

micro:bit を用いたプログラミング授業の実践

—二輪車両型ロボットの制御—

中峯浩, 向井智世子

(京都教育大学, 京都府立洛北高等学校附属中学校)

Practice of Programming Class Using micro:bit

—Control of a Two-wheeled Mobile Robot—

Hiroshi NAKAMINE, Chiyoko MUKAI

2024年9月30日受理

抄録: AI の時代が到来し、ロボット技術も急速に進歩している。しかし、その動作は、センサーの情報を基にプログラムによってアクチュエーターを制御することを基本としている。このことを中学校技術分野で学習するために必要なことを本論文では考える。そのために、授業実践を行った。事前アンケートで生徒の興味・関心を調べた。事後アンケートでは教育効果を測定した。その結果、ロボットによるプログラミング授業の前に、ものづくり・電気回路・ロボットに対する事前指導を行うことが効果的であることを推定できた。

キーワード: プログラミング教育、micro:bit、ロボット、授業実践、ARCS モデル

I. はじめに

技術・家庭科技術分野における指導内容として、「計測・制御システムの仕組みを理解し、安全・適切なプログラムの製作、動作の確認及びデバッグ等ができること。」という事項が挙げられている¹⁾。著者らは、この事項を満たす教材として micro:bit とそれを搭載して動作するロボット Kitronik 社製の MOVE_MOTOR を用いて出前授業を実施している。

第4次産業革命の到来を見据え、情報活用能力を備えた創造性に富んだ人材育成が重要となっている。この流れの中、世界各地で義務教育段階からプログラミングを含むコンピュータ教育を必修化させる取り組みが興った。この中で、英国の BBC は 2015 年に micro:bit を開発し、2016 年には英国内の中等教育 1 年生（11–12 歳）の全生徒約 100 万人への無償提供を開始した²⁾。micro:bit は小さな本体の中に、LED、2 つのスイッチ、マイク、スピーカー、加速度センサー、磁気センサー、温度センサー、タッチセンサー、光センサーが搭載されている。それらの制御プログラムは、MakeCode 上のタイル型プログラミングで構築することができる。すなわち、センサーを用いた計測システム、プログラミングによる制御システムが簡易ながらも構築することができ、技術分野の指導内容と合致したものになっている。そこで、本研究では micro:bit を用いることにする。

井出³⁾は、micro:bit を取り入れた授業実践がプログラミング言語の学習のみの授業実践に比べ、高校生のプログラミング教育に対する学習意欲を高めることができたと述べている。白石・萬谷・野方⁴⁾は、中学生に対して micro:bit を用いた試行授業を行った。その結果、やはりプログラミングへの興味・関心が高まったことが報告されている。これらのことから、micro:bit を用いた授業が効果的であることがわかる。ただし、そのような授業でも教育効果の現れない部分が存在するはずであるが、それについての言及はなかった。そこで、本研究では、その部分についての明確化および対策方法について考察する。

著者らは、これまでも 2 つの異なる教材を用いた出前授業を行っている。まず、同じ micro:bit を用いているが、トランジスタを用いて DC モーターを駆動するという授業を行った⁵⁾。この結果、プログラミングに対する興味・関心を向上させることはできたが、ものづくりや電気回路に対する興味・関心は向上できなかった。これは、DC モーターを駆動するのみで授業が終了し、それがどのような意味をもつかを理解させられなかったことが原因であると考えられる。次に、DC モーターの駆動を活用する事例を陽に示すため、Arduino によるロボ

ットカーの製作を行う授業を実践した⁶⁾。この結果、DC モーター駆動の意味は生徒に理解させることはできたものの、授業時間の長さが課題として残った。そこで、micro:bit を用いることによりプログラミングに要する時間、および MOVE_MOTOR を用いて電気回路製作に要する時間を短縮することにした。

本研究では、まず micro:bit および MOVE_MOTOR を用いた授業実践の内容について示す。次に、生徒の興味・関心の度合いを測るために行った事前アンケート、および教育効果を測定するために行った事後アンケートについて述べる。事前アンケートは著者が独自に作成したもの、事後アンケートは ARCS モデル⁷⁾に基づいて作成したものを用いた。その後、事前アンケートと事後アンケートの結果を分析することにより、今回のような授業実践において留意しておくことは何かを考察した。

Ⅱ. 方法

この章では、授業実践の内容、生徒の興味・関心を調べるためのアンケート、および教育効果を測定するためのアンケートについて説明する。

1. 授業実践

2023 年 9 月 14 日（木）（50 分授業 2 コマ）および 9 月 21 日（木）（50 分授業 2 コマ）に京都府立 R 高校附属中学校の 3 年生に対して授業を行った。授業者は中峯である。受講者の数は、14 日が 19 名、21 日が 26 名であった。授業の内容は、マイクロビットを使って、二輪車両型ロボット（Kitronik 社製：MOVE_MOTOR for the BBC micro:bit）の制御を行うものである。MOVE_MOTOR の外観を図 1 に示す。同図のように、MOVE_MOTOR は大きな 2 つの車輪を持ち、これらを 2 つの DC モーターで駆動する。車前方には 2 つの目のような形状をした超音波距離センサーがある。また、それらを制御するための micro:bit が搭載されていることがわかる。

MOVE_MOTOR には、センサーと制御対象が搭載されている。センサーとしては、超音波距離センサー、赤外線ラインセンサーが搭載されている。制御対象としては、DC モーター、LED、ブザーが搭載されている。授業では、まず、これらのセンサーおよび制御対象の使い方を指導した。次に、課題として、(1) 超音波距離センサーを用いて障害物を回避して進むプログラムの作成および実演、(2) 赤外線ラインセンサーを用いたラインレースカーの実現を考えさせた。以上の授業の流れを表 1 に示す。

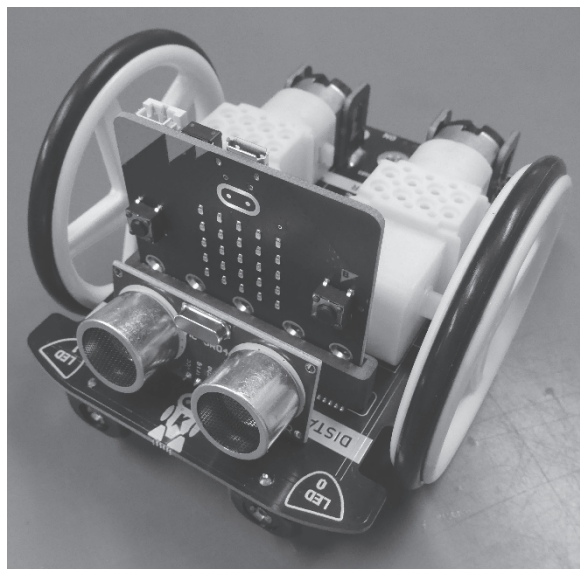


図 1 MOVE MOTOR の外観

表 1 実践授業の流れ

1. :MOVE MOTOR の組み立て
2. Microsoft MakeCodeと接続する
3. :MOVE MOTOR 用の拡張機能をインストールする
4. プログラム作成：モーターを動かす
5. プログラム作成：ブザーを鳴らす
6. プログラム作成：LEDを光らせる
7. 課題1：ロボットにダンスをさせよう（いろいろな動きをプログラミングする）
8. プログラム作成：超音波距離センサーを使う
9. 課題2：自動ブレーキシステムを作ろう（距離センサーによる障害物検知）
10. プログラム作成：赤外線ラインセンサーを使う
11. 課題3：ライントレーサー（赤外線センサーによる床面の白黒の判定）
12. 補足課題：一人ピンポンゲーム（:MOVE MOTOR とは関係ないですが…）

2. 生徒の興味・関心を調べるアンケート（事前アンケート）

今回の授業実践に関係のありそうな項目に対する生徒の興味・関心の度合いを調べるためにアンケートを行った。アンケートはGoogle Formを用いて取得した。このアンケートで調べた項目を表2に示す。同表に示すように、情報、ものづくりおよび電気の3種類に分けてアンケート項目を設定した。アンケートは5件法で行った。とてもある…5、少しある…4、どちらでもない…3、あまりない…2、まったくない…1のように点数化した。なお、このアンケートは初回の授業が始まる前に取得した（2023年9月14日）。

表 2 興味・関心を調べるアンケートの項目

アンケート項目	調査内容
パソコン、スマホ、プログラミング	情報の基礎技術
ホームページ、人工知能	情報の応用技術
ものづくり、木材加工	ものづくりの基礎技術
ロボット、自動車	ものづくりの応用技術
電気回路・電子回路	電気の基本・応用技術

3. 教育効果を測定するアンケート（事後アンケート）

今回の授業実践が、生徒のモチベーションを高め、教育効果が期待される内容であることを調べるためアンケートを行った。質問項目はARCSモデルの枠組みを参考に検討を行った⁸⁾。ARCSモデルでは、生徒の授業に対する状況を表3に示すような4つの因子に分けて考える。それぞれの因子に対する質問項目を表4に示す。同表に示すように、質問項目ごとに対応するARCS因子が決まっている。アンケートは5件法で取得した。肯定的かどうかを最大5点として数値化した。なお、このアンケートはすべての授業が終わってから取得した（2023年9月21日）。

表 3 ARCSモデルにおける4つの因子

因子	概念	
注意因子	面白そうだ	学習者の関心を獲得する。学ぶ好奇心を刺激する。
関連性因子	やりがいがありそうだ	学習者の肯定的な態度に作用する個人的ニーズやゴールを満たす。
自信因子	やればできそうだ	学習が成功できること、また、成功は自分たちの工夫次第であることを確信・実感するための助けをする。
満足感	やってよかった	〈内的と外的〉報奨によって達成を強化する。

表4 事後アンケートの質問項目とARCS因子との関係

質問項目	ARCSの4因子			
	注意	関連性	自信	満足感
問1 授業の内容は、あなたの期待や目的に合っていましたか？		○		
問2 この授業はあなたにとって役に立つと思いますか？		○		
問3 授業内容は興味を持てるものでしたか？	○			
問4 授業内容をうまくこなせたと思いますか？			○	○
問5 マイクロビットを使いこなせる自信ができましたか？			○	
問6 この授業の満足度は？				○
問7 この授業の理解度は？			○	

Ⅲ. 結果と考察

この章では、事前アンケートおよび事後アンケートの結果を示す。

1. 事前アンケート

表5に事前アンケートの結果を示す。5件法で取得したものを得点化し、その平均値と標準偏差を求めた。数値が高いほど各項目に対する興味・関心の度合いが高いことを示す。なお、同表では平均値を用いてソートした。同表より、スマホ・人工知能・パソコンなど情報技術に関する項目では興味・関心が高く、ホームページ・木材加工・自動車に対する興味・関心の度合いは低いことがわかる。ホームページに関しては、閲覧は日常的にしているものの、YouTubeやSNSのほうへ興味・関心が移っていることが予想される。木材加工に関しては、製作の手間を厭う生徒が多いことが予想される。自動車に関しては、昨今の若年層での自動車離れの様相が中学生にも表れていると考えられる。

これらの結果から、今回のmicro:bitにプログラムをダウンロードしMOVE_MOTORの動きを制御するという授業に関連のあるプログラミングやロボットに対する興味・関心があまり高くないことがわかる。このことが教育効果に及ぼす影響について、この後で考察する。

表5 事前アンケートの結果

項目	平均値	標準偏差
スマホ	4.16	0.83
人工知能	4.05	1.03
パソコン	4.00	0.88
プログラミング	3.95	0.91
ロボット	3.89	0.94
ものづくり	3.63	1.07
電気回路・電子回路	3.26	1.15
ホームページ	3.11	1.15
木材加工	2.84	1.38
自動車	2.84	0.90

2. 事後アンケート

表6にARCS因子のそれぞれに対応する得点の平均値と標準偏差を示す。同表より、今回の授業を行うことにより、学習者の関心を獲得することはできたことがわかる。一方、学習者自身が自分たちの成功を実感することは相対的に低いことがわかった。

表6 ARCS概念と平均値、標準偏差

ARCS因子	該当質問	平均値	標準偏差
注意	問3	4.50	0.91
関連性	問1, 問2	4.40	0.89
自信	問4, 問5, 問7	4.04	0.78
満足感	問4, 問6	4.27	0.78

これらの結果より、事前アンケートでは低かったプログラミングやロボットに対する興味・関心については引き出すことができたと考えられる。一方で、今回の授業では時間の制約などから、こちらの示した課題に対する作業が多く、自分で課題を設定しそれを解決するというプロセスを体験させることがほぼできなかった。このことが自信をつけさせることのできなかった要因であると考えられる。

3. 事前アンケートと事後アンケートの関係

この節では、事後アンケートにおいて ARCS 因子の自信に対する結果が芳しくなかった要因を調査する。まず、事前アンケートの各項目と事後アンケートの各質問の間の相関係数を求めた。その結果を、表 7 に示す。同表において、相関係数の絶対値が 0.4 を超えたものを太字で示した。

同表のうち、ARCS 因子の自信に関連する問 4、問 5 および問 7 の列に注目する。問 4 および問 5 では、ものづくり、電気回路、ロボットの興味・関心の高さと自信因子に正の相関があることがわかる。問 7 においてもロボットと自信因子とは正の相関がある。このことから、今回の授業のようなロボットとプログラミングを扱ったものの場合、あらかじめ、ものづくり、電気回路およびロボットに関する興味を惹きだすような事前指導を行うことは教育効果を上げるのに役立つと推測できる。

一方、同表のプログラミングの行をみると、プログラミングに対する興味・関心と教育効果の間には相関がみられないことがわかる。これは、今回の授業で用いたビジュアルプログラミングは受講生にとって難易度が低すぎたのかもしれない。

表 7 事前アンケートと事後アンケートの間の相関係数

	問1	問2	問3	問4	問5	問6	問7
パソコン	-0.436	-0.345	-0.301	0.167	0.212	-0.172	-0.106
スマホ	0.331	0.334	0.476	0.197	0.268	0.498	-0.459
プログラミング	-0.124	-0.192	-0.244	-0.319	-0.186	-0.121	0.000
ものづくり	0.062	-0.207	-0.020	0.292	0.526	-0.201	-0.186
電気回路	0.014	-0.176	-0.028	0.311	0.512	-0.208	-0.128
ロボット	-0.351	-0.271	-0.173	0.452	0.527	-0.171	0.316
自動車	-0.762	-0.496	-0.604	0.017	0.040	-0.457	0.120
ホームページ	-0.629	-0.496	-0.604	-0.327	-0.161	-0.457	-0.120
人工知能	-0.128	-0.066	-0.028	0.128	0.299	0.069	-0.128
木材加工	-0.348	-0.324	-0.349	0.301	0.582	-0.434	-0.218

IV. おわりに

本研究の目的は、MOVE_MOTOR を導入してプログラミングを学習するにあたって、留意することが何かを明らかにすることであった。そのため、生徒の興味・関心を尋ねる事前アンケートおよび授業の教育効果を測定するための ARCS 因子に基づいた事後アンケートを行った。事後アンケートの結果、注意（面白そうだ）・関連性（やりがいがありそうだ）・満足感（やってよかった）に対しては一定の成果があったものの、自信因子（やればできそうだ）に対する効果は低いことがわかった。事前アンケートと事後アンケートの関係を分析すると、ものづくり、電気回路およびロボットに関する興味・関心の高さと自信因子の間に正の相関関係があることがわかった。このことから、今回のような授業を行う前に、ものづくり、電気回路およびロボットに関する事前指導を行うことが教育効果をよくするために有効であることが相関関係という視点から推察された。

なお、本論文の事前アンケートでは、中学生が日常的に触れている YouTube などの動画サイトや SNS に対する興味・関心は調べていなかった。次に、自信因子を上昇させる手段として、事前指導を提案したが、その内容についてはまだ構築できていない。また、授業そのものの進行により自信因子を上昇させる手段についても考察できていない。さらに、プログラミングに対する興味・関心と教育効果との間に相関関係がないことがわかったが、この要因についても調査中である。これらの点については今後の課題である。

参考文献

- 1) 文部科学省 (2017)『中学校学習指導要領 (平成 29 年告示)』https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt_kyoiku02-100002604_02.pdf (2024.9.27 閲覧)
- 2) 速水 祐 (2020)『ビジュアル図解 micro:bit ではじめるプログラミング&マイコンボード入門』技術評論社
- 3) 井出広康 (2024)「情報 I における micro:bit を用いたプログラミング教育の学習意欲に関する比較調査」『情報処理学会誌、教育とコンピュータ』Vol.10、No.2、pp.1-11
- 4) 白石正人・萬谷由・野方健治 (2024)「技術分野のプログラミング教育を想定した Chromebook による教材化」『福岡教育大学紀要』第 73 号、第 6 分冊、pp.47-54
- 5) 中峯浩・向井智世子 (2021)「micro:bit を用いたプログラミング授業の実践—中学生の興味・関心における変化—」『京都教育大学教職キャリア高度化センター教育実践研究紀要』第 3 号、pp.257-260
- 6) 中峯浩・向井智世子 (2022)「Arduino を用いたプログラミング授業実践に対する教材開発」『京都教育大学教職キャリア高度化センター教育実践研究紀要』第 4 号、pp.89-93
- 7) John M. Keller, 鈴木克明 (訳) (2010)『学習意欲をデザインする | ARCS モデルによるインストラクショナルデザイン』北大路書房
- 8) 土肥紳一・宮川治・今野紀子 (2003)「教育心理学の手法を用いたアンケート調査によるプログラミング教育の評価について」『情報処理学会第 65 回全国大会講演論文集』、pp.263-264