

「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（二年次）

—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 北谷 一水・永松 陽子・宗本 千鶴・濱本 英一・宮崎 友秀
研修1部 指導主事 川口 大輔・西田 由香・村山 友一・拝崎 美和・北野 真

【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、各教科等の内容を指導する中で実施するための教材を作成することを前提として行った、「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、学習指導の工夫の有用性を探る研究の二年次である。

一年次は、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作成した。また、プログラミングの授業に適した単元の選択や教材作成について基礎的研究を行い、それを基に音楽科（第2学年）と算数科（第4学年）で活用する教材を作成し、その効果の検証を行った。その結果、Scratch教材とワークシートを併用して活用することが有効であることが分かった。

一方、音楽科で活用した教材については、ワークシートの構成や活用場面が十分に有効なものになっていなかったこと、また、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）に係る事例をさらに示す必要があること、Scratch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、といったが課題が明らかになった。

そこで、二年次は、一年次の課題を踏まえ「(1)ワークシートの工夫」「(2)B分類における教材作成」「(3)系統的な指導」の3つの改善の視点を基に、新たに、図画工作科（第3学年）、算数科（第5学年）の教材の作成と、一年次で作成した音楽科の教材の改善を行い、その効果の検証を行った。

その結果、作成したワークシートとプログラミング教材を活用したことは、各教科とも教科の学びをより確実なものにするとともに、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

はじめに

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。

本市において、プログラミング教育の円滑な導入を進めるにあたり、各学校での取組状況や今後取り入れてほしい研修内容を把握するために、当教育センターの情報教育担当者研修に参加した小学校教員にアンケート調査を行った。

その結果、「すでに取組を始めている」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、「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分からない」「各教科等の指導の中に、プログラミング教育をどのように位置付けて指導していけばよいのか分からない」といった記述が多く見られ、プログラミング教育のねらいや、教育課程への位置付けについて理解できていないこと、各教科等の内容を指導する中で実施するための教材が不足していることに課題があることが分かった。

I 研究の目的と一年次の研究の概要

1 研究の目的

本研究は、各教科等の内容を指導する中で活用するための教材を作成することを前提として、「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、学習指導の工夫の有用性を探ることを目的とするものである。

2 一年次の研究の概要

(1) 基礎的研究

一年次は、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の作成やプログラミングの授業に適した単元の選択、教材作成について基礎的研究を行った。

ア 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

プログラミングに関する学習指導を行うにあたり、発達の段階に応じて何ができるようになっていよいかを明確にするために、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」に係る評価規準を作成し、低・中・高学年の発達段階に応じて整理した【資料(20頁)】。

評価規準の作成にあたっては、Programming at School 研究会(2018)が開発している教材において設定している評価規準を参考にした。

イ プログラミングの授業に適した単元

「小学校プログラミング教育の手引(第二版)」(以下「手引」とする。)(2018)では、「各教科における『思考力、判断力、表現力等』を育む学習活動の中に、『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取り入れ、位置付けていくことが必要」、「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』といった意欲喚起ができる」と示されている。

そこで、プログラミングの授業に適した単元を選択する際には、「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すること」、「プログラミング体験を行うこと」、「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力を一体的に育むこと」が可能かどうかを確認することとした。

ウ 教材作成

本研究では、児童がプログラミング体験できるよう、ビジュアル型プログラミング言語の一つである Scratch を使ったプログラミング教材を作成した。併せて、思考を促したり、思考の跡を残したりするためのワークシートを作成した。

ワークシートについては、プログラミング的思考の流れに沿って論理的に試行錯誤できるよう、「手引」に示されているプログラミング的思考【図1(2頁)】の構成要素である「【必要な動きに分けて考える】」「【動きに対応した命令(記号)にする】」「【組み合わせる】」を基に、問いを設定して記入欄を設けた。

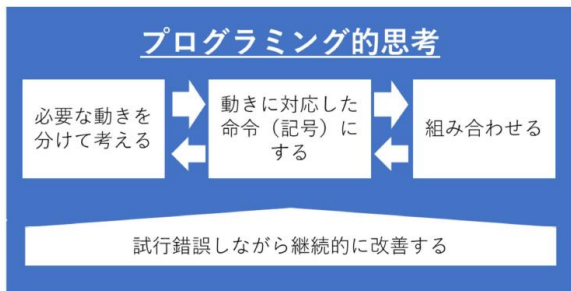


図1 プログラミグ的思考

(2) 検証授業

教材は、音楽科（第2学年）題材名「おまつりの音楽をつくろう」（全3時間）と、算数科（第4学年）単元名「計算のやくそくを調べよう」（全3時間）で活用するものを作成し、その効果の検証を行った。

(3) 成果と課題

一年次の研究の成果と課題は、次のとおりである。

ア 成果

- 算数科においては、Scratch 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、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、コンピュータの特長に気付いたりするなどの、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。
- 「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」及びプログラミグ的思考の構成要素について、低・中・高学年の発達段階に応じて整理し、評価規準として各段階で身に付けさせたい力を示すことができた。

イ 課題

- 音楽科においては、「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、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」に関わるものについては育むことができたが、手立てとして用いたワークシートが、当初自分で作成した構成を「基準」として書き残すものになっておらず、試行錯誤して改善したこと残すものになっていなかった。
- 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）に係る学習指導案を2本示すことができたが、十分な数の事例を示せたとはいえず、さらに多くの事例を示す必要がある。

- コンピュータの操作方法に戸惑っている児童もおり、Scratch 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。

II 二年次の研究について

一年次の研究の課題を踏まえ、二年次では、次の3つの改善の視点に基づいて研究を行い、その検証を行った。

- (1) ワークシートの工夫
自分の意図する動きを実現するために試行錯誤した過程を振り返ることができるよう、ワークシートの構成や活用場面を工夫する。
- (2) B分類における教材作成
「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」の向上に資する実践事例を増やすために、新たに、図画工作科（第3学年）、算数科（第5学年）の教材を作成するとともに、一年次で作成した音楽科の教材を改善する。
- (3) 系統的な指導
コンピュータの操作方法やプログラミング体験で扱う言語に慣れることができるよう、新たに第3学年と第5学年の教材を作成し、系統的に指導する。

検証の視点と方法を【表1】に示す。

表1 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。（以下「手立ては有効であったか」と表記）	ワークシート、プログラム、授業観察、授業VTR

Ⅲ 検証授業と分析

1 音楽科（第2学年）について

(1) 検証授業の内容

ア 期間 令和元年11月5日～11月19日

イ 対象 研究推進校第2学年 34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

- ・ 曲の気分を感じ取って、生き生きと歌ったり、いろいろな太鼓の音楽の特徴を感じ取って聴いたりすることができる。
- ・ リズムや掛け声をつくり、問いと答えを生かしながら、拍の流れにのって友達と「おまつりの音楽」を表現することができる。

カ 題材の評価規準

音楽への関心・意欲・態度	音楽表現の創意工夫	音楽表現の技能	鑑賞の能力
<ul style="list-style-type: none"> ・日本のお祭りや太鼓の音楽に興味・関心をもち、鑑賞の学習に進んで取り組もうとしている。 ・太鼓のリズムやその組み合わせに興味・関心をもち、拍にのって即興的な表現に進んで取り組もうとしている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・曲のもつリズムなどを聴き取って、それらの働きが生み出す面白さを感じ取りながら、表現を工夫し、どのように歌うかについて思いをもっている。 ・リズムの違いを聴き取り、その組み合わせが生み出す面白さを感じ取りながら、自分なりの発想をもって組み合わせや音の出し方を工夫している。(プログラミングと関連) 	<ul style="list-style-type: none"> ・範唱を聴いて歌ったり、曲の気分にあわせて歌ったりしている。 ・基本的な技能を身に付けてリズムを組み合わせでつくった音楽を演奏している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・音楽の特徴付けているリズムや太鼓の音色、反復やかけ合いなどを聴き取り、演奏の楽しさに気付いて聴いている。

キ プログラミング教育で育む資質・能力

「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」【資料(20頁)】に基づき、本題材におけるプログラミング教育で育成を目指す資質・能力を次のように設定した。

【思考力、判断力、表現力等】

- ・ 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ことができる。(組み合わせる)
- ・ 簡単な比較分析からよりよい解決の手順を考えることができる。(改善する)

ク 単元の指導計画(全7時間のうち2時間、音楽科の内容を指導する中でプログラミングに関する学習活動を実施)

指導計画の作成に当たっては、「おまつりの音楽」の題材において、『村まつり』を、曲の気分や旋律の特徴を感じ取って歌ったり、いろいろな日本の太鼓の音楽を楽しんだりした後にプログラミングに関する学習活動を展開するようにした。

学習活動としては、太鼓のリズムや掛け声をつくり、世界に一つだけのおまつりの音楽を表現するといった課題を設定し、自分のイメージに合ったおまつりの太鼓のリズムをつくるためにプログラミングによるリズムづくりを体験する活動を取り入れた【表2】。

表2 指導計画

時	ねらい	主な学習活動
1	曲の気分を感じ取って、生き生きと歌うことができる。	『村まつり』を、曲の気分や旋律の特徴を感じ取って歌う。
2		
3	いろいろな太鼓の音楽の特徴を感じ取って聴く。	いろいろな日本の太鼓の音楽を楽しむ。
4	リズムや掛け声をつくり、問いと答えを生かしながら、拍の流れにのって友達と「おまつりの音楽」を表現することができる。	太鼓のリズムを提示し、手拍子でリズム遊びをする。
5		Scratchを使って、リズムカードを選択し、組み合わせを楽しみながら、おまつりの太鼓のリズムをつくる。
6		ペアでリズムカードの組み合わせ方や音色を工夫し、自分たちのイメージに合ったおまつりの太鼓のリズムをつくる。
7		『村まつり』の曲に合わせて、つくったリズムを太鼓で演奏し、世界に一つだけのおまつりの音楽を表現する。

(2) 学習指導の工夫

ア ワークシートの工夫

本題材の評価規準に「リズムの違いを聴き取り、その組み合わせが生み出す面白さを感じ取りながら、自分なりの発想をもって組み合わせや音の出し方を工夫している。【音楽表現の創意工夫】」を設定した。そこで、自分なりの発想(自分がイメージしたおまつりの音楽)をもってリズムの組み合わせを工夫する(リズムを選択・組み合わせ)ことができるようにワークシートを作成した【図2(4頁)】。

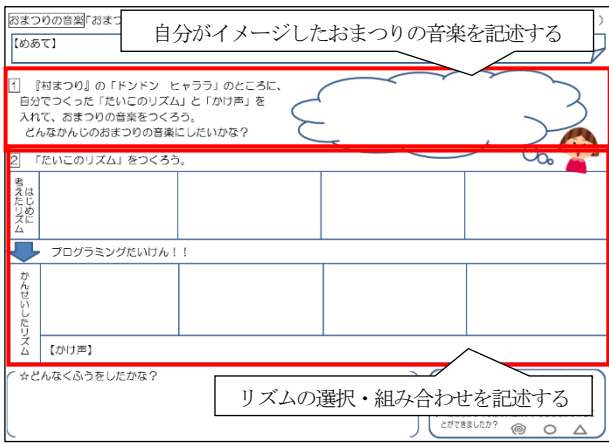


図2 ワークシート

さらに、「リズムの選択・組み合わせを記述する」欄には、本題材で育成を目指すプログラミング教育の資質・能力が育めるように次の三点を工夫した。

① リズムの選択・組み合わせで使用するリズムを既習題材「はくのながれとリズム」で扱った7種類のリズムにすることで、自分のイメージに合ったおまつりの音楽がつけられるようにした【図3】。



図3 7種類のリズム

② 「はじめに考えたリズム」を記述させることで、比較分析をしながらよりよいリズムを考えることができるようにした【図4】。なお、記述の際には、プログラミングに要する時間を確保するため、ワークシートにはリズムそのものではなく、ア～キの記号を記述させるようにした。

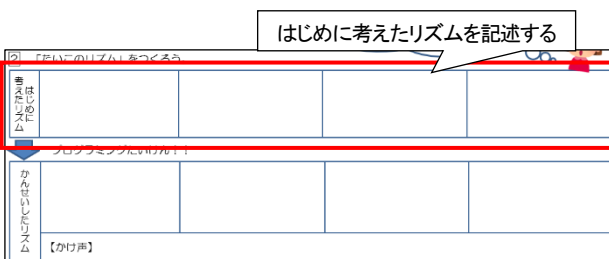


図4 「はじめに考えたリズム」の記述

③ 一人一人にリズムカードを準備し、手元でリズムカードを組み合わせながら試行錯誤させることで、予測を立てながらコンピュータに指示を出すことができるようにした【図5】。

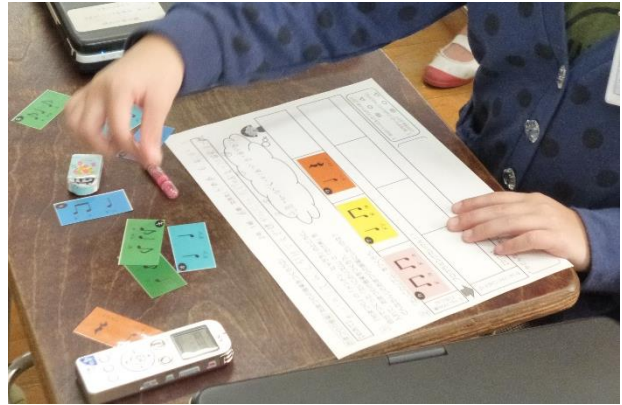


図5 リズムカードの準備

イ Scratch教材 (Scratch 3.0 を使用)

本研究で活用したScratch教材は、教師が予めプログラムした7種類のリズムブロックから、児童が自分のイメージに合ったリズムブロックを選び、つなげていくことによって、コンピュータ上で実際に音を出して聴くことができるものである。このScratch教材は、小学校を中心としたプログラミング教育ポータル(未来の学びコンソーシアム)の中の実施事例Bで紹介されているScratch教材「くりかえしをつかってリズムをつくらう」を、本指導案用に次の二点の変更を加えて活用した。

① 既存のリズムブロックの数を、12種類から既習題材「はくのながれとリズム」で扱った7種類(リズムカードと同じ)に変更【図6】。



図6 7種類のリズムブロック

- ② リズムブロックのブロック名を、太鼓のリズム表記からリズムカードに示した㊦～㊧の記号のみに変更【図7】。



図7 リズムブロックのブロック名

記号のみにすることで、児童がScratch上で闇雲に指示を出すのではなく、ワークシート上のリズムカードに戻り、自分がイメージしたおまつりの音楽になるように予測を立てながら指示を出すことができるようにした。

(3) 検証授業の分析

ア 教科での学びをより確実なものとする
 (リズムの違いを聴き取り、その組み合わせが生み出す面白さを感じ取りながら、自分なりの発想をもって組み合わせや音の出し方を工夫すること)ができたか

第5時に、リズムカードを選択し、組み合わせを楽しみながら、おまつりの太鼓のリズムをつくる活動【図8】を行い、ワークシートの記述を評価したところ、全員が【図9】に示すとおり、自分がイメージしたおまつりの音楽を記述し、「はじめに考えたリズム」と「かんせいしたリズム」を書くことができていた。



図8 おまつりの太鼓のリズムをつくる活動

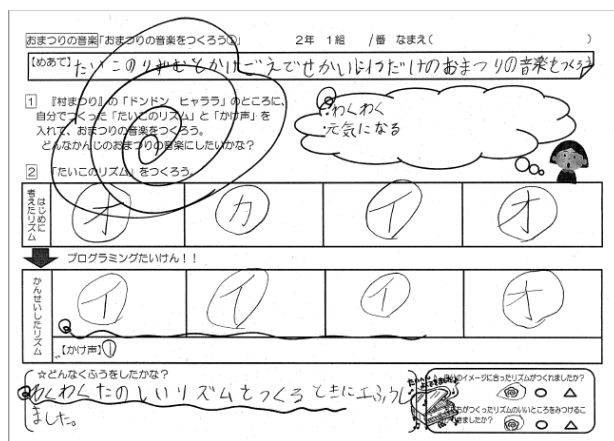


図9 第5時のワークシート

また、「かんせいしたリズム」を書くまでに、どの児童も手拍子をしたり【図10】、自分がつくったリズムをコンピュータ上で実際に音を出して確かめたり【図11(6頁)】しながらリズムカードやリズムブロックを選択したり、組み合わせたりしていた。この姿から、児童は自分のイメージに合ったリズムになるよう工夫していることが分かる。特に、手拍子によるリズム打ちが難しい児童は、自分で並べたリズムカードのリズムと手拍子が違っていても気付かなかったり、上手くリズム打ちができないことに悩んだりしながら活動をしていた。しかし、コンピュータを使って正確なリズムを聴いたときには、何度も再生し、自分がつくったリズムに聴き入る姿や「イメージ通り!」「いい感じ!」とつぶやく姿が見られた。

これらのことから、音楽表現に対して苦手意識をもっている児童も含め、全ての児童が教科での学びをより確実なものとすることができたと考えられる。



図10 手拍子をしながらリズムを確かめる児童



図11 コンピュータ上でリズムを確かめる児童

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。

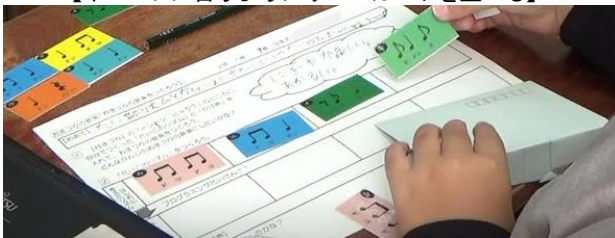
(7) 【思考力、判断力、表現力等】順次処理で解決できる課題の解決に向けて、予測を立てながら指示を出すことができたか。

第5時において、児童は【図12】に示すように、自分がつくりたいおまつりの音楽のイメージをワークシートに表現し、そのイメージに合ったリズムになるようリズムカードを並べてから、プログラミングを行った。これにより、児童はコンピュータに指示を出す前に、こうすれば自分のイメージに合うだろうと予測を立ててからプログラミングをすることができた。

【自分がつくりたいおまつりの音楽のイメージを表現】



【イメージに合うようにリズムカードを並べる】



【プログラミングを行う】

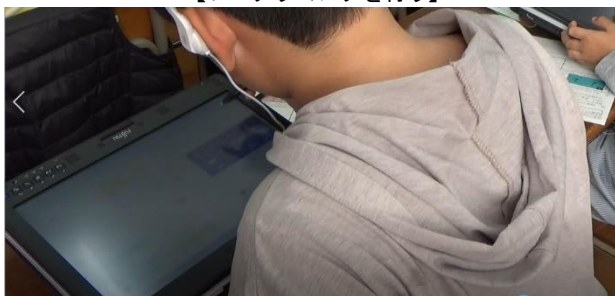


図12 プログラミングまでの流れ

しかし、プログラミングの活動に入ってからではワークシートに戻ることはなく、コンピュータ上でリズムブロックを選択したり、組み合わせたりしていた。

このことから、(7)に示す資質・能力を概ね育むことができたが、「予測を立てながら」の部分については難しさがあると考ええる。

(4) 【思考力、判断力、表現力等】簡単な比較分析からよりよい解決の手順を考えることができたか。

第5時、第6時において、「はじめに考えたリズム」と「かんせいしたリズム」を比較し、変更の有無を分析した。【表3】に示すとおり、第5時では20人が、第6時では10組がプログラミング後にリズムを変更していたことから、(4)に示す資質・能力を概ね育むことができたと考ええる。

表3 リズムの改善の有無

第5時 (個人で作成)		第6時 (ペアで作成)	
変更あり	変更なし	変更あり	変更なし
20人	12人	10組	6組
62.5%	37.5%	62.5%	37.5%

ウ 手立ては有効であったか

(7) 教科での学びをより確実なものとするのに有効であったか

1(3)アで示したように、児童が教科での学びをより確実なものとすることができた要因として、次の三点を示す。

① ワークシートの中に「〇〇な音楽にしたい」という思いを表現させたこと【図13】。これにより、児童はおまつりの音楽に対する自分なりの思いをもって活動することができた。

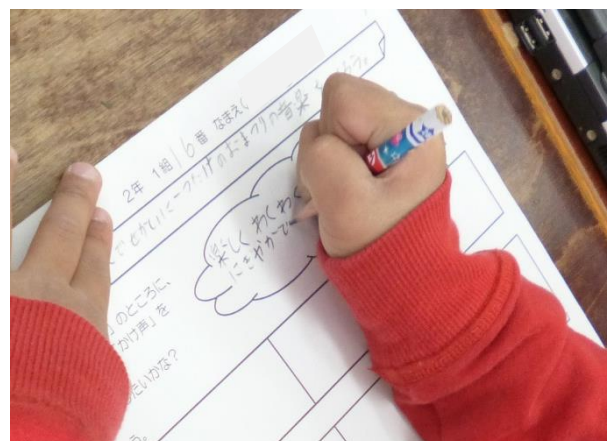


図13 「〇〇な音楽にしたい」という思いを表現する児童

② 一人一人にリズムカードを準備し、ワークシート上で組み合わせることができるようにしたこと【図14】。これにより、児童は試行錯誤がしやすくなり、自分のイメージに合ったリズムになるよう工夫することができた。



図14 ワークシート上でリズムカードを組み合わせる児童

③ Scratch 教材を活用し、コンピュータ上で実際に音を出して確かめたこと【図11(6頁)】。これにより、児童は自分が考えたリズムを正確に、何度も聴くことができ、より自分のイメージに合ったリズムになるよう工夫することができた。

これらのことから、作成したワークシートと Scratch 教材の併用は、教科での学びをより確実なものとするに有効であったと考える。

(4) 「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むことに有効であったか1(3)イで示したように、児童に「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要因を抽出児童の様子から分析する。

a 児童Aの様子

第5時において、児童Aは【図15】に示すように、ワークシート上で並べたリズムカードをもとに、手拍子をしたり、リズムを口ずさんだりしながら、よりよいリズムになるよう工夫している。また、ワークシートに記述した「はじめに考えたリズム」【図16】をもとに、コンピュータへ指示を出し、コンピュータ上で自分が考えたリズムを聴くことによって、さらに良いリズムになるよう

工夫している。

(リズムカードを並べて、手拍子をする)
(「ドドドコ…」とくちずさみながら、手拍子をする)
A: ん? 難しいな。
(八分休符を含むリズムが難しく、手拍子を繰り返す)
A: やっぱり、これ変えよう。
(くちずさみながら、リズムカードを一つ入れ替える)
(つくり変えたリズムで、手拍子を繰り返す)
(首をかしげ、悩みながら手拍子を繰り返す)
(ワークシートの「はじめに考えたリズム」を書く)
(教師から、プログラミングの説明を聞き、手元のリズムカードを見ながらリズムブロックをつなげる)
(プログラムを実行し、自分がつくったリズムに聴き入る)
(何度も再生し、手拍子をしながら、自分がつくったリズムを確かめるように聴く)
A: (納得した様子で) ああ…。
T: 自分が思っているイメージと比べてどう? イメージ通り?
A: んー…。(コンピュータ上でリズムブロックを一つ入れ替える)

図15 児童Aの行動・発話記録

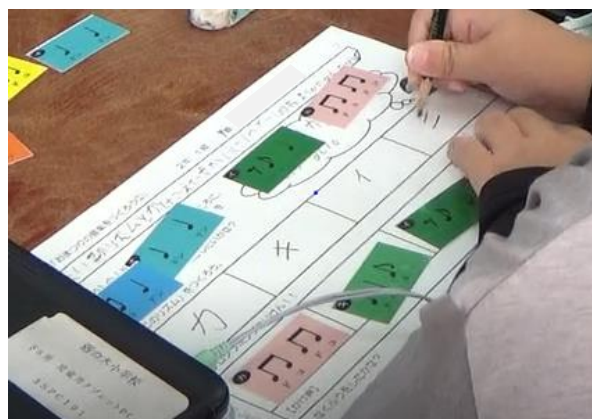


図16 「はじめに考えたリズム」の記述

b 児童Bの様子

児童Bについても、児童Aと同様にワークシートに記述した「はじめに考えたリズム」をもとに、コンピュータへ指示を出し、コンピュータ上で自分が考えたリズムを聴くことによって、よりよいリズムになるよう工夫している【図17】。

(リズムカードを並べる)
(並べたリズムカードを見ながら手拍子をするが、正確なリズム打ちにはなっていない)
(残ったリズムカードを使って、新たなリズムを二つ作る)
(ワークシートの「はじめに考えたリズム」を書く)
(教師から、プログラミングの説明を聞き、手元のリズムカードを見ながらリズムブロックをつなげる)
(プログラムを実行し、自分がつくったリズムに聴き入る)
B: おー。先生、これ絶対最高!
(再度、プログラムを実行し、自分がつくったリズムを聴く)
B: おー。
(何度も再生し、自分がつくったリズムに聴き入る)
(隣の児童が、教師に「変えてもいい?」と聞く様子を見て、リズムブロックの入れ替えを行う)

図17 児童Bの行動・発話記録

このように、抽出児童の様子から、1(3)イの要因として、次の二点を示す。

① リズムカードを使って十分に試行錯誤させ、ワークシートに「はじめに考えたリズム」を記述させたこと。これにより、予測を立ててからコンピュータに指示を出すことができた。しかし、「予測を立てながら」の部分については難しく、今後「予測を立てる⇔コンピュータに指示を出す」といった作業を繰り返しながら音楽づくりをするためにはどのような支援がよいのか考えていく必要がある。

② ワークシート上でリズムカードを組み合わせたたり、コンピュータ上で実際に音を出して聞いたりしたこと。これにより、自分がつくりたいおまつりの音楽のイメージと比較することができ、よりよいリズムになるよう工夫することができた。

これらのことから、作成したワークシートとScratch教材の併用は、児童に「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る。

上記(7)，(イ)から、作成したワークシートとScratch教材は、教科とプログラミング教育の目標を達成するのに有効だったと考える。特に、コンピュータによるプログラミングに慣れていない児童にとっては、ワークシート上でリズムカードを組み合わせる活動は試行錯誤がしやすく、アンプラグドでプログラミング的思考を育むことができるかと考える。また、抽出した児童のように、リズム譜を見ながら正確なリズム打ちをすることが難しい児童にとっては、コンピュータ上で自分が考えたリズムを実際に聴くことによって、正確なリズムに気付いたり、楽しみながら音楽づくりをしたりすることができ、大変有効であると考える。

2 図画工作科（第3学年）について

(1) 検証授業の内容

ア 期間 令和元年10月17日～10月29日

イ 対象 研究推進校第3学年 30人

ウ 題材名 まほうのとびらをあけると

エ 目標

とびらのむこうに広がるふしぎな世界を想像して表すことができる。

オ 題材の評価規準

造形への 関心・意欲・態度	発想や構想の能力	創造的な技能	鑑賞の能力
・扉の向こうに広がる世界を想像し、絵に表すことを楽しもうとしている。	・扉と扉の向こうに広がる世界について想像したことから表したいことを見つけて形や色、動きなどを活かしながらどのように表すかについて考えている。(プログラミングと関連)	・扉と扉からつながる世界の様子を想像し、表したいことに合わせて表し方を工夫して表している。	・教科書や友だちの作品等を見て、扉と扉の向こうの世界について話し合い、よさや楽しさを味わっている。

カ プログラミング教育で育む資質・能力

「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」【資料(20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。

【思考力、判断力、表現力等】

- ・ 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、計画を作成することができる。
(動きに分ける)
- ・ 多岐にわた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することができる。(組み合わせる)

【学びに向かう力、人間性等】

- ・ 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。

キ 単元の指導計画(全9時間のうち、作品製作後の4時間でプログラミングに関する学習活動を実施)

プログラミングに関する学習活動は、「まほうのとびらをあけると」の単元において、作品を製作をした後に、Scratchをつかって作品の一部を動かし、ふしぎなせかいを表現できるようにした。

学習活動として、第6時(プログラミング第1時)では、「Scratchをつかって動かし方を知ろう」

で、Scratch の操作になれることを目的とし、操作ブロックにどのような種類があり、それぞれがどのような動きをするのかを確認する。第7時（プログラミング第2時）では、製作した作品の一部が動くとしたら、どんな物語を表現したいかを考えさせる。ワークシートに「はじめ・中・おわり」の構成を設定（設計図の作成）し、図で、動かしたいものの動線を表示させる。第8時（プログラミング第3時）では、設計図をもとに、Scratch をつかいプログラミングをする。第6時での基本操作を再度確認した上で、設計図を見ながら、自分が表したい動きが表現できているか、操作する。第9時（プログラミング第4時）では、単元最後のまとめとして、お互いの作品を見合う鑑賞をする。Scratch の作品を実際に発表し合い、それぞれの表現のよさや工夫に気付かせ、その後、さらに自分の作品を追加・修正できるようにした【表4】。

表4 指導計画

時	ねらい	主な学習活動
1 ・ 2		<ul style="list-style-type: none"> 教科書の参考作品を見て、扉の向こうに広がる世界のおもしろさに気づく。 扉と扉の向こうに広がる世界を考え、設計図をつくる。
3 ・ 4 ・ 5	とびらのむこうに広がるふしぎなせかいを想像して表すことができる。	<ul style="list-style-type: none"> 扉の向こうの世界を表現したり、扉の形や開き方について、表したいことに合わせて工夫したりする。 自分が動かしたい作品の一部を決めて、デジタルカメラに撮る。（データを Scratch に保存する）
6		<ul style="list-style-type: none"> 作品の物語（「はじめ・中・おわり」）を設定し、動かしたい作品の一部をどのように Scratch で動かしたいか考え、設計図を作成する。
7	Scratch でつくった動く作品を通して、ふしぎなせかいを表現することができる。	<ul style="list-style-type: none"> Scratch の基本操作を知り、自分の作品にどう生かすか思考する。
8		<ul style="list-style-type: none"> Scratch をつかい、作品の物語（「はじめ・中・おわり」）に合った動きをプログラミングする。
9		<ul style="list-style-type: none"> グループで発表し合い、友達の作品のよさや工夫に気付き、自分の作品をさらに追加・修正する。

(2) 学習指導の工夫

ア ワークシートの工夫

第7時で活用するワークシート1【図18】では、物語の「はじめ・中・おわり」の設定を考え、記

入させる欄を設けた。また、描いた絵の中で動かしたい部分を決めさせ、それが自分の考えた物語に合った動きになるよう「上下」「左右」「ななめ」の方向と、「まっすぐ」「ジグザグ」「回転」の動きのブロックをどのように組み合わせたいか選択できるようにした。

さらに、動きを考える際に、動かしたいものの出発点と着地点をどうするか、予め設計図上に位置を示すようにさせた。それは、物語が「はじめ・中・おわり」の3場面の構成になっているので、場面と場面をつなぐための、出発点と着地点を決めておくことが必要になるからである。この活動を行うのは、児童が自分の作品をどのように動かしたいか、構成を考えやすくなり、また、設計図を見ながら Scratch のプログラミングに取り組みやすくなることをねらったものである。

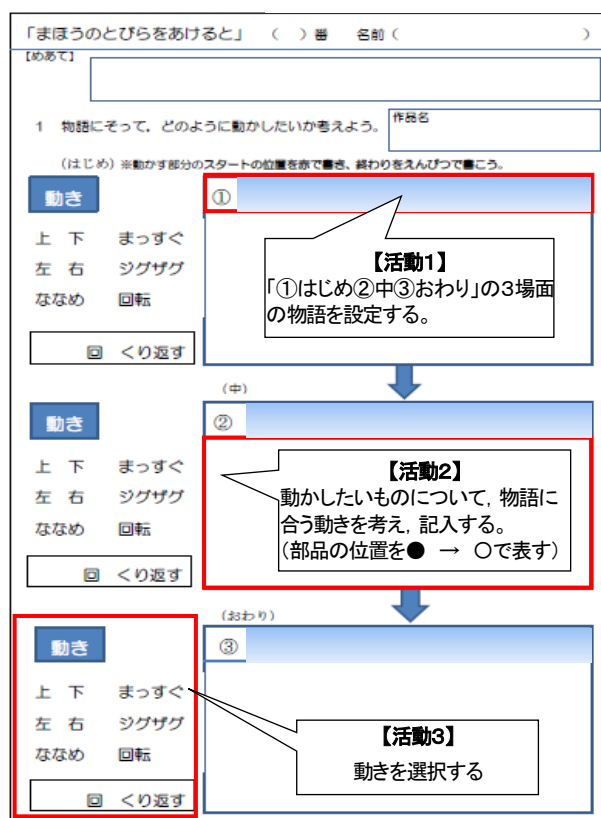


図18 ワークシート1

ワークシート2【図19(10頁)】では、作成した設計図とプログラミングによってつくったプログラムを比較できるように、並べてワークシートに示した。

また、自分が作成した物語の「はじめ」「中」「おわり」のプログラムがどこにあたるのか視覚化す

ることで、自分が表現したいことが表すことができているか確認できるようにし、設計図通りではないときには、追加・修正が記述できるようにもした。

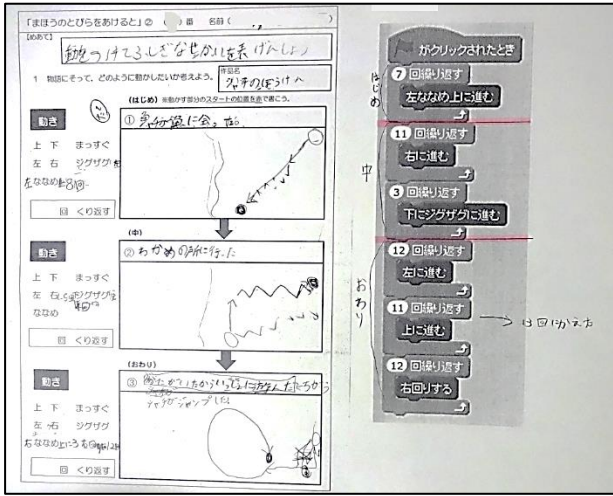


図 19 ワークシート 2

「まほうのとびらをあけると。」 () 番 名前 ()

(めあて)

1 友だちの作品を見て、気づいたことを書こう。

友だちの名前 ↓ やってみたい!	作品名	動かすもの	動き (はじめ・中・おわり)

2 自分の作品で、さらに工夫したいことを書こう。

① 友だちの作品から、工夫したいところがありましたか。
(はい ・ いいえ)

② 直したい所がありましたか。
(はい ・ いいえ) → **どこの部分ですか?**

③ 付け加えたい所がありましたか。
(はい ・ いいえ)

【ふり返ろう】

① コンピュータを使って、自分がイメージした動きを友だちにしようかできましたか。
【できた ・ できなかった】

② 自分がイメージした通りに、直したり付け加えたりすることができましたか。
【できた ・ できなかった】

③ コンピュータで自分の作品が動くことに、どんなよさがありましたか。

図 20 ワークシート 3

ワークシート 3【図 20】は、第 9 時の鑑賞時で使用した。特に、項目の 2「さらに工夫したいこと」では、鑑賞時に気付いた友達の作品のよさや工夫

を活かして、自分の作品をさらに改善したいところを記述できるようにした。また、項目の 3「ふり返ろう」では、プログラミングによる自分の作品が動くことにどんなよさがあるかに気付くことができるように、記述欄を設け、プログラミング体験を振り返ることができるようにした。

イ Scratch 教材 (Scratch 2.0 を使用)

この教材は、教師が予めプログラムした 18 種類の操作ブロックを選択し、組み合わせることで、図画工作科で製作した作品の一部を動かせるものである。本研究では、Scratch2.0 ファイルに次の点を加えて使用した【図 21】。

- 教師見本を作成し、プログラムの構成や操作ブロックの種類を示した。

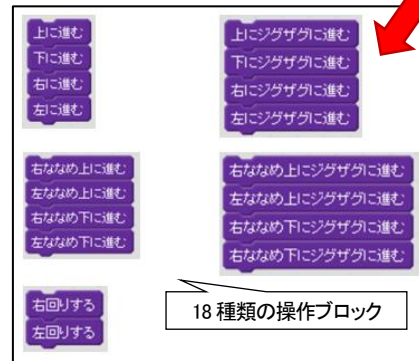
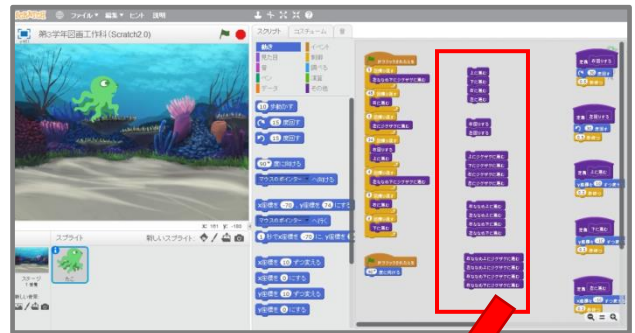


図 21 Scratch を使ったプログラミング教材

(3) 検証授業の分析

ア 教科での学びをより確実なものとする (扉と扉の向こうに広がる世界について想像したことから表現したいことを見つけ形や色、動きなどを活かしながらどのように表すかについて考えること) ができたか。

第 7 時に、自分がどのように動かしたいかをイメージし、設計図に表現する活動を行った。設計図の表し方として、出発点を●(赤鉛筆)とし、→(矢印)で動かしたい方向や動きを示

し、着地点を○（鉛筆）で書き表させた。

ワークシートの記述を評価したところ、【表5、表6】のような結果になった。

表5 第7時 児童のワークシート1（設計図）より

着地点と出発点が「はじめ・中・おわり」全て合っている。	13人
場面によって、できていない箇所がある。	5人
着地点と出発点を書いていなかったり、合っていなかったりしている。	7人
計	25人

表6 第8時 児童のワークシート1（設計図）より

着地点と出発点が「はじめ・中・おわり」全て合っている上で、さらに加筆・修正した。	11人
着地点と出発点が「はじめ・中・おわり」全て合っている。	12人
場面から場面による着地点と出発点が合っていない。	2人
計	25人

この結果より、1回目にうまく表すことができなかった児童が7人いたが、2回目には2人までに減った。また、児童が想像をふくらませながら設計図に思いを表す姿や、紙面の上で、実際に手を動かしながら試行錯誤している様子も見られた。

これらのことから、概ね教科での学びをより確実なものにすることができたと考える。

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

(7)【思考力、判断力、表現力等】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、計画を作成することができたか。

第7時に、設計図【図18（9頁）】に動かしたいものの出発点と着地点を3場面に分けて書かせ、第8時でさらに加筆・修正を行った。表5に示すとおり、1回目は、13人の児童が設計図の内容を理解して書き表すことができ、2回目は、23人の児童が書き表すことができた。

このことより、(7)に示す資質・能力を概ね育むことができた。

(イ)【思考力、判断力、表現力等】多岐にわた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することができたか。

第8時に、設計図に書き表したことをScratch

でプログラミングした。ワークシートを評価したところ、【表7】に示すとおり、19人の児童は、設計図に合わせた動きを作成することができた。しかし、3人の児童は、一部ができなかったり、自分がイメージした動きができなかったりした。

表7 第9時 児童のワークシートより

コンピュータを使って自分がイメージした物語の動きを作成できたか。	19人
場面によって、できない部分があった。	1人
物語に合った動きを作成することができなかった。	2人
計	22人

この3人のうち2人の児童は、第7時、第8時に設計図を作成する際にも、物語に合った動き（全体・部分）を作成することができなかった。この児童は、その後のコンピュータを使ってプログラミングをする際にも、自分のイメージしたとおりに動かすことができなかった。

このことから、自分が動かしたいイメージを持ち、設計図を作成できていなければ、その後のプログラミングもできないことが分かった。

以上のことから、(イ)に示す資質・能力は概ね育むことができたといえるが、ワークシートを書かせる前の段階での手立てが必要な児童もいると考える。

(ウ)【学びに向かう力、人間性等】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ことができたか。

第9時の鑑賞時には、設計図をまず友達に見せた上で、Scratchを実際に動かして発表させた。これを行うことで、発表者が物語に合った動きにプログラム出来たか、共通認識した上で、作品を見合ったので、友達の作品のよさや工夫点を見出すことができた。鑑賞時に児童が書いたワークシートからは、友達のよさを見つけた記述が多く見られた。

また、さらによい作品にしようと、修正したり、付け加えたりした児童が27人中16人いた。プログラムの中の回数を変更した児童が5人【図22（12頁）】、ブロックを変更や追加した児童が11人いた【図23（12頁）】。作品を修正したり付け加えたりしなかった児童もいたが、友達の作品のよさや工夫点を見出すことは、ワークシートの記

述からできていた。変更しなかった点においては、はじめに自分がイメージしていた動きができていたためだと考えられる。



図 22 プログラミング（回数を変更）

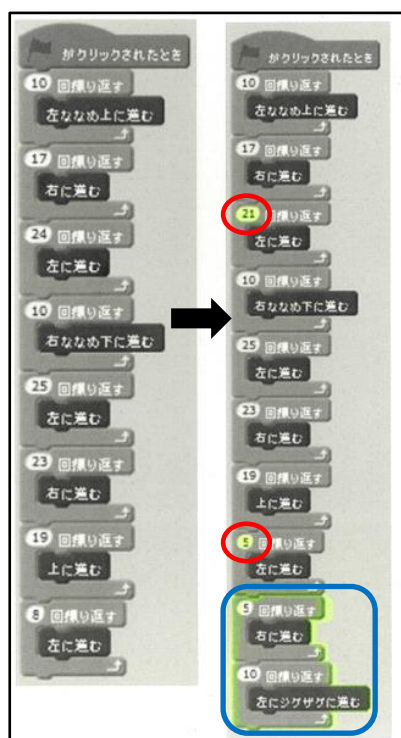


図 23 プログラミング（ブロックを追加）

ウ 手立ては有効であったか

(7) 教科での学びをより確実なものとする ことに有効であったか

アで示したように、児童が教科での学びをより確実なものとしてできた要因として、次の二点を示す。

① ワークシート【図 19 (10 頁)】の中に、どのような物語にして、作品の一部をどのように動かしていくのかという思いを表現させたこと。これにより、児童のイメージをふくらませるこ

とができた。

しかし、一方で、表現できなかった3人の児童は、どのように動かしたいかをイメージすることができていなかったと考えられる。

また、想像したこと（抽象的）を表す（具体的）際に、段階を踏まずに、すぐにワークシート1で、3場面に分けて考えさせたことが、その児童にとっては、難しかったと考えられる。ワークシート1に記述する前に、まずは、どのように動かしたいか、自分の作品の上から、動かしたい方向に手を動かしてみたり、実際にペーパーサート等で絵を動かしてみたり、場面を区切らず、どう動かしたいか全体像を書かせたりすることが必要だったといえる。そのため、この児童にとっては、このワークシートだけでは効果的であったとはいえない。

② Scratch 教材を活用し、コンピュータ上で実際に動きをつける活動を取り入れたこと。これにより、児童は、「自分の作品のイメージが広がった。」「思い通りに動かすことで、絵の楽しさがもっと伝わるようになった。」等、作品における想像の世界をさらに広げることができた。

(イ) 小学校プログラミング教育で育成を目指す 資質・能力を育むことについて

イで示したように、児童に「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要因を抽出児童、及び全体の様子から分析する。

a 抽出児童Aの様子

第7時において、児童Aは【図 24 (13 頁)】に示すように、設計図を試行錯誤しながら作成することができていた。

さらに、児童Aは、実際にプログラミングでつくった作品を動かしていく中で、自分が表現したい物語の世界のイメージがふくらんでいった。【図 25 (13 頁)】。

特に、第9時の鑑賞後において、児童Aは【図 24 (13 頁)】に示すように、回転するブロックを使ってシャチを動かす（ジャンプさせる）ことで、より自分の思いや意図に合った作品づくりをすることができていた【図 26】。

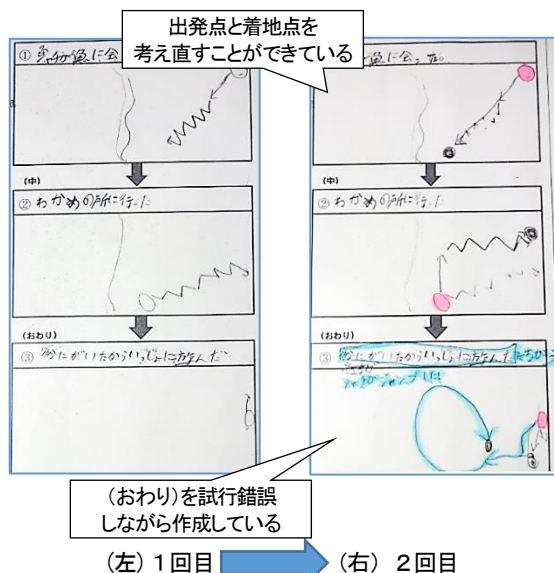


図24 児童Aのワークシート



図25 Scratchのプログラムと設計図を比較する児童

T: どうして前の作品と変えた?
 A: 「かみこがいたからいっしょに遊んだ」では物語に合っていないと思った。
 (回転ブロックを追加して実行する)
 A: こうする方が、シャチがジャンプして、楽しそうに遊んでいるように見えるし、おもしろいから。
 (回転ブロックを並べ替えたり入れ替えたりして、実行する)
 A: こっちの方がやっぱりいい。
 B: (見ていた隣の児童) すごいね。前のより、かっこよくなった。

図26 抽出児童Aの行動・発話記録

b 全体の様子

第9時の鑑賞後に書いたワークシートでは、自分の作品がScratchで動くことのよさについて、【図27】のように記述していた。

・コンピュータをつかうというところがなおいそがしい。
 ・プログラミングで絵をうごかせたことがよかった。
 ・自分の絵が自由にうごかせるのがすごい。
 ・じゆうにうごかせて、きめたことができる。
 ・付け加えができる。
 ・自分の好きなようにうごかせられるからべんり。

図27 ワークシート3の記述

また、プログラミングをしてみた感想として以下を記述していた【図28】。

・よそうしていた動きと同じで楽しかった。
 ・むずかしかったけど、自分のおもうようにできたときに、とてもうれしかった。
 ・プログラミングは予想したことがうまくできることをした。プログラミングはむずかしいけど、けいけんをつみかさねるから楽しかった。
 ・自分がやりたかったうごきが本当にできて楽しかった。

図28 第9時 児童のワークシートより

これらの要因として、次の二点を示す。

- ① ワークシートを使って、どのように動かしたいかをイメージさせ、場面ごとに設計図を書かせたこと。また、設計する中で予め、動き方や方向も選択して記述させておいたこと。これにより、児童はプログラミングをする際に、設計図を見ながら、適切と思われる動きブロックを選択したり、あてはめたりすることができた。

しかし、自分がイメージした動きにならなかった児童が3人いた【表8】。

表8 第9時 児童のワークシートより

コンピュータを使って自分がイメージした動きができた。	16人
コンピュータを使って自分がイメージした動きができなかった。	3人
計	19人

できなかった3人の児童のワークシートを見ると、具体的なイメージを設計図として記述することができていなかった。

このことから、設計図に書き表す前の段階で、どのように動かしたいのかという具体的なイメージをもたせる手立てをする必要があったと考える。

- ② 設計図を基に、グループで物語の構成を説明し、実際にScratchを動かして、発表し合ったこと。これにより、友達の作品を見合うことができるとともに、友達の表現したいことを感じ取ったり、自分の表現を伝えたりすることができた。また、うまくプログラムができなかった箇所等を、友達の作品からどのようにすればよいか新たに理解できたり、友達の作品を参考にして、さらに作品を修正、改善したりすることができた。

これらのことから、作成したワークシートとScratch教材の併用は、児童に「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る。

3 算数科（第5学年）について

(1) 検証授業の内容

ア 期間 令和元年10月30日～11月1日

イ 対象 研究推進校第5学年 41人

ウ 単元名 倍数と公倍数

エ 目標

倍数、公倍数についての理解を深めることができる。

オ 単元の評価規準

算数への関心・意欲・態度	数学的な考え方	数量や図形についての技能	数量や図形についての知識・理解
・倍数、公倍数の考えが日常生活の場面で活用できるというよさに気付いている。	・ある数の倍数の全体を一つの集合としてとらえたり、二つの数の公倍数の集合は、それぞれの数の倍数からなる集合の共通な要素からなるものとしてとらえたりしている。	・倍数、公倍数を求めることができる。	・倍数、公倍数の意味について理解している。 <u>（プログラミングと関連）</u>

カ プログラミング教育で育む資質・能力

「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」【資料（20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。

【思考力、判断力、表現力等】

- ・ プログラムをつくるために必要な手順に分け、順番に並べることができる。（動きに分ける）

キ 単元の指導計画（全7時間のうち2時間、算数科の内容を指導する中でプログラミングに関する学習活動を実施）

プログラミングに関する学習活動は、「倍数と公倍数」の単元において、二つの数の公倍数の求め方を考える学習を行った後に、その考え方を基に展開するようにした【表9】。

学習活動として、第4時（プログラミング第1時）では、「Scratchを用いて、入力した数が、7の倍数かどうかを判断できるプログラムをつくらう」、第5時（プログラミング第2時）では「Scratchを用いて、入力した数が、4と6の公倍数かどうかを判断できるプログラムをつくらう」という課題を設定し、倍数、公倍数のそれぞれの意味や求め方を基に、プログラミングを行うこととした。

第4時は、児童が、プログラミング的思考の思考方法について理解できるよう、教師主導で授業

を進め、第5時は、児童が、第4時の学習内容・ワークシートの記述内容を基に考えることができるよう、個人思考の時間を確保することとした。

この活動によって、倍数、公倍数の意味や求め方を振り返ったり、それを基にプログラムを作成する中で試行錯誤したりすることで、倍数、公倍数について理解を深めるとともに、プログラミング教育で育む資質・能力を育成することをねらった。

表9 指導計画

時	ねらい	主な学習活動
1	倍数の全体を一つの集合として捉えることができる。	・鉛筆とキャップの数が等しくなるのは何本のときかを考える。 ・偶数は、2の倍数であるという視点で見直す。
2		・数直線上でいろいろな数の公倍数を見つける。
3	倍数、公倍数を求めることができる。	・4と6の公倍数の求め方を考える。
4	（プログラミング第1時） 倍数の意味について理解する。	・Scratchを用いて、入力した数が、7の倍数かどうかを判断できるプログラムをつくる。
5	（プログラミング第2時） 公倍数の意味について理解する。	・Scratchを用いて、入力した数が、4と6の公倍数かどうかを判断できるプログラムをつくる。
6	3つの数の公倍数の求め方を理解する。	・2と3と4の公倍数の求め方を考える。
7	公倍数を適用して、問題を解決できる。	・縦6cm、横8cmの長方形の紙を同じ向きに敷き詰めて正方形をつくるときの、いちばん小さい正方形の1辺の長さの求め方を考える。

(2) 学習指導の工夫

ア ワークシートの工夫

第4時の倍数の学習で活用するワークシート1【図29（15頁）】では、算数科の学びをより確実にするとともに、プログラミング的思考【図1（2頁）】の流れに沿って、学習を進め論理的に試行錯誤することができるよう、次の①～⑤の留意事項を基に作成を行った。

- ① 児童が、倍数の意味（3に整数をかけてできる数を、3の倍数という）や性質（7の倍数は、7で割り切れる）を確認できるよう、復習問題に取り組みさせる。
- ② 児童が、「いくつかの数の中から7の倍数を見つけるプログラム」をつくるために必要な手順に分けたり、順番に並べたりできるよう、まず、①で確認した倍数の意味や性質を基に、いくつかの数の中から7の倍数を見つける考え方を、自分の言葉で説明させる。【必要な動きを分けて考える】

- ③ 児童が、Scratch を用いたプログラミング体験の見通しがもてるよう、順番に並べた手順を命令ブロックに置きかえさせる。【動きに対応した命令（記号）にする】【組み合わせる】
- ④ 児童が、倍数の性質を見いだすことができるよう、入力して確かめた数を書かせる。
- ⑤ 児童が、倍数についての理解を深めることができるよう、倍数で、新たに分かったことをまとめさせる。また、プログラムの働きのよさなどに気付いたりできるように、プログラミング体験を振り返らせる。

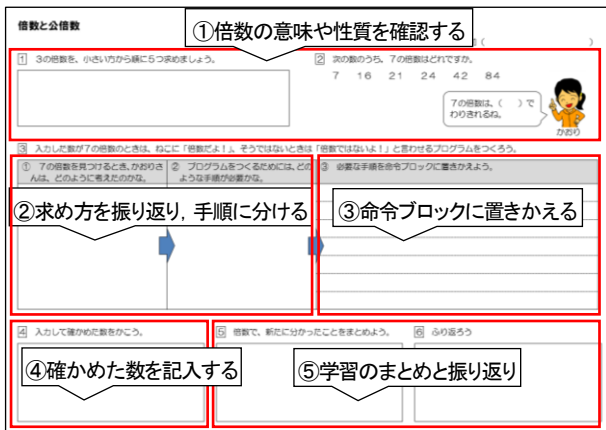


図 29 ワークシート 1

第 5 時の公倍数の学習で活用するワークシート 2【図 30】についても、ワークシート 1 と同様の工夫を行うことで、ワークシート 1 を参考にしながら考えることができるようにした。

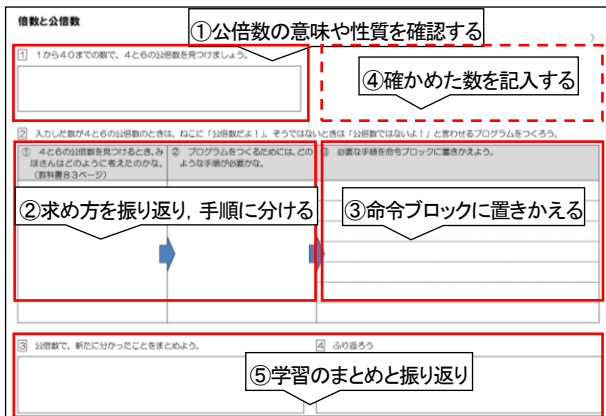


図 30 ワークシート 2

イ Scratch 教材 (Scratch 3.0 を使用)

本研究では、児童が Scratch の命令ブロック

(「データブロック」や「制御ブロック」など) を組み合わせて、「入力した数が、7 の倍数かどうかを判断できるプログラム」と「入力した数が 4 と 6 の公倍数かどうかを判断できるプログラム」を作成することとした。

その際、児童が無理なくプログラミング体験をすることができるよう、今回の学習で作成するプログラムに必要な命令ブロックを、教師が予め用意した【図 31】。

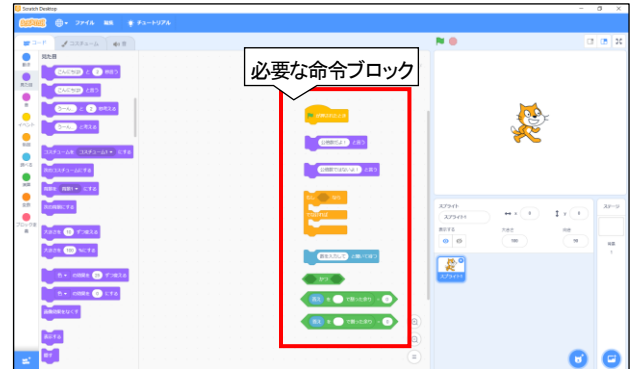


図 31 Scratch を使ったプログラミング教材

(3) 検証授業の分析

ア 教科での学びをより確実なものとする(倍数、公倍数について理解を深めること)ができたか

「小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説算数編」では、倍数、公倍数の指導に当たっては、それぞれの意味を理解させるとともに、ある数の倍数の全体をそれぞれ一つの集合として捉えられるようにすることをねらいとしている。また、倍数や公倍数は無限に続いていくことを見いださせたり、除法に着目して約数を考えさせたりするなど、数の構成について考察させることが求められている。

平成 29 年度全国学力・学習状況調査において、二つの数の最小公倍数を求めさせる問題が出題され、その結果、全国の平均正答率は 86.3%であった。二つの数の最小公倍数を求めることについては定着している状況だが、指導に当たっては、具体的な問題場面を基に、最小公倍数や最大公約数の意味について確実に理解できるようにすることは引き続き大切であると示されており、倍数、公倍数についても、ただ求めさせるだけでなく、意味理解も含めた確実な定着を図るための指導

の重要性が伺える。

プログラミングに関する学習活動を行った第4時に、「倍数で、新たに分かったこと」についてまとめさせ、評価したところ、【表10】に示すとおり、17人の児童が、「7で割った余りが0なら7の倍数で、割り切れないのなら7の倍数ではないこと」、「(どの桁も)全部7だと7の倍数であること」など倍数の性質について記述することができた。また、22人の児童が、「今まで計算したことのない数でも7の倍数になったこと」、「倍数は約数と違って、ずっと続くこと」など、九九の範囲を超えて続いていくことについて記述することができた。

同様に、第5時に、「公倍数で、新たに分かったこと」についてまとめさせ、評価したところ、【表11】に示すとおり、20人の児童が、「4と6の倍数は12の倍数でもあり、そのきまりは数がどれだけ大きくなっても変わらないこと」、「4と6の倍数は12ずつ増えていくこと」などの公倍数の性質について記述することができた。また、13人の児童は、公倍数は続いていくことを記述することができた。

これらのことから、倍数、公倍数について概ね理解を深めること(教科の学びをより確実なものとする)ができたと考える。

表10 倍数について理解を深めることの評価

	第4時 (人)
性質について記述している	17
<ul style="list-style-type: none"> 7で割った余りが0なら7の倍数で、割り切れないのなら7の倍数ではない。 777でも7777777など全部7だと7の倍数。 など 	
九九の範囲を超えて、続いていくことについて記述している	22
<ul style="list-style-type: none"> 今まで計算したことのない数でも7の倍数になった。 倍数は約数と違って、ずっと続くことが分かった。 普段分からなかった大きさの数でも、倍数があつてびっくりした。 7の倍数はたくさんあり、他にもたくさんあることが分かった。 など 	
いずれも記述していない	7

(N=41 データの重複あり)

イ 「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力【思考力、判断力、表現力等】プログラムをつくるために手順に分け順番に並べること)を育むことができたか。

第5時に「プログラムをつくるために必要な手順」を記述させ、評価したところ、【表12】に示すとおり、8人の児童は、公倍数かどうかを判断するた

めに必要となる、「4と6でわること」を含め、正しい手順に分け、順番に並べて記述することができていた。

表11 公倍数について理解を深めることの評価

	第5時 (人)
性質について記述している	20
<ul style="list-style-type: none"> 4と6の倍数は12の倍数でもあり、そのきまりは数がどれだけ大きくなっても変わらない。 4と6の公倍数は12ずつ増えていくことが分かった。 4と6の最小公倍数は12だから12を次々たしていけば、公倍数はどんどん見つかる。1032, 1044は12ことばしてあるから、公倍数になったと思う。 など 	
九九の範囲を超えて、続いていくことについて記述している	13
<ul style="list-style-type: none"> 公倍数はいくつになっても最小公倍数ぶん増え続ける。 倍数と同じようにどれだけ大きくなっても公倍数はある。 永遠に公倍数は続く など 	
いずれも記述していない	14

(N=41 データの重複あり)

一方で、31人の児童については、手順に「4と6の公倍数を求める」、「4と6の公倍数だったら」、「共通する倍数だったら」など記述しており、4と6の倍数を求めるために必要な手順である「4と6でわること」を記述することができていなかったが、概ね必要な手順に分け、順番に並べることはできていた

これらのことから、プログラムをつくるために手順に分け順番に並べること(「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、概ねできたと考える。

表12 手順に分けて順番に並べることの評価

	第5時 (人)	
手順に分け順番に並べている (正答記入例)	8	
<ol style="list-style-type: none"> ある数を入力する。 ある数を4と6でわる。 4と6の両方でわりきれたら、ねこに「公倍数だよ!」と言わせる。 両方でわりきれなければ、ねこに「公倍数ではないよ!」と言わせる。 		
手順が不足している (誤答記入例1)		31
<ol style="list-style-type: none"> ある数を入力する。 4と6の公倍数を求める。 4と6の公倍数だったら、ねこに「公倍数だよ!」と言わせる。 4と6の公倍数ではなかったら、ねこに「公倍数ではないよ!」と言わせる。 		
(誤答記入例2)		
<ol style="list-style-type: none"> ある数を入力する。 共通する倍数だったら、ねこに「公倍数だよ!」と言わせる。 共通する倍数でなかったら、ねこに「公倍数ではないよ!」と言わせる。 	1	
無解答	1	

「4と6でわること」を記述することができていなかった要因として、次の二点を考える。

一点目は、入力した数が4と6の公倍数かどうかを判断するための方法を、「4の倍数と6の倍数をそれぞれ見つけて、共通する数が4と6の公倍数になること」を基に考えさせたため、4と6で割るという手順が必要であることに気付かなかったと考える。

二点目は、「4と6の公倍数は、4と6の両方の数で割り切れる」といった公倍数の性質が理解できていなかったためと考える。

ウ 手立ては有効であったか

(7) 教科での学びをより確実なものとする について

3(3)アで示したとおり、倍数、公倍数について概ね理解を深めることができた。その要因として、次の二点を示す。

- ① 「7の倍数は7で割り切れる」ことについて記述することができたのは、この考え方を基にプログラムを作成したこと。このことで、倍数の性質を活用し、理解が深まったと考える。
- ② 倍数、公倍数の性質について記述していたことや、九九の範囲を超えて続いていくことについては、授業の最後には全員が倍数、公倍数かを判断するプログラムを作成できるように支援したこと。作成したプログラムに、手計算では倍数、公倍数かを判断することが困難な大きな数を入力させて、確かめた数を記入させ、きまりを見いださせたこと【図32】で、新たな性質に気付いたり、すでに気付いている性質について理解を深めたりすることができたと考えられる。

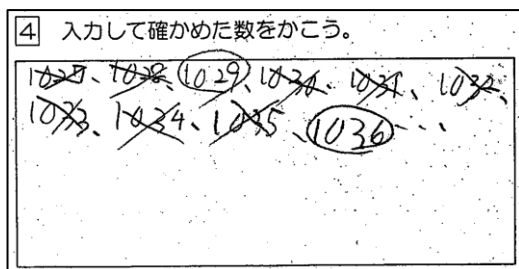


図32 入力して確かめた数からきまりを見いださせる

以上のことから、作成したワークシートやプログラミング教材を活用することや、倍数、公倍数

でプログラミングに関する学習活動を行うことは有効であったと考える。

また、さらに充実させるためには、プログラミングに関する活動を行った後に、きまりを見いださせる活動時間を十分確保し、指導を行うことが大切であると考えられる。

(4) 小学校プログラミング教育で育成を目指す 資質・能力を育むことについて

3(3)イで示したとおり、プログラムをつくるために手順に分け順番に並べることについて、概ね育むことができた。

その要因について、振り返りの記述内容と抽出児童Aの分析と考察を行った。

a 振り返りの記述内容

【表13(18頁)】に示すとおり、「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いている」児童が第4時で20人、第5時で8人、第4時と第5時の2時間を通して24人おり、プログラムを作るために手順に分け順番に並べることの必要性の理解を促すことにもつながったと考える。

検証授業では、作成したワークシートに沿って学習を進めるとともに、授業のまとめでは、児童全員がScratchでプログラミング体験することができるよう、命令ブロックの正しい順番を全体で確認したり、コンピュータ操作の支援を行ったりした。

これらのことが、プログラムをつくるために必要な手順に分け順番に並べることの必要性の理解につながったものと考えられる。

一方、【表13(18頁)】に示すように、第5時では「プログラミングを難しいと感じている」児童が6人、「プログラミング体験について、いずれも記入していない」児童が11人いる。第5時は第4時と比べて、必要な手順が複雑になり条件制御も増えている。これらのことから、「○○かつ○○」や「もし○○なら」などの条件制御について、児童にとって身近な例を示しながら丁寧に指導するとともに、コンピュータを使わない場面においても手順に分け順番に並べさせ、プログラミング教育と関連付けながら継続的に指導することが必要であると考えられる。

表 13 振り返りの記述内容

	第4時 (人)	第5時 (人)
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いている ・プログラムはたった1つでも違ったら自分の思っていることとは違うことになる。 ・プログラミングしないとコンピュータが動かない。 など	20	8 ※うち4人は第4時でも記述
プログラミングを難しいと感じている ・少しブロックが増えた(「〇〇かつ〇〇」)だけでも、並べるのがすごく難しかった。 ・特に「もし〇〇なら」を入れるのが難しかった。	0	6
その他 ・プログラミングは命令をするとそれどおりにすぐやるからいい。 ・パソコンは人間だったら無理なくらい計算が速い。 ・コンピュータでもできない計算があるということ。(桁数が多い値を入力した場合) ・電卓のプログラミングをつかってみたい。 ・プログラミングより計算を速くしたい。	22	17
プログラミング体験について、いずれも記入していない	5	11

b 抽出児童の分析と考察

児童Aは、第5時で、入力した数が4と6の公倍数かどうかを判断できるプログラムをつくるために、まず、教科書を振り返りながら、「4の倍数と6の倍数を求めて、等しい倍数が4と6の公倍数になる。」と記述していた。この段階では、判断するためには、入力した数を4と6で割ることが必要であることに気付いていなかったが、その後、教師が、このことを学級全体で確認をしたことで、児童Aは修正を行い、自分の言葉で正しく説明することができた。

次に、児童Aは、先ほどの考え方と、第4時のワークシートの記述内容を確認しながら、「①ある数を入力する。②ある数を4と6でわる」と記述し、その後も、第4時のワークシートの記述内容を確認しながら、「③答えが等しければ(正しくは、割り切れるならば)、ねこ(Scratchのマスコット)が『公倍数だよ!』という。④答えが等しくなければ(正しくは、割り切れるならば)、ねこが『公倍数じゃないよ!』という。」と、概ね正しく手順を記述することができた。

その後は、教師主導で授業を進めたことで、児童Aは、【図33】に示すとおり、ワークシートを確認しながらScratchを用いてプログラムを作成することができた。

これらのことから、次の二点を成果の要因として考える。

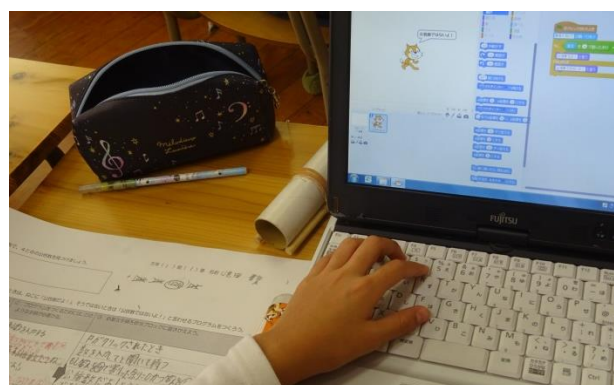


図 33 Scratch を用いてプログラムを作成する様子

- ① 必要な手順に分け順番に並べる前に、4と6の公倍数かどうかを判断する方法を自分の言葉で正しく説明させたことで、プログラムをつくるために必要な手順全体の見通しをもつことができたと考える。
- ② 第4時に、児童が、プログラミング的思考の思考方法について理解できるよう、教師主導で授業を進めたことで、第5時は、児童が、見通しをもって、第4時の学習内容・ワークシートの記述内容を基に考えることができたと考える。以上のことから、作成した教材を活用した指導は有効であったと考える。

IV 研究のまとめ

1 研究の成果と課題

作成したワークシートとプログラミング教材を活用したことは、各教科とも教科の学びをより確実なものにするとともに、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。

各教科における具体的な成果と課題については次に示す。

(1) 音楽科

ア 成果

どの児童も自分のイメージに合ったおまつりの音楽になるよう、リズムの組み合わせを工夫することができた。特に、手拍子によるリズム打ちが難しい児童は、コンピュータ上で実際に音を出して正しいリズムを確かめることができ、思いをもっておまつりの音楽をつくっていくことに大

変有効であった。

イ 課題

プログラミング的思考の構成要素「組み合わせる」「改善する」能力を育むためには、「予測を立てる⇔コンピュータに指示を出す」といった活動を繰り返しながら音楽づくりをする必要がある。そのために、単元構成や授業展開を工夫するなどして活動時間を確保できるようにしていきたい。

(2) 図画工作科

ア 成果

Scratch 教材を活用し、コンピュータ上で実際に動きをつける活動を取り入れたことで、児童は、「自分の作品のイメージが広がった。」「思い通りに動かすことで、絵の楽しさがもっと伝わるようになった。」等、作品における想像の世界をさらに広げることができたと考える。

イ 課題

児童がイメージした動きの表現を、まずは実際に手で動かしたり、全体像として1枚の絵に表す操作をしたりしておく活動が必要であった。その後、場面設定をし、段階をふむことが大切であると考える。

(3) 算数科

ア 成果

作成したプログラムに、手計算では倍数、公倍数かどうかを判断することが困難な大きな数を入力させて、確かめた数を記入させ、きまりを見いださせたことで、新たな性質に気付いたり、すでに気付いている性質について理解を深めたりすることができたと考える。

イ 課題

倍数、公倍数について理解を深めさせるためには、プログラミングに関する活動を行った後に、きまりを見いださせる活動時間を十分確保し、指導を行うことが大切であると考える。

おわりに

令和2年度からの小学校プログラミング教育の円滑な実施に向けた準備が必要となっている。本研究において作成した教材や「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」を育むために有効な学習指導方法を広く周知し、普及につなげることで、本市における「小学校プログラミング教育で育成を目指す資質・能力」の向上に資することが本研究の大きなねらいである。

本研究の活用が、小学校プログラミング教育の推進に役立つことを期待したい。

最後に、本研究を進めるに当たり、御指導・御助言をくださった広島工業大学情報学部の竹野英敏教授、教材作成や授業実践に御協力をくださった藤の木小学校の皆様へ、心から感謝申し上げます。

参考文献

- 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
- 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 文部科学省『小学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 図画工作編』平成29年7月
- ④ 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
- ⑤ 教育出版「おんがくのおくりもの2」(平成29年2月)
- ⑥ 日本文教出版「見つけたよ ためしたよ図画工作3・4上」(平成29年2月)
- ⑦ 東京書籍「新編 新しい算数5上」(平成29年2月)

資料 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ことができる。 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ことができる。 	
	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ことができる。 	<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ことができる。 	<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ことができる。 	
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ことに気付き、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ことができる。 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することができる。 	<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よい解決の手順を考えることができる。 	<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ことができる。
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ことができる。 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ことができる。 	<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ことができる。 	