボードを横に接続し、中央のブレッドボードに IO エキスパンダーを、左右に 8 個の LED を配置し、32 個の LED が一塊になった 1 ユニットの構成する。電源は単三電池を 2 本直列に接続し 3V で駆動する。1 ユニットの縦と横に 2 個ずつ組み合わせ 128 個の LED を構成する。この様子を図 6 に示す。L チカの延長線上にはこのように多くの LED も制御できることを見せ、学習意欲を高めることを期待している。

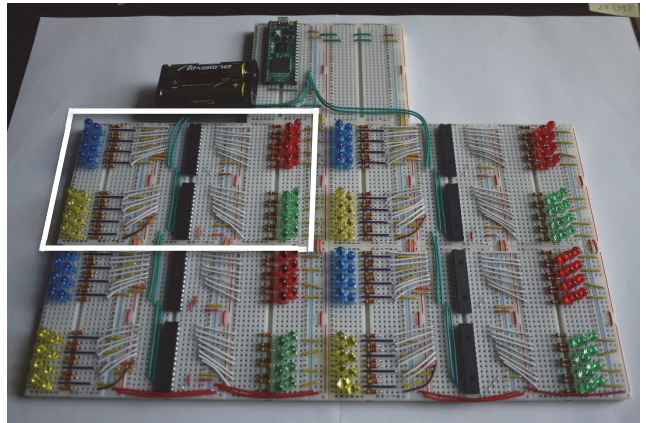


図 6 128 個の LED の L チカ(白い補助線が 1 ユニット)

Raspberry Pi Pico 2W は Micro Python でプログラムを実行できる。開発環境はノート PC に Thonny をインストールし、ノート PC で開発したプログラムは USB ケーブルを介して Raspberry Pi Pico 2W に保存する。この時、main.py の名前で保存しておくこと、ノート PC が無くても Raspberry Pi Pico 2W に電源を接続すると自動的にプログラムが実行される仕組みとなっている。

7. まとめ

中学生辺りを対象とした内容にするためには、開講時間やコストについても検討する必要がある。コンピュータを使う L チカを行う前の知識として、電子部品に触れ、どのような性質が隠れているのかを知ることは重要である。また開講形態によって組み立てる規模を調整する必要がある。1 個の LED の L チカでは達成感が少ない。3 個の LED や 3 色の LED の L チカで助走をつけ、電流制限抵抗や極性の関係を理解した上で 32 個程度の 1 ユニットの目標にハードウェアを完成させ、そのあと、Raspberry Pi Pico 2W の Micro Python で制御する内容の流れが良いと考えている。

今後は本学の D-SciTech のプログラムとして公開できるように仕上げて行く予定である。本学の地域連携のプログラムによって、電子工作に興味を持つ生徒を増やしたい。実施結果については、今後の FIT で報告する予定である。

参考文献

- [1] TDU 社会・地域連携事業公開講座 D-SciTech プログラム, <https://www.dendai.ac.jp/about/regional/experience/01.html>, 2025 年 6 月 13 日閲覧
- [2] Raspberry Pi Pico 2W, <https://raspberrypi-ksyic.com/main/index/pdp.id/1178/pdp.open/1178>, 2025 年 6 月 13 日閲覧