

小学校におけるプログラミング的思考の育成を促すため 授業計画及びその指導法の提案

教育学研究科 教育実践創成専攻 教科領域実践開発コース 初等教科教育分野 加藤 瞬

1. はじめに

2020年公示小学校学習指導要領において、情報活用能力の「学習の基盤となる資質・能力」という側面が強調され、「プログラミング教育が必修化された。」(文部科学省, 2017)。

「小学校プログラミング教育の手引(第三版)」によると、小学校プログラミング教育では以下の3点がねらいとして挙げられている。①「プログラミング的思考」を育むこと、②プログラムの働きのよさ、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、各教科等の学びをより確実なものとする。また、「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させるために、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」とされている(文部科学省, 2020)。一方、中央教育審議会の「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)」では、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、将来どの職業に就くとしても、普遍的に求められる力とされている。しかし、この「プログラミング的思考」の本質やその育成に関しては、田中・中田(2020)や、西川・三沢・高橋(2021)など、多くの議論がある。

2. プログラミング的思考と基本アルゴリズムの3要素

「小学校プログラミング教育の手引(第三版)」では、プログラミング的思考について図1のように説明しているが、その詳細は明確化されていない。プログラミング的思考に関しては、中

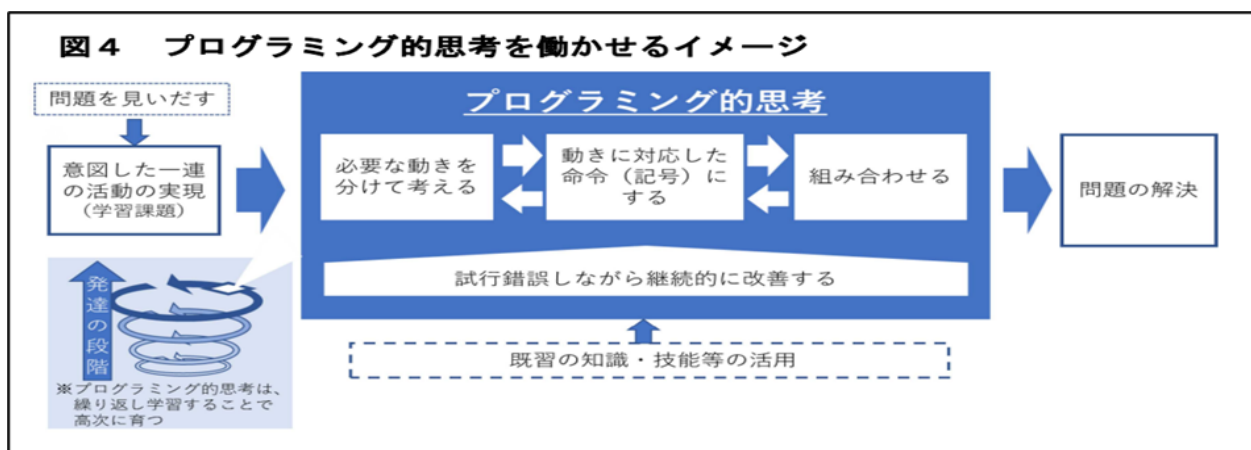


図1 プログラミング的思考のイメージ

央教育審議会の「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）」において、以下のような議論が展開されている。

「プログラミング的思考」という言葉は、第2回有識者会議（文部科学省 2016年5月19日）において、磯津政明委員が、この言葉を初めて用いた。プログラミング的思考を、Wing (2006) の、コンピューターショナル・シンキング (Computational Thinking) (以下、CTと略す) を参考にして述べられている。CTは、単にプログラムをコーディングすることではなく、すべての子どもに必要な分析的思考能力であるとされている。有識者会議においては、プログラミング的思考と同義的な扱いがされている。

一方、山本・堀田 (2020) はCAS (2015) を参照しながらCTを表1のように整理し、基本アルゴリズムを、①順序、②分岐、③繰り返し、④フローチャートの4項目に分類している。また、類似の分類として、黒上・堀田 (2017) のプログラミング的思考における基本アルゴリズムの3要素として、「順次」「分岐」「反復」をあげている。本研究では、後者の基本アルゴリズムの3要素の分類を採用して実践計画をすす

める。

3. 本研究の目的

本研究の目的は、基本アルゴリズムの「順次」「分岐」「反復」の3要素にそれぞれ焦点をあてたプログラム作成活動を、児童が興味関心を持ちやすい題材を教材とし主体的で対話的な活動をうながす授業展開をすることにより、プログラミング的思考の育成の様相を示すことである

4. プログラミング的思考育成のための授業計画 (単元計画)

授業実践は県内公立小学校第5学年27名（男児14名、女児13名）を対象にして実施し、教科は総合的な学習の時間の「プログラミングを体験しよう」の単元において、全10時間を実践した。次頁の表2において、その概略について説明を行う。第1次と第3次（8・9時間目）との比較から、プログラミング的思考の育成・評価を実施していく。また、その過程における、第2次（3～6時）の各処理方法の性質をおさえる活動を踏まえて、総合的に実践授業を考察する。本時としては、第3次の8・9時を設定する。

表1 計算論的思考の視点とその内容

視点	具体的な内容
基本アルゴリズム (自動化)	問題を解決するための明確な手順で、同様の問題に共通して利用できる。
デコンポジション (分解)	問題や事象をいくつかの部分に、理解や解決できるように分解する。
一般化 (パターン化)	類似性からのパターンを見つけて、それを予測、規則の作成、問題解決に使用する。
抽象化 (再構成)	問題を単純化するため、重要な部分は残し、不要な詳細は削除する。
評価	基本アルゴリズム、システムや手順等の解決方法が正しいかを確認する。

出典：(2020) 山本・堀田「計算論的思考の視点からみた小学校プログラミング事例の教材の教材及び学習形態の分析」をもとに筆者作成

表2 単元計画

時	単元内容
第1次 情報社会と実生活	
1	情報社会と実生活についての認知, 自身の
2	生活をプログラムする。
第2次 基本アルゴリズムの学習	
3	「順次処理」を使用したプログラム作成。
4	「分岐処理」を使用したプログラム作成。
5	
6	「反復処理」を使用したプログラム作成
第3次 他学年に向けたプログラムの開発	
7	4年生が楽しめるプログラムの計画。
8	4年生が楽しめるプログラムの思考及び作
9	
10	作成したプログラムを4年生に紹介し, 体験してもらう。

(1) 比較対象授業の概略 (第2時)

本単元の中核である第8・9回の授業との比較検討材料として, 第2回の授業計画を設定した。本時の概略として授業導入時に, コンピュータがプログラムによって動くことをおさた。つぎに学習課題として, プログラミング的思考の基本3要素をフローチャートに記入し, 疑似的に自身の生活をプログラムする学習活動を実施した。授業のまとめにおいて振り返りを実施し, 学習感想を記入させた。

(2) 基本アルゴリズムの3要素の性質をおさえる授業の概略 (第3～6時)

(2-1) 「順次処理」の性質に関する授業 (第3時)

本時では「順次処理」の性質についておさえる授業を実施した。本時の授業では, 自己紹介のプログラム作成を学習課題として提示した。授業導入時において, 「上から下に組み合わせる」という性質をおさえた。その後, プログラムの作動場面のみを児童に示し, 学習の見通しをもたせ, 学習課題に取り組ませる流れで授

業を実施した。

(2-2) 「分岐処理」の性質に関する授業 (第4・5時)

本時では「分岐処理」の性質についておさえる授業を実施した。本時の授業では, クイズゲームのプログラム作成を学習課題として提示した。授業導入時において, 「条件によってプログラムが変化する」という性質をおさえた。その後, プログラム作成に最低限必要なブロックを提示し, 学習の見通しをもたせ学習課題に取り組ませた。また, 本時ではキーボード入力に関わる指導も行い, 活動が円滑に実施されるように指導も行った。

(2-3) 「反復処理」の性質に関する授業 (第6時)

本時では「反復処理」の性質についておさえる授業を実施した。本時の授業では, ピンボールゲームのプログラム作成を学習課題として提示した。授業導入時において, 「条件に応じて繰り返し実施される」という性質をおさえた。その後, プログラム作成に最低限必要なブロックを提示し, 学習の見通しをもたせ学習課題に取り組ませた。

(2-4) 本時の授業計画 (第8・9時)

本研究の目的はプログラミング的思考の育成が実証されたのか検証することである。中でも, 本時が中核的な授業として挙げられる。本時に用いるプログラミング教材として, Scratch財団とマサチューセッツ工科大学メディアラボライフロンクキンダーガーデングループとが共同開発した, ビジュアル言語にあたる「Scratch」を使用した。児童のScratch経験について, 単元実施前にアンケート調査を行った。その結果, 27人中3人(1名未回答)が使用経験ありと回答した。この結果から, 教材への経験値が極めてない状態での指導が実施されたことが分かる。指導計画は以下の表3が授業計画である。

表 3 第8・9回授業計画

①導入 本時のめあて及び活動の見通し。 ・ 前時までの振り返り。 ・ 学習展開の説明。
②展開 学習課題に取り組む。 ・ 自身のプログラムを完成させる。 ・ 問題解決を図るために、児童同士の共同学習を促す。
③まとめ 本時の振り返りと次時の確認。 ・ 完成したプログラムの動作確認。 ・ 次時の見通しをもつ。 ・ ワークシート記入。

5. 授業実践と評価

(1) 比較対象授業の実際 (第2時)

①導入 (5分)

始めに、前時の振り返りとしてコンピュータの利便性に関する振り返りを実施した。ここではコンピュータが生活に不可欠であることや生活を豊かにしていることなど、情報社会と実生活を関連付けた内容を再度学習した。その後、コンピュータがプログラムによって動いていることをおさえ、その動きを可視化する手法としてのフローチャートを提示した。めあては「自分の生活をプログラムして、コンピュータの仕組みを知ろう。」として設定した。

②展開 (35分)

本時の目標として「順次・分岐・反復」処理の性質について理解する目標を掲げ、図3のよ

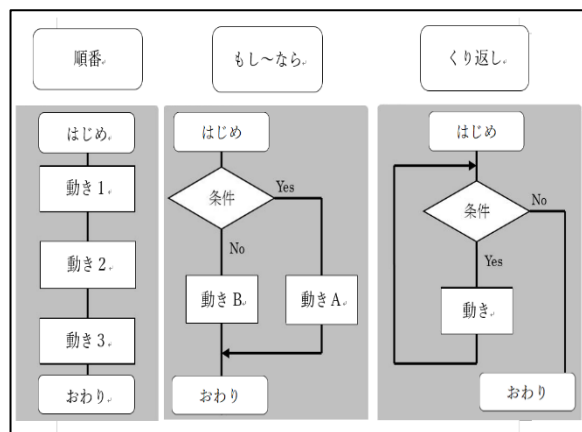


図3 各処理方法

うな提示を行った。この教材の処理方法をもとに、いくつかのプログラムを例示し、自身の生活経験を想起してフローチャートに書き起こした。その後、ペア学習を行い、全体で共有を行った。

③まとめ (5分)

全体で共有後、コンピュータが作動する仕組みを振り返り、児童の学びを一般化した。その後、学習感想を記入した。

④授業評価

本時の目標である各処理方法を、児童がどれくらい活用していたのか分析を行った。その結果が表4に示される。

表 4 各処理方法を用いた割合

プログラミング的思考	人数 (%)
順次処理	27人 (100)
分岐処理	17人 (62.9)
反復処理	10人 (37)

フローチャートに記入した各処理方法の分類は、その書き方の正確性で判断しておらず、児童がいずれかの処理をしていると推測されたもので分けている。それらの児童が作成したプログラムの一部を抜粋して紹介する。図4では、順次処理に関する記述が見られ、図5では、反復処理に関するプログラムが見られた。図に

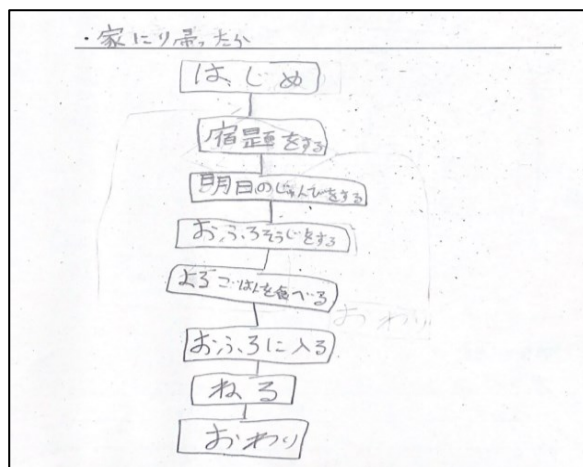


図4 ZO児の順次処理のプログラム

示した以外の児童においても、自身の日常経験からフローチャートに記入したものが非常に多かった。

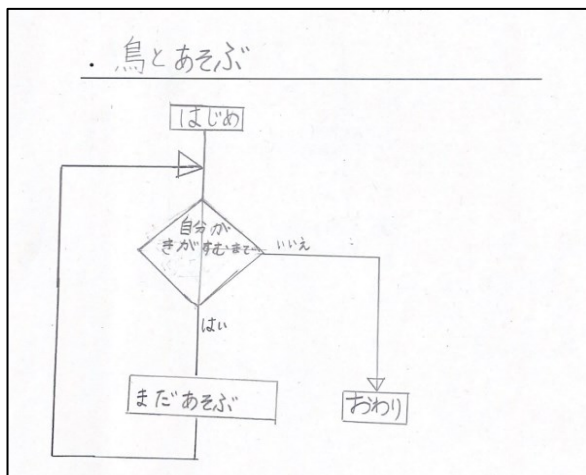


図5 SK 児の反復処理のプログラム

(2) 基本アルゴリズムの3要素の性質をおさえる授業 (第3~6時)

(2-1) 「順次処理」の性質に関する授業 (第3時)

プログラムの作成過程において、児童は自身の作成するプログラムと向き合って活動する姿が見られた。トライ&エラーを繰り返して、意図するプログラムを作成していた。授業感想の記入では、多くの児童がプログラムを円滑に作動させるための振り返りを行っており、学習課題への意欲が高かったことが分かった。

(2-2) 「分岐処理」の性質に関する授業 (第4・5時)

活動への困難さが見られる児童においては、教師が解答を教える指導ではなく、他の児童か

ら師事を得るように支援を行った。その結果、児童同士の学び合いが活発化していた。

(2-3) 「反復処理」の性質に関する授業 (第6時)

本時の課題は2つのプログラムを並行して組み合わせていく活動を行った。そのため、児童にとって難易度の高いものであったと推測された。授業内においても、試行錯誤する様子が見られた。1名を除くすべての児童がプログラムを完成させることができた。また、完成に至らなかった児童は、別途授業外に時間を設けて、性質の理解及びプログラムを完成させた。

(3) 本時授業の実際 (第8・9時)

①導入 (5分)

本時の授業始めに、全体で活動の課題を共有した。本時はめあては、「4年生が楽しめるプログラムを考えて作ろう」で課題を設定した。その後、学習の見通しを提示した。学習過程を可視化して、児童自身が学びを内省する手立てとして、表4の項目を設定したワークシートを記入させた。

表5 ワークシートの項目

- ①プログラムの題名
- ②プログラムができること
- ③プログラムの面白い点
- ④プログラムの工夫した点と難しかった点
- ⑤プログラムの設計図

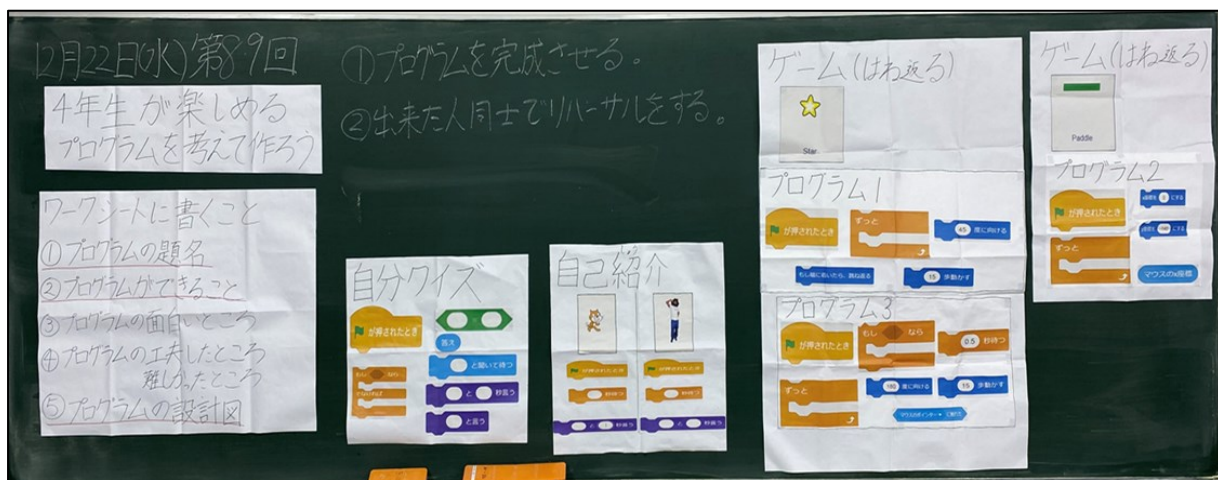


図6 本時の板書

②展開 (65分)

児童は本時のめあてに沿って、課題を達成するために、プログラムの作成と検証、改善するための思考等を繰り返して活動を行った。自身のプログラムを最初から作成することが難しい児童においては、本時までに活動してきた中のプログラムを参照して、独自性を加えた作成をするよう支援した。また、児童の探究的な活動過程であることを前提としているため、教師は補助的に指導を行い、児童の主体性と協働的な学習を保障するようにした。

③まとめ (20分)

まとめでは、次時の動きや内容を確認した。活動の進行については、大枠を著者が設定し、活動自体は児童が全面的に進める方向性を示した。最後に、本時のワークシートを仕上げ、学習感想を記入した。

④授業評価

本時の目標である各処理方法を、児童がどれくらい活用していたのか分析を行った。その結果が表6に示される。

表6 各処理方法を活用している割合

プログラミング的思考	人数 (%)
順次処理	27人 (100)
分岐処理	27人 (100)
反復処理	22人 (81.4)

本時の活動を集計し、表4の第2時のものと比較した。その結果、分岐処理を活用した児童は、37.1ポイント上昇し、児童全員が試行することができた。また、反復処理においては、44.4ポイント上昇した。また本研究では、プログラミング的思考の3要素を採用して授業実践を行った。対象とする要素を、本時の使用教材Scratchを用いて評価を行い、本研究の授業及びその指導法の有用性を検証し、その効果や課題を分析・考察した。結果としては、非常に多くのプログラムが作成され、活動が多様なものとなった。活動の被体験者である招待された4年生においても、活動に対して積極的に取り組む姿が確認できた。

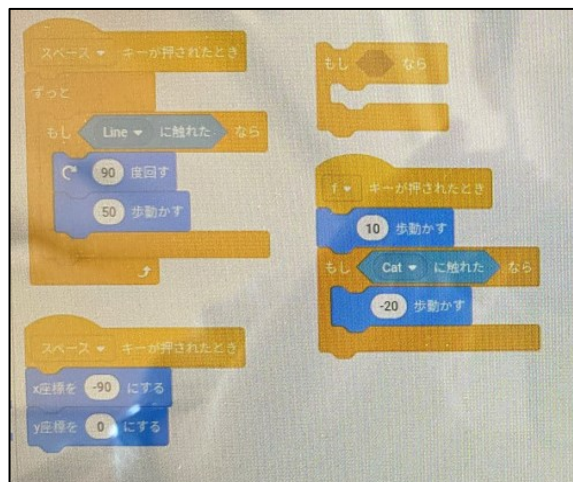


図7 NH児の作成したプログラム

児童が作成したプログラムのうち、飛躍的に思考の育成がみられ、活動の質が向上した児童のものを抜粋して提示する。図7のNH児は、第2回授業では順序処理のみを用いていた。しかし、処理の過程をおさえる授業内容を実施した結果、3要素を巧みに使い分け「押し相撲ゲ

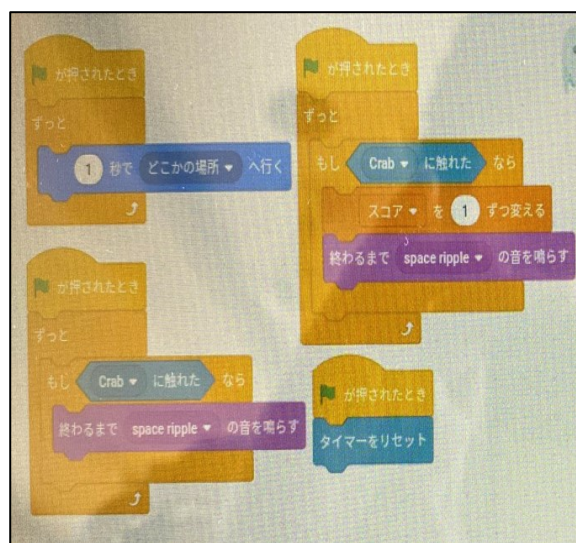


図8 Z0児の作成したプログラム

ーム」のプログラムを作成していた。NH児においては、学習記録にてプログラミングへの困難さを示していた。しかし、活動後の記入では、活動への情意面がポジティブな方向に向いていた。

図の8のZ0児は、第2回の授業において、順次・反復処理の2処理を用いており、分岐処理に関する思考の過程は評価されていなかった。しかし、本時の展開では、「キャラクターを

操作したゲーム」の作成に取り組み、全処理を活用していた。また、3処理の組合せだけでなく、音やスコア表示など、プログラムの内容を充実させるためのブロックを組み合わせている様子が見られる。これらの創意工夫から、児童が主体的に課題を捉えて、より現実事象として活動していることが推察される。

6. 研究成果と課題

本研究は小学校におけるプログラミング的思考の育成を促すための授業計画及び指導法の実施を行い検討した。

はじめに、研究課題であるプログラミング的思考について、その育成が数値からも実証ができた。

つぎに、研究前後の児童の情意面やプログラミング活動への変容を挙げる。研究授業前に、

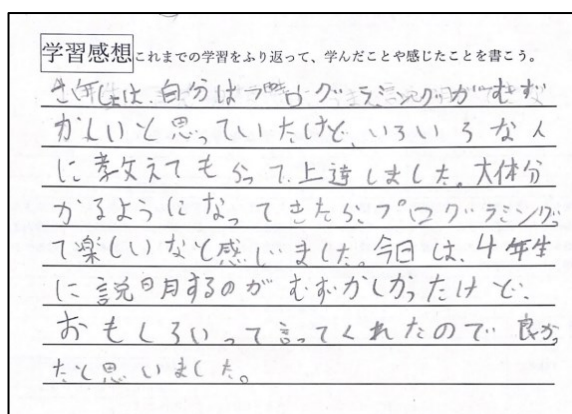


図9 ZO児の自己評価

児童へのプログラミングに関するアンケート調査では、プログラミングの活動経験がない児童が大多数であった。そのため、活動への積極性が見られなかった。しかし、最終回授業の振り返り用紙では、多くの児童が自己評価しており、図8のZO児のように意識の変容が見られた。一方で、自己評価にて活動への課題点を挙げる児童も見られ、授業終了後も活動する姿が観察できた。全体的に、活動終了後において、自身のプログラムをより意図したものにする姿が確認できたため、本研究の有効性が感じられた。

さいごに、授業の回数を重ねるごとに、教師が指導をしなくても、児童から進んで協働的に学習に向かう姿が見られた。

課題点については、以下の三点が挙げられる。

一点目に、本研究において課題であると感じる点は、「プログラミング的思考の促進過程をより詳細にすること」である。研究結果によって、プログラミング的思考が筆者の授業及び指導法によって促進された反面、その育成過程の見取りが十分ではないと推察する。これらの過程をより丁寧に扱うために、ワークシートへの記入や活動への観点を提示したり、思考の変容を緻密に捉えたりすることが要求される。この課題に関しては、ワークシートの問いや発問等の仕方を、プログラミング的思考の育成に結びつけるようにする方法が考えられる。

二点目に、プログラミング教育全般における課題が本時にも散見されたが、「データの取り扱い」に関しても留意する必要性を痛感している。活動において、児童のプログラムが保存されておらず消えてしまうことがあった。そのため、バックアップ等の指導が必須であると考えられる。本研究を実施した自治体の端末は、情報セキュリティ的な視点から、スクリーンショットができない。そのため、本教材であるScratchのブロックを複製する機能や、教師が作品を適宜撮影するなどの解決策が挙げられる。

三点目に、小学校におけるアンブレグド形式のプログラミング教育実践、学習活動において児童の作成したプログラムを、教室全体で共有できるような環境整備が挙げられる。活動内において、取り上げたいプログラムを即時に電子黒板等に投影できる環境が必要であると感じた。この点に関しては、グーグルクラスルームやチームズ等のページに投稿して共有を図る方法が考えられる。

このような成果や課題を踏まえて、次年度では、プログラミング的思考の育成及びその変容を明瞭に捉えて研究を実施していきたい。加えて、本研究では、プログラミング的思考の基本

3要素に着目して検証した。しかし、プログラミング的思考については、2頁の表1に示したように多くの視点が挙げられる。基本アルゴリズムに関する思考の育成だけではなく、その他のプログラミング的思考の育成を促進させる授業計画及びその指導法の検討についても引き続き研究を行っていきたい。

【参考・引用文献】

Computing At School (CAS) (2015) CAS Computational Thinking - A Guide for teachers.

(<http://community.computingatschool.org.uk/resources/2324>, アクセス日:2021年2月20日)。

Jeannette, M. Wing (2006) Computational Thinking, Communications of the ACM, Vol.49, No.3, pp.33-35.

(中島秀之(訳)(2015). 計算論的思考, 情報処理, Vol.56, No.6, pp.584-587)。

黒田昌克 (2017). 小学校段階におけるプログラミング教育実践に向けた教員の課題意識と研修ニーズとの関連性 日本教育工学会『日本教育工学会論文誌』41号, pp.169-172。

黒上晴夫, 堀田龍也 (2017). プログラミング教育導入の前に知っておきたい思考アイデア.小学館。

丸岡慎也 (2020). 小学校はじめてのプログラミング授業.学陽書房。

文部科学省 (2016). 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)。

文部科学省 (2020). 小学校プログラミング教育の手引(第三版)。

文部科学省 (2016). 小学校段階における論理的思考力や創造性, 問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議(審議の取りまとめ)。

文部科学省 (2017). 小学校学習指導要領。

文部科学省 (2017). 小学校学習指導要領解説【総合的な学習の時間編】。

文部科学省 (2017). 小学校学習指導要領解説【総則編】。

文部科学省 (2016). 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)。

西川義孝, 三沢良, 高橋典久 (2021). 小学校プログラミング教育の光と影—実践的な検討課題の導出—『岡山大学教師教育開発センター紀要』11号, pp.59-73。

田中良研, 中田充 (2020). 小学校におけるアンプラグド形式のプログラミング教育実践 山口大学教育学部附属教育実践総合センター『教育実践総合センター研究紀要』49巻, pp.11-20。

豊田充崇 (2017). 小学校プログラミング授業の推進における実践上の課題 和歌山大学教職大学院紀要『学校教育実践研究』2号, pp.83-90。

山本朋弘, 堀田龍也 (2020). 計算論的思考の視点からみた小学校プログラミング事例の教材及び学習形態の分析『鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要』29号, pp.144-153。