

STEM 教育に基づくプログラミング教育の教員研修プログラム開発

星名由美 STEM 教育研究センター客員研究員
 埼玉大学教育学部野村泰朗研究室プロジェクト
野村泰朗 埼玉大学教育学部心理・教育実践学講座

キーワード: プログラミング教育、STEM 教育、教員研修、研修プログラム

1. はじめに

2020年4月より小学校へのプログラミング教育の導入が発表されてから、小学校の教員は各自で情報収集をしたり、研修会へ参加したりと、それぞれの教員も小学校としても、どのように日々のカリキュラムへ導入すべきか検討を重ねていた。このプログラミング教育は、独立した教科ができるのではなく、既存の各教科やクラブ活動などの教育課内で実施するという位置づけであるため、教員の指導計画に任されている部分が大きい。文科省「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」（2020）や、文科省・総務省・経済産業省が連携した未来の学びコンソーシアム（2018）は、現場の教員への負担を軽減するためにも、指導体制を充実させるため、学校外部の人材派遣を含めた人的支援体制の必要性が挙げられていたが、具体的な体制づくりは現在も不透明である。

山本ら（2016）は、プログラミング教育の特性と教育の効果と発達段階に応じた指導過程の必要性を指摘し、2019の研究では、教員研修を通して複数のプログラミング教材の評価と課題について検討し、プログラミング教育を推進するためには、適切な教材確保と指導を支援する事例集、実践する時間の確保などの環境整備の必要性の検討を行った。また、楠見ら（2020）によるプログラミング教育の授業実践に対する調査では、授業実践に対する意欲の阻害要因として、プログラミングや教材に対する知識不足と仕事の多忙などが挙げられていた。またプログラミング教育について消極的な教員は4割だが、コンピュータ操作に不安がない教員も4割という結果になっている。

代表者らが所属する埼玉大学STEM教育研究センターでは、2002年より、STEM(Science, Technology, Engineering and Math)教育の考え方にに基づき、ものづくり活動を通じた教育方法に関する研究を継続している。研究のアウトリーチ活動として実施している「ロボットと未来研究会」の活動では、教育学部生を中心に複数の大学に所属する「学生リーダー」の研修を行い、子どもたちの指導している。2018年度より、現役を引退したエンジニアや技術者もサポーターとして参加していたが、子どもたちへの過干渉な指導が見られるという課題が生じ、その課題解決のため、プログラミング的思考力も含めた問題解決・発見力、論理的思考力、自ら考え自ら創り出す力などこれからの社会を生き抜くための21世紀型学力を育成するために、主体的に考えさせる指導ができる「シニアリーダー」の育成プログラムの開発と実践を行い、研究の成果を報告している（星名他, 2018, 2019a, 2019b）。

そこで、これまで子どもたちのものづくりを通じた21世紀型学力の育成につながるSTEM教育の考え方に基づく指導方法やカリキュラム開発の実践研究の結果を基に、小学校でのプログラミング教育の展開についての研究に取り組んでいる。2019年度後半、プログラミング教育の研究校として活動している公立小学校から、プログラミング教育に関する教員研修の依頼を受け、教員のプログラミング教育に対する不

安に関する実態調査と不安を解消するための研修プログラムを検討した。本研究では、教員研修の事前事後アンケートと教員研修の結果から、今後の小学校における21世紀型学力の育成に寄与するプログラミング教育を実践する教員の現状とプログラミング教育の展開についての可能性について報告する。

2. 方法

2-1 研修方法

(1) 研修計画と研修内容

研修依頼時に、パソコンを使ったプログラミング教育に対する不安の強い教員が複数在籍しているとの情報を得たため、段階的な研修が有効であると仮説を立て、研修内容の検討を行った。研修の内容設計は、鈴木（2015）の研修設計のインストラクショナルデザインにおけるARCSモデルにより行った。ARCSモデルは、学習意欲の問題に対して、〈注意〉（Attention:面白そうだ）、〈関連性〉（Relevance:やりがいがありそうだ）、〈注意〉（Confidence:やればできそうだ）、〈満足感〉（Satisfaction:やってよかった）の4要因に分類したモデルである。プログラミング教育の研修は、事前に不安の強い教員が、おもしろそう、やりがいがありそう、自分にもやればできそうという体験が基となり、その後の授業設計や教材研究への意欲につながるための設計が必要であると考えた。J.M.ケラー（2010）の学習者の学習意欲をデザインするためのARCSモデルによる授業設計は、まずは教員がおもしろいと思ひ、やってみようと思ひ意欲がないと成り立たず、不安が消極的な行動へつながると仮定した。

また、研修プログラムの開発は、インストラクショナルデザインの設計として用いられるADDIEモデルに沿って行った。ADDIEモデルは、分析・設計・開発・実施・評価というプロセスを繰り返して改善しながら目的の達成を目指すシステムのアプローチである。今回は、プログラミング教育の必要性を感じているが、パソコンを使ったプログラミング教育に対する不安の強い教員が複数在籍していることを踏まえ、パソコンを使わないプログラミング的思考の育成につながるものづくり研修を導入研修とし、作り上げたものを自分が思ったように動かしたいと思うことからプログラミングへの興味関心へつなげるという発達段階も意識した授業設計の例として実施する設計とした。当初は、パソコンを使わない研修とパソコンを使ったプログラミングの研修を年度内に2回実施し、授業実践をする計画を立てたが、次年度も研修の継続することになり、異なる教材の研修を1回、授業実践を目指して復習的な研修を2回実施し、表1のように、3種類の教材での研修と授業実践を組み合わせた計画となった。

本研修の目的は、「プログラミング教育に関する知識を得て、プログラミング的思考を育成するための授業設計を実現する」とし、目的実現のための達成したい目標は、①STEM教育に基づくプログラミング教育について理解する、②プログラミング教育が導入できそうな科目をイメージできる、③プログラミング教育への不安を解消する、④プログラミング教育の授業実践へつなげる、という4つを設定した。

研修第1回は、21世紀型学力を育成するための指導方法に関する講義とパソコンでプログラミングを行わないモーターと自作リモコンを使った生きものロボット（教材A）の制作をするSTEM教材の実践研修を通して、ロボットの問題発見、問題の分析、改善の活動を体験し、21世紀型学力につながるプログラミング的思考の育成につながる指導方法についての2時間の研修を実施した。教材Aは埼玉大学STEM教育研究センターが監修に加わり作成されたNHK小学生ロボコンのロボットキッドである。

研修第2回は、レゴブロックと埼玉大学STEM教育研究センターが開発したSTEM Duコントローラーを組み合わせたSTEM教材（教材B）とパソコンを使ったスクラッチと連動してコントローラーにプログラミン

グする研修を1時間15分実施した。

研修第3回は、埼玉大学STEM教育研究センターが開発した鉛筆プログラマ（教材C）を使ってパソコンを使わずに、コントローラーの金属部分を鉛筆で塗りつぶすことで命令するプログラミングの研修を1時間15分実施した。

研修第4回と5回は、教材Bの研修を行った。目的としては、授業実践のための復習と異動教員への教材研修、およびまた教材の操作知識などの忘却に対応するための研修として各1時間15分実施した。

表1 プログラミング教育に関する教員研修プログラムと授業実践

開催月	分類	内容
2019年12月	研修第1回	STEM教育とプログラミング教育の講義 教材A（パソコンなし）の研修
2020年2月	研修第2回	教材B（パソコンあり）の研修 授業実践①のワークシート検討
	授業実践①	教材Bを使ったオリジナル扇風機のプログラミング （6年生理科）
2020年7月	研修第3回	教材C（パソコンなし）の研修
2020年10月	授業実践②	教材Cを使った障がい者に役立つものづくりとプログラミング（4年生総合的な学習の時間）
2020年11月	研修第4回	教材B（パソコンあり）の高学年教員向け復習 授業実践③・④の内容検討
2020年12月	授業実践③	教材Bを使ったプロペラのプログラミング （5年生総合的な学習の時間）
2021年1月	研修第5回	教材B（パソコンあり）の全教員向け復習
2021年2月	授業実践④	教材Bを使ったプロペラのプログラミング （6年生理科）

(2) 事前事後アンケート

第1回は、事前事後アンケートを実施し、無記名であるが携帯番号下5桁を記入して、第1回目のみ事前事後の結果のペアリングを行った。第2回、第3回、第5回に事後アンケートのみ実施した。事前アンケートでは、プログラミング教育に関連する情報収集や研修への参加の有無、プログラミング教育への導入の不安や、授業への取り組みに関するイメージについて質問した。事後アンケートでは、研修の内容についての難しさや、研修内容が今後の取り組みに役立つかどうか、研修を受けたことによって不安が変化したか、どのような科目へ取り入れられそうか、継続した研修内容の流れになどについて質問した。

2-2 分析方法

研修の効果を評価するために、アンケートの量的データとアンケートの自由記述の質的データを分析した。研修第1回的事前事後アンケートは、ペアリングを行い、プログラミング教育への導入の不安の変化を分析する。不安の変化については、5段階評定で回答した後、その理由を自由記述で回答している。研修の内容が授業設計に役立つかどうか、段階的に計画された複数回の研修についての有効性、研修の満足度などの評価項目も実施した。第5回目に、教材の操作方法の忘却について回答を求めた。自由記述については、不安の理由や教材の活用イメージなどについて、特徴的な回答から効果を分析する。

2-3 研修の実施

公立小学校の管理職を含む教員 16 名（男性 8 名、女性 8 名）を対象とし、2019 年 12 月、および 2020 年 2 月に計 2 回の校内研修を実施した。2020 年 7 月以降は、管理職を含む教員（男性 6 名、女性 10 名）を対象に校内研修を実施した。また研修の成果を基に実施された授業実践の支援と事後指導を行った。

3. 結果

3-1 研修および授業実践

研修第 1 回に参加した教員は、最初緊張していたが、教材 A のパソコンを使わないものづくりから、どのようにプログラミング的思考の育成へつなげられるのかを実践的に体験し、動きを改善するためにはどうしたらいいのかを試行錯誤しながら、発達段階に応じたワークシートの例などを示し、体験的に理解を深めた。なによりも楽しいと思えたことで、積極的な関わりが見られた。

研修第 2 回は、教材 B として、レゴで作成した扇風機を STEM Du コントローラーへつなぎ、パソコンと接続して、スクラッチと連動したプログラミングの研修を行った（図 1）。授業実践①を前提に、担当教員が作成した授業のワークシートを基に進め、教員間での意見交換も行い、その後の授業実践へとつなげた。授業実践①では、6 年生理科において、レゴブロックで扇風機を作った後、どんな時に扇風機が回ったらいいかを考えて、明るさセンサーや音センサーを使ったプログラミングを行った。資料とワークシートの配布および教室前のモニターにパソコンを画面に提示して進められた。

研修第 3 回は、鉛筆と消しゴムのみで、環境にとらわれずにプログラミングができる教材 C の鉛筆プログラマを使い、豆電球の点滅のプログラミングの研修を行った（野村他，2017）。実践授業②では、教材 C を使った総合的な学習の時間の授業設計を行い、実施した。総合的な学習の時間は、23 時間の指導計画に基づいた福祉の授業で、車いす体験や白杖体験を行った後、目が不自由な人や耳が不自由な人が困っていることを考え、役立つ道具を作り、鉛筆プログラマでプログラミングをした。耳の不自由な人は、玄関のブザーが鳴っても聞こえないので、ボタンが押されたら豆電球を光るようにする道具など、自由な発想のものづくりとプログラミングが実践されていた。ふり返しを含むワークシートの配布や教室の掲示も児童たちが参加する形式で作るなどの工夫も見られた。作品の発表時は、教員がタブレットで撮影しながら、同時に教室前のモニターに投影するなど、進め方の工夫も見られた（図 2、図 3）。

研修第 4 回は、実践授業を控えた高学年ブロックの教員のための教材 B に関する研修と教材研究の支援を行い、研修第 5 回は、異動してきた教員にも対応するため、第 1 回の知識の講義と第 4 回の教材 B の研修を実施した。実践授業③、④では、プログラミングに集中させるため、レゴブロックでプロペラを作るパーツのみを用意して実施した。資料とワークシートの配布や、組み立てる途中経過の写真を掲示したり、スクラッチの命令ブロックを拡大してマグネットで黒板に貼り付け、児童がプログラムを並べてみるなどの工夫が見られた。



図 1 STEM Du 研修



図 2 授業実践時の教室の掲示



図 3 玄関ブザーの発表

3-2 事前事後アンケート結果

研修に参加した教員の勤続年数の分類は表2の通りである。事前アンケートから、図4のように86%の教員が、プログラミング教育導入に関する授業実践への不安が強いことが明らかになった。また、その理由についての自由記述では、「不安はない」「あまり不安がない」と回答した理由として、「これまで先生方がやってきたことは見せ方がことなるだけで、プログラミング的思考（論理的思考力）を育むということについて差異はないと思っている」、「協働の力で乗り越える力が我々教員集団にはあると信じているから」と回答があったが、実際の授業を担当していない管理職であった。つまり、実際に授業を担当する教員は、不安があることがこの結果から明らかになった。理由としては、「具体的にどのように進めていったらよいのか、わからない」、「どの授業、どの単元で、どこまでやれば力が身についていくのかわからない」、「思考することを軸に、どのように授業を展開すればよいのか分からない」という【授業設計に関する不安】、「やることが多数あり、教材研究を含めて、時間的余裕がない」という【時間的な不安】、「知識も経験も足りないため、さまざまな教科で、いかに本来の教科の目的を達成しつつ、プログラミング教育を取り入れていくかの加減が難しい」、「教員側のスキル」という【教員の経験やスキルに関する不安】、「お金の面（教材、教具、ソフト、ハード）」という【経済的な不安】の4つの観点の不安が挙げられていた。

表 2 教員の勤続年数

勤務年数	単位：人	
	2019年度	2020年度
初年度	1	0
2～5年	2	3
6～10年	4	1
11年以上	8	12

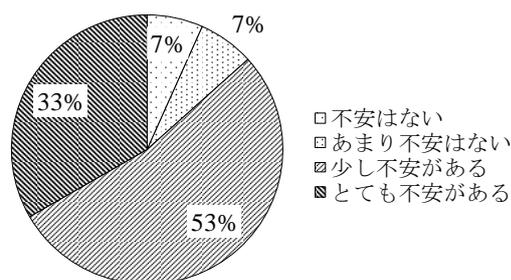


図 4 研修前のプログラミング教育への不安

研修第1回と第2回の事後アンケートの結果から、研修後のプログラミング教育への不安は、図5のように変化した。研修第1回の事後アンケートでは、「あなたは、研修を受けたことによって、プログラミング教育の導入についての不安に関して、変化はありましたか。そのように思う理由を、具体的にお聞かせください」という質問に対し、「不安がなくなった（元々ない）」、「少し不安がなくなった」、「不安がある（変化はない）」という3つの選択肢で回答を求めた。研修第2回の事後アンケートでは、「あなたは、研修を受けたことによって、プログラミング教育の導入についての不安に関して、変化はありましたか。そのように思う理由を、具体的にお聞かせください」という質問に対し、「不安は元々ない」、「不安がなくなった」、「少し不安がなくなった」、「少し不安がある（研修で少し不安が生じた）」、「不安がある（研修で不安が生じた）」の5つの選択肢で回答を求めた。どちらの研修においても、研修を受けることによって、不安の変化が見られた。

第1回の研修後の理由としては、「PC等の機器を使わなくても、どのように考え、改善していくのか、自分自身が体験できたことにより、イメージがわいてきました」、「パソコンやタブレットを使わなくても、プログラミング的思考が育成できると思った」、「プログラミング的思考を自ら体験しながら行うことで、子どもたちが不安に思う点やつまづきがわかったため」、「なぜそうなのか?・・・の説明ができるような授業展開を考えればよいのだとわかった」、「実際に体験する中で、プログラミング的思考に

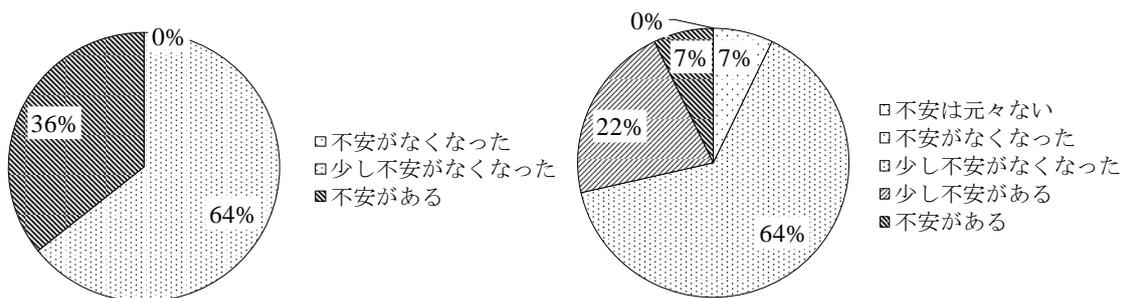


図 5 研修第1回・第2回の研修後のプログラミング教育への不安の変化

ついて、少し理解することができたから」などが挙げられた。第2回の研修後の理由としては、「授業で実践してみたいという気持ちは強くなりましたが、まだ子どもに実践していないので」「実際の指示に従って動くことを目のあたりにして、プログラミング（思考）しているという実感があったから」、「今まで3年生の総合の授業でネコを動かしてきたが、具体物を動かせる方が分かりやすいし、達成感が得られる」、「ロボット型プログラミングのイメージがわいた」、「少しずつでもやっていけば、少しずつわかってくる」、「スクラッチを使ってプログラムを作成したことで、動いているものの仕組みが目に見えました（可視化された）。生活の中にある家電を見る目が少し変化した気がします」などが挙げられた。

また、第1回の研修後に、「どの教科に導入できそうだと思いますか」という質問の複数回答の結果を図6に示す。研修前よりも、理科や算数、特に、総合的な学習の時間への導入の可能性が挙げられ、具体的なイメージがわいたという記述が多かった。

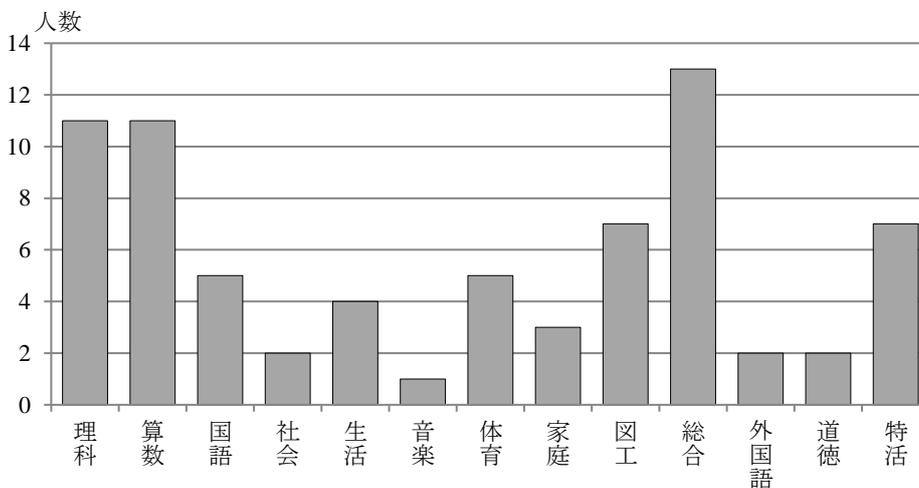


図 6 プログラミング教育の導入可能な教科（研修第1回の事後アンケート）

表 3 研修が今後の取り組みに役に立つかの評価

役立つか	第1回		第2回		第3回		第5回	
	人数	(%)	人数	(%)	人数	(%)	人数	(%)
役に立たない	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)	0	(0.0)
あまり役に立たない	0	(0.0)	1	(7.1)	0	(0.0)	0	(0.0)
少し役に立つ	5	(33.3)	4	(28.6)	7	(43.8)	2	(18.2)
役に立つ	10	(66.7)	9	(64.3)	9	(56.3)	9	(81.8)

表 4 段階的な研修に対する評価

研修の流れ	人数	比率(%)
有効ではない	0	0.0
あまり有効ではない	1	7.7
少し有効である	5	38.5
有効である	7	53.8

表 5 教材の操作方法の記憶

教材の操作方法	人数	比率(%)
ほとんど覚えていなかった	3	27.3
少し覚えていた	7	63.6
覚えていた	1	9.1

事後アンケートにて、研修の内容が今後の取り組みに役に立つかの評価の結果が表3である。各研修とも、ほぼ全員が「少し役に立つ」「役に立つ」と回答しており、研修を通してプログラミング教育の授業設計の取り組みに効果があると予測される。

また、研修第1回のパソコンを使わない教材の研修から第2回のパソコンを使う教材の研修へのつながりについて、第2回研修の事後アンケートにて、プログラミング教育の研修の流れとして有効かどうかの評価の結果が表4である。「少し有効である」「有効である」と9割の教員が評価した。その理由としては、「思考の段階を踏むことができる」「前回作った時に、今回はプログラミングで動きをコントロールしてみたいと思っていたから」「アンプラグド型も学習できてよいと思う」「はじめの研修からパソコンありのプログラミングでは、難易度が高すぎると思ったから」「簡単なものから少しずつ難易度を上げていくので無理がなくわかりやすかった」などが挙げられており、有効性が確認できた。

さらに、研修第5回は、第2回で研修した教材Bを使用して行ったが、事後アンケートにて、以前の教材の操作やプログラミングの内容についての記憶について回答を求めたところ、覚えていなかったと回答する教員がいることが明らかになった。

4. 考察

今回の研修の結果から、現場の教員はプログラミング教育の導入に関して、情報収集や教材研究などに取り組む努力はしているが、多くは、どのように既存の教科へ取り入れ、どのようにプログラミング的思考を育成する指導を実施すればよいのかに不安を抱いていることが分かった。また、教員のICTスキルにも関連して、プログラミング教育に対する取り組みの個人差も明らかになった。プログラミング教育の導入研修として、パソコンを使わずにプログラミング的思考を促す指導方法の工夫を体験することで、不安が強く、取り組むことへ積極的でなかった教員が、体験することで、不安が変化し、教科への導入イメージを抱けるようになり、授業実践につながったことから、段階を踏んだ、継続した研修の効果があると推察される。

また、研修第2回では、レゴブロックで扇風機を制作し、パソコンでスクラッチを使ってプログラミングを行い、STEM Du コントローラーへ命令を読み込ませることで動きを制御させた。この実践の結果、教員からは、授業を実施する時の子どもたちへのサポート体制の必要性を感じたという感想が複数得られた。2月末の授業実践①では、研修第2回の研修内容を6年生用に改良して実施した。授業実践①には、研究の目的で、教員を目指す大学生が見学として参加した。この大学生は、前述のロボットと未来研究会の研修を受け、実際に子どもたちへの主体的な活動を指導するリーダーの経験がある学生である。子どもたちのトラブルや質問にも対応し、アイデアを聞いたり、主体的な学びを指導する立場を踏まえてサポートをしていた。学生も、実際のプログラミングの授業に参加できて、将来の授業設計やクラス運営につ

いてもイメージすることができ、大変勉強になったと報告している。その後の授業実践においては、校内の教員同士で自身のクラスと掛け持ちしながら、入退室を繰り返してサポートする光景が見られた。クラスを受け持ちながらのサポートには、限界があることも推察された。このことから、今後の小学校におけるプログラミング教育を取り入れた授業におけるサポート体制としても、有効性と実現性についての検討が必要である。

今後のプログラミング教育の展開としては、予算に関しては、既存の理科の教材を活用して、各教科で学んだことを活かした問題解決的な課題を総合的な学習の時間に取り入れるなどが考えられる。さらに、教科だけでなく、学年横断的に、低学年が考えたアイデアを高学年がプログラミングで実現することや、パソコンクラブなどのクラブ活動で、より高度なプログラミングを駆使したロボットやゲームなどを制作して、学校内で発表するというような方法も考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、2020年度プログラミング教育の導入を控えた小学校の研修からプログラミング教育導入後の研修を通して、21世紀型学力の育成に寄与するプログラミング教育の展開についての検討を行った。本研修の目的とした「プログラミング教育に関する知識を得て、プログラミング的思考を育成するための授業設計を実現する」を実現するための目標である①STEM教育に基づくプログラミング教育について理解する、②プログラミング教育が導入できそうな科目をイメージできる、の2つについては達成できたといえる。③プログラミング教育への不安を解消する、については個人差も見られるため、今後の改善が必要である。④プログラミング教育の授業実践へつなげる、については、一部の教員とはなったが、プログラミングを授業実践へ取り入れられた。また、その他の教員も、プログラミング的思考の育成の視点から、取り組みを進めているという結果となった。今後も継続して小学校と連携し、これまで開発してきたSTEM教材と既存の理科教材を融合したプログラミング教育の実践研究を進めたい。また、小学校でのプログラミング教育に、教員を目指す大学生や地域住民、現役を引退したエンジニアや技術者であったシニアという多様な人材の研修も行いながら、小学校と協働した指導体制のあり方を検討したい。

また、山本ら（2020）は小学校プログラミング教育の推進に関して、積極的にプログラミング教育の実践をしている教員の分析を行い、プログラミング教育を学校単位で効果的に実践するためには、中心となる教員の重要性を指摘している。本研究において、プログラミング教育の担当として積極的に関わり、授業実践をした教員が翌年異動となった経験から、少数の教員のみがわかっているだけでは、継続したプログラミング教育の実践は困難であることが明らかになった。複数の軸となる教員の存在はプログラミング教育の推進には重要であるが、全教員がプログラミング教育に関する意識を高め、協働して授業設計を進める環境づくりが推進を継続するためには必要であると推察できる。また、異動に伴い、これまでの研修を受けていない教員への研修や時間の経過とともに教材に関する操作知識が忘却することに対して、どのような研修や支援が必要であるのかについては、今後も検討を続けたい。

謝辞

本研究にあたり、研修第2回、第4回、第5回および研究授業において、昭和女子大学白敷哲久准教授に、ノートパソコン、STEM教材一式をお借りして実施できたことをここに感謝する。

引用文献

- J. M. ケラー, 鈴木克明監訳 (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ナー, 北大路書房
- 鈴木克明 (2015) 研修設計マニュアル—人材育成のためのインストラクショナルデザイナー, 北大路書房
- 文部科学省. 小学校段階における論理的思考力や創造性, 問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議 (2016) 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について (議論の取りまとめ), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm (閲覧日 2018. 9. 20)
- 山本利一・本郷健・木村猛能・永井克昇 (2016) 初等中等教育におけるプログラミング教育の教育的意義の考察, 教育情報研究, 第 32 巻第 2 号 3-11
- 野村泰朗・長谷川淳・大石柁洋・菊田浩文 (2017) STEM 教育の視点から普通教室でプログラミングを学べる「鉛筆プログラマ」の開発, 日本情報科教育学会第 10 回全国大会, 大阪芸術大学
- 文部科学省・総務省・経済産業省 (2018) 未来の学びコンソーシアム 小学校プログラミング教育必修化に向けて, https://miraino-manabi.jp/assets/data/info/miraino-manabi_leaflet_2018.pdf (閲覧日 2018. 9. 20)
- 星名由美・小山航太・野村泰朗 (2018) プログラミング教育における子どもの主体的な学びを指導するシニアリーダー育成プログラムの開発—シニアの経験を活かしつつ子どもに過干渉しないシニアリーダーの構えの検討—, 第 19 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2018), 714-717
- 星名由美・峯村恒平・小山航太・野村泰朗 (2019a) プログラミング教育における子どもの主体的な学びを指導するシニアリーダー育成プログラムの検討—シニアの経験を活かしつつ子どもに過干渉しないシニアリーダーの構えとは—, 埼玉大学紀要 教育学部, 68 (1) 253-260
- 星名由美・峯村恒平・西原舞・野村泰朗 (2019b) プログラミング教育におけるシニアリーダー育成と協働に関する検討—子どもに過干渉しない指導法の研修プログラム開発の試み—, 日本科学教育学会研究会報告, 33 巻 4 号 27-32
- 山本利一・鈴木航平・吉澤亮介 (2019) 小学校情報教育担当者向け教員研修を通じたプログラミング教材の評価と課題, 教育情報研究, 第 35 巻第 1 号 49-58
- 文部科学省 (2020) 小学校プログラミング教育の手引 (第三版), https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (閲覧日 2020. 3. 5)
- 山本朋弘・三井一希・木村明憲・大久保紀一郎・堀田龍也 (2020) 小学校プログラミング教育の推進に関する個人別態度の構造分析, 日本教育工学会論文誌, 44(1) 145-154
- 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) 265-275

(2021年3月31日提出)
(2021年5月10日受理)