

# STEAM型ロボット教材の製作～創りたいを形に～

根岸孝次 根岸良輔 星野祥菜

群馬県立高崎高等学校

〒370-0861 群馬県高崎市八千代町2丁目4番1号

## 要旨

現在のプログラミング教材のほとんどが初心者向けで、教材終了後に学習者が自力でプログラミングするための実践力を得ることができない。そこで、ロボットを取り入れた実践力を養うための新しいプログラミング教材を製作し、実際に教室を開催して実用性を確認した。

## 1. 研究の背景

部活動の活動として、ロボカップジュニアに参加した際に群馬県大会と全国大会であまりにもレベルの差があることを実感した。プログラミングや電子工作に興味を持ち関わっている身として、これは非常に残念なことであり、私たちはなぜそのような問題が発生しているのか考えた。原因を調べるうちにこのギャップは群馬県特有のものではなくほかの県などでも存在していることがわかり、プログラミングや電子工作を教えてくれる人材の不足が原因であるとわかった。そこで、専門の教育者がいなくても学習者が主体的に学べる教材を作ろうと考えた。

## 2. 研究の目的

従来のプログラミング教材では、サンプルコードを提示し試しに動かしてみることのみにとどまっている教材が多い。それだけでは真の理解を得られず実際に自分で似たものを作ってみようとなっても理解が足りず作ることができない。自分が思い描いたものを要素ごとに分解し、これまでに学んだプログラムなどの知識に結び付ける実践力が足りていないためである。本研究では、実践力を養成できる教材の製作を目的とした。

## 3. 実験方法

教材の開発に当たり、初めにテキストと連動して必要になる開発ボードを製作する。次にそれをベースにテキストを製作し、教室を開いて教材の効果を確認する。今回製作する教材はたくさん種類がある教材の中でも扱う分野が多岐にわたり実践力を養いやすいと考えられるロボット教材を製作する。

### 3.1 開発ボードの製作

開発ボードとは、マイコンやその周辺回路に加えて、電子工作の勉強に必要な回路を付属した基板のことである。現在でも様々な機能を搭載したマイコンボードが販売されているが、すでに完成しているボードを使用して学習を行うと、ハードウェアで息詰まることがないのでハードウェアについて知る機会が失われてしまう。そこで、テキストと細かに連動したボードを製作することにした。基板の設計には、Autodesk社のFusion360を用いて回路、配線、基板外形の設計を行った。回路は、Arduino公式サイトで公開されているArduino Microをベースに機能などを追加していった。<sup>1</sup>

表1 使用した部品

部品名称	数量
ATMEGA32U4-AUR	1
水晶発振子 16Mhz	1
セラミックコンデンサ 22pF	2
セラミックコンデンサ 0.1 μF	7
セラミックコンデンサ 4.7 μF	1
セラミックコンデンサ 0.33 μF	2
セラミックコンデンサ 1 μF	2
チップLED	2
5mm LED	2
ダイオード 1N4004	2
USB Micro-B	1

部品名称	数量
ピンヘッダ	多数
ピンソケット	多数
XHコネクタ 2ピン	4
抵抗 10k Ω	5
抵抗 22 Ω	2
抵抗 1k Ω	4
スライドスイッチ	
TB67H450FNGP	3
ADP151AUJZ-3.3	1
NCV5501DT15RKG	1

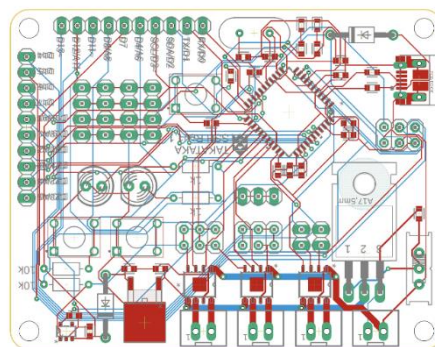
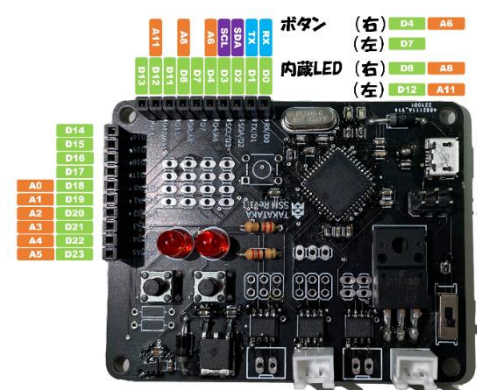


図1 CAD 上での開発ボード



本開発ボードのマイコンには、ATMEGA32U4 を使用した。これは、マイコン学習としては世界でもスタンダードである Arduino のサポートもしっかりとしており、本教材の学習にとどまらず、汎用の学習ボードとしても利用できると考えたためこれを採用した。本教材はロボット教材であることから手軽にモーターを駆動できるようにモータードライバ IC を 3 つ搭載した。電子工作の勉強がしやすいよう LED や タクトスイッチが搭載されている。

図2 実施の開発ボードとピン配置

### 3.2 テキストの製作



開発ボードの製作後、テキストを製作した。Google Site を用いたデジタルテキストを製作した。

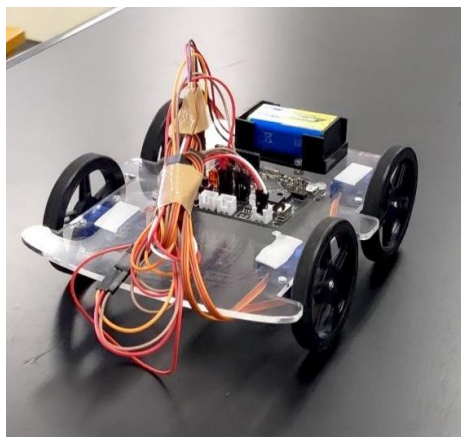
学習者が様々なプログラミングの知識を個々の事例に一対一対応で結び付けてしまい、自身が何かを製作する際に生かせないことを解決するために、「体験」、「学習」、「応用課題」のサイクルを重視してテキストを製作した。テキスト冒頭では、その回で扱う事項が体験できるようなサンプルプログラムを提示し学習者の興味を引く内容にした。「体験」を終えた後、サンプルプログラムを動かすために必要となる背景知識を紹介し、詳細な内容を学んでいく。開発ボードに対応した具体的なプログラムの仕方とともに、一般で通じる抽象的な知識も紹介した。

そして、「学習」の次に「応用課題」を用意した。「応用課題」では、「体験」、「学習」で学んだ知識を学習者が自身の中で咀嚼して確固たるものにすることを目的としている。「応用課題」の中では、基本的にヒントなどをなくしじっくりと考える時間を長くとするものにした。

### 3.3 教材の試用

教材の完成度を確認するため、プログラミング教室を開いた。小学校 6 年生～高校 1 年生の計 10 名を募集した。参加者の大半がプログラミングそのものは経験者であるもののテキスト型プログラミングなどの本格的なプログラミングは未経験である人たちである。約 3 時間程度の講座の中で、L チカや IF 文、ブレッドボードの扱い方、サーボモータの回し方などを学んだあと、それらの知識を組み合わせる簡単なロボットを製作してもらった。

#### 4. 結果



参加者の多くがこういったプログラミング経験をするのは初めてであり、初めは L チカなどでも応用課題の中で頭を抱えてしまう参加者もいたが、時間がたつにつれてプログラミングの要領を理解して手際が良くなっていった。最後には、参加者それぞれが自分の動かしたいようにロットをプログラムできていた。テキストが早く終わった参加者の中には、テキストで学んだことを生かしてテキストには無いことを自分で製作しようとする参加者も見られた。教室の最後に、参加者全員に教材に関するアンケートを実施した。

図 3 教室で参加者が製作したロボット  
表 2 アンケートの回答

肯定的な意見
はじめに簡単なプログラミングをさせて徐々に難易度が高くなるような教材で初心者にとってとても分かりやすいと思いました。
テキストプログラムも初めてやったのですがテキストが分かりやすかったので大体理解できました。
応用などもあり分かりずらそうな所は動画などの追加の説明もあるのでとてもよかったです。
回路の配線に触れることがあまりなかったので、勉強になりました。

否定的な意見
応用問題がヒントがなかったのでとても難しかったです。
応用問題がとても難しかったです。
英語のスペルの間違いでプログラムが動かなくなることが難しかったです。
visualstudioみたいにエラーのところの下線が出ないから気づきにくかった。

本教材製作で最も重点を置いている「応用問題」に関しては、難しいという意見が多く寄せられた。「体験」や「学習」から「応用問題」までのギャップが大きく初めて学んだことをすぐに実践に移すのは難しいという意見が多かった。ほかの部分に関しては肯定的な意見が多かったので、これらのギャップを埋めるようにテキストを構築する必要があるとわかった。学んだことを生かして「応用問題」を解いて、そのあと自分の作りたいものをつくらうとする参加者がいたことから考察すると、本教材は「応用問題」を通して学んだ知識を自身の中で抽象化し、別のことに生かすことを助ける働きが認められると考えられる。

#### 5. 結論

本教材で採用した「体験」「学習」「応用問題」のサイクルはプログラミング教育で実際にプログラムする際の実践力を養うために有効であるとわかった。ゆえに、本教材は本研究の目的に合ったものである。

本教材開発の信頼性を高めるためにもより長い期間、多い回数、教室を実施する必要がある。また、今回はロボット教材を開発したがほかのタイプのプログラミング教材も製作しこのサイクルが本当に有効なのか確かめていきたい。

#### 6. 参考文献

1) Arduino. (n.d.). Arduino Micro. Arduino Online Shop. Retrieved from <sup>1</sup>

(2023年8月15日取得 <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-micro?selectedStore=us>)

#### 謝辞

本研究を行うにあたり多大な助言や支援を行ってくださった岡田先生、並びにペリテックの井澤社長には深く感謝の意を表します。