

小学校プログラミング教育の推進-授業実践と校内研修を通して-

北濱 亮*

本稿の目的は、教科内で行われるプログラミング教育の課題改善につながる視点と、教員のプログラミング教育に対する消極的な捉えを払拭できる取り組みを提案することである。まず、小学校 6 年生を対象とした理科におけるプログラミングを用いた授業実践について分析し、次に教員へ体験的な研修を実施し、プログラミング教育に対する意識調査の分析を行った。分析の結果として、授業実践については、児童にとってプログラミングの動機づけと難易度の双方が高い場合、児童の意識は教科学習ではなく、プログラミング自体に流れてしまうことが示唆された。また、教員の体験的な研修では、教科学習にプログラミングを効果的に取り入れることができそうといった効力感を上げることはできたが、プログラミング教育に対する不安を軽減するまでには至らなかった。今後は、引き続き教科内におけるプログラミングを用いた授業実践と分析を行い、プログラミングの動機づけと難易度との関係性を明らかにするとともに、プログラミング教育の効果的な指導について発信していくことが望まれる。

[キーワード: 小学校, プログラミング教育, 校内研修, 教科学習]

1. はじめに

小学校プログラミング教育の手引き(第三版)[1]では、小学校でプログラミングに取り組むねらいを、「①プログラミング的思考を育むこと、②プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータ等の情報技術によって支えられていることに気づくことができるようにするとともに、コンピュータ等を上手に活用して、身近な問題を解決したり、より良い社会を築いたりしようとする態度を育むこと、③各教科での学びをより確実なものとする」と記している。また、同手引きには、「プログラミング教育の実施に当たっては、①、②をねらいとすること、各教科等の内容を指導する中でプログラミング体験を行う場合には、これに加えて③をねらいとすることが必要」とも記され、プログラミング教育を各教科指導内で実施する場合、ねらいがより複雑になることが分かる。そもそも、教科指導には、それぞれ教科毎の目標があり、教科指導の中で、プログラミングを取り入れる目的は、プログラミング的思考の育成以上に、教科での学びをより確実にするに主眼が置かれる。しかし、この点について、尾崎・伊藤[2]は「教科においてプログラミング教育を展開した場合、教科内容の理解とプログラミング的思考の両

者が混在し、学習内容に的を絞れないのではないかという懸念が示された。」と述べており、目的が混在してしまうため、学習内容が焦点化できない課題を指摘している。また、成松ら[3]も算数科における筆算の手順がプログラミング的思考に繋がることを認めた上で、「既存のプログラミング教材はプログラミング教育と算数科としての学びが個々として捉えられ、双方の教育のねらいが達成できるものかどうか疑問がある。」と述べている。これら報告から、教科内でプログラミングを取り入れる場合、各教科の目標とプログラミング的思考の育成とが別々に捉えられ、その結果、教師も学習者も授業のねらいが曖昧になってしまう可能性を示唆している。

他方、教員の意識調査から、プログラミング教育に対する不安や課題も指摘されている。例えば、楠見ら[4]の調査によると、「プログラミングを児童に教える機会を持ちたいかどうか」に回答した小学校教員の内、肯定的な回答が 32%、否定的な回答が 40%、どちらともいえないが 28%であり、否定的な回答が一番多い結果となっている。その理由として「プログラミングについてよく知らないから」(52%)や「どのような内容を教えたらいいかかわからないから」(50%)が挙げられている。また、「プログラミングを教えるとしたらどの教科で教えたらいいか」と尋ねた結果、「総合的な学習の時間」(54%)が最も多く、次いで「独立した授業科目」(24%)という回答であった。楠見らの調査から、プログラミング教育に対して、

* 鳴門教育大学 大学院高度学校教育実践専攻 教職実践高度化系 教員養成特別コース

自らが受けたことのない教育を実施しなければならない不安や、教科学習とどのように結びつけることができるのかが鮮明ではないことなど、消極的な捉えがあることが推察される。

情報環境や生活様式が加速度的に変化していく中で、「子供たちが将来どのような職業に就くとしても時代を越えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」」[5]を小学校段階から身に付けることには大きな意義がある。しかし、教科内で行われるプログラミング教育の課題や、教員の消極的な捉えといった課題は解決には至っていない。さらに、コロナ禍によってICTを活用した授業や学習活動に注目が集まる一方で、西川ら[6]が言うように「プログラミング教育の授業は後回しになっているように見受けられる。」という現状もある。そこで本稿では、教科内で行われるプログラミング教育の課題改善につながる視点と、教員のプログラミング教育に対する消極的な捉えを払拭できる取り組みを提案し、プログラミング教育の推進に資することを目的とする。

2. 方法

本研究は、まず、徳島県内公立小学校の第6学年(9名)を対象とした理科の授業、単元「発電と電気の利用」の内、プログラミングを用いた4時間の実践を中心に授業内容と児童の意識の推移を見ていく。次に、同小学校に勤務する教員(12名)を対象にプログラミング教育に関する研修を通じた教員の意識変容について分析していく。

3. 教材と授業展開

本授業実践で使用した教材は、アーテックロボ(図1)である。本教材の特徴は、Scratchをベースとした言語でプログラミングできることや、組み立てがしやすく、タブレットと繋ぐことも簡単にできることである。児童はこれまでの学習でScratchでのプログラミング学習を体験し操作に慣れており、負担感なく取り組めると考えたため本教材を使用した。また、児童自身がプログラムした命令が実際に動きとして視覚化されることによって、本単元の目標である「電気はつくったり蓄えたり変換したりできるという見方や考え方をもちこと」について実感を伴った理解を促すことができると思ったためでもある。

授業実践の単元構成は表1の通りである。児童は本授業で初めてアーテックロボに触れることになり、準備に時間がかかることが想定されたため、プログラミングを用いた4時間の授業は、表2のよ

うに授業展開を統一し、毎時間児童が活動の見通しをもって学習に取り組めるようにした。

学習活動として、最初に考えたプログラムはホワイトボードに貼り、最終的なプログラムとの比較を行うために黒板に掲示することとした(図2)。

その意図としては、最初に組んだプログラムと成功したプログラムとを比較することによって、「なぜ最初のプログラムではだめだったのか」「どの部分をどのように改善した結果、意図した

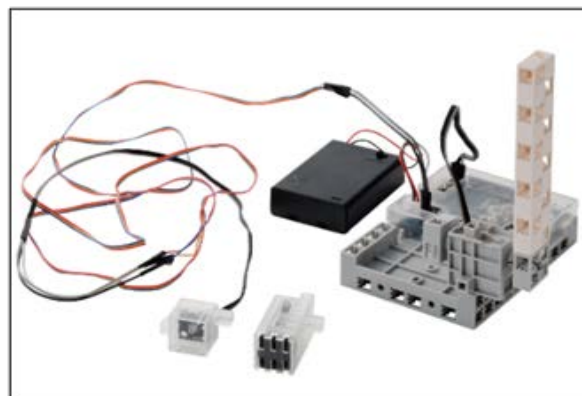


図1 アーテックロボ

表1 第6学年理科「発電と電気の利用」
単元構成表

第1時	既習の学習を振り返り、身の回りの電気製品は電気をどのような力に変えているのか考える。
第2時	手回し発電機と乾電池のはたらきを比較する。
第3時	手回し発電機を使って、手回し発電機の特徴を知る。
第4時	手回し発電機を使い、コンデンサーに電気を蓄えて使う。
第5時	蓄えた電気が、つないだものによって使用時間に差があることについて考える。
第6時	電気製品を働きごとに分け、電気が様々なはたらきに変換されて使われていることを知る。
第7時	タッチセンサーを使って自動ドアのプログラムをつくる。
第8時	赤外線フォトリフレクタを使って、自動ドアのプログラムをつくる。
第9・10時	赤外線フォトリフレクタやLEDを使って、踏切のプログラムをつくる。

表2 アーテックロボを用いた授業展開

1.	準備する教材、めあてと目指す動きの確認をする。
2.	ペアでどのような命令を組み合わせていくのかホワイトボードと命令カードを使用して話し合う。
3.	タブレットからアーテックロボに命令を送り、考えたプログラムと目指す動きが一致しているか確認する。
4.	考えたプログラムと目指す動きが一致していない場合は、どこが原因かペアで話し合い、タブレット上で修正していく。
5.	最初のプログラムと、改良したプログラムを比較し、学習のまとめをする。
6.	個別の振り返りの時間を取って感想を書く。

動きになったのか」など、思考のプロセスを可視化したいと考えたためである(図3)。思考のプロセスを可視化することは、できたという結果だけに注目するのではなく、根拠をもち、仮説を立てながら考えていく大切さに気付く手立てとなる。また、思考のプロセスを可視化することによって、プログラミングの難しさを実感するとともに、電気を有効利用することの意義についてまで考えを深めていきたいと考えた。

このような考えのもと行った第7時～第10時における授業の概略を次章に示す。

4. プログラミングを用いた授業実践

4.1 第7時の授業概要

本時では、タッチセンサーを押すとゲートが開閉するタッチ方式の自動ドアのプログラムを作成した。アーテックロボを使用した初めての授業であったため、準備する教材や、プログラミングに移るまでの説明を多く取った。その結果、目指す動きに到達できたペアは1組だけであった。授業の終末に、「タッチ方式の自動ドアがなぜ身の周りにあるのか」と問いかけたところ、児童からは「押したときだけ開くから、間違っ

て開くことができない。」という回答が出てきた。そこで、タッチ方式の良いところは、普通の自動ドアに比べて電気を効率よく利用できるとまとめた。児童の感想からは目指す動きに到達できたペアが少なかつたにもかかわらず、「実際にプログラミングをすることができて楽しかった。」や「身の回りでこんなプログラムがあったと知って驚いた。」「プログラムすると便利だから自分の家のドアもプログラムしてみたい。」などの感想が挙がった。

授業では児童はScratchに慣れていたため、プログラム自体はスムーズに行うことができていた。ここから、5・6年生でプログラムを用いた授業をスムーズに行うためにも、指導の系統性をもたせることの必要性を実感した。児童の感想からはプログラミングの動機づけの高さが見取れたが、理科としての学びについては筆者のまとめ以外はあまり見られなかった。初めての授業ということで説明が多くなり、プログラム後の振り返りの時間が短くなったことなどが考えられる。

4.2 第8時の授業概要

2時間目となり、前時の反省を踏まえ、説明の時間を少なくし、ペアで試行錯誤する時間(図4)と振り返りの時間を確保できるようにした。授業では、前回のタッチセンサーを赤外線に変え、光反射方

式の自動ドアをつくるプログラムを作成した。前回より難易度は高くなったが、ペアでの活動の時間を多くとったため、目指す動きに到達できたペアは5組中4組となった。児童はプログラミングすることの楽しさと同時に、プログラミングすることの難しさや大変さも感じていた。そこで、「なぜこのような難しいプログラムを組む必要があるのか」と、児童に問いかけた。この問いに対して、児童からはプログラムすることによる利便性についての回答が多く挙がった。その回答を受けて、本時では利便性だけでなく、自動ドアを使用することによって、衛生面やバリアフリー、そして省エネにつながることを、それがすべて電気の働きによることであると伝えた。授業後の感想からは「自動ドアは、便利だとわかってはいたけれど、省エネにもなるということを知ることができた。」や「電気が形を変えて、自動ドアのように有効利用されていることについて考えることがで



図2 板書

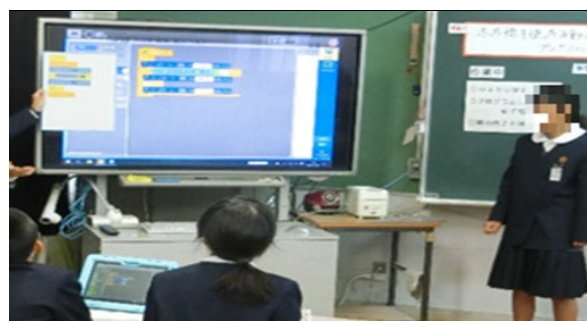


図3 思考のプロセスを可視化



図4 ペア活動

きた。」などから理解を深めている様子が見取れた。

本時当初は、児童はプログラミングすることの利便性にばかり注目していたが、振り返りでは、プログラミングによって電気をもとにしたエネルギーを効率よく利用することの大切さに気付くことができていた。プログラムすることの大変さを実感するとともに、なぜ身の回りにこのようにプログラムされたものがあるのかについて考えられるよう授業設計していくことによって、電気の性質や働きである発電、蓄電、変換、制御や、電気の有効利用について考えを深めていくことができたと考える。

4.3 第9・10時の授業概要

今までの学習のまとめとして、電車が来ると勝手にゲートが閉じ、電車が通り過ぎると、ゲートが開くという踏切のプログラムと、電気を光や音に変換させて電車がくることを知らせるプログラムを作成した。2時間続きの授業であったが、児童は最後まで集中し、試行錯誤を繰り返して目指す動きに到達できるよう一生懸命取り組んでいた。授業の終末では、プログラムされることによって、電気を光や運動、音に変換し、誰もが安全に生活できるよう工夫されていることを確認した。今まで経験してきたプログラミングでの学びを活用して、すべてのペアが目指す動きに到達することができた。

授業での振り返りでは「何回かプログラムを組み替えて、できたときはうれしかった。」「赤外線やLEDを使って踏切を作ることができて楽しかった。」「難しかったけれど、ペアで話し合って最後はできてよかった。」という感想があった。これらの感想から、ペアで対話的に学習を進めていくことによって、プログラムを改善していく楽しさを感じていることが見取れた。プログラミングは個人がパソコンに向かい合い学習していくイメージが強いが、小学校段階では、対話的な学習を取り入れたほうが効果的であることを実感した。また、これは全ての時間に言えることであるが、難しい課題においても誰一人諦めることなく試行錯誤する姿が見られ、動機づけの高い状態が維持されたまま授業に取り組んでいた。

一方で、本時の授業感想から次の特徴が見られた。それは、関数の間違いや命令の組み換えなどプログラミングそのものについて触れている感想が多かったことである。前時までの感想と比較してみると、本時の感想には、電気が様々な形に変

化していることや、電気の有効利用についてほとんど触れられていなかった。ここから、児童にとって、プログラミングの動機づけが高く、難易度も高いという条件が合わさった時、児童の意識は教科学習ではなく、プログラミング自体に流れ、教科学習の学びよりもプログラミング教育のねらいへと傾倒してしまうことが示唆された。

5. プログラミング教育の研修

次に、同小学校の教員を対象としたプログラミング教育の研修について述べる。実施回数は先生方の負担にならないよう2回とした。1回目は前述した第8時の授業実践を参観していただき、その後授業についてのインタビュー形式で感想をいただいた。感想には、「子どもたちがプログラムできていてすごかった。」や、「面白そうだから動機づけが高そう。」「動きとして表れるから分かりやすい」などの感想があった。実際に授業を参観していただいたことにより、どのような授業を行っていくのか一つの方向性を示すことができたことと、感想から見取れるように、プログラミング教育の教育的な効果について先生方に感じてもらえたと考える。その反面、「私にはできそうにない。」や「準備が大変そう。」などの消極的な感想も見られた。

そこで、2回目の研修を、実際に体験する時間を多く設定することによって、プログラミング教育への消極的な捉え方をできるだけ軽減できるような研修を行った。まず、プログラミング教育の目的や方向性について共通理解を図り、「Scratch」を中心としたプログラミングを体験することに重点を置いた研修を実施した。具体としては、5年生算数科の正多角形を「Scratch」を用いて作図し、繰り返し数と辺との関係、外角と内角の關係に着目することなど正多角形の性質理解を促す体験を実施した(図5)。その他にも未来の学びコンソーシアム[7]で紹介されている国語「主語と述語」や家庭科「炊飯器シミュレータ」社会「都道府県を見つけよう」などの実践事例の紹介も行った。

以上計2回の研修が、教員のプログラミング教育に抱く消極的な捉えを軽減できたかどうか確かめるため、研修前と研修後に質問紙を実施した。

質問項目を表3に示す。1については四件法と不安に感じることにについての自由記述、2～4について五件法とした。四件法では「強い肯定・肯定・否定・強い否定」、五件法には、「わからない」を加えた。結果は次頁に示す(図6)。

研修前と研修後の回答を比較すると、全体的に

否定的な回答が減少していることが分かる。特に、「プログラミングを教科学習に効果的に取り入れることができそうか」と「プログラミング教育が教科学習に有用であると思うか」の項目について、具体的かつ体験的な研修を実施することによって、教科学習に取り入れることができるという効力感を高め、教科学習におけるプログラミングの有用性を感じている姿が見取れる。ただし、プログラミング教育に対する不安とプログラミング教育を行っていく自信についての質問項目では、肯定的な回答は増えず、効果を上げることができなかった。「不安が強い」と回答した理由の中には、「教えられていないことを教えることができるかわからない」や「ICTを使用すること自体が苦手」、「児童が分からないという時にすぐに教えることができるのか不安」という指導に対する不安と、「教科で身に付ける力がプログラミングをすることによって付きにくくなるのではないか」という目標の混在に対する不安もあった。しかし、不安と答えつつも、「アンプラグドでの指導もあると聞いて、取り組んでみようと思った」や「紹介してもらった実践事例をもとに授業をしたい」などの前向きな回答も見られたことは成果として捉えることができる。

6. まとめ

本稿では、小学校におけるプログラミング教育の推進に資するために、教科内でのプログラミングを用いた授業と児童の意識分析、そして研修における教員のプログラミング教育に関する意識変容について分析した。以上の分析の結果から次のことが示唆された。

1) 教科内で行われるプログラミング教育の課題改善への視点

児童にとってプログラミングの動機づけが高く、取り組む課題の難易度も高いという条件が重なると、たとえ指導者が教科の目標を意識して授業を進めていったとしても、「教科学習をより確実のものとするため」の学習として成立させていく難しさが示唆された。教科学習でプログラミングを用いる際には、本時の目標や単元の目標を達成するためにプログラミングを取り入れたり、プログラミングの難易度を児童の実態に沿って調節し、児童の意識の推移を注視したりしながら授業を構成していく必要がある。

2) 組織的なプログラミング教育の推進

今回実施した研修に関する質問紙では、「不安が



図5 研修の様子

表3 質問項目

1. プログラミング教育に対する不安はありますか。
2. プログラミング教育を行っていく自信はありますか。
3. プログラミングを教科学習に効果的に取り入れることができそうですか。
4. プログラミング教育は教科学習に有用であると思いますか。

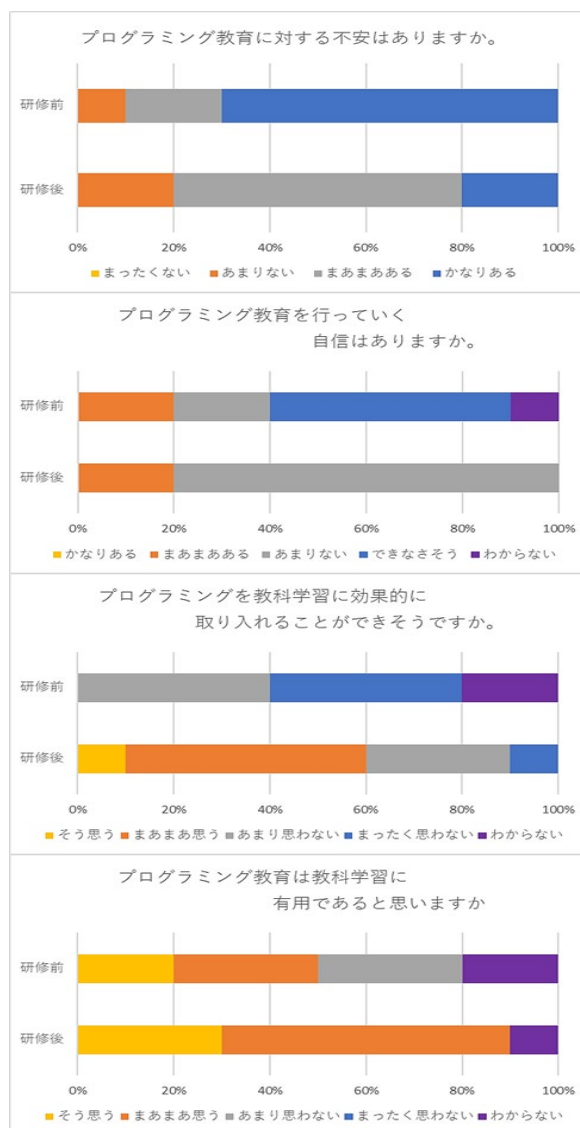


図6 質問紙（研修前・研修後）の結果

ある。」としつつも前向きな姿勢が見られる回答があった。プログラミング教育に対する不安を軽減するためには、実際に当事者として授業を行うことが最も効果的だと考えるが、本研修のように、授業実施までのステップとして、授業参観を通して授業イメージを掴み、研修を通してどのような授業でプログラミング教育を実践できるのか紹介することによって、授業に対する効力感が上がったと考える。ただし、単純に研修の回数を増やすことは今の教育現場を考えると難しく、磯川ら[8]や阪東ら[9]の知見をもとに、学校全体でカリキュラム・マネジメントを進め、先生方のスキルや意識に合った効果的な研修を模索していく必要がある。

最後に、本稿では教科内におけるプログラミングを用いた授業実践での動機づけと難易度との関係の細部までは論及できていない。今後の課題として、教科内でのプログラミングの動機づけと難易度との関係を明らかにすると同時に、プログラミング教育の効果的な指導について、研修等を通して発信していくことを挙げる。

参考文献

- [1] 文部科学省(2020) 小学校プログラミング教育の手引き(第三版), https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf(最終アクセス日:2022年12月23日)
- [2] 尾崎光・伊藤陽介(2017) 小学校におけるプログラミング教育実践上の課題, 鳴門教育大学情報教育ジャーナル, 15, pp. 31-35
- [3] 成松はるか・青山和裕・辻宏子(2019) 小学校算数科におけるプログラミング教育に関する研究, 日本科学教育学会研究会研究報告, 34, 3, pp. 43-46
- [4] 楠見孝・西川一二・齊藤貴浩・栗山直子(2020) プログラミング教育の授業実践に対する小中学校教員の期待と意欲, 日本教育工学会論文誌, 44(2), pp. 265-275
- [5] 文部科学省(2018) 小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 総則編, 東洋館出版社.
- [6] 西川義孝・三沢良・高橋典久(2021) 小学校プログラミング教育の光と影-実践的な検討課題の導出-, 岡山大学教師教育開発センター紀要, 11(別冊), pp. 59-73
- [7] 未来の学びコンソーシアム(2017) 小学校を中心としたプログラミング教育ポータル, <http://miraino-manabi.mext.go.jp/> (最終アクセス日:2022年12月16日)
- [8] 磯川祐地・佐藤和紀・山本朋弘・宮田明子・鈴木広則・清水雅之・堀田龍也(2021) 小学校プログラミング教育に関する先行研究の動向からみたカリキュラム・マネジメントの方策の検討, 上越教育大学研究紀要, 40(2), pp. 341-350
- [9] 阪東哲也・長野仁志・曾根直人・藤原伸彦・山田哲也・伊藤陽介(2020) 学校全体で取り組む小学校プログラミング教育の校内研修とカリキュラム・マネジメント, 鳴門教育大学情報教育ジャーナル, 17, pp. 41-47