

プラレールを用いた計測・制御学習教材の 小型化と ArduBlock のタイルの利用

藤林博貴*1 中西通雄*2

Email: m1m16a17@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 プログラムによる計測、制御、タイルプログラミング、ArduBlock

1. はじめに

平成 24 年度より、中学校技術・家庭科の「プログラムによる計測・制御」が必修項目となった。森石は、「必修項目になったことで、主に木工、金工を指導してきた技術担当教員であっても計測・制御教育の指導を行わなければならなかった。しかし、指導の経験が乏しいこと等の理由で、指導に対する、不安や戸惑いがあった。また、教材開発が十分に行われていなかった問題や、授業時間の不足等の問題がある」と指摘している⁽¹⁾。

この問題を解決するため、2013 年度に当時 4 回生の粟田大智によってプログラムによる計測・制御向けのプラレールを用いた学習教材が開発され、さらに、2014 年度に当時 4 回生の西内康裕と大学院 2 回生の中川洋らによって改良された⁽²⁾⁽³⁾。

本稿では、昨年度実施したハードウェアの小型化と部品コストダウン、ブロックプログラミング環境 ArduBlock の導入、その後の進捗と今後の予定を報告する。

2. ハードウェアの改良

2.1 ハードウェアの小型化

2014 年度までに作成されたハードウェアは、プラレール 3 両編成で、配線が車輛の外側を通過していたため、配線が障害物等に引っかかってしまう可能性があった(図 1 左)。そこで、制御基板のプリント基板を再設計・小型化し、構成部品を見直してプラレールを 2 両編成にし、配線を内側に通すことで、学習中に配線が物に引っかからないようにした。また、持ち運びの利便性を向上させた(図 1 右、図 2、図 3)。1 両目には、電源とプラレールのモータ、距離センサを搭載している。距離センサは、前方の物体と車両の距離を計測するため車両の先頭に設置している。2 両目には、プラレールの動作を制御する制御基盤、モータドライバ IC、圧電スピーカ、LED、光度センサを搭載している。

プリント基板は、本学の研究施設モノラボで作成した。1 つあたり約 25 分で作成し、Arduino やモータドライバなどの部品をはんだ付けして取り付け、プラレールの 2 両目に搭載した。プリント基板等すべての部品がそろっていれば約 1 時間で作成できる。



図 1 昨年度と今年度のプラレール

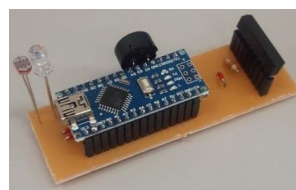


図 2 プラレールの制御基板



図 3 制御基盤の裏側

2.2 ハードウェアのコストダウン

2014 年度作成されたプラレールは部品代 1 台当たり約 3,000 円、教材として販売されているヴイストン株式会社の Beauto Racer は販売価格 2,800 円である⁽³⁾。2015 年度に改良した学習教材は、プラレールの構成部品の見直しと、Arduino Nano の互換ボードを海外サイト Banggood.com で購入するなどして、部品代を約 2,620 円までコストダウンしたことによって、中学校への導入コストが軽減できたと考える。

3. ソフトウェア

3.1 Eduino

2014 年度までプログラミング用のソフトウェアとしてタイルプログラミング環境 Eduino が使用されていた。Eduino は、使用したいタイルを図 4 の左側のタイル生成ボタン群から選択し、図 4 の右側のプログラム作成領域でプログラムを作成するソフトウェアである。しかし、タイルが全て長方形でありタイルが連結すべきでない部分で連結できてしまう不具合や、タイルが連結しにくい操作性の問題、タイルを削除しても挟まっていた部分に空白ができる不具合等があった。



図4 Eduino

3.2 ArduBlock

ArduBlock とは、プログラミング環境 ArduinoIDE をタイルプログラミングで使えるようにする拡張プログラムである(図5)。

ArduinoIDE を元に作成されているため、Arduino から送信されたデータを別ウィンドウで表示させるシリアルモニタ機能も用意されている。また、一部のタイルの設定を除いてマウス操作のみでプログラミングから Arduino へのアップロードまでの一連の作業が実行できる。⁽⁶⁾



図5 ArduBlock

ArduBlock では、機能別にタイルの形を区別することが出来る。図6と図7にタイルの接続部の形状が対応しているタイルと対応していないタイルの例を示す。

中学生がプログラムを作成するための環境として ArduBlock を用いることで、タイルを形で区別するため、対応したタイル同士でないとは連結しないので、連結時に誤りの含んだプログラムの作成を防ぐことができる。



図6 対応したタイルの例



図7 対応しないタイル

3.3 ソフトウェアの改良

本研究では、既存タイルの「LED」タイルや「音」タイルに対して一部変更を加え、本教材に必要な多くのタイルを削除し、さらに計測を行うために必要なタイルを追加した。追加したタイルは「光度計測」タイル、計測した値を保持する「光度」タイル、「距離値」タイルなどである。

また、シリアルモニタに対して、計測対象と計測値との対応がわかるように変更を行った(図8)。

開発言語はJavaとXMLで、開発行数は1160行である。

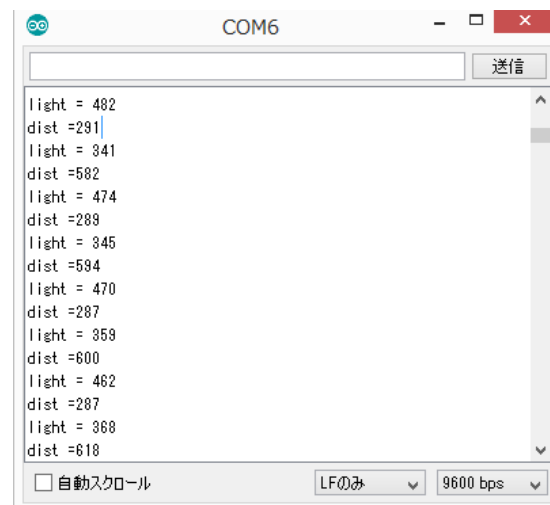


図8 シリアルモニタ

3.4 作成プログラム例

本研究で改良した ArduBlock で作成できるプログラム例を以下に示す。

図9のプログラムは「プラレールを3秒前進、1秒停止、1秒後退」を繰り返すプログラムである。

図10のプログラムは、「距離値を計測し、指定した数値以上ならばプラレールを前進、以下ならば停止」を繰り返すプログラムである。



図9 前進-停止-後退プログラム

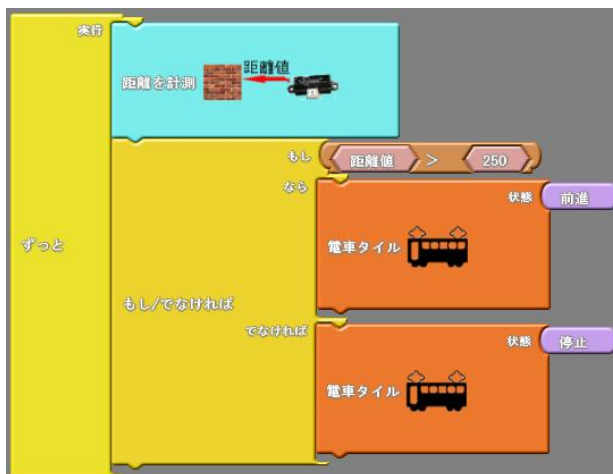


図10 衝突回避プログラム

4. 評価

4.1 評価方法

2016年1月末に、枚方市立長尾西中学校の科学部に所属する14人に対し、80分の模擬授業を実施した(図11)。模擬授業では、2~3人でプラレール1台とパソコン1台を利用した。プラレールを走行させるレールは全体で共有した。授業前後に興味・理解度、授業後に学習教材の評価をアンケートによって、また授業や学習教材に対する意見を自由記述で集めた。



図11 模擬授業の様子

4.2 授業構成

模擬授業の授業内容を以下に示す。

- ・模擬授業の目的の説明 (5分)
- ・計測制御の知識の確認(事前アンケート)(5分)
- ・ソフトの起動と使用方法の説明 (15分)
- ・サンプルプログラムの作成 (10分)
- ・プログラミング課題 (40分)
- ・事後アンケート (5分)

生徒に与えたプログラム課題を以下に示す。

- ・LED点灯, 消灯, 音の発生, 消音の繰り返し
- ・プラレールの前進, 後退の繰り返し
- ・光度を計測し, 暗くなるとLED点灯
- ・プラレールが障害物に近づくと停車及びLED点灯
- ・距離値と光度の値によって音の高さを変える

4.3 アンケート結果

図12に授業前後に興味・理解度のアンケートの結果を示す。アンケートは、最低評価点を1, 最高評価を4としている。興味・理解度に関しては、プラレールが障害物を検知し停車する動きで計測・制御をイメージしやすかったと考えられる。「プログラムは難しい」の項目では、「難しいと思う」を1「易しいと思う」を4としている。平均値が上昇しているのは、「プログラミングがタイルでできて簡単だった」という意見があったことから、タイルプログラミングを用いることで、プログラミングが簡単に感じられたと考えられる。

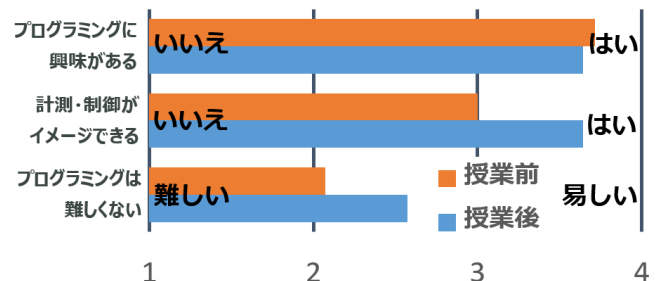


図12 授業前後での興味・理解度の比較

図13に学習教材の評価のアンケートの結果を示す。学習教材に関するアンケートでは、4点満点で3つの質問を行った。すべての項目で、平均3.3点以上の評価を得た。

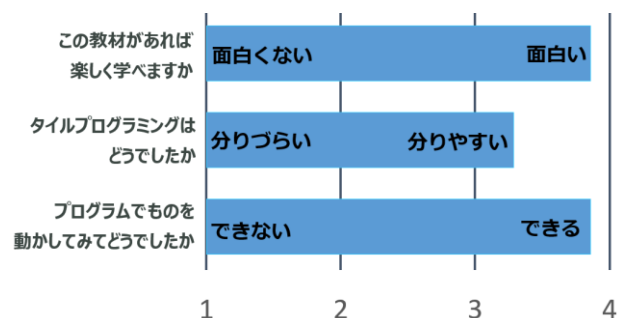


図13 学習教材に対する評価

4.4 自由記述

授業後に行った授業および学習教材に対して次のような自由意見があった。

- ・プログラミングがタイトルでできて簡単だった
- ・プラレールが使いやすかった
- ・USB が接続しにくかった
- ・シリアルモニタが見にくかった
- ・アップロード結果が同一画面なら見やすかった

5. 今後の課題

模擬授業や評価結果から、本研究で作成した学習教材の改善すべき問題点が挙げられる。

ハードウェアでは、自由記述にあるように、作成したプログラムをアップロードする際「USB ケーブルが接続しにくかった」という意見があった。プログラムを変更するたびにプラレールにアップロードするため、頻繁にケーブルの抜き差しをする必要がある。しかし、図 14 のように USB ケーブル接続する際はプラレールの内に差し込む必要があり、その時の差し込み辛さが問題となった。この問題は、事前に Arduino の USB ポートに図 15 のような変換アダプタなどを常に接続しておくことで、パソコンと USB アダプタを接続が容易になるため、解消できると考えた。図 16 に Arduino に USB アダプタを接続した様子を示す。USB アダプタを使用したテストでも問題なく動作した。ケーブルの接続や抜き取り時にアダプタを抑えることで USB ポートから外れることなく使用できた。



図 14 USB 接続



図 15 USB アダプタ



図 16 USB アダプタを接続したプラレール

ソフトウェアでは、「シリアルモニタが見にくかった」「アップロード結果を同一画面なら見やすかった」という意見があった。シリアルモニタの問題に関しては、今後の模擬授業で中学生の意見を取り入れた改良を行う。アップロード結果の表示に対する意見は、本教材のプログラム作成画面とアップロード結果を表示するウィンドウが別になっていることが原因である。したがってアップロード結果をプログラム作成画面または、ダイアログ等で表示させることでこの問題は解決できる。

また、中学校での模擬授業を増やしてさらなる改善点を探す。

6. 結論

中学校で評価した際には、中学生は学習教材に興味を持ち、積極的にプログラミングに取り組んでいた。また、興味・理解度が向上し、学習教材が高い評価を得たことから、教材は「プログラムによる計測・制御」向けの学習教材として有効であるといえる。しかし、車輛を後退させるようにプログラムを作成したが後退しないといった、プログラムで想定した動作をしない問題が発生した。原因はモータへの配線と制御基板とのはんだ付けが十分でなかったからである。その場でははんだ付け等の修理が行えない場合は、予備のプラレールが必要である。

また、演習中には中学生からの質問対応に追われるため、生徒 10 人に対して 2 人程度の教員あるいは TA の補助者が必要である。

参考文献

- (1) 森石峰一：“計測・制御教育のための教材開発とその教材を活用した授業設計及び実践”大阪電気通信大学、学位論文、34412 甲第 37 号(2013.12)
- (2) 栗田大智, 中西通雄：“プログラムによる計測・制御向けの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 (2014.3)
- (3) 西内康裕, 中川洋, 中西通雄：“プラレールを用いた学習教材の改良”情報処理学会 第 128 回コンピュータと教育研究発表会 (2015.2)
- (4) 野上理沙, 藤林博貴, 中西通雄：“ArduBlock のタイلを用いたプログラムによる計測・制御学習教材”教育システム情報学会 2015 年度学生研究発表会 (2016.2)
- (5) ヴイストーン株式会社 “プログラミング学習用教材ロボット Beauto Racer”
http://www.vstone.co.jp/products/beauto_racer/
- (6) “ArduBlock 日本語で Arduino をブロックプログラミング” <http://www.bkpoo.net/greatfreesoft/39-ardublock.html>