

数学的な思考力，判断力，表現力を育む指導の工夫
～算数科におけるプログラミング教育の実践を通して～

佐渡市立高千小学校

高橋 健太（平成 29 年度）

主張

算数の学習において、「思考力，判断力，表現力」を育むためには，筋道立てて考える学習活動の充実が必要である。児童が筋道立てて考えられるよう「数学的要素」に着目させ，それを基に「プログラミング的思考」を育成する活動を取り入れることが有効である。

1 研究主題設定の理由

本学級の児童は，公式や計算の解法を丸暗記していることが多く，筋道立てて考える必要のある問題に直面すると，問題の意味を深く考えず直感的に立式したり，はじめから諦めてしまったりしていた。特に，算数に苦手意識をもっている児童は，こうした姿が顕著に表れており，筋道立てて考えること自体を難しいと感じていた。

算数科における「思考力，判断力，表現力」は，「筋道を立てて考察する力」，「統合的・発展的に考察する力」，「目的に応じて柔軟に表したりする力」である。今までの私の授業を振り返ると，公式や数学的な性質を導き出し，それらを用いて計算問題を解けるように練習するという，「知識及び技能の習得」に傾斜した指導を行っていた。これでは，新学習指導要領の求める「思考力，判断力，表現力」を育むことはできない。「思考力，判断力，表現力」を働かせる場の設定や，そのことへの抵抗感を軽減するための手立てが必要であると感じている。そこで私は，とりわけ児童に弱さが見られる筋道立てて考える力に焦点を当て，「思考力，判断力，表現力」の育成を図ろうと考えた。

2 研究内容

(1) 研究内容

筋道立てて考える活動への興味をもたせるためにビジュアルプログラミング言語「Scratch」を取り入れる。さらに，児童が筋道立てて考えられるよう以下の二つの手立てを講じる。

① 「数学的要素」と Scratch の「コード」を結び付ける「チェックリスト」を用いる。

※「数量や図形の性質や特徴，構成要素」を「数学的要素」と仮称する。

筋道立てて考えるためには，思考の足掛かりとなる「数学的要素」に着目することが必要である。そこで，児童が「コード」を作成する際に，「数学的要素」に立ち返ることができるよう，視覚的・構造的に分かりやすい「チェックリスト」を作成する。

② 作図や数式などを「Scratch」で表現する活動（プログラミング的思考を育成する活動）を取り入れる。

プログラムを作成する中で，トライアンドエラーを繰り返すことが筋道立てて考えることに繋がる。

(2) 研究方法

児童がどのように「数学的要素」に着目するのか，プログラミング的思考を育成する活動によりどのように筋道立てて考えるかを，実践前後の児童の変容と，各授業の話合いなどの言語活動をもとに分析していく。

(3) 研究仮説

算数の復習場面において，「数学的要素」とプログラムのコードを関連付けた「チェックリスト」を用いて，作図や数式などを「Scratch」で表現する活動を行えば，児童は「数学的要素」に着目し，筋道立てて考えることができるだろう。

3 研究の実際

(1) 実施概要 5 学年 児童数 6 人

抽出児 A 児：算数に苦手意識はあまりないが、筋道立てて考えたり、深く考えたりすることが苦手で、ほとんどの問題に直感で答え、間違いになかなか気付けないことがある。

抽出児 B 児：算数の苦手意識が強く、自分の考えに自信をもって発言することはあまりない。筋道立てて考えることが苦手で、文章問題などでは意味を考えずに立式してしまうことが多い。

実践の様子

①チェックリストに手書きのコードを作成する様子と②プログラム作成の様子を 3 段階で評価する。◎自力で作成 ○ペアに聞いて作成 △教師に聞いて作成

	実践の内容	①コード作成		②プログラム作成	
		A 児	B 児	A 児	B 児
1	単元「倍数と約数」 ○ある数が 12 と 18 の公約数であるかを判別するプログラム	△ 教師	○ ペア	○ ペア	△ 教師
2	単元「割合 (1)」 ○任意の数で百分率を計算するプログラム	◎ 自力	○ ペア	◎ 自力	△ 教師
3	単元「図形の面積」 ○平行四辺形、三角形、ひし形、台形の面積を計算するプログラム	◎ 自力	○ ペア	◎ 自力	○ ペア
4	単元「正多角形と円」 ○任意の正多角形を作図するプログラム	◎ 自力	○ ペア	◎ 自力	○ ペア
5	単元「割合 (2)」 ○割引かれた商品の値段を計算するプログラム	○ ペア	○ ペア	◎ 自力	◎ 自力

(2) 実践 1 単元「倍数と約数」 令和 3 年 10 月 13 日

実践の概要

公約数の求め方を学習した次の授業であり、ある数が 12 と 18 の公約数であるかを判別するプログラムを作成した。「約数、公約数の求め方とそれぞれの変数」を「数学的要素」、「要素ごとに対応したコードを作成し、プログラミングする姿（試行錯誤して修正を繰り返し、意図したプログラムに近づける思考が働いている姿）」を「筋道立てて考える姿」とする。

筋道立てて考えた場面（授業時の見取り、記録映像）

【12 と 18 の公約数のプログラム作成場面にて（ペア）】

A 児「プログラムができたから見て。」  ※A 児が最初に作成したプログラム

18 の約数が表示される。

C 児「12 と 18 の公約数なのに、18？」

A 児「本当だ。あれ？」

C 児「チェックリストで使っていないのある？」

A 児「【12 を 調べたい数 でわったあまり = 0】と【 かつ 】使ってなかった。」

教師「今のままで何のプログラム？」

A 児「18 の約数を言うプログラム」

A 児がプログラムを修正する

A 児「今度は正しくできた。」 

教師「公約数にするには何が必要だった？」 ※A 児が最後に作成したプログラム

A 児「『かつ』がないと『どっちにも』ならない。」

① 「12 の約数」の特徴を書きましょう。

12 をわりきれ	→	12 を 0 でわったあまりが 0
----------	---	-------------------

② 「12 と 18 の公約数」の特徴を書きましょう。

12 の約数	→	12 を 0 でわったあまりが 0
18 の約数	→	18 を 0 でわったあまりが 0
共通する数	→	A が B

※A 児のチェックリスト

考察

A児は、最初のプログラムの段階で、「2つの約数に共通する数」という公約数の特徴を踏まえたプログラムを作成することができず、正しく公約数を表示できずにいた。しかし、C児の「チェックリストで使っていないコードはある？」の問いかけで再度、チェックリストの数学的要素に着目した。(手立て①による効果)そして、使っていないコードがあることが、エラーの原因となっていることに気付いた。特に、公約数にするための、「かつ」(共通する数)に着目できた。その後、チェックリストに照らし合わせながら、コードを落ちなく使うことで、正しいプログラムを作成できた。(手立て②による効果)A児が筋道立てて考えた場面である。

また、この授業以降、「プログラムを作るのが楽しい。」「Scratchでやった後だとなんか分かる。」と、筋道立てて考える活動に興味が増し、抵抗感が軽減していたことが分かった。この後の実践では、ほとんどのコードとプログラムを自力で作成できるようになり、C児とのやり取りを境にA児が変容したことが分かった。

(3) 実践3 単元「図形の面積」令和3年12月9日

実践の概要

前時までに図形(平行四辺形、三角形、台形、ひし形)の面積の求め方を学習しており、平行四辺形の面積と自分の選んだ図形の順で、面積を計算するプログラムを作成した。「図形の辺や高さといった変数と面積の公式」を「数学的要素」、「要素ごとに対応したコードを作成し、プログラミングする姿(試行錯誤して修正を繰り返し、意図したプログラムに近付ける思考が働いている姿)」を「筋道立てて考える姿」とする。

筋道立てて考えた場面(授業時の見取り、記録映像)

【台形の面積の公式を作成する場面にて(ペア)】

B児「何回計算しても正しい面積にならない。」

C児「ちょっと(プログラムを)分解してみて。」

C2がプログラムを分解する。

C児「あ、分かった。」

「これだと、【高さ÷2】を先に計算してない？」

B児「なんで？」

C児「中のブロックから計算するんだよ、これだとこっち【高さ÷2】が先だよ。」

B児「【上底+下底】を先にしたいんだけど、どうすればいいのかな？」

C児「先に作ってみなよ。」

B児が【上底+下底】のコードを作り、

B児「それをそのままどこに入れるの？」

B児「×高さをしたいから・・・、ここ？」

C児「で、最後に÷2だから。」

B児が【(上底+下底)×高さ】のプログラムを動かしながら、

B児「ああ、作った(プログラムの)方を動かさないといけないのか。」



児童の振り返り

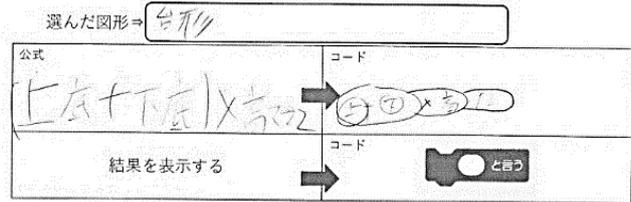
B児 最初は、台形の公式をスクラッチでやったらうまくいかなかったけど友達のコードを見てどこが間違っているかが分かった。

→見た目同じにしていたけど、順番が違くと正しく計算できなかった。〇〇さん(C児)から聞いて、計算の順番通り「上底+下底」を先に作らなければいけないことが分かった。(授業後の聞き取り)

考察

B 児が最初に作成したプログラムを実行すると、正しく計算することはできない。そこで B 児はエラーに気付くことはできたが、原因が分からず、なかなか正しいプログラムに到達することはできなかった。しかし、C 児か

② 好きな図形の公式をプログラムしてみよう。



らの「分解してみる」「【高さ÷2】を先に計算しない？」といった助言により、「チェックリスト」の計算の順序（数学的要素）に着目した。（手立て①による効果）すると、計算の順序が「チェックリスト」の「コード」とプログラムで違っていることがエラーの原因であることに気付いた。そして、チェックリストのコードに合った計算の順序となるよう、ペアの助けを受けながら、正しいプログラムを作成することができた。（手立て②による効果）B 児が筋道立てて考えた場面である。

B 児は、実践 1 や 2 では「数学的要素」に着目できておらず、「数学的要素」と「コード」の関係を理解できていなかった。しかし、実践 3 を境に、「ペアに聞く」もしくは「自力」でプログラムを作成することができるように変容した。また、実践 5 では、いつも教えてくれていたペア C 児がプログラムの作成で上手いかず悩んでいると、「(1-割合)を計算しないと払う金額が求められない」と「数学的要素」に着目して教える姿が見られた。このことから、自分の考えに自信をもっていなかった B 児の変容が見て取れる。

4 結論

「チェックリスト」を用いて「プログラムのコード」と「数学的要素」を関連付け、プログラミング的思考を育成する活動は、児童の変容や学習の様子から、児童の抵抗感を軽減し、「筋道を立てて考える力」を働かせることに有効であったといえる。

また、チェックリストに立ち返るきっかけとして、「対話」が重要な役割を果たしていた。「Scratch」を用いて児童のプログラミング的思考を可視化したことで、問題点や共通点が共有されたため、「対話」を促進することができたと考えられる。

5 課題

- 今回の研究では、復習場面のみ限定して実践を行ったため、想定時数より授業時数が多くなってしまった。復習場面以外での活用も検討していく。
- 算数科においてどの単元でプログラミングを取り入れると有効か今後も探っていく。また、プログラミングを取り入れない通常の授業においても、筋道立てて考えるための有効な手立てを探っていく。
- 「チェックリスト」を作成する際、単元ごとに必要とされる「数学的要素」が異なり、フォーマットが統一できなかった。各単元の共通した観点を模索し、「チェックリスト」の改善を図っていきたい。

6 参考文献

- (1) 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」2018 日本文教出版
- (2) 文部科学省「小学校プログラミング教育の手引き（第一版）2018（第二版）2018（第三版）2020」
- (3) 日本産業技術教育学会「小・中・高等学校でのプログラミング教育実践－問題解決を目的とした論理的思考力の育成－」2019 九州大学出版会
- (4) 東京学芸大学プログラミング教育研究会「小学校におけるプログラミング教育の理論と実践」2019 学文社
- (5) 利根川裕太、佐藤智「先生のための小学校プログラミング教育がよくわかる本」2017 翔泳社