

# Arduino を用いたタイルプログラミング教材の開発

中川洋\*1・中西通雄\*2

Email: m1m13a06@st.oit.ac.jp, naka@is.oit.ac.jp

\*1: 大阪工業大学大学院 情報科学研究科

\*2: 大阪工業大学 情報科学部

◎Key Words Arduino Nano, タイルプログラミング, プロシージャ, プログラムによる計測・制御

## 1. はじめに

平成 24 年度より, 中学校技術・家庭科の情報分野において「プログラムによる計測・制御」が必修項目となった。しかし教育現場では, 指導経験が少ない, 教材開発ができていない, 授業時間に制限がある, といった問題があり, 指導者の不安要素となっている<sup>(1)</sup>。

上記の教材開発ができていない問題を解決するために, 本研究室では, Arduino を利用したプログラミング学習教材「Eduino」を 2011 年度に当時 4 年生の桐畑鷹輔と主原佑記が開発した<sup>(2)</sup>。Eduino は ソフトウェアとハードウェアの両方の総称であり(図 1), そのソフトウェアは, 総合開発環境である Arduino IDE をベースとして, タイルプログラミングできる機能が追加されている。



図 1 Eduino のソフトウェアとハードウェア

本研究では, Eduino のソフトウェアにプロシージャを追加し, ハードウェアとして Arduino Nano を搭載したプラレールを用いて, 計測・制御を学べるようにする。

プロシージャとは, プログラミングにおいて, 複数の処理をひとつに集約するものである。

指導者が一連の処理を作成しておく事で, 学習者に処理の内容を考えさせるように, 本研究ではプロシージャ機能を実現して評価する。

## 2. ハードウェア

本研究では, 2013 年に当時 4 年生の栗田大智が作成したプラレールを用いた<sup>(4)</sup>。

ハードウェアの題材にプラレールを用いた理由は,

1. 学習者にとって身近なおもちゃである
  2. 距離センサを用いる制御に適している
  3. コース上にトンネルを設置することで, 照度による制御ができる
- という 3 点である。

学習者に興味・関心を持たせ, 日常生活と計測・制御のかかわりが理解できることを期待している。

使用したハードウェアを図 2 に示す。プラレールを制御するために, Arduino Nano を使用しており, 回路の配線はユニバーサル基板を用いている。

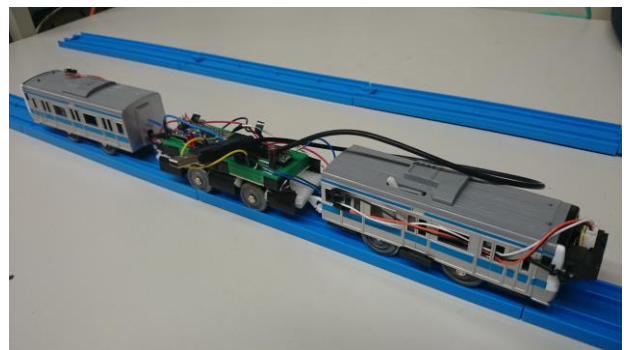


図 2 教材の外観

図 2 の 1 台 (1 編成) の部品代は約 5 千円で, 組み立てに 7 時間ほどかかる<sup>(4)</sup>。

## 3. ソフトウェア

プログラミングに用いるソフトウェアは, Eduino のソフトウェアに機能追加したものである(以下, これを単に Eduino と呼ぶ)<sup>(2)</sup>。

Eduino のプログラミング画面を図 3 に示す。図の左側はタイルを生成するボタン群であり, 右側はプログラミングを行う領域である。学習者は, 画面左側のボタンをクリックして, 目的に応じたタイルを右側画面に生成し, タイルをマウス操作で組み合わせることで, プログラミングを行う。タイルを組み

立てた後、コンパイルボタンを押し、Arduino にアップロードを行うことでプログラムの実行結果を確認できる。

タイルプログラミングを用いる理由は、C 言語や Java のようなソースコードを記述する場合と比べ、

- ・ 文法エラーによる学習者の混乱を防げる
- ・ 分岐や繰り返しの構造を視覚的にとらえることができる。

という利点があるためである<sup>(4)(5)</sup>。

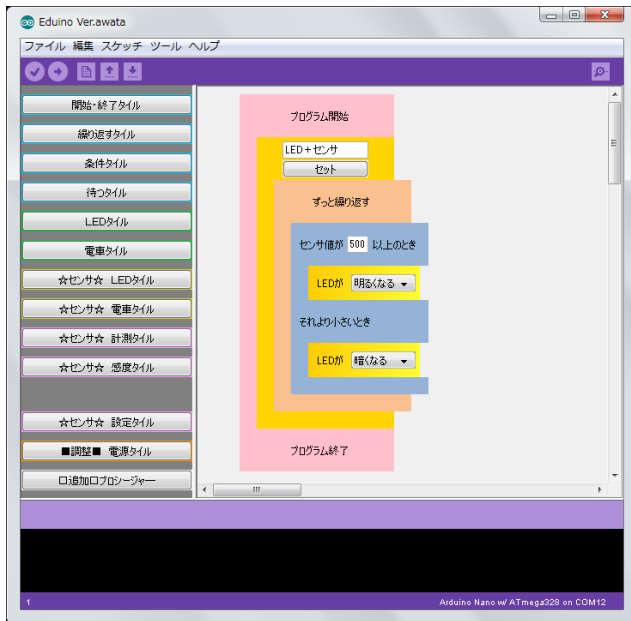


図 3 プログラミング画面

Eduino のタイルを組み合わせると、光センサで周囲の照度を計測することや、モータと LED の動作制御ができる。さらに、取得したセンサの値によって、モータの回転速度や LED の明るさを制御するタイルが用意されている。

## 4. プロシージャ機能の導入

本研究で利用する、プロシージャ機能について紹介する。

### 4.1 プロシージャ機能

プロシージャとは、プログラミングにおいて、複数の処理をひとつに集約するものである。何度も利用する処理をまとめることでプログラム作成の手間を省くことができる。教育の場においては、予め指導者が一連の処理を作成しておく事で、学習者に処理の内容を考えさせることができる。

本研究では、処理単位であるタイルを複数個まとめて、プロシージャとして定義するタイルを用意する(図 4)。

左上が編集用のタイルであり、下が縮小化したタイルである。右上が集約したいタイルである。

集約したい処理のタイルを編集用タイルの間に挟

み、セットボタンを押すと、挟まれたタイルが縮小化される。また、編集用のタイル内のテキストエリアに名前を記入することもでき、縮小化されたタイルから、選択することもできる。

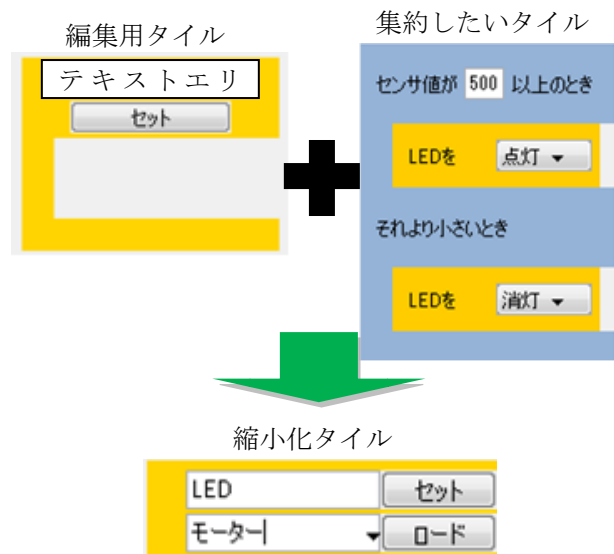


図 4 プロシージャ(イメージ)

### 4.2 組み合わせたタイルの縮小

プロシージャを利用して、タイルを複数まとめることが出来る。したがって、プログラミングを行う領域に表示するタイルの数を少なくできる(図 5, 図 6)。

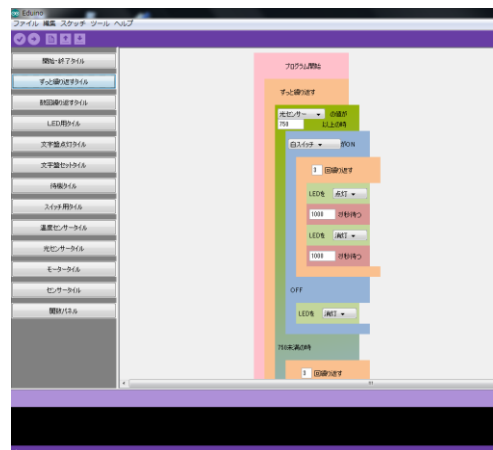


図 5 まとめる前の画面

共通する制御がある場合、プロシージャを用いることで、プロシージャを用いない時よりも、画面をスクロールしなくてよくなり、プログラムを把握しやすくなる。

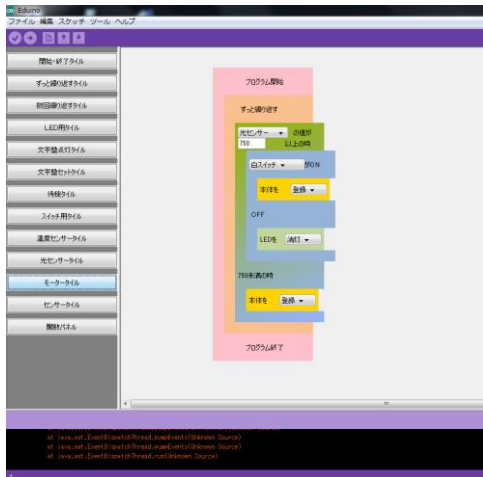


図 6 まとめた後の画面

### 4.3 教育への対応

学習者の理解度に応じて、プロシージャによってまとめる処理の数を変更することで、表示させるタイルを変更することが出来る。

利用例を図 7 に示す。センサの値によって、プラレールを制御する際、指導者が事前に処理を集約したタイルを作成し、ファイルに保存する。計測と制御に慣れ親しんでいない学習者が授業を受ける際に、使用するパソコンに、保存したファイルを配布することで、簡単に制御を体験してもらうことができる。なお、図中右側と左側のタイルはどちらも同じ制御を行っている。

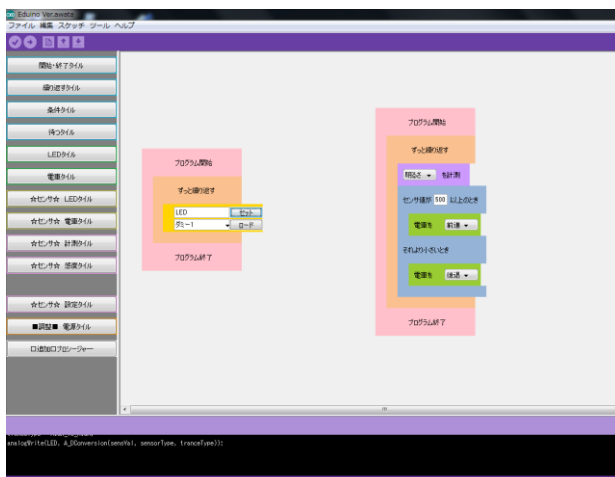


図 7 プラレール制御の例

また、Eduino の操作やプラレールの制御に慣れた後、プロシージャを使用した制御を学習者に提示することで、どのような処理をしているのか、考えさせることもできる。

図 8 は提示するタイルの例である。周囲が明るい場合、LED が消灯し、プラレールが前進する。周囲が暗いと、LED が点灯し、プラレールが停止する制御をする両方とも同じ制御を行うものとする。

例えば LED と光センサや、アクチュエータの制御

を学んだあとに、図 8 の左側のタイルを学習者に提示する。学習者は提示されたタイルと、プラレールの動きを見ることで、右側のタイルを組み立てることが出来ると考えている。



図 8 タイルの例

## 5. 評価

中学生を対象として、本教材の評価を行う予定である。

### 5.1 学習指導案

中学校学習指導要領では「技術・家庭」の情報分野に関する 3 番目に「プログラミングによる計測・制御」があり、次の 2 項目が学習目標として記載されている。

- (ア) コンピュータを利用した計測・制御の基本的な仕組みを知ること。
- (イ) 情報処理の手順を考え、簡単なプログラムが作成できること。

本研究では、この目標に対して、以下の 2 点について学習者の理解度を評価する。

- ・ センサからアクチュエータの動作を具体的に理解し、説明できる。
- ・ 目的に応じて適切な処理手順を考え、順次・分岐・反復を用いてプログラムを作成することができる。

現在使用できるプラレールが 3 台なので、授業計画一回あたりの評価人数を 2 - 6 人として、1 台を 2 人で利用させる。

### 5.2 授業計画

1 コマ 50 分の計 2 コマで授業を行う。授業計画は以下の通りである。

#### 1 コマ目

- ・ 簡単な知識の確認

- ・ この授業を実施する理由と目的
- ・ PC の立ち上げとソフトウェアの起動
- ・ アップロードの流れとテストプログラムのアップロード
- ・ LED 点灯に関するプログラム
- ・ モータ動作に関するプログラム
- ・ 光センサ, 距離センサの説明
- ・ プロシージャの説明

## 2 コマ目

- ・ センサを用いたプラレールの追いかけてっこ(距離センサ)
- ・ 暗くなると LED を点灯させる(光センサ)
- ・ プラレール同士が近寄ると停止し, LED を点滅させる
- ・ タイルから動作を説明するテスト
- ・ 身近な家電製品が何を計測し, 何を制御しているのか回答してもらう
- ・ プログラムで何ができるのか, 発想を書いてもらう

本研究で Eduino に追加したプロシージャに関しては, 1 コマ目の最後に使い方を説明し, 2 コマ目のプラレールの追いかけてっこなどの制御に使用してもらう。また, タイルからの動作を説明するテストなどにも使用する。

## 5.3 評価方法

2 コマ授業を行った後に, アンケートを実施する。内容は, Eduino, プラレール, プロシージャ機能, 授業全体の 4 項目に対して, 5 段階評価をしてもらう。評価してもらう項目は以下の通りである。

Eduino に関して:

- ・ 操作性
- ・ 表示されている文字による, 制御の理解

プラレールに関して:

- ・ 親しみやすさ

プロシージャ機能に関して:

- ・ 利用したかどうか
- ・ 役に立ったか

授業全体:

- ・ 苦手意識を持つことなく授業に臨めたか
- ・ 計測・制御についてイメージができるか
- ・ 技術・家庭科でこの教材が使用された場合, 意欲的に参加できるか

## 6. 今後の課題

文献 4 で次のような課題が挙げられている<sup>(4)</sup>。

ハードウェアについては, 価格, デザイン, 耐久性において以下の課題がある。まず, 1 台(プラレール 1 編成)が 5000 円というのは, 市販の教材に比べて高価である。この課題への対策として, プリント基板を用いることで, 安価に作成することができる。パソコンと通信するための USB ケーブルが常に接続された状態なので, プラレールに絡まってしまう

可能性があり, これを抜き差ししやすいよう Arduino の配置を改善したい。

デザインや耐久性は, ユニバーサルボードでの配線や, ビニールテープで接続している部分があり, 少しの衝撃で壊れてしまうので, はんた付けや, 基盤を自作するなどして, 壊れにくくしたい。

ソフトウェアについては, ユーザインターフェースの改良である。いきなり制御できるパネルを全て表示させてしまうと, 学習者が混乱してしまうのではないかと考えている。よって, 習熟度のレベルに合わせて表示させるタイルを変更できるようにしたい。例えば 5 章の授業計画において, 以下のようにタイルを表示させる。

- ・ 1 コマ目に「開始・終了」「繰り返す」「条件」「待つ」「LED」「モータ」のタイルを表示する。
- ・ 2 コマ目は残りの全てを表示する。

さらに, タイル生成ボタンやタイル自体の記述に関しても, 条件タイルのボタンから生成されたタイルの表示が, センサ値と何のセンサか少し掴みづらいので, 授業を行う際に使用例を示し, 学習者が条件タイルを使用する際, 混乱させないようにしたい。また, 今回の研究内容である, プロシージャについても, 中学生だけではなく, 小学生から大人まで用いることができると考えているので, もう少し対象を広げたい。例えば, 現在利用しているタイルでは計測タイルを使うことで, 条件タイルが機能していたが, プロシージャを使うことで制御が簡単になり, 小学生にも, プラレールを用いた計測・制御できると考えている。

評価結果については, 口頭発表のときに報告したい。

## 参考文献

- (1) 政宗賢治: "中学校技術・家庭〔技術分野〕の学習内容を相互に関連付ける指導のあり方—プログラムによる計測・制御を題材とした教材開発を通して—", 広島県立教育センター, 研究紀要, 38, pp. 99-116, (2011)
- (2) 桐畑鷹輔: "Arduino を利用したプログラミング学習教材 Eduino", 電子情報通信学会関西支部学生会, 公演論文集, pp. 78. (2012).
- (3) 主原佑記: "Arduino を利用したプログラミング学習教材 Eduino" 教育システム情報学会学生研究発表論文集, pp. 138-139. (2012).
- (4) 栗田大智: "プログラムによる計測・制御向けプラレールを用いた学習教材", 教育システム情報学会 2013 年度学生研究発表会, (2014)
- (5) 井戸坂幸男: "自律型ロボット教材の評価と授業", 日本産業技術教育学会誌, 第 53 巻, 1, (2010)
- (6) 文部科学省, 中学校学習指導要領解説, 技術・家庭科 [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/chi/gika.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chi/gika.htm), (2008)