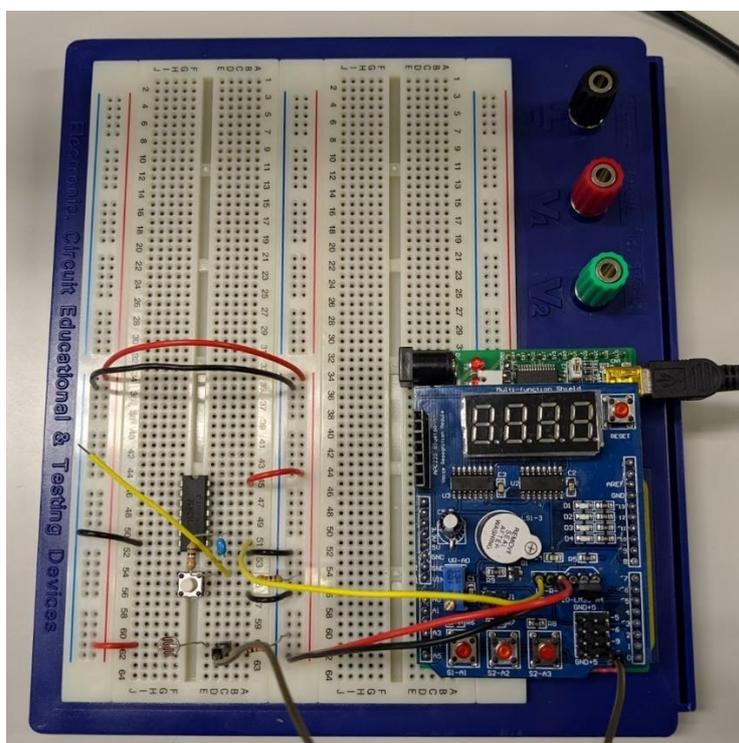


ビジュアルプログラミングを活用した マイコン及び C 言語の導入教材 取扱説明書



ポリテクセンター熊本

目次

1. 教材の概要	4
1.1. 教材開発の背景と目的	4
1.2. 教材の特徴・独自性	4
1.3. 実績	5
1.4. 適用したユニット	5
2. 教材の使い方	6
2.1. 授業スケジュール例	6
2.2. 動作環境	7
2.3. Blockly Duino 環境のセットアップ	7
3. 部品リスト	8
4. シミュレータ環境を利用したオンライン教材	9

5. 反省と今後の展望	10
5.1. アンケート結果	10
5.2. アンケートから見える学習効果.....	10
5.3. 生徒の自己学習の事例	11
5.4. まとめ	11

1. 教材の概要

初学者にとって従来型のマイコン制御プログラミングの課題は、インターフェース回路とマイコンプログラミングの双方を同時に学習することにあった。特に、従来型の教材の多くはプログラミング言語に「アセンブラ言語」を使用する事が多く、初学者にとっては難解であり、学習の初期段階からマイコンに対する苦手意識を持ってしまう大きな要因だったと言える。

昨今の組込み開発においては、アセンブラ言語の使用率は低下しており、日々広がる組込み分野の習得の為にはカリキュラムから除外する事も増えてきた。そこで、今回はビジュアルプログラミングを採用し、インターフェース回路設計、IO 制御プログラミングの本質に絞ると同時に、最終課題として「温度計」の製作といった初学者にとってイメージのしやすい課題を設定した教材を開発した。

開発した教材の一覧は以下の通り。

- ①受講生向け訓練用テキスト
- ②指導員向け教材の取扱説明書
- ③ソースコード類
- ④学習キット(組立時・外形寸法：168mm * 190mm * 40 程度)
- ⑤自主的な自宅学習を想定したシミュレータ環境を活用したオンライン教材

1.1. 教材開発の背景と目的

本教材は、元々使用していた教材の老朽化による教材刷新から始まっている。従来、アセンブラ言語を用いた訓練を展開していたが、近年のマイコンは回路規模が大きくアセンブラ言語を用いて実習を行うには困難であった。加えて、組込み初学者が初めてのプログラミング言語としてアセンブラ言語を学習するには困難であり、苦手意識を持つ大きな要因の1つであった。

そこで、近年の STEM 教育の成果物であるビジュアルプログラミングツールを活用し、プログラミングの敷居を格段に下げ、本来学ぶべき点に注力した教材を実現した。

1.2. 教材の特徴・独自性

近年の STEM 教育の流れより、Arduino や Micro:bit, RaspberryPi 向けのビジュアルプログラミング環境および教材は多くある。しかしながら、それらの大半は、小中学生向けを想定しており、ハードウェアは抽象化され、マイコンと周辺回路とのインターフェースは隠蔽化されてしまっているものが多い。

そこで今回は、IO や AD, PWM といったカリキュラム上学ぶべきインターフェースが制御できるツールを選定し、周辺回路も前段のアナログ回路・デジタル回路の訓練で学んだ回

路を考慮したものとした。

さらには、マイコンボードとして世の中で広く普及した Arduino UNO を採用する事で、非常に安価に実習機材を揃える事が可能となった点に加え、オンラインのシミュレータ環境を利用して、テキストの内容がほぼそのまま実施できる自主学習の環境も整備した。

全体を通して、近年の STEM 教育の流れ・エコシステムから生まれた成果物を活用し、職業訓練の現場にローカライズして適用した 1 つの事例であると言える。

1.3. 実績

ポリテクセンター熊本 組込みマイコン技術科 令和 2 年 3 月生 に本教材を適用して訓練を実施しました。

対象 : 組込みマイコン技術科 令和 2 年 3 月入所生 19 名
期間 : 令和 2 年 3 月 24 日(火)~3 月 31 日(火) …54 時間
備考 : 前段にアナログ回路, デジタル回路といった訓練があり, 回路の基本については身に着けている。

1.4. 適用したユニット

第 1 システムの第 5, 6 ユニットの 6 日間(計 54 時間)に適用。実際に適用したユニットは以下の通り

第 5 ユニット : インターフェイス回路設計 1 (入力・表示回路) [EU303-0500-3]

第 6 ユニット : I/O 制御プログラミング (入力・表示) [EU303-X530-3]

また, 第 1 システムの第 2,3 ユニットには, 基礎アナログ電子回路[EU205-0210-2]・基礎デジタル電子回路[EU204-0075-2]の訓練を設定しており, 第 2 システムは組込みシステム開発のための C 言語プログラミング[ES338], 第 3 システムは組込みマイコン開発のシステム[ES339]を設定している。

2. 教材の使い方

2.1. 授業スケジュール例

[1日目]

- ・必要に応じて Arduino の説明(当施設では前段の訓練で説明済みである為除外)
- ・ Multi Function Shield の概要および回路の解説
- ・ブロック図の説明および作成実習
- ・電源系統のブロック図について説明
- ・開発環境の説明・Lチカ
- ・①IO 出力
 - －GPIO の説明, LED の回路説明
 - －まずは愚直に制御
 - －関数の紹介, 繰返しの紹介

[2日目]

- ・①IO 出力
 - －ブザー制御
- ・①-2 PWM 制御
 - －PWM の説明
 - －プログラミング
- ・②IO 入力
 - －スイッチ回路の説明
 - －条件式について説明

[3日目]

- ・③-0 シリアル通信
- ・③-1 AD コンバータ
- ・③-2 AD コンバータ(温度センサ)
- ・③-3 AD コンバータ(光センサ)

[4日目]

- ・④割り込み
- ・状態遷移
- ・⑤7 セグメント LED(スタティック点灯)

[5日目]

- ・⑦7 セグメント LED(ダイナミック点灯)
- ・⑧温度計

[6日目]

- ・⑧温度計
- ・まとめ・復習

テキストの章立て・内容をベースに上記に参考スケジュールを示した。

1～2日目にオンライン教材についても紹介が出来ること、学習意欲の高い訓練生は自宅等で復習を行う事ができ、より効果的な訓練が実現できると考える。

2.2. 動作環境

本教材は下記の動作環境にて訓練実施。

[PC]

CPU : Intel Core i5
メモリ : 8GB
HDD : 空き容量 10GB 以上
OS : Windows 10 Pro 64bit 版

[ソフトウェア]

Arduino IDE : 1.8.12
Google Chrome : 84.0.4147.89

2.3. Blockly Duino 環境のセットアップ

まず最初に試す場合は、以下の URL より Blockly Duino を実際に試すことが可能である。しかしながら第 3 者が提供しているサービスである為、ローカルで実習環境を構築する事が望ましい。

<https://code.makewitharduino.com/?lang=ja>

1 つ目は、Chrome ウェブストアにて Blockly Duino の Chrome アプリが提供されている為、こちらをインストールして利用する方法がある。

<https://chrome.google.com/webstore/detail/blocklyduino-editor/ohncgafccgdbigbbikgkfbkiebahihmb>

2 つ目は、実習場などのローカル環境に Web サーバを構築し、そこに Blockly Duino を導入する方法である。一見難しそうに見えるが、Web サーバ(Apache2)を用意し、公開用のディレクトリ内に github に公開されているリポジトリを展開するだけで実現できる。

Github : <https://github.com/makewitharduino/Online-BlocklyDuinoEditor>

[導入手順 : Raspbian stretch の場合]

① Apache のインストール

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade  
sudo apt-get install -y apache2
```

② GitHub のリポジトリを展開

```
cd /var/www/html/  
sudo git clone https://github.com/makewitharduino/Online-BlocklyDuinoEditor BDE
```

③ ブラウザからアクセスして動作確認

[http://\[IP アドレス\]/BDE/](http://[IP アドレス]/BDE/) にアクセスして BlocklyDuino Editor が見える事を確認できれば完了

3. 部品リスト

訓練生 20 名, 講師 1 名の場合の最小構成を下記に示す. 基本的に訓練生は 2 名で 1 セット使用する.

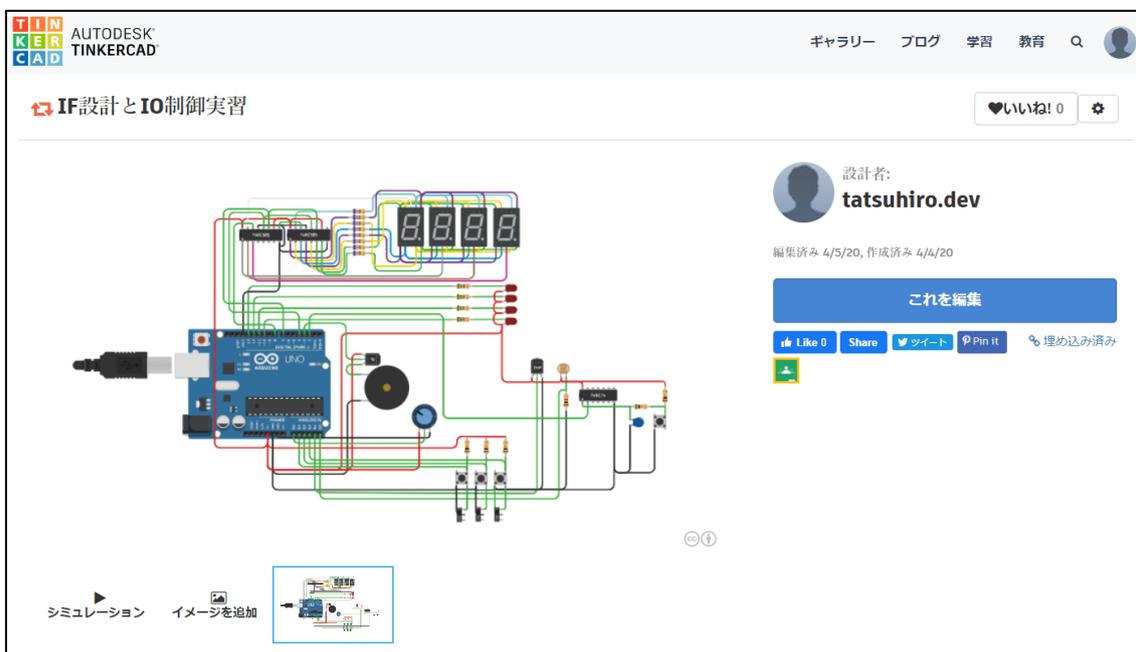
ArduinoUNO を互換品で代用したり, ブレッドボードを最小サイズにする事で大きく単価を下げる事が可能である. また, AVRISP は今回使用する ATMega マイコンボードキットの場合のみ必要である事から, こちらも排除すれば 5000 円以上の単価引き下げが可能. そのほかの部材も一般的な組込み系学科の職業訓練の現場にはよくある部材ばかりであることから, 実際に揃えるべき部材は非常に少なく安価であると考えられる.

No	部材名	型番・スペック	単価	数量	小計	備考
1	ATmega168/328 マイコンボードキット	AE-Atmega	2100	21	44100	定員20人+講師用
2	USBケーブル	1m程度, mini Bコネクタ	110	21	2310	
3	AVRISP	1597-1524-ND・Seeed	3670	21	77070	
4	ブレッドボード	SRH-32・サンハヤト	3520	21	73920	
5	マルチファンクションシールド	GK-SLD1・aitendo	698	21	14658	
6	CdS 1M Ω	I-05886	25	21	525	
7	カーボン抵抗	1k Ω , 1/4W	1	21	21	
8	タクトスイッチ	P-03648	10	21	210	
9	74HC14 IC	TC74HC14AP	40	21	840	
10	積層セラミックコンデンサ	0.1uF	15	21	315	
11	電解コンデンサ	10uF	10	21	210	
12	カーボン抵抗	10k Ω , 1/4W	1	42	42	
13	ジャンパ線 オス-オス	単芯線材を流用	0	21	0	線材で流用
14	ジャンパ線 オス-メス	200mm程度の長さ	440	21	9240	
15					0	
16					0	

10640 円

223461 円

4. シミュレータ環境を利用したオンライン教材



本教材は、訓練生の自己学習の支援・今後社会的な情勢等を踏まえて考えられるオンライン学習を想定して、TINKERCADの回路シミュレーション機能を用いたオンライン教材も合わせて開発した。

TINKERCAD内で、今回の実習環境と同じ回路を作成しURL1つで配布可能な形式としている。TINKERCADのアカウントは必要であるものの、アカウントとインターネット環境さえあれば、実際の実習環境とほぼ同一のマイコン及び回路を使った学習を自宅でも行う事ができる。

TINKERCADは回路シミュレーションに加えて、ArduinoUNOのプログラムのシミュレーションも同時に行う事が出来る強力なオンラインツールである。

[配布 URL] <https://www.tinkercad.com/things/bLuevRFVbHU>

実際に試す場合は、「99_TINKERCADによる自宅学習環境のススメ」も合わせて参照。

5. 反省と今後の展望

5.1. アンケート結果

本教材を利用した訓練を受けた当施設の組込みマイコン技術科の生徒にとったアンケートから訓練効果を述べる。

別添①_アンケート① … 訓練終了直後にとったアンケート

別添②_アンケート② … 訓練終了後より約 1 ヶ月後(C 言語の学習後)にとったアンケート

5.2. アンケートから見える学習効果

IF 回路設計および IO 制御に対する心理的敷居の引き下げ

教材に対する興味が湧きやすく、達成感が得られやすい教材と言える。「予想と実際の動作の比較が容易に行える」「プログラムに対する抵抗なく学習できる」「ブロックにより可視化しやすく処理手順が分かりやすい」といった声が上がっている事から、ビジュアルプログラミングの活用により、考えるべき所が回路・制御プログラムと集約された効果と考えられる。

前段のデジタル回路・アナログ回路への理解度向上・意識付け

アナログ回路、デジタル回路で学んだ内容がマイコンを利用する事で、どのように結びつくのか?といった点を理解・意識付けさせる上で一定の効果が得られる。実際に次のような声があった。「カソードアノード・電圧差による電流の向きを考えないと完成しない点」「IC の役割などを考えながら学べた」

後段の C 言語の学習への効果

プログラミングの基本要素である逐次・分岐・繰返しや、値・変数の扱い、関数の概念を無理なく体得でき、C 言語の学習に大きく寄与したと言える。実際に次のような声があった。

「if 分や for 文など処理の順番を先に知っておくことで、C 言語化する時に各順番に悩まなくてよかった」「考え方は似たような物なので理解しやすくなった」「学習したほぼすべての例文に関連性を感じた」

5.3. 生徒の自己学習の事例

訓練の時間外の空き時間を利用して、第2システムのC言語を学びながら、本教材とC言語を組み合わせてミニゲームを作成する訓練生も現れた。テキスト内で扱った各種センサ・アクチュエータをほぼすべて使い、状態遷移の考え方で組み込んだ力作であり、ビジュアルプログラミングから実際のC言語までを関連付けて学習できた成果と言える。

詳しくは別添③-1, ③-2を参照。

5.4. まとめ

今回、ビジュアルプログラミングを活用した事で、マイコン及びインターフェース回路、プログラミングの基礎の学習に効果的な教材を開発する事ができた。

加えて、教材そのものが非常に安価であり、無償で使用可能なオンライン教材まで用意することが出来た。これもSTEM教育やメイカームーブメントのエコシステムの成果を上手く活用し、職業訓練に適用した結果だと考えている。

昨今、「子供のプログラミング教育」の話題が多く、ビジュアルプログラミングによる満足度・達成感の得やすい教材が多く見られるようになった。職業訓練への適用を考えた場合、「ただ面白い・楽しい」では訓練効果としては今一つである。今回はマイコン及びインターフェース回路の効果的な理解という目的を第一に置き、従来型のアセンブラ言語を用いる教材の最大のネックであった取っ付きにくさ・難解さを、ビジュアルプログラミングにより除外する事ができた。

さらには、後段のC言語学習へ意識付けしやすい形で、逐次・分岐・繰返しや値・変数の扱い、関数の概念といったプログラミングの基礎を学習させる事ができた。アセンブラ言語を用いても勿論ある程度はプログラミングの基礎を学習させる事は可能であるが、やはり低級言語であるが故に、C言語との関連性のイメージのし辛さは否めない。この点についてはビジュアルプログラミング本来のメリットを享受できたように感じている。

本教材は2020年3月に開発したばかりであることから、今後ブラッシュアップの余地が幾分かある。特に今回はオンライン教材の投入時期が遅かった事もあり、あまり活用されなかった事から、まずは活用率の向上を目標に次回訓練に向けて改善していきたいと考えている。