

筋道を立てて考察する力を育む算数科指導の工夫

— プログラミングを活用した、作図におけるアルゴリズムを検討する活動を通して —

尾道市立栗原小学校 大本 佳織

研究の要約

本研究は、筋道を立てて考察する力を育むためのプログラミングの活用法を考察したものである。平成31年度全国学力・学習状況調査の結果より、筋道を立てて考察する力が不十分であり、中でも見通しをもつことと根拠を明らかにして順序立てることに課題があると分かった。また、小学校からのプログラミング教育の必要性が示されたが、算数科で付けたい力を高めるためにプログラミングをどのように活用できるかは模索段階である。そこで、まず、筋道を立てて考察する力を育むためにプログラミングをどのように活用できるか考察した。そして、プログラミングを活用した、作図におけるアルゴリズムを検討する活動を通して、見通しをもつことと根拠を明らかにして順序立てることに重点を置いて検証授業を行った。その結果、児童は図形の性質や構成要素に着目して見通しをもち、問題解決に取り組むことができた。既習事項を根拠として順序立てて説明しようとする児童も増えた。このことから、プログラミングを活用した、作図におけるアルゴリズムを検討する活動は、筋道を立てて考察する力を育むために有効であると分かった。

I 研究題目設定の理由

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説算数編（平成30年、以下「解説」とする。）では、教科の目標の一つとして「日常の事象を数理的に捉え見通しをもち筋道を立てて考察する力」¹⁾を養うことを示している。また「算数科の目標の中核には、筋道を立てて考える力の育成を目指すことがある。これは論理的な思考力の育成が、数学の主要な陶冶的価値の一つだからである。」²⁾と述べている。

平成31年度全国学力・学習状況調査算数¹
(3)「図形の性質や構成要素に着目して、図形を観察・構成したり、図形について筋道を立てて考察し表現したりすることができるかどうか」が問われた問題の正答率は全国44.1%、自校39.8%と低い。自校の誤答を分析すると、図形の面積を求めるための式の意味を部分的には理解しているが、それらを筋道を立てて過不足なく説明することができていない。これは、筋道を立てて考察するために必要な見通しをもつ力や、根拠を明らかにして順序立てる力が十分に育まれていないことが原因と考えられる。

一方、プログラミングに関して、小学校学習指導要領（平成29年告示）解説総則編（平成30年）では「子供たちが将来どのような職業に就くとしても時代を越えて普遍的に求められる『プログラミング的

思考』を育むため、小学校において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計画的に実施すること」³⁾と示している。小学校プログラミング教育の手引（第二版）（平成30年11月、以下「手引」とする。）では、各教科等の内容を指導する中もしくは、各教科等とは別の教育課程内でプログラミング教育を実施することとしており、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よう示している⁴⁾。算数科における学習上の必要性や学習内容と関連付けて指導していく必要があるが、算数科で付けたい力を高めるためにプログラミングをどのように活用できるかについては、まだ十分に示されていない。

そこで、上記の課題を解決していくために、本研究では、まず、筋道を立てて考察する力を育むためにプログラミングをどのように活用できるか考察する。その後、プログラミングを活用した、作図におけるアルゴリズムを検討する活動を通して、見通しをもつことと根拠を明らかにして順序立てることに重点を置いて授業を行うことで、児童の筋道を立てて考察する力を育成することができると考え、本研究題目を設定した。

Ⅱ 研究の基本的な考え方

1 筋道を立てて考察する力を育むためにプログラミングをどのように活用できるのか

(1) 筋道を立てて考察する力

「解説」では、筋道を立てて考察することに関して「算数科では、問題を解決したり、物事を判断したり、推論を進めたりしていく過程において、見通しをもち筋道を立てて考えて、いろいろな性質や法則などを発見したり確かめたり、筋道を立てて説明したりする資質・能力の育成を目指すことを重要なねらいとしている。」⁴⁾と示している。

黒田春海(2018)は、筋道を立てて考えることについて「算数の目標として『見通しをもち、筋道を立てて考え、～』とされる『筋道を立てて考える』とは、子供が物事の根拠(その理由)を明らかにし、それが当然のことであると筋道を立て(順序正しく)説明できるようになることを求めているのである。」⁵⁾と述べている。また「『筋道を立てて考える』とは、見通したことの正しさを説明する論理であるから、『筋道』を立てる前に直観による場面の理解や既往経験に基づく『見通し』がある。」⁶⁾とも述べている。

片桐重男(2017)は数学的な態度の一つとして「筋道の立った行動をしようとする」ことを挙げ「目的にあった筋道立った行動をしようとするには、結果についての大ざっぱな見通しを立てることが望ましい。また、その解決方法についても大ざっぱな見通しを立てることが望ましい。」⁷⁾と述べており、見通しをもつことと筋道を立てて考えることは一連の思考の流れであることが分かる。

本研究では、筋道を立てて考察する力とは「ある問題を解決するために、物事の根拠を明らかにし、順序正しく考えたり、説明したりする力」であると定義する。そして、筋道を立てて考察するためには、見通しをもつことが欠かせないと考える。

(2) プログラミング教育で育む力

「手引」では、小学校におけるプログラミング教育のねらいの一つに、プログラミング的思考を育むことを挙げている。プログラミング的思考とは「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」⁸⁾であると定義しており、プロ

グラミング的思考を働かせるイメージを図1のように示している⁽²⁾。

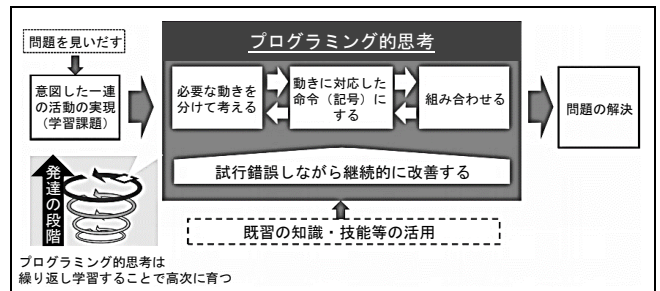


図1 プログラミング的思考を働かせるイメージ

プログラミング教育で育むプログラミング的思考とは、自分が意図する一連の活動を実現するために、必要な動きに分ける、記号にする、組み合わせる、ことを試行錯誤しながら改善・修正し、論理的に考えることであると考える。

(3) 算数科でプログラミングを活用する利点

小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ)(平成28年6月)の中に、プログラミング的思考には各教科等で育まれる論理的・創造的な思考力が大きく関係しており、各教科等で育む思考力を基盤としながらプログラミング的思考が育まれ、プログラミング的思考の育成により各教科等における思考の論理性も明確になっていくという関係があると示している⁽³⁾。

草野俊彦(2018)は「思考を視覚化する方法も含め、あたかもプログラミングするかのように考えを整理する知恵は、私たちの身の回りにあるさまざまな問題を解決する方策のひとつとして積極的に活用すべきものです。」⁹⁾と述べている。

つまり、各教科等で育む思考力とプログラミング的思考は相互に高め合うことができるものであり、算数科の問題解決場面においても考えを整理する方法の一つとして、プログラミング的思考を活用することができると考える。

草野(2018)は、プログラミングをする際にもいきなりプログラムを記述するのではなく、まずコンピュータで何をどうするのかを考えるプログラム設計が必要で、その段階においてアルゴリズム(コンピュータの処理の手順)を考えるとこそプログラミング的思考が求められると述べている⁽⁴⁾。これは、算数科の問題解決場面に置き換えると、見通しをもつことに類似している。また、必要な動きに分ける、記号にする、組み合わせるといった方法は、算数科で思考を整理したり順序立てたりする際にも

生かせるものであると考える。具体的に図形領域の問題解決場面で考えると、問題を解決するために、図形の性質や構成要素に着目して見通しをもち、問題解決に必要な根拠を選び、それらを順序正しく組み合わせる考えたり、説明したりすることは、筋道を立てて考察することであり、プログラミング的思考を活用することでもあるといえる。

以上のことから、算数科で筋道を立てて考察する力を育むために、見通しをもつことや根拠を明らかにして順序立てることを児童に意識させ、考えを整理させるといった点においてプログラミングを活用する利点があると考えられる。

2 プログラミングを活用した、作図におけるアルゴリズムを検討する活動について

(1) 使用するプログラミングソフト

本研究では、マサチューセッツ工科大学メディアラボが開発したビジュアル型プログラミング言語の一つであるScratch3.0を使う。Scratch3.0は教育用の子供向けプログラミングソフトであり、日本語で書かれた命令の断片となるブロックを積み重ねることでプログラムを構成していくため、小学生やプログラミングが初めての人にとって使いやすい。

Scratch3.0を使う利点は、思考のフィードバックが即時的で、繰り返し試行錯誤できるところであるが、試行錯誤した経過が残らないところが欠点であるため、思考の足跡が残るような工夫が必要である。

(2) 作図におけるアルゴリズム

算数教育指導用語辞典（第五版）（平成30年、以下「用語辞典」とする）では「アルゴリズムとは、その指示に忠実に従う限り、誰が実行しても同じ結果が得られ、しかも、無限に試行を繰り返すことなく、必ず結果が得られる計算手順のことであることができる。」¹⁰⁾と示し、「現在におけるアルゴリズムは計算手順だけではなく、『何を』『どのように』『どの順番で』『何に対して』行うのかという広く問題解決のための方法と手順を明確に定義し、示すことを意味する。」¹¹⁾と示している。

これらのことから、作図におけるアルゴリズムとは、図形の構成要素に着目し「何を」「どのように」「どの順番で」行うのか、という、意図する図形を作図するための方法や手順であると考えられる。

(3) アルゴリズムを検討する必要性

「用語辞典」では、算数科の学習内容には「筆算や平面図形の作図など、その仕方の創出と手順の明確化、手順を間違いなく実行する技能の習得など、

アルゴリズムを見出し、複数あるアルゴリズムについて効率などの観点から検討・考察する活動が含まれている。これらの活動を通して、子どもが『答えが出たら問題解決は終わり』ではなく、プロセスを振り返り、用いた方法をよりよくしたり、手順としてまとめたりすることの重要性を理解し実践できるようにすることを目指している。」¹²⁾と記している。算数科の学習の中で、児童が根拠や順序を意識して、アルゴリズムを自ら導き出し検討することは、筋道を立てて考察する力やプログラミング的思考を育むために不可欠である。

(4) プログラミングを活用した、作図におけるアルゴリズムを検討する活動

プログラミングを活用した、作図におけるアルゴリズムを検討する活動（以下「活動」とする。）として、まずは、正多角形を紙面上で作図する活動を行う。辺や角など、図形の構成要素に着目し、正多角形の定義を使った方法と、正多角形の性質を使った方法を考え作図し、それぞれ作図の手順を箇条書きでまとめる。その後、Scratch3.0を使って作図する活動と、何の図形をかくためのプログラムなのかを読み取る活動を行う。単元のまとめには図形を選択してScratch3.0を使って作図する活動を行う。このような「活動」を通して、図形の性質や構成要素に着目して見通しをもち、根拠や順序を意識して、作図をしたり、プログラムを読んだりする児童を育てる。作図の手順をただ理解するだけではなく、なぜそのような手順になるのか、よりよい手順で作図できないかということを経験し、さらに集団で検討し合うことによって、筋道を立てて考察する力が高まると考える。

さらに、根拠を明らかにして順序立てて説明する力を高めるため、プログラムの読み取りの後に、読み取った理由を説明させる。説明することに苦手意識をもっている児童が多い実態があるため、説明モデルを作成し、活用する。Scratch3.0の手法を生かして、プログラミングと同じような感覚で説明を考えられるよう、選択肢となる例文から必要な文を選択させるようにする。話型のように型にはめるのではなく、例文の順序を入れ替えたり、例文以外に文を付け加えたりしてよいようにする。単元のまとめの時間にも、作図する前の見通しをもつ段階において、この説明モデルを活用する。

以下、次頁表1に「活動」の具体と手立て、次頁図2に「活動」で使うプログラムの具体、5頁図3に説明モデルを示す。

表1 「活動」の具体と手立て

時	学習内容	「活動」	「活動」を通して 児童に気付かせたいこと	見通し		根拠や順序	
				児童にもたせたい 見通し	見通しをもたせる 手立て	児童に意識させたい 根拠や順序	根拠や順序を意識させる 手立て
1	正多角形の一辺の長さの一つの内角の大きさを 利用して作図する、正多角形の 定義を知る	紙面上での作図	定規と分度器を使って「①一辺をかく②一つの内角の大きさを測って印をつける」を○角形分（○回）繰り返す	「何の道具があればかけそうか」「何が分かればかけそうか」	・作図に必要な辺の長さや角の大きさを測らせる	根：一辺の長さ 一つの内角の大きさ 順：正多角形の定義を使った作図の順序	・何を使ってどのように作図したのか、説明を書かせる ・作図の順序を、箇条書きやナンバリングを使ってまとめさせる
2	正多角形の性質を見つめまとめる		①正多角形は円にぴったり入る（頂点が円と重なる） ②正○角形は、円の中心と正多角形の頂点を結ぶ線（半径）で○個の合同な二等辺三角形に分けられる③正○角形の中心の一つの角は「 $360 \div \text{○}$ 」度	「円と正多角形はどんな関係があるか」	・正三角形～正十角形が円に内接している図を見せる ・中心の一つの角の大きさの求め方を表にまとめさせる	根：円の性質 正多角形の定義	
3	円と中心角の大きさを利用して作図する、円と辺の長さを利用して正六角形を作図する		コンパスと分度器を使って①円をかく②中心の一つの角の大きさを求める③中心の一つの角の大きさずつ半径で区切る④半径と円が交わった点を結ぶ	「何の道具があればかけそうか」「正多角形の性質をどう使えばかけそうか」	・正多角形の性質を確認させる	根：正多角形の性質 順：正多角形の性質を使った作図の順序	
4	Scratch3.0を使って、正方形を作図する	Scratch3.0を使った作図	紙面上とは違って、一筆書きの順序で作図する同じ命令は「繰り返す」の命令でまとめられる	「紙面上で作図した方法は使えそうか」	・プログラミングを行う前に、付箋紙に「どのような命令をどのような順序で出せばよいか」書かせる	根：紙面上での作図方法 順：一筆書きの順序 繰り返す	・紙面上の作図とプログラミングの作図では順序が違いうことに気付かせる ・見通しの根拠を書かせる ・見通しと結果を見比べて、何を改善すればよかったかを書かせる
5	Scratch3.0を使って、正三角形を作図する		紙面上とは違って、「180度—一つの内角」度回す	「正方形の作図方法は使えそうか」		根：一つの内角 直線の角度	
6	Scratch3.0を使って、正六角形、正八角形、正五角形を作図する		繰り返しの回数と回す角度を変えると様々な正多角形がかけられる	「正三角形の作図方法は使えそうか」		根：正三角形の作図方法	
7	Scratch3.0を使って、正七角形を作図する		数値で命令できない場合、式で命令すればよい	「これまでの作図方法は使えそうか」		根：正七角形の一つの内角の大きさ 回す角度の求め方	
8	プログラムを読み取る	プログラムの読み取り	一つ一つの命令の意味や、その順序がどうなっているかに着目してプログラムを読めばよい	「どの命令からどんなことが分かるか」	・紙面上のプログラムに、命令から分かる情報（辺の長さ、角の大きさ、辺の数など）を書き込ませる ・いくつかのプログラムを比較させ、違いを考えさせる	根：命令の意味 順：命令の順序	・見通しの根拠を書かせる ・命令から分かる情報をもとに、紙面上に図をかかせる
9	何の図形をかくプログラムか説明する		必要な情報（根拠）を順序立てて説明すれば分かりやすい	「何をどの順序で伝えればよいか」		根：命令の意味 図形の定義や性質 順：説明モデル参照	
10	図形を選択しScratch3.0で作図する	まとめ	作図する時と読み取りの時とは説明の順序が違う	「読み取りの時と同じ説明の順序でよいか」	・説明モデルの活用	根：図形の定義や性質 図形の構成要素 順：説明モデル参照	・説明モデルの活用 ・ペアで説明を開き合わせ、互いに評価させる

【Scratch3.0を使った正多角形の作図（第5時：正三角形）】

繰り返す回数
= (180 - 1つの内角) 度
= (180 - 内角の和 ÷ 内角の数) 度
= (180 - 180 ÷ 3) 度
= (180 - 60) 度
= 120 度

動かす歩数が
辺の長さになる

回す角度

【Scratch3.0のプログラムの読み取り（第8時）】

長方形

平行四辺形

プログラムの違いを見比べる

Scratch3.0のプログラムの部分だけ見せて、このプログラムが何の図形をかくためのものかを考えさせる。

既習以外の正多角形のかき方や、正多角形以外の長方形や平行四辺形、台形などのプログラムを読ませることで、図形の構成要素や図形の構成の仕方についてより深く理解させる。

繰り返す数と範囲 ... 辺の数

回す角度 ... 角の大きさ

動かす歩数 ... 辺の長さ

図2 「活動」で使うプログラムの具体

- 4 -

このプログラムでかける図形は「スクラッチのプログラムを見ると」だと思います。

- ・「**歩動かす**」の命令から、**辺**の長さがわかります。
- ・「**戻る**」の命令から、一つの**内角**の大きさが「**度**」だとわかります。
- ・「**回り直す**」の命令から、**辺の数**が「**本**」とわかります。
- ・「**歩動かす**」と「**歩動かす**」の命令があるので、「**種類**」の**辺の長さ**があるとわかります。
- ・「**種類**」の**辺の長さ**を「**回りく回す**」ので、**辺の数**は「**本**」とわかります。

※必要な文を使いましょう。順番を変えたり、自分で考えて付け加えたりしてもいいです。

これらのプログラムをもとに図形をかいてみると、下のようになります。

【圖】

※図をかいてみましょう。(角の大きさや辺の長さの情報もかきこみましょう。)

この図形を見ると

- ・「組」の向かい合った辺が同じ長さです。
- ・「組」の向かい合った角が同じ大きさです。
- ・同じ長さの辺が「本」あります。
- ・同じ大きさの角が「つ」あります。
- ・直角が「つ」あります。
- ・一つの内角は、「度」です。
- ・中心の一つの角は、「度」です。

※必要な文を使いましょう。順番を変えたり、自分で考えて付け加えたりしてもいいです。

だから、この図形は「 」だと思います。

【説明モデル（自分で作図編）】

わたしは「 」をかくためのプログラムをつくります。

この図形は

- ・「組」の向かい合った辺が同じ長さです。
- ・「組」の向かい合った角が同じ大きさです。
- ・同じ長さの辺が「本」あります。
- ・同じ大きさの角が「つ」あります。
- ・直角が「つ」あります。
- ・一つの内角は、「度」です。
- ・中心の一つの角は、「度」です。

※必要な文を使いましょう。順番を変えたり、自分で考えて付け加えたりしてもいいです。

この図形をかいてみると、下のようになります。

【図】

※図をかいてみましょう。(角の大きさや辺の長さの情報もかきこみましょう。)

スクラッチのプログラムにすると

- ・「**歩動かす**」の命令で、**辺の長さ**を表します。
- ・「**戻りかす**」の命令で、一つの内角の**大きさか** **度**であることをと表します。
- ・「**回くり廻す**」の命令で、**辺の数**は「**本**」であることを表します。
- ・「**歩動かす**」と「**歩動かす**」の命令で、「**種類**」の**辺の長さがあること**を表します。
- ・「**種類**」の**辺の長さ**を「**回くり廻す**」で、**辺の数**は「**本**」であることを表します。

※必要な文を使いましょう。順番を変えたり、自分で考えて付け加えたりしてもいいです。

だから、わたしは、このプログラムで「 」がかけると思います。

図3 説明モデル

Ⅲ 研究仮説と検証の視点と方法

1 研究仮説

プログラミングを活用した，作図におけるアルゴリズムを検討する活動を通して，見通しをもつことや根拠を明らかにして順序立てることの指導を行えば，筋道を立てて考察する力を育成することができるであろう。

2 検証の視点と方法

検証の視点と方法について、表2に示す。

表2 検証の視点と方法

	検証の視点	方法
1	筋道を立てて考察する力を育成することができたか。	ブレテスト ボストテスト
2	プログラミングを活用した、作図におけるアルゴリズムを検討する活動は、見通しをもつこと、根拠を明らかにして順序立てることの指導の工夫として有効であったか。	ノートの記述、振り返り 児童アンケート（学習前後）

IV 研究授業について

- 期 間 令和2年12月8日～令和2年12月22日
○ 対 象 所属校第5学年（87人）
○ 単元名 正多角形
○ 目 標

正多角形の性質について理解し，図形を構成する要素に着目し，図形の性質を見いだしたり構成の仕方を考えたりする力を養うとともに，見通しをもち，根拠を明らかにして順序立てて考えたり説明したりする力を養う。

V 研究授業の分析と考察

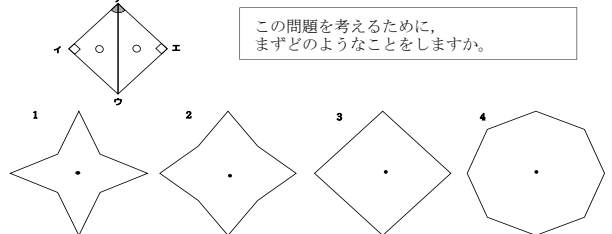
表2で設定した検証の視点について、以下のよう
に分析及び考察する。

1 筋道を立てて考察する力を育成することができたか

図4に示すように、平成28年度全国学力・学習状況調査算数B **5** の設問を参考にして、プレテスト・ポストテストを作成した。以下、記述に関する評価の基準を次頁表3、解答類型を次頁表4、クロス集計の結果を次頁表5に示す。

【プレテスト】

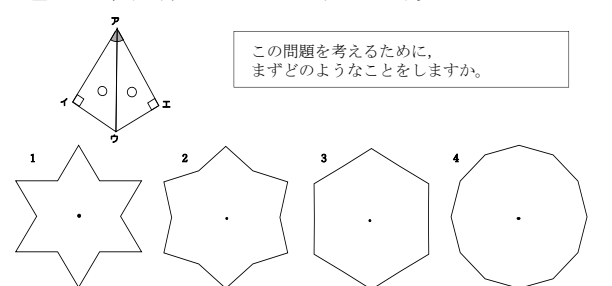
45° 45° 90° の角をもつ三角形定規を2枚組み合わせ、下のような形をつくりました。
この形を、角Aが一つの点のまわりに集まるように4つ並べてできる形はどれでしょう。
※重なったり、すき間がでたりしないように並べます。



1. 1 から 4 の中から一つ選んで番号を書きましょう。
どの形か選ぶために、着目したところ（辺の長さや角の大きさなど）や、これまで学習した使えそうなことを、かき書きで書き出しましょう。
2. 1 のかき書きをもとに、その形を選んだ理由を順序立てて説明しましょう。

【ポストテスト】

30° 60° 90° の角をもつ三角形定規を2枚組み合わせ、下のような形をつくりました。
この形を、角アが一つの点のまわりに集まるように6つ並べてできる形はどれでしょう。
※重なったり、すき間ができてたりしないように並べます。



1. 1 から 4 の中から一つ選んで番号を書きましょう。
どの形か選ぶために、着目したところ（辺の長さや角の大きさなど）や、これまで学習した使えそうなことを、かき書きで書き出しましょう。
2. 1 のかき書きをもとに、その形を選んだ理由を順序立てて説明しましょう。

図4 プレテスト・ポストテスト

表3 記述に関する評価の基準

	見通し ①線で区切る又は同じものを並べる ②角度に着目している	根拠・順序立て ①直角が2つ並ぶと直線であること ②一つの内角の大きさ、図の形 ③中心角、その他
IV	①、②のどちらもしている	①を根拠に順序立てて書いている
III	①、②のどちらか一方	②を根拠に順序立てて書いている
II	①、②以外に何かしている	③を根拠に順序立てて書いている
I	問題の意味を理解していない 何もしていない	根拠がなく、順序立てて書いている

表4 解答類型

段階	記述に関する評価の基準との関係 (見通し、根拠・順序立て)	解答類型
A ◎	(IV, IV) (III, IV)	見通しをもち、根拠を明らかにして順序立てて表現している
B ○	(IV, III) (III, III)	見通しをもち、根拠に過不足はあるが順序立てて表現している
C △	(IV, II) (III, II) (IV, I) (III, I)	見通しをもち、根拠を明らかにして順序立てて表現していない
D ×	(II, III) (II, II) (II, I)	見通しをもととし、何かしら表現しようとしている
E ×	(I, I)	見通しをもたず、根拠を明らかにして順序立てて表現していない

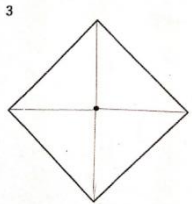
表5 プレテストとポストテストのクロス集計の結果

ポストテスト プレテスト	A	B	C	D	E	計(人)
A	1	1	1			3
B	④			1		5
C	②	⑨	10	8		29
D	①	③	⑥	5		15
E		③	⑬	⑫	3	31
計(人)	8	16	30	26	3	83

(プレテスト実施日に欠席した児童2名、ポストテスト実施日に欠席した児童2名は対象外としたため、83人で集計している。)

表5から、○印を付けた児童は、この単元の学習を通して、記述の段階が上がっていることが分かる。特に理解を深めたと思われる児童Aのプレテスト・ポストテストの記述の変容を図5に示す。

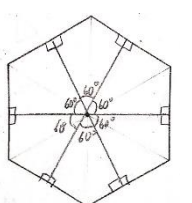
【プレテスト (段階D)】



(理由)

三角定規を2つ組み合わせると、辺の長さが全て同じ四角形になります。

【ポストテスト (段階A)】



(理由)

1~4の図形をくさると、1~3の図形は6つに分けられて、4の図形は12に分けられるので4はちがいます。三角定規を2枚組み合わせると、同じ長さの辺が2組、全部で4本あります。この形になるのは23の図形です。また、三角定規を合わせた形は、90°の2か所が直角です。90°が2か所ある図形は3の図形です。

図5 児童Aのプレテスト・ポストテストの記述の変容

児童Aは、見通しをもつために、プレテストでは補助線で図形を区切ただけであったが、ポストテストでは、それに加えて角度に着目していることが分かる。また、図形を選んだ理由の記述を見ると、プレテストでは、最後まで理由を説明できなかったのに対し、ポストテストでは、角の大きさを根拠にして、順序立てて説明をすることができるようになった。本研究においては、表3のように記述内容を評価したため、根拠としては不完全な文章もあり、過不足なく説明することはまだ十分とは言えない。児童Aも含め全体的に表現力には課題が見られるが、本単元の学習を通して、既習の何を根拠にして、それをどのような順序で説明すれば伝わるのかということを考え表現しようとする児童が増えたことが記述内容の変化から分かった。

また、ポストテストの図形を選択する問いは、平成28年度全国学力・学習状況調査算数B[5](2)の設問と同じであるが、全国正答率が25.4%であったことに対し、本校ポストテストの正答率は49.4%であり、当時の正答率を大きく上回る結果となった。

これらのことから、検証授業において、「活動」を通して、見通しをもつことや根拠を明らかにして順序立てての指導の工夫を行ったことで、筋道を立てて考察する力を育成することができたと考える。

一方、表5において、プレテストよりポストテストの段階が下がった児童が11人いた。これらの児童の解答を見ると、ポストテストの方が図形が複雑であったため、正答につながる見通しをもつことができていなかった。しかし、記述内容を見ると正答にはつながらないものの、図形の構成要素に着目し、順序立てて説明しようとする姿が見られるようになった。同様に、ポストテストで段階Eに留まった児童3人も、問題の意味理解ができていなかったが、記述内容をプレテストと比較すると、図形の構成要素に着目して考えようとする記述が見られた。

2 「活動」は指導の工夫として有効であったか

(1) ノートの記述、振り返りから

ア 見通しをもつことに関して

見通しをもつことを意識させたことで、既習事項を使って考えようとする児童が増えた。学習後の児童の振り返りには「見通しをもつと、違うかもしれないけどやってみようという気持ちが出てきた。」のように、学習意欲の向上についての記述や、「頭

の中が整理されてからプログラミングしたらやりやすく、間違いにすぐ気付くことができた。」「見通しをすることによって、間違っていたらなぜだろうと深く考えることができた。」のように、考えを整理することのよさや思考の深まりについての記述が多く見られた。見通しをもつことで考えを整理することができ、その後筋道を立てて考察しやすいと感じた児童が多くいたことが分かった。

図6に授業の中で児童が見通しをもつ姿を示す。

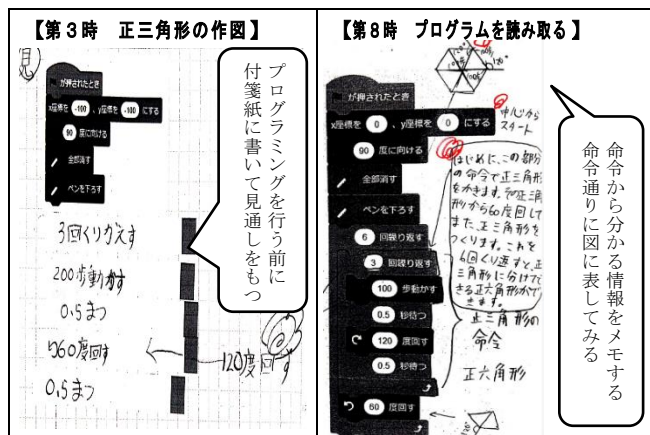


図6 児童が見通しをもつ姿

イ 根拠を明らかにして順序立てることに関して

根拠を明らかにして順序立てることの指導を行った結果、既習事項を根拠にして、順序立てて説明しようとする姿が見られるようになった。考えの根拠をノートに示している児童を次時の授業で紹介することで、意識して根拠を記述する児童が増え、見通しと結果が違っていただけだと考えるようになったことも指導の効果である。学習後の児童の振り返りには「今まで習ったどんなことが使えるかを考えて説明すると分かりやすい。」「順番がばらばらだと分かりにくいので順番も大切にしたい。」など、根拠や順序を意識した記述や、「整理することで必要な言葉、不必要な言葉に分けられた。」「いらない文があると逆に分からなくなることがあるので気を付けたい。」など、過不足なく説明することを意識した記述が見られた。また、「プログラミングは、一つの命令でも欠けていたら変なことになるので、それを生かすと説明がとても上手になっていくと思う。」のように、根拠を明らかにして順序立てて説明することにプログラミングのよさを生かそうとする記述も見られた。

図7に授業の中で児童が根拠を明らかにして順序立てる姿を示す。

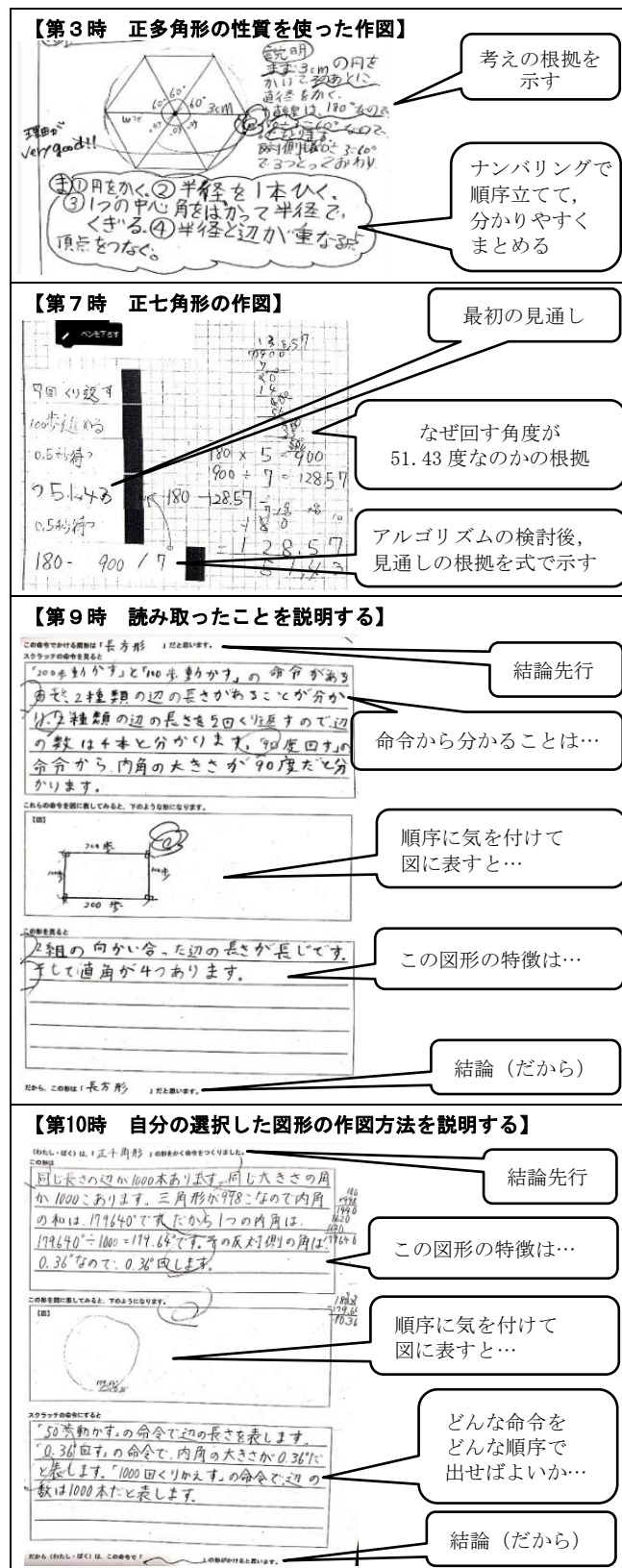


図7 児童が根拠を明らかにして順序立てる姿

(2) 児童アンケート結果から

見通しをもつことと、根拠を明らかにして順序立てることに関わる児童の意識の変容を調査するた

めに、検証授業の実施前後で同じ質問項目を用いアンケートを行った。児童アンケートを表6に示す。質問項目について、「4. とてもそう思う」「3. そう思う」「2. あまり思わない」「1. 全く思わない」の4件法で回答を得た。選択肢にした数字を得点化し、因子ごとの得点及び対応のあるt検定を行い、平均得点を出した。結果を図8に示す。

表6 児童アンケート（学習前後）

因子	番号	質問内容
見通し	1	今まで習った何が使えそうか考えている。
	2	答えがどうなりそうか考えている。
	3	どうすれば解決できそうか、解決する手順を考えている。
順序立て	4	記号や式を使って、できるだけ簡単に分かりやすく表そうと考えている。
	5	順序立てて、分かりやすく表そうと考えている。
	6	自分の説明のしかたに足りないことや多すぎることはないか考えている。

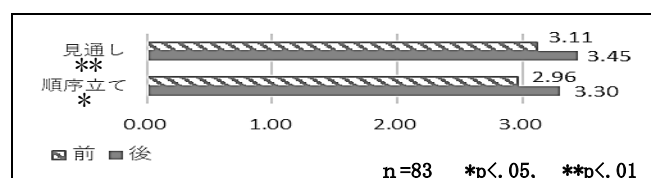


図8 児童アンケート結果

図8の結果より、「見通し」「順序立て」のどちらの因子も有意に上昇した。「活動」を通して、見通しをもつことと根拠を明らかにして順序立てることへの児童の意識は高まったといえる。

ノートの記述、振り返りと児童アンケート結果から、「活動」は指導の工夫として有効であり、筋道を立てて考察する力の育成につながったといえる。

VI 研究のまとめ

1 研究の成果

小学校第5学年「B図形」領域の「正多角形」での学習指導の検証結果から、プログラミングを活用した、作図におけるアルゴリズムを検討する活動（「活動」）は、見通しをもつことと根拠を明らかにして順序立てることの指導の工夫として効果的であり、筋道を立てて考察する力を育むために有効であると分かった。算数科で付けたい力とプログラミングで付けたい力とを結び付け、意識して授業を行うことで、児童は図形の性質や構成要素に着目して見通しをもてるようになり、既習事項を根拠に順序立てて説明しようとするようになった。また、思考の誤りを主体的に修正しようとする態度が育まれてきたこともプログラミングを活用した効果である。

2 今後の課題

- 教科の学びで付けたい力を育むためにプログラミングを活用することは大きな意義がある。そのためには、一定の授業時数が必要となってくるため、カリキュラム・マネジメントを行い、プログラミングを位置付ける教科及び単元を検討し、十分な授業時数を確保することが必要である。
- プログラミングを活用することは、根拠を明らかにして順序立てることを児童に意識させるきっかけにはなったが、表現力を高めるためには限界があると感じたため、本研究で使用した説明モデルなど表現力を高めるための手立てと組み合わせて指導していく必要がある。教科の学びで付けたい力を育むためにプログラミングを活用できる部分とできない部分を検討し、手段の一つとしてプログラミングを活用していく必要がある。

【注】

- (1) 詳細は、文部科学省（平成30年11月）：『小学校プログラミング教育の手引（第二版）』pp.9-11を参照されたい。
- (2) 詳細は、文部科学省（平成30年11月）：前掲書pp.11-15を参照されたい。
- (3) 詳細は、小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議（平成28年6月）：『小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）』を参照されたい。
- (4) 詳細は、草野俊彦（2018）：『教養としてのプログラミング的思考』S Bクリエイティブ株式会社pp.22-28を参照されたい。

【引用文献】

- 1) 文部科学省（平成30年）：『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説算数編』日本文教出版p.21
- 2) 文部科学省（平成30年）：前掲書p.36
- 3) 文部科学省（平成30年）：『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説総則編』東洋館出版社p.85
- 4) 文部科学省（平成30年）：前掲書p.26
- 5) 黒田春海（2018）：『語義からの算数指導－算数・数学学習指導法編－』株式会社東洋館出版社p.129
- 6) 黒田春海（2018）：前掲書p.130
- 7) 片桐重男（2017）：『問題解決過程と発問分析《数学的な考え方・態度とその指導②》』明治図書出版株式会社p.83
- 8) 文部科学省（平成30年11月）：前掲書p.13
- 9) 草野俊彦（2018）：前掲書p.7
- 10) 日本数学教育学会（平成30年）：『算数教育指導用語辞典[第五版]』教育出版株式会社p.5
- 11) 日本数学教育学会（平成30年）：前掲書p.82
- 12) 日本数学教育学会（平成30年）：前掲書p.83