

小学校理科におけるプログラミング教育の提案と実践： 学習指導要領に例示されていないB分類での実践

西本彰文*・山口俊枝**・田口浩継***

Proposal and practice of programming education in elementary science: Practices in classification B not exemplified in the government curriculum guidelines (MEXT)

Akifumi Nishimoto*, Toshie Yamaguchi** and Hirotsugu Taguchi***

(Received October 1, 2022)

Programming education in elementary schools has become compulsory from the 2020 school year. Programming education at the elementary school level is classified into categories A through F. It is expected to be implemented in a variety of situations, and various practices are being accumulated.

On the other hand, there are still few practices within the curriculum that correspond to the A and B classifications.

In this practice, we focused on programming within the curriculum (Class B), and conducted a practice on programming education in science. Programming education based on a unit on the function of electric current was implemented for the 4th, 5th, and 6th grades of elementary school.

As a result, we were able to increase students' interest in programming. In addition, we were able to accumulate practical examples.

Key words : programming education, classification B, elementary science

1. はじめに

2017（平成29）年告示の小学校学習指導要領解説総則編では、子供たちに求められる資質・能力としてプログラミング的思考を位置付けている。プログラミング的思考は、自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力と説明されている¹⁾。その後、2020（令和元）年度より小学校でのプログラミング教育が必修化された。

また、プログラミング的思考は「情報活用能力」に含まれる資質・能力の一つでもある。このように、プログラミング教育は、プログラミング的思考を育成するもので、プログラミング言語そのものを覚えたり、プログラミングの技能を習得したりといった活動をねらいとしていない。

一方で、プログラミング教育の実践は小規模自治体での導入の遅れが指摘²⁾され、特定非営利活動法人みんなのコードの調査（2021年7月実施）によると、プログラミング教育を実施したことがある小学校教員は、半数弱と報告³⁾されるなど、プログラミング教育の導入には課題が見られる。これは、学習指導要領の改訂、GIGAスクール構想の導入や教員の働き方改革、コロナ禍等、様々な要因があると考えられる。また、上記の調査³⁾によると教員の専門知識や指導事例の不足が課題として挙げられている。このような状況に地域の教員養成系大学・学部が貢献できる余地が大きいと考える。

また、教育職員免許法施行規則が改正⁴⁾され、教職課程において、「情報機器の活用に関する理論及び方法」が新設され必修化された。今後、教員養成課程においてもプログラミング教育を含む、ICT支援体制のさらなる充実が急務である。

小学校プログラミング教育の手引⁵⁾において、表1に示すように、プログラミング教育をA～Fに分類整理されている⁵⁾。筆者らは、これまで熊本市内の公立

* 熊本大学技術部 ** 熊本市立北部東小学校 *** 熊本大学大学院教育学研究科

小学校を対象としたプログラミング教育の出前授業を行ってきた。これらの実践は、いわゆるC分類での実施であり、内容も既存の教科と関連しないものであった。

C分類など、教科と関連の薄い実践は、各教科等の枠に縛られないプログラミングの体験を提供できるメリットがある一方で、学校や児童の負担が増える可能性がある。B分類など、教科内での取組は多様な教科・学年・単元等に組み込んで実施でき、各教科等の学びと関連させる必要があるが、児童の興味を高める事が期待できる。

表1 プログラミング教育における分類

分類	内 容
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

2. 小学校におけるプログラミング教育

2017（平成29）年告示の小学校学習指導要領解説では、表2に示すように、算数編（第5学年）と理科編（第6学年）で、教科に関連したプログラミング教育が例示されている⁶⁾。

表2 学習指導要領に例示されたプログラミング教育

教科	学年・内容	記述内容（抜粋）
算数	第6学年 「B図形」 (1) 正多角形の作図を行う学習	実際に目的に合わせてセンサーを使いモーターの動きや発光ダイオードの点灯を制御するなどといったプログラミングを体験することを通して、その仕組みを体験的に学習するといったことが考えられる。
理科	第5学年 「A物質・エネルギー」 (4) 電気の利用	正多角形の学習に関連して、児童の負担に配慮し、コンピュータを活用して正多角形の作図をするプログラミングを体験することができることを示している。
総合	省略	省略

これらが表1に示した、A分類に相当するものである。例えば理科では、プログラミングの特性を踏まえ、学習内容と日常生活や社会との関連を重視した学習活動や、自然の事物・現象から見いだした問題を一連の問題解決の活動を意識しながら論理的に解決していく学習活動などと記述されている。

また、A分類に示された内容は、教科書や教材会社、実践事例などの蓄積⁷⁾が進んでおり、比較的实践しやすいと考えられる。

一方で、B分類で例示されているのは、音楽、社会、家庭の3項目⁵⁾で、B分類に相当する実践の蓄積が必要である。また、小学校学習指導要領解説総則編に、「例示以外の内容や教科等においても、プログラミングを学習活動として実施することが可能であり、プログラミングに取り組むねらいを踏まえつつ、学校の教育目標や児童の実情等に応じて工夫して取り入れていくことが求められる。」とされている。

以上のことから、本実践では、B分類でプログラミング教育を行うこととし、第4学年で取り扱う「A物質・エネルギー」(3)電流の働きについての単元に着目したプログラミング教育を実施した。

3. プログラム教育実践詳細

2022年3月14日～22日に、熊本市立S小学校第4・5・6学年を対象にプログラミングの授業を行った。実施スケジュールを表3に示す。4年生のみ追加で1コマ実施した。これは、4年生には、難易度が高かった点と、Bluetooth接続のトラブルに時間を取られたためである。

当初、本実践は対面にて実施予定であったが、コロナ感染症拡大の時期（熊本県まん延防止等重点措置期間：当初、令和4年1月21日～2月13日まで。その後3月21日まで再延長）にあたり、S小学校の教員（理科専科）が授業を実施し、筆者らがリモート（Zoomミーティングを使用）でサポートする形で実施した。実践では、熊本市内の公立学校に導入されている授業支援アプリMetaMoJi Classroomを活用して、資料や、動画、ワークシートを各自のiPadで参照したり、まとめさせたりしながら活動した。

表3 実施スケジュール（45分・2コマ）

期日	実施時間・学年・クラス
3/14	1・2時間目（4-2）3・4時間目（4-1）
3/15	1・2時間目（6-1）
3/16	3・4時間目（5-2）
3/17	1・2時間目（6-2）3・4時間目（5-1）
3/22	1・2時間目（4-1）3・4時間目（4-2）

授業の内容は、「B分類」でプログラミング教育を行うこととし、現場の教員と相談し、第4学年「A物質・エネルギー (3) 電流の働き」を取り扱うこととした。本実践は、第4・5・6学年を対象としたが、基本的には同じ内容（発展的な内容含む）とし高学年は、復習という位置づけとした。

小学校学習指導要領解説（理科編）には、「ア 乾電池の数やつなぎ方を変えると、電流の大きさや向きが変わり、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わる。」、「イ 電流の働きについて追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、電流の大きさや向きと乾電池につないだ物の様子との関係について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。」とある。本実践では、これを踏まえ、toio（図1）というロボット教材を電流に、迷路を電気回路に見立て、電池の+極をスタートし、-極にゴールするようにプログラムする活動とした。図2に、プログラミングミッションの例を示す。

また、ルール（おきて）として、①電池の「プラス極」からは入れない、「マイナス極」からは出られない、②電池は横からは入れない、③豆電球で3秒止まる、④同じマスは通らない、⑤一番外の線から出ないなどの条件を設定した。他にも「プラス」と「マイナス」や、「x軸」と「y軸」を理解し易くする工夫として、「行と列」でのプログラム作成を行った。

プログラムは、図2に示すように、課題として、段階的に①～⑦のミッションとスペシャルミッションを



図1 本実践で用いたロボット教材 (toio)

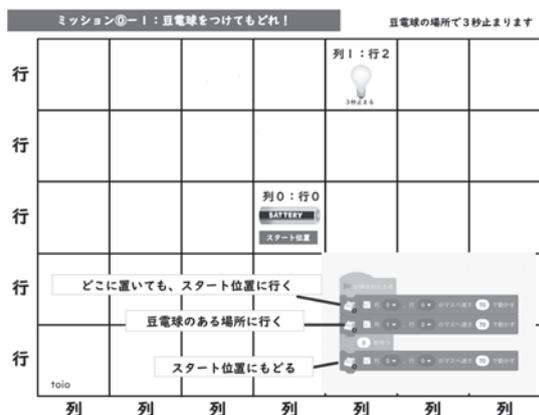


図2 プログラミングミッションの例 (①-1)

用意し、最初のミッション①は、一斉活動とし、その後の進捗は各自に任せた。

さらに、小学校段階では、あくまで体験させる点に留意し、基本的なプログラミング的思考である要素、「順次」、「反復」に加えて、本授業のゴールを、プログラミングを楽しく学ぶ、試行錯誤して何度も修正し、より良いプログラムを作るとした。

3.1 事前準備

- Google フォームでプログラミング経験の有無やプログラミングのレベル、プログラミングに関する考えなどの事前アンケートを実施
- 上記アンケートをもとに、近いレベル同士でペア・班を作り、児童が話し合い助け合いながら進められるよう意図した。また、教室の前の方がプログラミングの初心者となるように着席させた。
- アプリの使い方と、ロボット (toio) の接続方法について5分程度の動画を作成し、事前に試聴するよう声かけを行った。
- 4人で班を組み、図3に示すように班毎に、ロボットを含む教材一式を用意した。

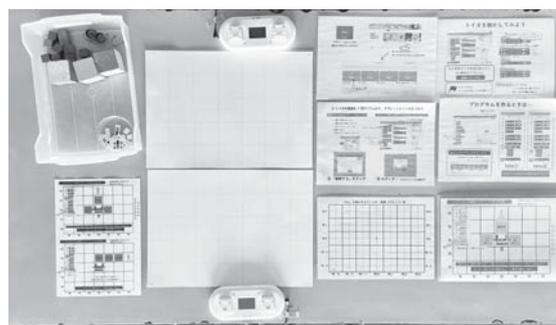


図3 準備した教材 (1班分)

3.2 授業進行

最初に「プログラミング」についての導入を行った。これは、電流のはたらきを盛り込み、学年によっては復習を兼ねた。図4に使用したスライドを示す。

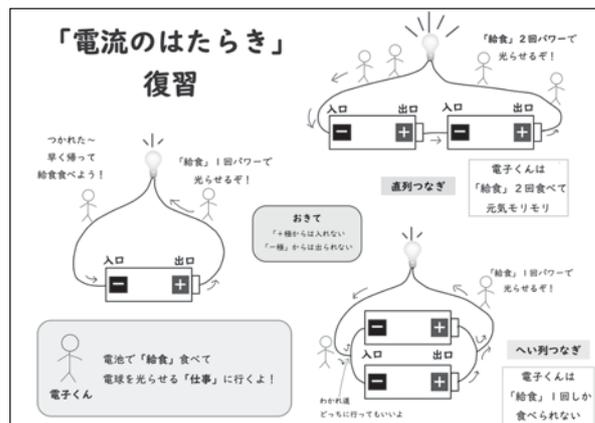


図4 電流の働き復習のスライド

授業内容は、以下の4項目である。

- (1) 電流の向き
- (2) 電池のつながり方
- (3) toio が電流（電子くん）の動きをあらわす
- (4) 豆電球のパワー（抵抗）により、電池を通る回数を変える

また、タブレットやアプリの基本操作ができていない学年やクラスが見受けられたので、MetaMoji ClassRoom を使い、授業ノートに記念写真を貼ったり、プログラムのスクリーンショットを貼ったりさせた。

次に、図2に示した簡単なミッション(①-1)から段階的に組み立てた。最後に、まとめと振り返りを実施し、併せて、Google フォームによる事後アンケートを行った。図5に児童が作成したプログラムの例と図6に動いている様子を示す。



図5 児童（5年生）が作成したプログラムの例

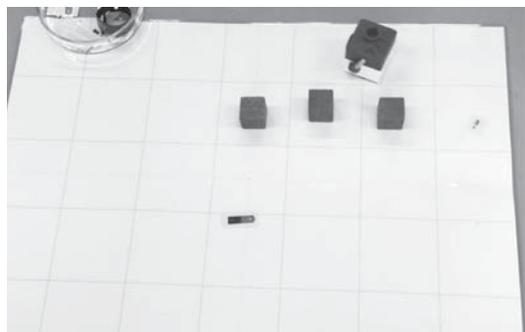


図6 児童（5年生）が作成したプログラムが動く様子

3.3 授業実施者による振り返り

授業実施者および支援者で、授業後に振り返りを行った。その時に示された事項を以下に示す。

- ・予習ビデオや授業ノート、お助けシートを作ったが、情報が多すぎたせいakaあまり活用されなかった。
- ・理科の授業を使って5分ほど、toioの動きを見せたことで関心が高まった。
- ・導入のプレゼンが意欲向上と「何をやるか」「何ができるようになるか」についての動機づけにつながった。
- ・思っていた以上に、導入での説明に時間がかかった。
- ・導入で試行錯誤することについて触れたことで、ミッションをクリアしても、そのプログラムをよりよいものに作り替える工夫が見られた。
- ・わからないときはビデオを見ながら…と考えたが、ネットの速度が上がらず断念し、プレゼン後に全体で見てから進めることにした。
- ・Bluetoothペアリングのトラブルが多かった4年では1コマ追加して「自分でできた」という達成感をもたせるように工夫した。
- ・外部講師に自分の作ったプログラム動画を見てももらったり、アドバイスをもらったり、効果音などを使用することで、児童の意欲が向上した。
- ・児童に、ミッション③をクリアしたら「ミニ先生」をやってとお願いしていたが、より難しいミッションに挑戦したいという意欲の方が大きかったようだった。
- ・ぶつかったり、はみ出したりすることがきっかけで、toioの可能性に気づく児童が多かった

4. 結果と考察

事前アンケートをGoogle フォームにて実施した。設問は、①プログラミング経験の有無、②プログラミングのレベル（自己評価）、③プログラミングは楽しそうか？、④プログラミングは難しいと思うか？、⑤プログラミングを授業でやってみたいか？の5問である。なお、②プログラミングスキルの自己評価については、①で経験ありと答えた児童のみの回答とし、初心者：ちょっとしかやったことがない、初級：簡単なゲームを作ったり図形を描いたりできる、中級：友だちに教えたり、ネットにアップしたりしている、上級：もっとすごい、からの選択式とした。

各学年毎の回答結果を表4に、全体の回答結果を図7に示す。事前アンケートの結果から、①より児童の多くは、プログラミングの経験を持っており、②より児童のプログラミングスキル（自己評価）には差があることが伺えた。また、③プログラミングを楽しそうだと答える児童が多く、一方で、④難しそうだと回答する児童が多くを占めた。

プログラミングを体験した後、振り返りの時間に事

表4 事前アンケート(学年)の結果 n=188(人)

設問	回答	4年	5年	6年
①プログラミング経験の有無	あり	58	38	45
	なし	9	29	9
②自身のプログラミングのレベル(①であると回答した人のみ)	初心者	19	15	27
	初級	27	11	12
	中級	9	11	4
③プログラミングは楽しそうか	とても楽しそう	38	32	22
	楽しそう	26	23	21
	よくわからない	3	9	7
④プログラミングは難しいと思うか	とても楽しそう	0	3	4
	とても難しそう	13	12	15
	難しそう	37	40	26
⑤プログラミング授業をやってみたいか	よくわからない	4	2	8
	難しくなさそう	13	13	5
	はい	56	51	40
⑤プログラミング授業をやってみたいか	いいえ	4	4	3
	わからない	7	12	11
	わからない	7	12	11

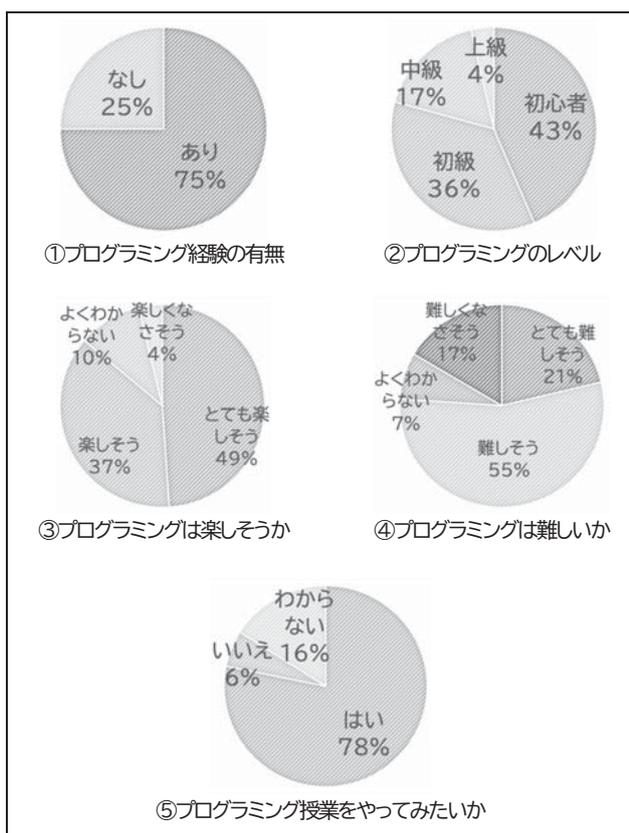


図7 事前アンケートの結果(全体)

後アンケートと自由記述による「感想や意見」を記述させた。設問は、①プログラミング学習は楽しかったか、②ロボット(toio)を動かしてみ、プログラミングについてどう思ったか、③プログラミングを直し

て、より良いプログラムになるように工夫や試行錯誤をしたか、④これまでよりプログラミングができるようになったと思うか、⑤プログラミングをもっとやってみたいか、⑥これからもプログラミングにチャレンジしたいかの6問である。実施した事後アンケートの結果を表5と図8に示す。また、自由記述による「感想や意見」をテキストマイニングツール⁸⁾で処理し、作成した共起ネットワークを図9に示す。

事後アンケートの結果から、設問①、⑤では、「楽しめた・できた・もっとやりたい」という感想が多かった。設問②の難易度については、学年ごとの検討が必要であるが、思ったより簡単と回答した児童と思ったより難しかったと感じた児童が多かった。しかし、児童の活動の様子や感想などを見ても肯定的な意見が多く、ほどよい難易度に設定できたと考える。③工夫や試行錯誤したかの問いについては、より良いプログラムの改良に取り組んだ児童が多く見られ、また友だち

表5 事後アンケート(学年)の結果 n=161(人)

設問	回答	4年	5年	6年
①プログラミング学習は楽しかったか	とても楽しかった	47	46	28
	楽しかった	10	13	8
	どちらでもない	3	1	0
	つまらなかった	0	0	2
②ロボット(toio)を動かしてみ、プログラミングについてどう思ったか	とてもつまらなかった	2	0	1
	難しい	14	4	6
	思ったよりも難しい	29	19	9
	思ったよりも簡単	12	24	15
③プログラミングを直して、より良いプログラムになるように工夫や試行錯誤をしたか	簡単だった	5	11	5
	やってみた	39	37	27
	友だちに助けられてやってみた	22	22	12
	やらなかった	1	1	0
④これまでよりプログラミングができるようになったと思うか	できるようになった	24	39	19
	少しだけできるようになった	30	17	13
	どちらでもない	1	1	1
	あまりうまくできなかった	6	3	4
	できなかった	1	0	1
⑤プログラミングをもっとやってみたいか	とてもやりたい	42	45	25
	やりたい	11	14	8
	わからない	0	0	3
	あまりやりたくない	3	1	2
	やりたくない	2	0	1
⑥これからもプログラミングにチャレンジしたいか	やりたい	56	55	31
	わからない	2	5	6
	やりたくない	4	0	2

