

プラレールとセンサを組み合わせた学習教材の試作

佐々木 健[†] 伊藤 一成[†]

青山学院大学 社会情報学部

1. はじめに

平成 24 年度より中学校の技術家庭科で、計測や制御を伴うプログラミングが必修化され、平成 24 年 6 月 14 日に閣議決定された「世界最先端 IT 国家創造宣言（平成 25 年 6 月 24 日一部改訂）」により、小学校からのプログラミング教育必修化への取り組みも進められている。これまで様々な授業事例が個別に報告されてきたが、社会教育や家庭教育も含めた、広域な視点での一層の整備が急がれる。

そこで本稿では、世代を超えて親しまれるプラレールに着目した。プラレールを利用することで、親と子が共に学習への興味を持続する事が可能だと考えられる。さらに、各種センサを利用した情報機器の多様化や低価格化が進んでおり、一般の人でもセンサデバイスを、身近なものとして捉えるようになってきた。本研究ではこれら両者を組み合わせた学習教材を試作したので、報告する。

2. ハードウェア、ソフトウェア基本構成

今回、利用したハードウェア及びソフトウェアである Scratch, NanoBoardAG, プラレールの 3 点について順に解説する。

2.1 Scratch

Scratch は MIT が開発しているビジュアルプログラミング環境である。筆者が所属する学際系の学部では、2011 年度から Scratch と LEGO を導入したグループワーク型のプログラミングおよびものづくり形式による演習を行なっている[1]。直感的にプログラミングを行えることが Scratch の設計指針であるので、小中学生から大人まで年代を問わず広く使用する事ができる。

2.2 NanoBoardAG

NanoBoardAG は Scratch 用センサボードの互換機である。通常、モータを制御する際には、ブレッドボード上にモータ制御のための回路

を自ら構築しなければならず、親子には不可能である。そこで、Scratch からセンサボードを経由してモータを直接制御できるように拡張されたのが NanoBoardAG[2]である。また、各種センサがホードに標準で搭載されており、PC の USB ポートに接続する事だけで、スライダ、明るさ、サウンド、タッチ、抵抗の、5 種類のセンサ値を Scratch から取得する事が可能である。

2.3 プラレール

プラレールは、タカラトミーより発売されている、モータ駆動の玩具である。車体上部に付いている ON/OFF のスイッチを操作すると、モータが駆動する。モータが動作している車体を、プラスチック製の専用レールを繋げ合わせた線路へと走らせる事で、電車が動いている様子を表現することが可能である。図 1 に試作した教材の概観を示す。NanoBoardAG はプラレールの車両の天井後方に設置した。

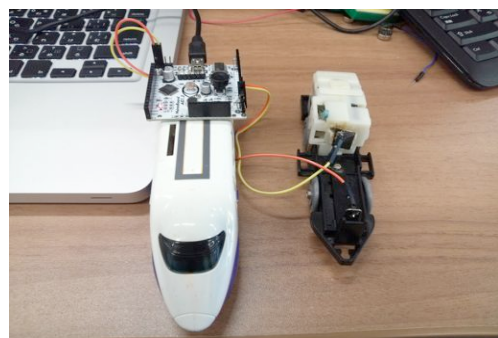


図 1 教材の概観

3. 本方式の特長

大別して、“入手容易性”，“簡易性”，“拡張性”の点から本方式の特長について述べる。

3.1 入手容易性

2.1 節の Scratch は作者ホームページ¹から NanoBoardAG 用に拡張されたものを無料でダウンロードできる。また、2.2 節の NanoBoardAG についても、作者ホームページより購入可能である。同様のセンサボードはこれに追随していくつかすでに販売されているが、他に比べ多機能かつ安価(2000 円程度)である。2.3 節のプラレール

A prototype of Learning Material using Pla-rail and Sensor Devices

佐々木健 Takeshi Sasaki School of Social Infomatics, Aoyama Gakuin University

伊藤一成 Kazunari ITO School of Social Infomatics, Aoyama Gakuin University

¹ http://tiisai.dip.jp/?page_id=935

の入手容易性は言うまでも無い。

3.2 簡易性

NanoBoardAG では、ボード自体に明るさセンサや光センサなどが標準で搭載されているが、加えて 4 系統の抵抗センサ端子を搭載し、そこへ様々な外部センサを接続することができる。それは Scratch から新たなセンサ値として、簡単に取得出来る(図 2 の左パネル)。Scratch については、正しい構文の知識を必要とせず、直感的なプログラミングが行えるよう設計されている。図 2 の右側のブロックプログラムは、抵抗センサの値によってモータをオンオフする例である。

このように高度なプログラミングの知識や経験は問われないため、一般の親子でも学習可能である。プラレールのモータ制御に関しても、プラレール車体内部の、単 1 電池を取り外した電極版にジャンパーケーブルを取り付け、NanoBoardAG を接続することだけで制御が可能となる。

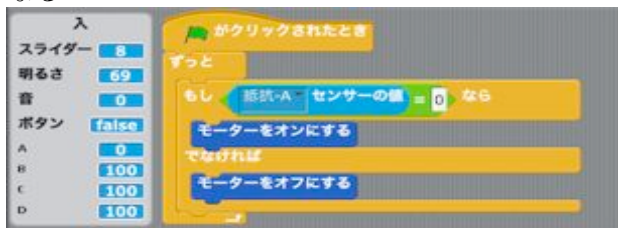


図 2 センサの抵抗値によりモータ制御するプログラム例

3.3 拡張性

NanoBoardAG 自体の拡張性について、3.2 節で述べたが、当然センサは電車側だけでなく、レール側に取り付ける事も可能である。それにより、レールの分岐制御や、レールからのモータ制御など、高い拡張性を持たせることが可能である。また NanoBoardAG は Arduino 互換のセンサボードでもある。Arduino を使った計測制御の実践は Scratch に限らず、多くのプログラミング言語でなされており、別のプログラミング言語学習へのシームレスな拡張も期待できる。

4. 関連研究

プラレールを用いた研究として、位置エネルギーや運動エネルギーといった、力学の学習へ用いる研究[3]などがある。また、プラレールを用いたプログラミングによる計測・制御に関する先行研究では、栗田らの研究が挙げられる[4]。

この方式では、ハードウェアとしてプラレールの車体へ、電源や制御装置、モータドライバ IC を、ユニバーサル基盤を用いて実装するとい

った製作過程が必要となり、ハードウェア 1 台の製作には 5000 円、時間は 7 時間程度のコストがかかる」と述べている。また、電子工作や電子回路に関する専門的な知識を必要とする。プログラムによる制御を行う際にも、独自のソフトウェア環境が必要となる為、独自の設計に基づいた使用方法の周知や、環境構築に関するコストを要すると考えられる。本研究では、プラレールの車体には、ジャンパーケーブルを差し込むピンを電極版へハンダ付けし、NanoBoardAG をネジによって固定するという作業のみで完了する。これにより、ハードウェア製作にかかるコストは栗田らの研究と比較し、大幅に削減されている。

3.1 節で述べたように、モータ制御に関しても電極板と NanoBoardAG をジャンパーケーブルで接続するだけで制御が可能となり、電子回路の構築は行っていない。プログラムによる制御については、Scratch が MIT のホームページで無料公開されている為、環境構築の煩雑性も無い。

5. まとめ

本研究ではプラレールとセンサを組み合わせた学習教材を試作した。今後は、本教材を用いたカリキュラム開発や、児童や生徒を対象とした評価実験を行なっていく予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26330140 の助成を受けたものです。また NanoBoardAG の開発者である新村ともさまに深く御礼を申し上げます。

参考文献

- [1] 伊藤一成, 新目真紀, 阿部和広: 世代や組織を超えた相互学習を促進するためのプログラミング導入教育の実践報告, 情報処理学会研究報告 コンピュータと教育 CE116 (2012)
- [2] Kazuhiro Abe, Tomo Niimura, Koji Yokokawa, Kazunari Ito, Daisuke Kuramoto: NanoBoardAG: An Inexpensive Sensor Board Compatible with PicoBoard and WeDo, Scratch@MIT (2012)
- [3] 村田光宏, 木村和孝: トミカプラレールを利用した力学の学習 : 位置エネルギー運動エネルギー変換の理解の評価, 日本理科教育学会第 57 回全国大会 (2007)
- [4] 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 関西地区 (2013)