

# 小学校での各教科等におけるプログラミング教育実践の報告

青木 譲<sup>1,a)</sup> 山口 友子<sup>1</sup> 小谷 穂乃茄<sup>1</sup> 新井 浩之<sup>1</sup> 小角 亜美<sup>1</sup> 島袋 舞子<sup>2,b)</sup> 兼宗 進<sup>2,c)</sup>

**概要：**小学校段階におけるプログラミング教育は 2020 年度から導入され、これまで多くの授業実践が報告されているが、小学校全体でのプログラミング教育に関する取り組みについての報告は多くない。筆者らが所属する大阪市立茨田東小学校では 2017 年度からプログラミング教育の実践教育を進めてきた。今年度は各教科等の内容を指導する中で実施するプログラミング教育をテーマに取り組んでいる。本稿では、これまで小学校全体で取り組んできたプログラミング教育の概要と今年度実施した 3 つの実践について報告する。

**キーワード：**小学校、プログラミング教育実践、各教科等におけるプログラミング教育

## 1. はじめに

2020 年度から小学校段階にプログラミング教育が導入された。小学校段階におけるプログラミング教育では、プログラミングを学習する教科や教材、学年の指定は無く、各学校においてカリキュラム・マネジメントを通じてプログラミング教育に取り組むこととされている [1]。また、各教科等にプログラミング教育を取り入れる場合は、教科の学習内容を深めることを目的に導入する必要がある。

小学校におけるプログラミング教育に関する授業実践としては、これまでに各教科等の中で行った実践 [2][3][4] やコンピュータを使わずに教具やフローチャートを用いた実践 [5][6]、クラブ活動などで行った実践 [7][8] など、数多くの実践が報告されている。その一方で、これらの多くは個人で実践を行った報告であり、小学校全体でカリキュラム・マネジメントを通じた取り組みに関する報告は多くない。

小学校段階におけるプログラミング教育の必須化に先立ち、筆者が所属する大阪市立茨田東小学校では、2017 年度よりプログラミング教育の実践に取り組んでいる。筆者は、実践当初よりプログラミング教育担当として、教職員を支援し、導入から定着、活用まで、適切なコーディネートを探しながら実践を進めている。ソフトウェア型・ロボット型・アンプラグド型等、様々なプログラミング学習を経験する中で、児童は楽しく意欲的に活動するという実

態が質問紙調査の結果より明らかになった。しかし、単にプログラミングの教材に取り組むだけではなく、カリキュラム・マネジメントの視点から、各教科等の学習とプログラミングを組み合わせ、学びをより確実なものとするための方策を考え実践しなければならない。そのため、5 年目となる今年度はプログラミング教育の主たる目的の一つである「プログラミング的思考」の育成を図りつつ、各教科等におけるプログラミング教育の活用について実践を進めている。

本稿では、本校のこれまでの取り組みと今年度実施した 1 年国語科、3 年社会科、5 年算数科の実践について報告する。実践したプログラミング教育の効果について、実践の前後に児童に対して行った質問紙調査から考察する。

## 2. 本校におけるプログラミング教育実践

本校では、2016 年度までの協働学習の研究をふまえ、子どもたちがともに学び合う学習の場を工夫しながら、1 年目にはプログラミング教育を活用した授業づくり、主にアンプラグド型教材やソフトウェア型教材、2 年目にはプログラミング教育で先進的な取組をしているイングランドの、チュートリアルを意識した教材導入と活用方法の研究、さらに、3 年目、4 年目には各教科等の学びをより確かなものにするためのプログラミング教育の研究に取り組み、アンプラグド型・ソフトウェア型教材と共に、ロボット型教材も取り入れて研究を進めてきた。5 年目となる今年度は、各教科等におけるプログラミング教育の活用について実践を進めている。本校各学年のプログラミング教育の実践一覧を図 1 と図 2 に示す。

<sup>1</sup> 大阪市立茨田東小学校

<sup>2</sup> 大阪電気通信大学

Osaka Electro-Communication University

a) yuz-aoki@school.city.osaka.jp

b) shimabuku.m@gmail.com

c) kanemune@gmail.com

	A 学習指導要領に明示されている事項等で実施するもの	B 学習指導要領に明示されていないが、学習指導要領に含まれる各教科等の内容を指導する中で実施するもの	C 教育課程内で各教科等とは別に実施するもの
1年		「たのび」(算数科) 「かたちあそび」(算数科) 「こんなことしたよ」(国語科) (フローチャート)	ルビイのぼうけん(順序・繰り返し)
2年		「ひよこをかんしてリズムをうたう〜おまつりの音楽をつかおう〜」(音楽科) 「たんけんした町をたのびよう」(生活科) 「はここの形」(算数科)	ロボット体操(人間プログラミング) SOC unit.1 ルビイのぼうけん(順序・繰り返し)
3年		いろいろな音のひびきをかんじよう(音楽科) 「直さぬでまそう」(算数科) (音楽科) 「電気(明かりをつけよう)」(理科) 「事故や事件からくらしを守る」(社会科) 「かけと太陽」(理科)	SOC unit.2 ルビイのぼうけん(繰り返し・デバッグ)
4年		「大阪府の土地のよさと人々のくらし」(社会科) 「大阪府に伝わる祭りや行事と食文化」(社会科) 「百人一首を声に出して読んでみよう」(国語科)	SOC unit.3 ルビイのぼうけん(繰り返し・デバッグ) 「自分のことをもつと聞んでもらおう」(総合的な学習の時間)
5年	数値の性質(算数科) Scratch 正多角形と円(算数科) Scratch	「伝えたい、心に残る言葉」(国語科) Program9「Where is the treasure?」(外国語科) Unit5「Where is the post office?」(外国語科)	SOC unit.4 ルビイのぼうけん(デバッグ・条件分岐)
6年	身の回りにある電気の性質や働きを利用した道具があることをプログラミングを通して学習する場(図理科) mbot	「くふうしよう おいしい食事」(家庭科) 「いかにの言葉に学ぶ」(国語科)	ルビイのぼうけん(条件分岐・フローチャート) 「卒業アルバムの中のグループ写真を『空撮しよう。』」Tello
特別支援学級			「なかいし学校のプロモーションビデオを作ろう」(総合的な学習の時間)

ルビイのぼうけん…アンプラグド型教材 mBot…ロボット型教材(自主型 多機能センサー)  
Tello…ロボット型教材(ドローン 自立センサー デジタルカメラ) Scratch…SOC…ソフトウェア型教材

図1 プログラミング学習実践事例1

	D クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの	E 学校を会場とするが、教育課程外のもの	F 学校外でのプログラミングの学習機会
1年			遠足 校区たんけん 家庭学習 地域行事等 (信号機 自動販売機)
2年			遠足 まちたんけん 家庭学習 地域行事等 (信号機 自動販売機)
3年			遠足 社会見学 家庭学習 地域行事等 (歩道橋の安全ブザー)
4年	クラブ活動 プログラミングクラブ Scratch ロボット ドローン等	PTA成人教育委員会 親子プログラミング教室 Scratch	遠足 社会見学 家庭学習 地域行事等 (歩道橋の安全ブザー 火災報知器等)
5年	クラブ活動 プログラミングクラブ Scratch ロボット ドローン等	PTA成人教育委員会 親子プログラミング教室 Scratch	遠足 社会見学 家庭学習 地域行事等
6年	クラブ活動 プログラミングクラブ Scratch mbot Tello	PTA成人教育委員会 親子プログラミング教室 Scratch	遠足 社会見学 林間学習 家庭学習 地域行事等 (スマート家電等)
特別支援学級			遠足 社会見学 家庭学習 地域行事等

ルビイのぼうけん…アンプラグド型教材 mBot…ロボット型教材(自主型 多機能センサー)  
Tello…ロボット型教材(ドローン 自立センサー デジタルカメラ) Scratch…SOC…ソフトウェア型教材

図2 プログラミング学習実践事例2

第1学年では、算数科でフローチャートを取り扱ったり、順次処理や繰り返し等のプログラミングの概念を学ぶ為に、教科の時間以外に生活科や学級活動の時間も使用してプログラミング学習を行う。

第2学年では、フローチャートや「友だちの指示」で移動する「人間プログラミング」等のアンプラグド型教材の他に、ソフトウェア型の教材であるScratchによるプログラミング学習を教科の学習と生活科や学級活動の時間に実施する。

第3学年では、ソフトウェア型教材であるScratchを用いて総合的な学習の時間にプログラミング学習を実施した。また、社会科の学習と総合的な学習の時間でMESHを用いたロボット型プログラミング学習を実施した。

第4学年では、社会科のクイズ作りをソフトウェア型教材のScratchを用いて行った。チュートリアルを意識した教材について総合的な学習の時間に取り組むようにした。

第5学年では、算数科と総合的な学習の時間にプログラミング学習に取り組んでいる。算数科では数の性質を理解するためにプログラミングを使い、総合的な学習の時間は、算数科の学習で使うプログラミングを見習熟するための時間とした。

第6学年では、理科の学習でロボット型教材を用いてプログラミングを行う。ロボット型教材の使用法については、総合的な学習の時間で習熟する。

以上のように各学年で、教科等横断的に実践を進めている。その他にもクラブ活動におけるプログラミングクラブや、校外活動におけるプログラミング、また、本年度は計画のみであったが、PTAによる親子プログラミング体験等、プログラミング教育に触れる機会を、既存の学校行事等と組み合わせて設定している。

プログラミング教育に関する教育課程の実施に必要な外部資源については、所属教育委員会や教育センター、大学等と連携協働し、計画的に教育活動の質の向上を図っている。教材等の物的な体制については、大阪市ががんばる先生支援事業等を活用して予算化し、ロボット型やアンプラグド型教材等の充実に努めている。

### 3. 各教科等で実施したプログラミング教育

本章では、本校の2021年度の研究から、1年国語科、3年社会科、5年算数科の実践について報告する。

#### 3.1 第1学年国語科における実践

##### 3.1.1 概要

この学習は1年国語科「うんどうかいのおもいでをつたえよう」における助詞について、フローチャートを用いて指導を行うものである。第1学年のICTに関するスキルが十分でないという実態を考慮し、アンプラグド型教材であるフローチャートを取り入れ学習を進めた。

対象は1学年2クラスの49名である。児童はこれまでにタブレット端末を使って学習園の植物を撮影したり、絵を描いたりしてきた。多くの児童がタブレット端末を使うことを楽しみにしているが、操作が難しく抵抗感を持っている児童も少数いる。プログラミング学習については、フローチャートを含め、今回が初めての学習である。

##### 3.1.2 本単元のねらい

本単元のねらいは、誰に(相手意識)、何を書くのか(目的意識)をはっきりさせて、読む人に伝わるように、主語と述語や語と語、文と文のつながりに気をつけて丁寧に書くという表現の基礎となる力を育てることである。

本教材「こんなことしたよ」では、「小学校初めての運動会」を題材にして文章を書く。運動会は児童にとって、

表 1 第 1 学年 国語科 本単元の指導計画 (全 6 時間)

次	時	学習活動
I	1	学習課題を確かめ、単元の見通しを持つ。
II	2	助詞「は」のフローチャートを作る。
	3	助詞「へ」のフローチャートを作る。
	4	助詞「を」のフローチャートを作る。
III	5	作ったフローチャートを基に、運動会の感想文を書く。
	6	友だちと交流する。

身近で大きな出来事であり、がんばったこと・楽しかったこと・緊張したことなど、その時の自分の気持ちを振り返りやすい題材である。そのため、「自分が思ったことを文に書きたい」という児童の思いや願いを引き出すことができる。このような児童の思いや願いを形にする中で、助詞「は」「へ」「を」の正しい表記を考えることに触れることができる。さらに、文章を書きあげた後は、友だちや家の人に読んでもらい、感想をもらうことで、児童に書くことができた実感や書いた文章が相手に伝わる喜びを感じさせることができる。

### 3.1.3 実践の内容

本単元の指導計画を表 1 に示す。1 時間あたりの授業時間は 45 分である。教科書は、東京書籍の「あたらしいこくご」を使用する。フローチャートを用いたプログラミング的思考を育む学習は、単元を通して実施した。

第 I 次では、学習の見通しが持てるように、単元の最後に運動会の感想を書き、友だちや家の人に読んでもらうことを確認した。そして、運動会で楽しみなこと・がんばりたいことなどを全体で共有し、自分が特にがんばりたいことを簡単なメモに残した。人に読んでもらう文章は、正しく丁寧に書くことが大切であるため、次の時間から、助詞「は」「へ」「を」の使い方を習熟できるように「かいけつマップ」(フローチャート)を作っていくことを伝えた。

第 II 次では、まず 2 時間目に助詞「は」のフローチャートを作成した。3 時間目に「へ」、4 時間目に「を」のフローチャートを作成した。その際には、図 3 の上部に書かれた「たこやき(?) たべる」のように、それぞれの例文を掲示した。

フローチャートの作成時には、児童が意欲を持って学習に取り組むことができるように、はてなマークを「おなやみポイント」と呼び、おなやみポイントに入る文字について「(は)と(わ)」「(へ)と(え)」「(を)と(お)」でどちらか一つを選ぶにはどうすればよいかを問いかけた。どの助詞も「声に出したときの音は?」「文の最初に来ていますか?」「言葉をつなぎますか?」の三つの条件を示し、児童はどの条件を使えば、正しい助詞を選べるようになるか考える。これを当てはめるとどうなるだろうと試行錯誤しながらフローチャートを作成できるように、児童はペアで 1 つのホワイトボードを使って考えた (図 4)。

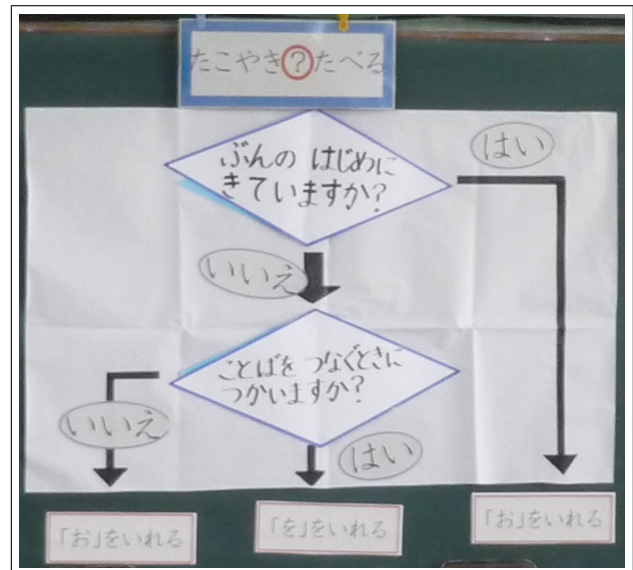


図 3 児童が作成するフローチャートの例

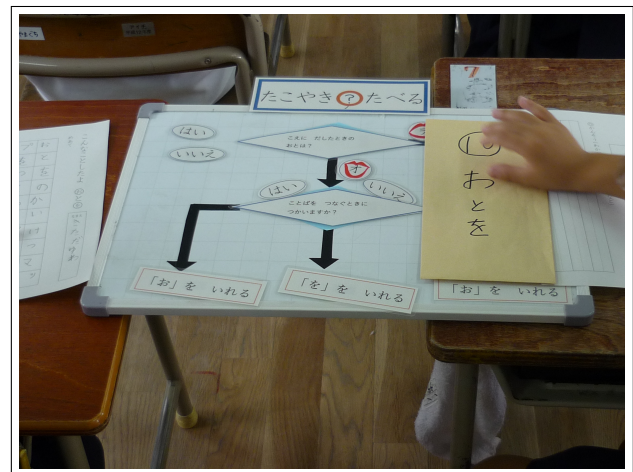


図 4 児童がフローチャートを作成する様子

2, 3 時間目に扱った「は」「へ」については、「声に出した時の音は?」と「言葉をつなぎますか?」の二つの条件を組み合わせるフローチャートを作成する。児童にはなぜその条件を使うのか理由を説明させ、根拠を持って選ぶことができるようにした。

4 時間目では、「を」のフローチャートを作成した (図 3)。「(を)と(お)」の場合、「読み方」はどちらも同じであり、「文の最初に来ていますか? (文字の場所)」と「言葉をつなぎますか?」の条件を組み合わせることになる。ペアでどれを使うか考えていき、選んだ理由をグループや全体で発表し、さらに、完成させたフローチャートを使って練習問題に取り組むことで、知識の定着を図った。フローチャートについては、一度の使用に留まらず、学習中に適宜説明に用いた。

第 III 次では、運動会の感想を書いた。出来上がった文章は、まず自分で読み直し、次にペアやグループで読み合った。助詞が正しく使えているかこれまでに作ったフロー

チャートを使って、互いに確かめるようにした。児童がお互いに確かめ合うことで、正しい文章を書くことを意識させた。完成した文章を読み合い、感想を交流する時間を十分に設け、自分の書いた文章が相手に伝わる喜びを味わうことができた。

### 3.1.4 本実践のまとめ

フローチャートに助詞を当てはめる場面では、最初は戸惑う児童が見られたが、指導者が机間巡視を行い、助言することで理解できるようになった。また、本時の学習では、児童が助詞について考える前にフローチャートによる考え方を確認することで、児童はフローチャートを使えば適切な助詞を見つけることができると意識するようになった。

児童は助詞を使い分ける時の条件について、教科書による説明だけで理解するのではなく、フローチャートを用いることにより、助詞を用いる場合の条件についてより深く知ることができた。

児童は適切な助詞を選ぶ思考ツールとしてフローチャートを使い、学習を進めることができた。第1学年の児童にとって難易度は高くなく、国語科とプログラミング学習を無理なく組み合わせられる内容であった。

## 3.2 第3学年社会科における実践

### 3.2.1 概要

この学習は、3年社会科「事故や事件からくらしを守る」の学習において、地域の安全を守るために、自分たちができることについて、プログラミングを用いて実現しようとするものである。プログラミングを取り入れない場合は、学習の最後に安全や防犯についてのポスターや標語を作り、地域に発信したり掲示したりすることとなっているが、今回の取り組みでは、プログラミングでできることについて、児童が考える内容とした。

対象は3学年2クラスの42名である。児童はこれまでにプログラミング学習として、Switched On Computing[9] (以下、SOC) Unit1.1に取り組んできた。このSOC Unit1.1「トレジャーハンターになってみよう」では、プログラミングとアルゴリズムの関係性についてタブレットを活用して学習した。その他にも、タブレットに慣れ親しむために、タブレットで絵を描いてみたり、navima[10] (デジタルドリル) の学習を進めてきた。多くの児童は、プログラミング学習やタブレットを活用した学習に対して意欲的に取り組んでいる。

### 3.2.2 本単元のねらい

本単元のねらいは、「火事からくらしを守る」で学習してきたことと、本単元で学習する事件や事故から地域の人々の安全を守る活動に関心を持ち、警察署などの関係機関が地域の人々と協力して事件や事故の防止に努めていることを知ることである。さらに、関係機関が相互に連携して緊急に対処する体制をとっていること、また、その活動に従

表 2 第3学年 社会科 本単元の指導計画 (全7時間)

次	時	学習活動
I	1	大阪府で起きている交通事故やその原因について考える。
	2	110番の通報の仕組みについて調べる。関係機関が連携・協力して対処していることを読み取る。
II	3	警察署の仕事の仕方について話し合う。
	4	警察署が役割を決めて組織的に仕事をしていることを理解する。
	5	子ども110番や学校周辺における安全を守る活動について調べる。
III	6	安全を守る人の活動を表にまとめる。関係機関が地域の人々と協力して事故などの防止に努めていることを理解する。
	7	これまでの学習を振り返り、自分たちがコンピュータ(MESH)を活用してできる防犯や防災について考える。
		コンピュータ(MESH)を活用して、自分たちができる防犯や防災を実現する。

事している人々や地域の人々の工夫や努力を理解し、自らも地域社会の一員として協力できることに取り組もうとする態度を育て、自分自身の安全を守るためにはどのような防犯や防災をすればよいのかを考え、防犯や防災について自分事として捉えることをねらいとしている。

### 3.2.3 本単元の学習活動

本単元の指導計画を表2に示す。1時間あたりの授業時間は45分である。教科書は、日本文教出版の「わたしたちの大阪」を使用する。本単元においてプログラミングは、第III次に導入する。

第I次では、大阪府で起きた交通事故の事例や資料から、大阪府での交通事故が年々減少していること、その原因について読み取った。また、警察署の仕事について知っていることや疑問に思っていることを話し合い、学習の見通しをもつようにした。

第II次では、警察署の仕事や110番に連絡した後、関係機関にどのように連絡されていくのかの仕組みの他、安全を守るために地域の人々が「子ども110番」やパトロール活動をしていることについて教科書の資料や動画資料をもとに学習を進めた。

第III次では、これまで学習したことをもとに、プログラミング教材MESH[11]を活用してできる学校内の防犯や防災を考えた。この活動により、児童が防犯や防災について自分事として捉えることをねらいとした。

### 3.2.4 プログラミングを扱った授業内容 (第III次)

ここでは、プログラミングを扱った第III次の授業内容について説明する。まず6時間目に、MESHを活用してできる防犯や防災を4人グループで考えた。MESHを用いて実現できることを児童が考える際には、単元の目標である

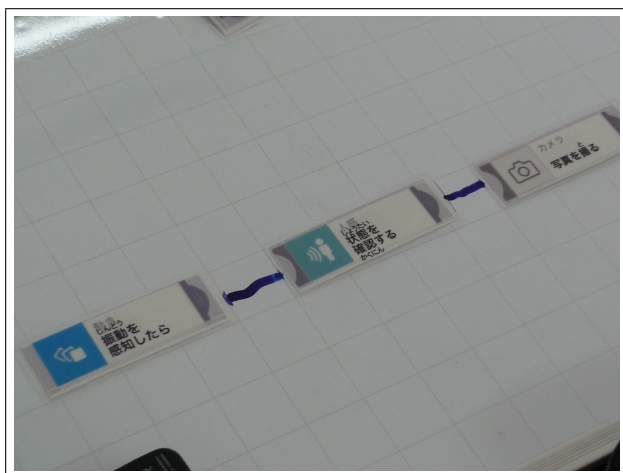


図 5 ホワイトボード上の各グループの考え

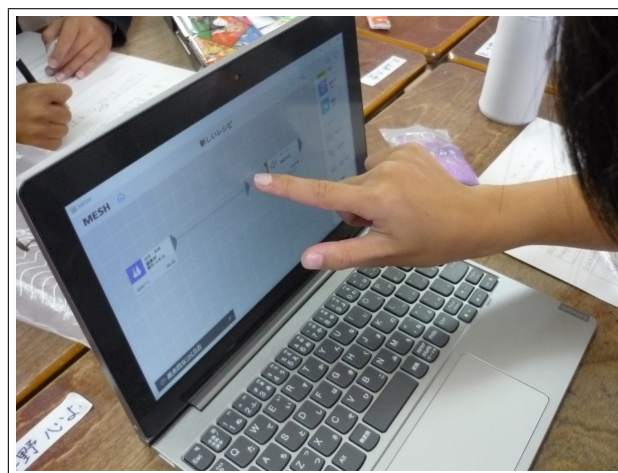


図 6 児童用端末の MESH の操作画面

住んでいる地域や自分自身の安全を守るために、何ができるのかということ意識できるようにした。

児童は、MESH の温度・湿度タグとタブレットの SP と組み合わせてある一定以上の温度になると音が鳴るようにした火災報知器や、MESH の人感タグとタブレットのカメラを組み合わせて、近づいた動物を感知し自動で撮影する防犯カメラ等を考えられていた。

7 時間目には、各グループで考えた防犯や防災について、学級全体で共有するために発表し、MESH でプログラミングが可能かどうか確認した。発表の際には、MESH の画面を模した印刷物を黒板に掲示し、児童がどの MESH タグを用いるのか分かるように工夫した。

確認した後は、ホワイトボードと MESH のタグを模したカードを用いて、MESH のどのブロックが必要になるのか、どのようにブロックを結べばいいのかをグループで話し合った (図 5)。その後、MESH とタブレットを使ってプログラミングし動作確認を行った (図 6)。このとき意図した通りに動作しない場合は、デバッグするように伝えた。例えば、火災報知器のプログラムでは、初めは温度を 24℃から 26 度に設定していたが、室温で常に音が出力される状態になった。そのため、児童は温度を 45℃以上に設定し直すことで意図した動作を実現していた。

それぞれのグループのプログラムが完成した後、実際に動作する様子を見せ合う時間を設けた。児童は他のグループが作成した防犯・防災の為の様々なプログラムに触れることができた。

MESH を用いた活動が終わった後は、実生活において事件や事故を防ぐために自分自身でどんなことに気を付けるべきかを考え、ワークシートに記入した。このとき児童は MESH のプログラムが動作する条件を考えながら記入していた。

### 3.2.5 本実践のまとめ

本学習においてプログラミングをする過程で、自分たちが考える防犯や防災の内容を同じ班の児童と話し合って考

えることで、互いに協力する態度を育むことができた。さらに、MESH での防犯・防災を考えることによって、実際に生活する上で危険な箇所に着目し、火事や事件・事故を起こさないためには自分自身がどうすればよいかを考えることで、児童の創造的な思考を養うことができた。MESH を用いた活動が中心となる授業であったが、最後は社会科の目標に沿った活動を授業のまとめとした。

温度センサーや人感センサー等の各種センサーをトリガーにして、デバイスを動作させるプログラムは作成が難しいが、MESH を用いることで 3 年児童にとっても比較的簡単にプログラミングを行うことができた。また、MESH に慣れ親しむために、社会科だけでなく、総合的な学習の時間を併用して、MESH タグのひとつひとつの性能を理解し、自分たちが生活する地域において MESH と同じ機能がとても身近なところ (防犯ブザーや横断歩道のボタンなど) で使われていることを学習できた。

## 3.3 第 5 学年算数科における実践

### 3.3.1 概要

この学習は、5 年算数科「整数の性質を調べよう」における約数や倍数等の整数の性質について、線分図やベン図とともに Scratch で作成したプログラムを併用して指導するものである。

対象は 5 学年 2 クラスの 41 名である。児童はこれまでにプログラミング学習として SOC Unit1.1 と、SOC Unit2.1 に取り組んできた。まず、SOC Unit1.1「トレジャーハンターになってみよう」では、プログラミングとアルゴリズムの関係性について学習した。次に SOC Unit2.1「うちゅうひこうしになってみよう」では、宇宙船をいくつかの道順から最短距離で目的に到達できるように試行錯誤し、論理的思考力を高めながら学習した。これらの学習以外にもタブレットを使って、詩のタイピングや日記を記録してきた。児童はプログラミング学習に対して意欲的に取り組んでいる。

### 3.3.2 本単元のねらい

本単元は、学習指導要領 第5学年 内容A「数と計算」(1)に示された指導事項のうち、偶数・奇数について、また約数・倍数について指導し、整数の性質についての理解を深めるようにするために設定されたものである。児童は、4年生までに億、兆までの整数と十進位取り記数法についてまとめ、四則計算についても学習している。

約数・倍数の意味について指導するとともに、ある数の倍数・約数の全体をそれぞれ1つの集合としてとらえることができるようにする。整数を偶数・奇数、倍数・約数の観点から分類整理し、整数の性質の理解を深めていく。特に、公倍数や最小公倍数、公約数や最大公約数の求め方は、異分母分数の加減で通分や約分の学習に繋がっていく。また、具体的な場面に即して指導していくようにすることで、色々な観点で整数をいくつかの集合としてとらえ、整数の見方、数についての感覚をより豊かにすることをねらいとしている。

この単元で児童は整数を偶数・奇数、倍数・約数など、多面的観点から分類整理し、整数の性質を論理的に思考する。様々な観点から整数をいくつかの集合としてとらえ、整数の見方、数についての感覚をより豊かにすることをねらいとしてこの単元の学習には、児童が主体的に課題解決に取り組み、論理的思考を働かせることができるプログラミング学習が適していると考えた。

### 3.3.3 本単元の学習活動

本単元の指導計画を表3に示す。1時間あたりの授業時間は45分である。教科書は、日本文教出版の「小学算数5年下」を使用する。本単元においてプログラミングは、5時間目に導入する。

本単元の指導にあたり、留意した事項が2点ある。1点目は、課題文を確認しながら読んだり、具体物を用意して操作活動を取り入れたりして、問題場面のイメージを明確にとらえるようにし、言葉の微妙な違いからでてくるつまづきを少しずつ減らした。

2点目は、最小公倍数や最大公約数を形式的に求めるだけでなく、考えを深めるために具体的な場面を通して学習したり、どのように考えて解決したのかを説明し合ったりする活動を取り入れ、主体的・対話的で深い学びを充実させた。

### 3.3.4 プログラミングを扱った授業内容(5時間目)

ここでは、プログラミングの活動を導入した5時間目の内容について報告する。本時の学習のめあては、さまざまな方法で公倍数を見つけることである。その方法の1つとしてプログラミングを活用した。

まずは授業の始めに前時までの復習を行った。その後、Scratchのブロックをどのように組み合わせれば公倍数を求めるプログラムができるのかワークシートを使って予想した(図7)。なお、公倍数や最小公倍数を求めるため

表3 第5学年 算数科 本単元の指導計画(全10時間)

時	学習活動
1・2	1から20までの整数の分け方を考える。 赤と白の2つのチームのゼッケン番号を調べる。 偶数、奇数の意味を知り、整数を類別する。
3	色板を並べ、並べた色板の縦と横の長さを調べる。 倍数の意味を知り、求め方を考える。
4	色板を並べ、正方形ができる場合の1辺の長さを調べる。 公倍数、最小公倍数の意味を知る。
5	2つの数の公倍数の見つけ方を考える。
6	3つの数の公倍数を求める。
7	あまりの出ない鉛筆の分け方を調べる。 約数の意味を知り、求め方を調べる。
8	どちらもあまりの出ない鉛筆とノートの分け方を調べる。 公約数、最大公約数の意味を知る。
9	2つの数の公約数の見つけ方を考える。
10	「たしかめポイント」に取り組み、学習の理解を確認する。

のプログラムを児童が全て作ることは非常に難しいので、Scratchの定義ブロックを用いて指導者側が事前にプログラムを作成し、単純化したブロックを児童に提示した。

予想した後、児童はScratchのブロックを操作して、自分の考えたブロックの組み合わせでプログラムが動作するか確かめた(図8)。上手く動作しない場合はデバッグを行った。動作を確かめた後、ブロックの意味や配置について気づくようにした。各ブロックの詳細や組み合わせ方については、総合的な学習の時間に理解できるようにし、算数科の学習では公倍数や最小公倍数を見つけるためのプログラムについて知る機会とした。

ブロックの組み合わせが正しい事を確認した後、変数に適当な数字を当てはめ、2と3の公倍数をプログラムを実行し、調べた。児童はこれまでに数直線やベン図などを使用し公倍数や最小公倍数を調べる方法を学んできたが、プログラミングでも公倍数や最小公倍数を調べられることに気付くことができた。

### 3.3.5 本実践のまとめ

課題によって、線分図・ベン図・数表・プログラミング等の中から、解決に適した方法を児童が選択することで、プログラミングを使う問題(小さな数)と使わない問題(大きな数)の判断を児童自身が行っていた。全員がプログラミングを用いて解決するのではなく、プログラミングを使う児童とプログラミング以外の方法で解決する児童がいるハイブリッドな授業となった。

プログラミング学習を取り入れることで、数の構造についての理解が確実なものとなった。また、課題解決の方策を児童が選択することで、自分の考えが深まり学習の効果が高まった。

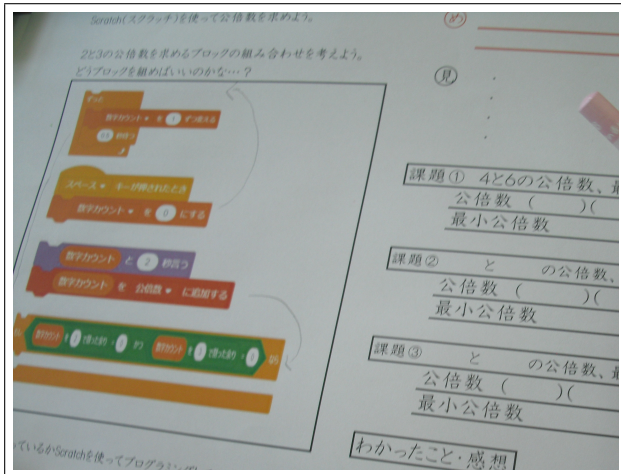


図 7 ワークシート



図 8 並べ替えた後の Scratch ブロック

- 問 1 何かをするときには、順番を決めてからする。  
 問 2 プログラミングをする授業は、いつもの授業よりも分かりやすい。  
 問 3 プログラミングは面白い。  
 問 4 プログラミングがよくわかる。  
 問 5 いろいろなプログラミングをしてみたい。  
 問 6 先生に教えてもらったこと以外でもプログラミングができる。  
 問 7 家の人や友達にプログラミングについて話すことがある。  
 問 8 身の回りの多くの電気製品（テレビやエアコンなど）がプログラミングで動いていることを知っている。

図 9 質問紙調査の項目

もんだい

ひよこ お母さんのところへ つれていきま  
す。ヒヨコは かわいい とおりに マスを す  
ずみます。

ねこ ネコに きをつけて！  
ねこが いる マスは とおっては いけません。

<つかう めいれい>  
 ↑ 上に 1マス すずむ。  
 ↓ 下に 1マス すずむ。  
 → 右に 1マス すずむ。

<道のり>  
 正しい めいれいに ○を つけましょう。

A	B	C	D
→	→	↓	↓
→	↓	↓	↓
↓	↓	→	→
↓	↓	→	↑

わからない

図 10 1年生に出題した順次処理に関する内容を問う問題

## 4. 各教科でのプログラミング教育実践に対する児童への効果検証

### 4.1 児童に対する質問紙調査の概要

各教科等におけるプログラミング教育の効果を検証するために、1年生、3年生、5年生の児童を対象にプログラミング教育の実践前と実践後に質問紙調査を実施した。質問紙調査の内容を図9に示す。質問は全部で8つあり、「4. そう思う」「3. どちらかといえばそう思う」「2. どちらかといえばそう思わない」「1. 思わない」の4件法で回答する。

これらの質問に加えて、各学年に合わせてプログラミングにおける基本構造の概念を問う問題を出題した。問題は、Caceresらが提案する Computational Thinking Test[12]から3問を翻訳し、使用した。使用した問題を、図10、図11、図12に示す。問題内の赤い円は正解を示すために筆者が追加したもので、出題時には書かれていない。

1年生には、順次処理の概念を問う問題を出題した(図10)。この問題では、ネコを避けてヒヨコをお母さんの所へ連れて行くための命令はAからDのどれかを問うことで、「命令を手順よく実行する」順次処理の概念を問う。

3年生には反復処理の概念を問う問題を出題した(図11)。この問題では、ネコを避けて、ヒヨコをお花のマスを通ってお母さんの所へ連れて行くための命令を問うことで、「命令のひとつまとまりを指定した回数くり返す」といった反復処理の概念を問う。

5年生には分岐処理の概念を問う問題を出題した(図12)。この問題では、ヒヨコをお母さんの所へ連れていく際に、雲のあるマスではどのような条件にするとよいかを問うことで、「条件によって処理を変える」という分岐処理の概念を問う。

分析は、事前と事後の両方に回答した児童(1年生35名、3年生40名、5年生39名)を対象に行う。

### 4.2 学年別の分析結果

本節では、1年生、3年生、5年生を対象に実施した質問紙調査の結果とプログラミングの基本的な制御構造の概念を問う問題の結果について述べる。

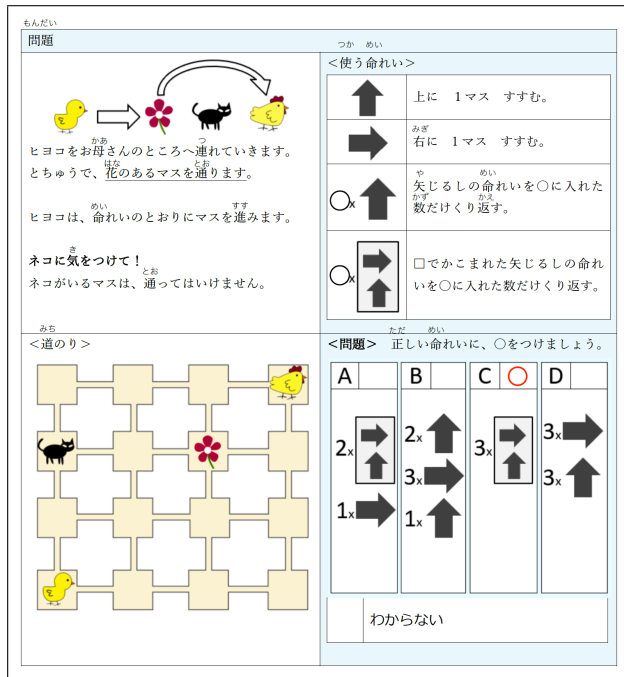


図 11 3年生に出題した反復処理に関する内容を問う問題

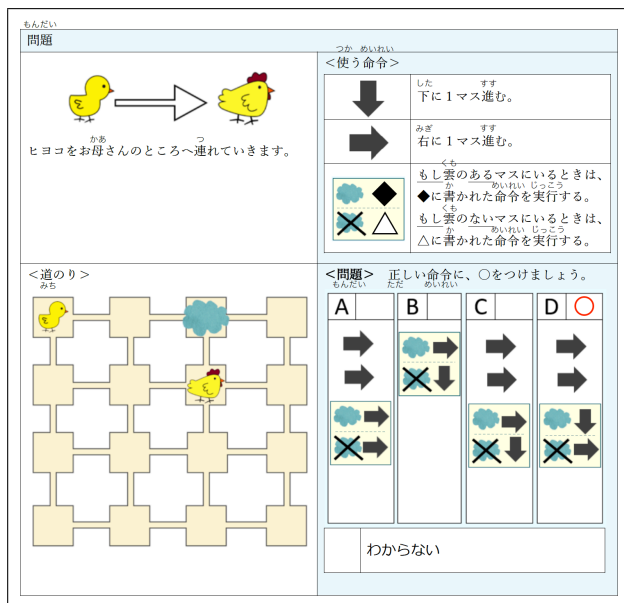


図 12 5年生に出題した分岐処理に関する内容を問う問題

#### 4.2.1 1年生に対する質問紙調査の結果

1年生35名に対して実施したプログラミング教育実施前の調査結果を図13、実施後の調査結果を図14に示す。2つのグラフを比較すると、事前調査では問1と問5以外の設問で「1. 思わない」を選択する児童が半数以上であったが、事後調査では問6, 7, 8以外の設問で「4. そう思う」を選択した児童が半数以上となり、増加していることがわかる。これらの結果は1年生の児童がプログラミングの活動に取り組むのが初めてであったことが要因の一つとして考えられる。

プログラミング教育実施前と後で、質問紙調査の結果に違いがみられるかを確認するために、Wilcoxonの符号付

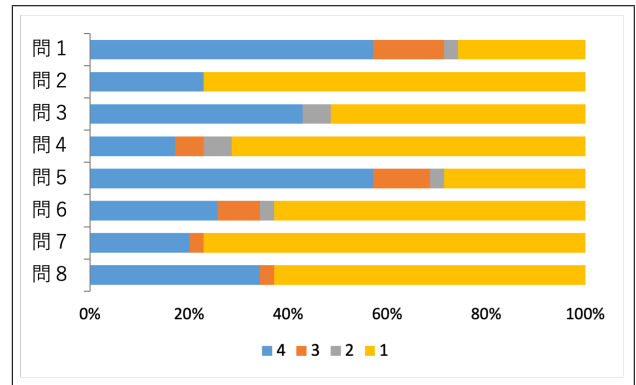


図 13 プログラミング教育実施前の調査結果 (1年, N=35)

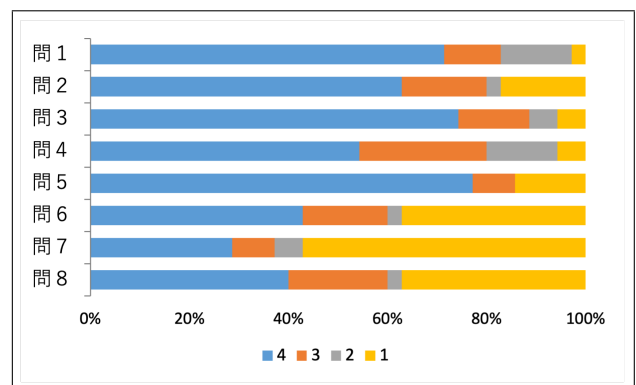


図 14 プログラミング教育実施後の調査結果 (1年, N=35)

表 4 1年生を対象とした質問紙調査の比較結果 (N=35)

問	平均		p 値	
	事前	事後		
1	3.03	3.51	0.049	*
2	1.69	3.26	1.884 <sup>10<sup>-5</sup></sup>	***
3	2.34	3.57	0.004 <sup>10<sup>-1</sup></sup>	***
4	1.69	3.29	1.504 <sup>10<sup>-5</sup></sup>	***
5	2.97	3.49	0.122	
6	1.97	2.66	0.007	**
7	1.66	2.09	0.119	
8	2.09	2.63	0.139	

\* 0.01 ≤ p < 0.05 \*\* 0.001 ≤ p < 0.01 \*\*\* p < 0.001

き順位検定を行った。表4に結果を示す。問1~4, 問6において有意な差がみられたことから、1年生の児童はプログラミング教育を通して、プログラミングについて好意的に感じられるようになったことが示唆される。

1年生の児童を対象に実施した順次処理の概念を問う問題の正答率は、事前が77.1% (27名)で、事後が85.7% (30名)であった。対応のあるt検定を行った結果、p = 0.183であった。これらの結果から、今回の実践による順次処理の概念理解への効果はほとんど見られず、約8割の児童はプログラミングの学習を取り入れる以前に順次処理の概念を習得できていたことが示唆される。

#### 4.2.2 3年生に対する質問紙調査の結果

3年生に対するプログラミング教育実施前の調査結果を



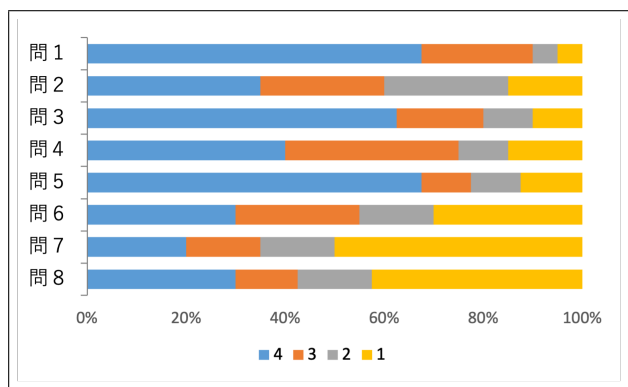


図 15 プログラミング教育実施前の調査結果 (3年, N=40)

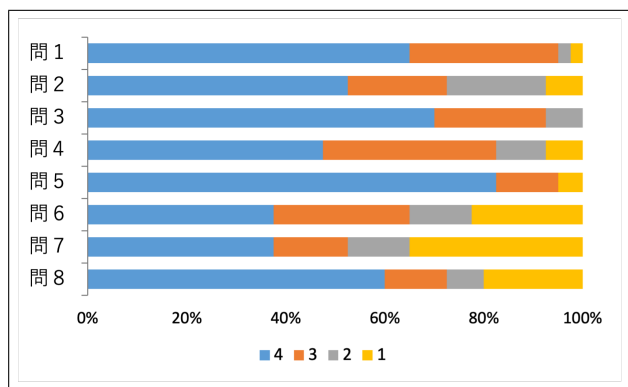


図 16 プログラミング教育実施後の調査結果 (3年, N=40)

図 15, 実施後の調査結果を図 16 に示す。2つのグラフを比較すると、全体的に事後で「4. そう思う」を選択した児童の割合が増加している。特に、問 8 では約 30% だったのが、約 60% と 2 倍になっている。

プログラミング教育実施前と後で、質問紙調査の結果に違いがみられるかを確認するために、Wilcoxon の符号付き順位検定を行った。表 5 に結果を示す。問 8 に有意な差がみられた。

問 8 は、身の回りの多くの電気製品（テレビやエアコンなど）がプログラミングで動いていることを知っているかを問う質問である。今回、3 年生に対する実践では、MESH を使用してコンピュータで動作する身近なものの動きを学習したため、「4. そう思う」を選択した児童が事後で増加したと考えられる。

3 年生の児童を対象に実施した反復処理の概念を問う問題の正答率は、事前が 25.0% (10 名) で、事後が 45.0% (18 名) であった。対応のある t 検定を行った結果、 $p = 0.0439$  であった。若干ではあるが、今回の実践による反復処理の概念理解への効果がみられることから、児童は MESH を用いて防犯・防災に役立つプログラムを作成する活動を通して学習できたと考えられる。

#### 4.2.3 5 年生に対する質問紙調査の結果

5 年生に対するプログラミング教育実施前の調査結果を図 17, 実施後の調査結果を図 18 に示す。2つのグラフを

表 5 3 年生を対象とした質問紙調査の比較結果 (N=40)

問	平均		p 値
	事前	事後	
1	3.53	3.58	1.000
2	2.80	3.18	0.096
3	3.33	3.63	0.093
4	3.00	3.23	0.277
5	3.33	3.73	0.101
6	2.55	2.80	0.541
7	2.05	2.55	0.068
8	2.30	3.13	0.001 **

\*  $0.01 \leq p < 0.05$  \*\*  $0.001 \leq p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

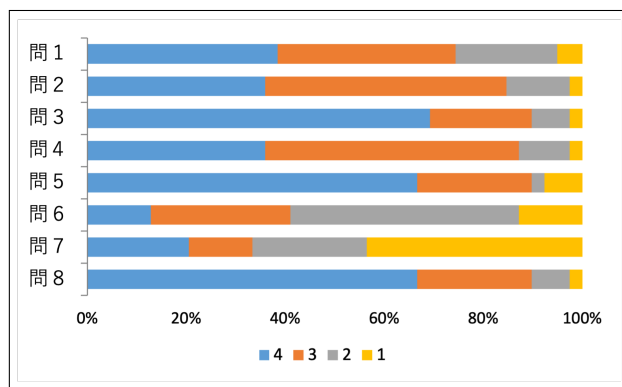


図 17 プログラミング教育実施前の調査結果 (5年, N=39)

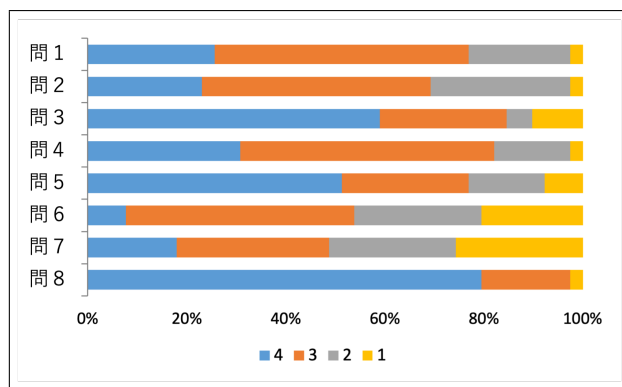


図 18 プログラミング教育実施後の調査結果 (5年, N=39)

比較すると、全体的に事後で「4. そう思う」を選択した児童の割合が増加している。特に、問 8 では約 30% だったのが、約 60% と 2 倍になっている。

プログラミング教育実施前と後で、質問紙調査の結果に違いがみられるかを確認するために、Wilcoxon の符号付き順位検定を行った。表 6 に結果を示す。問 5 で有意な差がみられた。

問 5 は「いろいろなプログラミングをしてみたい」かを問う設問であり、平均値が低くなっていることから実践前より実践後に児童の意欲が減ってしまったことが示唆される。これは、扱ったプログラムの難易度が高かったことや教科の中で実施するにあたって、自らが好きなようにプログラムを考えることが薄れてしまったこと等が要因として

表 6 5年生を対象とした質問紙調査の比較結果 (N=39)

問	平均		p 値
	事前	事後	
1	3.08	3.00	0.432
2	3.18	2.90	0.156
3	3.56	3.33	0.117
4	3.21	3.10	0.543
5	3.49	3.21	0.021 *
6	2.41	2.41	0.958
7	2.10	2.41	0.131
8	3.54	3.74	0.180

\*  $0.01 \leq p < 0.05$  \*\*  $0.001 \leq p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

考えられる。

5年生の児童を対象に実施した分岐処理の概念を問う問題の正答率は、事前が33.3% (13名)で、事後が38.4% (15名)であった。対応のあるt検定を行った結果、 $p = 0.570$ であった。今回の実践による分岐処理への概念理解への効果は、みられなかった。

## 5. 成果と考察

今回の実践により得られた成果と考察は、以下の通りである。

- 教科とプログラミングを組み合わせた学習により、プログラミング教育に対する児童の認知度の向上が認められた。
- 教科とプログラミングを組み合わせた学習により、プログラミングについての気付きを促すことができた。
- 1年と3年ではプログラミングを組み合わせた学習により、いろいろなプログラミングをしてみたいという児童の意欲は有意に向上したが、5年算数科とプログラミングを組み合わせた学習では意欲の低下が見られた。授業で使用したScratchのブロックの働きや、数の構造を理解するためにプログラミングを利用する意味が分かりにくかったことが要因として挙げられる。児童が意欲的に学習に取り組む為には、Scratchブロックについて理解し、順次処理や条件分岐等を容易に考えられる内容にする必要がある。プログラミングについての説明の時間を確保するためにカリキュラム・マネジメントについて改善する必要があると言える。
- カリキュラム・マネジメントにより各教科等におけるプログラミング教育の教材を開発できた。

取り組みを重ねた結果、教科・領域とプログラミング教育を組み合わせる場合、プログラミング教材を最適化するだけでなく、教科・領域の内容や指導法を工夫するというプログラミング以外のアプローチも有効であることが分かった。そのことにより、児童はプログラミングを用いない通常の学習と比較して、プログラミングを用いた学習の方が分かりやすいと考えるようになった。また、意欲的に

プログラミングを繰り返すことで、プログラミング的思考も向上することが明らかとなった。

## 6. おわりに

本稿では、本校におけるプログラミング教育の取り組みと今年度実施した1年国語科、3年社会科、5年算数科の実践について報告した。実践の前後に児童に対して行った質問紙調査から、教科とプログラミングを組み合わせた学習によりプログラミングに対する児童の認知度の向上が認められ、かつ気付きを促すことができることがわかった。

今回の実践を基に、今後は主体的・対話的で深い学びの視点から、教科・領域の目標を達成するために、どのようにしてプログラミングを用いるのか、また、プログラミング学習との融合により、教科・領域の学びがより確実なものとなるのか、カリキュラム・マネジメントを駆使して具体的な方策を追究していきたい。

## 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(第三版), <[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm)> (参照 2022-01-02).
- [2] 三井一希: 小学校国語科の「書く活動」へのプログラミング導入による学習効果, 教育システム情報学会誌, Vol.34, No.1, pp.60-65 (2017).
- [3] 中山迅, 小牧啓介, 野添生, 安影亜紀, 徳永悟, 新地辰朗: 小学校理科授業におけるプログラミング体験の有効性 - 小学校第4学年「電流の働き」単元の事例 -, 日本教育工学会論文誌, Vol.43, No.Suppl, pp.69-72 (2019).
- [4] 島袋舞子, 井戸坂幸男, 兼宗進: 小学校を対象としたプログラミング教育支援の報告, 情報処理学会情報教育シンポジウム論文集, Vol.2020, pp.208-214 (2020).
- [5] 倉橋農, 越智徹, 尾崎拓郎, 島袋舞子: 小学生向けアンブラグド・プログラミング入門授業「ハンバーガー・ロボ」の提案と実践, 情報処理学会情報教育シンポジウム論文集, Vol.2019, pp. 299-304 (2019).
- [6] 小林祐紀, 兼宗進, 白井詩沙香, 白井英成: これで大丈夫! 小学校プログラミングの授業, 翔泳社 (2018).
- [7] 長谷川春生: 小学校クラブ活動におけるプログラミングの実践と評価, 日本デジタル教科書学会発表予稿集, Vol.6, pp.77-78 (2017).
- [8] 渡邊景子, 時川えみ子, 辰己丈夫: 小学校におけるクラブ活動でのプログラミング実践報告, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE), Vol.2016-CE-136, No.15, pp.1-6 (2016).
- [9] DNP: DNP プログラミング教材ソフト「SWITCHED ON Computing 日本版」, <[https://www.dnp.co.jp/biz/solution/products/detail/1192363\\_1567.html](https://www.dnp.co.jp/biz/solution/products/detail/1192363_1567.html)> (参照 2022-01-07).
- [10] navima, <<https://solution.toppan.co.jp/education/service/navima.html>> (参照 2022-01-07).
- [11] MESH, <<https://meshprj.com/jp/>> (参照 2022-01-03).
- [12] Caceres, Z. M., Barroso, M. E. and Gonzalez, M.R.: Computational Thinking Test for Beginners: Design and Content Validation, Proc. 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), IEEE, pp.1905-1914 (2020).