

# Broccoli – 回路作成のための学習用機器の提案

小椋 恵太<sup>1</sup> 丸山 一貴<sup>1</sup>

**概要:** 近年、電子回路は誰でも知識や経験が無くとも手軽に製作することが出来るようになってきた。しかし、回路の仕組みを理解することは電子素子について学ばなければならず、初学者にとって高いハードルとなっている。本研究の目的は、ユーザが作成した回路の動作を PC 上で視覚的に確認でき、電子素子が回路上でどのように動作するのかについて理解が進み、結果として回路作成に対する抵抗感を減らすことである。この目的のため、様々な種類のモジュールを繋ぎ合わせ、電子工作が行えるシステム「Broccoli」を制作した。

## Broccoli – a Circuit Simulator and Block Devices for Beginners

KEITA OGURA<sup>1</sup> KAZUTAKA MARUYAMA<sup>1</sup>

**Abstract:** In recent years, electronic circuits become easy to be built for even beginners without precise comprehension or experience by plentiful examples on the Internet. However, we still have to understand their mechanisms to design our own circuit and it is difficult for beginners to do it. We have implemented “Broccoli” to reduce the difficulty. Broccoli consists of two components: (1) some kinds of modules connected to each other and (2) a simulator software which runs on PC and visualize the mechanism of the circuit represented by the connected modules. In this paper, we describe the details of Broccoli and its possible applications.

### 1. はじめに

近年、マイクロコンピュータのプログラミング初学者向けのライブラリや開発環境が増え、インターネットの普及によって回路図が手に入るようになり、電子回路の知識、経験が無くとも誰でも簡単に電子工作を行えるようになってきた。しかし、サンプルの回路図を手に入れ、それを再現することは容易であるが、それを理解した上で新たな回路図を作成することに「抵抗感」を持っている初学者も少なくない。これは知識不足によって、電子回路そのものがどのような動きをしているのか分からないことに起因していると考えられる。

本研究は、それら知識や経験が不足していることによる回路作成に対する「抵抗感」を、電子回路の動作を視覚的に確認することによって軽減し、初学者でも手軽に電子工作を学ぶためのシステムを実現することを目的とする。

### 2. 関連研究

littleBits[1] は、電子回路が組み込まれたブロックを繋ぎ合わせることで電子工作が行える機器である。LED の制御からデジタル信号処理まで幅広くサポートしており、電子回路を手軽に作成することができるという点では共通ではあるが、作成した回路、電子素子がどのような動きをしているのか確認することが難しい。

市野ら [2] は、「おスイッチ」と呼ばれるスイッチが組み込まれたモジュールを使い、スイッチのオン・オフ操作を利用したエンタテインメント性のある機器を開発した。回路作成に対する興味を持たせる試みとして、身近で機能も分かりやすいスイッチを用いて回路を作製する機器であるが、電子回路がどのように動作しているのかは理解はできない。

Sony の Mesh[3] は、PC 上から Bluetooth Low Energy 通信によりセンサやスピーカ等が組み込まれたモジュールをプログラマブルに操作することができるシステムである。

<sup>1</sup> 明星大学 情報学部  
School of Information Science, Meisei University

モジュールを繋ぎ合わせ回路を作成するという点では共通であるが、電子工作を行うというより、IoTのシステムを体験できるキットという位置付けのため用途が異なる。

CAMPAÑA ら [4] の「js.bit」は、プログラミングに対して経験が少ないデザイナーを対象に、ブロックを繋ぎ合わせ、ビジュアルプログラミングを行うことのできる機器を開発した。「js.bit」は、ブロックを繋ぎ合わせることで条件分岐や制御構造の基礎の学習をすることができ、プログラミング入門として非常に有用である。本研究と比較し、ブロックを繋ぎ合わせる点では共通であるが、対象がプログラミングであるという点で異なる。

### 3. 提案手法

本章では、本研究における提案手法の詳細、実装方法について述べる。

#### 3.1 提案手法についての方針

本研究では「littleBits」や「おスイッチ」で用いられた、機能を持ったモジュールを複数繋ぎ合わせることで1つの回路を作成する方式を用いる。さらに作成した回路の仕組みを理解するためにPC上で回路がどのように動作しているのか視覚的に確認できるようにする。これにより、回路の仕組みを理解し、経験不足による回路作成に対する抵抗感を減らすことができるのではないかと考える。

#### 3.2 実装

本研究の実装として、「Broccoli」というシステムを試作した。「Broccoli」では図1に示すように、LEDや抵抗などの入出力素子を制御するスレイブモジュールと、PCから転送された命令を適切なスレイブモジュールへ伝えるマスタモジュールを繋ぎ合わせ配線を行い作成する。作成した回路がどのように動作しているのか、PC上で視覚的に確認することができる。以下はそれぞれのモジュールについての説明である。

- スレイブモジュール

スレイブモジュールはマスタモジュールから数珠繋ぎに接続されたモジュールで、マスタからの命令によって情報の送信や、I/Oピンの状態を変化させるなどの

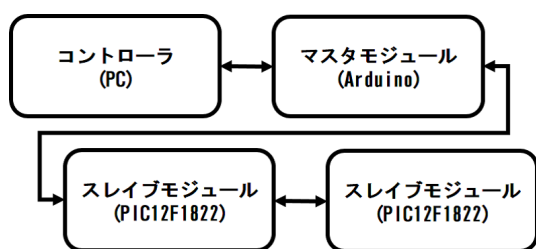


図1 Broccoliの構成図

Fig. 1 System overview.

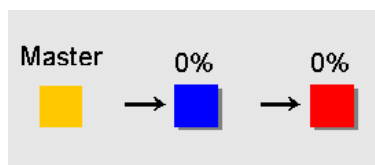


図2 ソフトウェアの実行画面

Fig. 2 Visual output example of controller software.

機能を持つ。现阶段では、スレイブモジュールは、I/Oピンの出力をHigh/Lowを切り替えるデジタル出力モジュール、I/OピンのA/D値を読み取るアナログ入力モジュール、I/Oピンの入力HighかLowを読み取るデジタル入力モジュールの3種類が存在する。

- コントローラ

接続されたマスタモジュールから、スレイブモジュールの接続状態やI/Oピンの状態を取得し、その情報を元に回路の流れを、図2のようにPC画面上に表示する。また、マスタモジュールに対して指定のスレイブモジュールへの命令を送信する。

- マスタモジュール

接続の状態が変わったスレイブモジュールを確認し、その状態をPCへ送信する。また、PCからの命令を適切なスレイブモジュールに転送する機能を持つ。

### 4. 利用例

以下のような利用例を想定している。

- LED出力制御

LEDの出力を変化させるモジュールと入力された値をスイッチの状態に応じて出力するかどうかを決めるモジュールを組み合わせ、図3に示すような、LEDを点滅させる機器を制作できる。図4は、黄色のマ



図3 「Broccoli」によるLED点滅回路

Fig. 3 LED flashing circuit by the Broccoli.

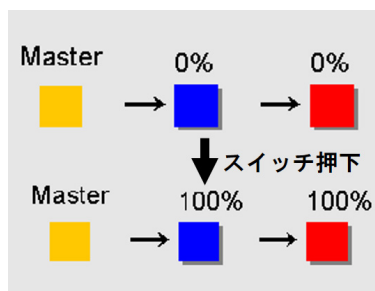


図4 「Broccoli」によるLED点滅回路の動作

Fig. 4 Controller software reflects the state of the circuit.

タモジュールから青色のデジタル入力モジュール, 赤色の出力モジュールの状態を示している. スイッチを押下するまでデジタル入力モジュール, デジタル出力モジュールには 0%が表示されている. この 0%はモジュールの出力値となっており, スイッチを押下することで出力値が 100%になり, LED が点灯したことが確認できる. 初学者はこの値を確認することで回路の動作を確認することができる. このようにスイッチや LED の反応について理解することで, 他の回路を作成する際, スイッチや LED の役割を十分理解した状態で組み込むことができる. これによって新たな回路図を作成することに繋がると考える.

- 温度計

「Broccoli」では, 単純な入出力以外にも対応したモジュールさえあれば, より複雑な例にも拡張できる. 例えば, 温度センサが取り付けられたモジュールで周囲の温度を計測し, その値を LCD に表示する機器を作成することもできる.

## 5. まとめ

本研究では, モジュール間の接続とその動作を視覚的に確認することができ, 電子工作をより手軽に学ぶことが出来る機器として「Broccoli」を作製した. しかし「Broccoli」はまだ試作段階であり, 改善点は多くある.

現段階の「Broccoli」は直列でモジュールを接続する方式となっているが, 設計上では並列でのモジュール接続に対応しているため実装する予定である. PC とマスタモジュール間の接続では, USB による有線接続を用いているが, 接続にスペースや場所を考慮しなければならない問題がある. そのため, 「Mesh」と同様に, Bluetooth 等の無線通信を用いて PC とマスタモジュール間の通信を行えるようにする予定である. また, スレイブモジュールの種類も少なく, 組み合わせによって作成できる回路も少ないためスレイブモジュールの種類を増やしたい.

今後は, 初学者にとっての「抵抗感」を減らせたか等の有用性を科学的に確認するため, 初学者にとって使いやすい物であるか, 回路への理解が深まったかどうかについての検証を行う予定である.

## 参考文献

- [1] “little Bits”.  
<http://jp.littleBits.com>, (参照 2016-12-22)
- [2] 市野晶宏, 金原佑樹, 二宮諒, 赤羽亭, 鈴木宣也:スイッチを活用した玩具による発展的な遊びのインタラクシオン, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2014 論文集, pp.102-109(2014).
- [3] “Mesh”.  
<http://meshprj.com>, (参照 2016-12-22)
- [4] CAMPAÑA ROJAS JOSÉ MARÍA, 小林孝浩, 平林真実, 鈴木宣也, プログラミング学習支援のためのビジュ