

Arduino用 3 Gシールドの開発と教育での活用

東京都立小石川中等教育学校 天良 和男

株式会社タブレイン 高本 孝頼（3 Gシールドアライアンス代表）

1. はじめに

日本経済は、2008年のリーマン・ショック以来、大きな円高に振れ、輸出中心の日本のモノづくりに悪影響を与え続けてきている。その結果、戦後からの復興において磨き上げてきた最高水準にあったさまざまな「メイド・イン・ジャパン」のモノづくりの信頼が、大きく揺らぎ始めてきた。

この復活にかけては、日本が生み出した優れた技術やモノづくりに対する知恵・気質に着目し、日本の強みを活かしていくための教育実践が、これからは強く求められるものと言える。

ここで紹介するArduino（アルドゥイーノ）や、その上で稼働する3 Gシールドは、これまで日本が世界一として誇ってきた最先端で高度な技術や高精度で高密度の部品センサ・モータなどを使い、新たな教育の現場にモノづくりの刺激や興奮、それに創造・アイデアを与える教材である。

本稿では、Arduinoや3 Gシールドについての概要を述べ、情報科教育での活用の意義や可能性、授業での活用例、授業の指導案などを紹介する。

2. Arduinoとは

Arduinoは、2005年イタリアの大学教授Massimo Banzi氏らによって開発・提供されてきたもので、2千円程度の低価格な8ビットのマイコンボードと、それを動かすソフトウェアの統合開発環境IDE（Integrated Development Environment）との両方を指している。Arduinoは、オープンソースハードウェアで、回路図は無償で公開されていて、上記のIDEだけでなく、Arduino上に接続できるセンサ類やモータ類を動かすためのスケッチ（Arduino上のプログラムのことを指

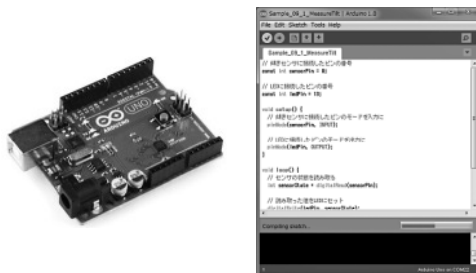


図1 Arduinoボードと統合開発環境（IDE）

す）の多くは、様々なWebサイトからダウンロードできる。Arduino上に接続できるセンサ類やLED、モータ類を搭載した拡張ボードは、シールドと呼ばれ、Arduino本体と同様に低価格で種類も豊富に提供されている。このシールドは、Arduinoと接合するピン配置が一致していて、基本的にはんだ付けが不要で、簡単に接続コネクタに差し込んで利用することができる。既に販売されているこれらのシールドや最先端で高性能なセンサ部品・アクチュエータ（駆動装置）部品・液晶表示部品などと、ネット上の無償ソフトとを組み合わせることで、Arduino上で短時間に稼働させることができる。

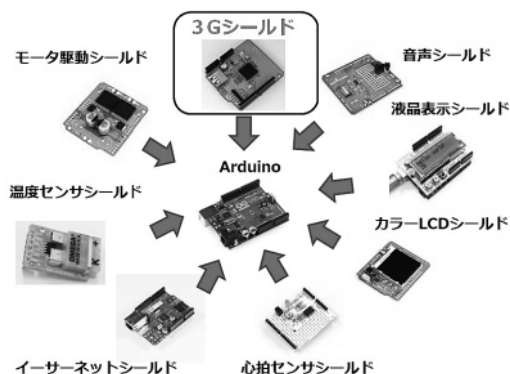


図2 豊富なArduino用シールド（一部）

このオープンソースの概念によって、Arduinoの普及は世界的に広がりを見せていて、教育関係だけでなく、個人的に興味を持つ人たちが企業人らにも、安価であることと技術的な扱いが容易ということで、試作品やプロトタイプ版の開発として最近広く利用されるようになってきた。

純正品のArduinoは2013年度末には世界で累積100万台の販売数が見込まれており、互換機（クローン）も含めると膨大な数が出回っている。そのうちのひとつ「Japanino（ジャパニーノ）」は、2010年にArduinoの互換機として日本で販売された。

3. Arduino用3Gシールド

3Gシールドは、第3世代（3rd. Generation）通信網と通信できるモジュールを載せたArduino上の拡張ボードである。

このモジュールは、技術基準適合証明（一般に技適：JATE/TELECと呼ばれる）を取得したもので、アンテナ性能をクリアし、キャリア（W-CDMA 通信事業者：NTTドコモやソフトバンクなど）のSIMカードを差し込んで利用できる。

3Gシールドもオープンソースの概念から、回路図や利用するスケッチは、無償で公開する予定である。以下に主な機能を紹介する。

(1) 3G通信機能

3G回線を使ったデータ通信が可能で、Webとの通信やTCP/IP通信が可能となっている。この機能によりインターネットを介した様々なクラウドサービスとの通信ができ、遠隔操作やセンサによるデータ取得が可能となる。

(2) GPS位置取得機能[※]

人工衛星による測位ができるほか、キャリアの基地局によるA-GPS（Assisted GPS）機能も利用可能である。この機能を使うことで、移動するものに装着して、センサのデータ等に加えて位置情報も収集することが可能となる。

(3) SMS（ショートメッセージ）機能[※]

ショートメッセージによる通信機能で、双方向での送受信が可能となっている。これにより遠隔

操作でのトリガーとしてのコマンド送信や、閾値を超えた時のアラームの受信などが可能となる。

(4) その他の機能

その他に時計に関する情報の取得や、電源On/Off切り替え機能、電波強度の状態取得などが利用可能である。これらの機能をうまく利用することで、AC電源などを利用できない場所等で省電力の制御が可能となる。

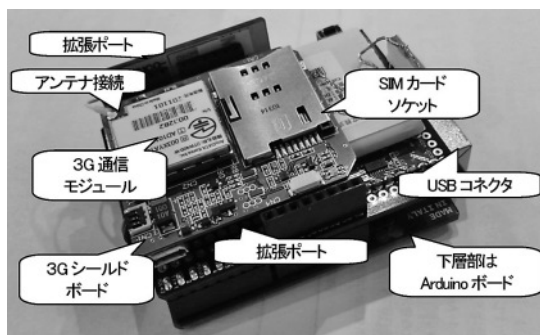


図3 Arduino用3Gシールド

4. Arduino用3Gシールドの活用について

Arduino上で3Gシールドを搭載して利用する使い方として、主なものを以下に紹介する。

(1) Arduino入力装置によるデータの送信

Arduino上に取り付けた温度や気圧・湿度・風速などの気象関連センサや、加速度や地磁気・ジャイロなどの挙動関連センサ、その他入力装置から取れたデータを遠隔地へ送信することができる。遠隔地の観測や監視などが可能となり、広域によるセンサ・ネットワークでの利用価値が高まる。

(2) Arduino出力装置制御のための受信

Arduino上に取り付けたモータやスピーカ、LED、表示ディスプレイなどの出力装置に対し、遠隔地から送られてくる制御コマンドを受信し、これらを起動することが可能となる。遠隔地の機械操作や、遠隔監視カメラの操作、無人農業用ロボットなどの実現が可能となり、遠隔地にあるワイヤレス機器装置の開発につながる。

(3) インターネットとの双方向通信

インターネット上にあるソフトウェアとの連携がワイヤレスで可能となり、互いに通信しあうことが容易となる。このことで、ネットワーク上にある様々なソフトウェアや機器と、この3Gシールド

※ 通信サービスによっては利用できない場合もある。

ルドとが接続できるようになる。特に電力が届きにくい山間部や近海部エリア，それに移動体（動物や自動車など）での3Gシールドの利用機器開発に期待が持てる。

5. 教科「情報」でのArduino活用の可能性

これまで工業高校などの教育現場においては、PICシリーズ（Peripheral Interface Controller，マイクロチップ・テクノロジー社製のマイコン製品群の総称）やH8シリーズ（ルネサステクノロジーの前身の日立製作所製のマイコン製品群の総称）のマイコンなどが主な教材として広く使われてきた。このArduino（主にAtmel社製のAVRマイコン製）は、PICやH8マイコンに比べ、安価であり、入手しやすく、さらに使いやすいといった多くのメリットがあり、今後、高等学校教科「情報」などの情報科教育でも容易に取り込むことができると考えている。以下に、教育現場でのArduinoの活用の可能性を説明する。

(1) 導入のしやすさ

PICやH8マイコンに比べ、準備すべきArduinoのハードとソフトの購入費用は、比較的安く抑えられ、ソフトにおいては、IDEをはじめ、多くのソフトも無償で提供されている。このことで普通高校でも導入しやすい教材と考える。

(2) 技術ハードルの低さ

Arduino上で、多くのシールドやセンサ部品などを利用する場合、すでに無償のスケッチがダウンロードできるようになっている。これらを参考にすることで、応用展開も容易に行うことができ、PICやH8マイコンに比べ、マイコン独自の知識が不要で、技術ハードルが低い。

(3) 試作が短時間

PICやH8マイコンを利用するには、ある程度の電気・電子の知識が必要となるが、Arduinoは専門外の初心者でも簡単に取掛けることができる。また、はんだ付けや工具を使った工作技術が不要で、ブレッドボードとジャンパーコードなどを使った試作は短時間に行うことができる。

以上のことなどから、単位数が少ない普通教科「情報」の授業でも、本質の部分に集中でき、短時間で高度な応用事例にたどり着くことができる。

6. 教育でのArduino+3Gシールド活用の意義

これまで、広域エリアでのワイヤレス通信を使った機器開発や制御装置などの開発は、大手企業や通信キャリアでしかできなかった。しかし、Arduino用3Gシールドの出現によって、個人や生徒でも、広域エリアでのワイヤレス通信が自由に使えるようになる。しかも、様々な3G通信機能を使った独創的な情報システムの構築や、問題解決プログラミングツール、アイデア発掘ツールとして活用できる。

以下には、Arduinoと3Gシールドを使った情報教育での活用の意義をまとめてみた。

(1) アルゴリズムとプログラムの基本構造の理解

従来のアルゴリズムの学習では、ソフトウェアのみの理解で、基本構造の実感がしにくかった。このArduino用3Gシールドを利用することで、順次・分岐・反復の基本構造を、センサや3G通信などの外部ハードウェアの制御学習で、プログラムの動きを実感でき、理解しやすくなる。

(2) 独創的な情報システムの構築（アイデア発掘）

従来の教科「情報」の教育では、ATMやPOSなどの情報システムの用語説明だけで終わっていた。Arduinoと3Gシールドは、最先端の技術である通信系やセンサ類などの計測制御系を組み合わせた独創的な情報システムを、短時間の実習で、容易に構築でき、生徒のアイデア発掘ツールとして活用することができる。

(3) その他の教科での活用

教科「情報」以外にも、多くの計測センサ（光・熱・加速度など）を使うことで、物理実験など、さまざまな教科での活用も期待できる。

表1 Arduino+3Gシールドの教育での可能性

教育事例	学習内容
アルゴリズムの制御構造の学習	LED発光やモータ駆動などを用いたアルゴリズムの制御構造（逐次、分岐、反復）の学習
制御系プログラミング	センサとモータなどを組み合わせた制御系のプログラミング
物理実験での応用	超音波センサや加速度センサなどを使った各種の物理実験
最先端で高度な情報システムの短時間で平易な構築	3Gシールドや、3軸加速度センサ、ジャイロセンサ、GPS機能などの最先端で高度な情報システムの構築

7. Arduino+ 3 Gシールドを使った提案授業

教科「情報」で、Arduino+ 3 Gシールドを使った授業の指導案を表2に示す。

表2 Arduino+ 3 G活用授業の指導案（2時間）

時間 [分]	指導内容	備考・留意点
5	本時の導入	簡単に
10	Arduinoの機能概要説明	簡単に
10	IDEの概要説明	必要な部分だけ
25	簡単なC言語の文法説明	必要な部分だけ
10	休憩	
15	3 Gサンプルプログラム説明	SMS送信
10	センサ類とその接続概要説明	温度
15	図5のプログラムの説明	実機による実演
5	独自システムのアイデア募集	宿題（レポート）
5	まとめ	簡単に

例えば、この指導案では、Arduinoに3 Gシールドと温度センサを接続し、周囲の温度が設定温度（閾値）を超えたとき、生徒の携帯電話にSMS（ショートメッセージ）を送るもので、既に実習した生徒らに高い興味・関心を持たせることができた。ここでのプログラム内容は、標準的なC言語レベルの知識は必要でなく、数行のプログラムを記述すればよい。3 Gシールド用関数は、電話番号とメッセージを引数とする簡単な構造とした。

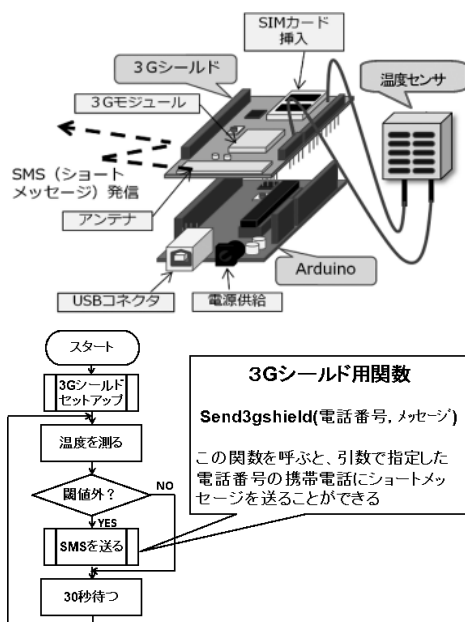


図4 3 Gシールドによるアルゴリズムの実習

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <iem.h>
const int TemperaturePin = 0; // 温度センサの接続ピン
const float TempThreshold = 27.0; // 閾値
#define TelNo "0123456789" // 送付先電話番号
#define Message "Too hot now!" // SMS メッセージ
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    iem.begin(); // 3G シールドをセットアップ
}
void loop()
{
    float mV = analogRead(TemperaturePin) * 1.88;
    float temp = (mV - 600.0) / 10.0;
    Serial.println(temp, 1); // 温度を表示する
    if (temp > TempThreshold)
        iem.Send3gshield(TelNo, Message); // SMS を送る
    delay(1000 * 30); // 30 秒待つ
}
```

図5 温度監視+SMS送信プログラム

8. 3 Gシールドを使った独自システムの提案

ある生徒から郵便物投かん時に携帯電話にSMSが送信されるシステムの提案があった。生徒のアイデアは、様々で想像以上のものが出てきた。

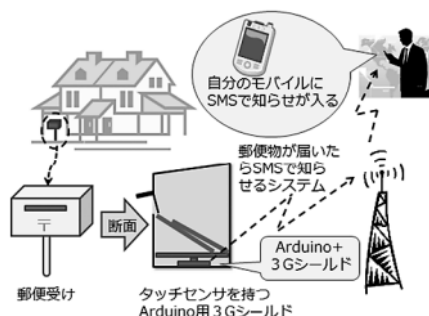


図6 郵便物監視システム（生徒提案）

9. おわりに

本校の生徒が、「物理チャレンジ2012第1チャレンジ実験」で10名の優秀賞受賞者の1人として選ばれた。タイトルは、「Arduinoを用いた自作測定装置による音速の測定」で、今回の試験的に行った放課後の課外授業の受講生であった。来年度以降は教科「情報」の授業で実施したい。

3 Gシールド問合せ先：3 Gシールドアライアンス（NPO法人申請中）事務局：03-6805-8011，
a3gsa@tabrain.jp

参考文献

天良和男・高本孝頼：Arduino用3 Gシールドの開発と教育での実践，第5回日本情報科教育学会全国大会発表資料（2012.6）