

# 教材用 LED バーサライト（フリフリ LED）の開発

葉山 清輝<sup>1,\*</sup> 山崎 充裕<sup>2</sup>

## Development of LED Persistent of Vision Display (Furifuri-LED) for Education

Kiyoteru Hayama<sup>1,\*</sup>, Mitsuhiro Yamasaki<sup>2</sup>

Hobby electronics is a good opportunity to learn electronics engineering. In this study, the 8-bit Persistent Of Vision (POV) display named Furifuri-LED is developed for educational material. Another POV display with different configuration are also developed. The POV display is utilized for the subject of our open campus, public lecture etc.

キーワード：LED バーサライト, POV, AVR マイコン, ATmega328P

**Keywords** : POV display, Persistent Of Vision, AVR, microcontroller, ATmega328P

### 1. はじめに

電子工作は電子情報系の技術を身近に感じてもらえる機会であり、本校のオープンキャンパス、公開講座、出前授業でもよく行われている。安価で短時間に工作でき実用的な面白さもある電子工作の題材として光の残像を利用して空間に文字を表示する LED バーサライト（海外では、Persistent Of Vision, POV）のキットを開発した。市販の LED バーサライトは、あらかじめ文字列や点灯パターンが記録されているか、または PC 上で編集した文字列を PC に接続して転送するものが殆どである<sup>1)</sup>。開発した LED バーサライトは、文字フォントを内蔵のプログラム領域に記録しておき、ボード上に備えられた押しボタンの操作により任意の文字列を入力し記録できるものである。これを我々は「フリフリ LED」と命名して、実際に出前授業等で活用した事例も報告する。

### 2. フリフリ LED の開発

#### 2.1 概要

図 1 は開発したフリフリ LED の概観である。左から右に早く振ると高速に点滅している LED の残像により文字が浮かび上がる。初期の文字列として入力されている「くまもとうせん」を表示した例を図 2 に示す。任意の文字列を 4 つのボタンを使って入力できる（最大 25 文字）。単 3 型乾電池 2 本で動作可能である。

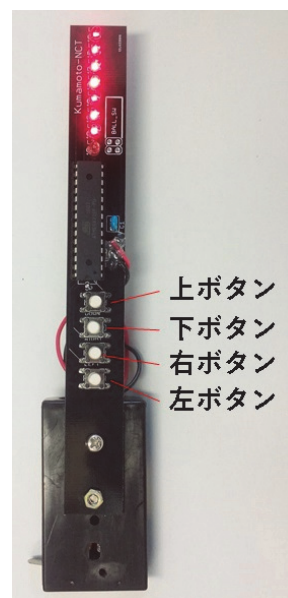


図 1 フリフリ LED の概観



図 2 サンプル文字列「くまもとうせん」の表示

<sup>1</sup> 拠点化プロジェクト系  
〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2  
Faculty of Project Centers,  
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

<sup>2</sup> リベラルアーツ系  
〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2  
Faculty of Liberal Arts,  
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

\* Corresponding author: Faculty of Project Centers,  
E-mail address: hayama@kumamoto-nct.ac.jp (K. Hayama).

#### 2.2 操作方法の説明

スイッチの働きは、以下のように割り当ててある。  
上ボタンスイッチ：アルファベットの逆順に文字を戻す、  
長押し可能。

下ボタン：アルファベット順に文字を送る、最後に空白、濁点など。長押しで自動送り。  
 右ボタン：次の文字へ、約 2 秒長押しでモード切替え (入力モードと表示モード)。  
 左ボタン：前の文字へ、約 2 秒長押しでメモリ消去、更に 2 秒長押しでデモ表示。

操作手順を以下に記す。

- 1) 単 3 電池 2 本を電池ケースに入れ、スイッチを投入する。左ボタンを長押しすると 2 秒ほどで一度点滅の仕方が変わり、そのまま更に 2 秒ほど押し続けると初期文字列が表示される。ボードを左から右に振ると「くまもとこうせん」と文字が残像で表示される。逆にふると文字がひっくり返って見える。
  - 2) 任意の文字列を入力する場合、まず左ボタンを長押ししてメモリを消去する。この状態でボードを振ると“あ”の文字が連続して表示される。
  - 3) 上ボタン、下ボタンで表示したい文字を選ぶ。文字は左右にふれば残像で確認できる。
  - 4) 右ボタンを押すと空白になるので次に表示したい文字を選ぶ。同様に右ボタンを押しながら上下のボタンで文字を選んでいく。
  - 5) 右ボタン、左ボタンで文字を送ることで、入力した文字列の確認ができる。修正したい時は修正したい文字が表示されたところで上下のボタンを使って文字を選び直せる。
  - 6) 文字の選択が終わったら右ボタンを約 2 秒長押しする。すると表示モードが切り替わり、入力した文字が左に流れながら表示される。
- なお、表示モードを切り替えたときに文字列がマイコンの内部に記録されるので、電池を抜いても (電源スイッチを切っても) 記録は保持される。再度電源を入れたときは表示モードになっている。文字を選択しなおしたいときは、右ボタンを長押しして入力モードに切り替えるか、左ボタンを長押ししてメモリを消去する。

### 2.3 フリフリ LED の回路

フリフリ LED の回路を図 3 に示す。AVR マイコン (ATmega328P, Microchip Technology 社<sup>(2)</sup>) のデジタル出力に設定されたポート B に LED が 8 個並列に接続されて

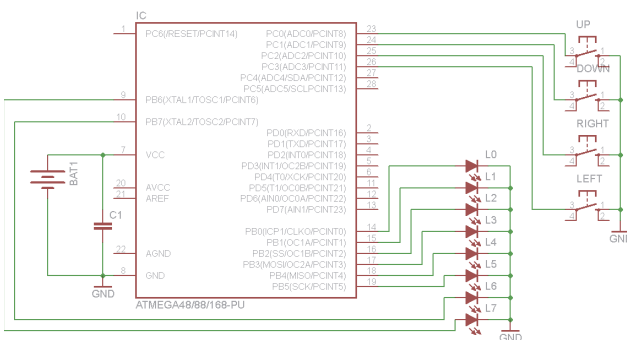


図 3 フリフリ LED の回路

いる。また操作はマイコンへの入力ポート C の PC0 から PC3 の 4 本に接続されたスイッチで行う。電子工作キットとして提供する場合はプログラム書き込み済みのマイコンを用意しておく。製作を容易にするため、部品点数を少なくし、専用の基板を設計し外注した。使用部品の配置と部品名がシルク印刷されており、部品表 (表 1) と対比しながら部品をハンダ付けすればよい。部品価格の合計は 500 円程度となった。

表 1 フリフリ LED の部品表

概観	部品名	個数	概観	部品名	個数
	マイコン (プログラム入り)	1 個		ネジ, ナット	各 2 個
	LED	8 個		タクトスイッチ	4 個
	電池ケース (単 3 型 2 本)	1 個		コンデンサ 0.1 μF	1 個
	基板	1 枚			

### 2.4 フリフリ LED のソフトウェア

プログラムの開発には、AVR の発売元である Microchip 社が無償で提供している統合開発環境の Atmel Studio 7<sup>(3)</sup> を使用した。マイコンのプログラム書き込みには Microchip 社の ISP ツールである AVR-ISPmkII を使用している。

ソフトウェアは、LED による残像表示、キー入力処理、モード管理、フォントより構成されている。フォントについて、小学生対象を想定してひらがなフォントを 8×8 ドットで、中学生以上の対象を想定してアルファベット及び記号を 8×5 ドットで独自に作成した。

フォントの作成を効率良く行うために、図 4 に示すフォ

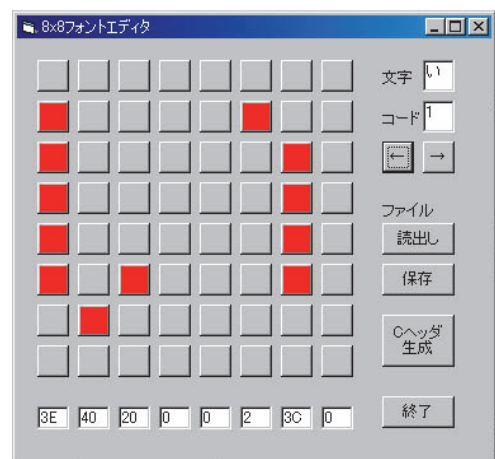


図 4 8×8 フォントエディタ

ントエディタを VisualBasic を用いて別に開発した。作成したフォントデータは、ヘッダファイルとして利用できるテキストファイルとして出力できる。

### 3. フリフリ LED の活用事例

開発したフリフリ LED を活用してもらえるように A4 版で 2 ページの製作・操作マニュアルを用意した。製作時間は、半田付け経験者で 15 分程度、未経験者でも 30 分程度あれば完成できる。

フリフリ LED は平成 30 年度末に開発を行い、令和元年度に以下の 2 件の活用事例がある。その結果、小学校高学年程度から製作は可能であった。操作方法もマニュアルを読めば受講対象者のほとんどが習得可能であった。

- 1) 近隣中学校にて開催した出前授業
- 2) 高専ハカセ塾 2019 (図 5)

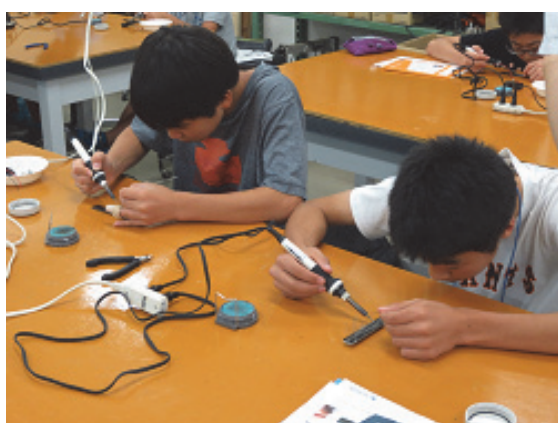


図 5 フリフリ LED の活用事例 (高専ハカセ塾 2019)

### 4. 開発したフリフリ LED のその他のバリエーション

これまで述べたフリフリ LED は 8 ビットの LED により構成され、ひらがな、カタカナ、英数字、記号の表示は可能であるが、漢字の表示が難しい。そこで、図 6 に示す 16 ビット版のフリフリ LED も設計、製作し漢字表示も可能となった。フォントデータ作成の支援として 16×16 のフォントエディタも別に作成しており、著作権フリーの漢字フォントから文字データをダウンロード後にフォントを修正できるようにしている。

フリフリ LED を教材として用いた時に未経験者には半田付けは難しく、半田点数が多いと製作にも時間がかかるため、前述のフリフリ LED に用いたマイコンより小規模な AVR マイコン (ATtiny2313) を用いて電池ボックス (単 3 × 2 本) のサイズに基板サイズを縮小したものも設計・製作した。入力できる文字数や操作性についての機能は限定されてしまうが、ATmega328P を用いたフリフリ LED の半田点数入力が 64 点なのに対して、ATtiny2313 を用いた物は半田点数が 48 点に削減でき、演習時間も削減できる。



図 6 16 ビット版

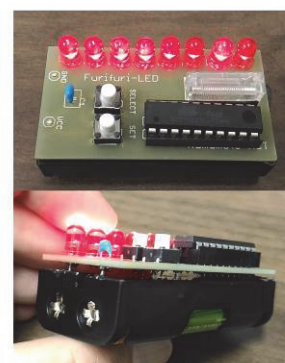


図 7 電池ケースサイズ

### 5. おわりに

開発したフリフリ LED のキットは、実際に出前授業等で活用して好評を得ることができた。フリフリ LED の回路、ソフトウェア、及びフォント作成エディタは研究室のホームページで公開しており<sup>(4)</sup>、申し出があれば電子データの提供も可能である。既に問い合わせに応じてソースファイルの提供などを行っており、今後も広く教材として利用して頂ければ幸いである。

(令和元年 9 月 25 日受付)

(令和元年 12 月 5 日受理)

### 参考文献

- (1) [https://www.i-tex.co.jp/basa\\_pamphlet.pdf](https://www.i-tex.co.jp/basa_pamphlet.pdf) (accessed Sept. 22, 2019).
- (2) ATmega328P – 8-bit AVR Microcontrollers, <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega328P> (accessed Sept. 22, 2019).
- (3) Atmel Studio | Microchip technology, <https://www.microchip.com/mplab/avr-support/atmel-studio-7>, (accessed Sept. 22, 2019).
- (4) <https://cpu4edu.net/download/>, (accessed Sept. 22, 2019).