

IoT プロトタイプ構築を題材にした 高校生向け STEAM 教育講座の開発と評価

太田 康貴†
芝浦工業大学†

中島 毅‡
芝浦工業大学‡

1. 研究背景

Society5.0 の実現化に向け、日本では STEAM 人材の不足が課題とされている[1]。STEAM 人材とは、工学系のみならず社会科学、経営・経済、芸術を問わずテクノロジーを応用することで新しい価値を提供することを企画・実践できる人材のことである。この課題に対し、文部科学省は『成長段階に応じた教育』を提唱しており、中でも高等学校においては文理を問わず STEAM 人材の思考基盤育成を図るべきとしている。そこで、魅力的なアイデアの実現経験ができ、かつ幅広い知識が求められる IoT プロトタイプ構築を高校教育に取り入れることで、大学での専門教育へのモチベーション向上を図れるのではないかと考えた。

2. 研究目的

本研究は、STEAM 人材を育成するために高校生でも IoT の仕組みについて理解できる IoT 学習教材及び講座を開発し、その有効性を検証することを目的としている。

3. IoT プロトタイプ構築を題材にすることによる STEAM 人材育成への教育効果

3.1. STEAM 人材の基礎的な能力

STEAM 人材が持つべき基礎的な能力として、下記の3つを定義した。

- [能力1] 課題を見つけ、価値を生み出す発想力
- [能力2] 学際領域分野をつなげる力
- [能力3] 試行・評価・吟味するエンジニアリング力

3.2. IoT プロトタイプ構築が持つ教育要素

IoT プロトタイプ構築は以下の特長により、STEAM 人材の基礎的な能力育成に有用な経験を提供できると考える。

- IoT 自体の応用分野が多様である
学生それぞれが身近である社会的課題に対して IoT の応用を考えることができる⇒[能力1]の獲得促進
- IoT 自体が多種のテクノロジーの集合体である
高校までの既存知識や、未履修でも必要となる知識を自ら獲得する経験を得られる⇒[能力2]の獲得促進
- 構築によってモノづくりの経験が得られる
アイデアの発想からその実現までの試行錯誤する過程を比較的低い労力で提供できる⇒[能力3]の獲得促進

4. 講座に対する設計要求事項

前節の IoT プロトタイプ構築が持つ教育要素を活かし、かつ高校生対象の STEAM 教育実施のための制約事項を考慮して、開発する講座に対して以下に示す3つの観点から8つの要求事項を設定した。

(1) 講座の達成目標

- [R1-1] 自身のアイデアに基づき課題解決ができる
- [R1-2] 提案するコンセプトをプレゼンできる

(2) 講座の構成

- [R2-1] 既存授業の枠外に無理なく設定可能である
- [R2-2] インプットとアウトプットの時間を確保する

「Development and Evaluation of a STEAM education course for high school students based on IoT prototyping」

† 「Koki Ota, Shibaura Institute of Technology」

‡ 「Tsuyoshi Nakajima, Shibaura Institute of Technology」

(3) 講座・教材の内容

- [R3-1] 多様なアイデアの実現に対応可能である
- [R3-2] 開発作業の難易度を選択可能である
- [R3-3] 未習知識の補填が可能である
- [R3-4] 既存知識の応用が可能である

5. 講座の開発

前節で示した設計要求事項を満たす講座カリキュラムと教材を開発した。

5.1. 講座構成

表1 本研究で実装したカリキュラム

	区分	概要	段階
第一回	座学	IoT デバイスの仕組みについての基礎学習	段階1
	作業	照度センサプロトタイプ制作	段階2
	宿題	照度センサを活用してどのようなことができるか考えてくる	
第二回	発表	照度センサプロトタイプ完成・活用法提案	段階3
	座学	インターネットの仕組みについての基礎学習	
	作業	アイデアソン実施	
第三回	宿題	アイデアをまとめ、必要なデバイスやプログラムのフローを考えてくる	段階3
	発表	実現方法の検討・製作予定発表	
	座学	データ分析手法についての基礎学習	
第四回	作業	各自プロトタイプ制作	段階3
	宿題	プロトタイプ制作を行い、必要に応じて実施担当に進捗報告を行う	
	発表	発表会に向けてプレゼンテーションの準備を行う	
第五回	作業	最終調整	段階3
	発表	独自アイデアプロトタイプ発表会	

R1-1 の実現に向け、講座を大きく3つの段階に分けて設計した。

- [段階1] 前提知識の習得(各回座学)
- [段階2] IoT システムの仕組みと実装方法の習得
- [段階3] アイデア創出と IoT プロトタイプの実現

また、R1-2、R2-2 及び R3-4 を実現するため、上記各段階において下記3つの講座形式を繰り返し実施することにした。これにより知識の定着を狙っている。

- 座学:未習知識の補填や、既存知識の復習を行う
- 作業:学習した内容を踏まえて手を動かす
- 発表:他者に自分のアイデアや考えを伝える

また、R2-1を満たすために、全体として週1回、計5週間でワークショップが完結する仕組みとすることで、既存授業枠外で無理なく実施できるようにした。実際に設計したカリキュラムを表1に示す。

5.2. 教材システム

R3-1 を実現するために、教材は多様なアイデアの実現に対応可能な、汎用で流通性の高い部品を選定した。

5.2.1. 電子回路

受講者が必要なセンサを自由に選択できるように、一人一台の RaspberryPi を配布し、対面形式では Arduino、オンライン形式では予め使用頻度の高い素子が搭載されたデバイスボード(図1)を通して各種素子を簡単に操作できるようにした。搭載した素子について表2に示す。



図1 オンライン形式で受講者に配布したデバイスボード

表2 デバイスボード上の素子

区別	素子
センサ	温度、湿度、照度、加速度
アクチュエータ	フルカラーLED、電子ブザー、モータドライバ、有機ELディスプレイ
その他	タクトスイッチ、A/Dコンバータ、汎用GPIO
ボード外	サーミスタ、圧力センサ

5.2.2 プログラミング環境

R3-2, R3-3 の要求事項を満たすため、Python や Node-RED など初学者でも扱いやすく、調べやすい言語を選択し、さらに使用頻度が高い回路素子を扱うためのライブラリを受講者に提供した。

6. 講座の試行と評価

講座の教育効果を検証するため、芝浦工業大学柏高等学校の希望生徒を対象に、対面形式(9名)とオンライン形式(12名)をそれぞれ一回ずつ実施した。各セクションにおいてアンケートを受講者に回答してもらい、下記2つの視点から評価を行った。

- STEAM人材が必要とされる能力を開発促進するための体験ができているか
- 参加学生が得ると目論んだ学習意欲への効果が得られているか

6.1. STEAM人材が持つ能力の開発を促す体験

3.1に示したSTEAM人材に必要とされる3つの基礎的な能力に対して、その開発を促す6つの体験を設定し、受講者が得ることができたかを調査した。

- ① テクノロジーが身近で簡単かつ社会を変える可能性の理解[能力1]

全体を通じた感想で、「想像以上に身のまわりのモノにIoTが使われていた」「発想があれば簡単にIoTのシステムが作れることがわかった」等期待していた回答を得た。

- ② 自分のアイデアが社会の役に立つ実感[能力1]

自らのアイデアをプロトタイプとして実現できた達成度を調査したところ(1:未達成-4:達成)、全体で中央値3.00pt、平均2.57ptと概ね高い評価を得た。

- ③ 知識を応用する経験[能力2]

- ④ 試行錯誤しつつ作り、動く喜びを知る経験[能力3]

体験③と体験④について、いずれもプロトタイプを最後まで完成することができた割合を調査したところ、対面形式では67%、オンラインでは83%の受講者が完成させることができ、製作の中で上記の体験を得ることができたと考えられる。

- ⑤ 必要なことを自らが獲得する経験[能力3] (第二回のみ評価)

講座の中で自ら調査し解決したことがあったか(1:ない-4:あった)について、中央値3.00pt 平均2.67ptと概ね高い評価を得た。

- ⑥ 既習の知識が役に立つ実感[能力3]

プロトタイプ製作の中で、高校までの履修知識を活用したかを調査したところ、全体を通して86%の受講者が何らかの知識を使ったと回答した。回答の詳細を図2に示す。

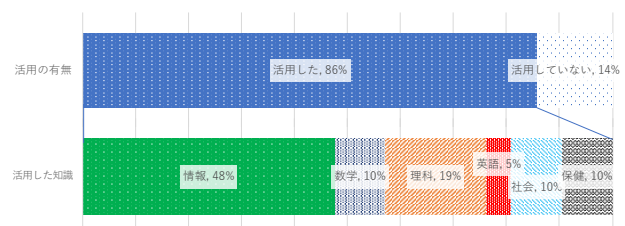


図2 受講者が活用した既存知識 (複数回答可)

6.2. 学習意欲への効果

講座を終えた受講生より、「実際に装置を作ってみると知識が足りないことに気がついた」「以前からAIに興味があったが、講座でアイデアを形にする経験をしたことで、自分でAIを作ってみたいと思った」といった、大学の専門教育へのモチベーションが向上したと推察できる回答を得た。

7. 考察

前章のアンケート結果において、STEAM人材の基礎的な能力の開発を促す6つの体験について概ね肯定的な回答を得たことから、IoTプロトタイプ構築を通じた講座が期待した効果を持っていることがわかる。

また、7.2の結果により、受講生が大学の専門教育に向けたモチベーションとそのための高校教育への学習意欲の向上を図ることができたといえる。

8. まとめと今後の課題

本研究ではSTEAM人材育成のための、高校生を対象にしたIoT実習講座の開発を行い、対面とオンラインでそれぞれの教育効果を検証した。試行の結果、IoTプロトタイプ構築を題材に講座を実施することで、高校生に対してSTEAM人材の基礎的な能力の開発を促す経験をさせることができ、受講者の学習意欲への効果が見込めることがわかった。

今後は対面・オンラインそれぞれのメリット・デメリットを考慮しつつ、更にSTEAM教育に適したIoTプロトタイプ構築講座を検討し、実践していきたい。

参考文献

- [1] 文部科学省. Society5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～.
http://www.mext.go.jp/a_menu/society/index.html, (参照2019-11-02)
- [2] K.Akiyama, M.Ishihara, N.Ohe, M.Inoue, H.Kambe, "Idea Creation using Stepwise Construction of IoT Prototype System and Its Verification Evaluation", International Journal of Internet of Things, Scientific & Academic Publishing, 6(3), pp.91-97(2017)
- [3] N.Ohe, S.Dosaka, S.Kitagami, Y.Kaneko, M.Inoue, T.Nakajima, T.Shiotsuki, and H.Koizumi, "A proposal of a method for prototyping M2M/IoT systems based on ideas and its applications", IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems, Vol.137, No.10, pp1402-1413(2017)
- [4] Y. FUJITA and K. ASHIDA, "Raspberry Pi を用いた社会人向けIoT講座の学生への展開," J. JSEE, vol. 68, no. 3, pp. 3_83-3_88, 2020, doi: 10.4307/jsee.68.3_83.
- [5] A. Jaklič, "IoT as an Introduction to Computer Science and Engineering: A Case for NodeMCU in STEM-C Education," IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON, vol. 2020-April, pp. 91-95, 2020, doi: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125356.