

Python 言語による IoT 基礎技術につながる Raspberry Pi の教育プログラムと実践報告

宮崎 敬 *1

Raspberry Pi educational program for learning fundamental technology
of IoT using Python language

MIYAZAKI Takashi

キーワード : Python, Raspberry Pi, IoT, フィジカルコンピューティング, 教育工学

1. ま え が き

近年、4G や 5G を中心とした通信分野のインフラ技術が飛躍的に発展する中、様々な機器同士がインターネットに接続される IoT 時代と呼ばれる新たな利用が、様々な産業の中でその野を広げつつある。現在、コンピュータやスマートフォンを中心にインターネットを活用した IT (Information Technology) 社会や、ICT (Information and Communication Technology) ¹⁾社会が発展を遂げ、今では、クラウドシステムと呼ばれるビッグデータを処理する形態が生み出され、人工知能の性能の向上とともにクラウドサービスとして提供されるようになってきている。

一方で、当初教育用として開発された Arduino ²⁾ や Raspberry Pi ³⁾ といった小型マイコンが、その利便性と性能の向上に加え、その価格が安価であったこともあって急速に活用され始め、3D プリンタやドローンなどの新たな機器の制御にも利用されている。また、遠隔での計測・観察などの情報収集を基にした管理システムへの応用も進んでいる。こうしたシステムに対して、人工知能の機能を持たせたマイコンを計測・観察用にシステムの端末 (エッジコンピュータやフォグコンピュータと呼ばれる) として配置し、ある程度の高度な処理を端末側で行わせ、その結果を管理サーバやクラウド側に送るといったシステムが、今後増加すると考えられる。

こうした産業界の変貌の中で、PC やタブレットをベースとしたソフトウェア中心の利用だけでは、いわゆる PC のブラックボックス化現象が進むばかりである。最近、日本でも取り入れる教育機関が増えつつある「フィジカルコンピューティング教育 (Physical Computing)」^{4) ~ 8)}の果たす役割が重要となると考えられる。この「フィジカルコンピューティング」という教育プログラムは、アメリカのニューヨーク大学のトム・アイゴラを中心に 2004 年に提唱された教育プログラム ⁹⁾で、センサで得られる外的環境の情報を PC に取り込むことや、その情報に応じて外部の環境をアクチュエータなどの出力機器を制御できる能力を補うものである。イギリスでは、このような IoT 社会に対応できるように、小学校の「ICT」という科目が、「コンピューティング」に変わり (2014 年)、IoT 教育を推進させる動きが始まっている。また、アメリカを中心に、STEM や STEAM 教育が導入され始め、中国や韓国でも情報技術の基礎科目を取り入れている。日本では、2020 年からようやく「プログラミング教育」がスタートするところである。

筆者らは、このような IoT 社会におけるエンジニアとして必要になるであろう技術について、高専生に対する基礎教育として、Raspberry Pi をベースに各種センサやアクチュエータなどを組み合わせたキットで、一人ひとりが実習できる教材を製作した ^{10)~13)}。また、使用する言語には、人工知能の世界を中心にその利用が近年高まっている Python 言語を選んだ。

本稿では、電気電子工学科 4 年の授業の中で、この Raspberry Pi を教材として活用したフィジカル

* 2018 年 8 月 25 日, 26 日 日本産業技術教育学会
第 32 回情報分科会研究発表会で一部を発表

*1 電気電子工学科 嘱託教授
原稿受付 2020 年 5 月 25 日

コンピューティング教育についての実践報告をする。この授業の最後には、単にマイコンやそのプログラミング知識の習得に限定するのではなく、獲得した知識を活用した総合演習の時間も設けた。また、最終回には、各自の製作物についてのプレゼンの時間も設け、理解を深めることと創造性を高めることを目的とした。

2. IoT 社会を支えるマイコン教育

2-1 フィジカルコンピューティング

フィジカルコンピューティングは、コンピュータ上の仮想的な世界と我々の身の回りの物理的な世界とをインターフェースを通してコミュニケーションすることに注力したコンピュータ教育であり、アメリカニューヨーク大学のトム・アイゴラを中心に2004年に提唱されたものである⁹⁾。また、この教育は、技術の創造的な活用方法を求める ITP (Interactive Telecommunications Program) により、工学分野にかぎらず文学や社会科学や芸術などの分野の学生にもテクノロジーを教えることも、もう一つの目的に掲げている。

2-2 Raspberry Pi と Python 言語の利用

Raspberry Pi は、ARM プロセッサを搭載したシングルボードコンピュータ (図1) で、学校での基本的なコンピュータ教育を想定して、イギリスのラズベリーパイ財団によって開発され、2012年から販売されている。筆者らは、これまでに Arduino をベースとしたフィジカルコンピューティングのためのキットも製作してきているが、ネットワーク環境の利用に関しては Raspberry Pi の方が、利便性が高い。また、WiFi や Bluetooth なども利用できるため、IoT 指向といえる。そのため、これまでの Arduino ベースのキットを入門用とし、この Raspberry Pi によるキットを応用として使用することを考えている。

OS には、Raspberry Pi 用の RaspbianOS が用い



図1 Raspberry Pi

られている。この OS は Linux 系であるが、GUI 画面のため Windows と同様の操作が可能である。また、Raspberry Pi はハードディスクを装備しないため、本 OS を SD カードに書き込んで利用する。

プログラミング言語には、近年人工知能でよく利用される Python を用いることにした。Python 言語は、1991年に教育用言語として開発されたもので、コードがシンプルで扱いやすく設計されているため、プログラムを分かりやすく、少ないコードで書けるという特徴がある。また、変数宣言が不要で、制御構文の行末には“:”を入れ、次行からは必ず字下げをするだけでよい。このようにコーディングのしやすさや、今後、人工知能についての項目も加える予定であるため、この Python 言語を選択した。

3. フィジカルコンピューティング教育

3-1 教育用教材の内容

製作した教材の写真を図2に示す。本教材は、マイコン Raspberry Pi とブレッドボードとをセットにし、学習するためのセンサや出力系部品はブレッドボード上に配置して、ジャンパー線により配線して学習する。また、図3に示す SenseHAT というアド



図2 Raspberry Pi を使ったフィジカルコンピューティング教材

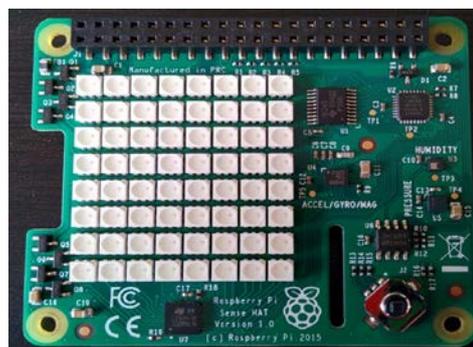


図3 SenseHAT の基板

オンボードを利用する。この SenseHAT には、表示器の 8x8 マトリックスのフルカラーLED を始め、環境センサとして温度センサ、湿度センサおよび気圧センサが搭載されている。また、動作系のセンサとして 3 軸加速度センサとジャイロを、そして入力スイッチとしてジョイスティックが搭載されている。そのほか、光センサ、焦電センサ、小型スピーカ、サーボモータ、ステッピングモータ、LCD パネル、無線 Xbee およびボタンスイッチを用意した。

3-2 学習内容

今回製作した教育教材を用いた実習内容を表 1 に示す。前半 3 週間で、Raspberry Pi の概略から Python 言語の基本的な文法を学習し、その後 3 週間で SenseHAT を使って LED の表示機能やセンサの使い方を学習する。最後の 2 週間には、学習したセンサやアクチュエータを活用した複合型の回路を製作する総合実習を行うという内容で、フィジカルコンピューティング教育を行う。

4. 実践内容

今回、Raspberry Pi を用いたフィジカルコンピューティング教育を電気電子工学科 4 年の論理回路 II

表 1 実習内容

回数	実習内容	使用するもの
第 1 週	① フィジカルコンピューティング・Raspberry Pi および Linux の基礎	・ Raspberry Pi ・ Python 言語
第 2 週	① Python 言語の基礎と IDLE 環境 ② 直接計算, 文字列処理 ③ if 文, while 文, for 文	同上
第 3 週	① リスト ② ファイル ③ グラフのプロット	同上
第 4 週	① SenseHat の使い方 ② 表示器 ③ 環境センサ	・ LED8x8, LCD ・ 温度, 湿度, 気圧
第 5 週	① 動作センサ ② ジョイスティック	・ 加速度, ジャイロ, 磁気
第 6 週	① Raspberri Pi と Arduino の通信	・ Raspberry Pi ・ Arduino
第 7 週	総合演習	テストボード上にて、各自でこれまでに学習した基本的なセンサを使った製作する。
第 8 週	総合演習	過去の製作例・他の学生の製作例を参考にして製作をしてもよい。

の授業の中、8 週間かけて実施した。情報教育センター第 1 端末室において、一人 1 セットを使用して実習を行った。

4-1 基本実習

初めに、フィジカルコンピューティングに関する説明をし、その後、表 1 の内容に従って Raspberry Pi の概略および Linux 系の OS の基本事項について説明を行い、Python 言語の学習、および SenseHAT の使用方法について解説を行った。これらの学習事項については、作成したテキストを用いて実施した。

4-2 総合実習

この 6 週間における基本実習の中で学習したセンサやアクチュエータを使って、独自なものを考えさせ、2 週間かけて各自で製作をさせた。今回、選択科目として履修した 18 名の学生がこの総合実習の中で製作したものの一覧を表 2 に示す。ただし、時間の関係で、ブレッドボード上での製作で、実際にはんだ付け等による製作は行わなかった。

5. アンケート結果

今回の Raspberry Pi を使ったフィジカルコンピューティング教材の学習効果を確認するため、授業後に 18 名全員からのアンケートに回答してもらい、その結果を分析した。

表 2 学生の制作したプログラム

制作したプログラム
マトリクス上に道筋と任意に動かせる点と障害物を作成し、障害物に当たらないように道を進みゴールを目指す
ジョイスティックを使い棒を動かし、ボールを反転させ光っているマスに当てる
迫り来る壁を十字スティックを使ってジャンプして避ける
横方向にランダムに動きながら落ちてくる的を狙う
ボールを壁に触れないようにする操作する
カウントダウンするプログラム
LED マトリックスを使用して、天気のマーカーを表示する
Arduino と連携し、温度湿度管理をグラフ化する
プログラムを実行すると LED 表示器に火花が表示される
ボタンを押すとサイコロが振られる
外側から内側にかけて色を変化させながら LED 点灯させる
押し込んだボタンの向きに応じて LED がグラデーション状に光る
SenseHat についている温度、湿度計を使用し、ラズパイの Web ブラウザで計測データを確認する。また計測データは CSV ファイルで保存できる
物体の組み合わせで消去する
気温、湿度を記録し、Web ブラウザで表示する
棒を操作して光るマスを動かすプログラム。スペースキーを押すと LED が初期状態に戻り、全部消える。また、初期状態に戻ると同時に光るマスの色が変わる
傾きでキャラクタの表情が変わる
ボンゲーゲーム

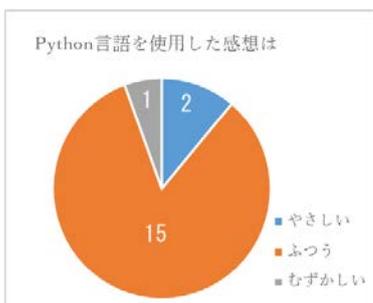


図4 Python 言語の感想

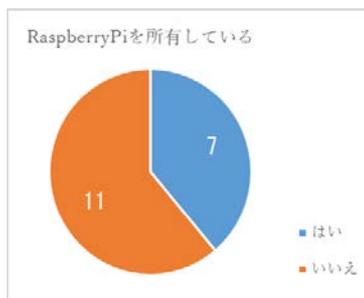


図9 Raspberry Pi を所有している

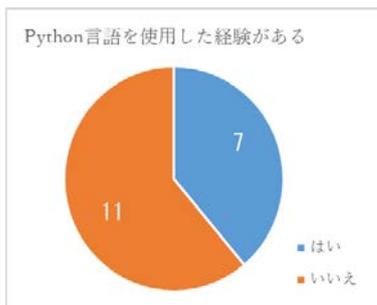


図5 Python 言語の使用経験

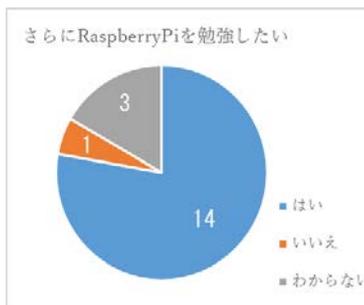


図10 さらに Raspberry Pi を勉強したい

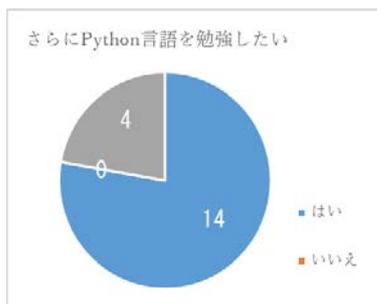


図6 さらに Python 言語を勉強したい

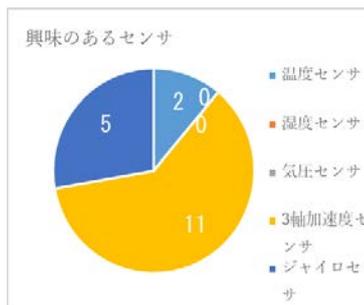


図11 興味のあるセンサ



図7 Raspberry Pi を使用した感想

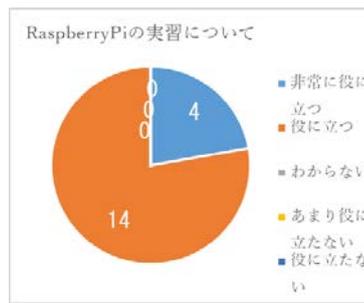


図12 Raspberry Pi の実習について

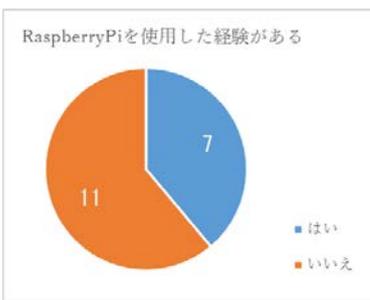


図8 Raspberry Pi を使用した経験

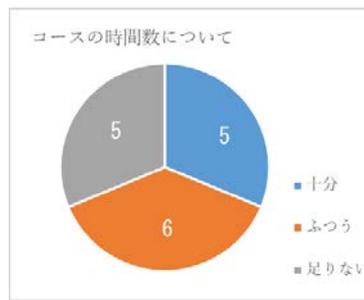


図13 コースの時間について理

(1) Python について

アンケート結果の図 4 から図 6 により、4 割強の学生が既に使用経験があり、さらに学習したいという意欲があり驚かされた。したがって、実習内容のレベルをもう少し上げたほうが良いと思われる。

(2) Raspberry Pi について

今回は、Raspberry Pi によるフィジカルコンピューティング教育として実習を行ったが、アンケート結果の図 7 から図 10 より、Python と同様に 4 割強の学生が所有していることから、これらの学生が Raspberry Pi を使用する際に Python 言語を使用していると推察される。また、9 割以上の学生が、Raspberry Pi をさらに学習したいという意欲を持っていることがわかる。

(3) センサについて

図 11 から、3 軸加速度センサとジャイロを使うことに関心があることが分かった。今後、動きを伴う実習項目を増やすことを検討したい。温度センサが上位を占めている。

(4) 実習について

図 12 と図 13 から、本実習に対して役立つ以上の高評価を全学生がしてくれたが、この学生たちは IoT 技術の必要性を意識してくれていると思われる。

6. あとがき

IoT 社会の発展を見据え、エンジニアとして活躍する高専生に求められる IoT 技術とは何かを模索する中で、フィジカルコンピューティング教育の有効性を感じた。この教育の目指している内容は、まさに PC のブラックボックス化現象を解決してくれる有力な手段ではないかと考え、これまで本プロジェクトを Arduino、そして Raspberry Pi を使った教育教材と発展させてきた。

今回の Raspberry Pi を使ったフィジカルコンピューティング教育を実施し、その効果をアンケートにより調査したが、その教育効果も学生には非常に良いものとして表れていることが分かった。しかしながら、実習の内容をさらに深めたい項目がたくさんあるが、限られた授業内ではその十分な時間を確保できない状況である。今後の課題として、実習内容をより精査し、効率的な教育方法を模索して時間の有効的な使い方の中で、それを実現しようと考える。

謝辞 本研究は、日本学術振興会 科学研究費基盤

(C) No.26350356 の助成を受けて実施したものである。また、堀内泰輔元本学教授および淀優介

技術職員に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 朝日新聞社発行「知恵蔵 2007」のウェブ版「知恵蔵」,
<https://kotobank.jp/dictionary/chiezo/>.
- 2) Massimo Banzi: Getting Started with Arduino, O'Reilly Media, (2009).
- 3) Matt Richardson, Shawn Wallace: Getting Started with Arduino, O'Reilly Media, (2012).
- 4) 小林 茂: フィジカルコンピューティング概論, 情報処理学会誌 Vol.52, No.8, pp.914-916, (2011).
- 5) 難波宏司: フィジカルコンピューティングの教育教材の研究, 園田学園女子大学論文集 Vol.51, No.8, pp.71-91, (2017).
- 6) 辻 明典, 桑折範彦, 井上 浩: フィジカルコンピューティング教材を用いた情報技術教育の実践, 徳島大学開放実践センター紀要, 第 27 巻, pp.23-30, (2018).
- 7) 大見嘉弘: フィジカルコンピューティング導入教育の取り組み, 東京情報大学研究論集 Vol.22, No.1, pp.115-121, (2018).
- 8) 小山善文, 森川治雄, 山崎充裕, 堀本 博, 光澤英里, 金丸鈴美: フィジカルコンピューティングを志向した小学生を対象とするプログラミング教育の実践, PC Confernce 2018, pp. 253-256, (2018).
- 9) Dan O. Sullivan, Tom Igoe: Physical Computing, Sensing and Controlling the Physical World with Computers, Thomson Course Technology, (2004).
- 10) 堀内泰輔, 宮寄 敬: Arduino と Raspberry Pi を用いた高専向けフィジカルコンピューティング教育システムの開発, 長野工業高等専門学校紀要 第 51 号 2-4, pp.1-5, (2017).
- 11) 堀内泰輔, 宮寄 敬: IoT 社会に求められる技術力と創造性を育むフィジカルコンピューティング教育の実践, 長野工業高等専門学校紀要 第 52 号 2-4, pp.1-6, (2018).
- 12) 宮寄敬, 堀内泰輔, 淀優介: IoT 社会を見据えた Arduino によるフィジカルコンピューティング教育の導入とその実践, 長野工業高等専門学校紀要 第 53 号 2-2, pp.1-6, (2019).
- 13) 堀内泰輔, 宮寄敬: フィジカルコンピューティングを活用した, 並列プログラミング教育環境の構築, 長野工業高等専門学校紀要 第 53 号 2-4, pp.1-4, (2019).