

足利大学の組み込み機材を活用した教育の変遷について

久芳頼正¹・仁田佳宏²・萬代宰¹

¹ 工学部創生工学科システム情報分野

² 工学部創生工学科建築・土木分野

Transition of education using embedded devices of Ashikaga University

Yorimasa KUBA, Yoshihiro NITTA, Osamu MANDAI

Abstract

In this study, we proposed an embedded education curriculum for small outside devices control system and clarified its effectiveness. Anyone can obtain intermediate-level skills.

Moreover after learning many students can use basic wireless control system.

As a result of this learning ,many students can build co-use Arduino and Raspberry Pi devices.

In the future, wireless control system will be the main focus.

Keywords: *Arduino, embedded devices ,training system*

1. はじめに

「組み込み機材の大学での教育が必要だ」と言われ始めてから、すでに10数年が過ぎてきている。メカトロニクスという従来からの生産機械制御の技術は数値制御（NC）工作機械の進歩に牽引されて、日本が世界一の産業ロボット国（生産、販売）になったと考えられてきた。この時代の大学でのメカトロニクス開発は、一点モノの開発競争で、現在でも利用されている思想や技術がたくさん提案された。しかし、この分野も幅広い職種の企業が参入してきて、1995年のNC工作機械のオープン化以降、企業間の開発競争に主導権を握られてきた。その結果、高額な情報提供料とそれに見合った技術支援が出現して、資本力の有無で開発競争の結果が透けて見える時代がやってきた。代表的な例はPCによる外部装置の制御が開発しにくくなったことである。ネットワークの大衆化に伴い、セキュリティ無視の時代の開発姿勢では、危険

をはらんだシステムとなってしまった。

一方、2000年前後から欧米の美術分野の研究者たちが簡単な仕組みの制御機材の開発に取り組みだした。この大きな成果が「Arduino」ボードである。美術系の研究者から広がった成果は、あっという間に工学系へも波及し、冒頭の「大学でも組み込み関連の教育」が必要であるとなった。

本稿では、足利大学での「Arduino」教育に関係した情報を整理して、記録することを目的として記述する。この分析が今後のIoT教育に有益となることを期待して、まとめていく。現在では、「Arduino」に関する情報は書籍、ネットワーク環境に満ち満ちている。個人レベルでも非常にハイレベルな開発結果も数多く報告されているが、視野を広げてみると簡単な内容で、非常に変化に富む結果を得られる場合も残っている。

足利大学での「Arduino」に関する事柄の備忘録的な内容で話を進めていくこととする。

2. Arduino 黎明期

手元にある最も古い「Arduino」の高校教員向けのテキストが2012年8月⁽¹⁾となっている。最初に教育連携センターの飯野先生から講習会開催の協力依頼があり、翌年以降に学部教育へ適用しようと検討しており、渡りに船と快諾した次第であった。教育連携センターの元校長諸氏にご指導いただき、久芳研究室にさまざまな教育関係の情報が流れ込んできた。

「Arduino」の大きな特徴は、それまでの外制御教育機材と異なり、USBケーブルを利用している点である。この画期的なハードウェア構成と「Lチカ」と言えば、今やWeb上でよく目にする例題が「Arduino」の普及を強力に推し進めた。それまでの外部制御機材は、信号の導通確認が容易ではなく、多くの人が挫折した信号の「見える化」の部分である。これを「Arduino」は「Lチカ」と呼ばれるボード上のLEDを点灯させる例題を提供しており、多くの人が情報信号の出力までは短時間で到達することを可能としている。

最初に開催した関東近県高校教員対象の「Arduino」技術講習会では、各高校からノートPCを持参してもらい、外部制御の基礎からDCモータの制御までを2日間で実施した。この時に、得られた大きな知見は、当時にノートPCの基盤と「Arduino」に接続の相性が存在することであった。具体的には、USBケーブルで接続した「Arduino」機種とは別の機種を接続確認画面に表示するノートPCがいくつか存在した。複数の県で採用していたHP社のノートPCの基盤と特に、相性が悪く、講習が一時停止となり、原因が判明するまで難渋した。次の問題は、テキストの記述内容が受講した高校教員の電子制御経験の有無で理解に差が生じた点である。当初、他の機材での制御経験が有る人たちが受講に来ていたと考えていたが、そうではなかった。この点は、この年の後期以降の学部教育にとっても参考になり、学部生、大学院生の反応を見ながら、「Arduino」

のテキスト作りを進めることができた。

しばらくは、電子制御基礎とDCモータ制御を制御の様子を可視化する手法で、講習会、大学教育を続けていた。大学院教育には、複数のプログラム言語での「Arduino」制御を話題として取り上げて、次に段階への準備とした。

3. Arduino 教育の変化

2014年頃から高校教員だけでなく、先進的な取り組みをしている工業高校の複数の教員から生徒への基礎的な講習を依頼されて、機材持ち込みで対応することになった。この時に、学部用テキストを改良し、高校生用の内容を作り出した。この流れの中で、大きな変化は、学部学生と雑談していた時に、当時の大学生は、小学校時代に乾電池と豆電球を利用したことが有ることを教えてもらい、「Arduino」でもこの電力供給、光機材の発光を実施することにした(図1)。

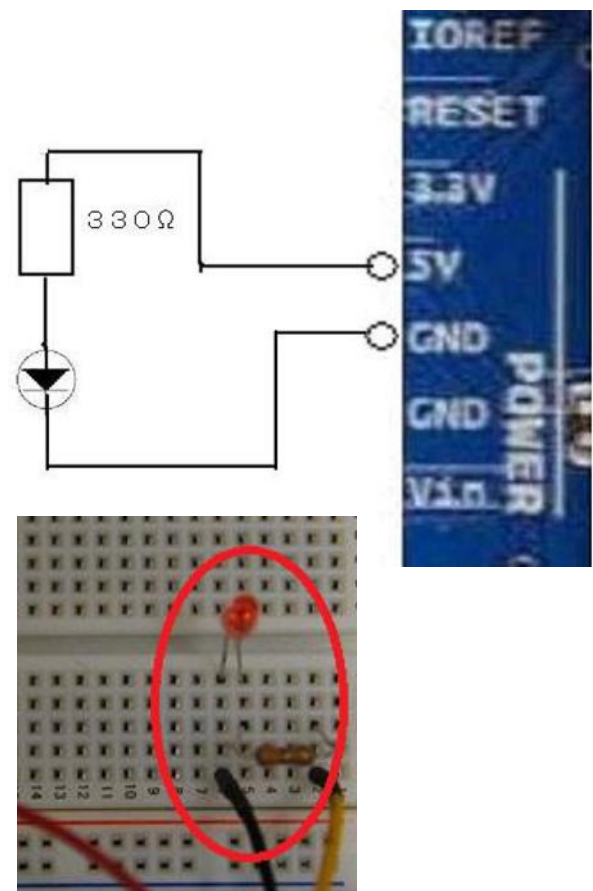


図1 LEDの点灯確認の様子

このLED点灯確認の実施は、多くの人が豆電球と乾電池の実験体験を持っているので、ロボティクスの電子制御の基礎に対する苦手意識のハードルを下げることにとっても有効となった。この実習の副産物は、高校生、学部生、大学院生たちが指示してもらえないのに、DC 5Vだけでなく、DC 3.3VでのLED点灯実習を実行したことである。実際の産業機器の制御現場では許されない行為で、専門的な技術者養成課程では想定していない「勝手に供給電圧を変更する」行動が、この場合、「Arduino」制御での2種の電圧供給が可能で電圧の差によりLEDの点灯輝度が異なることを学習する良い機会となった。ただし、別の機材では、「供給電圧を勝手に変更してはいけない」と強調することは忘れないように注意して、説明をしている。これは、工業系の高校生に対する講習では、非常に重要な点である。

4. 「Arduino」制御の無線化について

学内、高校へ「Processing 言語」を利用した「Arduino」制御を教育して、ノートPC上での制御状況の確認、操作入力等を実施していた頃に無線制御への関心が高まり、この方面での教育カリキュラムを模索し始めた。無線制御の装置として、数社の製品を利用したが、開発元

からの開発ツールの提供や関連情報の入手しやすさから、近年では、「XBee 利用」の講習内容になっている。この内容は、学部教育で30名以上の一斉教育では、2019年度も実施できていない。XBeeを利用するためのアプリケーションが不安定であり、英文マニュアルしか存在しないので、学部生でも一部の希望者にのみ教育機会を作っている状況である。ABEの派遣留学生で電子・電気専門知識のある人は、何とか学習してくれている。それ以外の大学院生では、無理のようである。久芳研関係以外の大学院生



図2 XBee (S2C)ワイヤレスアンテナ型

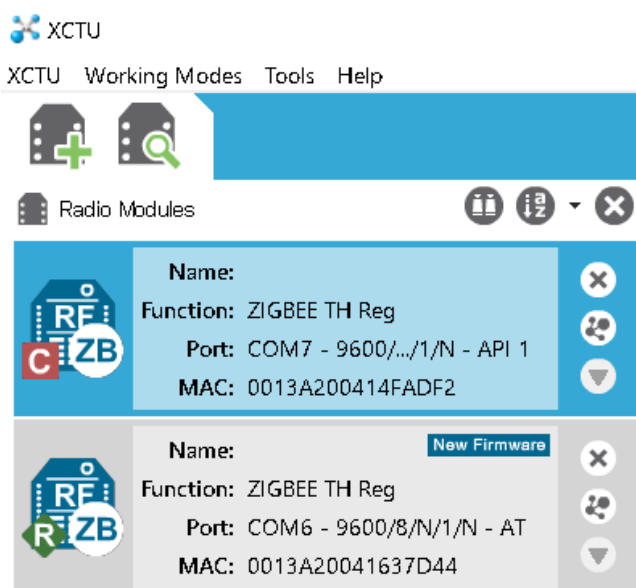


図3 XBee 接続の例 1

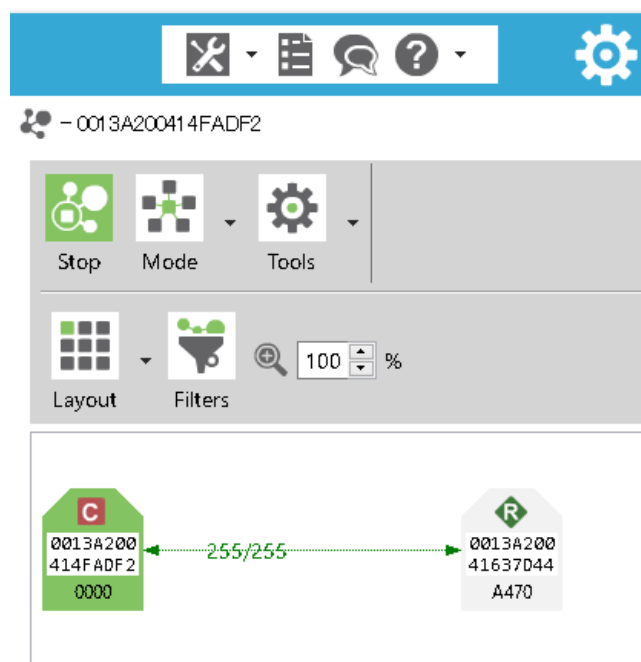


図4 XBee 通信の例

では、機械分野の日本人大学院生がただ一人の受講修了生である。この点を改善するためには、後述するプログラムコンテストの無線部門に応募してくる高校生の教育プロセスを確認したいと考えている。

5. 「Arduino」講習会の応用分野紹介

2015 年頃から、高校教員対象の「Arduino」講習会で、久芳研究室以外の学内での電子制御利用の事例紹介をはじめている。

建設系に関しては、仁田研究室の構造解析調査用ロボットの事例紹介である。人間情報系に関しては、萬代研究室の生体情報の視覚化手法の事例紹介である。応用分野への適用事例を開発者自らが紹介してくれるので、講習会に参加している高校教員の皆さんには貴重な情報源となっている。本学の「Arduino」講習会の大きな柱である。無線制御に関しては、XBee を利用した簡単な車両ロボットの仕組みとソフトウェアを例として取り上げている。

6. 「Arduino」の学内での利用例

これまでに情報系・分野の卒業研究では、「Arduino」とPCを利用した制御システムの開発が数多く、発表されている。久芳研究室以外の卒研生の取り組みには、指導教員の皆様の適切なるご指導の賜物と感謝している。多くの事例で、ソフトウェア開発が得意な学生が「Processingプログラム」と「Arduino」を利用した先端的な制御システムを開発しており、ハードウェアに手間取っている久芳研究室の卒業研究とは、ソフトウェア開発では別次元の出来栄である。

人間情報系では、萬代研究室を中心としたアナログ感知データの取り込みや測定結果の視覚化に「Arduino」が活用されている。このAD変換の内容は、卒研発表会を聞いている学生たちの多くに興味を持たれており、研究内容として選択する学生も多い。当然、開講しているロボティクス関連講義での内

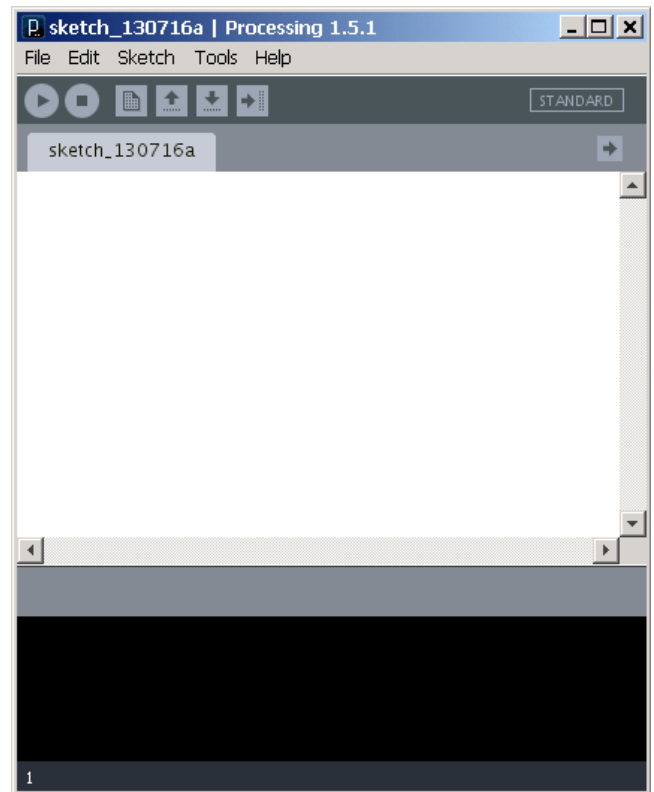


図 5 Processing システムの表示例

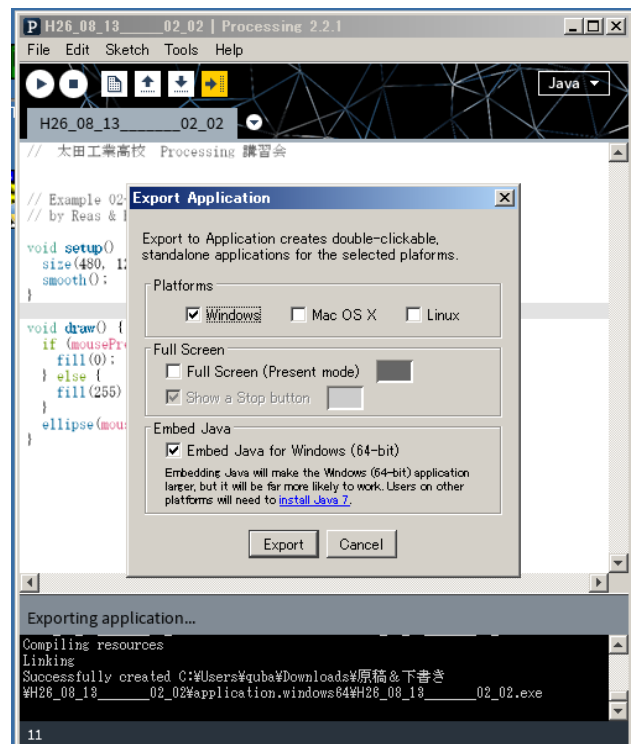


図 6 Processing の実行例

容として取り上げるべきとの希望も多い。

最近では、「Raspberry Pi」を利用した研究内容も多くなり、接続端子の不足や能力の限界

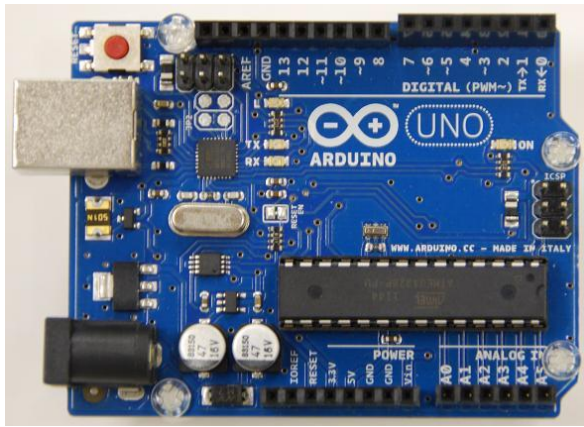


図 7 Arduino R3 の概観

が明らかとなり、「Arduino」と「Raspberry Pi」を併用した高度な内容も少しずつ増えてきている。

「Arduino」と「Raspberry Pi」の併用に関しては、現在、教育カリキュラムを検討中である。試行版を受講した学生からの意見は、Linuxを利用するための資料は多く有るが、「よく解らない」との意見が多い。これは、Linux情報提供者がWindows利用者へ何故か配慮しない記述姿勢に起因する所が多い。では、どうするかと現在、苦悩中である。近年の学生の多くがマルチウインドウ、GUI操作等の経験しか無いために、Linux系のコマンド入力に拒絶反応を強く持っているのが現状である。

最近までの「Raspberry Pi」の最大の魅力は小型高性能PCを装置に組み込めることである。「Raspberry Pi」の持つネットワーク対応力等の無線関係の機能は、ロボティクス機材の開発には非常に有効なモノと認識されており、開発事例を数多い。

「Arduino」と「Raspberry Pi」の併用教育カリキュラムでは、有線ネットワークから学習を初めて、無線制御へ進む内容を検討中である。XBee利用に関しても、「Arduino」2台の有線接続で、無線制御の疑似的な「見える化」を行うと、無線制御への移行が比較的うまくいった経験が有るので、類似の手法を検討中である。これまでに単体の「Raspberry Pi」で実施していた中にも、ネッ



図 8 Raspberry Pi の概観

トワーク対応にして、PCモニタに状況確認を表示する内容を検討中である。

さらには、ROS制御による車両型ロボットの教育カリキュラムの構築も検討しているが、学部生への講義としての適用は先が見えていない。問題は、山積しているが、ゆっくりと、進むしかないのが現状である。

「Arduino」教育に関しては、大学本部からの協力をいただき、学部1年生150名前後に教育するための「Arduino」機材を別予算で調達が可能とされて、1年次の情報関連基礎の教育で外部装置をPCモニタ上で制御できるという高レベルの体験を提供することができている。従来のプログラム言語より、初心者向けに配慮した「ドリトル言語」の利用の中で、学習している。興味を持った1年生は、熱心に取り組み3年生レベル程度の「Arduino」利用に到達する例もある。

7. 技術・アイデアコンテスト

これまでの学外向け講習会受講者への成果発表の場として、教育連携センター主催の技術・アイデアコンテストが行われている。最近では、有線部門、無線部門と発表件数、内容ともに充実したものになってきている。高校生の関心の強さと高校教員の熱心な指導には毎回感心させられている。

8. まとめ

足利工業大学の時代から、時と人に恵まれ、さまざまな有形、無形のご支援、ご協力をいただき、一先ず、工学系の学生がPCを利用した組込み教育の学習カリキュラムを構築できた。世の中で利用されている制御システムの基礎的な学習としては、十分ではないが、何とか合格水準には達していると認識している。

学部教育の機材充実にご指導いただいた足利大学学長 荘司和男先生、足利大学理事長 牛山泉先生に深く感謝いたします。

さらに、組込み教育を通じて、高校教員等の外部との接触をけん引していただいた教育連携センターの飯野洋一先生、松下繁一先生、下妻久男先生、茅根康伴先生、岡島一浩先生、石井教昭先生、渡辺勉先生、大久保ツウリーサー様、下山優子様にも深く感謝いたします。

これまでの教育連携センター長の荻原弘之先生、横山和哉先生、宮澤伸吾先生に深く感謝いたします。

Arduino 導入時より、丁寧なご指導をいただき、現在も貴重なご指摘をいただいている足利大学名誉教授 松本直文先生に深く感謝いたします。

最後に、これまでこの組込み教育カリキュラムの構築にご協力いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 久芳頼正, 技術・アイデアコンテストのため技術講習会「Arduino」活用講習会, (2012年8月)
- (2) たとえば, 一連のオンラインージャパンの Arduino をはじめよう
Processing をはじめよう
Raspberry Pi をはじめよう

原稿受付日 令和2年2月28日