

大学における授業科目 「小中高におけるコンピュータ教育」実践報告

吉田葵^{†1} 来住伸子^{†2} 阿部和広^{†2†3}

津田塾大学では、2014 年度後期（9 月～1 月）に、全学科全学年の学生を対象とし「小中高におけるコンピュータ教育」を選択科目として開講した。この授業科目の目的は、構築主義を背景としたフィジカル・コンピューティングを、小学生、中学生、高校生に教えるための情報教育の知識や技術を身につけることである。本稿では、Raspberry Pi を用いた授業内容について報告するとともに、履修学生に対するアンケート結果から、技術の習得及び意識の変容について考察し、さらに、インストラクター養成について問題提起する。

A Report on Teaching “K-12 Computer Education” to College Students

AOI YOSHIDA^{†1} NOBUKO KISHI^{†2} KAZUHIRO ABE^{†2†3}

At Tsuda College, we offered a course for teaching “K-12 computer education” in the second of semester in 2014, from September 2014 through January 2015. This course introduces participants to the field of teaching computer education at elementary school, middle school and high school with emphasis on teaching programming skills using Scratch with sensors and motors. In this report, we first describe the course content and the teaching materials that the students create as part of the course. After that we report on the response we have received from the students and the result of questionnaire. Finally we describe several issues that we need to face to have college students to tutor young programmers successfully.

1. はじめに

子供のためのプログラミング教育では、プログラミング言語を習得するというよりも、プログラミングを行う際に頻繁に行われるデバッグ作業により、試行錯誤の習慣を身につけることや、自ら学ぶことが重要視されるべきである[1]。2014 年 6 月の「世界最先端 IT 国家創造宣言」[2]にて、初等・中等教育段階におけるプログラミングに関する教育の充実が求められているが、現状として、教育現場に専門家が少なく、教員のスキル不足が否めない。現状のままでは、有益なプログラミング学習環境が提供されず、プログラミング嫌いをただ増えてしまうのではないかと懸念がある。そのため、大学の役割として、子供たちに対する教育人材の育成が求められているのではないかと考える。

フィジカル・コンピューティングは子供のためのプログラミング教育において有効だと考えられている[3]。それは、目に見える成果物があり、さらに、その成果物はコンピュータにとどまらず、現実世界のものとして実際に手で触れることができるため、子供たちの興味を引くことができるからである。また、近年のメイカーズムーブメントにより、誰でもモノづくりを行うことができる環境となってきたことに加え、先に述べた「世界最先端 IT 国家創造宣言」にお

いても、モノづくりについて言及されている。

そこで、本稿では、構築主義を背景としたフィジカル・コンピューティングを通して、プログラミング教育の人材育成を目的とした実践について報告する。

2. 実践概要

本学では、2014 年度後期（2014 年 9 月から 2015 年 1 月）に「小中高におけるコンピュータ教育」（講師阿部和広）を開講し、ものづくりを通して、Raspberry Pi やセンサー等に関する知識を身につけ、さらに、プログラミングを教えることについて学ぶ授業を実施した。

2.1 利用したソフトウェア及びハードウェア

本実践で利用したソフトウェア及びハードウェアは以下の 4 点である。それぞれについて概要を示す。

(1) シングルボードコンピュータ Raspberry Pi

Eben らによって開発されたシングルボードコンピュータである[4]。小型で安価なものであり[a]、電子工作に使われたり、子供たちへの自分専用の PC として渡されたりしている。標準的な OS は Debian をベースとした Raspbian であり、大学における情報教育において、コンピュータの仕組みの基本を学ぶ用途にも使われている。

本実践では、Raspberry Pi を基本 PC として利用することに加え、GPIO（汎用入出力端子）も合わせて利用した。Raspberry Pi についてのみ参考書籍を配布した[5]。

^{†1} 津田塾大学 数学・計算機科学研究所

Institute for mathematics and computer science, Tsuda College

^{†2} 津田塾大学

Tsuda College

^{†3} 青山学院大学

Aoyama Gakuin University

a) Raspberry Pi は現在までに 4 タイプが発売されている。Model A は 25 ドル、Model B、B+ は 35 ドルであり、大きさは 85.0mm×56.0mm とカードサイズであった。2014 年 11 月に発売された Model A+ は 20 ドルと最も安価になり、大きさも 65.0mm×56.0mm とさらに小さくなった。

(2) ビジュアルプログラミング環境 Scratch

MIT Media Lab のライフロンギンダーガーデニンググループが開発したビジュアルプログラミング環境である[6]。マウス操作でブロックを組み合わせることでプログラミングを行う。文法エラーを気にすることなくプログラミングできることから、子供向けのプログラミングワークショップで広く使われている。また、プログラミングの概念を学ぶために大学の授業内で使われることもある。

本実践では、Raspberry Pi 上の Raspbian で Scratch を利用した。

(3) マイコンボード Studuino

株式会社アーテックにより開発された、Arduino をベースとして設計された制御基板である[7]。様々なセンサー（明るさセンサーや音センサーなど）やアクチュエータ（サーボモーターや LED ライトなど）を接続することができる。アーテックブロックと組み合わせることで、自律ロボットを制作することが可能である。センサーを制御するための環境として、動作やセンサーを表すアイコンを処理ボックスにドラッグ&ドロップで当てはめ並べることでプログラミングを行うアイコンプログラミング環境、Scratch をベースとしたブロックプログラミング環境、Auduino 言語のライブラリが用意されている。

本実践では、ブロックプログラミング環境を利用した。

(4) 音声合成ハードウェア 歌うキーボード ポケットミク

2014 年 4 月に学研大人の科学が発売した音声合成ハードウェア NSX-39 である[8]。ヤマハが開発した LSI「NSX-1」を搭載している。スタイラスを利用して、ボーカロイド初音ミク[b]の声を演奏できる。

本実践では、スタイラスは利用せず、Raspberry Pi 上の Scratch から MIDI のインターフェースを経由して演奏できるように開発されたプログラミング環境を利用した。

2.2 受講者の属性

本実践は、全学科・全学年に向けて開講された科目である。利用する機材及び実践内容の性質から人数制限を設けたため、受講者数は 16 名である。16 名のうち 15 名が理系学科（情報科学科 15 名、数学科 1 名）に所属し、Java や JavaScript など Scratch 以外の言語でのプログラミング経験がある。残りの 1 名は国際関係学科の学生である。学年構成は、2 年生が 7 名、3 年生が 8 名、4 年生が 1 名である。

受講理由については、「プログラミング教育についての関心」をあげた学生が最も多い 9 名で、次いで「利用する情報技術・機材への興味」が 4 名であった。本学には教員志望の学生も多いが、本科目は教職課程の科目ではなく、受講者は必ずしも教員志望ではない。

b) クリプトン・フューチャー・メディア株式会社が展開するバーチャル・シンガー、ヤマハの開発した音声合成システム「VOCALOID」に対応したボーカル音源のことである。http://www.crypton.co.jp/

2.3 シラバス

本実践における全 15 回のシラバスを表 1 に示す。授業時間は 1 回 90 分であるが、第 9 回と第 13 回については授業時間外に実施しているため異なる。内容は、大きく 3 フェーズに分かれている。フェーズ 1 では、2.1 で述べたソフトウェア及びハードウェアの基礎を学び、知識を身につける。ここでは、必要最低限の使い方のみを教え、学生自身が手を動かしながら、学べるようなワークショップ形式を取り入れた。フェーズ 2 では、その知識を応用し、作品を制作する。Maker Faire Tokyo 2014 (MFT2014) に出展することを目指し、各 4 名のグループで制作した。フェーズ 3 では、知識や自身の制作経験をふまえ、実際に子供たちに教えることを経験する。フェーズ 2 と同様のグループで、実習内容の企画、教材作成、当日のファシリテーターなど、教えるための一連の流れすべてを経験した。

表 1 本実践におけるシラバス

回	内容
第 1 回	プログラミング教育の現状と展望 Raspberry Pi の概要 Linux の基礎 Scratch プログラミングの基礎
第 2 回	Raspberry Pi とポケットミクの基礎
第 3, 4 回	Raspberry Pi と Studuino の基礎 センサー、アクチュエータの基礎
第 5～8 回	出展に向けてのグループ制作
第 9 回	MFT2014 出展
第 10～12 回	実習に向けてのグループ制作
第 13 回	ワークショップ実習実施
第 14 回	教材及び資料整理 指導案作成
第 15 回	指導案発表

3. Maker Faire Tokyo 2014 出展

3.1 実施概要と目的

Maker Faire はメイカーたちによる DIY の展示発表会である[9]。2014 年 11 月 22, 23 日に東京ビッグサイトで開催された MFT2014 にグループで制作した作品を出展した。

本実践における出展の目的は、グループでの制作を通して学生同士の学び合いを促すこと、第 3 者の目に示すことで批判的コメントを受け取り、ものづくりに対する意識の変容を促すことである。

作品の制作は、4 名 1 グループで行なった。制作期間は約 1 か月であり、学生は 4 回の授業で制作に取り組んだ。授業時間外に自主的に制作したグループもあった。また、MFT2014 当日は出展ブースにて自身の作品を見学者に説明することを必須とした。出展の様子を図 1 に示す。



図 1 MFT 2014 出展の様子

3.2 制作物

制作物は、Raspberry Pi、センサー及びアクチュエータの使用を必須とした。各グループが制作した作品例を示す。

(1) 光と音を放つクリスマスツリー

Studuino とブロックを利用し、距離センサーで手を近づけると LED が光り、クリスマスソングが流れる作品である。(図 3 左) センサーの位置がわかりづらかったため、「ここに手を近づける」と貼り紙をつけていた。

(2) うさぎロボット

Studuino とブロックを利用し、耳にあるボタンを押すと目が光り、距離センサーがある口に手を近づけるとサーボモータで腕を動かすロボットである。(図 2) さらに、おなかのスイッチに触れると、ポケットミクで挨拶をする。ブロックだけでは「うさぎに見えなかった」ことから、自ら購入したフェルトで装飾をしていた。展示中に、目が光る機能を強調するために、紙を貼り、目に見えるような装飾を加え、見学者が違和感なく作品を楽しめるような試行錯誤をしていた。



図 2 うさぎロボット

(3) ライトレースカー

Studuino とブロックを利用し、赤外線リフレクターを利用し、道路に見立てた線をトレースして動く車である。(図 3 右) この作品で用いられている仕組み自体は、一般的によく見られるものであるが、アルゴリズムや機構を教えたわけではなく、グループで調べ、考えた結果、この仕組みに辿り着いていた。ボタンを押すことで前進後進を変更できる機能がある。道のパターンを 2 種類用意し、ゴールを

作るなど、ゲーム性を取り入れようとしていた。また、ブロックだけでは「車らしく見えなかった」ことから、色画用紙を使って車に見えるような装飾をしていた。



図 3 クリスマスツリーとライトレースカー

(4) 落下物に合わせてボタンを押す音ゲー

音楽を鳴らし、落下物に合わせてボタンを押す作品である。(図 4) ボタンは、ダンボールにアルミテープを貼り付けたものにワニクリップを付け、Raspberry Pi の GPIO と接続したものを利用した (図 5)。ボタンを押すと、アルミテープが触れ合い、電通するという仕組みである。「音ゲー」という作品名でありながら、スコアを記録できずゲーム性がない作品だったため、あまり子供に遊んでもらうことができず、展示途中にプログラムを変更していた。

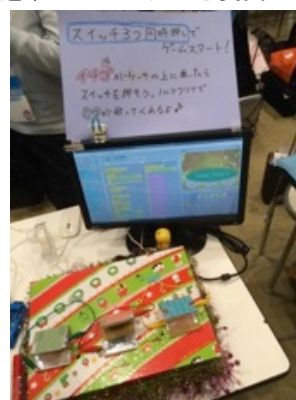


図 4 音ゲー

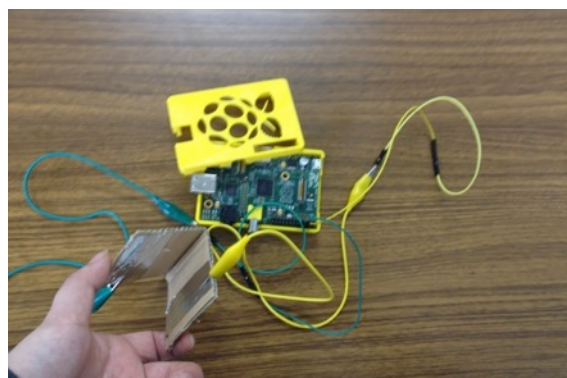


図 5 ダンボールを用いたボタン

3.3 参加学生による感想

MFT2014 終了後、学生に「参加して学んだことを書いてください」という自由記述アンケートを行なった。自由記述アンケートから意識の変化が見られたものは、自身の作品に対する意識、自身の知識に対する意識の2点である。

自身の作品に対する意識の変化は、展示途中で作品に対し、なんらかの改良を加えたグループが、4 グループ中 3 グループであったことから伺える。プログラムの変更を加えようとしたグループが1つであったのに対し、見た目の変更を加えたグループは2つであった。第3者に見られることで、自身の作品に対して「少しでも良く見せたい」という意識が生まれたためと思われる。学生の自由記述によると「作品が他の団体の作品と比べてクオリティの低いように感じ、少し恥ずかしさもあった」とある。成果物が目に見えるものであることはフィジカル・コンピューティングの利点であり、見た目の完成度だけでもあげたいという気持ちはフィジカル・コンピューティングならではの考え。一方で、「自分たちでつくった作品に興味を持ってもらえることが嬉しかった」「自分たちの作品についてアピールすることの大切さを知った」との感想もあり、見てもらうことが学生にいい刺激となった様子がわかる。

また、自身の知識に対する意識の変化は、自由記述から伺える。自由記述には「自分たちの作った物に興味を持ってもらった方に説明する際に、自分たち自身がちゃんとどういう目的のためにどういうものを作ったかということなどを理解している必要があると思った」「様々な人がきて、思ってもいなかったような質問がくることがあるので、そのような所に行くときは、きちんと物事を理解していくことが大切だと思いました」とあった。展示の際に、見学者への説明に苦労している学生が大半であり、他者に説明することの難しさから、知識を身につけることの必要性を実感した学生が多かった。加えて、他の学生や出展者が説明している様子を見て「(他の人の説明のように)子供にも(作品の遊び方の説明だけでなく動作の仕組みなどの)少し発展したことを教えれば良かった」と学んだ学生もいた。

4. ワークショップ実習

4.1 実施概要と目的

2015 年 1 月 10 日に「津田塾生といっしょにプログラミング体験」という、小学3年生から中学1年生14名を対象としたプログラミングワークショップを開催し、グループで実習を行なった。

本実践における実習の目的は、実際に子供を相手に教える経験を通して、プログラミングを教えることに対する意識の変容を促すことである。

実習の準備は、3章の作品制作と同様の、4名1グループで行なった。内容のアイデアから、時間配分、配布資料や教材など授業にかかわることすべてをグループで準備した。

準備期間は約1か月であり、学生は3回の授業後、年末年始をはさんで準備に取り組んだ。授業時間外に自主的に制作したグループもあった。また、実習前にはグループ内でリハーサルを行うことを必須とした。

ワークショップ当日は、冒頭の1時間のみ、参加者全体に対し、阿部による Raspberry Pi のセットアップの説明を行った。その後の2時間は、参加者は3,4名のグループに分かれ、各グループで実習を行なった。ワークショップ実習の様子を図6,7に示す。



図6 ワークショップ実習の様子（グループ全体への説明）



図7 ワークショップ実習の様子（1対1での説明）

4.2 実習内容

実習内容は Raspberry Pi の利用のみ必須とし、その他はすべて学生が自由に設計したが、4グループのうち、3グループが Scratch でのゲーム制作であった。残りの1グループは、Studuino を利用した作品制作であった。実習内容のアイデア出しの際、ポケットミクの利用を考えていたグループもあったが、実際の内容に組み込んだグループはなかった。どのグループも前半にチュートリアル、後半に自由制作というカリキュラムを作成していた。必要に応じて、配布資料やアイデアシートを用意しているグループもあった。各グループの実習内容例を示す。

(1) ゲームを作ろう

キャラクターが障害物を避けるゲームを作成する。学生が用意した目標作品を最初に提示し、参加者に目標作品と似たプログラムの作品を作るように指示した。目標作品は、図 8 のように、メッセージや変数を利用し、インタラクティブな要素も含んだ難易度が高いプログラムであったため、参加者が自らこの作品を作成するのはとても難しかった。さらに、参加者だけでなく、教える側である学生もプログラムを理解できていなかったため、教える際に混乱が起きていた。



図 8 目標作品のプログラム

(2) ブロックでロボットを作ろう

Studuino を利用し、ブロックで作ったロボットに対し、動きをプログラミングする。「個性的なロボット」をテーマとし、参加者が自由な発想で制作できるような環境作りを大事にした。子供がブロックを使ったロボットの組み立て作業（図 9）に夢中になったため、時間を制御するのが難しかったようであった。



図 9 ブロックを使ったロボットの組み立て作業の様子

(3) 自分で動かすゲームを作ろう

条件によって変化するパラメータと、マウスでのキャラクター操作を用いたゲームを作成する。アイデアシート（図 10）を用意し、記入させてから制作していた。学生が準備していた内容は自由度が高く、参加者の作品は様々だった。図 11 のように、どの参加者の作品も、学生が準備したものから発展したものになっていた。授業の最後には発表の時間を設けていたため、参加者同士がお互いの作品で遊び合っていた（図 12）。

名前:

どんなゲーム?

どんな画面?

どんな動作?

図 10 自分で動かすゲーム アイデアシート

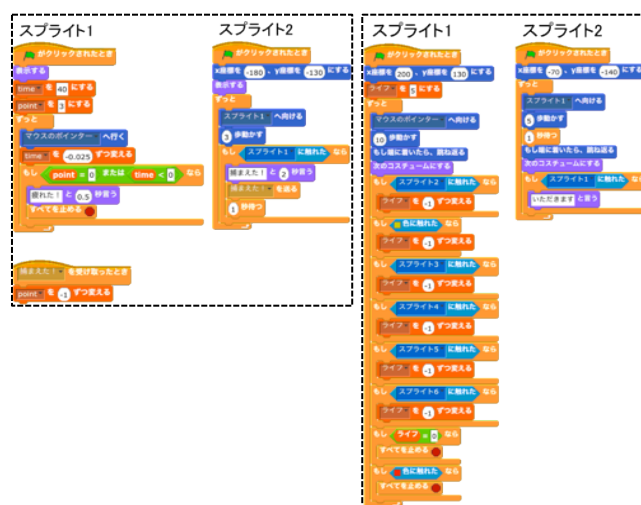


図 11 自分で動かすゲーム 作品の比較
 (左: 学生が準備していた作品, 右: 参加者の作品)



図 12 グループ内での発表会の様子

(4) 英単語テスト制作体験

複数の文字を正しい英単語になるように並び替える学習ゲームを作成する。プログラムの説明資料（図 13）だけでなく、参加者の理解が深まるような簡単なテスト（図 14）を準備していた。学生が用意した基本プログラムから、段階的に発展させていく内容となっていた。結果的に用意したカリキュラムすべてをこなすことはできなかったようである。

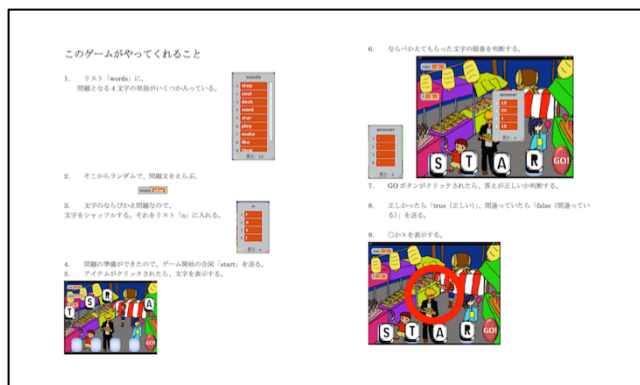


図 13 英単語テスト制作体験 説明資料

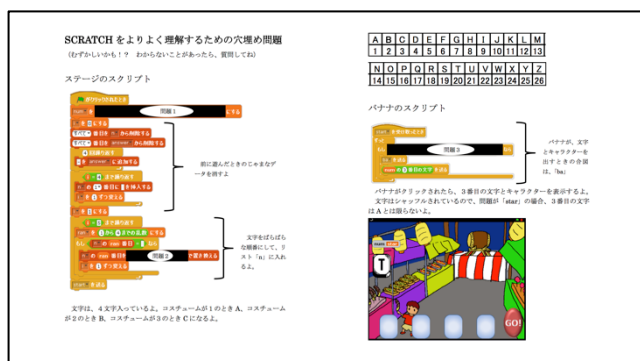


図 14 英単語テスト制作体験 理解するためのテスト

4.3 参加学生による感想

ワークショップ実習終了後、学生に「参加して学んだことを書いてください」という自由記述アンケートを行なった。自由記述アンケートから意識の変化が見られたものは、自身の知識に対する意識、教えることに対する意識である。どちらも、実際に教えた際のつまずきから変化が生まれていたことがわかる。

学生のつまずいた点は、主に、時間配分、進度の違う参加者への対応、子供に理解してもらうための説明、そして、グループ内での意思統一である。

時間配分については、子供の作業をどの程度遮っていいのか、カリキュラムどおりに進めることとのトレードオフをあげる学生が多かった。「予定どおりに進むことの方が少ない。いろいろな状況を想定しておく必要があった」「(子供が) 予想以上に柔軟で驚いた」「興味があることに対する集中力と意欲の高さ」など、子供の様子が学生の想定を超えたようであった。一方で、「好きにやらせてあげたい」という気持ちが芽生え、自分たちが設定した目標とどう折り合いをつけるかに悩んだようである。

また、進度や理解度の異なる参加者への対応については、当日は 1 対 1 で対応したグループが多かったが、自由記述では、「子どもたち同士で成長しあえる環境を作りたい」と学び合いに意識が向いた学生がいた。今回のワークショップでは、学生と参加者が同数のグループが多かったため、1 対 1 で対応できていたが、実際の教育現場ではそのような状況は期待できず、解決策を用意しておく必要がある。

子供に理解してもらうための説明については、変数やリストなどの言葉の言い換えに苦労した学生がいた。自由記述にも「リハーサルで分かっているつもりであっても、理解できていない部分があったのでそこをしっかりと改善してから臨むべきだったかなと思います」とあり、教えることに対する意識に変化が見られた。

グループ内の意思統一については、「個人個人のプロセス、完成までのアプローチの方法この“感覚”がグループのメンバーで一致してなかったと思います。それは、子供達にも困惑を与えてしまうことなので、注意をしなければならなかったと思います」とあり、教える相手に対する意識が高まったようであった。

また、「遊びながら学べていたので本当によかった」との感想もあり本実践の趣旨を学生が理解しているのが伺える。

5. 授業全体について

授業終了後、学生に対し、アンケートを行なった。学生自身の学習効果、意識の変容に着目する。

5.1 学習効果

表 2 のとおり、利用したソフトウェア及びハードウェアについて、Raspberry Pi 及び Scratch は全員が概ね使えるようになったと答えた。Studuino については 16 名中 14 名、

ポケットミクについては 16 名中 11 名が概ね使えるようになったと答えていた。ポケットミクについて、他の技術と比較し人数が少ない理由は、本実践での最初のフェーズのみでしか利用しなかった学生が多かったためと考える。

表 2 授業終了後アンケート結果（回答数 16）

	人数
Raspberry Pi	
使えるようになった	4
まあ使えるようになった	12
あまり使えるようにならなかった	0
使えるようにならなかった	0
Scratch	
使えるようになった	6
まあ使えるようになった	10
あまり使えるようにならなかった	0
使えるようにならなかった	0
Studuino	
使えるようになった	2
まあ使えるようになった	12
あまり使えるようにならなかった	1
使えるようにならなかった	0
使っていない	1
ポケットミク	
使えるようになった	4
まあ使えるようになった	7
あまり使えるようにならなかった	2
使えるようにならなかった	0
使っていない	3

「あなた自身が今後も Scratch を使いたいか」という質問に対しては、16 名中 12 名が利用に好意的な意見であった。「自身でもゲームを作りたい」と自分自身の利用を考えている学生に加え、「親戚の子供と一緒にゲームを作りたい」など、自分だけではなく誰かに教えたいと思っている学生がいた。一方、利用に否定的な意見は「私にとって普通にプログラムを書いた方が分かりやすく、使いやすいため」であった。

「あなた自身が今後も Raspberry Pi を使いたいか」という質問に対しては、16 名中 12 名が利用に好意的な意見であった。「ラズベリーパイでデジタルカメラを作れるとの記事を見たので、機会があればやってみたい」と授業で扱った以外の利用方法に興味を持った学生や、「興味深かったので自分でも買ってみたりして簡単なロボットなどを作ったりするのに使いたい」と授業での内容に引き続き取り組みたいという学生がいた。一方、利用に否定的な意見は「動

きが遅かったり接続がめんどくさい」「自分のパソコンを持っているから、あえて Raspberry Pi を購入する必要はない」であった。

5.2 意識の変容

自由記述から「小中学生に実際にプログラミングを教える経験は私にとってとても意味のあるものになった。なぜなら、私自身がプログラミングを楽しく、そして親しみやすくなったからだ」とプログラミングに対する意識が変わった学生がいた。

「学生に教える場合でなくとも、プログラミングを初めて習う友人などに教えるときにもこのような経験は活かせると思う」と、教えることに対する意識が変わり、さらに、「個人的にも電子工作に興味を持っているプログラミング初心者と一緒に Raspberry Pi と Scratch を使って作曲をしてみました」と授業後、実際に教えている学生がいた。

目に見える成果物であることから、「グループワークがもともとあまり好きではないタイプなのですが、自分たちの得手不得手をグループの仲間たちと補いながら 1 つの作品を作り上げることは、とても楽しいものであると気付くことが出来ました」と、学び合いへの意識が変わった学生もいた。

最後に、「この授業を受けて、プログラミングはいつ頃から学べきだと思いましたか？」という質問には、「小学校から」と答えた学生が 16 名中 12 名であり、「大学から」と答えた学生は 1 名だった。

6. 考察と今後の展望

本実践により、自身の手を動かし生み出すこと、他者から見られるということ、実際に教えること、が学生のような意識の変容を促したことがわかった。本実践では、全般を通して、知識や技術については最低限の教示のみであったが、フィジカル・コンピューティングの知識や技術についても、学び合いやトライ・アンド・エラーから、ある程度身につけることができたということが、受講者のアンケートから読み取れる。

しかし、一方で、ワークショップを実施した際、参加者及び保護者からは、少数ではあるものの、あまりいい評価が得られなかった。これは、教員志望ではない受講者も多く、子供に対する一般的な指導方法を知らない学生が多かったことが原因のひとつだと思われる。MFT2014 出展時、見学者と触れ合うことで、子供に対する接し方についても身につくのではないかと期待していたが、実際はまだ不足していたと言える。実習後、学生には意識の変化が見られているため、大学生同士で教えあう実習を行なった後に、子供を対象とした実習を行うなど、改善を検討する。

また、ワークショップ実習内容で、フィジカル・コンピューティングを選択したグループが、4 グループ中 1 グループのみであったことについては、「ポケットミクは曲を歌

うだけ」「Studuino はロボットだけ」と学生の創造力が及ばなかったためと思われる。学生の発想を支援する取り組みが必要である。

本実践は、来年度も継続して行う予定である。改善し、今年度の受講生との比較を行い、また報告したい。

謝辞 本授業実施のために、機材をご提供いただいたプログラミング教育支援プロジェクト「PEG programming education gathering」、株式会社学研教育出版 大人の科学マガジン様、及び株式会社アーテック様に感謝致します。

参考文献

- 1) シーモア・ババート(著), 奥村貴世子(訳), マインドストーム子供, コンピューター, そして強力なアイデア, 未来社 (1982).
- 2) 世界最先端 IT 国家創造宣言,
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/pdf/it_kokkasouzousengen.pdf
- 3) Sylvia Libow Martinez, Invent To Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom, Lightning Source Inc. (2012).
- 4) Eben Upton, Gareth Halfacree, Raspberry Pi ユーザーズガイド, インプレスジャパン (2013).
- 5) 阿部和広, Raspberry Pi ではじめるどきどきプログラミング, 日経 BP 社 (2014).
- 6) The Lifelong Kindergerden Group at the MIT Media Lab, Scratch,
<http://scratch.mit.edu/> (最終アクセス 2015.2.23)
- 7) 株式会社アーテック, Studuino ダウンロード,
<http://www.artec-kk.co.jp/studuino-2> (最終アクセス 2015.2.23)
- 8) 株式会社学研教育出版 大人の科学マガジン,
<http://otonanokagaku.net/nsx39/> (最終アクセス 2015.2.23)
- 9) Maker Faire, <http://makezine.jp/event/mft2014/> (最終アクセス 2015.2.23)
- 10) プログラミング教育支援プロジェクト「PEG programming education gathering」, <http://pegpeg.jp/> (最終アクセス 2015.2.23)