

平成 30 年度
広島市教育センター

プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させる指導方法の工夫 ーフローチャートを取り入れたワークシートの活用を通して（小学校理科）ー

広島市立藤の木小学校教諭 村 中 智 彦

研究の要約

本研究は、平成 32 年度に小学校で必修化されるプログラミング教育を、理科に位置付け、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させるための指導方法の工夫について探ろうとしたものである。

児童に、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させるためには、児童の考えを可視化し、操作につなげる手立てが有効であると考えられる。このことから、フローチャートを取り入れたワークシートを作成し、指導を行った。

その結果、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させるためには、自分の意図を操作につなげる感覚や思考をもつこと、課題把握を徹底すること、ブロックの動きの確認、試行錯誤させることに留意する必要があることが分かった。

キーワード：小学校理科，プログラミング教育，知識及び技能，
フローチャート，ワークシート

I 問題の所在

平成 29 年 3 月に告示された『小学校学習指導要領』に、プログラミング教育が明記され、平成 32 年度から完全実施される。

平成 30 年 3 月に文部科学省から、『小学校プログラミング教育の手引き』の第一版が、同年 11 月には、第二版が示され、プログラミング教育で育む資質・能力が明記された。その中の「知識及び技能」には、「子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということを体験させながら、身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。」¹⁾と示されている。特に、小学校段階では、プログラミングの体験を通して気付かせることが大切であり、今後の生活においてコンピュータ等を活用していく上で、必要な基盤になると述べられている。

『小学校学習指導要領（平成 29 年告示）』には、プログラミング教育を位置付ける学年や教科等として、算数科、理科、総合的な学習の時間が挙げられており、その内容や取り扱いについて例示されている。

これまで自身は、授業研究のテーマを理科とし、指導方法の工夫を行ってきた。また、本校は、平成 22 年度に文部科学省の指定を受け、ICT 環境が整備されており、教師も児童も授業において日常的に ICT を活用している。

しかし、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を育むような理科の授業は今まで行ったことがない。

以上の課題や今後の動向を踏まえ、本研究では、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させることを目指し、そのための指導方法の工夫について探ることとした。

II 研究の目的

プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させるための指導方法を探ることを目的とする。

III 研究の方法

- 1 研究主題に関する基礎的研究
- 2 研究仮説と検証の視点
- 3 検証授業の計画と実施
- 4 検証授業の分析と考察
- 5 検証授業におけるまとめと今後の方向性
- 6 第 2 回検証授業の分析と考察
- 7 第 2 回検証授業におけるまとめ

IV 研究の内容

1 研究主題に関する基礎的研究

(1) プログラミング教育に係る「知識及び技能」とは

プログラミング教育に係る「知識及び技能」について『小学校プログラミング教育の手引き（第二版）』には、「子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということを体験させながら、身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。」¹⁾とあり、以下の 2 点に分類することができる。

- ・ 身近な生活でコンピュータが活用されていることに気付くこと。
- ・ 問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。

本研究では、特に「問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。」を習得させる指導方法を探ることとする。

(2) 問題の解決の手順とは

『小学校プログラミング教育の手引き（第二版）』には、コンピュータを動作させる手順の例を示しており（2頁 図1 参照）、こうしたことへの気付きが小学校段階では重要であると述べている。

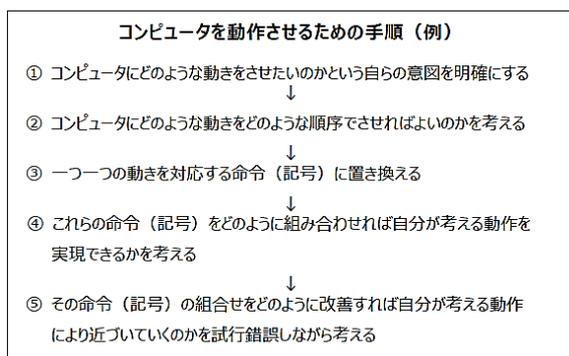


図1 「コンピュータを動作させるための手順（例）」²⁾

本研究では、上記で示した手順を、「問題の解決の手順」とし、プログラミング体験学習において、この手順に気付かせることを目指すこととする。

(3) プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させるために

ア プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得するために大切な三つの要素について

黒上（2017）は、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得するためには、ただ体験としてプログラムを介してモノを動かしてみる体験をするだけでは十分ではなく、以下の三つが大切であると述べている。（図2 参照 以下「三つの要素」と表現）

- ・ モノが動く背景にはどのような指令（自分の意図）があるのかについての感覚
- ・ その指令が何を操作しているのかについての感覚
- ・ モノを思ったとおりに操る思考

図2 「三つの要素」

イ 「三つの要素」を大切にするために

「三つの要素」を大切にするために黒上氏は、フローチャートによる考え方の可視化を示している。これは、フローチャートで表されたアルゴリズム（問題解決の手順）を、コンピュータの言語に落としていくことがプログラミングであると、黒上氏が示しているからである。

よって考え方の可視化は、自分の意図を操作につなげる手立てとなり、思ったとおりに操る思考の手助けになると考えられる。

ウ フローチャートとは

フローチャートとは、現代学校教育大辞典によると、「複雑な仕事の処理手続きの流れを、一定の記号や矢印などを用いて、図式的に表現したもの。」³⁾とあり、「図式化することによって、複雑な処理手順が直感的に把握できるとともに、誤りの発見も容易になる。」⁴⁾と示されている。

(4) プログラミング教育に係る「知識及び技能」の習得に向けたフローチャートを取り入れたワークシートの活用

本研究では、1の(3)を踏まえ、フローチャートを取り入れたワークシート（以下「ワークシート」と表現）を手立てとして活用する。このワークシートの特徴は次の2点である。

- ア 「三つの要素」を位置付ける
- イ 長方形の記号のみを用いる

ア 「三つの要素」を位置付ける

ワークシートには、「三つの要素」（図2 参照）を位置付け、コンピュータを使ったプログラミングの体験を行う準備の段階及び実際にプログラミングの体験を行う過程で活用した。

イ 長方形の記号のみを用いる

『小学校プログラミング教育の手引き』には、プログラミングを支える基本的な三つの処理を示している。

- ・ 命令（記号）を順序立てる（順次処理）
- ・ 命令（記号）を繰り返させる（反復処理）
- ・ 条件を設定して命令（記号）を分岐させる（条件分岐処理）

本来フローチャートは、順次処理、反復処理、条件分岐処理に応じて、使う記号が変わるが、本研究で使うワークシートでは、小学生に分かるように、長方形の記号のみを用いることとした。

本研究における検証授業では、お掃除ロボットの動きを制御するプログラミングの処理手順について、上から順に長方形の記号を並べ、矢印でつなぐことで、順次処理を意識させた。

(図3 参照)

以上のことをワークシートに位置付け、プログラミング体験学習に活用することにより、児童自身の「考えの可視化」が図られ、直感的に問題解決の手順を把握することができると考えた。

なお、プログラミング体験学習は、理科の学習の観察・実験に位置付け、理科の問題解決の過程に沿って行うこととする。

(5) ワークシートの分析について

問題(図3の一番上の欄)に対する答えを書くワークシートの結論の記述で(図3 Aの部分 参照)、「問題の解決には必要な手順があること」についての気付きが見られるかを見取ることとした。表1は、「三つの要素」の、ワークシートへの位置付けと活用場面等を示した表である。(表1 参照)

「三つの要素」を位置付けたワークシートの機能状況については、「目指す児童の姿」が見られたかどうかで分析・考察を行うこととした。

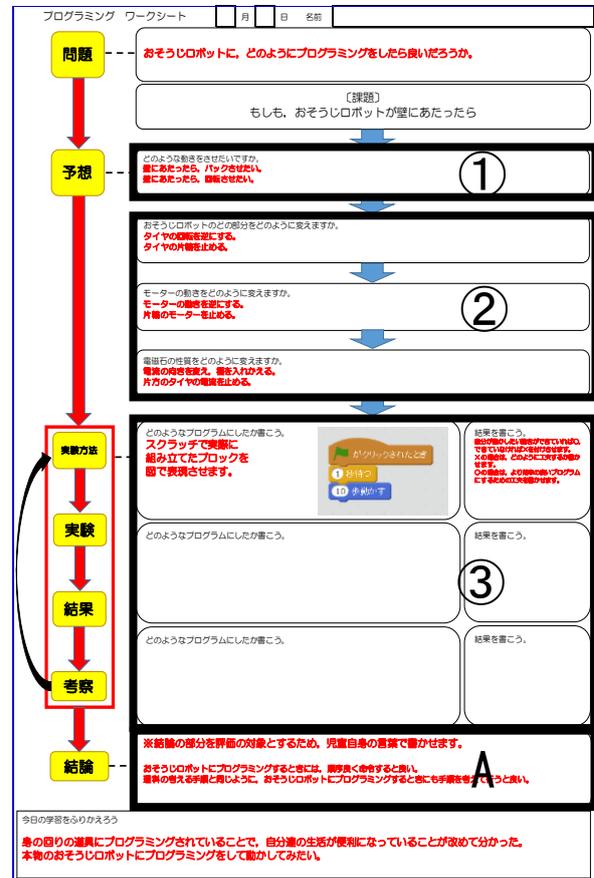


図3 プログラミング体験学習で使用したワークシート

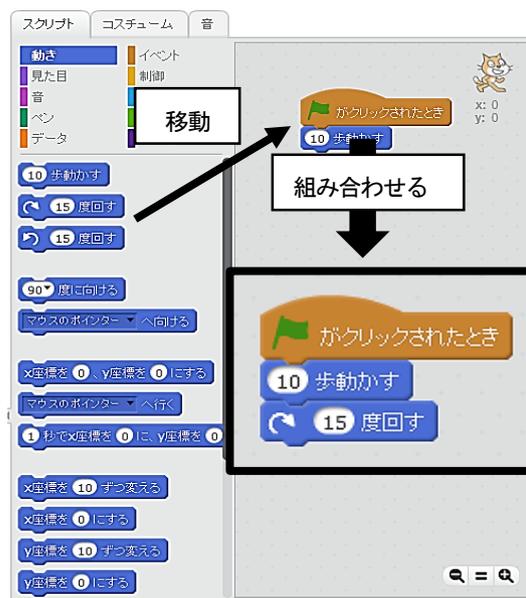
表1 「三つの要素」の、ワークシートへの位置付けと活用場面等

「三つの要素」	ワークシートにおける位置付け	活用場面	目指す児童の姿
モノが動く背景にどのような指令(自分の意図)があるのかについての感覚	ワークシートの「予想」の段階 「どのような動きをさせたいですか。」 (図3 ①)	プログラミング体験学習の準備の際の、結果の予想(自分の意図)を立てる段階で活用する。	ワークシートの「予想」の段階 【課題】「もしも、おそうじロボットが壁にあたらしたら」に対する自分の意図を、「どのような動きをさせたいですか。」の欄に書くことができる。 (例) 壁にあたらしたら、バックさせたい。
その指令が何を操作しているのかについての感覚	ワークシートの「予想」の段階 「おそうじロボットのどの部分をどのように変えますか」→「モーターの動きをどのように変えますか」→「電磁石の性質をどのように変えますか」 (図3 ②)	自分の意図を実現するために、お掃除ロボットのどの部分が、どのように変わるのかを考えて記入させる場面で活用する。	ワークシートの「予想」の段階 自分の意図を実現するために、お掃除ロボットの内部構造を、以下の三つの観点においてどのように変えるのかを予想し、ワークシートの三つの欄に、三つともすべて書くことができる。 ・「おそうじロボットのどの部分をどのように変えますか」 ・「モーターの動きをどのように変えますか」 ・「電磁石の性質をどのように変えますか」
モノを思ったとおりに操る思考	ワークシートの「結果」及び「考察」の段階 「どのようなプログラムにしたか書こう」及び「結果を書こう」 (図3 ③)	実際のプログラミング体験を行う際に、以下の場面で活用する。 ・ 処理の結果を記入させ、予想と比べさせることで、自分の意図通りの動きになっているか確認させる。 ・ うまく動かなかった場合には試行錯誤させ、再びプログラミングを行い、処理の結果を記入する活動を繰り返させる。	ワークシートの「結果」及び「考察」の段階 ・ 作成したお掃除ロボットの動きを制御するプログラミングの処理手順(スクラッチのブロックを並べたプログラム)を、「どのようなプログラムにしたか書こう」の欄に書くことができる。 ・ 「結果を書こう」の欄に、自分の意図通りの動きになったか、そうではないのかという結果を書くことができる。

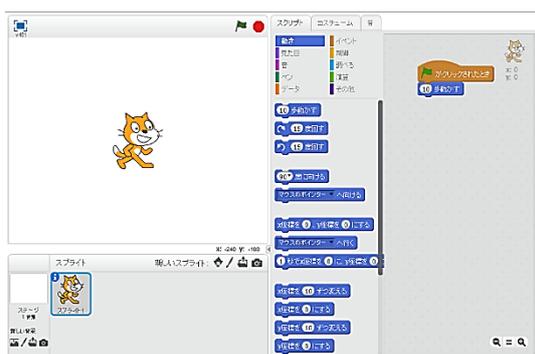
(6) プログラミング言語について

本研究では、コンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということを体験する教材として、MIT (マサチューセッツ工科大学) で開発された小学校にも使える教育用プログラミング言語である「スクラッチ」を使用する。

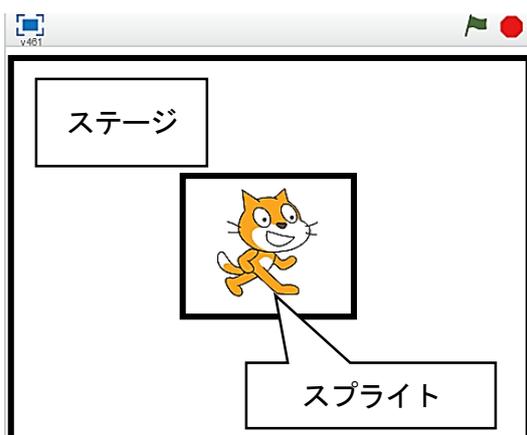
「スクラッチ」は、「ステージ」上の「スプライト」というキャラクターや画像に (資料2 参照) コンピュータへの命令 (記号) を表す「ブロック」を組み合わせることで (資料3 参照)、自分が意図する動きをさせることができる。そのため、図1で示した手順 (2頁 図1 参照) を気付かせるために有効なプログラミング言語であると考えられる。



資料3 「ブロック」



資料1 「スクラッチ」の画面



資料2 「ステージ」及び「スプライト」

2 研究仮説と検証の視点

(1) 研究仮説

「三つの要素」を位置付けたワークシートを、プログラミング体験学習に活用することで、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させることができるであろう。

(2) 検証の視点とその方法

表2 検証の視点と方法

	検証の視点	検証の方法
1	プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得することができたか。	ワークシート分析
2	ワークシートは、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させるために有効であったか。	ワークシート分析 作品分析

3 検証授業の計画と実施

(1) 検証授業計画

期 間：平成 30 年 10 月 17 日～11 月 14 日
 対 象：小学校第 5 学年 37 名
 単元名：「電流が生み出す力」
 指導計画：全 12 時間 (5 頁 表 3 参照)

本単元は、理科〔第5学年〕の「A物質・エネルギー」の(3)「電流の働き」の学習である。ここでは、電磁石を利用した身の回りの道具であるモーターを扱う。モーターは、身近な生活で活用されている道具に使われていることが多く、モーターの動きを制御するためにプログラミングされている。よってこの単元は、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させるために適切な単元である。



資料4 使用したスクラッチのステージの画面

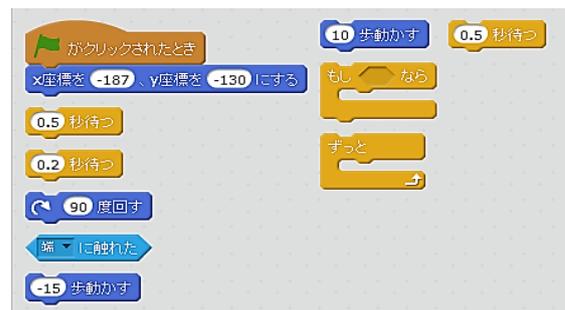
表3 検証授業指導計画

単元名・対象	理科「電流が生み出す力」(全12時間)	
単元計画 (全12時間)	指導手順	ワークシートの活用
	【第一次 電磁石の性質】 ①② エナメル線を巻いてコイルを製作し、電流を流して電磁石になることを知る。	
	③ 電磁石は、電流が流れているときに鉄芯が磁化され、電流の向きが変わると電磁石の極が変わることを知る。	
	【第二次 電磁石の強さ】 ①②③ 電磁石の強さを変える条件を予想し、実験を通して理解する。	
	【第三次 電磁石を利用したものづくり(プログラミングの体験)】 ① (1) 電磁石を利用した道具には、モーターがあることを知る。 (2) モーターを利用した道具には、「お掃除ロボット」があることを知る。 (3) 身の回りにあるモーターを使った道具には、コンピュータやセンサーが組み込まれているものがあることを知る。 (4) 動きを制御するには、コンピュータに命令(プログラム)がされていることを知る。	
②③ (1) 「お掃除ロボット」の動きを制御するという動作を実現するために、命令をどのように組み合わせればよいのかを考え、実際に試してみる活動を通して、その動作の仕組みを体験的に捉える。 (2) うまく動かなかったとき、意図した動作を条件に合うように変えるためには、プログラムをどのように改善すれば良いのか考えたり、実際に試したりする。 (3) 友達と自分が作ったプログラムを共有したり、比較したりし、より効率的なプログラムにするにはどうすれば良い考えたり、交流したりする。		
【第四次 電磁石を利用したものづくり】 ①② 電磁石を利用したものづくりを行う。		
【第五次 まとめ】 ① 単元末テスト		

(2) 検証授業

本単元の第三次(表3 参照)に、プログラミングに関する学習活動を行った。課題を「お掃除ロボットが、もし壁に当たったら」とし、プログラミング体験学習を行った。

資料4は、児童がプログラミング体験で使用したスクラッチのステージの画面である。お掃除ロボットの画像を用意し、実際にお掃除ロボットにプログラミングしているという実感をもつことができるよう工夫した。



資料5 使用したスクラッチのブロック

また、資料5は、児童がプログラミング体験で使用したスクラッチのブロックである。お掃除ロボットが壁に当たった際に、ブロックを順序よく並べることで、後退したり、回転したりすることができるよう、ブロックの種類は教師が指定した物を使わせた。手順を意識して並べることで、「もしも、お掃除ロボットが壁に当たったら」という課題を解決することができるようにした。

4 検証授業の分析と考察

(1) プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得することができたか。

検証の視点1については、ワークシートの結論の欄の記述で(3頁 図3 A 参照)、「問題の解決には必要な手順があること」についての気付きが見られるかを見取ることとした。

(表4 参照)

表4 ワークシートの結論の欄に、「問題の解決には必要な手順があることに気付いている。」旨の記述があった児童の人数と割合

N=33		
	書けている	書けていない
人数	13名	20名
割合	39.3%	60.7%

表4に示す通り、ワークシートの結論の欄に、「問題の解決には必要な手順があることに気付いている。」旨の記述があった児童は約39%であった。

この結果からは、「問題の解決には必要な手順があること」に気付かせることができなかつたと言わざるを得ない。

この結果を受けて、なぜこのような状況になってしまったのか、その原因を追究することにした。

(2) ワークシートは、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させるために有効であったか。

ここでは、上記の(1)において、思わしい結果が得られなかった原因として、手立てが上手く機能しなかったのではないかという考えから、手立ての機能状況を確認することにした。手立ての機能状況を確認するには、ワークシートに位置付けた、「三つ要素」を目指す児童の姿(3頁 表1 参照)と照らし合わせて見ることとする。

ア モノが動く背景にどのような指令(自分の意図)があるのかについての感覚

表5 ワークシートの予想の段階である「どのような動きをさせたいか」の問いに、自分がしたい動きを書けた児童の人数と割合

N=33		
	書けている	書けていない
人数	32名	1名
割合	97.0%	3.0%

表5はワークシートの予想の段階である「どのような動きをさせたいか」の問いに、自分がしたい動きを書けた児童の人数と割合を示した表である。自分がしたい動きを書けた児童は、約97%であった。

この結果から、「モノが動く背景にどのような指令(自分の意図)があるのかについての感覚」をもつことはできたと考えられる。

しかし内容を見ると、例えば「全部の所を掃除させたい。」や「吸引力を強くしたい。」など、自由に自分がしたい動きを考え、課題から逸れている児童がいた。

そこで、自分がしたい動きを書けた児童の内、課題「もしも、お掃除ロボットが壁に当たったら」に対応した自分の意図が書けていた児童の人数と割合を分析した。(表6参照)

表6 表5で示した「書けている」児童32名の内、課題「もしも、お掃除ロボットが壁に当たったら」に対応した自分の意図が書けていた児童の人数と割合

N=32		
	書けている	書けていない
人数	15名	17名
割合	46.9%	53.1%

表6に示す通り、課題である「もしも、お掃除ロボットが壁に当たったら」に対応した自分の意図が書けていた児童は、表5で示した「書けている」児童の内、約47%に留まった。

この結果から、児童は課題を十分把握できていないことが考えられた。

このことから、「モノが動く背景にどのよう

な指令（自分の意図）があるのかについての感覚」をもたせるためには、課題把握を徹底させることが大切であることが示唆された。

イ その指令が何を操作しているのかについての感覚

表7 ワークシートの予想の段階で、自分が意図した動きを実現するために、電磁石の性質やモーターの動きをどのように変えるのか書けた児童の人数と割合

N=33

	書けている	書けていない
人数	25名	8名
割合	75.8%	24.2%

表7はワークシートの予想の段階で、自分が意図した動きを実現するために、電磁石の性質やモーターの動きをどのように変えるのか書けた児童の人数と割合を示した表である。自分が意図した動きを実現するために、電磁石の性質やモーターの動きをどのように変えるのか書けた児童は約76%であった。

この結果から、ワークシートについて次の2点が有効に働いたと考える。1点目は、自分が意図した動きを実現するために、何をどのように変えるのかを、児童の思考の流れに沿って設問したことである。2点目は、考えの可視化をする長方形を上から順に並べたことである。

以上のことから、「その指令が何を操作しているのかについての感覚」を概ねもてたと考えることができる。

しかし、書けていない児童は約24%いた。原因として、スクラッチの操作が初めてであったため、一つ一つのブロックの動きが分からず、コンピュータ上で行うプログラミングと、理科で学習した電磁石の性質とを関連付けることができなかつたと思われる。そのため、お掃除ロボットの動きの見通しがもてず、電磁石の性質やモーターの動きを考えることができなかつたと考えた。

このことから、「その指令が何を操作しているのかについての感覚」をもたせるためには、スクラッチの使い方や基本となるプログラム

を示し、ブロックを確認する場を設定することが大切であることが示唆された。

ウ モノを思ったとおりに操る思考

表8 ワークシートの結果及び考察の段階で、プログラミングの処理の結果が書けていた児童の人数と割合

N=33

	書けている	書けていない
人数	20名	13名
割合	60.6%	39.4%

表8は、ワークシートの結果及び考察の段階で、プログラミングの処理の結果が書けていた児童の人数と割合を示した表である。プログラミングの処理の結果が書けていた児童は、約61%に留まり、「モノを思ったとおりに操る思考」を十分にもたせるまでには至っていないと考えられる。

また、「その指令が何を操作しているのかについての感覚」の段階（3頁 表1 参照）で思考が途切れてしまった児童は、実際のプログラミングについても、課題解決をしているという感覚がもてずに、活動している様子が見られた。そのため、試行錯誤したり、改善したりする必要性がもてずに、ワークシートに書けなかつたと考えられる。

このことから、「モノを思ったとおりに操る思考」をもたせるためには、課題把握を徹底し、プログラムの動き方のイメージをつかみ、ブロックを確認する場を設定するとともに、試行錯誤する体験を充実する必要があるとの示唆が得られた。

エ 「三つの要素」の状況

表9 ワークシートに位置付けた、「三つの要素」に関する記述が全て見られた児童の人数と割合

N=33

	見られた	見られない
人数	18名	15名
割合	54.5%	45.5%

表9は、ワークシートに位置付けた、「三つの要素」（2頁 図2 参照）に関する記述が全て

見られた児童の人数と割合を示した表である。三つ全て書いていた児童は18名で約55%であった。

表10 ワークシートに位置付けた、「三つの要素」に関する記述が見られた児童18名の内、「問題の解決には必要な手順があること」に気付いた児童の人数と割合

N=18		
	気付いている	気付いていない
人数	8名	10名
割合	44.4%	55.6%

また、表10は、ワークシートに位置付けた、「三つの要素」に関する記述が全て見られた児童の内、「問題の解決には必要な手順があること」に気付いた児童の人数と割合を示した表である。「三つの要素」に関する記述が見られた児童の内、「問題の解決には必要な手順があること」に気付いた児童は、約44%であった。このことから、「三つの要素」を位置付けたワークシートが、思うように機能したとは言い難い。

5 検証授業におけるまとめと今後の方向性

(1) 検証授業におけるまとめ

検証授業を考察した結果、「三つの要素」をワークシートに位置付け、プログラミング体験学習に活用したが、ワークシートが思うように機能せずに、「問題の解決には必要な手順があること」に気付かせることができなかつたと言わざるを得ない。

(2) 2回目のプログラミング体験学習に向けた指導の改善と計画

上記のまとめを基に、指導方法を以下の3点について改善すると共に、ワークシートを修正し、2回目のプログラミング体験学習を行うことにした。(以下「2回目」と表現)

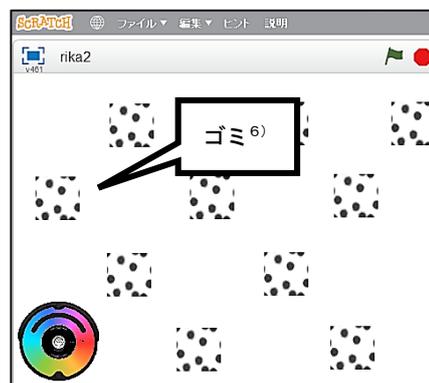
- ・ 課題把握の徹底
- ・ ブロックの動きの確認
- ・ 試行錯誤による修正・改善

改善する3点について、具体を以下に示す。

ア 課題把握の徹底

1回目のプログラミング体験学習(以下1回目と表現)で曖昧であった課題「お掃除ロボットにどのようにプログラミングしたら良いのだろうか」を「お掃除ロボットに、どのようにプログラミングしたら、掃除をさせることができるのだろうか」とし、ゴミを全て取るためにはどのようなプログラミングを行えばいいのか考えさせることにした。課題を具体的な場面に限定することで、自分の意図を決定しやすいと考えたからである。

資料6は、2回目に使用したスクラッチのステージの画面である。1回目のステージの画面に加えて、ゴミを挿入した。



資料6 2回目に使用したスクラッチのステージの画面

ゴミはお掃除ロボットが触れると消えるよう、あらかじめプログラムしておいた。

ブロックについては、資料5で示したブロックを使用した。(5頁 資料5 参照)

イ ブロックの動きの確認(10頁 図4 ②参照)

1回目では、スクラッチの使い方やスクラッチのブロック(命令)の説明を行ったが、ブロック(命令)一つ一つの動きについては、丁寧に確認することができなかった。そのため、児童は、一つ一つのブロック(命令)がどのような動きをさせるための命令なのかを把握できずに、プログラミング体験に臨んだため、お掃除ロボットの動きの見通しがもてず、ワークシ

ートに書くことができなかつたと考えられる。そこで、2回目のワークシートでは、基本となるプログラム（資料7 参照）を示し、いつも確認できるようにした。また、実際にプログラミングを始める前に、基本となる操作方法や、提示した基本となるプログラムを全員で実際に操作体験し、基本となるプログラムの動き方や、一つ一つのブロック（命令）の動き方を確認した。そうすることで、お掃除ロボットの動きの見通しをもたせることができ、自分の意図を決定しやすいつと考えたからである。



資料7 基本となるプログラム

資料7で示した、基本となるプログラムは、A 順次処理、B 反復処理、C 条件分岐処理についてであり、この三つの動きをプログラミング体験学習の準備段階で確認した。指導に当たっては、これらのプログラムを参考にして、プロ

グラミングを行うようにした。

ウ 試行錯誤による修正・改善（10 頁 図4 ①③ 参照）

1回目のワークシートでは、予想の段階において、本単元で学習した電磁石の性質とモーターの動きを結び付け、それらを基にプログラミングを通して、お掃除ロボットの動きを制御する体験学習を行った。しかし、スクラッチを使って行ったプログラミング体験学習は、画面上でのシミュレーションに過ぎず、お掃除ロボットの内部構造を予想しながらプログラミングを行うことを、児童は難しいと感じたようであった。

それを受けて、2回目はお掃除ロボットを使って、掃除をさせるためには、どのようにプログラミングすればよいのかという、プログラミング教育に特化した体験学習とすることとした。その際に、「問題の解決に必要な手順があること」を気付かせるためには、試行錯誤して問題解決する時間を十分に確保する必要があると考えた。

そこで、2回目のワークシートは、自分の意図する動きを予想する場面や、結果を示す場面では、プログラミングの体験学習の際に、試行錯誤の時間の確保のため、図に矢印を書き込む形にして活用することとした。

なお、2回目のワークシートも、1回目と同様に、「三つの要素」を位置付けるとともに、ワークシートの結論の記述で「問題の解決には必要な手順があること」についての気付きを見取ることとした。1回目と2回目のワークシートの違いを表11に示す。（10 頁 表11 参照）

また、表12は、「三つの要素」の、2回目ワークシートへの位置付けと活用場面等を示した表である。（10 頁 表12 参照）「三つの要素」を位置付けたワークシートの機能状況については、「目指す児童の姿」が見られたかどうかで分析・考察を行うこととする。

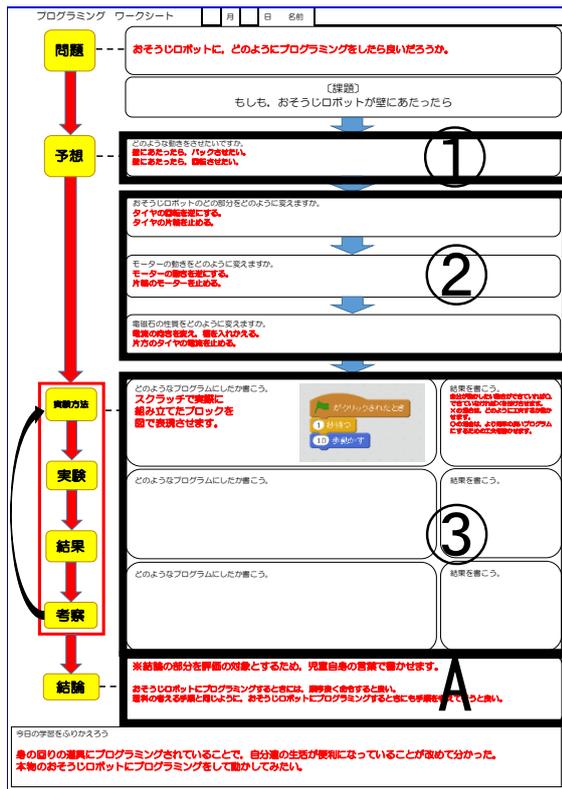


図3再掲 1回目に使用したワークシート

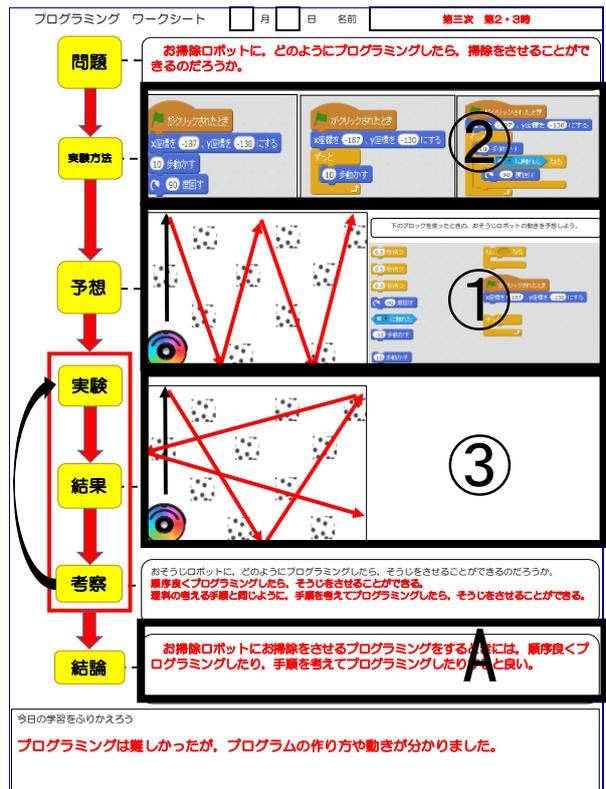


図4 2回目に使用したワークシート

表11 1回目のワークシートと2回目ワークシートとの違い

1回目のワークシート	修正した理由	2回目のワークシート
ワークシートの「予想」の段階 「どのような動きをさせたいですか。」 (図3 ①)	試行錯誤する体験を充実する必要がある。	ワークシートの「予想」の段階 (図4 ①) 図に矢印で書き込む形に修正
ワークシートの「予想」の段階 「おそうじロボットのどの部分をどのように変えますか」→「モーターの動きをどのように変えますか」→「電磁石の性質をどのように変えますか」 (図3 ②)	「その指令が何を操作しているのかについての感覚」をもたせるためには、プログラムの動き方のイメージをつかみ、動きの見通しをもたせる場を設定することが大切である。	ワークシートの「実験方法」の段階 (図4 ②) 基本となるプログラムを示し、いつも確認できるように修正
ワークシートの「結果」及び「考察」の段階 「どのようなプログラムにしたか書こう」及び「結果を書こう」 (図3 ③)	試行錯誤する体験を充実する必要がある。	ワークシートの「結果」の段階 (図4 ③) 図に矢印で書き込む形に修正

表12 「三つの要素」の、2回目ワークシートへの位置付けと活用

「三つの要素」	ワークシートにおける位置付け	活用場面	目指す児童の姿
モノが動く背景にどのような指令(自分の意図)があるのかについての感覚	ワークシートの「予想」の段階 (図4 ①)	プログラミング体験学習の準備段階における、結果の予想(自分の意図)を立てる段階で活用する。	ワークシートの「予想」の段階 [課題]「お掃除ロボットに掃除をさせる。」に対する自分がさせたいお掃除ロボットの動き(自分の意図)を、スクラッチのステージ図に、矢印で書き込んでいる。
その指令が何を操作しているのかについての感覚	ワークシートの「実験方法」の段階 (図4 ②)	実際にプログラミングを始める前に、基本となる操作方法や、提示した基本となるプログラムを全員で実際に操作体験し、基本的なプログラムの動き方や、一つ一つのブロック(命令)の動き方を確認する段階で活用する。	ワークシートの「実験方法」の段階 確認した、基本的なプログラムの型を使って、プログラミングを行っている。
モノを思ったとおりに操る思考	ワークシートの「結果」の段階 (図4 ③)	実際のプログラミング体験を行う過程において、プログラミングの処理の結果を記入させる場面で活用する。	ワークシートの「結果」の段階 プログラミングを行った際の、スクラッチ上のお掃除ロボットが、どのような動きになったか、スクラッチのステージ図に、矢印で書き込んでいる。

- (3) 第2回検証授業計画（5頁 表3 参照）
本単元の第三次の第3時に、2回目を行った。

6 第2回検証授業の分析と考察

- (1) プログラミング教育に係る「知識及び技能」
を習得することができたか。

表13 ワークシートの結論の欄に、「問題の解決には必要な手順があることに気付いている。」旨の記述があった児童の人数と割合

N=31

	書けている	書けていない
人数	25名	6名
割合	80.6%	19.4%

表13は、ワークシートの結論の欄に、「問題の解決には必要な手順があることに気付いている。」旨の記述があった児童の人数と割合について示した表である。ワークシートの結論の欄に、「問題の解決には手順があることに気付いている。」旨の記述があった児童は、約81%であった。

この結果から、「問題の解決には必要な手順があること」に概ね気付かせることができたことと示唆される。

- (2) 2回目のワークシートは、プログラミング教育に係る「知識及び技能」を習得させるために有効であったか。

続いて、2回目のワークシートの機能状況を検証する。

- ア モノが動く背景にどのような指令（自分の意図）があるのかについての感覚

表14 ワークシートの予想の図に、自分がしたい動きを矢印で書けていた児童の人数と割合

N=31

	書けている	書けていない
人数	30名	1名
割合	96.8%	3.2%

表14は、ワークシートの予想の図に、自分がしたい動きを矢印で書けていた児童の人数と割合を示した表である。ワークシートの予想の

図に、自分がしたい動きを矢印で書けていた児童は約97%であった。

このことから、2回目に使用したスクラッチの画面と同じ予想の図に、自分がしたい動きを矢印で書かせたことは、スクラッチの画面と児童の考えをつなげ、考えを可視化することに有効であったと考える。そのため、ほとんどの児童がお掃除ロボットの動きに対する、自分の意図をもつことができたことと示唆される。

- イ その指令が何を操作しているのかについての感覚

ワークシートに載せた三つの基本となるプログラム（9頁 資料7 参照）が、実際のプログラミングに活用されていたかどうかを児童の作品から分析した。（表15 参照）

表15 作品において、ワークシートに載せた基本となるプログラムを活用していた児童の人数と割合

N=31

	A (順次処理)	B (反復処理)	C (条件分岐処理)
人数	25名	25名	25名
割合	80.6%	80.6%	80.6%

表15に示す通り、約81%の児童がワークシートに載せた基本となるプログラムを活用していた。

このことから、ワークシートに基本となるプログラムを載せたことによって、プログラミング体験学習の際に、随時確認することが可能になり、基本となるプログラムの活用につながったと考えられる。また、全体でその動きを確認したことによって、一つ一つのブロックの動きが分かり、「その指令が何を操作しているのかについての感覚」をもつことができたことと示唆される。実際のプログラミング体験では、児童のプログラミングの操作が1回目よりもスムーズに行っているように感じられた。

ウ モノを思ったとおりに操る思考

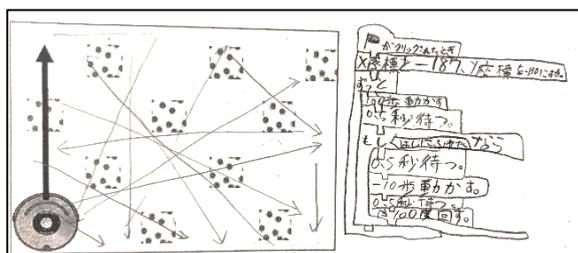
表 16 ワークシートの結果の図に、プログラミングの処理の結果が矢印で書けていた児童の人数と割合

N=31		
	書けている	書けていない
人数	28名	3名
割合	90.3%	9.7%

表 16 は、ワークシートの結果の図に、プログラミングの処理の結果が矢印で書けていた児童の人数と割合を示した表である。ワークシートの結果の図に、プログラミングの処理の結果が矢印で書けていた児童は、約 90%であった。

なぜこのような結果が得られたのか、A 児のワークシートを例に述べる、A 児は 1 回目では、「モノを思ったとおりに操る思考」の部分が書けなかった。しかし、2 回目では、資料 8 が示す通り、試行錯誤する様子がワークシートの記述から想像できる。(資料 8 参照)

他の児童も同様に、ワークシートの予想の図に近付けようと試行錯誤する様子が見られた。また、うまくいかなかった際には、ワークシートの予想の図に戻ってプログラムの修正・改善を行う様子が見られた。



資料 8 A 児の記述

このことから、試行錯誤する体験を充実させたことによって、自分の意図に近付けようと思われ、プログラミングの処理の結果をワークシートに書くことができたと考えられる。その結果、「モノを思ったとおりに操る思考」をもたせることはできたと思われる。

エ 「三つの要素」の状況

表 17 ワークシートに位置付けた、「三つの要素」に関する記述や、基本となるプログラムの使用が全て見られた児童の人数と割合

N=31		
	見られた	見られない
人数	24名	7名
割合	77.4%	22.6%

表 17 は、ワークシートに位置付けた、「三つの要素」に関する記述や、基本となるプログラムの使用が全て見られた児童の人数と割合を示した表である。ワークシートに位置付けた、「三つの要素」に関する記述や、基本となるプログラムの使用が全て見られた児童は 24 名で約 77%であった。

表 18 表 17 で示したワークシートに位置付けた、「三つの要素」に関する記述や、基本となるプログラムの使用が全て見られた児童 24 名の内、「問題の解決には必要な手順があること」に気付いた児童の人数と割合

N=24		
	気付いている	気付いていない
人数	22名	2名
割合	91.7%	8.3%

また表 18 は、表 17 で示したワークシートに位置付けた、「三つの要素」に関する記述や、基本となるプログラムの使用が全て見られた児童 24 名の内、「問題の解決には必要な手順があること」に気付いた児童の人数と割合を示した表である。その中で「問題の解決には必要な手順があること」に気付いた児童は、約 92%であった。

このことから、2 回目のワークシートは、1 回目のワークシートと比べて、児童がより考えを可視化できるように、図に矢印を書き込ませたり、基本となるブロックを載せたりしたことで、「三つの要素」を 1 回目よりも意識することができたと考えられる。このことによって「問題の解決には必要な手順があること」に気付かせることができ、2 回目のワークシートは機能した

と示唆される。

7 第2回検証授業におけるまとめ

1回目の課題であった3点を見直し、ワークシートを改善したことで、児童の考えの可視化がより図られることになり、予想の図に振り返ったり、自分の意図と比べて動きを考えたりすることができたと考えられる。また、試行錯誤する際に、ワークシートを何度も確認する中で、手順に気付くことができたのではないかと考えられる。

V 研究のまとめ

1 成果

上から順に長方形の記号を並べ、順番に問題解決することができたり、児童の考えの可視化が図られたりするようなワークシートを活用したことで、「三つの要素」を意識させることができた。このことによって、プログラミング教育に係る「知識及び技能」である、「問題の解決には必要な手順があること」に概ね気付かせることができた。

しかし1回目では、プログラミング言語一つ一つの動きを理解させずにプログラミングを行ったため、課題に対する見通しや、プログラミングの操作に苦戦する様子が見られた。このことから、各教科等でプログラミング教育を位置付ける際に、プログラミングの基礎を体験する場や、時間を設定することが不可欠であると分かった。

2 課題と今後の展望

「三つの要素」を位置付けたワークシートを活用することで、一定の成果が見られた。しかし、ワークシートの内容については、「三つの要素」の内、「その指令が何を操作しているかについての感覚」を十分にもたせる工夫が必要である。

今後の展望としては、今回の研究で目標とし

た「問題の解決には必要な手順があること」への気付きを、プログラミング的思考の育成へとつなげることが重要であると考え。そのために、プログラミング的思考の育成へとつなげられるような、更なる指導方法の工夫が必要である。今後は、プログラミング的思考につなげる手立てや指導方法を模索していきたい。

引用文献

- 1) 文部科学省 『小学校プログラミング教育の手引き』 第二版 2018年 第6頁 図1
- 2) 前掲書 第14頁 図
- 3) 4) 株式会社ぎょうせい 『現代学校教育大辞典』 1993年
- 5) Scratch 作品検索 ryo-y 『Roomba-01 2013.8.24』 <https://scratch.mit.edu/projects/11982928/>
- 6) すわべ しんいち 『子どもの考える力を育てる ゼロから学ぶプログラミング入門』 (株)シナノパブリッシングプレス 2017年

参考文献

- ① 黒上 晴夫・堀田 龍也 『黒上 晴夫・堀田 龍也のプログラミング教育 導入前に知っておきたい思考のアイデア』 小学館 2017年
- ② 文部科学省 『小学校学習指導要領』 2017年
- ③ 文部科学省 『小学校プログラミング教育の手引き』 第一版 第二版 2018年