

Arduino によるコンピュータプログラミング A を教わった後の ハードウェア入門 3

土肥 紳一*1

Email: dohi@chiba.dendai.ac.jp

*1: 東京電機大学 システムデザイン工学部 デザイン工学科

◎Key Words Arduino, モチベーション, プログラミング入門教育, ハードウェア入門

1. はじめに

「コンピュータプログラミング A を教わった後のハードウェア入門」は、今年で 4 年目の開催となった。昨年と同様に 3 日間の集中講義で開講した。受講者は「コンピュータプログラミング A」の授業で Java 言語を学んだ知識を活用しながら、変数、繰返し、メソッド等の概念を、ハードウェア(Arduino)を通じて理解を深めることを狙っている。参加者数が減少する傾向が見られたため、過去に参加した人を受け入れ、複数のセンサー等を組み合わせることを試みた。新たなハードウェアとして超音波距離センサーを取り入れた。

2017 年 4 月からシステムデザイン工学部が誕生した。システムデザイン工学部デザイン工学科の実習科目等に Arduino が導入される。本論文では過去の開催と比較し、4 年目の実施結果を述べると共に、システムデザイン工学部デザイン工学科の授業への繋がりについても述べる。

2. 実施概要について

筆者は「コンピュータプログラミング A」の授業で Java 言語を使い、手続き型のプログラミング入門を指導している。授業ではサクラエディタでプログラムを入力し、コマンドプロンプトでコンパイル、実行を行う。プログラム言語は Java を利用する。毎回の授業では白紙の状態からプログラムを入力するスクラッチプログラミングを実践し、プログラム入力上の作法に注意しながら指導する。変数、繰返し、メソッド等の概念を教わった後、ハードウェア(Arduino)を通じて理解を深めることを目的にエクステンションプログラムを実践してきた[1]。この取り組みは、教育家庭新聞 教育マルチメディア 8 月号に記事として掲載された[2]。

プログラミングの授業は、正しい実行結果が得られるまで、多くの関門を突破する必要がある。また、実行結果はコマンドプロンプトの中に表示されるため、プログラミングの達成感を実感するには希薄な実態が

あり、ハードウェアとの係わりが認識されない。兼ねてから、プログラミングを学習しながらハードウェアとの係わりを体験できる必要性を感じていた。これを十分に満足できる物が見当たらなかったが、Arduino の存在を知ったのが本テーマの切っ掛けとなった[3,4]。

エクステンションプログラムは、学部の授業が終わった後、教員がテーマを公開し、学生さんが自主的に参加する。単位認定は行わないため、学生さんの自主的な参加となる。主な内容は、補講プログラム、基礎プログラム、応用・実践プログラム、資格試験関連プログラム、就職関連プログラムに分類される。3 年目の開催から参加者数の減少傾向が見られたため、4 年目の開催では過去に参加した人も受け入れた。

今年開講した実施内容とスケジュールは、表 1 に示す。昨年と比較して大きく変わった内容は、3 日目のサーボモータに置き換えて、超音波距離センサーを取り入れたことである。

表 1 スケジュール

日程	内容
1 月 23 日	統合環境 Arduino のインストール, LED の表示
1 月 24 日	スイッチを使った LED の表示
1 月 25 日	光センサーを使った LED の表示, 超音波距離センサー (昨年はサーボモータの回転)

3. 超音波距離センサーについて

超音波距離センサー(HC-SR04)は、2cm から 180cm まで測定できる仕様になっている。東京電機大学生協同組合を通じて、1 個 500 円程度で購入できる。センサーの様子を図 1 に示す。

センサーには左から Vcc, Trig, Echo, GND の端子がある。Trig 端子を 10us の間 HIGH にすると(トリガを与える)、超音波がモジュールから出力される。測定対象の物体から反射波が戻ってくると Echo 端子が HIGH になり、pulseIn 関数で HIGH になっている時

間を計測できる。この時間の半分が、測定対象までの所要時間となる。音速が分かれば、これとの積によって距離が求まる。このタイムチャートを図 2 に示す。

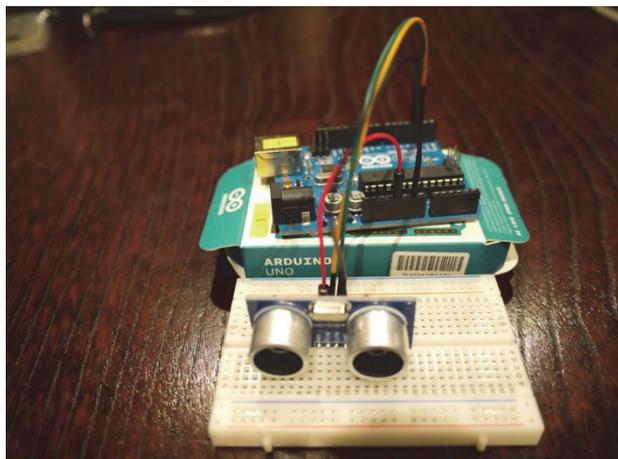


図 1 超音波距離センサー(HC-SR04)の様子

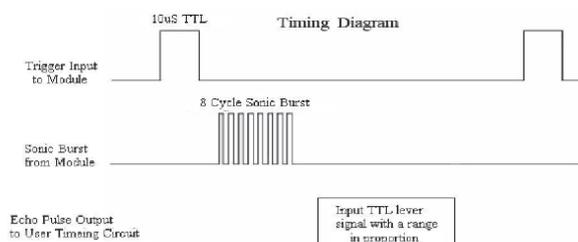


図 2 超音波距離センサーのタイムチャート

http://akizukidenshi.com/download/ds/sainsmar/HCSR04_a_2~180cm.pdf より

Arduino と超音波距離センサーを接続し距離の測定を行っている様子を図 3 に示す。測定対象は木の板を立て、メジャーを使って測定距離を確認した。

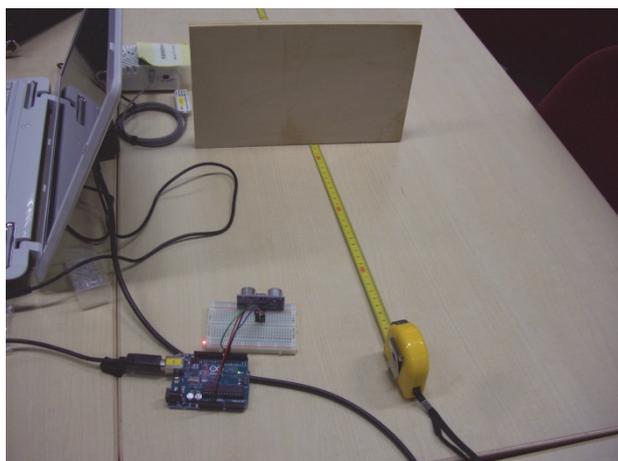


図 3 教材提示装置の様子

4. リピータについて

昨年参加した受講者が、リピータとして参加した。表 1 に示した内容は、超音波距離センサーを除いて経

験しているため、複数のセンサー等を組み合わせて、プログラムを組むように指導した。

3 日目にリピータが取り組んだ内容は、超音波距離センサーと RGBLED アレイを組み合わせ、物体までの距離に応じて、LED の色を変えるプログラムを作成した。物体(黒色のペンケース)と超音波距離センサーの距離が離れている場合、最初は白く点灯していた LED が物体に近づくにつれて、黄色、さらに近づくると赤色に変わる。最近、自動車に自動ブレーキを搭載したものが増えているが、距離の計測について、その原理を体験したことになる。この様子を図 4 に示す。

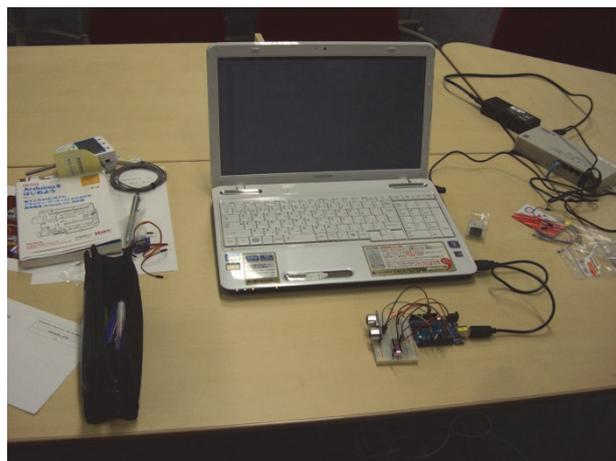


図 4 超音波距離センサーと RGBLED アレイ

5. アンケート調査結果について

「コンピュータプログラミング A」と同様に、理解度調査を兼ねたアンケート調査を実施した。今年は参加者が少なかったため、最終日にまとめてアンケート調査を実施した。2014 年から 2017 年までの結果をまとめた。2014 年は 20 名近い参加があったが、2015 年は約 15 名に減少した。2016 年は 3 名、2017 年は 2 名に激減した。なお、2017 年の参加者は 1 名がリピータであったため、新規の参加者は 1 名であった。エクステンションに参加する学生さんが全体的に減る傾向があるが、本テーマの参加者が急激に減少した原因は、明らかになっていない。

5.1 初日のアンケート調査結果

初日のアンケート調査結果は表 2 に示す。半田付けの経験者は、2014 年が 68.4%、2015 年が 66.7%であり、約 3 割の人が未経験者であることが分かった。2016 年と 2017 年は参加者が少中で 100.0%となった。

Arduino について知っている人は 2014 年が 10.5%、2015 年が 20.0%、2016 年が 25.0% と徐々に増えている。2017 年は 50.0%であるが、1 名がリピータであることを考えると、0%と考えるのが妥当であろう。

表 2 アンケート調査結果 (初日)

質問項目	はい (%)			
	2014年 18名	2015年 12名	2016年 4名	2017年 2名
半田付けを行った事はありますか。	68.4	66.7	100.0	100.0
電子工作を行ったことはありますか。	68.4	66.7	25.0	100.0
Arduino を知っていましたか。	10.5	20.0	25.0	50.0
Arduino のセットアップは理解できましたか。	100.0	100.0	100.0	100.0
Arduino とパソコンの関係は理解できましたか。	100.0	100.0	75.0	100.0
コンピュータプログラミング A の知識は、役立ちましたか。	100.0	93.3	100.0	100.0
LED の電極 (アノード, カソード) は、理解できましたか。	100.0	100.0	100.0	100.0

Arduino とパソコンの関係は、2016 年が 75.0% となった。ノート PC との接続で上手くいかなかったことが原因と考えられる。「コンピュータプログラミング A の知識は、役立ちましたか」は、2015 年の 93.3% を除き 100.0% であった。すべて 100.0% になることを期待したが、4 年間で 1 名出たことは残念である。

5.2 二日目のアンケート調査結果

二日目のアンケート調査結果を表 3 に示す。抵抗のカラーコードの理解は 2014 年が 94.7%、2015 年が 92.3% であったが、2016 年と 2017 年は 100.0% となった。バウンスの対策は、2014 年が 89.5%、2015 年が 84.6% であったが、2016 年と 2017 年は 100.0% となった。2014 年が低いのは、バウンスの意味の理解が 94.7% と他の年よりも低いことが影響していると考えられる。初年度は説明方法が十分でなかった可能性がある。2016 年と 2017 年は、全ての項目で 100.0% となった。少人数を対象とした実施となり、個々の受講者に対する指導が行き届いたためと考えられる。

5.3 三日目のアンケート調査結果

三日目のアンケート調査結果を表 4 に示す。2016 年は LED のフェードインとフェードアウトの仕組みの理解が 75.0% に低下した。人数は 1 名である。MOSFET の理解は、2014 年が 88.9%、2015 年が 75% であったが、2016 年と 2017 年は 100.0% になった。サーボモータを取り入れたことによって、大きなものを動かす場合には多くの電流が必要になり、MOSFET で制御できることを補足説明した効果であると考えている。最大の狙いである、今後「Arduino を購入し、ハードウェアの工作を行いますか」は、2014 年が 50.0%、2015 年が 83.3%、2016 年が 25.0%、残念ながら 2017 年は 0.0% と過去最低となった。今年の最終日には、自由記述欄に「超音波センサーでのプログラムの構造をもう

少し明確に理解できればと思いました。」との要望、感想があり、仕組みが複雑であることが窺えた。

表 3 アンケート調査結果 (二日目)

質問項目	はい (%)			
	2014年 19名	2015年 13名	2016年 4名	2017年 2名
const の意味は、理解できましたか。	100.0	100.0	100.0	100.0
変数のスコープは、理解できましたか。	100.0	100.0	100.0	100.0
ブレッドボードの仕組みは、理解できましたか。	100.0	100.0	100.0	100.0
抵抗のカラーコードの読み方は、理解できましたか。	94.7	92.3	100.0	100.0
ジャンパは、理解できましたか。	100.0	92.3	100.0	100.0
モーメンタリ型プッシュボタンスイッチ(タクトスイッチ)は、理解できましたか。	100.0	100.0	100.0	100.0
if 文でスイッチの状態を判断する仕組みは、理解できましたか。	100.0	100.0	100.0	100.0
バウンスの意味は、理解できましたか。	94.7	100.0	100.0	100.0
バウンスの対策に delay 関数を使う方法は、理解できましたか。	89.5	84.6	100.0	100.0

表 4 アンケート調査結果 (三日目)

質問項目	はい (%)			
	2014年 19名	2015年 15名	2016年 4名	2017年 2名
パルス幅変調 (PWM) は、理解できましたか。	100.0	91.7	100.0	100.0
LED のフェードインとフェードアウトの仕組みは、理解できましたか。	100.0	100.0	75.0	100.0
光センサ (CdS セル) の働きは、理解できましたか。	100.0	100.0	100.0	100.0
アナログ出力 (analogWrite) は、理解できましたか。	94.4	100.0	100.0	100.0
アナログ入力 (analogRead) は、理解できましたか。	94.4	100.0	100.0	100.0
シリアル通信は、理解できましたか。	94.4	100.0	100.0	50.0
MOSFET の働きは、理解できましたか。	88.9	75.0	100.0	100.0
10 ポイント RGBLED アレイの点灯の方法は、理解できましたか。	-----	83.3	-----	-----
サーボモータの回転方法は、理解できましたか。	-----	-----	75.0	-----
超音波距離センサーを使った距離の測定方法は、理解できましたか。	-----	-----	-----	100.0
今後 Arduino を購入し、ハードウェアの工作を行いますか。	50.0	83.3	25.0	0.0

6. ハードウェア固有の問題の体験

4年間の開催の中で、「コンピュータプログラミング A」の授業では体験できないハードウェア固有の興味深い問題が受講者の興味を喚起していることが分かった。一例であるが、テキストではタクトスイッチを1回押すとLEDが点灯し、もう1回押すと消灯する例が紹介されている。単純な例であるが、「コンピュータプログラミング A」では体験できないハードウェア固有の問題、すなわちバウンシングが隠れている。バウンシングはタクトスイッチを押した瞬間に、内部の接点が短時間に振動し、スイッチのONとOFFを繰り返す現象である。この現象を避けるために、delay関数を使って50ms程度の遅延を入れる。受講者は、ハードウェア固有の問題をソフトウェアで補えることに気付く。

スイッチは単にONとOFFを行う部品であるが、バウンシング対策を施したプログラムをさらに発展させて、タクトスイッチを押している時間の長さによってふるまいを変更できる。そのふるまいはソフトウェアによって実現できることを体験する。テキストでは、「1つの回路、千のふるまい」と述べられてプログラムが紹介されている。「コンピュータプログラミング A」を教わった後に体験する例として、最適な内容である。

7. 受講者のモチベーションの推移

「コンピュータプログラミング A」の授業では、受講者のモチベーションの向上を目的にSIEM(School of Information Environment Method: ジーム)を実践している。「コンピュータプログラミング Aを教わった後のハードウェア入門」用のSIEMアセスメント尺度が存在しないため因子分析は行えないが、モチベーションは数値化できる。受講者のモチベーションを1日目と3日目の授業で測定した。調査項目は、重要度「ハードウェアを学習することは重要だと思いますか」、期待度「もっとハードウェアの知識や技術を高めたいと思いますか」を5段階のリッカート尺度で回答を求め、モチベーションはその積の平均で1~25に定量化した。

前期(1日目の授業)のモチベーションは15.5、後期(3日目の授業)は25.0と、9.5上昇した。この様子を表5に示す。前期から後期にかけて大きく上昇したことは、エクステンションによってハードウェアに対する興味が喚起されたためと考えられる。「コンピュータプログラミング A」のモチベーションの推移と比較した結果を図5に示した。エクステンションの実施形態が集中講義形式であること、また前期と後期の期間が短いこともあり単純な比較は難しいが、後期の値が「コンピュータプログラミング A」よりも高いことが窺える。

表5 モチベーションの推移

	前期	後期
2014年	21.3	20.3
2015年	20.8	22.3
2016年	22.8	23.8
2017年	15.5	25.0

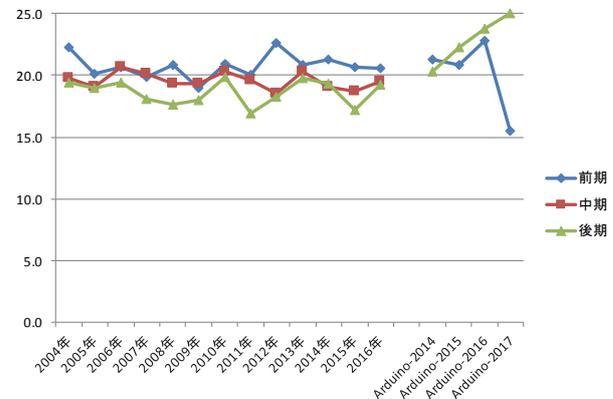


図5 モチベーションの推移

8. おわりに

「コンピュータプログラミング Aを教わった後のハードウェア入門」は、4年目の開催となった。新しく取り入れた超音波距離センサーは、受講者の興味を喚起した。このことが後期モチベーションを大きく向上できた要因であると考えている。

2017年4月にシステムデザイン工学部が東京千住キャンパスに開設した。学科構成は、情報システム工学科(定員130名)、デザイン工学科(定員110名)の二学科である。筆者は、デザイン工学科へ異動し、情報環境学部は兼務となった。2018年4月には、千葉ニュータウンキャンパスにある情報環境学部の3年次と4年次の学生さんは、東京千住キャンパスへ移転する。

情報環境学部のエクステンションプログラムで培った指導内容は、システムデザイン工学部デザイン工学科のワークショップ等の授業の一部に取り入れられる。ソフトウェアとハードウェアの組み合わせによって、興味深い物やふるまいの創造に繋がることを願いたい。

参考文献

- (1) 土肥紳一, ArduinoによるコンピュータプログラミングAを教わった後のハードウェア入門, コンピュータ利用教育学会, PCカンファレンス講演論文集, p313-316, 2015
- (2) 土肥紳一, プログラミング入門学習後にマイコン「Arduino」導入, 教育家庭新聞社, 教育家庭新聞 教育マルチメディア8月号, p3, 2016
- (3) Arduinoをはじめようキット, <http://www.switch-science.com/catalog/181/>
- (4) Massimo Banzi 著, 船田巧訳, Arduinoをはじめよう 第2版, オライリー・ジャパン, 2012