

教職大学院生による校種間の接続を考慮したプログラミング教育の実践について

松永 豊† 鈴木 秀弥‡

† 情報教育講座

‡ 教育学研究科 教育実践高度化 地域・教育課題解決コース

Practice of Programming Education by Graduate School Teachers

Considering Connections Between School Types

Yutaka MATSUNAGA Syuya SUZUKI

Department of Information Sciences, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

要 約

近年、プログラミング教育の低年齢化が急速に進んでおり、小学校、中学校、高校におけるプログラミング教育が大幅に増大している。それぞれの校種によって教育目標は異なるが、最終的には接続を考慮したプログラミング教育の実施が重要であると考えている。しかしながら、現職教員は様々な対応に追われ、それらを踏まえたカリキュラム設計までは手が回らないのが現状である。その点、教職大学院生は特殊な立場であるがゆえに、フットワークは軽い。そこで、教職大学院生による micro:bit を用いた小学校プログラミングの実践事例を紹介し、プログラミング教育の低年齢化に伴う教育の在り方などについて様々な議論を行う。

Keywords: プログラミング教育、教職大学院、ロボット

I はじめに

周知の通り、2020 年度から小学校でプログラミング教育が必修化された。これは近年情報技術が進化し、あらゆる分野で AI が導入されるなど社会的変革が大きな理由となっており第四次産業革命や Society5.0 などと呼ばれていることも周知の通りである。

また、GIGA スクールによる一人一台端末の実現とクラウドサービスの利用など、またそれらを活用した遠隔授業の可能性など、教育の在り方も大きく問われている。

プログラミング教育に関しては様々な実践報告がされているが[1][2][3][4]、新型コロナウイルスに GIGA スクールの前倒しや遠隔授業など社会的混乱が続いたこともあり、スムーズな実施に至っているとは言い難い。新しい授業設計等はどこかで行う必要がある。現職教員に関しては、やることが大幅に増えたことなどからやむを得ない部分もあるが、その点、教職大学院生はいろいろと自由度が高いことが特徴的である。

そこで、本論文では小学校プログラミングにおける実習について教職大学院生が行うことの意義なども踏まえ、プログラミング教育の低年齢化に伴う教育の在り方などについて様々な議論を行いたいと思う。

II プログラミング教育とは

まず初めに、プログラミング教育の低年齢化について再確認しておこう。周知の通り学習指導要領の改訂により 2020 年度からは小学校で、2021 年度からは中学校で、2022 年度からは高校において新学習指導要領による教育が始まっている。学習指導要領はおおよそ 10 年で更新されるが、とりわけ今回の特徴的な改定の一つとしてプログラミング教育を挙げることができる。小学校では教科横断的な学習としてプログラミング教育が必修化、中学校では技術の中でプログラミングに関してはほぼ倍増、高校では情報 I でプログラミングが必修となり、情報 II ではさらに高難易度のプログラミングが選択可能となった。このようにどの学年においてもプログラミング教育が大幅に増加されたことが見て取れる。

小学校プログラミングにおいてはプログラミング的思考力の習得が目的となるため、扱うことが可能な内容としてはアンブラグド、ビジュアルプログラミング、ロボットプログラミングなど多岐にわたる。

プログラミング教育が小学校・中学校・高校のすべてで増えたということは校種間の連結を意識すべきで

あることを意味する。例えば中学校では技術の中でプログラミング教育が登場するが、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決、計測・制御のプログラミングによる問題の解決など、かなり具体的な内容に踏み込んでいる。そのため、いくら小学校におけるプログラミング教育の目的がプログラミング的思考の獲得でありアンプラグドが有効な手法の一つであるとしても、例えばコンピュータサイエンスにほとんど寄与しないアンプラグドなどでは本質から遠ざかってしまうことを意味する。

表 1. 小・中・高におけるプログラミング教育

	小学校	中学校	高校
プログラミング教育に関する内容	<ul style="list-style-type: none"> ● プログラミング教育必修化 ● 教科横断的な学習 ● プログラミング的思考の習得が目的 ● アンプラグド、ビジュアルプログラミング、ロボットプログラミング 	<ul style="list-style-type: none"> ● 技術において、プログラミングの内容はほぼ倍増 ● ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決 ● 計測・制御のプログラミングによる問題の解決 	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報1(必修)においてコンピュータとプログラミング ● 情報2(選択)において情報システムとプログラミング
接続例	実機を用いた演習		
		テキストプログラミング	
			大学入試科目

ここで本質を再確認しておく、小学校におけるプログラミング教育の目的が「論理的思考」ではなく「プログラミング的思考」の習得であることを踏まえ、敢えて自動〇〇機のような機械を想像すると近道かもしれない。(自動販売機、自動掃除機、etc.)

これをまとめると、小学校で教えるべき範囲はおおよそ以下のようなものが考えられる。

- A) コンピュータサイエンスに一定以上寄与するアンプラグド・プログラミング
- B) ロジックを完璧に再現させ、自動的に処理が遂行可能であることを理解させるための PC・タブレット上でのプログラミング
- C) ロボット等を用い、ノイズの存在など、必ずしも計画通りには動かない可能性があることを理解させるための実機学習

上記 A),B),C)は小学校においておおよそ学年進行順と一致する。特に C)に関しては、中学校におけるプログラミング教育との接続のために有効となると考えられる。例えば明るいか明るくないかを数値化することにより条件分岐させるアルゴリズムを考えた場合、数値の上でロジック通りに動作することは理解できたとしても明るさが数値化される部分は理解できないかもしれないからである。これはコンピュータのディスプレイ上ではどうやっても獲得できない可能性すらありうる。

次に、中学校と高校での接続を考えた場合、例えばテキストプログラミングがつなぎ役になるかもしれない。例えば小学校では Scratch によるプログラミング学習が広く浸透しているが、これは一言でいえばキーボード操作を大幅軽減させたビジュアルプログラミングであることが大きい。しかしながら高校では実用言語を用いた実習になる可能性が高いことを考えれば、中学校でビジュアルプログラミングとテキストプログラミングの切り替えが入ることが望ましいように思われる。

最後に高校と大学の接続についてであるが、高校では一定範囲で大学受験を視野に入れる必要があるため、共通テスト等でプログラミングが課せられた場合、それに合わせての学習内容になることは想像に難くない。何らかのプログラミング言語を選択しなくてはならないと考えた場合、DNCL2 が Python に近づいたことから[5] Python を選択することも一つの考え方であると思われる。

以上の点を踏まえると、micro:bit を用いた実践は有力な選択肢の一つになることがわかる。micro:bit では開発環境として Makecode や Python が使用できるため、校種間の学習内容の違いを吸収させやすい。Makecode はスクラッチのようなビジュアルプログラミング開発環境であるため低学年でも比較的簡単に扱うことができる。Python は様々なライブラリが利用可能なので、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決、データベースとの接続演習、AI をはじめとしたデータサイエンス関連実習など、様々な応用や連携がとりやすいこともメリットの一つと考えられる[6]。

さらに、micro:bit 用の Rover (ロボットカー) と組み合わせることで前述 C)の内容が深まることになると考えている。

Ⅲ 教職大学院の役割

以前の論文でも書いたことではあるが[7]、教職大学院生は極めて特殊な立場である。教職大学院の場合、受験資格として何らかの教員免許を持っていることが必要不可欠であるため、教職大学院生全員が何らかの免許を持っていることになる。無論、小免コースや中

免コースに所属する学生が取得中の校種で実習する場合もあるため、必ずしも必要な免許が習得済みであるとは限らないが、その場合においても隣接免許を持っているケースも含め、一定以上の教育的トレーニングを積んで資格を有する学生であることには変わりはない。つまり、限りなく先生に近い学生といえる。

教職大学院についての特徴を一言で表すなら、「理論と実践の往還」と言えるが、教育実習生などとは異なりカリキュラム設計にある程度関与できる立場にありながら頻繁に大学との強力なコネクションを持つ教職大学院生という立場は極めて特異である。

筆者は科研費プロジェクトも含め、プログラミング教育低年齢化に関する様々な研究を行っている [1][3][4][6][7][8][9][10][11][12][13][14][15][16]。情報収集、カリキュラム設計、メンター育成、県内協力校への派遣および実践、教員研修、学内の授業構築、生涯学習、サーバ等システム構築など様々な形で実践している。ただし、実際に小学校などで実践する際には基本的には大学でカリキュラム等授業内容を作成し、授業日にのみ出張するという形になるため、クラスに応じた事情などはほとんど反映させることができない。また、学校それぞれにおける事情、例えば、一人一台端末の種類、教室等に設置されている機材の利用、インフラ整備の状況など、細かいところを反映させることは極めて困難になる。その点、教職大学院生であれば、比較的長期に実習校に入ることになるので、きめ細やかなカリキュラム設計が可能となるなど大きなアドバンテージが発生する。

IV 実践事例

愛知県のI市立S小学校の6年生の理科の授業においてmicro:bitを用いたプログラミングの授業を行った。対象の児童は本演習までScratchによるビジュアルプログラミングを体験したことがある児童である。なお、今回の教職大学院生は、学部の中から科研費プロジェクト(JP17K00970, JP20K03207, 代表:松永豊)に参加してもらっていた学生であるため、本論文の趣旨に関しても理解している。

授業構想(実践構想)は主に以下の通りである。

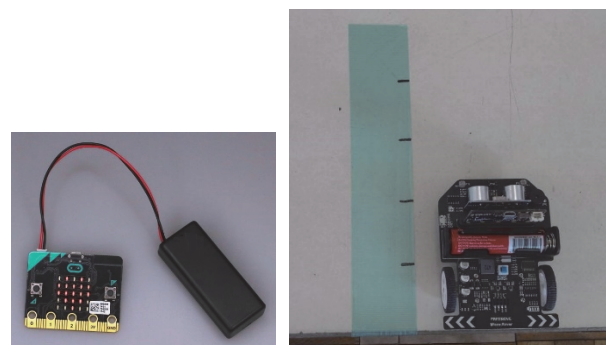
- ① 信号機を題材に昨年度の学習を振り返りつつ身の回りのプログラミングに触れる活動
- ② センサーに関する知識・技能の定着
- ③ 車のプログラミングでコースクリアを目指す課題解決型の学習活動

全部で5時限の内容となる。1,2が2コマ連続、3は単独、4,5が2コマ連続の3日間の授業となる。1~3時限目は個別学習、4,5時限目は協働学習となる(後述)。

この小学校において一人一台端末として用いられているのはiPadなので、まず初めに、iPadとmicro:bitのBluetoothによるペアリングを行う。

使用した機材

- ・ micro:bit 36台(電池ボックス使用)
- ・ micro:bit用Rover 17台
- ・ Rover用専用18650充電電池 17本



- ・ コースはダンボール等を用いて作成
- ・ 各児童の端末(一人一台端末)の種類はiPad

図1.使用した機材等

この小学校では6年生は3クラスあり、特支の児童も含めて1クラス辺り最大33名である。micro:bit本体は1人1台分用意できたが、Rover(ロボットカー)は2人で1台分しか用意できなかったため、4・5時限目のロボットカーを用いた学習においては2人1組のペアプログラミングを行うことにした。

1~3時限目に関しては個別学習である。まず、ブロックプログラミングのおさらいとして、信号機を題材にした簡単な「繰り返し」ブロックを用いた実習を行った。この部分に関しては、基本的には外部入力による制御などが入らないため、Scratchで学んだノウハウがそのまま生きるはずである。

次にボタンと光センサーを用いたプログラミングである。センサーと条件分岐ブロックを組み合わせることで複雑な処理が可能となる。センサーを用いる演習であり、機材や着席している場所によって値が異なるなど、リアルな環境パラメータを扱うことができる演習となる。個体のバラツキを抑えるため、まず自分のmicro:bitで光センサーの数値をいくつか記録させ、記録した数値を用いて条件分岐させるようにしている。結果、個体のバラツキとは関係なく、基本的にはロジックさえ間違っていなければディスプレイ(LED)への表示は着実に遂行される実習となっている。

4,5時限目に関してはロボットカーを用いた学習を行った。まず、基本的に真っすぐ進ませたり左折や右折をさせたりできるプログラムを体験させ、最終的にはコースを自由に走らせることが目的である。

単純なコースと複雑なコースの2種類のコースを用意し、どちらのコースを選んでも良いものとした。また、スタートとゴールに関しても各自で設定すればよいこととした。

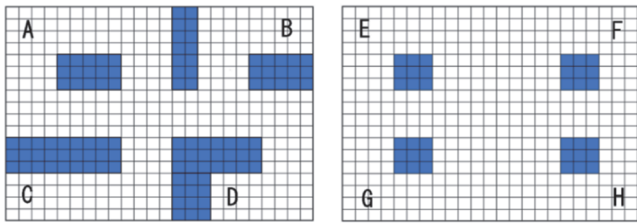


図 2. 設置した 2 種類のコース

ロボットカー演習に関しては機材数の関係からペアプログラミングになるため、2 人で相談してコース選びやプログラム作成を行ってもらった。また、ペアのもう一人にタブレットで動画を撮ってもらうなど協力して課題解決してもらった。

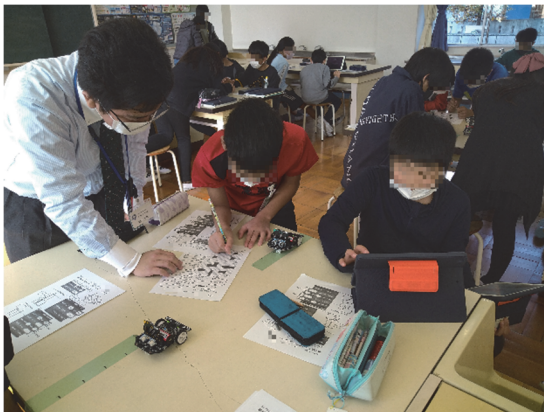


図 3. ロボットカーを用いた学習の様子

5 時限の学習が終了後、自己評価に関する 5 段階評価を実施した。設問は以下の 5 問であり、満足度・理解度等が高いほど高い数値を選択させている。

表 2. 自己評価に関するアンケート項目

- | |
|-----------------------------------|
| ① センサーを使ったプログラミングがわかった・できた |
| ② 「もし〜ならば…」をうまく使えた |
| ③ 協力してプログラミングができた |
| ④ うまいくなくても、何度も挑戦した |
| ⑤ 身の回りでプログラミングがどのように役立っているか興味がわいた |

アンケート結果は以下の通りである。対象者は欠席した児童を除き、3 クラスで合わせて 93 名となる。

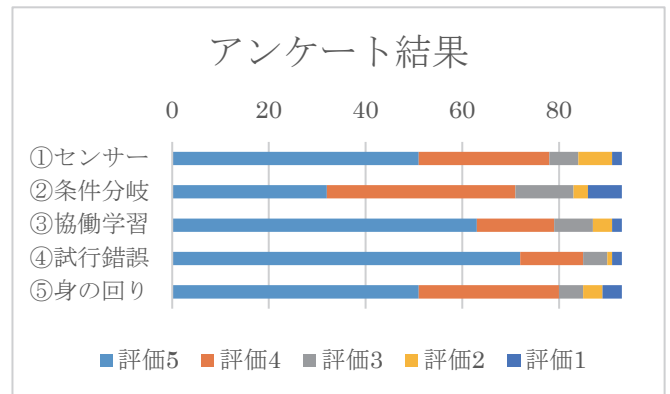


図 4. 学習後のアンケート結果

すべての項目に対して大多数の児童が評価 5 や評価 4 などの高い評価を付けていることがわかる。特に③協働学習と④試行錯誤に関する自己評価が高いことが見て取れる。③協働学習に関しては 4,5 時限目のロボットを用いた演習によるものである。④試行錯誤は 1～3 時限目の個人学習および 4,5 時限目のロボット学習の両方があり得るが、演習時の様子を見た限りにおいては、「ロボットをコース上で動作させる」「うまくいかなかった個所に自分のタブレット PC で修正する」を何度も繰り返していたため、その体験が大きく影響したものかもしれない。

V ディスカッション

micro:bit を用いたプログラミング的思考力の習得、センサーに関する知識・技能の定着、ロボットカーを用いた問題解決型の学習活動を通じて様々なことが見えてきた。

まず iPad との接続に関することであるが、iPad は USB 接続ができないことなどから Windows PC、Windows タブレット、Chromebook などとは操作方法が異なるので、その部分の指導も別途必要となる。ここで気を付けなくてはならないのが電池に関することである。USB 接続をする場合、ホストである PC 本体から電源供給されるが Bluetooth 接続の場合は別途電源供給が必要になるため、一般的には専用の電池ボックスを用いた接続形態になる。しかしながら、実習中に電池の能力が弱ってきたときに接続能力が低下し、さらに運が悪いと micro:bit の OS が壊れてしまうことがある。その場合は USB 接続できる PC と USB 接続をし、USB 経由で何かプログラムを Upload してあげれば復旧するが、このことを知らないと電池を新品に交換するだけでは復旧しないなどパニックに陥る場合があるので注意が必要である。

また、4, 5 時限目に関しては、比較的試行錯誤が必要となる演習になることが予想されていたが、それ

を端的に表す現象が発生した。1～3 時限目は個別学習であったわけだが、学習進度に差が発生してしまうため比較的能力の近い児童をペアにした。その結果、1～3 時限目において極端に成績が良かった 2 名がペアとなり、また、どちらかといえば中層レベルの児童ペアがいくつか発生したが、4, 5 限目に逆転現象が発生したのである。例えば中層ペアではロボットカーがどうしても左のほうに曲がってしまう現象が発生した際に、ペアの 2 人で話し合っただけでそれを生かしたプログラムに改造するなどの工夫が見られた。一方、トップ 2 の 2 名は理論値をひたすら計算し、ほぼ実践なしで完成させた後に一気にゴールを目指したものの早い段階でズレが生じてしまい、結果、問題解決には至らなかったのである。そのほか、別の中層ペアにおいては、90 度左折させるつもりが 270 度回転してしまい、結果論的に右折として利用するなどの方法で問題解決したペアもいた。

つまり、プログラミング教育の神髄は、演習前半部分の「理論さえ間違えずにプログラムを構築すれば、いつ誰が実行しようと必ずディスプレイ上で再現され、自動的に計算されたのち、完遂する」という演習と、「たとえどんなに優れた理論やアルゴリズムでも現実に沿わない部分は修正が必要となり、試行錯誤や場合によっては妥協が必要となる現実的な現象」の両方が極めて重要であることがわかる。

VI まとめ

以上、本学教職大学院生による校種間の接続を考慮したプログラミング教育の実践について説明した。具体的には micro:bit による個別学習およびペアプログラミングの実践を紹介した。

今回は行わなかったが、micro:bit を用いたロボットカーであれば、ライントレースなどの実習も可能となる。そこまで来ると小学校プログラミングの範囲ではなく中学校プログラミングの範囲になるかもしれない。これは逆の言い方をすれば、ほぼシームレスにプログラミング教育が接続できることを意味する。

また、プログラミングの実践においては普段とは異なる能力が必要となるケースも多くあり、普段勉強等が苦手だった児童が突然脚光を浴びることもある。派遣プロジェクト等において小学校で授業を行った際に、担任の先生や教務主任などから、「お前、こんな特技あったの?」とか「えっ?この仕組み、自分で思いついたの?」などの会話が飛び出すことも多い。普段から子供と接していればそのあたりをうまく吸収したカリキュラム開発が可能となるかもしれないが、単発的に授業を教えに行くだけの派遣プロジェクトでは限界もあるため、教職大学院とのコラボは有効な手段と考えている。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 (JP20K03207, 代表: 松永豊) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 低学年向け教育を意識した情報科学教材に関する一考察, 松永豊, 愛教大研究報告. 教育科学編, 68 輯, 103-108, 2019
- [2] ICT 活用指導力アップ, 梅田恭子, 齋藤ひとみ, 高橋岳之, 松永豊, 野崎浩成, 福井真二, 書籍, 実教出版, 2019
- [3] プログラミング教育における教育課程基準の検討と実践, 磯部征尊, 日本教育公務員弘済会研究成果報告書, 2018
- [4] 小学校プログラミングの指導法に関する一考察, 松永豊, 愛教大研究報告. 教育科学編, 66 輯, 157-161, 2017
- [5] DNCL2 (仮称) の学習環境の実装に関する考察, 中西渉, 情報教育シンポジウム, 8, 254-260, 2021
- [6] 小学校・中学校・高等学校間の接続を考慮したプログラミングの授業の提案, 安本太一, 磯部征尊, 梅田恭子, 鎌田敏之, 齋藤ひとみ, 松永豊, 情報教育シンポジウム, 8 月, 36-43, 2021
- [7] 教職大学院生による ICT を活用した実践について, 松永豊, 松下侑樹, 鈴木秀弥, 愛教大教職キャリアセンター紀要 7, 35-40, 2022
- [8] 演劇的手法を用いたアンプラグド・プログラミング教育:ものづくりフェスタでの実践, 齋藤ひとみ, 野々垣真帆, 愛教大研究報告.教育科学編, 68 輯, 95-101, 2019
- [9] 児童のプログラミング的思考の育成を目指した設計シートの開発, 梅田恭子, 米澤和志, 齋藤ひとみ, 松永豊, 磯部征尊, 日本情報科教育学会, 2019
- [10] 小学校プログラミング教育におけるメンター育成および実践授業について, 松永豊, 磯部征尊, 梅田恭子, 齋藤ひとみ, 愛教大教職キャリアセンター紀要 3, 75-80, 2018
- [11] プログラミング学習における児童の自己評価と他者評価, 齋藤ひとみ, 梅田恭子, 松永豊, 磯部征尊, 日本教育工学会研究報告集, 71-75, 2018
- [12] 教員を目指す学生に対するプログラミング教育の指導法について, 松永豊, 梅田恭子, 齋藤ひとみ, 磯部征尊, 愛教大教職キャリアセンター紀要 4, 91-96, 2019
- [13] プログラミング授業支援システムとトラブル軽減について, 松永豊, 愛教大研究報告.自然科学編, 65 輯, 19-23, 2016

- [14] テクノロジーとエンジニアリングの教室 第1巻,
日比野浩規, 景井美帆, 松永豊, 山崎貞登, 磯部
征尊, 日本産業技術教育学会 実践事例集, 2021
- [15] 遠隔講義を視野に入れた ICT 実践授業について,
松永豊, 愛教大研究報告. 教育科学編, 70 輯, 135-
138, 2021
- [16] 教材の違いによるプログラミング教育の学習効
果の比較, 齋藤ひとみ, 大場光樹, 松永豊, 愛知
教育大学研究報告, 教育科学編, 71, 116-124,
2022