

プログラミング教育の教材として使う Arduino と Netduino

兵庫県立神戸工業高等学校情報技術科 主幹教諭 / Microsoft MVP
松本 吉生

1. 教科「情報」におけるプログラミング教育の重要性

高等学校の教科「情報」が実施になった平成 15 年当時から様々な授業の取り組みが各校で行われているが、アルゴリズムやプログラミングについては比較的重点を置かない授業実践が多くみられたように思われる。しかし近年になってその重要性がようやく認識されるようになった。

現在でもあらゆる職業と日常生活の隅々において、私たちはコンピュータと密接に関係しており、コンピュータの重要性は今後も加速度的に高まることが予想される。あらゆる電子機器に組み込まれるマイクロコンピュータを含めて、コンピュータの正しい理解がなくては現代社会を生き抜くことはできないといっても過言ではない。そしてコンピュータはハードウェアとソフトウェアの両輪で動く機械である。ハードウェアをいかにしてソフトウェアがコントロールするのか、そのことを体験的に理解するにはプログラミング教育が欠かせない。

2. プログラミング教育におけるマイコンボードの活用

プログラミング教育の具体的な手法は様々なものが考えられる。小学生など低年齢でも扱えるビジュアル的なプログラミングの「スクラッチ」や Web ブラウザでプログラミングができ視覚的に理解しやすい「ドリトル」、LEGO ブロックのシステムと組み合わせるとロボット制御の体験ができる「マインドストーム」などがある。高校生であれば Microsoft の Visual Studio を使ったソフトウェア開発も可能だろう。スマートフォンのアプリ開発や Web サービスのプログラミングも興味を引くだろう。

プログラミング教育の実施には、生徒の年齢や興味と関心、学校の設備状況や予算、教員の知識と技術など様々な要因があるなかで、現場の教員の試行

錯誤が必要になる。その選択肢のひとつとして、本稿ではマイコンボードを使ったプログラミング教育の方法を紹介したい。

3. マイコンボードとは

マイコンボードとは、私たちが通常「パソコン」と呼ぶものと同じ、あるいは機能限定された CPU やメモリ、インタフェースを持つ小型のコンピュータで、通常は部品が装填された基盤の状態では利用される。マイコンボードが「パソコン」と本質的に異なるのは、基盤から「1」と「0」のデジタル信号が直接取り出せ、受け取ることができることだ。最も基本的なマイコンボードの入出力制御は、次のようにボリュームを使った連続的な電圧変化を受け取り、一定以上の電圧を受け取れば LED を光らせるという例になる。

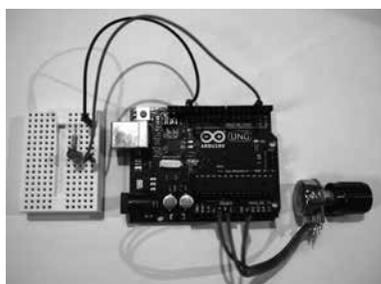


Fig.1 マイコンボードによる入出力制御の基本

ボリュームによる電圧変化を受け取ってプログラムで処理することができれば、温度、距離、明るさ、傾きなどのセンサをボリュームに置き換えて検知できる。LED の点滅をプログラムでコントロールすることができれば、モーターやヒーター、ブザーなどのアクチュエーターを LED に置き換えてコントロールできる。センサによる入力信号をプログラムで処理し、アクチュエーターをコントロールする。これがあらゆるコンピュータ制御の基本になる。

4. Arduino の特徴

マイコンボードも様々な種類があるが、Arduino UNO は現在 Raspberry Pi と並んで良く使われているマイコンボードだ。Arduino UNO の特徴は次のようなものだ。

- ・極めて安価な互換機が入手できる。
- ・アナログ入力がある。
- ・インストール不要の開発環境がある。
- ・「シールド」と呼ばれる周辺装置が豊富にある。

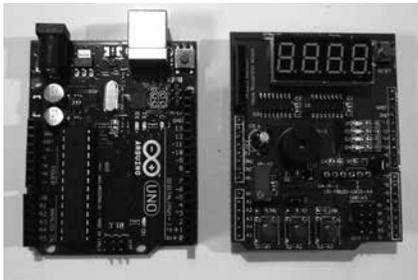


Fig.2 Arduino とマルチファンクションシールド

Arduino はイタリアで学生向けのプロトタイプ用マイコンボードとして開発され、仕様が公開されている。Arduino UNO 公式のボードは約 3,000 円程度だが、互換機なら 300 円程度から手に入る。Raspberry Pi など他のマイコンボードでアナログ入力がないものなら、アナログセンサを入力するために A/D 変換器をつけなければならないが、Arduino UNO は標準でアナログ入力を備えている。プログラミング統合開発環境として Arduino IDE が提供されており、コンピュータにインストールするタイプのもので、インストールしなくても単体で動作する実行ファイルの両方がある。「シールド」と呼ばれる周辺装置も多種多様なものが安価に提供されている。Fig.2 のシールドは通称「マルチファンクションシールド」と呼ばれるもので、4つの7セグメント LED 表示器、4つの LED、3つのスイッチ、ブザー、ボリュームなど入出力の実験に必要なひとつひとつの部品が実装されており、600 円ほどで手に入る。

5. Netduino の特徴

Arduino UNO 用に作られた豊富なシールドは他のマイコンボードにとってもメリットがあるため、Arduino UNO と同じピン配置で構成されたマイコンボードが他にもあり、そのひとつが Netduino だ。

Netduino の特徴は次のようなものだ。

- ・ Arduino UNO と I/O ピン互換である。
- ・ Arduino UNO の豊富なシールドが利用できる。
- ・ Visual Studio を使い C# で開発できる。
- ・標準でイーサネットを装備したモデルがある。

次の写真は Netduino 2 とイーサネットモジュールを装填した Netduino Plus 2, そして最新型の Netduino 3 だ。

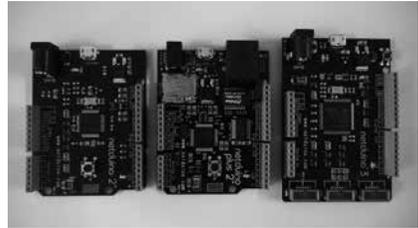


Fig.3 Netduino 2 と Plus 2, 3

Netduino は入出力のピンを Arduino UNO と互換性のある仕様としており、Arduino UNO 用として作られた様々なシールドを利用できる。OS は Microsoft の .NET Micro Framework が採用されており、Microsoft が公式にサポートしている。ライブラリは洗練され信頼性があり、Visual Studio を使って C# によるプログラミングができる。また標準でイーサネットモジュールを装填したモデルがあり、ライブラリも揃っている。

6. Arduino UNO による「Lチカ」プログラミング

マイコンボードによるプログラム制御の基本は LED を点滅させることで「Lチカ」と呼ばれている。次のプログラムは Arduino UNO の 3 番ピンに LED を取り付け、1 秒間隔で点滅を繰り返すプログラムだ。

Arduino が電源を投入されると、まず一度だけ setup メソッドが実行され、次に loop メソッドが繰り返し実行される。Loop メソッドでは 3 番ピンの出力を HIGH にして 1 秒待ち、次に LOW にして 1 秒待つ。HIGH では出力が 5V になり、LOW では 0V になるため繋いだ LED が点滅する。

```
void setup() {
    pinMode(3,OUTPUT);
```

```

}
void loop() {
  digitalWrite(3,HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(3,LOW);
  delay(1000);
}

```

LED の点滅の間隔をボリュームからのアナログ入力に変化させるプログラムの例は次のようになる。

loop メソッドの delay 処理の待ち時間はミリ秒単位であり、これを analogRead で A0 ピンの入力値を使って変化させる。A0 の入力値は 0 ~ 1023 の値をとるので、0 秒 ~ 約 1 秒間隔の点滅をボリュームで調整できる。

```

void setup() {
  pinMode(3,OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(3,HIGH);
  delay(analogRead(A0));
  digitalWrite(3,LOW);
  delay(analogRead(A0));
}

```

7. Netduino による「Lチカ」プログラミング

Netduino で前述のような LED の点滅をさせるには次のようなプログラムになる。

```

using System;
using System.Net;
using System.Net.Sockets;
using System.Threading;
using Microsoft.SPOT;
using Microsoft.SPOT.Hardware;
using SecretLabs.NETMF.Hardware;
using SecretLabs.NETMF.Hardware.Netduino;
namespace Netduino_suiken_inet46_VR_
LEDblink
{

```

```

public class Program
{
  public static void Main()
  {
    OutputPort led = new OutputPort(Pins.
GPIO_PIN_D3, false);
    AnalogInput vol = new AnalogInput(Cpu.
AnalogChannel.ANALOG_0);
    while(true)
    {
      led.Write(true);
      Thread.Sleep(vol.ReadRaw());
      led.Write(false);
      Thread.Sleep(vol.ReadRaw());
    }
  }
}

```

Arduino UNO も Netduino も、プログラムを本体に転送すれば、単体で USB の 5V 電源につないで動かすことができる。この場合の電源には、単三乾電池を使ってスマホなどの予備充電ができる、USB のコネクタを持った電源モジュールが使いやすい。

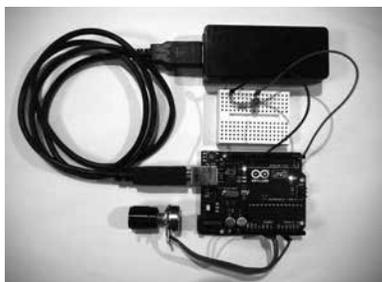


Fig.4 スマホ用電源でマイコンボードを動かす

8. マイコンボードとネットワークプログラミング

Netduino は標準でイーサネットモジュールを装填したモデルがあり、Arduino UNO では安価なイーサネットシールドが手に入る。Arduino UNO 用のイーサネットシールドの価格はおよそ 800 円ほどだ。また Arduino UNO には Wi-Fi モジュールを搭載したシールドや、Arduino UNO 本体に Wi-Fi モジュールを装填した互換品もある。

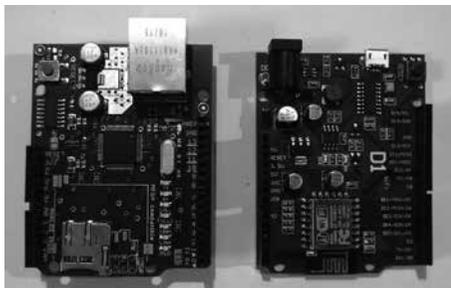


Fig.5 イーサネットシールドとWi-Fi モデル

これらのネットワーク部品を用いると、マイコンボードをネットワークに接続し、簡単なプログラムでWebサービスを実装することができる。Webサービスのプログラミングを体験できれば、ブラウザがHTTPサーバーに対してどのようなメッセージを送り、Webサーバーがメッセージをどう処理してデータを返すのか、クライアントからWebサービス側にメッセージを送るPOSTメソッドはどのような仕組みになっているのかを体験できる。次のプログラムはArduino UNOとイーサネットシールドを使ってWebサービスの最も基本的な処理をするものだ。

```
#include<SPI.h>
#include<Ethernet.h>
byte mac[] = {0x10,0x20,0x30,0x40,0x50,0x60};
byte ip[] = {192,168,1,3};
EthernetServer server(80);
void setup() {
  Ethernet.begin(mac,ip);
  server.begin();
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  EthernetClient client = server.available();
  if(!client){
    return;
  }
  String req = client.readString();
  Serial.println(req);
  client.flush();
}
```

このプログラムをArduino UNOに送り、LANケー

ブルでパソコンと通信できるようにする。パソコンからArduino UNOに設定された192.168.1.3に対してブラウザで接続すると、Arduino IDEのシリアルモニタにブラウザから受け取ったリクエストの文字列が表示される。次の図のように最初の行でGET / HTTP/1.1のメッセージを受け取っており、Webサービスはこの文字列を受け取り、処理をしていることがわかる。

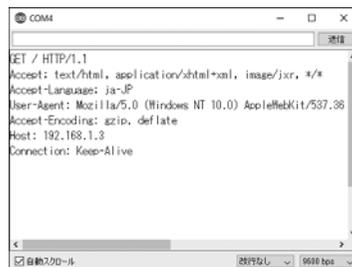


Fig.6 Arduino UNOによるWebサービス

9. Arduino や Netduino を入手するには

Arduino UNOは多くのパーツショップで売られている。Arduinoの公式モデルが必要なら、秋月電子通商やマルツパーツなど老舗のパーツショップで求めるとよいが、Amazonでも安価な互換品など様々なモデルが手に入る。Netduinoはスイッチサイエンス社から購入できる。実習にはLEDやボリューム、ブレッドボードなどが必要だが、たいいていものはネットショップで購入できる。

また筆者は2016年2月から兵庫県神戸市の三ノ宮駅前前で会議室を借り「ラボワーク」と名付けたマイコンボードの勉強会をしている。興味のある方はアドミンティーチャーズのWebサイトで案内をご覧いただきたい。

なお本稿で紹介したArduinoのWi-Fiモデルは、日本国内ではWi-Fiは電波法令上で無線局の扱いとなり、技術基準適用、いわゆる「技適」が必要となるため、実際の運用にあたっては注意したい。

参考文献

- 1) Arduino Foundation (US), Arduino.cc
- 2) Arduino S.R.L. (Italy), Arduino.org
- 3) アドミンティーチャーズ, adminteachers.wordpress.com
- 4) .NET対応組み込みデバイス「Netduino」入門, www.buildinsider.net/small/netduino