

小学校理科の実践事例に見られるプログラミングに関する 学習活動の分析

森岡真弥 山本朋弘 野口太輔

Analysis of Learning Activities Related to Programming Experiences in the Case of Science in Elementary Schools

Shinya Morioka Tomohiro Yamamoto Daisuke Noguchi
(2022年12月12日受理)

1. はじめに

私たちは、Society 5.0の到来によって、人工知能 (AI)、ビッグデータ、Internet of Things (IoT)、ロボティクス等の高度化された先端技術が、あらゆる産業や社会生活に取り入れられ、大きな社会の変革期にいる。社会の在り方そのものが「非連続的」と言えるほど劇的に変わることを示唆する社会の姿である。今や、社会のあらゆる場所で、ICTの活用が日常のものとなっており、Society 5.0時代を生きる子供たちにとって、スマートフォンやタブレット、パソコンなどのICT端末は鉛筆やノートと並ぶ「マストアイテム」であり、1人1台端末環境は、もはや令和の時代の学校の「スタンダード」となっている (文部科学省, 2020)。

2020年度より、小学校において、プログラミング教育が導入された。磯川ほか (2020) は、小学校プログラミング教育に関する先行研究の動向を、教育課程内を対象とした研究、教育課程外を対象とした研究に分けて分析し、各学校で実施するカリキュラム・マネジメントの方策について検討した。そこでは、教育課程内において実施された実践の傾向分析から、総合的な学習の時間において、児童の興味・関心や基礎的な技能を高める学習を設定するとともに、算数の図形領域、理科のエネルギー領域に位置付けることで計画的に実施できることが示唆された。また、教育課程外では、児童の興味・関心に応じた機会提供や企業、大学等との連携の充実が必要であることが示唆された。

しかし、文部科学省 (2020) は、市町村教育委員会における小学校プログラミング教育に関する取組状況等調査の結果について、授業の実践や模擬授業の実施・実施予定の状況については、約51%の教育委員会が、令和元年度末までに、各校1人以上の教員が、授業の実践や模

擬授業を実施済み・実施予定と把握していると回答している。一方、約49%の教育委員会においては、一部の学校の教員が実施済み・実施予定と把握しているなどと回答している結果となった。プログラミング教育への取り組みには依然として課題が残されている。また、黒田ほか (2017) は、全国の小学校教員を対象にプログラミング教育の課題や教員研修に対する意識を調査した。その結果、多くの教員が、プログラミング教育に関する自己の知識・理解の不足に課題を感じていた。さらに、教員研修で得たい情報としては、モデル授業の実践事例が必要と多くの教員が回答したことが示された。これらのことから、プログラミング教育の実践事例を整理・分析することは、プログラミング教育のさらなる拡充につながる。

横山ほか (2018) は、小学校理科で実施するプログラミング教育について、小学校教員への意識調査と聞き取り調査を行った。プログラミングは、小学校理科の各単元に比べて、内容が理解できておらず、指導にも自信がないと考えていることが示された。プログラミング教育の理解を深めるために、プログラミング研修資料等の充実が早急に求められていることが明らかとなった。

そこで、本研究は、小学校理科におけるプログラミング教育の実践事例を収集・整理し、理科の単元におけるカリキュラム、プログラミング教材の選定、プログラミング教育の目標について分析する。

2. 研究の方法

山本ほか (2021) を参考に、調査対象は、Web上に公開されている小学校プログラミング教育の指導案とした。また、Web上に公開されている小学校プログラミング教育の指導案を収集・整理するために、Googleの

検索サイトを利用した。「小学校理科」「プログラミング」「指導案」の語句でAND検索をし、表示された全933件(2022年6月28日において)のうち、実践事例67件(うち、指導案38件)を収集・整理した。なお、実践事例とは、単元(教材)名、実施日時か実施場所が明らかになっているものとし、指導案とは、長野(2001)を参考に単元名、単元の指導目標、単元の指導計画、本時の指導目標、本時の指導計画、単元の評価計画が記述されたものとした。収集した実践事例・指導案の中に掲載されている内容のうち、以下に示す項目を分析した。

実践事例

- (1) プログラミングに関する学習活動の分類
- (2) プログラミング教育を実践した学年
- (3) プログラミング教育を実践した年度
- (4) プログラミング教育を実践した分野・単元と内容
- (5) プログラミング教育に使用した教材

指導案

- (6) 単元全体とプログラミング活動に係る時数
- (7) プログラミング教育の目標

まず、(1)のプログラミングに関する学習活動の分類については、小学校プログラミング教育の手引き第3版(文部科学省, 2020)を参考に、以下の6つの分類に整理し、分析した。

- A 分類 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 分類 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 分類 教育課程内で各教科等とは別に実施するもの
- D 分類 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 分類 学校を会場とするが、教育課程外のもの
- F 分類 学校外でのプログラミング学習機会

(2)のプログラミング教育を実践した学年については、小学校理科教育が行われる第3学年から第6学年に整理した。(3)のプログラミング教育を実践した年度については、実施日時が示されていた40件を実施年度ごとに整理した。(4)プログラミング教育を実践した分野・単元と内容については、小学校学習指導要領理科編(文部科学省, 2017)を参考に、プログラミング教育を実践した分野・単元ごとに整理した。また、実践の内容について抽出し、整理した。(5)のプログラミング教育に使用した教材につ

いては、PCやソフトウェア、ロボットなどプログラミング教育に使用した教材について整理し、分析した。さらに、小学校プログラミング教育の手引き第3版を参考に、①コンピュータを用いずに行う指導(プログラミング的思考を育成するプログラミング)、②あたかもブロックを組み上げるかのように命令を組み合わせることなどにより簡単にプログラミングできる言語を用いた指導(ビジュアル型プログラミング言語)、③文字により記述する言語を用いた指導(テキスト型プログラミング言語)の3つの指導形態についても整理し、分析した。(6)の単元全体とプログラミング活動に係る時数については、指導案に記載されている単元全体の授業時数におけるプログラミング活動の割合について分析した。(7)のプログラミング教育の目標については、寺内ほか(2021)を参考に、単元の目標(ねらい)及び本時の目標(ねらい)の項目内に、プログラミング教育の目標記述がされているかで判断した。①【知識及び技能】、②【思考力、判断力、表現力等】、③【学びに向かう力、人間性等】の3つの資質・能力の記述から、それぞれ8つの語句を抜き出した。①では、「社会」「生活」「コンピュータ」「活用」「便利」「問題解決」「手順」「気づく(気づく)」、②では、「プログラミング的思考」「論理的思考力」「意図」「組合せ」「順序」「置き換え」「改善」「試行錯誤」、③では、「コンピュータ」「人生」「社会」「生かす(活かす)」「よりよい」「協働」「主体的」「態度」を対象となる語句として抽出した。

3. 研究の結果

(1) プログラミングに関する学習活動の分類

表1に、プログラミングに関する学習活動の分類の結果を示した。全体において、A分類が一番多く42件(62.7%)であった。続いて、B分類が23件(34.3%)、C分類が2件(3.0%)であった。また、D分類～F分類に該当する実践は行われていなかった。

表1 プログラミングに関する学習活動の分類と実践した学年の結果

	A 分類	B 分類	C 分類	D 分類	E 分類	F 分類	全体
第3学年	-	7件(10.4%)	-	-	-	-	7件(10.4%)
第4学年	-	3件(4.5%)	1件(1.5%)	-	-	-	4件(6.0%)
第5学年	-	5件(7.5%)	1件(1.5%)	-	-	-	6件(9.0%)
第6学年	42件(62.7%)	8件(11.9%)	-	-	-	-	50件(74.6%)
全体	42件(62.7%)	23件(34.3%)	2件(3.0%)	0件(0.0%)	0件(0.0%)	0件(0.0%)	67件

(2) プログラミング教育を実践した学年

表1に、プログラミング教育を実践した学年についての結果を示した。第6学年が一番多く50件(74.6%)であった。続いて、第3学年が7件(10.4%)、第5学年が6件(9.0%)、第4学年が4件(6.0%)であった。

(3) プログラミング教育を実践した年度

図1に、プログラミング教育を実践した年度についての結果を示した。令和元年度が一番多く19件であった。

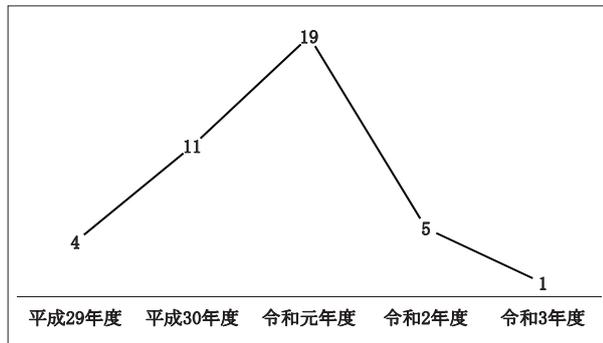


図1 プログラミング教育を実践した年度

(4) プログラミング教育を実践した分野・単元と内容

表2は、第3学年におけるプログラミング教育を実践した単元ごとの結果である。4つの単元において、プログラミング教育の実践が行われていた。実践の内容は、単元のまとめにおいて、学んだことを順序良く画面遷移させ、プログラミング的思考を育成する実践や磁石の力で未来のライトレールを動かすプログラム作成の実践が行われていた。

表2 第3学年におけるプログラミング教育を実践した分野・単元の結果

単元名(3年)	
電気の通り道(エネルギー)	3件
身の回りの生物(生命)	2件
風とゴムの力のはたらき(エネルギー)	1件
磁石の性質(エネルギー)	1件

表3は、第4学年におけるプログラミング教育を実践した単元ごとの結果である。2つの単元において、プログラミング教育の実践が行われていた。関係付け(理科の考え方)の項目は、単元とは別に、理科の考え方を育むための授業としてプログラミング教育の実践が行われていた。実践の内容は、天体観測に使用できる方位磁針のプログラム作成の実践や一定の温度になったら警報音を鳴らす温度計のプログラム作成の実践が行われていた。

表3 第4学年におけるプログラミング教育を実践した分野・単元の結果

単元名(4年)	
電流のはたらき(エネルギー)	2件
月と星(地球)	1件
関係付け(理科の考え方)	1件

表4は、第5学年におけるプログラミング教育を実践した単元ごとの結果である。2つの単元において、プログラミング教育の実践が行われていた。条件制御(理科の考え方)の項目は、単元とは別に、理科の考え方を育むための授業としてプログラミング教育の実践が行われていた。実践の内容は、川の災害を知り、その危険をいち早く知らせるにはどうすればよいかをプログラミングを使って考える実践や電流が生み出す力を利用して、人や環境にやさしい扇風機を作る実践が行われていた。

表4 第5学年におけるプログラミング教育を実践した分野・単元の結果

単元名(5年)	
電流がつくる磁石(エネルギー)	3件
流れる水のはたらきと土地の変化(地球)	2件
条件制御(理科の考え方)	1件

表5は、第6学年におけるプログラミング教育を実践した単元ごとの結果である。5つの単元において、プログラミング教育の実践が行われていた。実践の内容は、無駄なく電気を利用するためのプログラム作成の実践や心拍センサーを用いて脈拍を測り、プログラミングする実践が行われていた。

表5 第6学年におけるプログラミング教育を実践した分野・単元の結果

単元名(6年)	
電気の利用(エネルギー)	42件
水溶液の性質(粒子)	4件
てこの規則性(エネルギー)	2件
月と太陽(地球)	1件
人の体のつくりと働き(生命)	1件

表6は、小学校理科におけるプログラミング教育を実践した分野ごとの結果である。エネルギー分野が一番多く54件(80.6%)であった。

表6 プログラミング教育を実践した分野・単元の結果

分野	
エネルギー	54件(80.6%)
粒子	4件(6.0%)
生命	3件(4.5%)
地球	4件(6.0%)
その他	2件(3.0%)

(5) プログラミング教育に使用した教材

表7は、プログラミング教育に使用した教材の結果である。MESHが一番多く29件(42.0%)であった。続いて、micro-bitが16件(23.2%)であった。単元(教材)名、実施日時か実施場所については、明記されていたが、具体的な教材名の明記がされていなかったものが2件あった。また、2つの教材を活用している実践もあった。ま

た、3つの指導形態については、②ビジュアル型プログラミング言語を用いた指導が多かった。③テキスト型プログラミング言語を用いた指導の実践事例は見られなかった。

表7 プログラミングに使用した教材の結果

指導形態	プログラミング教材の種類	
①プログラミング的思考を育成するプログラミング	-	4件(5.8%)
	MESH	29件(42.0%)
	micro-bit	16件(23.2%)
	スタディーノ(アーテック)	6件(8.7%)
	スクラッチ	4件(5.8%)
②ビジュアル型プログラミング言語	LEGO	2件(2.9%)
	SpheroBOLT	1件(1.4%)
	Viscuit	1件(1.4%)
	ストップモーションアニメ	1件(1.4%)
	MaKeyMaKey	1件(1.4%)
	Pyonkee	1件(1.4%)
③テキスト型プログラミング言語	-	0件(0.0%)

(6) 単元全体とプログラミング活動に係る時数

表8は、単元全体とプログラミング活動に係る時数とその比率を表したものである。単元全体の時数は、第4学年が12時間と多く、第6学年は、11.6時間であった。最大・最小ともに、第6学年で、25時間・4時間であった。プログラミングの時数は、第6学年が、3.2時間と一番多く、一番少ない第4学年でも、2時間であった。単元全体の時数(a)におけるプログラミングの時数(b)の割合(b/a)は、第6学年が一番高く30.2%であった。また、学年全体においては、単元全体の時数は、11.0時間、プログラミングの時数は、2.9時間で、割合(b/a)は、28.6%であった。

表8 単元全体とプログラミング活動に係る時数とその比較

学年	件数	単元全体の時数(a)		プログラミングの時数(b)			割合(b/a)
		Mean(SD)	Max Min	Mean(SD)	Max Min		
第3学年	5	8.4(3.4)	15 6	2.2(1.6)	5 1	23.7	
第4学年	1	12.0(-)	- -	2.0(-)	- -	16.7	
第5学年	3	9.7(2.6)	12 6	2.3(0.5)	3 2	25.5	
第6学年	29	11.6(3.8)	25 4	3.2(1.8)	8 1	30.2	
全体	38	11.0(3.8)	25 4	2.9(1.7)	8 1	28.6	

(7) プログラミング教育の目標

表9は、プログラミング教育の目標を①【知識及び技能】、②【思考力、判断力、表現力等】、③【学びに向かう力、人間性等】の3つの資質・能力の記述から集計した結果である。知識及び技能についての目標設定が一番多く24

件(55.8%)であった。

表9 プログラミング教育の目標の結果

	①知・技	②思・判・表	③学・人
第3学年	2件	2件	2件
第4学年	1件	0件	0件
第5学年	3件	1件	2件
第6学年	18件	2件	10件
全体	24件(55.8%)	5件(11.6%)	14件(32.6%)

4. 考察

プログラミングに関する学習活動の分類の結果では、A分類が一番多く42件(62.7%)であり、過半数を占めていた。これは、小学校理科教育において、第6学年の単元「電気の利用」が、プログラミング教育に関する学習活動の分類で唯一、学習指導要領に例示されている単元等で実施するものであるA分類に示されていることが関係していると考えられる。教科書にもプログラミング教育が示されており、例えば、東京書籍「新しい理科6」において、MESHを活用したプログラミングの活動が示されている。また、プログラミング教育を実践した学年の結果において、第6学年が一番多く50件(74.6%)であることも、上記との関係があると考えられる。このことから、小学校理科教育におけるプログラミング教育は、第6学年の学習指導要領に例示されている単元である「電気の利用」での実践は多く、この単元の学びの前に、どのようなカリキュラムでプログラミング教育を実践していくかを検討する必要があると考えられる。しかし、小学校理科教育において、第3学年から第5学年では、プログラミング教育の実践が少ないことも明らかになった。プログラミング教育のさらなる拡充において、発達段階に応じて、プログラミング教育を実施していくことが必要であると考えられる。本研究の実践事例にもあったように、例えば、第3学年においては、プログラミングの指導形態のうちの①プログラミング的思考を育成するプログラミングを用いた指導を行うことが考えられる。また、②ビジュアル型プログラミング言語を用いた指導においては、本研究の実践事例の中にもあったように、第一段階として、方位磁針や温度計などの理科の実験道具にプログラミング教材を活用することが考えられる。そして、第5学年においては、ビジュアル型プログラミング言語を活用して、自分で考えたことをプログラムすることに取り組む中で、第6学年における電気の有効活用を考えるプログラミング教育が大いに生かされていくと考える。③テキスト型プログラミング言語を用いた指導については、小学校理科における実践事例も本研究では、見つからず、子どもの実態に応じた活用が必要であると考える。

プログラミング教育を実践した年度については、平成30年度から令和元年度にかけて多く実践がされていた。これは、文部科学省よりGIGAスクール構想が示された令和元年12月、そして、令和2年の教科書改訂における影響が考えられる。しかし、令和2年度から3年度にかけて、今回の研究において、実践事例が減少傾向にあることも示された。今後、小学校理科におけるプログラミング教育の実践の共有の充実化が必要であることが考えられる。

プログラミング教育に使用した教材の結果については、MESHが一番多く29件(42.0%)であった。これは、教科書で示されていることや第6学年の単元「電気の利用」において、電気の有効活用を考えるのに特化している教材であることが関係していると考えられる。しかし、偏りはあるが、micro-bitをはじめ、多くの教材が単元での学びに活用されていることが明らかになった。

単元全体とプログラミング活動に係る時数の結果では、単元全体の時数の平均は11時間の中で、プログラミングの時数は、2.9時間と4分の1程度であった。このことから、プログラミング教材の使い方やプログラムの作り方などの時間も含めて教科の中で行うことは、容易でないことが考えられる。実践事例の中でも見られたが、プログラミング教材の使い方やプログラムの作り方などは、他教科や総合的な学習の時間などを活用し、教科横断的なカリキュラムが必要であると考えられる。また、様々なプログラミング教材に触れることも必要であるが、一貫して、同じ教材を活用することで、子どもがプログラミング体験する時間の確保にもつながると考えられる。

プログラミング教育の目標の結果では、知識及び技能が一番多く24件(55.8%)で、過半数であった。このことから、プログラミング教育の目標は、プログラムの作成の仕方など技能的な学びとして位置づけられていることが明らかになった。しかし、ペアプログラミングにおける対話的な学びなど、思考力、判断力、表現力等との関りも大いに期待できると考えられる。

5. まとめ

本研究では、小学校理科におけるプログラミング教育の実践事例を収集・整理し、理科の単元におけるカリキュラム、プログラミング教材の選定、プログラミング教育の目標について分析した。

プログラミング教育の理科の単元におけるカリキュラムとして、以下を示す。第6学年単元「電気の利用」での電気の有効活用を思考するプログラミング教育を行うために、第3学年から第5学年において、単元は固定せず子どもの発達段階や実態に合わせて行う。まず、コン

ピュータを用いずプログラミング的思考を育成するプログラミングを行う。次に、ビジュアル型プログラミングを用いた理科の実験道具の作成を行う。その後、ビジュアル型プログラミングを用いて自分で考えたことをプログラムすることに取り組み、第6学年でのプログラミング教育につなげることができる。

また、プログラミング教材の選定については、MESHやmicro-bitが多く使われていたので、多くの実践事例がある教材を活用することが容易であると考えられる。しかし、多種多様な教材の活用が見られるので、プログラミング教材にこだわることなく、プログラミング教育の実践が可能である。

さらに、プログラミング教育の目標については、プログラミングの作成の仕方など技能的な側面だけでなく、プログラムを作成する中での対話的な学びの側面も重要である。

今後は、実践事例の少なかったエネルギー分野以外でのプログラミング教育の教材の開発を行い、多くの単元でのプログラミング教育の実践可能性について研究を行いたい。

参考文献

- 文部科学省(2020)文部科学白書,第11章 ICTの活用の推進。(参照日:2022.08.05)
- 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(2020)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,第40巻,第2号,p341-350.
- 文部科学省(2020)市町村教育委員会における小学校プログラミング教育に関する取組状況等調査。(参照日:2022.08.06)
- 黒田昌克,森山潤(2018)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との関連性.日本教育工学会論文誌,第41巻,Suppl.号,p169-172.
- 横山隆光,加藤直樹,興戸律子,及川浩和,山崎宣次,葛口菜穂(2018)小学校理科で実施するプログラミング教育に関する教員の意識.日本科学教育学会第42回論文集,p213-214.
- 山本朋弘,寺内愛(2021)小学校総合的な学習の時間の実践事例に見られるプログラミングに関連する学習活動の分析.中村学園大学・中村学園大学短期大学部研究紀要,第54号,p1-5.
- 長野正(2001)授業の方法と技術教師としての成長.玉川大学出版部,東京.
- 文部科学省(2017)【理科編】小学校学習指導要領(平成29年告示)解説.
- 文部科学省(2020)小学校プログラミング教育の手引(第三版).寺内愛,山本朋弘,佐藤和紀,堀田龍也(2021)小学校プログラミング教育の学習指導案に見られる目標記述に関する質的分析.鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要,30巻,p125-134.