

算数に苦手意識を持つ児童のための 効果的なプログラミング使用方法の調査

An investigation of effective programming usage for children who have difficulty with math

向江 理奈[†], 菊地 寛[‡], 遠山紗矢香[†]
Rina Mukae, Hiroshi Kikuchi, Sayaka Tohyama

[†]静岡大学, [‡]浜松市立雄踏小学校
Shizuoka University, Hamamatsu City Yuto Elementary School
mukae.rina.17@shizuoka.ac.jp

概要

2020年度から小学校でのプログラミング教育が必修化されたことを踏まえて,本研究では,小学校高学年の児童を対象に,算数の学習に対する児童の意識が,プログラミングにおけるどのような特徴によって影響を受けるのか調査することとした.公立小学校5年生145名5クラスを対象にプログラミングを用いて正多角形を描画しながらその性質を学ぶ授業を行い,56問からなるアンケート調査及び会話分析を行った.授業では,図形描画の際に1辺ごとに色が変わるカラフル条件と辺の色が変わらない単色条件に分けて,学習活動の比較を行った.アンケートを分析した結果,カラフル条件では単色条件と比較して一部の女子の意識が変化するという結果が得られた.また,発話分析からは,カラフル条件のみで,プログラムの中でも高度と考えられる演算ブロックを用いる児童が表れただけでなく,主体的に問題解決を試みていたことが示された.これらの結果から,カラフル条件は,単色条件よりも児童が工夫してプログラミングに取り組む主体的な問題解決を促した可能性が示された.
キーワード: 小学校, アンケート調査, プログラミング教育, 算数

1. 背景

2020年度から小学校でのプログラミング学習が必修化された[1].文部科学省は,算数や理科,総合的な学習の時間等で,児童がプログラミングを体験することを通じて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着けることを狙いとしている[1].

その一方で,児童生徒の「理数離れ」の課題が浮き彫りとなっている[2].この一因には,学年が上がるにつれて学習者にとって難易度が高く感じられること,それによって児童生徒が苦手意識を持ちやすくなることが影響して

いると考えられる.

そこで本研究では,算数や理科といった理数科目に対する苦手意識を軽減させるような教育の在り方を検討するため,プログラミングのどのような使用方法が児童の苦手意識を軽減するのに効果的であるのかを検討した.

2. 目的

本研究では,小学校の高学年児童が,プログラミングによって図形描画過程を可視化することにより,算数授業への主体的な参加度合いが強まったり,算数の主観的な得意度が向上したりするかを検討することを目的とする.

3. 研究方法

3.1. 概要

浜松市内の公立小学校に在籍する小学5年生の児童145名(男子66名,女子79名,計5クラス.1クラスは約30名)に対し算数の授業の正多角形の分野において1クラス90分の協調学習形式の授業を実施した本研究では,知識構成型ジグソー法[4]による協調学習形式の授業を実施した.協調学習を行う際,3人1組のグループのメンバーはランダムとした.

プログラミングツールとしてブロックプログラミング環境「Scratch」を用いた.Scratchの特徴として,図形を描画する際に線の色を変化させることが可能である.本研究では,上記の特徴を活かした学習が児童の算数に対する苦手意識の軽減に繋がるのかを調査するために条件分けを行った.

本研究では,学習に対する苦手意識の軽減の

程度が色などといった見た目の変化によって影響を受けるのか調査するために、5クラスを2つの条件（カラフル条件／単色条件）に分けた。カラフル条件では、児童がPCを使ってScratchで正六角形を書く方法を考える際に、正多角形の一辺を描画するたびに色が変化する機能を教師が例示した(図1)。単色条件では、同描画の際にScratchデフォルトの青色のみを用いる方法で例示した。

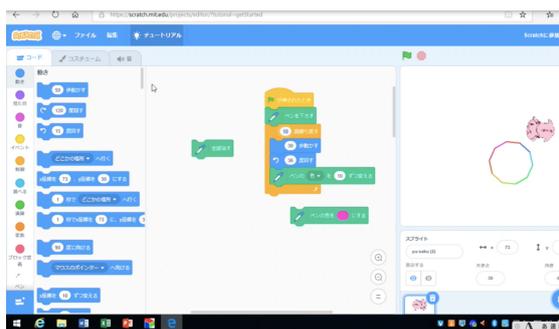


図1 カラフル条件のScratch画面

3.2. 授業の流れとアンケート調査

授業の学習課題は「Scratchで正六角形を書くためにはどうしたらよいか」（ \square は「しかくの式」、つまり x を使った文字式を5年生の既習事項に合わせて表現したもの）とした。プログラミングを活用して、正三角形や正方形といった正多角形の一般的な性質について児童が考える機会を設けるためにこの課題を設定した。また、学習課題について考える手がかりとして、まず、正六角形を書くためにはどうすればよいかを考えさせた。

知識構成型ジグソー法でのエキスパート資料には、正三角形をScratchで書くための知識を掲載した。3つは、1つ目に正三角形描画で繰り返し行うことのパターンを発見すること、2つ目に反復ブロックの使い方、3つ目に外角と内角の大きさの関係の図示（外角という言葉は用いない）とした。これらの3つを組み合わせることで、Scratchで正六角形を書くためにはどのようなブロックを活用し、どのような値を設定すればよいかを推測することが可能になる。

ジグソー活動においては、正六角形を書くためにはどうすればよいかという課題に対し3

つのエキスパート資料を組み合わせながらPCを使用せずに課題を解決するための話し合いの機会を設けた。PCを使用しなかったのは、PC操作に先駆けて児童らに仮説を持たせるためである。その後でクロストークを行い、Scratchで正六角形を描くプログラムの共有とそのプログラムの意味を代表グループに発表させた。休憩ののち、学習課題であるScratchで正六角形を書くためにはどうしたらよいかという課題を改めて提示し、グループでPCを用いて正六角形を書く方法を検討させ、再度クロストークを行った。

授業の開始前と終了後に、アンケート調査を行った。アンケートはマークシート式で、児童個人に対して行った。アンケートの質問数は、事前(28問)・事後(28問)の計56問とした。事前・事後のアンケートに共通する質問項目は、教科学習(科目の得意度や楽しさを尋ねる質問)及びプログラミング、自尊感情に関する質問であった。これら共通質問項目は、授業前と後で児童の主観的な評価にどのような変化が見られるのか分析するために設けた。また上記のほかに、事前アンケートでは児童の生活経験に関する質問を、事後アンケートでは本授業について振り返る質問を行った。

3.3. 回収データ

児童から回答を得た事前事後のアンケート、児童が書き込んだ回答用紙(後述)を回収し電子的に保存した。また、授業の様子を360°カメラ、PC画面レコーダ、及びICレコーダ(児童3名に対してそれぞれ各1台)で記録した。研究実施とデータ収集については学校長を通じて事前に許可を得た。

回答用紙は、学習課題に対する事前・中間・事後の回答(1人1枚)エキスパート資料(1人1枚)、ジグソー用のプリント(グループにつき1枚)について回答を得た。事前・中間・事後の回答は、発話データと照らし合わせながら授業が進行するにつれて児童の考えがどのように変化するかを分析するために回収をした。

4. 分析対象と仮説

5クラス調査を行ったうち、クラス2のみデータに不備が見られたためクラス2のデータは本研究では割愛することとした(表1)。

表1 クラス分け

	カラフル	単色
クラス	クラス3, 4	クラス1, 5

アンケートの分析では、児童の授業前と授業後における意識の変化を調べるため事前と事後の共通質問事項を統計分析ソフト「Rバージョン3.6.1」を用いて比較した。また、児童の思考の変化を調べるため自由記述形式の事前/中間/事後の回答内容の分析を行った。先行研究では、算数を得意と思っている児童は男子に多い傾向にあることが示された[5]ことから、算数の主観評価はジェンダー差の影響を受けている可能性がある。そのため、分析を行うにあたり男子と女子を分けた。また、グループの学習過程を調べるために会話分析を行った。グループは、自由記述形式の回答について、事前・事後で回答内容に大幅に変化が見られたグループを抽出した。

なお、意識の変化を引き起こすためには長期的な介入が必要となる場合もあるが、本研究ではプログラミングを通じて算数に触れるという多くの児童にとって初めてとなる介入を行ったため、短時間ではあるものの児童の算数の学習に対する印象変化を促す可能性がある。そのため、90分単発の学習でも児童の算数に対する意識変化に影響を及ぼす可能性があると考えて調査を行った。

本研究では、プログラミングを用いた算数の授業において、多角形を描画する際に辺ごとに線の色が変化していく多色使いを採り入れることが児童の学習を促すという仮説の下で検討を進めた。

5. 結果と考察

5.1. 対象校の実態

各クラスの児童の学力は同等程度であることが、事前の当該小学校教諭へのインタビューで明らかになった。本研究で行ったアンケート調査によれば、「普段から授業で発言しますか」に対する回答に対しては、クラス4、クラス5の2クラスにおいて、事前よりも事後で有意に肯定的な回答が増加した ($t(30)=2.48$, $p<.01$; $t(29)=3.45$, $p<.01$)。この結果から、本研究のプログラミングの授業が一部クラスの児童の授業での主体的な発言を促した可能性が示された。

5.2. 算数に対する主観的な得意さの変化

本授業前後で算数に対する児童の主観的な得意さに変化が見られるのかを調べるために、アンケートの「算数は得意ですか」に対する回答について、事前・事後を比較する t 検定を行った結果、クラス4の女子の得意さが授業後に有意に向上していたことが示された ($t(14)=2.26$, $p<.05$)。この結果から、カラフル条件の一部のクラスの女子において意識変化が見られたといえるため、仮説の一部が支持された。

5.3. 会話分析

カラフル条件のクラス4では女子児童に意識の変化が見られたが、単色条件では意識の変化が見られなかった。そこで、カラフル条件と単色条件から、意識変化の見られた女子に注目して、女子のみのグループの発話を1グループずつ書き起こして会話の特徴を比較した。

カラフル条件のクラス4のグループ6では、演算のブロックを使用してプログラム改変を試みたり、 x 座標のパラメータを変えるために負の数を用いようとしていたりしていたことから、プログラミングを通じて正多角形以外の算数の概念にも触れていたことが示された。一方で、単色条件であったクラス5のグループ2では、演算のブロックを使用せず、回る角度については自分たちで手計算した答えを確認する手段としてScratchを用いていたことが分かった。

授業前後で意識変化が見られなかった男子も含むグループについても会話分析を行い、カラフル条件のクラス4のグループ同士で比較した。クラス4のグループ8(男子2名、女子1

名)では線の色がカラフルに描画されてもリアクションがなかったのに対し、クラス4のグループ9(女子3名)では、カラフルな正多角形が描写された瞬間、「おー」や「色きれい」のような反応が見られた。その後もグループ9では、演算ブロックの意味(除法を/, 乗法を*で表すこと)についてグループメンバー同士で楽しそうに話し合うなどの行動が見られた。また、グループ8, グループ9ともにグループ内で解決できなかった疑問を隣のグループの様子を伺ったり、隣のグループに質問をしたりすることで主体的に解決しようと試みていた。

上記の結果は、図形描画の過程をカラフルにすることで、女子児童の興味を惹いたことを示している。また、カラフル条件に限定されない、プログラミングそのものが上記のような児童の主体的な活動を引き出したことも否定できないが、カラフル条件で児童の興味を惹いたことが、児童が演算ブロックを活用することを促した可能性も考えられる。

6. 今後の展望

本研究では、90分間の限られた時間での実践の前後でも、図形描画の過程をカラフルにすることが児童の中でも女子の算数に対する主観的な評価を変化させた可能性が示された。今後は、今回観察された算数に対する意識の変化が一時的なものではなく、どの程度継続するかを検討する必要がある。また、カラフル条件の一部のグループにおいては、プログラミングができる機会を提供したにもかかわらず、プログラミングを使って自分達の仮説を検証するのではなく、数字を既知の公式に当てはめて都合の良い結果を得ようとしていると考えられる活動が観察された。今回はこのような限界も見られたので、今後引き続き検討していきたい。

また、カラフル条件は、プログラムの辺を描画する処理が辺のどの部分を描くのかを可視化する効果もある。今回の発話分析では、児童は繰り返しを用いて正多角形を描いていた。繰り返しを用いて正多角形を描く場合、1回の処理では1辺が描かれ、カラフル条件では1辺を

描くたびに辺の色が変化する。この特徴は児童自身がプログラムを使って正多角形を描く際に、プログラムと描画された正多角形との対応を見出すことを支援する可能性がある。こうした可能性にも注目して今後検討を進めたい。

7. 謝辞

本研究は JSPS 科研費 (17K17786; 研究代表者: 遠山紗矢香) の支援を受けて実施された。また、本研究は静岡大学が実施する「人を対象とする研究に関する倫理審査」の承認を受けたものである。本研究に協力いただいた先生方や児童に記して感謝する。

8. 参考文献

- [1] 文部科学省 (2017). 小学校学習指導要領 解説 総則編(平成 29 年告知). https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_001.pdf (2020/04/22 参照)
- [2] 内閣府 (2014). 第3章 成育環境 | 平成 26 年版 子ども・若者白書(概要版). https://www8.cao.go.jp/youth/whitepaper/h26gaiyou/b1_03.html (2020/04/20 参照)
- [3] diSessa, A. A. (2018). Computational Literacy and “The Big Picture” Concerning Computers in Mathematics Education, *Mathematical Thinking and Learning*, 20(1), pp. 18.
- [4] 東京大学 CoREF 自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト (2017). 『協調学習 授業デザインハンドブック第2版—知的構成型ジグソー法を用いた授業づくり—』 https://coref.u-tokyo.ac.jp/newcoref/wp-content/uploads/2017/05/handbook2_all.pdf (2020/04/20 参照)
- [5] 向江理奈・遠山紗矢香・菊地寛 (2019). 小学生同士の協調的なプログラミング学習場面設計を目指した児童の多様性の調査. 『第44回教育システム情報学会全国大会予稿集』, p. 268