

学習指導要領移行期の小学校プログラミング学習実践における成果と課題 — 教科のねらいを達成するプログラミング学習の取組 —

加納里乃 高瀬玲子 小田哲也 青木直人 長尾幸彦
岡崎市立愛宕小学校 (株)教育システム

Achievements and problems of computer programming classes at an elementary school during a course transition period Learning programming to achieve course objectives

Satono KANO, Reiko TAKASE, Tetsuya ODA, Naohito AOKI, Yukihiro NAGAO

キーワード：教科学習 プログラミング体験・学習 主体的 対話的 プログラミング的思考

I. 実践研究の背景と目的

新しい学習指導要領の総則第3の1(3)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させるための学習活動」を行うとある¹⁾。このプログラミング体験は、平成32年に完全実施になるが、文部科学省は、平成30年6月28日に、委託調査結果として「5割以上の区市町村教育委員会が準備を始めている」こと、地域別では北海道8割、東北が7割に上っており、「地域間で取り組みの状況に格差がある」ことを発表した。多くの学校関係者が、その概要・方法などを理解できていないことがわかる。この要因を教員に問うと「教科・授業のねらいとプログラミング学習をどのように結びつけるかに苦慮している」と答えることが多い。こうした課題を解決し、プログラミング体験・学習が、その導入主旨に沿い、児童の「プログラミング的思考力」の育成に効果を期待できるようにするには、先行研究を実施し、授業モデルを示すことが望ましいと思われる。

そこで、岡崎市立愛宕小学校では、学習指導要領の完全実施に向け、すべての教員ができるだけ多くの教科にプログラミングを取り入れ、試行錯誤を繰り返し、学習指導要領の趣旨に合う学習を実現することを目的にカリキュラムを計画して実践した。学習指導要領が公示される前の平成28年9月から月1回(年間8回程度)の全学年(全学年1学級であるため1～6時限で全学級の授業が1日で行う)で本研究を行った。本稿では2年目、3年目前半の実践を中心に取り上げる。

II. 実践研究の方法(調査方法、実践評価方法等)

1. 研究の仮説

各教科・総合的な学習の時間のねらい、単元・本時の学習目標を達成する手立てとして、プログラミング学習を取り入れることで、児童にプログラミング的思考(組合せ・順序性・計画性・構造化・批評・改善等)が育ち、主体的で対話的な深い学びが実現できる。

2. 研究の手立て

(1) 授業準備

① モデルプログラムの準備

プログラミングソフトは、『Scratch 2.0²⁾』(以下 Scratch)を利用する。児童は、担任教員が準備したモデルプログラムを自分の考えで編集する。教員は45分の授業で「教科の内容に合うこと」、「児童の操作に迷わないこと」、「操作が単純なこと」の3点を実現できるモデルプログラムを準備した。このモデルプログラムで学習の目標を達成できるかどうかについて、実践前に支援員と打合せをして準備した。

② 児童のプログラミングの事前学習

教員や児童のプログラミング学習の知識・理解を促すために、Scratchのホームページにある動画や

『NHK for School』で視聴できる『Why!?プログラミング』³⁾という10分番組を昼の休憩時間に全校放送で視聴する。これによりブロックの意味や並べる順序の違いなどの基礎情報が身につくと考えた。

③ ワークシートの利用

できるだけプログラミングに時間を確保できるよう、前時の最後に児童がプログラミングの学習課題が理解できるようにしておく。ワークシート(資料1)を使い、本時までの間に、休み時間などを利用して実現したい軌跡の描画モデルやスクリプト^(*)6)のブロックの並べ方などを記入し、本時のプログラミングの設計図とする。裏面は、本時のプログラミング学習を振り返るための活動の記録や気づきを記入できるようにした。

(2) 授業展開の工夫

プログラミング的思考の育成と学習目標・ねらいの達成、対話を通じた深い学びの実現のため、過去の成果と課題から図1に示す「標準授業展開モデル」に基づき実践した。

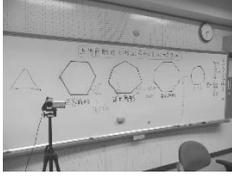
段階	児童の活動	教員の支援・配慮
準備	<ul style="list-style-type: none"> Why!?プログラミングの視聴(昼放課等) ワークシートへの記述(休み時間等) 	<ul style="list-style-type: none"> 学習目標の設定 スクリプトの参考になるNHKforSchool「Why!?プログラミング」のコンテンツ選定 ワークシートの作成(事前学習、操作説明) モデルプログラム作成(できるだけ簡潔に) 
導入・課題把握	<ul style="list-style-type: none"> 教室前方に集合 既習事項の発表・確認 学習課題の意義を感じ学習内容を理解 完成イメージのフィジカルプログラミング 自分で考えたプログラムの発表(15分) 	<ul style="list-style-type: none"> 教室前方への集合指示 既習事項から本時の学習課題の設定(児童の発言を対話的に掘り下げる) モデルプログラムを提示しながら手順理解支援 ホワイトボード利用 完成イメージのモデル提案 
究明段階	<ul style="list-style-type: none"> モデルプログラムやワークシートを参考にプログラミング操作 学習課題に向けての解決の工夫 質問の解決手順 自分で試す→友達に聞く→試す→それでもわからなときに先生に聞く 	<ul style="list-style-type: none"> 記録シートに児童の活動や思考経過を記録し、整理段階への準備 早くできた児童へのオプション課題提示 操作開始8分程度で、情報交換の時間をとる 先生は原則、課題や児童の質問の答えを安易に教えない。 友達どうしの会話・情報交換による比較、分類等をしながら活動できるよう支援(20分) 
整理段階	<ul style="list-style-type: none"> 教室前方集合、児童が対話的に進める。 児童自身の操作による発表 友達の作品との比較・分類、フィジカルでも確認 ワークシートにまとめを書く。(10分) 	<ul style="list-style-type: none"> 記録シートから発表児童を決めておく。 児童を前に集め、対話的に発表ができるよう支援。 児童が発表操作しやすいように支援。 思考ツールの言葉(同じ、違い、分類等)を使い思考が可視化しやすくなるよう支援。 児童のワークシートから個の思考段階の把握をし、学習の質を高める。 

図1 標準授業展開モデル

により、想像を働かせ、自分だけのお話が作られていく楽しさを感じ、進んで書こうとする態度が養えると考えた。

(5) 実践授業内容 (単元第2時 PC室利用)

- ① 教科のねらい お話の内容を膨らませ、ねこの気持ちが表現出来るようにする。
- ② プログラミングを取り入れる場合の留意点
 - 操作は、方向・音(声)・時間(○秒)・コスチュームの4点の変更になる。
 - 日頃からアナログな言語活動を十分に行っておくことで、学習目標の理解が早くなる。
- ③ 授業展開計画(第2時)の例
授業展開計画を表1に示す。

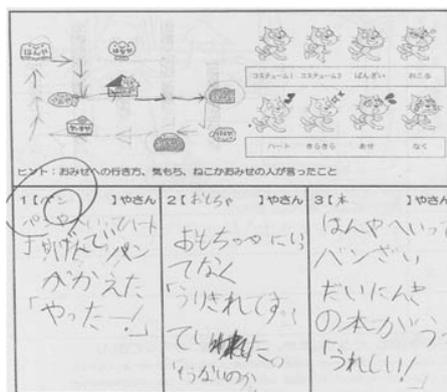


図6 ワークシート例

表1 授業展開計画(第2時)

段階(分)	児童の活動	教員の活動
導入 (7)	1 前に集まりモデルプログラムを見る。 ・前時に友達を作ったものと教員が作ったものを比較して、どうなっているか言ってみる。 ・生活経験を基盤にして想像を膨らませます。	・前時までのお話の想像が広がるように全員で対話を通して、考えながら話を作る活動を行う。 ・友達と比べる、生活経験を想起することを支援する。
課題把握 (8)	2 本時の課題を把握する。 お店で会話したことをそうぞうして文を作り、話にあうようにねこをプログラムしよう。 ・想像したお話の内容を発表する。 ・はじめ、なか、おわりで発表する。 ・どんなスクリプトで動かかを発表する。 ・他に使うスクリプトを考えて発表する。 ・いろいろスクリプトを使ってみる。	・「想像したことを言ってみよう」 ・「想像したようにねこを動かすスクリプトを考えよう」スクリプトの並びを考えさせる ・スクリプトで工夫のある児童の考えを広げられるよう情報共有する。 ・前時のワークシートを参考に、つまずきそうな児童から机間指導をする。記録シートを使って、個々の児童の進行状況を把握する。
究明段階 (20)	3 話を想像しながらプログラムを作る。 ・会話を想像して、お話をワークシートに書く。 ・終わりになるほどお金が少なくなるよ。 ・生活経験を想起してお話を考える(パンは、売り切れになることがある、買えないと悲しい、うれしいときは「やったあ」と言いたい)。 ・友達のプログラムとの比較、友達への質問等 中間発表：どんなお話になっているか、プログラムを実行しながら発表をしよう。 ・今までの動きを発表して友達から意見を聞く。 ・友達のねこの動きやスクリプトを参考に、わからないところを聞く。 ・表現が広がるよう工夫を考えて聞く。 ・友達の発表を参考に、改めてお話とプログラムを完成させる。	・児童が試行錯誤して取り組むことができるように支援する。 ・友達どうしで相談できるよう促す。 ・児童の意見が対話的につながる進行をする。 ・お話の表現が広がるよう、発表する児童を記録シートから選び意図的に指名する ・プログラミングの技能にとらわれないような意見・情報交換にする ・集中して話を聞くことができるように、大画面テレビの前に集まる指示をする。 ・発表するプログラムを、児童の音読に合わせて実行させる。
整理 (10)	4 完成した話とプログラムを発表し、できるようになったことを振り返る。 ・お話を音読しながらプログラムを動かす、ジェスチャーもできるだけ付けて発表する。 ・コスチューム変更や音を入れたよ。 ・まだ思った通りにうごかないところがあるから、もっとやってみよう。 ・本時についてワークシートに書き込む。	・工夫したこと、中間発表から変わったことを発表し、アドバイスを伝えるよう促す。 ・お話や気付いたことなどをワークシートへ書き込みを指示する

④ 学習内容と児童の活動

導入段階ではワークシートにより前時までの内容からお話を膨らませ、モデルプログラムにより話す言葉、待つ（〇秒）、コスチュームなどの工夫を考えた。主人公のねこと店員と会話する言葉については、事前に録音したのものを使い、他の友達が考えた言葉も使うことができるようにした。離席して友達が考えたプログラムを見たり、利用する言葉を聞いたりする児童もいるが、おおよそは自席で、想像を広げ取り組んでいた。プログラミングにより、地図上を実際にねこが動いていく様子を可視化したり、録音された言葉を選んで使ったりすることで、普段文章を書かないまたは書けない児童も、想像を膨らませてワークシートにお話を書くことができた（図6, 図7）。



図7 ワークシート書き込み例

児童は、まず、図5のモデルプログラムをもとにスクリプトブロックを組み合わせ、図8のようにプログラムを組みなおす。音のスクリプトブロックを入れる場所は「右へいく」の下に入れると、お店に着いたときにタイミング良く音が鳴る等の工夫をした。

中間発表では、教員が、図8中の「〇秒まつ」「コスチュームをかえる」のスクリプトブロックの使い方で児童に対話させた。秒数を増やすことで、品物を探す気持ち、短くすることで急いで買い物をする気持ちが表現できること、嬉しい気持ちに合うにはどんなコスチュームにかえるとよいかなどを対話し、プログラム作成を再開した。再開した活動では、ほとんどの児童が自分のお話に合わせて、お店の状況により、秒数やコスチュームを変えていた。整理段階の発表では、お話を、気持ちを込めて読みながら、それに合わせてその児童が作成したプログラムを実行した（資料6）。時間の間隔や声やその大きさ、動くタイミングなどの工夫や変更点を、聞いた児童からの感想を交えて、対話的に発表した（図9）。

(6) 考察

自分の考えたお話に動きが付くことで、アニメーションのようになる。これが楽しくて、単元を通して想像を膨らませながら各自で異なる作品を作る意欲が続き、内容をよりよくすることや気持ちをよりうまく表現しようと試み、学習目標を達成できたと感じる。早く操作のできた児童は、背景を変更して、お店や道を新しく作ることもできた。しかし、教員は学習目標の達成と活用的学習になるよう、活動や操作を絞り、(5)の②に示した4点で気持ちの抑揚を表現させた。加えてこれにより活動に余裕が生まれ、児童同士での相談や試行錯誤をしながら自分の話にあった動きをさせることができた。次は、プログラミングによる効果と考えられる点である。

- プログラミングの操作時間に離席を許可し、解決できそうな児童にたずねるようにしたことで、児童同士でお話の内容を聞き合ったりプログラムを見合ったりすることができた。
- 普段文章が書けない児童の文章量が増加した。
- 図7のワークシートを書いた児童は、以前は想像して書くことが苦手であったが、これ以降の国語のいろいろな題材の作文では、文章がよく書けるようになった。
- 順序性や計画性のある論理的思考の育つ学習ができた。
- 実践後「お話づくりが好きになった」と回答する児童の人数が倍増し、9割となった。

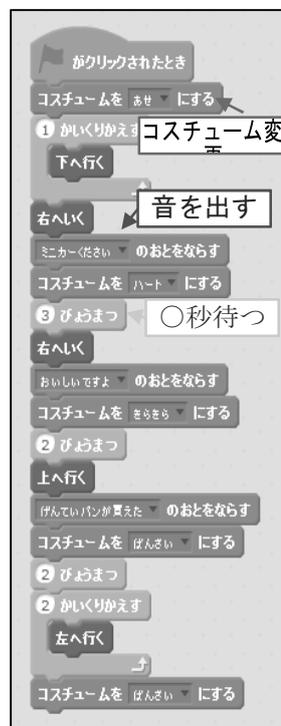


図8 プログラム例



図9 発表の様子

2. 実践授業例2 —4年算数「平行四辺形をかこう」

紙面の都合上、単元計画と本時の授業展開は割愛する。

(1) 学習内容

算数科の図形の構成と性質を見いだす力を伸ばすモデルプログラム(図11)の作成を通じて、平行なふた組の直線により様々な平行四辺形を書き、図形の特徴を知る。

(2) 本単元での手立て

- 角度の大きさや辺の長さを容易に変えられるモデルプログラムを準備する。
- どのスクリプトを使い、どう組合せるかを事前にワークシートに書いてからプログラミング活動を始める。

(3) 単元及び実践授業での内容

単元では、生活の中にあるいろいろな図形から、辺・角、垂直・垂線、平行・平行線、対角・対角線などの要素を取り出し、その性質を知り、図形に発展する。2組の様々な角度の平行線を、組み合わせる平行四辺形の作図は、プログラミングしやすく、順序性や構造化に関わる論理的思考の育成に適している。「①平行線の性質を知り②2組の並行線を書き③重ねる」ように計画した。平行四辺形の性質を考えながら、ワークシートに描画するスクリプトをかいた。また平行四辺形の性質に加え、ひし形・正方形・長方形が、平行四辺形であることなど四角形の分類条件について、児童の発言から理解が進むように、対話的に授業を進めるようにした。

(4) 実践授業内容(単元第4時 PC室利用)

①教科のねらい

自分で考えた平行四辺形を作図し、その性質を知る。

②プログラミングを取り入れる場合の留意点

- 角度の大きさや辺の長さを容易に変えられモデルプログラムを用意する。
- 前時までの学習内容を、導入段階で確認してからプログラミングを始める。

③学習内容と児童の変容

前時までの学習内容を確認し、モデルプログラム(図11)での平行四辺形の動きを確認して、左側と下側から1組ずつの平行線が中心部に移動し、平行四辺形になる)から、どんな平行四辺形を書くか考えた。スクリプトが簡単であることから、ワークシート(図12)に、書きたい平行四辺形とそれを描くためのスクリプトも一緒に書いた。またモデルプログラムを児童に提示し、「どんな平行四辺形が描けるか」も予想した。これによりスクリプトの機能がわかり、プログラミングの知識が増える。児童は1つ目を作成したあと、角度や辺の長さを変えて、平行四辺形を複数作ることによって一般的なイメージを理解した。中には平行線を描く4つのキャラクターの始点が悪く、平行線がうまく重ならない児童もいたが、友達同士で相談し7分程度で全員が平行四辺形を書くことができた。

児童の描いたものには、角度が5度の鋭角でとがったものや長方形や正方形もあった。中間発表では、こういった条件の平行四辺形が長方形や四角形になるか、またひし形になるかを、それを描いた児童の意見から、対話的に引き出し、1つの角度が90度なら、すべて90度になることや、辺の長さが全て同じであること等を、多くの児童の発言を絡めながら考えを発表した。その中で行った教員の、「同じ大き

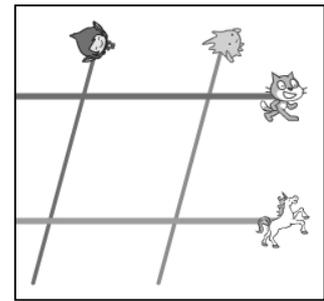


図10 平行四辺形例



図11 モデルプログラム

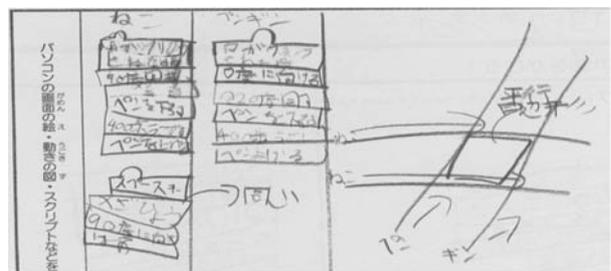


図12 スクリプトと動きを描いたワークシート例



図13 整理段階の様子

さの角は、どれとどれ？」の質問から、同位角や錯角の位置の角度を見て、同じ角度であることに気がつく発言があった。これは、上学年での算数の学習に発展できる学びに広げるものであった。以上の学習活動により、整理段階（図 13）では、平行四辺形の辺と角についての定義付けを行うことができた。

（5）考察

本時の学習目標の達成は図を示すことで理解しやすいものであった。本時のように導入段階で、前時までの学習内容を確認し、ワークシートをもとにいくつもの図をつくり一般化することと発展的な内容につながる対話的な学習を行い、児童同士で相談したり、工夫し合ったりして学習目標を達成することができることがわかった。

プログラミングによる効果と考えられる点としては以下のようなものがあげられる。

- プログラミング学習は対話的に授業を進められるので、児童同士で学び合い、発展的な深い学びが実現できる。
- 多くの形を見ることで図形の性質の理解が進み、学習意欲が継続した。
- 実践後の確認テスト（演習）では、90点以上が25人中21人だった。

3. その他の授業実践例（定期実践）

前述の実践例以外に行った授業を以下に示す。国語と算数、音楽が中心である。プログラミングが言語活動であることから、国語、算数の教科目標に合致しやすく、実践しやすいと考えたからである。これら教科のトピック的な学習、または、活用的な学習を実践している。なお、この定期実践以外にも教員の希望でロボット（ollie）やmicro:bit等を活用したプログラミング学習も不定期で行っている（図14）。

1年生

- ・ 国語「順序を考えて伝えよう」（事象の並び方・順番を考えて話す内容をまとめる授業）
- ・ 国語「助詞を使って文を書こう」（「～へ」「～で」などの助詞を使って文章を作る授業）
- ・ 算数「3つの値の足し算」（「 $\bigcirc + \square + \triangle$ 」の計算の解を求める授業）
- ・ 算数「足し算と引き算の混ざった計算」（ $\bigcirc + \square - \triangle$ ）等の計算の解を求める授業）
- ・ 算数「4つ以上の値での加減の混ざった計算」（ $\bigcirc - \square + \triangle - \bigcirc$ ）等の加減混合の授業）

2年生

- ・ 国語「ものがたりを表現しよう」（物語の大男と子供の大きさの変化を表現する授業）
- ・ 国語「おなじところちがうところ」（説明文にある事象の違いを見つける授業）
- ・ 算数「かけ算をしよう」（ $\bigcirc \times \square$ の解を求める授業）
- ・ 算数「繰り上がりの2桁の足し算」（繰り上がりのある足し算のチャート式解法の授業）
- ・ 生活科「施設への道順を考えよう」（地図上を移動して、校外学習の順路を考える授業）

3年生

- ・ 国語「漢字あてクイズ」（偏と旁の複数コスチュームでランダムに選んだ漢字を読む授業）
- ・ 国語「紙飛行機の飛び方を表現しよう」（紙飛行機のふわっとした飛び方を表現する授業）
- ・ 音楽「リズムを打とう」（全音符、四分音符、八分音符を組み合わせたリズム打ちの授業）
- ・ 音楽「リズムに音色を付けよう」（作ったリズムにあった音色を付けて豊に表現する授業）

4年生

- ・ 算数「どっちが大きいでしょう」（小数と分数の値をランダムに選び、値の大きさを比較）
- ・ 国語「拗音を読もう」（mya, myu等の拗音の子音と母音を分けてランダムに選び読む授業）
- ・ 算数「平行四辺形の分類」（いろいろな平行四辺形を作図し、分類する授業）
- ・ 算数「たてとよこの長さ」（縦と横の概念を理解し、距離から面積を推測する授業）

5年生

- ・ 国語「漢字の成り立ち」（象形漢字の成り立ちを4コマ漫画にしてクイズにした授業）
- ・ 算数「四角形の内角の和」（四角形の内角の和が360度であることを一般化する授業）
- ・ 算数「一筆書きで並ぶ数」（並んだとき・回ったときの人数・本数を調べる授業）
- ・ 算数「多角形を描こう」（正七角形等の多角形を作図する授業）

6年生

- ・ 国語「詩と俳句の叙情表現」（蛍のはかない光り方を表現する授業）
- ・ 算数「速さの比較をしよう」（速さの違い、秒速、時速などの速さの違いを表現する授業）
- ・ 音楽「旋律をつくろう」（短い旋律をつくる授業）

- ・算数「ヒストグラムを書こう」（身長体重の学級全体の測定値からヒストグラムを作る授業）
- ・算数「対称図形を描こう」（線対称・点対称図形を作図する授業）



IV 成果と課題

1. 成果と課題

(1) 教科のねらいを達成するプログラミング学習ができたか

教科のねらいを達成するために、操作・活動内容をねらいに向かうように焦点化したことや標準授業展開に準じて学習展開をしたことから、おおよそ教員のねらいは達成できただろう。それはワークシートへの記述量から推測するが、達成度に差があることは感じられ、改善の必要性はある。

(2) プログラミング的思考が育ち、主体的で対話的な学びができたか

組合せや順序等の思考が育ったと感じるのは、普段の発言に「順番」、「計画」、「改善」といったキーワードが出ることからである。また、主体性と対話的な学びについては、標準学習展開に沿って、児童に任せる時間を増やし、教員が意図的に対話の機会を増やす、児童席の隣同士の会話によって解決をする姿から見取ることができる。

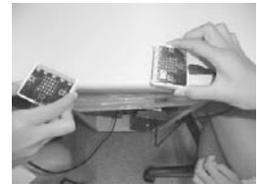


図14 Ollieと
micro:bitを使った授業

(3) 指導者研修と外部評価の効果

今まで教員は、教科のねらいを実現することが大きなねらいと感じ、それに向かった授業をしていた。今年は、指導者研修等により授業改善の意識と工夫の余裕が生まれ、従来の教室で行う授業のように、自由度や遊び（ゆとり）のある時間をつくりことができるようになった。外部評価についても、児童の対話を生かす思考ツールの採用や児童の理解度の検証を評価したことで、一層の授業改善意識がもて、児童への指示や説明が少なくなり、児童に任せる時間が増えたと感じる。

(4) 実践3年目の変化

- 児童・教員とも、Scratch 2.0 のスクリプトの意味・使い方の理解と操作の慣れが進み、授業展開のパターンの理解により、プログラミング学習の授業が円滑に行えるようになった。
- 低学年児童では、離席して友達に分からないことを聞いたり友達の作品やその操作自体が気になったりすることが多いことは、昨年と大きな変化はない。4年生以上の児童は、離席をせず、自分の作品完成に対して、集中して操作する姿が多く見られようになった。
- 教員は、標準授業展開例や記録シートを利用して、授業をパターン化することで余裕が生まれ、操作の速い児童と滞る児童の両面で支援ができるようになった。
- 全国学力学習状況調査のB問題の正答率が、年々上がっている。
- 全国学力学習状況調査の児童質問の「自分の意見を言うのは得意か」「自分の考えを発表する機会では、自分の意見がうまく伝わるよう、資料や文章、話しの組み立てなどを工夫して発表していたか」の「当てはまる」と答えた割合が、本研究を始めてから年々増えている。

2. 次年度への課題

教科のねらいを達成できるように本研究を進めてきたが、普段の授業では、そのために付加情報や一見の外れな情報も利用していることが多い。この行為は、意外に児童の記憶に蓄積されることから、長期的に、児童の思考の発展性や創造力に関わる力を伸ばす事につながっていると考える。こういった従来の授業での自由度が、プログラミングの授業で実現できると良いと考えている。当初の目的は達成できたと考え、次年度については、自由度、創造性を「取り入れる」、「伸ばすこと」を目的に加え、研究を進めていく。

注・文献

- 1) 文部科学省 (2017) : 小学校学習指導要領総則第3の1(3), 8.
- 2) Scratchは米MITメディアラボのライフロンギンダーガーテングループのプロジェクトで、無償で提供されている。簡単なマウス操作でプログラミングができるため小学生でもプログラミングが可能である。<https://scratch.mit.edu/>
- 3) Scratchを教材としてプログラミングを解説するNHK Eテレで放送される10分番組である。<http://www.nhk.or.jp/gijutsu/programming/origin/bangumi/>
- 4) 青山学院大学特任教授 阿部和広氏、岐阜聖徳学園大学教育学部准教授 芳賀高洋氏、情報通信総合研究所 平井総一郎氏等から助言をいただいている。