

「I2C ブロック」の開発と提供

～小型ハードウェアと電子工作による教育システムの提供に向けて～

Development and Deployment of “I2C Blocks” for Education

大野 浩之 森 祥寛
 Hiroyuki OHNO, Yoshihiro MORI
 金沢大学 総合メディア基盤センター
 Information Media Center, Kanazawa University
 Email: hohno@ohnolab.org

あらまし： 著者らは「ものグラミング」というコンセプトの下、小型ハードウェアを用いた電子工作を支援する環境を構築中である。この環境は、当初は IoT 時代を意識したセンサやアクチュエータの操作支援を目的としていたが、教育への適用の重要性に気づき、最近は教育分野での展開にも注力している。今回は、その一環で作られた小型モジュール「I2C ブロック」と、大学教育への導入について報告する。

キーワード： 小型ハードウェア, 電子工作, ものづくり, I2C

1 はじめに

近年、自らの手で何かを作る「ものづくり」を愛好する者が増えている。この風潮は「メイカー・ムーブメント」とも称される。ものづくり愛好者（メイカーとも呼ばれる）の製作対象、そのための手法は多岐に及ぶが、ものづくりの過程あるいは対象に電子回路が含まれる場合、これを電子工作と呼び、ものづくりの大きなジャンルを形成している。近年、電子工作の分野においてマイクロコントローラ（以下、マイコン）を利用する場合、Raspberry Pi に代表される「UNIX 系の OS を搭載した手のひらサイズの高機能マイコン」を使うことが増えている。

しかし、フルセットの UNIX が利用できるにも関わらず、OS の持つ優れた基本機能や多種多様なコマンド群を利用し尽くす状態にはなっておらず、C 言語でプログラムを書いてコンパイルして動作させるという 8 ビットマイコン時代の延長に留まっている事例や、既存のコマンドで直ちに処理できるデータであっても python や ruby といったスクリプト言語でスクリプトを書いて処理している事例が散見される。

そこで著者らは「ものづくり愛好者のためのプログラミング」を意味する「ものグラミング」というコンセプトの下、UNIX 系 OS が動く小型マイコンと、それらと連携する小型ハードウェアを用いた電子工作支援環境を構築してきた [1]。この環境は、センサやアクチュエータを UNIX 系 OS 上で手間暇かけずに簡単に操作することを当初の目的としていたが、教育分野への応用の重要性と可能性に気づき、最近は大学教育等への適用にも注力している。今回は、その一環で作ら

れた小型モジュール「I2C ブロック」を活用した普及啓発について報告する。

2 ものづくりと「ものグラミング」

ものグラミング (Mono-gramming) は、著者らが「ものづくりの、ものづくりによる、ものづくりのためのプログラミング」を掲げて 2015 年に提唱した考え方で、OS の基本機能や標準コマンドを活用したシェルスクリプトを使うことで、ものづくりにおけるプログラミングを極力単純にしつつ、情報セキュリティ面での安全と安心も同時に確保するアプローチである。「ものづくり愛好者は OS が提供する基本機能と OS 上の既存のツール類を最大限に活用すべし」という、ものグラミングの基本姿勢を維持すると、電子回路を活用したものづくりを行なう者それぞれにとっての核心部分が明確になり、それに多くの時間を割けるようになる。

3 I2C を中心に据えた、小型ハードウェアを活用した電子工作環境の開発

Raspberry Pi を例にとると、同機がボード上のピンヘッダを介して提供している入出力インタフェースには、GPIO (デジタル入出力)、UART、I2C、SPI 等がある。今回著者らは、これらのうち I2C を中心に据え、センサやアクチュエータといった小型のハードウェアを Raspberry Pi 上の OS のシェルやシェルスクリプトから利用する環境を整備した。

幸い、OS 上から I2C スレーブデバイス（以下 I2C スレーブあるいは I2C 素子）とやり取りする `i2cset`、`i2cget`、`i2cdetect` といった I2C 関連コマンド群や、GPIO

ポートや UART を操作する gpio コマンド [2] が利用可能なので、これらを積極的に活用することにした。

4 I2C Block の開発

I2C インタフェースを持つ素子は多種多様なものが市販されているが、I2C 素子そのものはただの機能素子であり、トランジスタや IC のような他の能動素子と同じく品種が違えば形状も異なる。これらの素子を実際に利用するにはプリント基板に実装するなどした上で、制御する側のマイコンとともにホストとスレーブの関係を構成する。

I2C 素子を業務用途に使う場合は、ホストとスレーブを同一基板上に構成したり、別の基板や筐体にあっても専用の接続ケーブルで接続することになるが、本報告が主眼を置く研究開発や試作レベルであれば、I2C 素子は一つ一つ別の小型のモジュールとして作られ、それぞれが必要な時に必要な数だけ相互に簡単に接続できることが望ましい。I2C はシリアルバスをなのでこのような利用形態は本来の趣旨にもあっている。

実際、このような趣旨で製品化された I2C モジュールが数多く製造されている。しかし、これらは相互接続が保証されているわけではなく、製品系統が異なれば、コネクタの形状、ピン配置 (SCL, SDA, Vcc, GND の並び)、電源電圧 (5V, 3.3V, 1.8V) 等の違いが問題になる場合がある。

今回著者らは、中国深センに拠点を構える Seeed Studio 社の Grove I2C 製品群に着目し、これらと混用可能な I2C モジュール群を設計・実装し、このモジュール群を “I2C Blocks” と名付けた (図 1)。既製品と互換性を保ち混用可能にしつつも独自に製作したのは、Grove I2C 製品群が全ての I2C 素子をサポートしているのではなく、今後同社の I2C 製品群のラインナップがより充実したとしても、自分たちにとって必要な素子が全て製品化されるとは考え難いので、自分たちの利用に適した I2C モジュールを自作する技術を用意しておいた方がよいと判断したためである。

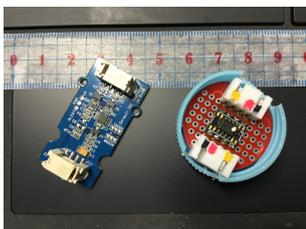


図 1: Seeed Grove I2C モジュール (左) と I2C Blocks
Grove I2C 製品群とは異なり、I2C Blocks は、円形をしている。試作においては、円形のユニバーサル基板に I2C 素子をはんだづけして手作りした。I2C Blocks は、(1) ペットボトルキャップに収める前提で円形をして

いる、(2) 底面が露出していないので電氣的に安全、(3) ブレッドボード等に挿して利用することも可能、(4) QR コード等を用いた機材情報管理を導入、といった特徴を持つが、必要量が多くなると手作業での配線作業には無理が生じる。そこで、一定量の消費が見込める基板については、自ら行なうのは基板データの設計までとし、製造は海外のプリント基板製造会社に依頼した。特注基板の費用は 1 枚あたりわずか数 10 円で済んだ。

5 I2C Blocks の教育現場への導入

I2C Blocks の最初期の試作は、ものグラミングを提唱した 2015 年には完成したが、当初は「プリント基板 CAD を用いてプリント基板データを生成して海外に基板を発注する」という流れにはなっていなかった。その後 2016 年度から、著者らの勤務先の金沢大学や、石川県内の高等教育機関が加盟する大学コンソーシアム石川、ものグラミング関連の教育を開始する体制になった。そのため、まとまった数の独自のプリント基板を簡単かつ安価に製造する流れを整備し、2017 年度からは実際の教育現場への導入が可能になった。

6 おわりに

本報告では、「ものグラミング」環境での利用を念頭に Seeed 社の Grove I2C モジュール群と混用が可能な

I2C Blocks を設計・実装したこと、I2C Blocks が実際に利用可能であること、金沢大学や、大学コンソーシアム石川での講義での利用を開始したことを報告した。また、近年のメーカー・ムーブメントがプリント基板の少量生産にかかる費用を大幅に削減したため、I2C Blocks の製作にあたってが手配線から解放されたことを述べた。今後は、I2C Blocks の本格的な教育システムへの投入とその結果について報告したい。

なお、本報告に関連した資料、情報は以下の URL からいつでも参照できる。<https://goo.gl/gtYpBH>

謝辞

今回報告した試みは、著者のひとりが主宰する電子工作愛好者の集いである「木いちごの会」におけるものづくりに関する議論がきっかけとなって始まった。それぞれ異なる技術的背景と好奇心を持って同会に集う、実行力あふれる電子工作愛好者各位に感謝する。なお、本研究のうち I2C ブロックの開発に係る部分は科研費 (課題番号: 15K00119) の助成を受けている。

参考文献

- [1] 大野浩之, 森祥寛, 北口善明, 中村和敬, 松浦智之, 石山雅三, and 當仲寛哲. 7A-3 ものづくりのための「ものグラミング」と実践的教育環境の構築. *DICOMO2016 講演論文集*, Jul 2016.
- [2] Wiring Pi - GPIO Interface library for the Raspberry Pi. <http://wiringpi.com/> (2016 年 1 月 7 日閲覧).