

算数の授業におけるプログラミング教育の実践事例 ーキャラクターと位置の表し方ー

浅井 祐輝*1 大西 克典*2 山岡 正史*3 上出 吉則*4

概要：本研究は、算数・数学教育の立場からプログラミング教育を小学校での算数の時間に位置付けるための具体的な授業の提案をおこなう。筆者らは CE139 では「関数の座標」、SSS2017 では「図形の回転移動」、SSS2018 では「速さの問題」の単元で、Scratch プログラミング教材を用いて算数や数学の実践授業をおこない、その効果の検証を進めた。今回は、小学校算数教育の目標を「位置の表し方」の理解と習熟として、独自の Scratch で作成したプログラミング教材を用いる。そして、プログラミング教育の目標として、児童がプログラミングに対する興味や関心を抱き、プログラミングを学習してみたいという情意面の意欲を育成することとした。実践授業の結果、授業前と授業後のアンケート結果から「プログラミングに興味を示す」、「プログラミングと生活・算数がつながっていることを理解する」という項目で統計的検定解析の結果から有意差が示された。したがって、プログラミング教育を小学校での算数の時間に位置付けることが可能との結論に至った。

キーワード：Scratch, ICT 教材, プログラミング教育, 数学教育, 算数教育, 位置の表し方

An Example of Programming Education in Math Classes at Elementary School

ASAI Yuki*1, ONISHI Katsunori*2, YAMAOKA Masashi*3, UEDE Yoshinori*4

This study proposes a class for positioning programming education in mathematics in elementary school. The goal is to understand and master the "coordinate system" in elementary school mathematics. As a goal of programming education, it was decided that children would develop their interest in programming. From the results of the practical class, the questionnaire results before and after the class, the statistical test analysis showed a significant difference. Therefore, we came to the conclusion that using Scratch programming materials, programming education can be positioned in mathematics time in elementary school.

Keywords: Scratch, Programming education, ICT Use in education, Mathematics education,

1. 研究の経緯

1.1 問題の所在

プログラミング教育は小学校での本格実施まで秒読みの段階に入ったにも拘らず、文部科学省の調査では 2018 年度末において、プログラミング教育の授業を実施していない小学校が 48%になるとの報告がなされている[1]。さらに、2019 年 10 月 3 日に文部科学省は「小学校プログラミング教育に関する指導案集」[2]を発表したが、すでに準備が遅れていると言わざるを得ない状況である。

その原因を筆者らは、プログラミング教育を教科教育の枠に位置付けたため、教科教育の目標とプログラミング教育の目標を同時に達成する教材の作成が困難であったためと考えている。

そこで、本研究は、算数・数学教育の立場からプログラミング教育を小学校での算数の時間に位置付けるための具体的な授業の提案をおこなう。教育課程の枠組みとして算数の時間での実施となるため、算数の教科目標の達成も併せておこなう必要がある。

また、プログラミング教育の目標として、いきなりプログラミング教育の知識理解や技能の習得に至るのではなく、児童がプログラミングに対する興味や関心を抱き、プログラミングを学習してみたいという意欲を育成することが、その第 1 段階と考えている。

一方、先行研究の調査（後述）から次のようなことが明らかとなり、プログラミング教育の実施は楽観視できない状況であることがわかった。

①『児童が実際にプログラミングに触れることで、プログラムの役割を理解することができること。』

②『「プログラミング」と「指導技術」と「各教科の内容」の 3 者の良き関係を考えて、授業を構想することが必要であること。』

③『26 時間の授業を通じて、児童はプログラミングを必ずしも簡単とは思っていなかったこと。』

*1 大阪教育大学
Osaka Kyoiku University

*2 大阪教育大学
Osaka Kyoiku University

*3 和歌山市立伏虎義務教育学校
Fukko Compulsory Education School

*4 大阪教育大学
Osaka Kyoiku University

1.2 これまでの研究の流れ

算数・数学の研究内容として、すでに筆者らは「関数の座標」の単元で、Scratch を用いたプログラミング教材を活用し、座標系概念の理解を目標とした実践をおこなった[3]。その際、負の数を含む座標平面上の格子点を一筆書きで結び、座標平面上に生徒が設計したキャラクターを表現する「MSC (Mathematical Simulation of Concept)アニメーション」教材(後述)を新規に考案した。

次に、「図形の回転移動」の単元での図形の移動概念の理解を目標とし同年代の生徒の創作した Scratch プログラム教材を数学の授業で活かす試みをおこなった[4]。さらに、小学校の算数と中学校の数学で共通の指導内容としての「速さの問題」に、Scratch で作成した教材の「トレインシミュレーター」を用いて実践をおこなった[5]。

2. 研究目的と研究方法

2.1 研究目的

前述の内容から、本研究におけるプログラミング教育の目標として、児童がプログラミングに対する興味や関心を抱き、プログラミングを学習してみたいという情意面の意欲を育成することを研究目的とする。

また、教科の枠組みとして算数の時間での実施となるため、Scratch を用いたプログラミング算数教材を活用して、算数の教科目標の達成も併せておこなう。その際、算数の教科単元を「位置の表し方」とする。

実践授業をおこない「児童の授業後の自己評価」を項目別に分類し、統計的検定を用いて解析する。その解析結果から児童に与える効果を明らかにする。さらに、自由記述式アンケートも併用することとした。

2.2 研究方法

まず、「位置の表し方」を反復して演習できる題材として Scratch で作成したプログラミング教材の試作をおこなった。今回は、小学校での使用を想定しているため、第1象限に限定して動作する改良を加えた。また、授業時間の関係で作図できる格子点の数を15点とした。

次に、学習指導案とワークシートを作成し、算数の授業の流れを構成した。

アニメーションを駆使することで、従来の紙と鉛筆での授業では得られない効果が期待される。つまり、「位置の表し方」の学習においてICTを使用しなければならないような授業の構築を目標とする。

評価項目の選定には、文部科学省による「プログラミング教育のねらい」(後述)を参考とした。その評価項目を以下に示す。

- (1). 児童がプログラミングに興味をもつ。
- (2). プログラミングが算数と関連していることを知る。
- (3). プログラミングが実生活と関連している。
- (4). うまくいかない課題に直面すること。

本研究の評価項目として、とりわけ「プログラミングに興味を示す」、「プログラミングと生活・算数がつながっていることを理解する」を用いることにした。

実践授業の評価については、授業前後の児童への質問紙でおこなうこととした。「事前アンケート」と「事後アンケート」で択一式リッカート尺度4段階法を用いた。最も理解できた段階を+4とし、最も理解できなかった段階を+1とした。自由記述式アンケートも併用することとした。

上述の評価項目に対して、統計的検定をおこない結果の解析をおこなう。「事前アンケート」と「事後アンケート」の統計的検定結果からプログラミング教育の効果の検証をする。さらに、自由記述式アンケートの結果と統計的検定結果から検証結果の比較をおこなう。

ここで、本研究の具体的な項目を列挙する。

- 1 では、研究の経緯。
- 2 では、研究目的と研究方法。
- 3 では、先行研究の調査。
- 4 では、教材研究として教材制作過程の概要。
- 5 では、実践授業として実際の授業で「創作プログラミング教材」を活用した状況を述べる。
- 6 では、実践授業の検証として知見を整理する。
- 7 では、まとめとして研究目的に対する結果を述べる。

3. 先行研究の調査

3.1 算数科におけるプログラミングの実践；杉山(2017)の研究

杉山[6]は、プログラミングを用いて正多角形を作図する授業実践を報告している。

『プログラミングは、「発展的な課題を扱うことができる」良さがあり、算数科の指導の可能性を広げることができる』と述べた一方、『各教科でプログラミングを行うには、「プログラミング」と「指導技術」と「各教科の内容」の3者の良き関係を考へて、授業を構想することが必要である。』と述べている。

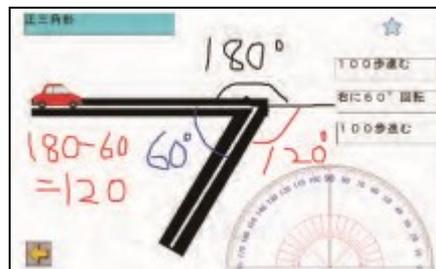


図1 (杉山による正多角形のプログラミング例より引用)

3.2 プログラミング教育の位置づけ；中谷ら(2002)の研究

中谷ら[7]は、『一般的な教育の方法には、話す、見せる、自分でやらせるという3つの方法があるといわれている。』とした上で、情報教育におけるプログラミングについて次のように述べている。

『プログラミングは、情報教育における「自分でやらせる」という教育の3番目の方法に該当する。我々は、プログラミングという体験を通してのみ、コンピューターの基本原理を理解できると考える。』

話す、見せるという教師主体の教育ではなく、児童が実際にプログラミングに触れることで、プログラムの役割を理解することができる。ことが述べられている。

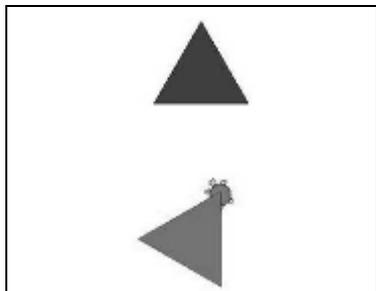


図2 (中谷らによるドリトルのプログラミング例より引用)

3.3 Scratch を用いた小学校プログラミング授業の実践；森ら (2011) の研究

森ら[8]は、Scratch を用いてゲームやインタラクティブなアニメーションなどの作品を制作する 26 時間の授業実践を報告している。

『26 時間の授業を通じて、練習課題からはじめ、画面上でスプライトを動かすなどの制御や繰り返し命令を含めた作品をつくることができた。また、条件分岐やキー入力の判別処理といったより複雑なプログラミングを含めた作品づくりにも 8 割を超える児童が取り組むことができた。「楽しかったか」という質問への評価も高く、これらの点からも児童へのプログラミングの導入という目的は、Scratch を用いることで達成できたと言える。』と述べている。一方、『簡単だったか？質問をしたところ (5 段階 [5: 簡単だった～1: 難しかった])、平均 3.22 (SD: 1.27) と必ずしも簡単とは思っていなかったことが明らかになった。』と報告している。



図3 (森らによる小学校プログラミング実践例より引用)

3.4 プログラミング教育のねらい；文部科学省

文部科学省による小学校プログラミング教育の手引 (第二版) 内「小学校プログラミング教育のねらい」[9] (2018) には、次のような記述がある。

『小学校におけるプログラミング教育のねらいは、「小学校

学習指導要領解説 総則編」においても述べていますが、非常に大まかに言えば、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ー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、コンピューター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ための三つとすることができます。』

3.5 プログラミング的思考；文部科学省

小学校学習指導要領解説総則編[10]では、プログラミング的思考について、「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」と記述している。

4. 教材研究

4.1 「座標の定義」

4.1.1 小学校での「ものの位置の表し方の意味」

小学校学習指導要領解説[11]では、「ものの位置については、第1学年で前後、左右、上下などの言葉で表すことについて指導している。これを受けて第4学年では、平面上にあるものの位置については二つの要素で、また、空間の中にあるものの位置の表し方について三つの要素で特定できることを知り、その位置を表現するには数をどのように活用すればよいかを考察することをねらいにする。」との記述がある。

4.1.2 小学校と中学校での「座標」の取り扱い

中学校学習指導要領解説[12]では、小学校での座標について、「小学校算数科では、変化の様子を折れ線グラフに表すことを第4学年から学んでいるが、これは棒グラフの上端を線分で結ぶ作業であり、二つの数の組を用いて平面上の位置を表すという座標の概念に基づいたものではない。」との記述があり、小学校では定義ではなく意味から導入する過程を採用している。線形代数学で扱う順序対としてのベクトルという考えではないことに注目したい。

4.1.3 座標を用いたキャラクター製作の原理

コンピュータグラフィックス (CG) の描画には様々な方法があるが、多くの描画方法には座標概念が利用されている。以下に CG の描画方法の例を示す。

二次元 CG においては、平面上の各座標に色を設定することでキャラクターを描画している。また、2 点の座標を直線や曲線で結ぶようにして描画する方法もある。

三次元 CG においては、空間上の 3 点を線分で結び、三角形の辺や面を描画する。その三角形を繋ぎ合わせて立体を構成している。面に画像 (テクスチャ) を貼り付けるこ

とでキャラクターの色やデザインを表現している。また、光源や三次元の空間座標を二次元の平面座標に変換してスクリーンに映し出すための仮想的なカメラの位置も、空間座標によって指定している。

4.2 Scratch について

4.2.1 Scratch とは

Scratch (スクラッチ) とは初心者が最初に正しい構文の書き方を覚えること無く結果を得られるプログラミング言語学習環境である。Scratch は制作者の最優先事項を子供達が可能な限り簡単に学習するように作成できるため触覚的なプロセスを通した構築とテストが可能となっている。

MIT (米国マサチューセッツ工科大学) メディアラボが開発し、遊び心のある実験やインタラクティブアニメーション、ゲームなどの制作を通してさらなる学習のやる気を起こさせることを意図している。

2006年に最初のバージョンがMITメディアラボのミッチェル・レズニックが主導するライフロング・キンダーガートン・グループによって開発された。

2013年5月に新バージョンの Scratch2.0 が公開され、ウェブアプリケーションとなり、ソフトのダウンロードが不要になった。そのため、リミックスが可能になり Scratch1.4 に実装されていなかったウェブアプリケーションならではの機能が追加された。

4.2.2 算数教育でスクラッチを使う背景

算数の教材として Scratch を使う場合の優れている点について述べる。

- (1). シミュレーションが可能である。
- (2). 実験、実証が可能である。
- (3). プログラムの変数の値を変えることで、条件設定の変更が容易である。
- (4). 動きとプログラムが可視化されているため数学の概念理解が深まると考えられる。
- (5). 情意面での効果が期待できる。

4.2.3 「MSC アニメーション」の理念

今までの数学教育では「数学の概念」に対応する動画という考えは存在しなかった。そこで、「数学の概念」に対応する新発想の動画のプログラミングを、Scratch を用いておこなう。この新形式の説明動画を「MSC アニメーション」とする。MSC とは Mathematical Simulation of Concept の略称である。

4.3 教材作成「Scratch を用いた創作プログラミング教材」

上述の設計方針を踏まえて Scratch2.0 の環境上で創作プログラミング教材のプログラミングをおこなった。

事前の作業で、ワークシートに座標平面の格子点を通るキャラクターを描く。そのキャラクターが一筆書きとなるように構成をする。

通過する格子点の座標を創作プログラミング教材にコンピュータのデータとして入力する。創作プログラミング

教材を動作させると、設計したキャラクターが電子黒板に大きく描画される。

以下にスクリーンショットを示し、留意した点を述べる。

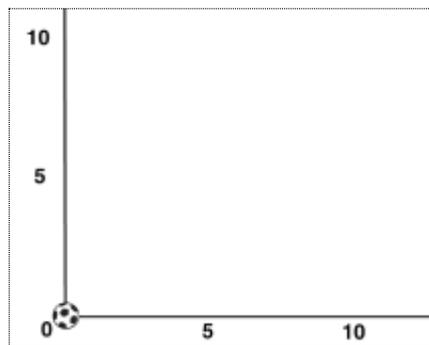


図4 (プログラミング教材の初期画面)

図4は、初期画面の設定である。位置の表し方は中学校で座標平面につながるため、座標平面のみ表示されるのではなく、親しみやすい環境設定としてサッカーボールを用いている。また、座標の値はあまり大きな数値にならないように配慮している。座標は格子点としている。

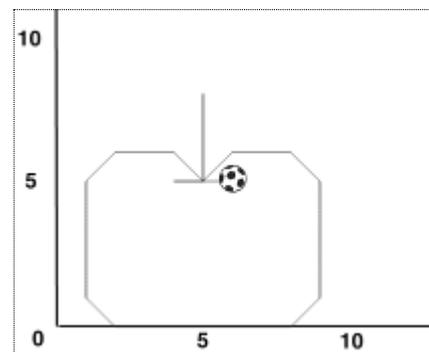


図5 (サッカーボール移動後の最終画面)

図5は、サッカーボールの移動後の最終の画面のスクリーンショットである。サッカーボールが座標平面の格子点を移動し軌跡の直線を描くことで、キャラクターが浮かび上がる設定である。このように、自作したキャラクターと自宅で使用しているゲームやスマホゲームのキャラクターとの関連に生徒自ら気が付くことを意図している。

つまり、スマホゲームのキャラクターに位置の表し方という算数の背景があることに生徒が気付くように配慮している。日常生活から算数の存在につなげる。つまり、算数を説明するのではなく、生徒が算数の存在に自ら気づくことが、ICT利用の長所と考えている。

さらに、「効果音としてのBGM」を加えて、興味関心が持続できるような工夫を加えている。これは、「創作プログラミング教材」でなければできない長所と考えている。

また、プログラミング教材は従来の指導者から生徒への「一方通行型」の教材ではなく、開発段階で生徒も参加できる「双方向型」の教材であり、機能修正も可能な「フィードバック型」の教材であるとも言える。この点が従来の「ビデオ教材」とは一線を画していると言える。

5. 授業実践

5.1 授業実践例

本時は算数の位置の表し方と現実のキャラクター製作がプログラムで関連していることを学習する。その際、Scratchによるプログラミング算数教材を用いることで、キャラクターという現実事象と位置の表し方という算数との関連の深い学びにつなげることを目標とした。

5.1.1 授業の概要

- (1). 対象生徒 和歌山市立伏虎義務教育学校 第4学年
- (2). 実施内容 「ものの位置の表し方」2時間指導
- (3). 実施日 2019年9月
- (4). ICT環境

- ・教師用コンピューター 3台
- ・移動式スクリーン 1台
- ・移動式プロジェクター 1台

(5). プログラミング教育の目標

・算数の位置の表し方の概念とプログラミングを身近なものとして捉えることを通して、コンピューターの基本原理を理解するための前段階としての関心・意欲・態度といった情意面での変容を目標とした。

5.1.2 授業展開および授業の様子

(1) 導入 実例を提示し、課題を理解する。(課題把握)

- ・図6に一筆書きの図形が描かれる様子を見せる。



図6 (実例を提示)

(2) 活動・共有 1 キャラクターを作成し、共有・調整する。(個別・グループ思考)

・図7-1のようにワークシートにキャラクターを描き、その作品を班で相談しデータを入力する作品を一つ選ぶ。
・図7-2のように15個の点で作品が描けるように調整を行い、取った点の位置を記入する。その後、点の位置をScratchにデータ入力する。



図7-1 (キャラクター制作) 図7-2 (点の位置を入力)

(3) 共有 2 各班の作品を発表する。

- ・図9のようにScratchに入力したデータをスクリーン上に動画として上映し、作品のテーマと工夫を発表する。



図9 (作品の上映会)

- ・図10-1と図10-2は下絵と上映作品例である。このように、設計段階で意図した内容と実際にコンピューターから出力された内容が一致した成功例である。

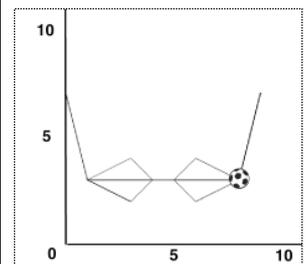
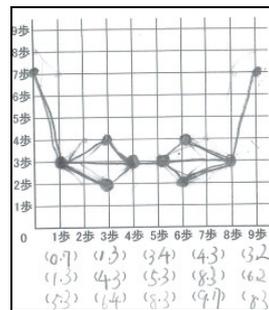


図10-1 (下絵), 図10-2 (動画の作品)

- ・図11-1と図11-2は、点の位置を間違えて、設計段階で意図した内容と実際にコンピューターから出力された内容が一致しない例である。

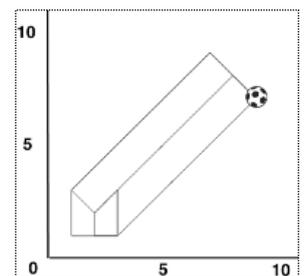
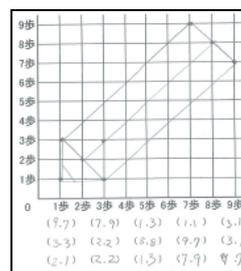


図11-1 (下絵), 図11-2 (動画の作品)

- ・図12-1と図12-2は、点の位置の数と、線分の数を間違えて線分が足りなくなり、設計段階で意図した内容と実際にコンピューターから出力された内容が一致しない例である。

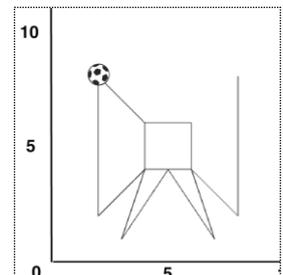
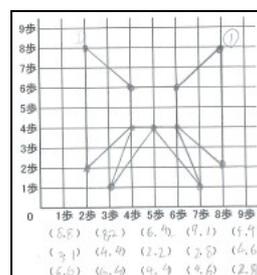


図12-1 (下絵), 図12-2 (動画の作品)

5.1.3 学習指導案

図 13-1, 図 13-2 に実践授業で用いた学習指導案を示す。

プログラミング教育 学習指導案

指導者：大阪教育大学 教育学部 数学教育講座
上出研究室 浅井祐雄 大西克典

<主題> 算数授業におけるプログラミング教育の実践事例
- キャラクターと位置の表し方と学習 -

<日時> 2019年9月30日(月)第5,6限

<対象> 4年1組(29名)

<場所> 伏虎橋教育学校 4年1組教室

<単元名> プログラミング学習：キャラクターを作ろう

<問題の所在> プログラミング教育の実施を目前にして、プログラミング教育に関する教材が多く提案されている。しかし、その教材の多くはプログラミングの知識・理解や技能・表現・思考・判断をねらいつけるものとなっており、関心・意欲・態度の育成を主眼としたものになっていない。その中には、高度なコーディングを必要とする教材や、事前知識を多く要求するような教材などもあり、興味のなり児童にとっては授業に参加できない状況が現れつつある。

<研究目標> そこで、プログラミング教育において、関心・意欲・態度が育成できるようなICT算数教材を考案した。今回は、キャラクター制作をする中で算数の位置の表し方を自然に学べるScratchを用いたプログラミング算数教材を制作した。それにより、キャラクターという現実事象と位置の表し方という算数との関連の深い学びにつなげたい。算数の位置の表し方の概念とプログラミングを身近なものとして捉えることを通じて、コンピュータの基本原則を理解するための前段階としての関心・意欲・態度といった情意面での改善を目標とした。

<本時の流れ> 本時では、児童はまずワークシート上にキャラクターを制作する。それを算数の位置の表し方を用いて表現する。そのデータをScratchで書かれたプログラムに入力する。次に、Scratchを動作させ、スクリーン上にキャラクターの一筆書き動画を上映する。キャラクターが画面される様子をクラス全員で鑑賞する。その後、算数の位置の表し方と現実のキャラクター制作がプログラムで関連していることを学習する。

<ICT教育観> 次期学習指導要領では、各教科においてICTの活用が求められている。紙の教科書では表現できないような動画を用いたり、パワーポイントを用いることで学習効果を高めることを考えている。今回は、Scratchを用いたプログラミング教材を使うことで、プログラミング教育への活用を試みる。

<算数の位置の表し方について> ものの位置について、小学校第1学年で前後、左右、上下などの言葉で表すことについて指導している。これを受けて第4学年では、平面上にあるものの位置については二つの要素で特定し、空間の中にあるものの位置については三つの要素で特定できることを知る。さらに、その位置を表現するには数をもとに活用すればよいかを考察することをねらいとしている。

<指導の方法> 本時の指導方法として、児童が自分で体験するという個人活動と班活動を行うことにより、児童間で考え方の共有を促す。従来の教え込み型の授業ではなく、児童の創作活動を発表する形式の授業とする。そのことで、授業に対する情意面の改善をねらいつける。

図 13-1 (学習指導案)

<展開> (本時：2時間)

学習の流れ	主な学習活動	留意点・手立て(→)
本時の目標 「位置の表し方を用いてキャラクターを作ろう」		
導入 実例を提示し、課題を理解する。		
・実例を見て気づいたことを挙げる。(7分)	○Scratchによって図形が描かれることを確認する。 ○図形が一筆書きで出来ていることを理解する。	→点の移動によって図形が描かれていることを説明する。
活動・共有1 キャラクターを作成し、共有・調整する。		
・キャラクターを作成し、共有・調整を行う。(18分)	○出来た作品を班で見せあい、データを入力する作品を一つ選び、調整や作品の組み合わせを行う。	・各班3人が4人で行う。
・頂点の位置を書く。(10分)	○選んだ作品の取った点の位置を15個書く。	→書いた位置がScratch上で正しく動き、想定した作品が出来上がるかを話し合わせる。
・作品の点の位置をScratchに入力する。(10分)	○作品の点の位置を読み上げ、教師に伝える。 ○他の班は工夫した点をまとめる。	→教師は読み上げられた点の位置をそのまま入力する。
共有2 各班の作品を発表する。		
・入力した作品をスクリーンで発表する。(35分)	○発表後は、発表後にテーマと工夫を発表する。他の人は作品の良いところをアンケートシートに書く。	・発表後は拍手をうながす。 →アニメーションの再生は教師が行う。
・上手く描画できなかった作品は、班でどう修正すればいいか考える。(5分)	○正しい位置の表し方や図形の描き方を話し合う。	→時間があれば、修正を行い正しく動かを確認する。(データの保存はしない)
整理 本時をふりかえる。		
・位置の表し方やプログラミングと実生活とを関連づけて振り返る。(5分)	○位置の表し方や点の移動の考え方が実際のゲームなどで活用されていることに気づく。 ○アンケートシートに感想を書く。	→実際のゲームのキャラクター一面を表示し、位置の表し方との関連を確認する。

図 13-2 (学習指導案)

6. 実践授業の検証

実践授業の検証について、実践授業の評価は、授業前後の児童への質問紙によっておこなうこととした。択一式リッカート尺度4段階法を用いた。

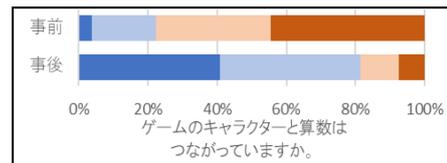
評価項目に対して、統計的検定を行い結果の解析をおこなう。「事前アンケート」と「事後アンケート」の統計的検定結果からプログラミング教育の効果の検証をする。また、自由記述式アンケートを併用することとした。

6.1 事前・事後アンケートの統計的検定の結果

全体の割合とt検定の解析結果を以下の表で示す。

6.1.1 ゲームのキャラクターと算数はつながっていますか

表1 (全体の割合とt検定の解析結果)

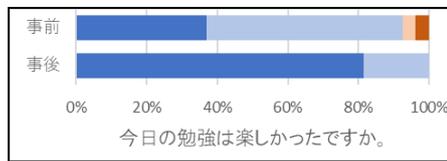


■とてもすき/思う ■すき/思う
■あまりすきではない/思わない ■まったくすきではない/思わない

	変数 1	変数 2
平均	1.81481481	3.14814815
分散	0.77207977	0.82336182
観測数	27	27
ピアソン相関	0.18045038	
仮説平均との差異	0	
自由度	26	
t	-6.058538	
P(T<=t) 片側	1.0587E-06	
t境界値 片側	1.70561792	
P(T<=t) 両側	2.1174E-06	
t境界値 両側	2.05552944	

6.1.2 今日の勉強は楽しかったですか

表2 (全体の割合とt検定の解析結果)



■とてもすき/思う ■すき/思う
■あまりすきではない/思わない ■まったくすきではない/思わない

	変数 1	変数 2
平均	3.25925926	3.81481481
分散	0.50712251	0.15669516
観測数	27	27
ピアソン相関	0.31330718	
仮説平均との差異	0	
自由度	26	
t	-4.135851	
P(T<=t) 片側	0.00016389	
t境界値 片側	1.70561792	
P(T<=t) 両側	0.00032778	
t境界値 両側	2.05552944	

6.1.3 スマホの仕組みを知りたいですか

表 3 (全体の割合と t-検定の解析結果)



6.1.4 プログラミングをやってみたいですか

表 4 (全体の割合と t-検定の解析結果)



※なお、6.1.2 については事前アンケートの設問を「学校の勉強は楽しいと思えますか」、事後アンケートの設問を「今日の勉強は楽しかったですか」とした。

6.1.5 統計的検定；t-検定の解析結果の分析

4つの設問の全てにおいて、片側P値が0.05未満となったことで、有意差があることが示された。

どの設問においても平均値の上昇がみられる。特に6.1.1「ゲームのキャラクターと算数はつながっていますか」については平均値が1.81から3.14に大幅に上昇している。つまり、多くの児童がキャラクター制作の手法が算数・数学の知識と関連していることを、今回の授業実践を通して理解することができたといえる。また、6.1.2から6.1.4に挙げた結果から、多くの児童が授業を意欲的に取り組んだことや、スマートフォンの仕組みやプログラミングに対す

る関心が向上したことがわかった。

6.2 自由記述式アンケートの結果の評価

次に、研究目的と方法に照らして、実践授業での児童の自由記述式アンケートを項目ごとに分類し、自由記述式アンケートの結果と統計的検定解析結果から関連項目の評価を検証する。

6.2.1 児童がプログラミングに興味をもつ。

実践授業での児童の自由記述式アンケートで上記の項目に関連する意見を以下に示す。

最初はプログラミングが
 まよつ味なかったけど、実
 際に見たりやったりしたから
 プログラミングの楽しさが
 よくわかりました。

プログラミングはまあか
 しいと思っていたけど、自分
 が作った物をコンピューターが
 作ると、うれしい。楽しいこと。

6.2.2 プログラミングが算数と関連していることを知る。

実践授業での児童の自由記述式アンケートで上記の項目に関連する意見を以下に示す。

今日のプログラミングの
 勉強をして算数とプログラ
 ミングはつながっていると思
 ったから、算数にも興味
 を持ちました。

プログラミングは、ま
 算数には役に立た
 ないとおもっていたけど、
 早くはたすとおもいました。

6.2.3 プログラミングが実生活と関連していることを知る。

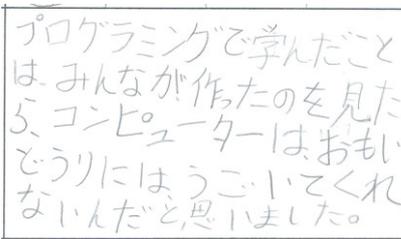
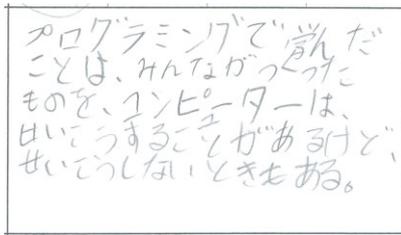
実践授業での児童の自由記述式アンケートで上記の項目に関連する意見を以下に示す。

プログラミングは、この世界に
 役立つんだと思いました。
 それ今日のパソコンでプロ
 グラミングの楽しさか分
 かりました。

今日は、プログラミングはキャラ
 ターにもつかわれていることわ
 かりました。

6.2.4 うまくいかない課題に直面する状況をつくること。

実践授業での児童の自由記述式アンケートで上記の項目に関連する意見を以下に示す。



6.2.5 自由記述式アンケートと統計的検定結果の比較

自由記述式アンケートの結果から、プログラミングに興味を示すことや、プログラミングと生活・算数がつながっていることを理解する記述が読み取れる結果となった。

この結果は、統計的検定解析で得られた結果とほぼ同一の傾向が得られ、Scratch を用いたプログラミング教材が実践授業で効果が得られたことが明らかとなった。

7. まとめ

本研究は、算数・数学教育の立場からプログラミング教育を小学校での算数の時間に位置付けるための具体的な授業の提案である。プログラミング教育の目標として、児童がプログラミングに対する興味や関心を抱き、プログラミングを学習してみたいという情意面の意欲を育成することを研究目的とした。

Scratch を用いたプログラミング算数教材を活用して、算数の実践授業をおこない、「事前アンケート」と「事後アンケート」の統計的検定結果から「プログラミングに興味を示す」、「プログラミングと生活・算数がつながっていることを理解する」の項目で有意差が得られ、情意面での効果が明らかとなった。また、自由記述式アンケートからもその効果を裏付ける記述が読み取れた。このように定量的、定性的な分析結果からその効果を検証した。

したがって、Scratch を用いたプログラミング算数教材を活用して、算数の時間でプログラミング教育が可能であるとの結論に至った。

今回の研究は、プログラミング教育から見た場合の導入部にあたるため、あくまでプログラミングに対する情意面の向上を目標としている。次の段階はプログラミング的思考の育成にかかわる部分に発展させる予定である。作品上映の際に設計通りに動作しなかった作品について修正方法

を検討する時間を設定する。その時間を設けることでプログラミング的思考の育成が可能になることが次の課題と考えている。

また、プログラミングに対する情意面の向上という観点からは児童個人の作品を全員発表する機会があるのが望ましいが、今回の研究では授業時間の制約があるために、班活動による作品制作とした。その結果、児童個人の作品を発表する機会が得られず、授業参加への積極性が児童によって異なることとなった。この点については個人の作品を発表できる機会の確保が次の課題と考えている。

2020年からのプログラミング教育の必修化に伴い、児童だけでなく指導者にもプログラミングに関する知識・技能を要求される。また、教育課程として算数の時間にプログラミング学習をおこなう需要も今後増大することが見込まれる。本研究での Scratch 教材をさらに活用・発展させ、より多くの児童にプログラミングに対する情意面の向上と、指導者にとって扱いやすい教材の作成や活用、プログラミング学習の授業構成についての研究を今後もおこなってきたい。

最後に、実践研究に協力していただいた和歌山市立伏虎義務教育学校の林素秀校長、諸先生方、4年2組の児童の皆さんに感謝いたします。

<参考文献>

- [1] 文部科学省「教育委員会等における小学校プログラミング教育に関する取組状況等について」(平成30年度)(ポイント)(2019)
- [2] 文部科学省『成果報告書「平成30年度 次世代の教育情報化推進事業(小学校プログラミング教育推進のための指導事例の創出等に関する調査研究)」(2019)
- [3] 上出吉則, 辰己丈夫, 村上祐子『プログラミングと算数数学教育—Scratch で関数の座標概念を深く学ぶ—』情報処理学会コンピュータと教育学会 CE139(2017)
- [4] 上出吉則, 辰己丈夫, 村上祐子『プログラミングの算数数学教育での効果と検証—生徒の創作した Scratch プログラム教材を授業で活かす—』情報処理学会コンピュータと教育学会 SSS2017(2017)
- [5] 上出吉則, 辰己丈夫『Scratch で作成した教材としてのトレインシミュレーター—速さの問題での算数数学授業実践例—』情報処理学会コンピュータと教育学会 SSS2018(2018)
- [6] 杉山 一郎「算数科×プログラミングの可能性を探る」日本デジタル教科書学会 発表予稿集 vo6 (2017)
- [7] 中谷 多哉子, 兼宗 進, 御手洗 理英, 福井 真吾, 久野 靖「オブジェクトストーム: オブジェクト指向言語による初等プログラミング教育の提案」情報処理学会論文誌 Vol.43 No.6 (2002)
- [8] 森 秀樹, 杉澤 学, 張 海, 前迫 孝憲「Scratch を用いた小学校プログラミング教育の実践—小学生を対象としたプログラミング教育の再考—」日本教育工学会論文誌 34(4), p.387-394 (2011)
- [9] 文部科学省「小学校プログラミング教育の手引(第二版)」p.11 (2018)
- [10] 文部科学省「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 総則編」p.85 (2017)
- [11] 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」p.207 (2017)
- [12] 文部科学省「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 数学編」p.85 (2017)