

教員志望の学生によるプログラミング教育の 実践と評価

小学校プログラミング教育の学習活動のE分類に着目して

Practice and Evaluation of Programming Education by Pre-Service Teachers:
Focusing on the E-Classification of Learning Activities in Elementary School
Programming Education

佐佐木穂花* 北澤武*2
東京学芸大学* 東京学芸大学大学院*2

<抄録>

本研究では、文部科学省(2020)の小学校プログラミング教育の学習活動のE分類に着目し、教員志望の学生が小学生にプログラミング教育を行った。実践後、学生を対象にプログラミング教育に関する質問紙調査を行い、小学校プログラミング教育を経験することとプログラミング教育の指導や児童理解の関係について分析した。その結果、学生が小学校のプログラミング教育を経験することにより、総合的な学習の時間におけるプログラミング教育に役立つという認識や、児童理解に繋がると認識する傾向があることが分かった。

<キーワード> 小学校, プログラミング教育, 教員養成, 大学生, 指導観, 児童観

1 はじめに

2020年度から施行された小学校学習指導要領(平成29年3月告示)では、プログラミング教育が必修化され、総則に「プログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」の記載がなされている(文部科学省, 2017)。児童にプログラミングを体験させるために、文部科学省(2020)は図1の分類を設けた。具体的には、「A 学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの」をはじめ、「B」、「C」、「D」で謳われているように、教育課程内において全ての学年・各教科等で取り扱うことや、学校裁量の時間、クラブ活動などで取り扱うことが求められている。加えて、「E」「F」のように、教育課程外で児童がプ

ログラミングを体験する学習活動が求められている。

一方、小学校プログラミング教育を指導できる教員を養成することが課題になっている。黒田・森山(2017)は、小学校教員を対象にプログラミング教育の実施に向けた課題や教員研修のニーズを調査した。その結果、小学校教員はプログラミング教育の実施に対して、自己の知識や理解の不足に課題を感じていた。この課題を解決するためには、教員養成段階から小学校プログラミング教育を指導する体験を行うことが重要であると考えられる。だが、現行の教員養成系大学のカリキュラムに、教員志望の学生が小学校プログラミングを学ぶ授業を必修化することは難しい。これについて、教育学部の学生が児童にプログラミング教育を直接行う実践が報告されている(白土ら, 2017; 尾藤ら, 2018)、評価を行うことが課題となっている。

そこで本研究では、図1の「E 学校を会場とするが、教育課程外のもの」に着目し、小学校と連携しながら、教員志望の学生が児童にプログラミング教育を実践できる場を設け、学生の指導力や児童理解にどのような影響を与えるか、評価を行うことを目的とする。

2 概要

(1) 対象

都内教員養成系大学で情報教育を専攻し、同じ研究室に所属する教育学部3年次生5名(男性3名, 女性2名:

A	学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの
B	学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの
C	教育課程内で各教科等とは別に実施するもの
D	クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの
E	学校を会場とするが、教育課程外のもの
F	学校外でのプログラミングの学習機会

図1 小学校プログラミング教育の学習活動の分類
(文部科学省, 2020)

*SASAKI Honoka: Tokyo Gakugei University a171412p@st.u-gakugei.ac.jp

*2 KITAZAWA Takeshi: Graduate School of Teacher Education, Tokyo Gakugei University ktakeshi@u-gakugei.ac.jp

内4名は小学校教員志望、男性1名は小学校教員免許取得予定であるが中学校教員志望。いずれもプログラミング指導経験なし」と大学院生1名（男性：小学校教員の免許を取得し、高校（情報）の教員志望。プログラミング指導経験あり）の計6名を本研究の対象とした。

また、本研究に参加した児童は、都内公立小学校4～6年生29名（4年生：15名、5年生11名、6年生3名）であった。この児童らは、学校を通じて募集し、本実践の趣旨に本人と保護者から同意を得た者であった。なお、参加した児童には、教育課程内でタブレット端末を日常的に扱い、プログラミングを経験したことがある者が数名存在したが、後述するプログラミングロボットに触れたことがある児童は全くいなかった。

（2）実践の内容

2019年11月9日（土）13:30～15:30（2時間）に、「オリジナルタイマーを作ろう」というテーマで、小学校プログラミング教育を実践した（図2）。このテーマを採用した理由として、本実践にかかわる学生と議論した結果、「小学生にとって身近なプログラミング機器を活用したテーマにすることが重要である」という結論に至ったためである。この議論を踏まえ、先行研究

を調査した結果、相模原市のプログラミング教育の取り組みに「オリジナルタイマーを作ろう」の事例が掲載されていたことから、このテーマで実践することにした（相模原市教育センター、2020）。

第一著者が中心となって実践の流れを検討し、他の6名の学生や小学校教員免許状を所持する大学教員である第二著者と協議した後、実践を行った。実践は第一著者が中心に行い、他の学生はチーム・ティーチング（以下、TT）として参加した。授業形態は個別学習を主とし、児童4～5人に対して1人の学生がロボット作成の補助を行ったり、プログラミングにつまずいた児童に対して助言をしたりした。

（3）手続き

本実践では、プログラミング教育ロボット「embot（<https://www.embot.jp/>）」を使用した。この理由として、短時間で自分のロボットが作成でき、かつプログラミング体験が可能と判断したためである。

図2は、本実践の手続きを示したものである。導入では、児童に見通しを持たせるために、めあてを提示した（図3）。展開では、基本的なタブレットの操作の説明をした後、1人1台のタブレット環境の下、児童にマ

学習指導案（略案）		
令和元年 11 月 9 日 13 : 30 ~ 15 : 30 児童数 : 29 名		
1. 本時のねらい 自分が作りたいタイマーを作成するために、プログラミングの仕組みを理解しながら工夫して作成することができる。		
2. 展開		
過程	○学習活動 ・予想される児童の反応	○指導上の留意点 ☆評価
導入 5分	○本時の授業の見通しを持つ。 ・ embot を使ってプログラミングする活動を行う。 ○本時の目標を確認する。	○黒板にめあてを提示する。
一人一人のオリジナルタイマーを作ろう！		
展開1 30分	○ダンボールを組み立ててクマを作る。	○学生が補助に入る。 ○つまずいている児童が多いポイントはテレビモニターを使って全体で確認する。
展開2 10分	○基本的なタブレットの操作の説明をする。	○start と end をつけることやどのレベルを使用するか説明する。
7分	○タイマーのシステムの確認をする。 ・時間をカウントダウンする ・時間を測るもの ・0秒になったら音が鳴る（知らせる）	○どのようなときに使用するか確認し、児童にイメージをつけさせる。
30分	○各自でシステムを作成する。 ・カウントダウンを光で表現する ・0秒になったら動作で知らせる ・0秒になったら音楽が流れる	○作りたいアイデアをワークシートに書かせる。 ○アイデアが出ない児童には、補助に入る。
8分	○ワークシートに自分のプログラミングや工夫点を記入する。 ・音楽と光を組み合わせてタイマーを作った。	○児童の進行状況を見ながら条件分岐についてのヒントやアドバイスを出す。 ☆意図した動きになるようにプログラミングを構成することができる。
10分	○お互いの作品を見合う。	○作品の動きとプログラミングの関係が見えるように発表させる。 ○ワークシートの工夫点を見ながら完成した友達のエムボットを見るよう説明をする。 ☆プログラミングの仕組みやタイマーの仕組みについて思いや考えをもつことができる。
終末 10分	○振り返り（今日学んだこと・次回やってみようことを記入する。 ・自分でもプログラミングすることができた。 ・違うロボットでも試したい。	○振り返りを発表し共有する。
10分	○アンケートの回答をする。	
3. 評価 ・意図した動きになるようにプログラミングを構成することができたか。 ・プログラミングの仕組みやタイマーの仕組みについて自分の思いや考えをもつことができたか。		

図2 本実践の学習指導案

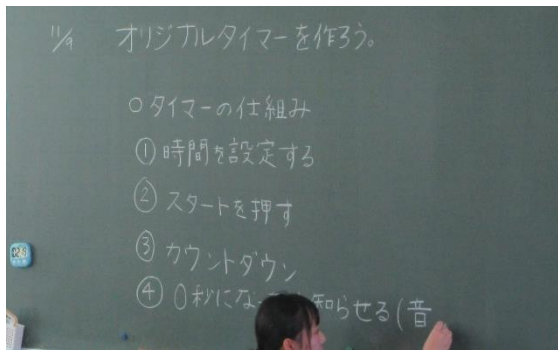


図3 授業の板書の様子



図4 児童がロボットを組み立てる様子

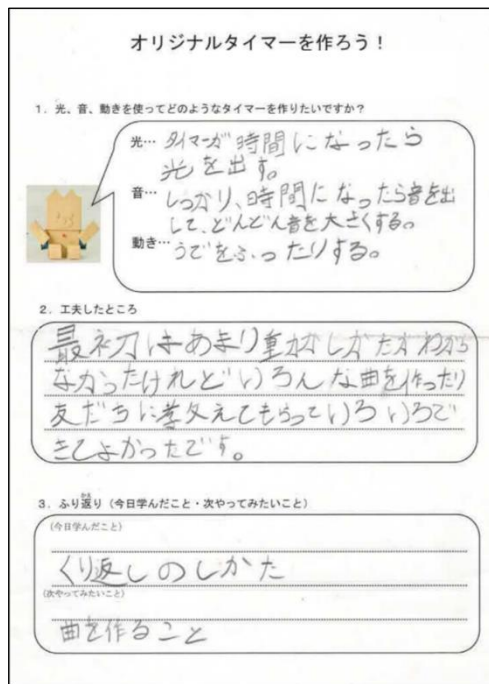


図5 ワークシートの記述例(第5学年児童)

マニュアルを見せながら使用するロボットを個々に組み立てるように指示した(図4)。

次に、児童にタイマーの機能についてイメージを持たせるために、実際のタイマーを映像で提示した。そして、自分が作りたいと思うタイマーをワークシートに記入させた後(図5)、プログラミングを作成させた。この際、アイデアが出ない児童や途中でプログラミングにつまずいた児童には、学生がヒントを出したり、助言を行ったりした(図6)。

終末では、児童が作成したオリジナルのプログラムを大型提示装置に提示し、実際に作成したロボットの動きとの関係が見えるように全体共有しながら発表する活動を行った。その後、本実践を通して学んだことと今後やってみたいことについてワークシートに記述させた後、全体で共有する振り返りを行った。

(4) 分析方法

実践後、小学校プログラミング教育を経験すること



図6 学生がプログラミングを指導している様子

とプログラミング教育の指導力や児童理解との関係について分析するために、学生(6名)に質問紙調査を実施した。調査項目は、北澤・森本(2015)を参考に、指導観、児童観に関する項目(プログラミング教育を指導する自信がついたか、プログラミング教育で子どもがつまずくところを理解できたかなど)を全10項目(5件法)で問うた(図7)。

各項目について、全体の肯定・否定の傾向を分析するために、中央値(3)を母平均とする t 検定を行った。なお、サンプル数に影響するパラメトリック検定では、効果量と併せて検定結果を判断する必要があるため(水本ほか, 2008), t 検定と効果量(d)の結果に基づき判定した。

また、以下の自由記述(全5項目)を問うた。

- 1) 「大学生によるプログラミング教育」で児童はどんな場面でどのようなつまずきを感じていましたか。
- 2) 児童のつまずきに対してあなたはどのような支援をしましたか。
- 3) プログラミング教育を行うために身に付けておかなければならない教員の能力は何ですか。
- 4) 「大学生によるプログラミング教育」で学んだことは何ですか。
- 5) 「大学生によるプログラミング教育」の改善点は何ですか。

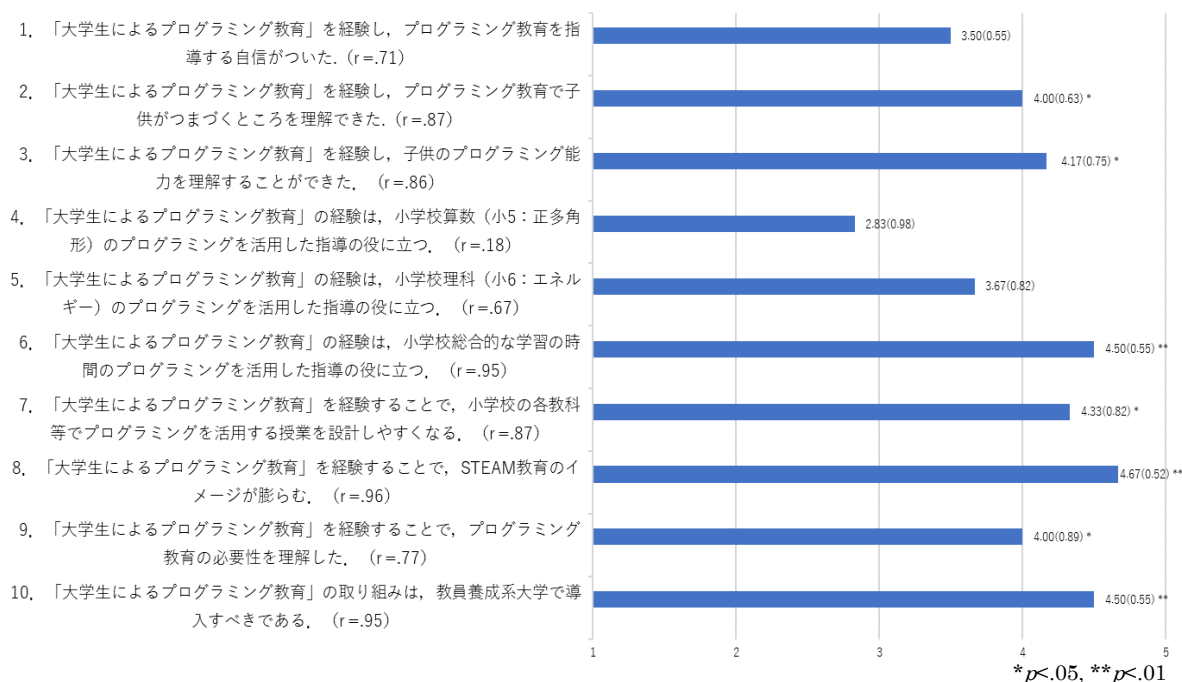


図7 質問紙調査の結果(中央値(3))を母平均とする t 検定, 括弧内は標準偏差, r は効果量)

上記1)~4)は、質問紙の回答結果を裏付ける自由記述に着目した。上記5)は、全回答に着目した。

3 結果と考察

中央値(3)を母平均とする t 検定の結果を図7に示す。10項目中7項目に有意差が認められた。以下、詳細を述べる。

(1) 児童観に関する分析

調査項目のうち、「2. 「大学生によるプログラミング教育」を経験し、プログラミング教育で子供がつまづくところを理解できた ($t(5) = 3.88, p < .05, M = 4.00, SD = 0.63, r = .87$)」、 「3. 「大学生によるプログラミング教育」を経験し、子供のプログラミング能力を理解することができた ($t(5) = 3.80, p < .05, M = 4.17, SD = 0.75, r = .86$)」において、有意差が認められた。これら全ての項目で、平均値が中央値3よりも高い値を示したため、肯定的な回答と判断した。これらの結果から、大学生がプログラミング教育を経験することで、児童のプログラミング能力の実態について理解が深められる可能性がある。

なお、これらの問いに関する自由記述(「1) 大学生によるプログラミング教育」で児童はどのような場面でつまづきを感じていたか)の回答に着目した結果、「繰り返し文の使い方」という回答が3件(50.0%, 学部生男性1名, 女性2名), 「音や光などの操作をする時に指定した秒数待つという待機ブロックの使い方」という回答が2件(33.4%, 学部生男性1名, 院生男性1名)得られた。

さらに、「2) 児童のつまづきに対してどのような支援をしましたか」と自由記述で問うた結果に着目したところ、「完成させたい理想のプログラミングについて細かく聞いてそのプログラミングに必要な要素を会話の中で引き出した」、「次にしなければいけない動作を考えさせ、ブロックを構成させた」のように、児童が理想とするプログラミングを作るためには何が必要なのかを考えながら問いかけ、児童が自らつまづきの解決方法に気付くような支援をしたという回答が3件(50.0%, 学部生男性1名, 女性1名, 院生1名)得られた。また、本実践では、プログラミングの繰り返し文に関する説明は扱わなかった。しかし、より発展的なプログラミングに取り組もうとする児童が存在したため「繰り返し文の使い方や仕組みを教えた」という回答が2件(33.4%, 学部生男性2名)得られた。これらの自由記述から、児童の理解度に応じて学習支援の方法を試行錯誤した学生の存在が明らかになった。

「4) 「大学生によるプログラミング教育」で学んだことは何ですか」の自由記述に着目した結果、「児童がどんなことが苦手で、どんなことに興味・関心を持つのか学んだ」、「児童の主体性があったのでヒントを与えずにやらないことや小学生のできるプログラミングのレベルが分かった」という回答が5件(83.3%, 学部生男性2名, 女性2名, 院生1名)得られた。

以上のことから、学生が児童にプログラミング教育を行うことで、児童がつまづきポイントを理解したり、児童のプログラミングに関する能力の実態を把握できたりする可能性がある。将来、この実践を行った学生

が教員としてプログラミング教育を実施する際、本実践の経験をどのように活かすかの追跡が重要である。

(2) 指導観に関する分析

調査項目のうち、「6. 「大学生によるプログラミング教育」の経験は、小学校の総合的な学習の時間のプログラミングを活用した指導の役に立つ ($t(5)=6.71, p<.01, M=4.50, SD=0.55, r=.95$)」, 「8. 「大学生によるプログラミング教育」を経験することで、STEAM教育のイメージが膨らむ ($t(5)=7.91, p<.01, M=4.67, SD=0.52, r=.96$)」, 「9. 「大学生によるプログラミング教育」を経験することで、プログラミング教育の必要性を理解した ($t(5)=2.74, p<.05, M=4.00, SD=0.89, r=.77$)」, 「10. 「大学生によるプログラミング教育」の取り組みは、教員養成系大学で導入するべきである ($t(5)=6.71, p<.01, M=4.50, SD=0.55, r=.95$)」において有意差が認められた。これら全ての項目で平均値が中央値3よりも高い値を示し、肯定的な回答であった。

これらの結果から、大学生が本実践のようなプログラミング教育を経験することで、小学校の総合的な学習の時間で扱うプログラミング教育の指導に役立つという認識やプログラミング教育の必要性、STEAM教育のイメージが膨らむという認識が高まる可能性が示唆された。

これらの問いに関する自由記述で「3) プログラミング教育を行うために身に付けておかなければならない教員の能力は何ですか」と問うた結果、「論理的思考力に関する理解」という回答が4件(66.7%, 学部生男性3名, 女性1名), 「使うソフトやプログラミングの基本的な操作方法の理解」という回答が2件(33.4%, 学部生女性1名, 院生1名)得られた。これらの知見から、本実践を通じて、教員はプログラミング教育の論理的思考力や、プログラミングの基本的な操作方法を理解しておく必要があることに気付いた学生の存在が明らかになった。

調査項目のうち「7. 「大学生によるプログラミング教育」を経験することで、小学校の各教科等でプログラミングを活用する授業を設計しやすくなる ($t(5)=4.00, p<.05, M=4.33, SD=0.82, r=.87$)」において有意差が認められた。このことから、本実践を経験したことで、プログラミング教育の授業のイメージが付き、設計しやすいつと感じる学生が存在することが分かった。だが、「4. 「大学生によるプログラミング教育」の経験は、小学校算数(小5: 正多角形)のプログラミングを活用した指導の役に立つ ($t(5)=0.42, n.s., M=2.83, SD=0.98, r=.18$)」, 「5. 「大学生によるプログラミング教育」の経験は、小学校理科(小6: エネルギー)のプログラミングを活用した指導の役に立

つ ($t(5)=2.00, n.s., M=3.67, SD=0.82, r=.67$)」は、有意差が認められず、どちらとも言えないという回答の割合が大きいことが分かった。

これらの結果から、小学校プログラミング教育を実践したことによって、学生の多くは授業設計のおおまかなイメージはついたが、小学校プログラミング教育の学習活動の分類(図1)のA区分に含まれる小5算数の正多角形のプログラミングや、小6理科のエネルギーのプログラミングの指導にまで役立つかは、何とも言えないという認識であったと判断できる。今後、教育課程内で実施するプログラミング教育を実際に体験できる機会を設けることが必要である。

(3) 改善点について

「5) 「大学生によるプログラミング教育」の改善点は何か」と自由記述で問うた結果、「プログラミングを共有する時間や環境が少なかった点」という回答が2件(33.4%, 学部生女性2名)認められた。この実践を通して、プログラミング教育では、児童同士の学び合いの時間が重要であり、作成したプログラムを共有することが児童の新たな学びになると考える学生の存在が明らかになった。また、この課題を解決するために、児童同士が情報共有する場を設ける方法が考えられる。レズニック(2018)はプログラミング教育において、子供達がある作品を創る過程の中で、作品を創造し、実際に創って遊び、そして、創った作品を友達と共有し、どのようにすればより良くなるかを考え、再び創造して創るという学習モデルを提唱している。つまり、まずは個人で考え、その後グループで協働学習をした後、全体で共有し、再び個人の学習に戻り、最初に考えたものと今の考えの関係を振り返る学習活動を意識した学習の流れを実践することが、児童の学びをより深め、プログラミング的思考力を高めることに繋がると考える。

次に、「プログラミング教育に興味を持っていない児童へのアプローチ方法を考えること」という回答や「教師自身がプログラミングの構文を把握している必要があること」という回答が2件(33.4%, 学部生男性2名)得られた。募集した児童のみで行われた本実践では、もともとプログラミング教育に興味関心があった児童が多く存在していたと言えよう。しかし、学校現場ではプログラミング教育に消極的な児童が少なからず存在していると思われる。教員はプログラミング教育を指導する際の注意点や、児童のプログラミング経験や既知知識、プログラミングに対する興味関心を事前に把握する能力を身に付ける必要がある。例えば注意点として、同じ動作をするロボットを作成しても、実際のプログラムには複数の手順が考えられることを教員は理解しておくことが必要である。そして、児童のプ

プログラミング経験や既有知識に合わせながら、必要に応じて繰り返しや条件分岐を扱うことが求められる。それを理解しながらプログラミング教育を指導できるようになるためには、本実践のような体験を通じて、学生が自身の課題を把握しながら、教員養成の段階からプログラミングに関する知識を深めたり、プログラミング教育の授業デザインを研究したりすることが重要である。

加えて、「いかに児童を評価するか考える段階があったらよりよくなると思う」という回答が1件(16.7%, 学部生男性1名)得られた。図1のA, B分類の場合、プログラミング教育の評価だけでなく、各教科等の評価についても考えなければならない。児童理解や指導力を高めるためにも、評価観点について学生が考えたり、議論したりする時間を設けることが重要である。

また、今回の実践では、学習指導案の展開2のシステム作成を30分としたものの、児童に試行錯誤させる活動が十分でなかったため、より多くの時間を確保することが課題である。加えて、全員の作品を共有する時間も十分ではなかったため、共有や振り返りの時間を確保することが求められる。そのためには、導入の説明を端的にしたり、展開1を要領よく進められるように教材を事前に配布しておいたりする必要がある。

4 まとめ

本研究では、文部科学省(2020)のプログラミングに関する学習活動のE分類に着目し、小学校と連携しながら、教員志望の学生が小学校プログラミング教育を大学のカリキュラムとは別に実践できる場を設けた。そして、学生がこの実践をすることによって、小学校プログラミング教育の指導力や児童理解にどのような影響を及ぼすかについて分析することを目的とした。

学生によるプログラミング教育の実践後、学生を対象に質問紙調査を行った。その結果、総合的な学習の時間におけるプログラミング教育に役立つという認識や、児童理解に繋がると認識する傾向があることが分かった。さらに、プログラミング教育を行うために身に付けておかなければならない教員の能力として、論理的思考力やembotのようなプログラミング教材を用いた基本的な操作方法の理解に気づく学生が存在することが分かった。

今後の課題として、対象となる学生数を増やしたり、教育課程内でのプログラミング教育を体験できる方法を検討することが挙げられる。さらに、本実践に参加した児童の観点から、本実践の評価を行うことが求められる。

付記

本研究は、以下の発表を再分析した。
佐佐木穂花, 北澤武(2020) 教員志望の学生によるプログラミング教育の実践と意識の変容分析—プログラミングに関する学習活動のE分類に着目して—。2019年度JSiSE学生研究発表会: 109-110

謝辞

本研究は科研費基盤研究C(18K02814)と、2019年度東京学芸大学共同研究「産学連携によるプログラミング教育の普及スキームに関する研究」の支援を得た。また、本研究にご協力いただきました教職員の皆様、ならびに、学生の皆様に感謝申し上げます。

[参考文献]

- 文部科学省(2017) 小学校学習指導要領(平成29年告示)。 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/09/26/1413522_001.pdf (参照日 2020.07.25)
- 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/2020_2020-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (参照日 2020.07.25)
- 黒田昌克, 森山潤(2017) 小学校段階におけるプログラミング教育の実践に向けた教員の課題意識と研修ニーズのとの関連性。日本教育工学論文誌, 41(Suppl.): 169-172
- 尾藤菜摘, 森本康彦(2018) 幼児・児童に対する地域行事におけるプログラミング教育の実践。日本情報科教育学会第11回全国大会講演論文集, pp.112
- 白土航大ほか(2017) 学生ボランティアによる学童保育における小学校のプログラミング教育の設計と実践。日本教育工学会第33回全国大会講演論文集, pp.425-426
- 相模原市教育センター(2020) 相模原プログラミング教育の取組。 http://www.sagamihara-kng.ed.jp/jouhou-han/kyouikunouhouka/data/1_1_2_programminged_sagamihara.pdf (参照日 2020.08.10)
- 北澤武, 森本康彦(2015) 教職実践演習の到達目標の達成を目指したICT活用によるカリキュラムデザインと評価。日本教育工学会論文誌, 33(9): 209-220
- 水本篤, 竹内理(2008) 研究論文における効果量の報告のために—基礎的概念と注意点—。英語教育研究, 31: 57-66
- ミッチェル・レズニックほか(2018) ライフロング・キンダーキンダーガーデン 創造的思考力を育む4つの原則, 日経BP社