

Vol. 63

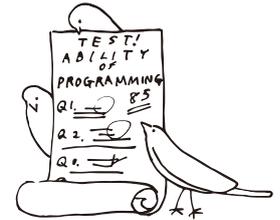
## CONTENTS

【コラム】プログラミング能力の評価… 角田 博保

【解説】手芸制作を通して楽しくプログラミング学習… 吉田 智子

## COLUMN

### プログラミング能力の評価



基  
専

プログラミングを学ぶ小学生が世界中で増えてきている。アメリカの Hour of Code 活動, イギリスの初等中等段階でのプログラミング学習の必修化, 日本の「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について」<sup>☆1</sup>の報告などが見られる。しかし, 条件判定も繰返しもなく, 亀を1回転させるプログラムを作って, これでプログラミングができたと言われかねない。プログラミングといってもその幅は広い。プログラミングにもレベルをつけて考えるべきではなからうか。英語の能力を示すのに, 級や点数を与えているように, プログラミング能力もそのような数値的評価ができるとうよい。そうすれば, 小学校, 中学校, 高校の卒業といったレベルでそれぞれ何点必要という形で議論ができるようになる。

とはいえ, それはなかなか簡単なことではない。a 言語を使う A さんと b 言語を使う B さんのプログラミング能力を比較する場合, 同じ課題に対してプログラムを作らせても, 両言語の機能の違いによって A さん B さんのどちらが優れているか判定することは難しい。それぞれの言語が扱う基本操作と制御構造そしてデータの違いによって言語機能は大きく変わる。さらに, 言語が手続き型か, 関数型か, それら以外かによっても影響がでてくる。ここは取り敢えず手続き型に絞ってみることにし, また a 言語, b 言語の基本操作, 制御構造, 扱えるデータの能力を同等の機能を持つように縮小した a' 言語, b' 言語に制限して, それらの言語でプログラミングさせれば, その結果から, A さん, B さんの優劣は測れるであろう。

解答させるプログラムの難易度が段階的に増えるように, 問題セットを作り上げる。この問題セットを与えてプログラミングさせ, 得られたプログラムの正誤によってプログラミング能力を数値化したい。たとえば, 文の連続, 条件分岐, 繰返し, 変数の利用などといった具合にプログラムの表現力を細かく単位分解し, その単位の組合せで難易度を表現できるようにする。難易度としては, 初心者から初級者レベル(高校レベル)まで数値化できればよいであろう。

このような問題セットを作り上げることは, なかなか大変な作業である。プログラミングに対する多くの経験と, 実習による試行錯誤が必要となる。誰でもできるわけではなく, この作業ができるのは, 情報の専門家だけではなからうか。プログラミング能力の数値化は教育や学習にも効果があつて, 役に立つ。さあ, みなさん, 研究しませんか?

角田 博保

<sup>☆1</sup> 文部科学省, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm)

# 手芸制作を通して楽しくプログラミング学習 — LilyPad Arduino でかわいくマイコン制御 —

吉田智子

京都ノートルダム女子大学

## LilyPad Arduino とは

Arduino は 2005 年にイタリアで誕生したオープンソースのマイコン基板です。さまざまなセンサから信号を受け取って、LED を光らせたりモータなどを動かしたりできるので、もの作りに活用されています。Arduino はオープンソースであるため設計図が公開されており、世界各地でいろいろな種類の Arduino 基板が自由に作られています。そのソフトウェア開発には、共通して Arduino IDE という統合ソフトウェア開発環境が使えます。

LilyPad Arduino はその Arduino ファミリーの 1 つです。Lily つまり「百合の花」を模した形状をしているために外観がかわいくて、布に縫い付けて使える工夫がされているため、導電糸を利用して手芸や工作に使えます(図-1)。

LilyPad Arduino のメーカーである SparkFunからは、縫い付けて使えるかわいい形状の各種 LED や各種センサなども販売されています。それらは、通



図-1 LilyPad Arduino 利用のエプロンコンピュータ  
(右の3つは、LED、温度センサ、マイコン部分のクローズアップ)

常の電子工作で使う部品と比較して、電子工作の初心者にも親切な設計になっています。手芸を趣味としている層もターゲットにしているからでしょう。たとえば、LED には抵抗も含まれていますし、プラスとマイナスが LED 本体に書かれています。

## LilyPad Arduino 利用作品の作り方

では実際に、LilyPad Arduino を利用した作品を作る手順を紹介していきましょう。例として、温度センサを入力に、フルカラー LED を出力にした、図-1 のエプロンコンピュータを作ります。

### □ LilyPad Arduino の理解

これまでに、Arduino を含むマイコンを使ったことがない場合は、最初に Arduino 自体を理解する必要があります。強引に究極まで単純化するなら、「小学校の理科の豆電球の実験の回路では、電流が流れたときに点灯する。その回路にこのマイコンを追加することで、プログラムの書き方次第で、電流の流し方を好きなように制御できる。たとえば、各種センサの値によって、LED の点灯・消灯やモータの回転・停止を制御できる」という理解です。

### □ 作品の企画とプログラムの記述

どのような作品を作るかの概要と機能を考えて、制作を進めます。温度センサが実際にどのような値を返すかについて調べたり、温度センサによって得られた値を、どう LED で表現するかのアルゴリズムを考えたりして、プログラムを記述します。

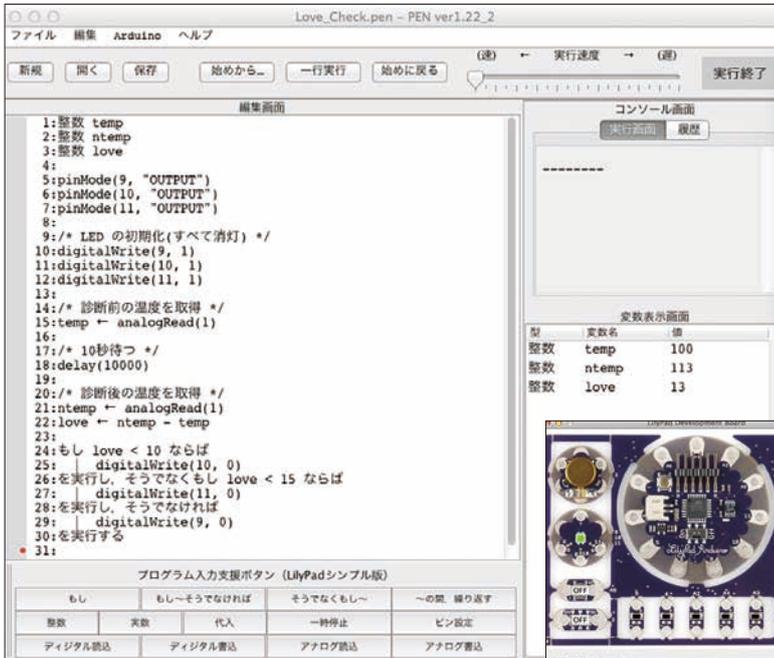


図-2 LilyPad Arduino シミュレータ画面 (PEN で相性診断のプログラムを記述)

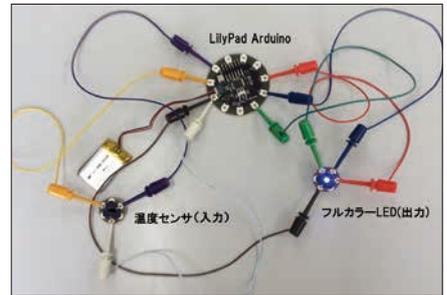


図-3 LilyPad Arduino 縫い付け前の仮配線 (図-1のエプロンコンピュータの場合)



図-4 プログラム言語診断エプロン

このとき、本来なら Arduino IDE を使います。これは C 言語ライクな記述言語であるため、文系の学生には敷居が高いものです。そこで、我々の研究グループが開発した初心者向けプログラミング環境 PEN<sup>1)</sup> を利用します。これには LilyPad Arduino シミュレータ<sup>2)</sup> の機能がついています (図-2)。PEN では順次処理はもちろん、条件分岐・繰り返し処理も学べます。

### □ 手芸作品への回路の縫い付け

シミュレータを利用して、画面上の LilyPad Board でプログラムの書き方をマスターした後は、作品作りに取り組みます。

実際に手芸作品に回路を縫い付ける前には、仮配線して部品に初期不良がないか動作を確認します (図-3)。そして、導電糸がクロスしない縫い付け回路を布上にデザインします (図-1)。導電糸がどうしてもクロスする場所は、布を挟んで階層化するなどの工夫が必要です。

## LilyPad 研究会の作品制作

2014 年の初夏、数名の学生と 2 名の教員 (中村亮太先生と吉田) の勉強会としてスタートした会は、

LilyPad 研究会<sup>☆1)</sup> という名前の学生を中心とした集まりになりました。ここでは、その作品の例を紹介しましょう。

### □ 研究会メンバによる作品紹介

研究会誕生時に、学生メンバによって誕生した作品は、「相性診断のできるエプロンコンピュータ」でした。その後、「OS 診断エプロン」や「プログラム言語診断エプロン」 (図-4) も誕生しています。プログラム言語診断エプロンは、信号線 1 本で複数のフルカラー LED を別々の色に光らせることのできる NeoPixel を利用した作品です。

さらに、図-5、図-6 は、メンバの大学生が制作した「布絵本: あさのしたく」です (全 8 ページ)。フェルトスイッチを ON にしたときにブザーが鳴る仕組みは LilyPad Arduino で実現し、歯ブラシを歯に近づけると歯磨き音が鳴る仕組みは、ボイスレコーダとリードスイッチで実現しました<sup>3)</sup>。

### □ 作品制作のスリーステップ

学生を中心とした研究会メンバとの活動を通じて、教養としてのプログラミング学習を目的とし

☆1 <http://lilypad.pen.jp/> (各種作品の詳細も公開)





図-5 「あさのしたく」の8ページ中2ページ目の表と裏



図-6 「あさのしたく」の8ページ中5～7ページ目

た作品制作は、スリーステップで実施していくとよいことが分かってきました。「ステップ1」ではプログラムは使わずに手芸や工作に少しインタラクティブ性を取り入れた作品を作ります(図-7)。

そして、「ステップ1」を十分に楽しんだ後に、「ステップ2」に進みます。このステップでは、あらかじめ用意されたプログラムを利用する形で作品を作ります。前述のエプロンコンピュータを手順書に従って作るのもこれに相当します。

ほかの人が考えた作品やプログラムでは満足できなくなったら、「ステップ3」に進む準備ができたということです。オリジナル作品に挑戦します。自分の作品を完成したいがために、一生懸命にプログラムを書くことで、プログラミング学習が実践的に行われることとなります。

## 活動の評価と今後の展望

最後に、この研究会のメンバの活動を評価し、今後の展望をまとめてみたいと思います。

### □メンバによる活動の評価

メンバは、自分の作品を積極的に外部に発表しています。学生の伊藤希さんは、2015年の京都でのオープンソースカンファレンス(OSC)と、PCカンファレンス2015に、自作の「光るサンタ服(LilyPad Arduino MP3とリードスイッチを使っ



図-7 「ぐりとぐらぐらとぐりでは光りません」

た作品)」を発表しました。彼女は、「ブースでのデモやポスター発表で人に作品を紹介することで、作品への理解をより深めることができた」と、活動を評価しています。

また、その年のOSCでのライトニングトークにおいて、学生の岩寄有紗さんは、「自分が作りたい、かわいいもの作りを通してプログラムが学べるのは、授業でプログラムを書くよりも断然楽しい」と発言しています。

さらに、研究会の一員の酒井知果さん(本学の卒業生で、現在は女子中学の技術科教員)は、「技術科のプログラミング入門を、家庭科の裁縫と連携できそう」と、手芸を利用したプログラミングの授業の実施に意欲的です。

### □LilyPad研究会の存在意義

小学校では、2020年度からの次期学習指導要領でプログラミング教育が必修化されることが決まっています。中学校では、すでに2012年度から技術・家庭科の技術分野において「プログラムによる計測・制御」が必修項目となっています。しかし現状では、それらで使える教材や環境の選択肢が十分であるとはいえません。

かわいい作品制作を通して、自然な形でプログラミングの必要性を学ぶ女子大生の活動は、そのための教材開発に役立つでしょう。実は、筆者を研究代表者とした研究グループは、2013年度よりこのテーマでの科学研究費を得た研究に取り組んでいます。

以前から京都ノートルダム女子大学では、一般



図-8 明暗でNeoPixel LEDの光り方が変わるマスコット



図-9 Arudino GEMMA を利用（教材案としての試作品）

情報教育の中で、PEN を利用したプログラミング学習を行っていました。そして、2014 年度後期からは LilyPad Arduino シミュレータ機能を持つ PEN を使ったプログラミング学習を実施しています。かわいく光るものは女子に好まれるので、前述のエプロンコンピュータの実物を、「プログラミングがもの作りに活用されているケース」として見せることによって、授業で実施するプログラミング学習に親近感を持ってもらうこともできました。

子どもの、特に小学生の継続的なプログラミング学習を可能にするためには、子どもにとって身近な存在である母親や担任の先生にとって、魅力的な教材であることも重要だと思います。

その意味で、女子大生が楽しめるかわいい作品作りを、子ども向けのプログラミング教材作りに活かすことは意味があるに違いありません。さらにこれが、小中学校のプログラミング教育の教材になれば素敵です。

## □ LilyPad 研究会の今後の展望

この研究会所属のメンバが中心となり、自分の作品を「作って満足する」ところから一歩進んで、初等中等教育でのプログラミング学習に活用できる教材を考え始めています。その1つが、明暗で NeoPixel LED の光り方が変わるクマのマスコットです(図-8)。

授業で使う実習教材の場合、材料費を安くすること、手芸や工作の作業の簡易化、スムーズに授業が進められる教育用プログラミング環境の準備など、さまざまな工夫が新たに必要となります。図-9は、

1枚のフェルトを折りたたんで着せることができるように工夫した教材案です。LilyPad より小さく安価な Arduino GEMMA を利用しています。

女子大生を戦力として中心に据えた、筆者らの研究グループの提案する「かわいい教材」やプログラミング環境が、学校の教材としてだけでなく、家庭でも親子で楽しみながら、プログラミングを学ぶ環境の1つになることを夢見て、楽しく活動が続けていければと思っています。



今回紹介した作品を含む研究会制作の作品の詳しい紹介や LilyPad 研究会の活動状況(対外活動の報告・案内含む)は、<http://lilypad.pen.jp/> を参照してください。左の写真の表紙の「参考文献3」の全文(PDF198 ページ)も、ここで公開しています。

## 参考文献

- 1) 西田知博, 原田 章, 中村亮太, 宮本友介, 松浦敏雄: 初学者用プログラミング環境 PEN の実装と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.8, pp.2736-2747 (Aug. 2007).
- 2) 中村亮太, 吉田智子, 松浦敏雄: プログラムによる計測・制御を学ぶための LilyPad Arduino シミュレータと学習環境の開発, 情報処理学会第 77 回全国大会, 3H-01 (Mar. 2015).
- 3) 吉田智子, 中村亮太: かわいい作品制作とプログラミングの出会いから広がる学びの世界, 京都ノートルダム女子大学「文化の航跡」刊行会 (Mar. 2016).

(2016年6月25日受付)

吉田智子 (正会員) [tyoshida@notredame.ac.jp](mailto:tyoshida@notredame.ac.jp)

京都ノートルダム女子大学教授。民間企業の UNIX ワークステーション部門勤務などを経て、2000 年から母校の専任教員に。

