

「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育む 学習指導の工夫（1年次）

—各教科で育む思考力とプログラミング的思考とのつながりに着目した
教材作成とその活用を通して—

【研究者】

研修2部 指導主事 西田 由香・北谷 一水・濱本 英一・内藤 健・宮崎 友秀

研修1部 主任指導主事 福原 宏, 指導主事 川口 大輔・村山 友一・永松 陽子・拝崎 美和

【研究指導者】

広島工業大学情報学部知的情報システム学科 教授 竹野 英敏

研究の要約

本研究は、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むための学習指導の工夫を考察したものである。プログラミング教育で育成を目指す資質・能力については、各教科等と同様に、資質・能力の「三つの柱」（「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」）に沿って整理されており、文献研究から、思考力、判断力、表現力等を育む中に、プログラミング的思考の育成につながるプログラミング体験を計画的に位置付けていくことや、資質・能力の「三つの柱」について、一体的に育む必要があることが分かった。

そこで、各教科で育む思考力とプログラミング的思考のつながりに着目して教材作成を行い、それを活用した授業実践を行った。

その結果、教科での学びがより確かなものになるとともに、コンピュータの特徴に気付いたり、自分が意図した作品になるよう試行錯誤したりする姿が見られた。また、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」に係る評価規準について、低・中・高学年の発達段階に応じて整理したことで、身に付けさせたい力が明確になった。

これらのことから、各教科で育む思考力とプログラミング的思考のつながりに着目して教材を作成し活用することは、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むことに有効であることが分かった。

キーワード：プログラミング教育で育成を目指す資質・能力，教材作成

I 主題設定の理由

今日、コンピュータは社会の基盤であり、人々の生活の様々な場面で活用されている。このような人間とコンピュータの関係は、人工知能技術の急速な進化等に伴い、今後ますます身近なものとなってくると考えられる。

平成28年6月に文部科学省から出された、「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）」（以下「まとめ」とする。）では、情報科の進展により社会や人々の生活が大きく変化し、将来の予測が難しい社会においては、情報や情報技術を主体的に活用していく力や、情報技術を手段として活用していく力が重要であると指摘されている。

また、子供たちが、情報技術を効果的に活用しながら、論理的・創造的に思考し課題を発見・解決していくためには、「プログラミング的思考」が必要であり、「プログラミング的思考」は、将来どのような進路を選択しどのような職業に就くとしても、普遍的に求められる力とされ、小・中・高等学校を通じて、プログラミング教育の実施を、子供たちの発達の段階に応じて位置付けていくことが求められている。

平成29年3月に公示された「小学校学習指導要領 総則」には、「児童が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」を各教科等の特質に応じて計画的に実施することが示されている。平成30年3月には、プログラミング教育の円滑な実施に向けて「小学校プログラミング教育の手引（第一版）」が公表され、同年11月にはその第二版（以下「手引」とする。）が公表された。

プログラミング教育について、各学校での取組状況や今後取り入れたらよいと思われる研修内容を、当教育センターの情報教育担当者研修において小学校教員にアンケート調査したところ、

「すでに始めている」2.3%、「これから計画、検討する」31.5%、「未着手」63.1%であった。また、「プログラミング教育の具体例を紹介する内容を研修に取り入れて欲しい」という要望や、「どのように各教科等の指導の中にプログラミング

教育を位置付けて指導していけばよいのか」「プログラミング教育によってどのような力を育てていけばよいのか」という旨の記述が多く見られた。このことから、ねらいや教育課程への位置付け、教材開発に課題があることが分かる。

以上を踏まえ、本研究では、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育む学習指導の工夫を図り、その有用性を探ることを目的とする。

II 研究の方法

- 1 研究主題に関する基礎的研究
- 2 研究仮説及び検証の視点と方法
- 3 検証授業（算数科）（音楽科）
- 4 検証授業の分析と考察

III 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のねらい

「手引」では、プログラミング教育のねらいについて、「①『プログラミング的思考』を育むこと、②プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータ等の情報技術によって支えられていることなどに気付くことができるようにするとともに、コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり、よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと、③各教科等の内容を指導する中で実施する場合には、各教科等での学びをより確実なものとする」と示されている。

(2) 「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」

「議論の取りまとめ」では、プログラミング教育で育む資質・能力について、各教科等で育む資質・能力と同様に、資質・能力の「三つの柱」（「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」）に沿って、次頁図1に示すように整理している。

<p>【知識及び技能】 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。</p> <p>【思考力、判断力、表現力等】 発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること。</p> <p>【学びに向かう力、人間性等】 発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。</p>
--

図1 プログラミング教育で育む資質・能力

「プログラミング的思考」については、「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」と定義されている。

また、日本の小・中学校におけるプログラミング教育に係る教材の開発及び指導方法等の研究を行っている Programming at School 研究会(2018)では、英国の教育実践で用いられている学習教材「Switched on Computing」を参考に、日本版教材の構成を行っており、その中で、プログラミング学習にて育成したい資質・能力について、段階に応じた5つの授業ユニットごとに評価規準を設定している。

本研究では、これらのことを基に、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」に係る評価規準を、表1のように、資質・能力の三つの柱に沿って、低・中・高学年の発達の段階に応じて整理した。

表1 小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力に係る評価規準

三つの柱	資質・能力		低学年（1・2年生）	中学年（3・4年生）	高学年（5・6年生）	
知識及び技能	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		<ul style="list-style-type: none"> 身の回りにはプログラミングされた便利なものがたくさんあることを知る。 コンピュータは正確な指示がないと動かないことに気付く。 友達が書いたアルゴリズムを尊重しなければならないと知る。 	<ul style="list-style-type: none"> 他者のアイデアを尊重することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> オリジナル作品には著作権があり、尊重すべきであることを理解する。 	
	問題の解決には必要な手順があることに気付く		<ul style="list-style-type: none"> 順次処理や繰り返しで解決できる単純な課題を解決できるアルゴリズムに気付く。 	<ul style="list-style-type: none"> パラメータ設定(待つ時間、歩く歩数など)を含む手順の並べ方を理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> フローチャートを用いて整理された条件分岐を含む処理の流れを理解する。 	
思考力、判断力、表現力等	プログラミング的思考を育むこと	構成要素	動きに分ける	<ul style="list-style-type: none"> 順次処理で解決できる課題を解決できるアルゴリズムを書くことができる。 繰り返しの考えも加味した上で、必要な動きを分解することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 課題を解決するために必要な工夫や伝えたいことを書き出し、計画を作成できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 必要な小さな処理を順番に並べることができる。
			記号にする	<ul style="list-style-type: none"> 問題の解決のために適切な指示のブロックを選択しあてはめることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 計画に基づき、手順を動き、音、テキスト表示等の多岐に渡る表示を使って、構想することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 既に作成したプログラムを別の個所に適用できるように気付く、複製により効率的に作成するように工夫することができる。
			組み合わせる	<ul style="list-style-type: none"> 順次処理で解決できる課題の解決に向けて、予測を立てながら指示を出す。 繰り返しのブロックを活用して共有する動きをまとめるように工夫することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 多岐に渡るスクリプトブロックの中から適切と思われるものを選択し、あてはめることで、計画したことを作成できるように工夫している。 	<ul style="list-style-type: none"> 処理を実現するために「変数」「条件分岐」の概念をスクリプトブロックを適用して、プログラムを作成することができる。
			改善する	<ul style="list-style-type: none"> 簡単な比較分析からより良い解決の手順を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 構成とプログラムを比較することで評価し、よりよいプログラムが作れないか検討、工夫することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 意図した通りの結果が得られるかどうか、フローチャートを見て評価し、プログラムが正確に作成できたかを確認する。
学びに向かう力、人間性等	コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度		<ul style="list-style-type: none"> 課題の解決に向けて、自分で考えたアルゴリズムを相手に伝え、操作した結果を相手から聞き出すことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 友達の意見を聞きながら自分で作成した構成を評価し、よりよい構成にするために修正する。 他者のアイデアを聞き、良いところ、直した方が良いところなどの意見を言う。 	<ul style="list-style-type: none"> デジタル作品の特徴について意見をまとめる。 	

(3) 各教科で育む思考力とプログラミング的思考とのつながりに着目した教材作成

「手引」では、「プログラミング的思考」を育成することについて、「思考力、判断力、表現力等を育む中に、『プログラミング的思考』の育成につながるプログラミングの体験を計画的に取り入れ、位置付けていくことが必要」と示されている。

また、児童がプログラミングに取り組む際に、まず楽しさや面白さ、達成感を味わわせることによって、プログラムのよさ等への「気付き」を促し、コンピュータ等を「もっと活用したい」、「上手に活用したい」といった意欲を喚起することができること示されており、資質・能力の「三つの柱」について、一体的に育む必要があると考えられる。

さらに、プログラミングの体験で用いるプログラミング言語として、ビジュアル型プログラミング言語について、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てることなどにより簡単にプログラムできる言語であることや、児童は短時間で基本的な使い方を覚え、簡単なプログラムであれば作成できるようになるなどその有用性が示されている。

本研究では、これらのことを基に、各教科で育む思考力とプログラミング的思考とのつながりに着目した教材分析を行い、プログラミング言語については、ビジュアル型プログラミング言語の一つであるMITメディアラボが開発した「Scratch」を用いた。

なお、学年及び教科については、低学年から発達段階に応じたプログラミング体験が必要であると考えられることから対象を低学年と中学年とし、「手引」や「未来の学びコンソーシアム」の運営するWebサイト「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」に掲載されている実施事例に示されている算数科と音楽科において教材を作成した。

2 研究仮説及び検証の視点と方法

(1) 研究の仮説

各教科で育む思考力とプログラミング的思考とのつながりに着目した教材を開発して活用すれば、「小学校プログラミング教育で育成を目指

す資質・能力」を育むことができるだろう。

(2) 検証の視点と方法

検証の視点と方法を表2に示す。

表2 検証の視点と方法

検証の視点	方法
教科での学びをより確実なものとすることができたか。	ワークシート、授業観察、授業VTR
「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むことができたか。	ワークシート、プログラム、授業観察、授業VTR
作成した教材は、教科での学びをより確実なものとすることや、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むことに有効であったか。	ワークシート、プログラム、授業観察、授業VTR

3-1 検証授業（算数科におけるプログラミング教育）

(1) 検証授業の内容

ア 期間 平成30年12月12日～12月19日

イ 対象 藤の木小学校第4学年 43人

ウ 単元名 計算のやくそくを調べよう

エ 目標

計算の順序に関わるきまりについて理解するとともに、四則に関して成り立つ性質について理解を深め、必要に応じて活用することができる。

オ プログラミング教育で育む資質・能力

表1（2頁）に基づき、本単元におけるプログラミング教育で育む資質・能力を次のように設定した。ただし、児童は、今回初めてプログラミングを行うため、【思考力、判断力、表現力等】については、低学年の評価規準を設定する。

【知識及び技能】

コンピュータに意図した処理を行わせるためには必要な手順があることに気付くことができる。

【思考力、判断力、表現力等】

(ア) 正確に四則計算ができる電卓をつくるためのアルゴリズムを書くことができる。

(イ) 適切なブロックを選択し、あてはめることで、四則計算ができる電卓を作成できるように工夫することができる。

カ 単元の指導計画（全3時間）

指導計画の作成に当たっては、本単元において、

() や乗除優先のきまりを使って一つの式に表したり、計算の順序に関わるきまりをまとめたりした後に展開するようにした。

また、学習活動として、「乗法、除法を加法、減法より先に計算すること、() の中を先に計算すること」という計算の順序に関わるきまりを用いて電卓をつくるといった課題を設定し、手書きによる計算とプログラミングによる計算の双方を体験する活動を取り入れるようにした。

このことにより、計算の順序に関わるきまりを、プログラミングを通して確認するとともに、習熟を図ることができるようにした。(表3)

表3 指導計画

時	ねらい	主な学習活動
1	四則混合や()のある式(3段階構造)を自由に考え、Scratchでつくった式の計算ができる電卓をつくることを通して、乗法、除法を加法、減法より先に計算することや()の中を先に計算することなどのきまりがあることを理解することができる。	Scratchの基本操作を知り、演算ブロックを使って、簡単な式(1段階構造)の計算ができるプログラムをつくる。
2		Scratchを使って、2段階や3段階構造の式の計算ができるプログラムをつくる。
3		計算の順序を考えながら、自由につくった式(四則混合や()のある3段階構造の式)の計算ができるプログラムをつくる。

(2) 学習指導計画の作成に当たって

ア Scratch を活用した教材開発

「四則計算ができる電卓」をつくる際のプログラミング環境としてScratchを利用する。(図2)

Scratchには、加法、減法、乗法、除法ができる「演算ブロック」がある。この演算ブロックは、つなぐ順序や重ねる順序によって、計算の順序が決まるようになっていいる。つまり、演算ブロックの順序次第で答えが変わる。この特徴を使って、「四則計算ができる電卓」をつくっていきたい。具体的には、 $8-9\div3\times2$ や $8-(9-3\times2)$ のように、項が四つで四則が混合していたり()があった

りする式の計算ができる電卓をつくる。

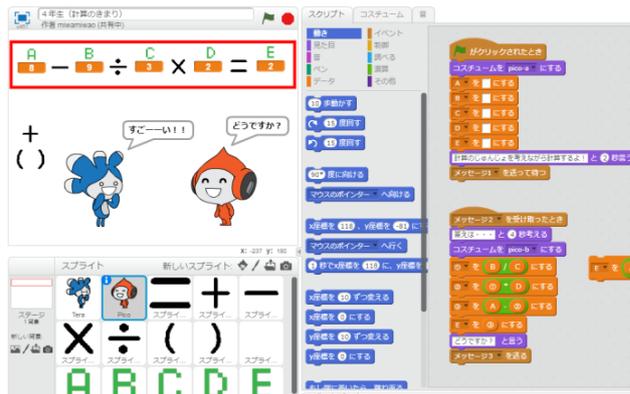


図2 Scratch教材

イ ワークシートの工夫

項が四つで四則が混合していたり()があったりする式の計算を手書きで行う場合、答えを出すまでに計算の順序を考えながら3段階の過程を経なければならぬ。この過程は、Scratchで電卓をつくる際も同じである。必要な演算ブロックを選択し、つなげたり重ねたりするときに、計算の順序を考えながらプログラミングを行わなければ、正しい答えが出せる電卓にはならない。

そこで、手書きの計算をコンピュータにプログラミングするまでに、「手書きの計算」→「計算の順序」→「Scratchのブロック」の順に書き表すことができるようにワークシートを工夫している。(図3)

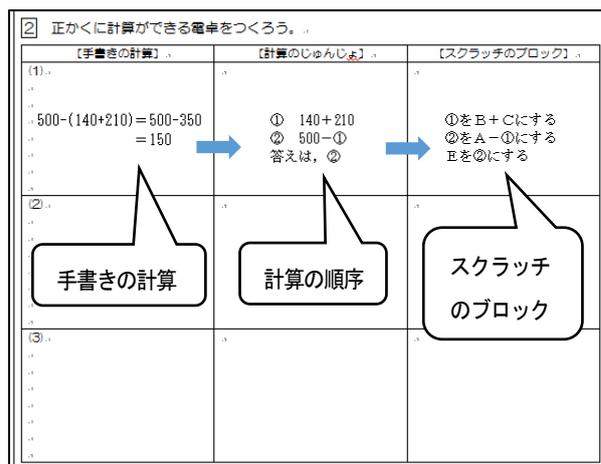


図3 ワークシート

ワークシートに、どのような順序で計算をするのか、Scratchのブロックをどのような順序でつなげるのかを書き表すことによって、計算の順序に関わるきまりについての理解が深まると考え

る。また、ワークシートをもとに、児童は自分のプログラミングを見直したり、友達と話し合ったりしながら試行錯誤することができる。その試行錯誤が、計算の順序に関わるきまりの定着につながるとともに、本単元でねらうプログラミング的思考の育成にもつながると考える。

4-1 検証授業の分析と考察

ア 教科での学びをより確実なものとする事ができたか

指導計画の作成にあたり、本単元では、プログラミング教育を位置付けたことにより、四則の混合した式や（ ）を用いた式について理解することができるようになることをねらいとした。そこで、ねらいの達成状況を見取るために、事前、事後の評価テストを実施した。評価テストには、（ ）や+、-、×、÷の混じった式の計算問題を8問出題している。

事前、事後の評価テストの結果を表4に示す。

表4 評価テストの結果

	事前	事後
正答数	74.1%	85.5%

表4が示すとおり、正答率について約10%の上昇が見られた。そこで、事後の評価テスト8問のうち、正答率が一番低かった問題の誤答について、どのような間違いをしているのか、計算の途中式を詳しく見取ることとした。(表5)

表5 誤答例と「計算のきまり」の理解

	誤答例	人数
①	$760 \div (40 + 55) = 760 \div 95$ $= 7$ ÷より（ ）の中を先に計算することは理解できているが、 <u>最後のわり算</u> の計算を間違えている。	7
②	$760 \div (40 + 55) = 95 \div 760$ $= 8$ ÷より（ ）の中を先に計算することは理解できているが、 <u>途中式の書き方</u> が間違っている。	1

表5に示すとおり、誤答は2つのパターンに分類できた。①については、四則の計算そのものの間違い、②については、途中式の書き方の間違いであり、どちらも「計算のきまり」については理解できていると判断できる。このことから、計算の順序に関わるきまりについては概ね理解できていると言える。よって、本単元にScratchを利用して「四則計算ができる電卓」をつくる活動を位置付けたことは、計算の順序に関わるきまりについての理解の定着につながったと考えられる。

イ 「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むことができたか。

(ア) 【知識及び技能】コンピュータに意図した処理を行わせるためには必要な手順があることに気付くことができたか

第1時では、Scratchの基本操作を学び、演算ブロックを使って簡単な式(1段階構造)の計算ができるプログラムをつくる活動を行った。その終末、学習の振り返りで「今日の学習で新しく分かったことや大事だと思ったことを書きましよう」の設問に対して、図4に示すような記述が児童のワークシートに見られた。

- ・コンピュータを自分の思い通りに動かすには、順序に気を付けてやること。
- ・順序をしっかりやらないとかみ合わない。
- ・順序を変えたら動きがおかしくなる。
- ・プログラミングは、順序が大切。
- ・順序をよく考えてブロックを並べるのが大事。
- ・順序は正しくないといけない。
- ・ブロックを入れ替えると、台詞や動きがおかしくなる。

図4 児童のワークシートの記述

これらの記述から、児童は「コンピュータに意図した処理を行わせるためには必要な手順がある」ということに気付いたことが分かる。このような記述は、33人の児童に見られ、全体の76.7%にあたることから、本単元で設定したプログラミング教育で育成を目指す【知識及び技能】を概ね育むことができたと考えられる。

(イ) 【思考力, 判断力, 表現力等】 正確に四則計算ができる電卓をつくるためのアルゴリズムを書くことができたか

第2次では, 計算の順序を考えながら, 2段階や3段階構造の計算ができるプログラムをつくる活動を行った。

まず, $100 - (25 + 5)$ の計算 (2段階構造) ができるプログラムをつくるために, 「手書きの計算」 → 「計算の順序」 → 「スクラッチのブロック」の順に書き表す活動を, 全員で確認をしながら行った。(図5)

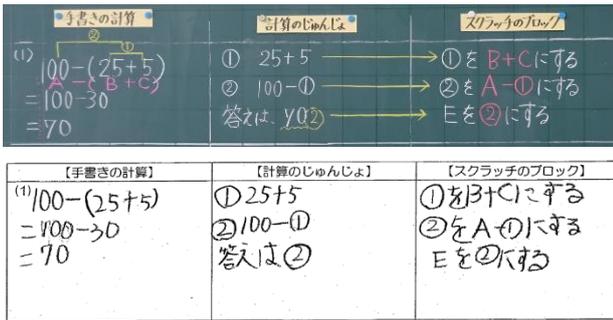


図5 板書(上)とワークシート(下)

特に, 「スクラッチのブロック」を書き表す際には, 数字ではなく文字に置き換えて書き表すことを丁寧に指導し, その後, コンピュータにプログラミングしていった。「手書きの計算」以降の活動は, 当然, 子ども達にとって初めての活動であり, 一度行っただけでは十分に理解しがたいと考え, 同じような活動をもう一度行った。

次に, $8 - 9 \div 3 \times 2$ (3段階構造) の計算ができるプログラムをつくる活動を行い, ワークシートの記述から本単元のプログラミング教育でねらう【思考力, 判断力, 表現力等】が育成できたかどうかを見取ることとした。

図6に児童がワークシートに記述した実際のものを示す。

〈手書きの計算〉	〈計算の順序〉	〈スクラッチのブロック〉
$③ 8 - 9 \div 3 \times 2$ $= 8 - 3 \times 2$ $= 8 - 6$ $= 2$	① $9 \div 3$ ② $① \times 2$ ③ $8 - ②$ 答えは③	①をB÷Cにする ②①×Dにする ③A-②にする Eを③にする

図6 児童が記述したワークシート(例)

本単元のプログラミング教育でねらう【思考力, 判断力, 表現力等】のうち, 「正確に四則計算が

できる電卓をつくるためのアルゴリズムを書くことができたか。」については, 図6中の〈計算の順序〉と〈スクラッチのブロック〉が正しく書けているかどうかで見取ることとした。表6にそれぞれの正しく書けた人数と割合を示す。

表6 〈計算の順序〉が正しく書けた人数

N=43

	正しく書けた人数	割合
〈計算の順序〉	38人	88.4%
〈スクラッチのブロック〉	36人	83.7%

表6から, 〈計算の順序〉, 〈スクラッチのブロック〉ともに80%以上の児童が, 正しく書けていることから, 「正確に四則計算ができる電卓をつくるためのアルゴリズムを書くことができた」と言える。

(ウ) 【思考力, 判断力, 表現力】 適切なブロックを選択し, あてはめることで, 四則計算ができる電卓を作成できるように工夫することができたか

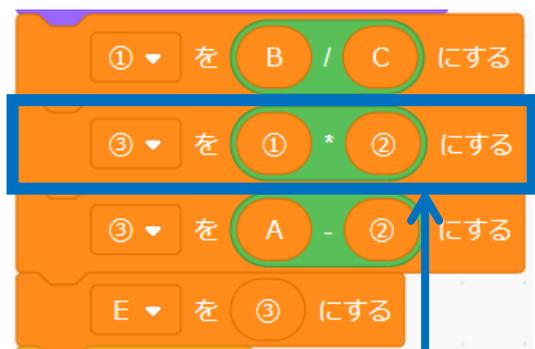
第2時では, 前述のように $8 - 9 \div 3 \times 2$ (3段階構造) の計算ができるプログラムをつくるために, ワークシートに〈計算の順序〉や〈スクラッチのブロック〉を書き, それからコンピュータにプログラミングするようにした。そこで, 本単元のプログラミング教育でねらう【思考力, 判断力, 表現力等】のうち, 「適切なブロックを選択し, あてはめることで, 四則計算ができる電卓を作成できるように工夫することができたか。」について, 児童が実際につくったプログラムから分析することとした。図7に, 計算のきまりを守って正しくプログラミングできたものを示す。



図7 児童が実際につくったプログラム

8-9÷3×2（3段階構造）の計算に対して、図7のように正しくプログラミングできた児童は23人で、全体の53.5%であった。前述（イ）で述べたように、ワークシートでは「スクラッチのブロック」を書き表すことができているのに、半数の児童しかできなかった。

そこで、間違っただプログラムについて、どのようなブロックを選択し、あてはめているのかを詳しく見取ることとした。（図8）



間違っている部分

図8 間違っただプログラム例

図8のプログラム例は、正しくプログラミングすることができなかった児童のうち、約半数の児童に見られた間違いである。

図8のような間違いの原因として考えられるのが、Scratchの操作技術の習得と試行錯誤不足である。今回、「四則計算ができる電卓」をつくるために、多岐に渡るブロックの中から「演算ブロック」と「変数ブロック」を選択し、プログラムをつくっていくようにした。どちらのブロックも選択して、つなげるだけではなく、それぞれのブロックの中に、更に適切なブロックをあてはめてから、つなげていかななくてはならない。（図9）



図9 ブロックの操作

図9に示す操作は、初めてScratchを使う児童にとっては大変難しく、ブロックを移動させたり、あてはめたりするときに誤操作が生じてしまうようである。実際、児童がScratchを操作している様子を見て回ったときに、「どうしたらブロックは移動できるの?」「ブロックが中々あてはまらないよ。」と困っている児童が見られた。また、Scratchの操作に慣れてきた児童でも、あてはめるブロックを間違え、見直しをせずにプログラムを実行している様子が見られた。

このように、児童がScratchの操作に十分慣れていなかったり、見直しを十分に行っていなかったりすることが、間違っただプログラムの原因であると考えられる。児童がScratchの操作に慣れ、試行錯誤しながら自分の思うようにプログラムをつくるようになるには、授業の中で適宜時間を確保する必要がある。

ウ 作成した教材は、教科での学びをより確実なものとすることや、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むことに有効であったか。

(7) 教科での学びについて

6頁(3)アで述べたように、事後の評価テストから、Scratchを利用して作成した「四則計算ができる電卓」を教材として位置付けたことは、計算の順序に関わるきまりについての理解の定着につながったと言える。

特に、コンピュータにプログラミングする際のブロックの順序と計算の順序が同じになるという点が、理解の定着につながったと考える。児童は、「四則計算ができる電卓」のプログラムをつくりながら、「計算のきまり」について振り返ることができた。つまり、既習事項を基に、思考過程を振り返りながらプログラミングを行ったことが、教科での学びをより確実なものにすることができたと言える。

また、第3時の終末に学習の振り返りで記述した児童Aのワークシートを次に示す。（図10）

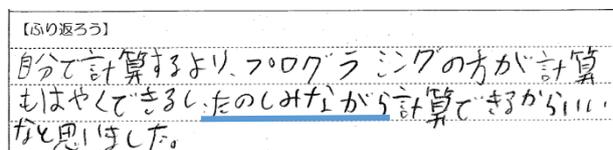


図10 児童Aの学習の振り返り

児童Aは、事前の評価テストの正答率が25%であった。しかし、事後の評価テストの正答率は100%に伸びている。図10中の言葉にもあるように、プログラミングを通して「たのしみながら」計算を行ったことが、児童Aにとって大変有効だったと言える。正答率を伸ばすために、ドリルを使って反復練習をする方法もあるが、プログラミング教育を単元に位置付け、楽しみながら教科での学びを定着させることも可能であると言える。

(4) 「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」について

本単元では、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」のうち、プログラミング的思考に関わる「動きに分ける」と「組み合わせる」(2頁表1参照)ができることをねらって教材を作成した。

6頁(3)イで述べたように、「動きに分ける」の評価規準「正確に四則計算ができる電卓をつくるためのアルゴリズムを書くことができたか。」については、ある程度の成果が得られたことから、Scratchを利用して作成した「四則計算ができる電卓」を教材として位置付けたことは有効だったと言える。しかし、「組み合わせる」の評価規準である「適切なブロックを選択し、あてはめることで、四則計算ができる電卓を作成できるように工夫することができたか。」については、Scratchの操作に十分慣れていなかったり、見直しを十分に行っていなかったりすることから、つまり児童が見られた。つまり、ワークシートの中で「動きに分ける」ことはできていても、プログラミングの操作技術が習得できていなかったり、十分に試行錯誤できていなかったりすると、実際にプログラミングすることは難しいということである。

よって、本単元で作成した教材は、「組み合わせる」の視点において改善を試みれば有効な教材になり得ると考えられる。改善策の一つとして、プログラミング的思考に関わる「記号にする」と「改善する」を活動の中に位置付けることである。

「手引」には、「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、図11のような思考の流れを繰り返し学習することで高次に育つ」と示されている。

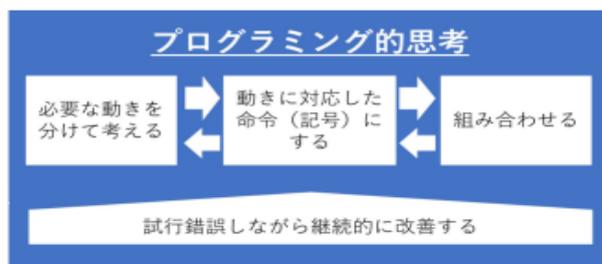


図11 「手引」に示されているプログラミング的思考の流れ

本単元では、図11中の「必要な動きを分けて考える」と「組み合わせる」については活動の中に位置付けていたが、「動きに対応した命令(記号)にする」については、教師が記号にしたものを準備した。また、「試行錯誤しながら継続的に改善する」については、十分な時間を確保することができなかった。つまり、プログラミング的思考を育てるには、「動きに分ける」→「記号にする」→「組み合わせる」→「改善する」といった一連の流れを児童が十分に体験できるよう、単元構成を工夫する必要がある。

今後、プログラミング教育を小学校の教育課程に位置付けていくためには、指導する学年やプログラミング教育を位置付ける単元などの計画が必要であり、低学年から段階的に体験できるようにしていくことが重要であると考えられる。

3-2 検証授業(音楽科におけるプログラミング教育)

(1) 検証授業の内容

ア 期間 平成30年12月12日～12月19日

イ 対象 研究推進校第2学年 27人

ウ 題材名 おまつりの音楽をつくろう

エ 関連のある主な題材名

- はくのながれとリズム
- おまつりの音楽

オ 目標

リズムや掛け声を生かして、オリジナルの「おまつりの音楽」をつくり、拍の流れにのって友達と表現することができる。

カ プログラミング教育で育む資質・能力

表1(2頁)に基づき、本題材におけるプログラミング教育で育む資質・能力を次のように設定した。

【知識及び技能】

プログラミングによる音楽づくりが便利であることに気付く。

【思考力、判断力、表現力等】 組み合わせる

思いや意図をもち、音楽づくりのために様々なリズム・パターンのブロックを選択し組み合わせることができる。

【学びに向かう力、人間性等】

音楽づくりに向けて、自分で考えたリズム・パターンの組み合わせやその思いや意図を相手に伝えることができる。

キ 指導計画 (全3時間)

指導計画の作成に当たっては、「ドンドン」「ドンドコ」などのリズム・パターンを即興的に選択したり組み合わせたりする活動を行った後に、プログラミングによって様々なリズム・パターンの組み合わせ方を試し、試行錯誤を重ねながら「お祭りの音楽」をつくることのできるようにした。

また、つくった音楽を実際に自分たちで表現し、それぞれの表現のよさを認め合うことのできるようにした (表7)。

表7 指導計画

時	ねらい	主な学習活動
1	太鼓のリズム・パターンを選択し、組み合わせを楽しみながら、自分なりの音楽を表現することができる。	太鼓のリズム・パターンを選択し、自分なりの太鼓のリズムをScrachで表現する。
2	思いや意図をもってリズム・パターンの組み合わせ方や音色や掛け声を工夫して、まとまりのあるお祭りの音楽をつくることのできる。	組み合わせ方を工夫し、思いや意図にあった音楽をScrachでつくる。 リズム・パターンや掛け声を組み合わせ、自分たちのお祭りの音楽をつくって楽しむ。
3	ペアごとに発表し、つくった音楽のよさや面白さを聴き合うことのできる。	ペアで相談しながらつくったお祭りの音楽を発表し、聴き合う。

(2) 学習指導計画の作成に当たって

ア ワークシートの工夫

ワークシート1 (図12) では、予め「楽しい」「明るい」「元気な」などの曲想のキーワードを設け、選択させることで、思いや意図をもって音楽づくりを行い、そのことが達成できたかどうかを振り返ることができるようにした。

また、コンピュータを使って自分が意図した音楽をつくることのできたかどうかを振り返って、自己評価できるようにした。

さらに、コンピュータによる音楽づくりの便利

なところについて記述させることで、プログラミング体験を振り返らせ、プログラミングによって音楽がつけられることやそのよさに気付くことができるようにした。

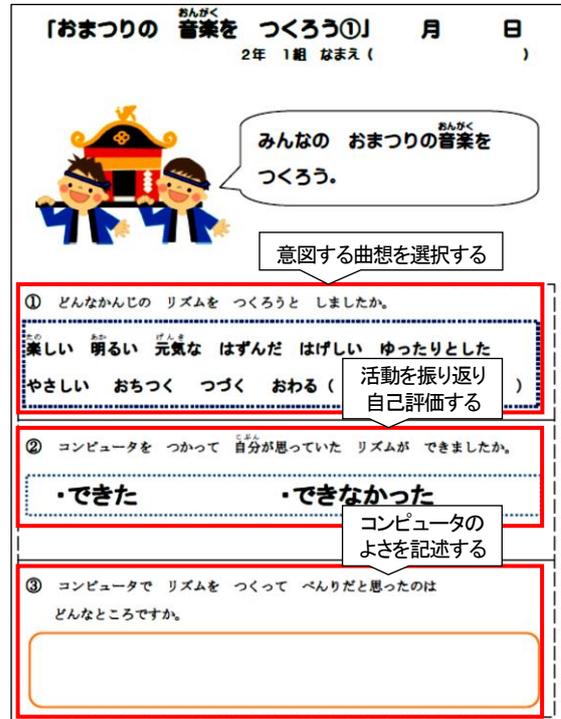


図12 ワークシート1

ワークシート2 (図13) では、プログラミングによってつくった音楽を記述させ、それに合った掛け声を考え記述させることで、オリジナルの「お祭りの音楽」をつくることのできるようにした。

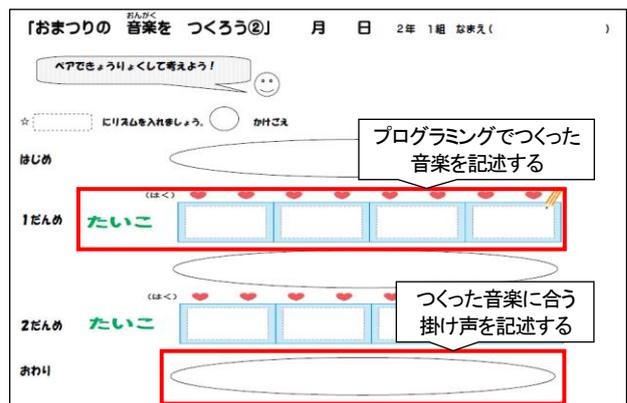


図13 ワークシート2

イ Scratch 教材

本研究では、「未来の学びコンソーシアム」の運営するWebサイト「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」に掲載されている実施事例「くりかえしをつかってリズムをつくろう」の

Scrach ファイルに次の三点の変更を加えて使用した（図 14）。

- ① 既存のリズムブロックの数を、12 個から既存内容「リズムあそび」で扱った 7 個に変更した。
 - ② 第 1 時では、A*のファイルを使用し、第 2 時では、B*のファイルを使用することで、段階的に使用できるブロックの種類を増やし、Scrach の操作に慣れることができるようにした。
- ※A：リズム・ブロックのみ使用できる Scrach ファイル
B：Aに加えて音を変更するブロックと繰り返しブロックを使用できる Scrach ファイル
- ③ ステージの背景をお祭りのイメージに合わせた背景に変更した。



図 14 Scrach 教材

4-2 検証授業の分析と考察

ア オリジナルの「おまつりの音楽」をつくり、拍の流れによって友達と表現することができたか

第 3 時に、オリジナルの「おまつりの音楽」を友達と太鼓で表現する活動（図 15）を行い、評価したところ、表 8 に示すとおり、21 人の児童は、拍の流れによって表現することができていた。



図 15 友達と太鼓で表現する活動

表 8 友達と太鼓で表現する活動の評価

オリジナルの「おまつりの音楽」をつくり、拍の流れによって友達と表現することができている。	21
オリジナルの「おまつりの音楽」をつくり、友達と表現することができている。	4
友達と表現することができていない。	0
オリジナルの「おまつりの音楽」をつくることができていない。	0
計(人)	25

また、指導者は、これまでに実施した「はくのながれとリズム」の学習と比べて、正確にリズムを打つことができた児童が増加したと感じている。

これらのことから、教科の学びをより確かなものにするのができたと考える。

イ 「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むことができたか。

(ア) 【知識及び技能】プログラミングによる音楽づくりが便利であることに気付くことができたか

児童のワークシートの記述では、「コンピュータでリズムをつくってべんりだと思ったのはどんなところですか」の設問に対して、図 16 に示すように、第 1 時、第 2 時のプログラミング体験を通して全員の児童が、プログラミングによる音楽づくりが便利であることに気付いていることから、本題材で設定したプログラミング教育で育成を目指す知識及び技能を育むことができたと考えられる。

第 1 時	<ul style="list-style-type: none"> ・音がきれいだったからべんり ・かってに音楽がながれるのがすごい ・自分が作ったリズムがたまたまに音がでたのでべんり ・音をききながられんしゅうができてべんり ・自分のすきなリズムを作ったりきけるところがべんり ・じぶんのかんがえたおんがくがつくれることがべんり
第 2 時	<ul style="list-style-type: none"> ・ひみつのどうぐ(繰り返しブロック)をつかえるのがべんり ・色々なリズムのくりかえしができた ・くりかえしのブロックがすごいな ・いろんな音がでるから楽しい ・コンピュータでリズムがつくれるのがすごい

図 16 児童のワークシートの記述例

(イ) 【思考力、判断力、表現力等】組み合わせる思いや意図をもち、音楽づくりのために様々なリズム・パターンのブロックを選択し組み合わせることができたか

第 1 時、第 2 時における授業観察及び授業 VTR から、児童全員が図 17 に示すように、音楽づくりのために様々なリズム・パターンのブロックを

選択し組み合わせている様子が見られることから、本題材で設定したプログラミング教育で育成を目指す思考力、判断力、表現力等を育むことができたと考えられる。



図17 リズム・パターンのブロックを選択し組み合わせる

(ウ) 【学びに向かう力、人間性等】音楽づくりに向けて、自分で考えたリズム・パターンの組み合わせやその思いや意図を相手に伝えることができたか

第3時で、どのような工夫をしてリズム・パターンを使ったのかをワークシートに記述させたところ、図18に示すように、10人(五つのペア)は、リズム・パターンの組み合わせ方やその思いや意図について記述していた。

- ・つづくかんじとおわるかんじをかんがえてじゅんばんをきめる。ドドドのあとに2回つづけて、ドンドコをいれて元気にする。ドンドコをいれて元気にする。ドドドコで楽しくする。
- ・楽しくしました。ドドドコをくりかえしました。
- ・(ドンウンの) はんぷくをくふうしました。
- ・さいごのドドドコをくふうした(繰り返している)。さいしょのドンドンをくふうした(繰り返している)。
- ・ウンをいれるとあんしんする。

図18 ワークシートの記述

一方、17人の児童は、「あかるいかんじの音にした」「にぎやか たのしい」などつくったおまつりの音楽の曲想について記述していた。

これらのことから、自分で考えたリズム・パターンの組み合わせやその思いや意図を相手に伝えることには難しさがあり、今後、どのような意図をもって順序を決めたのかを振り返る活動を継続的に行うことが考えられる。

ウ 作成した教材は、教科での学びをより確実なものとすることや、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むことに有効であったか

(7) 抽出児童の分析と考察

第1時において、児童Aは図19に示すように、試行錯誤しながら音楽づくりをすることができていた。また、実際にプログラミングでつくった音楽を聴くことで、正確なリズムに気付くことができた。

- (リズムブロックを並べて、実行する)
- (つくった音楽に合わせて手拍子をする)
- (リズムブロックを二つ入れ替えて、実行する)
- (つくった音楽に合わせて手拍子をする)
- A: (リズムが思っていたより) 速くない? ちょっと速い。

図19 抽出児童Aの行動・発話記録

児童Bについても図20に示すように、同様に、音楽づくりをすることができていた。しかし、プログラムを実行するための操作方法や、音楽を初めからつくり直すための操作方法等に戸惑う様子が見られた。

- (リズムブロックを並べる)
- (リズムブロックを見ながら手拍子をする)
- B: 難しいな。ちょっと簡単なのにしよう。
- (リズムブロックを二つ入れ替えて、実行しようとする)
- B: えっ、これどうするの?
- (実行するための方法を探る)
- B: 一回ちょっと戻そう。
- (初めから音楽をつくり直そうとする)
- B: 音楽を消すときどうすればいいんだ?
- (教師からの支援を受けた後、新たにリズムブロックを並べて、実行する。)

図20 抽出児童Bの行動・発話記録

第2時において、児童Cは図21に示すように、音を変更するブロックを使って太鼓の縁をたたく音を出すことで、より自分の思いや意図に合う音楽づくりをすることができていた。

- 獅: ドラム番号を変えるとどうなった?
- C: ドラム番号を変えるとお祭りの音っぽくなった。
- (リズムブロックを並べて、実行する)
- 「ドドコ」「ドドコ」「ウドン」「ドドコ」
- C: 並べるのを間違えた。
- (リズムブロックを並べ替えたり入れ替えたりして、実行する)
- 「ドドコ」「ドドコ」「ドドコ」「ウドン」
- 「ドドコ」「ドドコ」「ドドコ」「ドドコ」
- 「ドドコ」「ドドコ」「ドドコ」「ウドン」
- C: これの方がいい。

図21 抽出児童Cの行動・発話記録

第3時において、ペアである児童D、Eは図22に示すように、自分たちの思いや意図に合うリズムや掛け声を組み合わせて、オリジナルの「おまつりの音楽」をつくり、協力して発表することができていた。

<p>つくりたい音楽の曲想 楽しい、明るい、元気な、はずんだ、はげしい</p>
<p>つくった「おまつりの音楽」 ソーレ 「ドコドコ」「ドンドコ」「ドンドコ」「ドドンコ」 セヤセヤ 「ドンドン」「ドドンコ」「ドドンコ」「ドコドン」 ワッショイ</p>
<p>つくった「おまつりの音楽」の発表 D,E: まん中でのかげ声で元気なかんじにしました。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>〔その他ワークシートの記述〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ つづくかんじとおわるかんじをかんがえてじゅんばんをきめる。 ・ ドコドコのあとに2回つづけて、ドンドコをいれて元気にする。 ・ ドドンコで楽しくする。 </div> <p>(D,Eが演奏する) 雛: リズムの組み合わせ、反復、音色、掛け声について、どんな工夫をしていましたか。 F: 「ドドンコ」が続く感じがした。 G: 「ドコドン」で終わっていて、終わりそうな感じがした。 H: 掛け声の息がぴったりと合っていた。</p>

図22 抽出児童D、Eがつくった「おまつりの音楽」とその発表の記録

これらのことから、作成した教材は、音楽科での学びをより確実なものとすることや、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むことに有効であったと考えられる。

また、時間をかけてリズムブロックを入れ替えたり並べ替えたりしながら音楽づくりを行っている様子が見られたことから、リズムブロックの数を減らしたことや使用できるブロックを段階的に増やしたことが、初めて行ったプログラミングによる音楽づくりにおいて、試行錯誤できたことにつながったと考えられる。

一方、児童BはScrachの操作方法に戸惑っており、Scrachなどプログラミング体験で扱う言語に慣れるためには、継続的な体験活動が必要であると考えられる。

IV 研究のまとめ

1 研究の成果

(1) 作成教材の有効性について

検証授業における児童の活動の様子やワークシートの記述などを分析した結果、本研究で作成

した小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力に係る評価規準に示す児童の姿が見られたことから、本研究で作成した教材を活用した指導は、一定の成果があったと考える。

特に、Scrach教材とワークシートを併用して活用したことで、児童が思考したことを記録したり、それを基に思考過程を振り返って継続的に改善・修正したり、コンピュータの特徴に気付いたりすることができたと考える。

(2) 評価規準を基にした段階的な指導について

「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」及びプログラミング的思考の構成要素について、低・中・高学年の発達の段階に応じて整理したことで、身に付けさせたい力が明確になり、教材の分析と作成や学習支援、学習評価を行う際に有効であった。

2 今後の課題

(1) プログラミング教育の教育課程上の位置づけについて

本研究では、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ている各教科等の内容を指導する中で実施するもの）の学習活動として活用するための教材の作成を行った。

しかしながら、検証授業では、Scrachの操作方法に戸惑う児童の様子が見られた。

その一方で、プログラミングに高い関心をもつ児童は、よりよいプログラムをつくることを目的として、試行錯誤を繰り返すことも考えられる。

プログラミング教育を行うに当たり、各教科のねらいを達成することに支障がある場合は、Scrachの操作方法を身につける学習活動や、プログラミング的思考など「プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むことをねらいとした学習活動については、C分類（教育課程内で各教科等とは別に実施するもの）の学習活動として位置付けることも考えられる。

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(第二版)』平成30年

参考文献

- ① 文部科学省『小学校学習指導要領（平成29年告示）
解説 算数編』平成29年7月
- ② 文部科学省『小学校学習指導要領（平成29年告示）
解説 音楽編』平成29年7月
- ③ 未来の学びコンソーシアム“小学校を中心としたプログラミング教育ポータル” <https://miraino-manabi.jp/>