

算数におけるアルゴリズム的思考を育む授業実践

Scratch を用いた多角形の作図課題を通して

遠藤 浩之*・谷川 夏菜子*・日下 智志*

鳴門教育大学大学院 学校教育研究科 人間教育専攻 グローバル教育コース*

本研究の目的は、算数科の学習においてScratchを用いた児童のアルゴリズム的思考を育む授業を実践し、その効果を検証することである。小学校6年生を対象に、アルゴリズム的思考の理解とScratchの基本操作習得、図形をかくプログラムの学習、レベル別作図課題という全3回の授業を行った。その結果、児童がアルゴリズム的思考を働かせるためには、アルゴリズム的思考の概念理解、各教科で習得した知識の活用、課題解決方法の自己決定という三つの要素の必要性が示唆された。

キーワード：アルゴリズム的思考，Scratch，多角形，算数

1. はじめに

1.1. 研究の背景

2018年、小学校学習指導要領（平成29年度告示）において、プログラミング教育が明記された。第1章総則には、「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と記されている。教科としての扱いではないが、各教科、単元に応じてプログラミング的思考を育むことが必要とされている。そのため、各教科において授業実践の蓄積が望まれている。

1.2. アルゴリズム的思考

Scratchを用いて示したアルゴリズム的思考の基本3構造を図1に示す。

順次処理	繰り返し	条件分岐
		

図1：アルゴリズム的思考の基本3構造

順次処理とは、順番通りに並べて実行するという考え方である。繰り返しは、共通する動作を複数回実行することである。条件分岐とは、ある特定の条件に合うときに特定の行動を実行するという考え方である。図1の順次処理と繰り返しは、正方形をかくプログラムを示している。条件分岐は、「上向き矢印キー」または「下向き矢印キー」が押されると、それぞれ異なるサイズの正方形をかくことができるプログラムである。

2. 研究の目的及び方法

2.1. 目的

本研究の目的は、算数科の学習においてScratchを用いた児童のアルゴリズム的思考を育む授業を実践し、その効果を検証することである。

2.2. 方法

2.2.1 研究対象

茨城県公立小学校第6学年の3クラス（計：85名）を対象とする。

2.2.2 授業の構成

表1に全3回の授業の学習目標と学習活動を示す。本研究ではScratchを使用して授業実践を行った。Scratchとは、マサチューセッツ工科大学（MIT）のメディアラボにて開発されたプログラミング言語である。ブロックを操作することでプログラムを組み

ことができるため、小学生でも十分に活用できるように配慮されており、プログラミング学習用ソフトウェアとして、多くの学校で取り入れられている。本研究では、「大日本図書たのしい算数5年せんようScratch学習用ページ」にて紹介されているScratchプログラム（プロジェクト）を活用した。

表1：授業の概要

次	学習目標	学習活動
1	Scratchの基本的な操作を身に付ける。 順次処理と繰り返しで、正方形をかけるようにする。	アンブラグドアクティビティを通して、順次処理、繰り返し、条件分岐の3つの概念を理解する。 Scratchで正方形をかくプログラムを作成する。
2	様々な多角形をかけるようにする。	Scratchで三角形をかく方法を考える。 五角形や円、六角形以上の多角形をScratchでかく。
3	星形をかけるようにする。 これまでに学習した内容を踏まえて、提示された図形をかく。	星形をかくプログラムを作成する。 提示された作図課題に取り組む。(レベル1-8) これまでの学習内容を踏まえ、自由な発想でオリジナルの図形をかくプログラムを作成する。

2.2.3 作図課題及び分析の方法

児童のアルゴリズム的思考を評価するため、レベル1から8までの図形課題を作成した(図2)。学習した図形を参考に、図形を組み合わせた、角度を変えたりしながら様々なプログラムでこれらの図形をかくことができる。

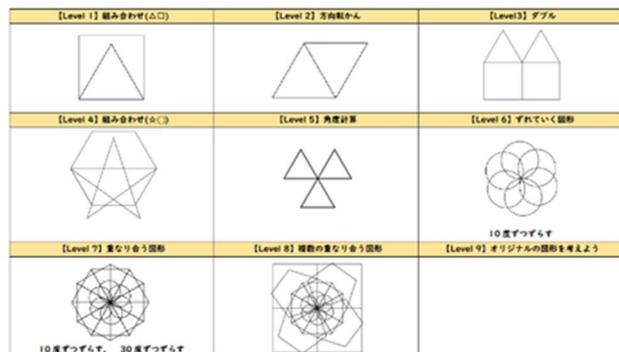


図2：レベル別作図課題（筆者作成）

児童がアルゴリズム的思考をどのように働かせているのかを調査するため、児童が作成したプログラムを活用することにした。

3. 授業の実際

3.1. 第1次

アイスブレイクとして、アルゴリズム的思考を活用した体を動かすアクティビティから授業を開始した。これは、アンブラグドでのプログラミング的活動である。指示された動作を順番に処理していくことで、順次処理、繰り返し、条件分岐の3つの概念を理解することがねらいである。たとえば、教師が赤のカードを示した場合、拍手をする。青のカードを示した場合、足踏みをする。黄色のカード示した場合、「ジャンプ→キック→ストップ」ですべての処理が完了する。これは、カードの色によって動きを変えろという条件分岐の概念を理解するための活動である。この活動を行ったあとに、3つの概念について説明を行い、アルゴリズム的思考についてワークシートを使用して整理した。



アンブラグド活動 図3：活動動作

次に、Scratchを使用して正方形をかくプログラムを教師と共に実行した。必要なブロックを探し出すことに時間がかかることを想定し、あらかじめ使用するブロックを無作為に配置したプロジェクトを共有した。児童は手本を見ながら、順次処理、繰り返しのプログラムで正方形かくプログラムを作成した。児童はScratchの操作及びそれを用いてどのようなことができるかを体感することができた。

3.2. 第2次

三角形をかく活動では、算数の授業で学習したことを活用して考える様子が見られた。掲示物として用意したスプライトを黒板上で実際に動かし、三角形をかく手順を全体で確認した。特に、直線をかいたあとを何度回転させたらよいかを検討する際に、正答である「120度」だけでなく、「60度」と考える児童も多数いた。そう考えた理由をたずねると、「三

角形の内角の和」や「三角形の一つの角度」などといったキーワードが出てきたことから、算数で学習した知識を活用していたことが伺えた。実際に60度回転させた場合をモニターで示すことにより、60度ではないということを理解していた。直線にかくことと120度を回転する動作を繰り返す回数についての理解は容易であった。その理由として、前時で正方形を繰り返しのプログラムで作成したことが推察される。このように、算数で学習した多角形の知識と第一次の学習内容を融合させ、Scratchでそれを実際にかくことを通して三角形にかくプログラムを理解していた。

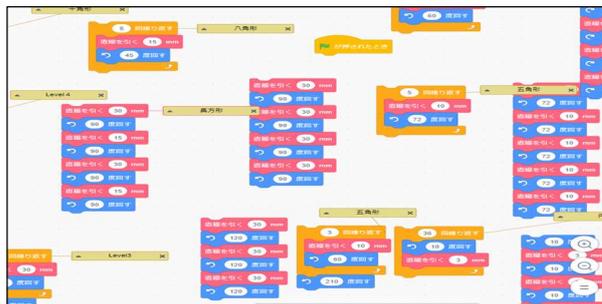
五角形や円にかく活動では、角度の算出が難しかったようではあるが、試行錯誤しながら自力解決したり、友達と相談したりして取り組んでいた。しばらくして、回転する角度を提示したところ、ほとんどの児童がプログラムを完成させることができた。

五角形と円のプログラムができた児童から、提示された角度を参考に六角形以上の多角形にかく活動に取り組んだ。本授業の振り返りの際に、「角の数を増やしていくと、だんだん円に近づいていくということに気付いた。」と述べている児童もいた。

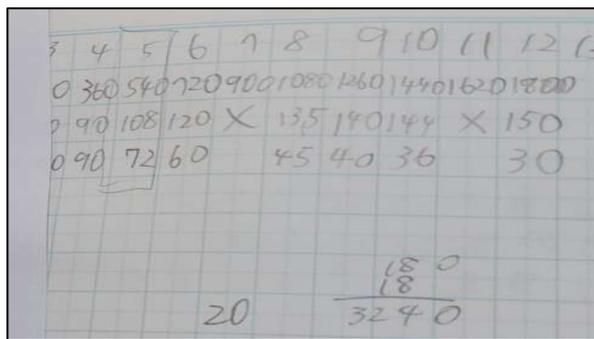
3.3. 第3次

まず、星形にかくことで順次処理と繰り返しのプログラムを復習した。回転する角度を提示したため児童は素早くプログラムを組むことができていた。

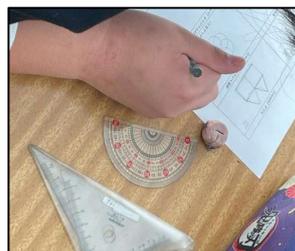
レベル別課題では、児童それぞれが独自に課題に取り組んだ。取り組み方として、主に3つの方法が見られた。一つ目は、試行錯誤しながら作成する方法である。およその角度や動きを予測し実際にプログラムを試してみながら正しいプログラムを見つけていくため、地道な作業で時間はかかるが、偶然に他のレベルの図形をかけてしまうことも見られた。二つ目は、角度を予め計算してからプログラムを作成する方法である。ワークシートなどにあらかじめ角度の計算や動きをメモしておき、考えが整理できたところで実際にプログラムを組んでいた。計算してからプログラムを組むため間違いが起りにくい。三つ目は、分度器を使用して角度を求めながら作成する方法である。この方法も、算数で学習した方法を活用しているといえる。



試行錯誤しながら作成する方法



角度を予め計算してから作成する方法



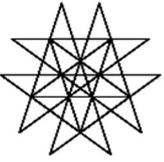
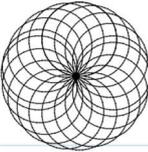
分度器を使用して角度を求めてから作成する方法

20分間の活動時間で、各レベルの達成児童数は、レベル1の課題が48名、レベル2の課題が42名、レベル3の課題が16名であった（全85名）。

最後の10分間でオリジナル図形にかく活動を行った。表2に児童が作成したオリジナル図形とそのプログラムの一例を示す。学習した図形をもとに独自に応用していることが確認された。

表2：児童が作成したオリジナル図形

図形	プログラム	特徴
		直線と回転のブロックのみを使用し、すべて順次処理でプログラムしている。

		<p>学習した星形をかきプログラムをもとに、繰り返しのブロックを応用している。</p>
		<p>円をかきプログラムをもとに、順次処理と繰り返しのブロックを応用している。さらに、途中に回転のブロックをはさむことで、少しずつ円をずらしながら作図している。</p>

4. まとめと今後の課題

本研究では、算数科の学習においてScratchを用いた児童のアルゴリズム的思考を育む授業を実践し、その効果を検証した。全3回の授業実践から、次の三つの要素が児童のアルゴリズム的思考を働かせることに有効であったことが推察される。一つ目は、児童がアルゴリズム的思考である、順次処理、繰り返し、条件分岐という抽象的な概念を理解することである。その方法として、アンプラグドアクティビティを通じた身体的理解、Scratchブロックを見比べることによる視覚的理解、Scratchでの実践演習での体験的理解が有効であったと考えられる。二つ目は、教科で習得した知識を活用した授業を行うことである。今回の実践では、算数の多角形に関する知識を活用して児童はプログラミングを行った。算数で学習したことを異なる場面で捉え直すことで、その知識の理解もより深めることができた。三つ目は、問題解決の方法として多様な手段を用いることができる活動を取り入れることである。今回の実践で使用した作図課題は、順次処理もしくは繰り返しのプログラムで解くことができる。また、児童によって問題解決の方法が異なっていた。試行錯誤する、先に計算する、算数の文具を使うなど、自身で選択した方法で問題解決にあたる姿が見られた。授業者及びサポートとして

介入していた学級担任から、多くの児童が20分間夢中になって活動に取り組んでいたことが所感として挙げられた。その理由として、ICTの活用やScratchというソフトウェアの効果だけでなく、個々が自分に合った学び方や解決方法を選択できたことも影響していると考えられる。自己決定がアルゴリズム的思考を働かせる活動につながったのかもしれない。

今後の課題として、海外を含めた他の教育現場で今回の授業実践を実施、検証することが挙げられる。アルゴリズム的思考は様々な問題解決に必要な能力である。社会の著しい変化に対応できる児童生徒を育成するためにも、このような実践研究を積み重ねていくことが重要である。

参考文献

- Mandoye, N. (2019). Teaching basic problem decomposition and algorithm design skills. Tuskegee University. https://serc.carleton.edu/teaching_computation/workshop_2019/essays/231291.html
- Wing, J. (2007). Computational Thinking [Online]. Available: http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/Computational_Thinking.pdf [アクセス 2023-08-23].
- 岡花 和樹・村上 元良・細辻 浩介・堀 優作・森 真樹・竹中章勝 (2018) プログラミング的思考とアナログ的操作を融合した算数授業の研究, 日本デジタル教科書学会 発表予稿集 Vol.7, 2018.
- 齋藤和久 (1993) 『新算数指導のポイントⅦ図形4・5・6年』, 東洋館出版社, 東京.
- 大日本図書 (2019) 大日本図書たのしい算数5年せんようScratch学習用ページ
- 宮本賢治・河野翔 (2018) 小学校における Scratch を用いたプログラミング授業の実践と検証, 日本産業技術教育学会誌 第 60 巻 第 1 号 (2018) 19~28.
- 文部科学省 (2018) 小学校学習指導要領 総則 (平成 29年度告示), 東洋館出版社, 東京.
- 文部科学省. (2020) 「小学校プログラミング教育の手引」(第三版).
- リンダ・リウカス (2016) ルヴィのぼうけん こんにちは! プログラミング, 翔泳社, 東京.
- 鷺崎弘宜・齋藤大輔・坂本一憲 (2019). Scratchでたのしく学ぶプログラミング的思考. マイナビ出版, 東京.