

数学的思考方を働かせプログラミング的思考力を養う授業の研究

山野 定寿★

要 約

学習指導要領(2018)では、教科等横断的な視点に立った資質・能力として情報活用能力が新たに加わり、その育成を目指すことが求められる。算数科でも5年生「正多角形の描き方」でプログラミング的思考力を身につけるためのプログラミング学習が位置づけられた。

そして、算数科の目標を生かしながら、プログラミング的思考力の育成を目指すことが求められているが、児童が数学的思考方を働かせるようなプログラミングの授業は、まださほど見受けられない。

そこで、児童が数学的思考方を働かせ、プログラミング的思考力を養うような算数科「円と正多角形」の指導計画と授業展開を考え、授業実践を行った。

児童は意欲的に順次処理、反復処理を使い、いろんな正多角形の描き方を考えることができた。

キーワード： プログラミング的思考力 数学的思考方 プログル 正多角形の描き方

1 研究の目的

2020年度から完全実施された学習指導要領では、教科等横断的な視点に立った資質・能力として情報活用能力が新たに加わり、各教科等の特質を生かしながら、その育成を目指すことが求められている。情報活用能力は、コンピュータ等の情報手段を用いて、情報を得、その情報を整理・比較して、発信・伝達したり、保存・共有したりすることができる力のことである。

算数科においては、例えば、5年生の「B図形」の「正多角形の描き方」において「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つけるための学習活動」(2018)の実施が求められている。プログラミング的思考力の育成である。

プログラミング的思考力とは、「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」(2018)である。プログラムの基

本処理は順次処理、分岐処理、反復処理の3つであり、その組み合わせをどのようにすればいいかを考えていく力を小学校では養っていく。

順次処理は、上から順にプログラムを実行する処理である。条件処理は、「もし、～ならば」の条件に当てはまる場合と「～でないならば」の条件に当てはまらない場合の2つの処理がある。反復処理は、条件が当てはまるまで繰り返す場合と回数を指定する場合、ずっと繰り返す場合の3つの処理がある。

例えば、5年生の「円と正多角形」の単元では、プログラムの多くの実践で使用されているが、このプログラミング学習では、順次処理と回数を指定する場合の反復処理が学習の中心となる。

プログラミング学習は先に述べたとおり、本格的に授業実践が始まったばかりである。したがって、例えば、次のような実践的課題がある。

- ①カリキュラム編成の上から、時数をどの程度取るのか。
- ②本来の教科のねらいをプログラミング学習でどのように達成させていくのか。
- ③プログラミング未経験の教師が多い中、指導方法の確立が不十分で選択肢が少ない。
- ④プログラミング的思考力をどのように育むか。

★真庭市立北房小学校

指導方法や教材の開発と普及が急務である。この他にも実践的課題は多い。

そこで、本研究の目的は、5年生の「円と正多角形」で用いられるプログラムの実践的な課題を明確にした上で、「円と正多角形」で、数学的考え方を働かせてプログラミング的思考力を養う授業を構想し、その実践を考察することとする。

2 プログラム実践の批判的検討

(1) 算数科の目標との関わり

新しい学習指導要領(2018)の算数科の目標は「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。」である。

先に述べたとおり、教科等横断的な視点に立った資質・能力として新たに加わった情報活用能力は、各教科等の特質を生かしながら、その育成を目指すことが求められる。だから、「円と正多角形」のプログラムを用いたプログラミング学習では、児童が数学的な見方・考え方を働かせながら、順次処理と回数を指定する場合の反復処理が行える能力を身につけるようにしていく必要があると考えられる。

「数学的な見方・考え方」について、教育課程部会算数・数学ワーキンググループの参考資料(2016)の数学的考え方には、「帰納的に考える」「類推的に考える」「演繹的に考える」の3つの推論が数学的に考える方向として例示されている。

しかし、プログラムはこのような数学的考え方を児童が働かせる場面がほとんどない。児童が自らきまり(順次・反復)を帰納的に考え見つけたり、演繹的にきまり(順次・反復)を使ったりするような授業の構想が求められる。

(2) 算数科の指導計画について

プログラムでは、正方形→正三角形→正六角形→正五角形の順番で描き方をプログラムする。

プログラムを使うとまず児童がつまずくのは、正三角形を描く場合、何度右に曲げるかである。多くの児童は、正三角形の1つの角の大きさが 60° であることから、 60° 曲げることを入力する。すると意図に反して、正六角形を描いてしまう。

それはには2つの主な原因がある。1つめは、

正方形を描く場合、 90° に曲げればよいことを児童は直感的に考え入力し、正方形を描くことに成功する。 90° が正方形の内角だと思っているのである。だから、正三角形も内角のを 60° を入力すれば良いと考えるのである。外角を入力しなければならないことなど、全く思いつきもしないのである。

2つめは、指導計画上の問題である。5年生の算数の教科書(清水など2020)では、正多角形の描き方は、円を用いて中心角を求めて描く描き方と正六角形の場合コンパスで弦の長さを測る描き方の2つしか学習しない。角度を求める問題も内角を求める問題が数問ある程度で、外角を求める問題は全く見られない。

つまり、児童は外角を使って正多角形を描く経験もなければ、外角の大きさを求める経験もほとんどないのである。プログラムを用いたプログラミング学習で初めてこれらを学習するのである。また、内角や外角をもとに正多角形を描く煩わしさも経験がないので、順次・反復でプログラミングし描くことの簡単さや正確さなどプログラミングのよさを児童は感じる事ができないのである。

指導計画の見直しは、主に2つの観点から必要である筆者は考える。

(3) 順次・反復処理の発見について

プログラムしたものの上から順に実行する処理が順次処理であり、同じ処理を繰り返すのが反復処理である。

「円と正多角形」のプログラムでは、児童は正方形の描き方で、この両処理を学習することになる。「前に○進む→ 90° 度右に曲がる→前に○進む→ 90° 度右に曲がる→前に○進む→ 90° 度右に曲がる→前に○進む→ 90° 度右に曲がる」の順次処理を、反復処理の「△回繰り返す」のブロックを用いまとめていくのである。

この後の正三角形→正六角形→正五角形は、正方形の処理方法を適用してだけである。児童は、プログラムのストロングスクリプトに乗っかって学習を進めるのである。この学習には、児童が数学的な見方・考え方を働かせる活動は、ほとんど見受けられない。児童が数学的な見方・考え方を働かせるようにプログラムの使い方を工夫したい。

特に、プログラムの上部には8枚のページの数が

あり、処理の途中でも、次のページに移ることができる（図1）。突然、三角形に戻ったり、五角形

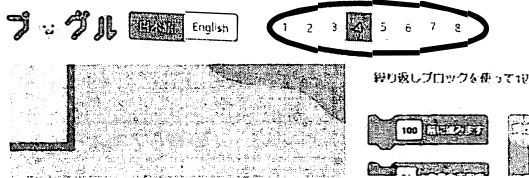


図1 プログルのページを表す数に進んだりすることができるのである。この機能を有効に使えば、児童が数学的思考方を働かせる授業を工夫できると筆者は考える。

3 指導計画・授業の構想

(1) プログラミング学習の位置づけ

「円と多角形」の単元に位置づけられるプログラミング学習は、主に典型的な2通りの指導計画への位置づけがなされる（表1と表2）。

1つめは和歌山県教育委員会（2019）が作成した指導計画1である（表1）。「円と多角形」の学習の終末の第8時にプログラミング学習を位置づける指導計画である。プログラミング学習にふれさせることに特に重点を置いた指導計画のように筆者は考える。

2つめは「プロカリ」というホームページに掲載されている指導計画である（表2）。第4時にプログラミング学習が位置づけられ、正多角形の描き方の1つとして、正多角形の内角の大きさをも

表1 「円と多角形」指導計画1

時	学 習 活 動
1	正多角形の意味や性質について考える。
2	円の中心の角を等分して正多角形をかく。
3	円周を半径で区切って正六角形をかく。
4	円周は直径の3倍以上4倍以下であることを確かめる。
5・6	いくつかの円について直径の長さや円周の長さの関係を調べ、円周率の意味や求め方をまとめる。
7	円周率を使い、円周や直径を求める。
8	いろいろな正多角形をかき、正多角形の特徴をまとめる。
9	学習した内容を確かめる。

表2 「円と多角形」指導計画2

時	学 習 活 動
1	「正多角形」という用語を知り、その意味や性質について理解する。
2	円の中心の周りの角を等分して正多角形をかく方法を理解する。
3	円の周りを半径で区切って正六角形をかく。また、その方法で正六角形がかけるわけを考える。
4	正多角形の一つの内角の大きさをもとにして正多角形をかく方法を考える。
5	「円周」について知り、円周は直径の3倍以上4倍以下であることを理解する。
6・7	いろいろな円の直径と円周の長さの関係を調べる。円周と直径の関係を式に表し、円周率の意味や求め方を理解する。
8	円周率を用いて、円周の長さや直径を求める。
9・10	既習事項の理解を深める。確かめる。

とにした描き方が紹介されている。どちらもプログラミング学習が体系的に行われるよう実践例が豊富に紹介されている。

筆者は、正多角形の描き方の1つとして、正多角形の内角や外角の大きさをもとにした描き方なこともあり、プログラグルを外角を用いた方法の一つとして紹介したいと考える。ただ計算上で内角や外角を求めるだけでなく、内角や外角が正多角形を描く方法の一つとして用いられることを体験させたいと考えるからである。

(2) 内角や外角を用いた正多角形の描き方を位置づけた指導計画

2（2）で述べた通り、第3時まで内角を求める経験は僅かにあっても、外角を求める経験はない。また、内角や外角を求めることがなぜ必要か、児童には伝わらない。正多角形を描く方法の一つとして内角や外角を紹介したい。

そこで第4時（表3）に、内角や外角を求める活動と、内角と外角を用いて正多角形を描く活動を位置づける。

第4時を入れることで、第5時に外角が求められなくて困る児童が減り、本来の目的であるプログラミング的思考を養う活動に時間をかけることが可能になるとともに、プログラミングの良さ

表3 「円と多角形」指導計画の提案

時	学 習 活 動
1	「正多角形」という用語を知り、その意味や性質について理解する。
2	円の中心角を等分する方法を考え、正多角形を描き、描き方を説明する。
3	円周を半径で区切って正六角形をかくとともに、正六角形がかけるわけを考え説明する。
4	正多角形の一つの内角や外角の大きさを求め、それを使って正多角形を描き、描き方を説明する。
5	ブルグルで、正多角形の一つの外角の大きさを使って、正多角形をかく簡単な方法を考える。
6	円周は直径の3倍以上4倍以下であることを見つけ説明する。
7 8	いろいろな円の直径と円周の長さの関係を調べる。円周と直径の関係を式に表し、円周率の意味や求め方を考え説明する。
9	円周率を使って、円周や直径を求める。
10	既習事項の理解を深める。確かめる。

に気づかせれると考えたのである。

(3) 授業展開の構想

①帰納的に考え、反復処理のきまりに気づかせる

プログラミング学習では、各教科等の特質を生かしながら、情報活用能力の育成を目指すことが求められていることは先に述べた通りである。

したがって、授業は「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力の育成する」ことを目指す必要がある。

この授業で、筆者はプログルを用い、特に反復処理の必要性を児童が自ら感じ、何を何回繰り返すかというきまりを見つけるようにしたいと考えた。そして、順次処理と反復処理を比較することで、反復処理のよさに気づかせ、進んで反復処理を用いようとする態度を養いたいと考えた。

そこで、数学的考え方である帰納的考え方を働かせ、反復処理の規則を見つけさせる活動を中心にした授業展開を考えた(図2)。

まず、順次処理で正方形、正三角形、正六角形の命令を考えさせる。例えば、正方形の命令は、(前に○進む→90° 右に曲がる→前に○進む→90° 右に曲がる→前に○進む→90° 右に曲がる→前に○進む→90° 右に曲がる)である。プログルのスクリプトでは、ここですぐに繰り返しブロックが

めあて

正多角形の簡単な描き方を考えよう

描き方を想起する ↓ (どの方法を使うの?)

1 順次処理			
	・正方形	・正三角形	・正六角形
2 順次処理を観察する ↓ (整理してみよう!)			
進	前に○進む	前に○進む	前に○進む
曲	90° 曲がる	120° 曲がる	60° 曲がる
回	4 回	3 回	6 回

繰り返しブロックを使う ↓ (勝手にしたい!)

3 反復処理			
命	前に○進み	前に○進み	前に○進み
令	90° 曲がる	120° 曲がる	60° 曲がる
	を4回反復	を3回反復	を6回反復

4 帰納的に規則を考察 ↓ (きまりを見つけよう!)

全部	前に○進む
角度	360° ÷ 角数 180° - 内角
回数	角数

5 演繹的に予想し実行 ↓ (じゃあ五角形は?)

正五角形	
命	前に○進み 72° 曲が
令	るを5回反復

6 発展する ↓ (いじりたい!!!)

順次・反復処理を用い、模様を自由に描く

図2 授業構想図

登場するが、出さない。

次に、正三角形、正六角形も同様にし、3つの正多角形の命令を観察させ、繰り返されている命令を整理させる。そこで、繰り返しブロックの必要性に気づかせ、繰り返しブロックで命令をまとめ実行して確かめる。

②演繹的に繰り返しブロックを使って正五角形をプログラミングする

帰納的に見つけた繰り返しブロックを用いる規則が、正五角形を描くのにも使えるのではないかと類推させ、演繹的に正五角形のプログラミングを考えさせる。繰り返しブロックを用いて行わせる活動で、進む方向と進む量、曲がる方向とその角度、繰り返す回数を考えさせ、プログラミングさせていくのである。図2では5の活動である。

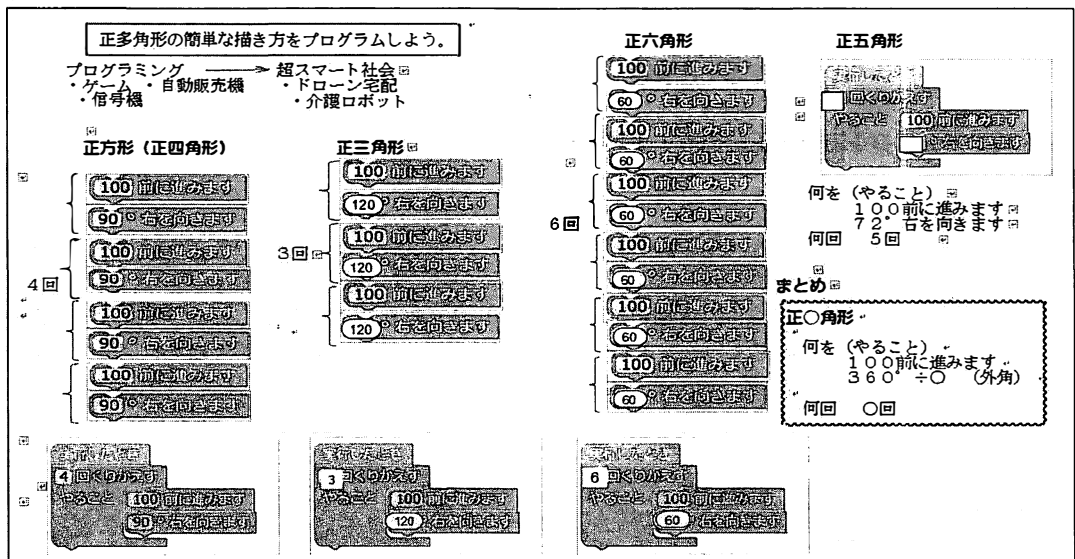


図3 本時の板書の構想

③発展的に自由にプログラミングする

最後に、繰り返しブロックを用いさせ自由にプログラミングを楽しませる活動である。図2では6の発展的活動である。

おそらく児童は、多の正多角形や星形、円などをプログラミングしていくと考えられる。

(4) 板書の構想

板書の構想を上のように行った(図3)。板書上部に順次処理のブロック(命令)を位置づけ、下部に反復処理の繰り返しブロックを用いた命令を位置づけた。これにより処理方法の簡単さ・単純さを容易に比較できると考えた。

帰納的に見つけた規則を演繹的に使い、描く正五角形は、黒板の右上に位置づけた。正五角形については、見つけた規則を使って考える。順次処理は必要に応じて念頭で行うので、黒板には正方形や正三角形のように位置づけないことにする。

自由にプログラミングする前に、反復処理のプログラミングの規則をまとめてとして確認する。

4 授業の実際

授業は2020年2月26日2校時にH小学校38人と行ったものである。授業者は筆者である。PCの台数の都合で、2人にPC1台で行った。

(1) プログラミング学習の必要性とめあて

児童にとっては初めてのプログラミング学習なので、必要性についてまず話した。

T1 みんなの家にはどんなコンピューターを使ったものがある？

ゲーム機、スマホなどがあり、コンピュータやインターネットのない生活は考えられなく、それらは高度なプログラミング技術を活用していることをおさえた。

T2 近い将来、超スマート社会がくると言われていますが、どんなものができると思う？

近い将来無人のバスや車、お年寄りの介護のロボット、ドローン宅配も行われること。また、国が超スマート社会の実現を推進し、ロボット、人工知能(AI)を産業や社会生活に取り入れ、経済発展と社会の課題解決を目指していることを伝え、プログラミング学習の必要性を説いた。

次に、学習のめあてを児童に提示した。

正多角形の簡単な描き方をプログラムしよう

T3 例えば正多角形どんな描き方があったかな？

C2 中心角を求めて描く。

C3 他に、内角で描く方法。

C4 他にも、外角がありました。

C5 正六角形だけ、コンパスで描けました。

今日の勉強ではこれらの中のどれかを使うことを告げ、正多角形の描き方の想起を行った。

(2) 使い方を知り正方形・正三角形・正六角形を描く

まず、基本操作であるブロックのつなげ方、外し方、消し方、実行やりセットのしかたをプログラムを黒板に写して一斉に指導した。

次に、正方形を描く活動である。「○前に進みます」「90° 右を向きます」のブロックをつなぎ合わせ、上手くいくかどうか実行させ確かめさせた。

そして、児童を指名し、黒板に自分が考えた方法をブロックを貼らせながら、説明させた(図4)。

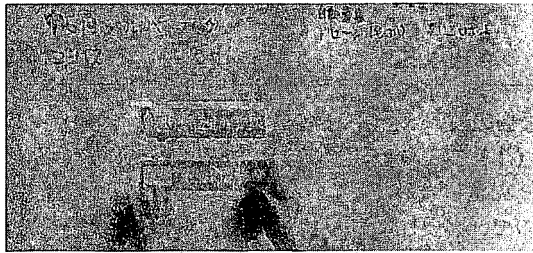


図4 黒板にブロックを貼る児童

正三角形では、予想通りほとんどの児童が内角の60°をプログラムして実行し失敗した。

しかし、前時の学習とヒントカード(図5)を参考にすぐに修正し、外角を $180^\circ - 60^\circ$ や $360^\circ \div 3$ の式で求め、実行し成功した。児童は、曲がる角度は、内角でなく、

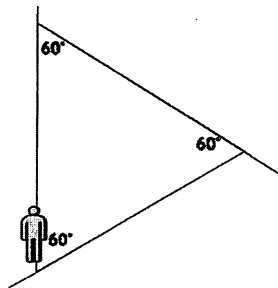


図5 正三角形のヒント

外角であることを確認した。

正六角形は、ブロックがたくさんになったが、正三角形の失敗がいき、児童は、黒板に命令を上から順に貼り、すぐにプログラムを成功させた。

(3) 帰納的に規則を見つけ、繰り返しブロックを使って、正方形・正三角形・正六角形を描く

正方形・正三角形・正六角形の順次処理のブロックを観察させ、規則を見つけさせる活動である。働かせる数学的考え方は、帰納的考え方である。

T4 どんなきまりを見つけた？

C6 おんなじカードが何度も出てきます。

T5 なるほど、例えば正方形では？

C7 「100 前に進みます」です。

C8 他に「90° 右を向きます」です。

C9 (前に出て) この2つが、こんなふうに(指でなぞり) 4回あります。

T6 なるほど、こんなふうに4回だね。(印と回数を板書する。)

C10 「三角形だったら!」、正三角形だったら「100 前に進みます」と「120° 右を向きます」が3回あります。

T7 ちょっと誰か数えてみて。あるね、3回。

C11 「正六角形なら!」、正六角形は「100 前に進みます」が6回です。(Cn あっ、やっぱり)

T8 何か気づいたん？

C12 何角形の数と繰り返す数が同じです。

C13 何角形の数だけ線を引かんといけんけえ。

辺の数だけ繰り返すことを押さえ、次に角の大きさの規則についてせまった。

T9 右に向く角度じゃけど、きまりある？

ちなみに正方形は何度？

C14 90° です。

それぞれの角度を確認し、改めて角度についての規則を尋ねた。

C15 どれも外角になっています。

T10 三角形のとき内角だったらダメだったよね。

外角? これ60° も外角? (はい) 90° も?

全部曲がる角度が外角であることをおさえた。

その後、繰り返しブロックを使用することの必要性・有用性にせまっていった。

T11 ちょっとめあてに戻って。「簡単に」って書いてるけど、これ簡単かなあ? (Cn 長い。)特にこれ、長いよなあ(正六角形の順次処理のブロックを指して)何か簡単にする良い方法がないか考えてみて?

あまり意見が出なかったので、ヒントを出した。

T12 今見ている画面の中に使えそうなものがないかなあ。

「やっぱり」といった反応と、画面を見直して「あっ」と気づく反応が児童に見られた。

C16 これ(繰り返しブロックを指す)を使えばい

いと思います。(Cn いいです)

T13 これ?どう使う(図6)?

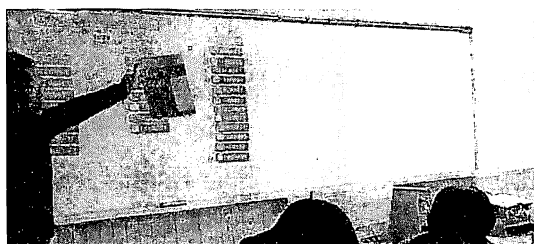


図6 繰り返しブロックの確認

少し試行錯誤の時間を取った。児童は黒板の順次処理のブロックを見ながら、繰り返しブロックをどのように使えばいいか考え、プログラムして上手くいくかどうかを実行し確かめていった。思った以上に、児童は容易に使い方を見つけた。

T14 一緒に確認するで。正正方形、まず何と何を繰り返すかを入れた?次、何回繰り返すか数字を入れた?(黒板に映し出して見せる。)実行!

繰り返しブロックの使い方を確認したあとは、正三角形、正六角形をプログラムさせた。

児童は順次処理だけのブロックの観察を通して帰納的に規則を見つけ反復処理を行うことができた。また、児童から反復処理を行うと、「ほんと簡単じゃあ。」と言う声が聞こえ、繰り返しブロックの簡単さや有用性に児童は感心した。

(4) いったん規則を整理する

はじめの構想では、正五角形をプログラミングした後に、まとめをすることを考えていた。

しかし、見つけた規則が2つ以上あり、児童の混乱を避けるために、いったんここで規則を整理することにした。

児童と問答しながら、以下の内容をまとめた(図8本時の板書も参照)。

正○角形の主な規則	
1	□前に進みます
2	△° 右を向きます→外角(であること) $180^\circ - \text{内角} = \text{外角}$ $360^\circ \div \bigcirc = \text{外角(角数)}$
3	(1と2のブロックを繰り返しブロックに入れ)○回繰り返す(太字は板書)

(5) 演繹的に規則を使って正五角形を描く

いったん整理した規則を用いて、正五角形の描き方をプログラムする活動である。

この活動では、先の正多角形のように順次処理のブロックは考えさせず、正五角形の場合も同じきまりが当てはまるとまず類推させ、繰り返すのは何と何で、角度は求め方の方法はこうで、何回繰り返すという規則だけを使って、プログラムする演繹的な活動である。

T15 どんなふうにしたか教えて。

C17 正五角形もこのきまりが当てはまるから、繰り返すのは「100前に進みます」と「72° 右を向きます」です。

T16 72° は?

C18 ぼくは、五角形だから $360^\circ \div 5$ をしました。それから、5回繰り返すにしました。

C19 わたしは、ちょっと違って $180^\circ - \text{内角}$ が外角だから、 $180^\circ - 108^\circ$ をして 72° になると思います。

T17 いい説明だね。みなもできるかペアで確認してみて(図7)。



図7 演繹的な説明を確認し合う児童

全員起立し、ペアで説明をし合い、互いの理解を確かめたペアから順に着席させた。

図8は本時の授業の板書であるが、右上に計画通り、正五角形の描き方のプログラミングが位置づいている

(6) 発展的に規則を使って自由にプログラムする活動

本時最後の活動である。帰納的に見つけた規則を使って発展的に自由にプログラムを考える活動である。

予想通り、正多角形や星形、円などを描いて喜んだ。以下が児童が行ったプログラミングである。
正八角形…○前に進む、 45° 右を向くを8回
正九角形…○前に進む、 40° 右を向くを9回

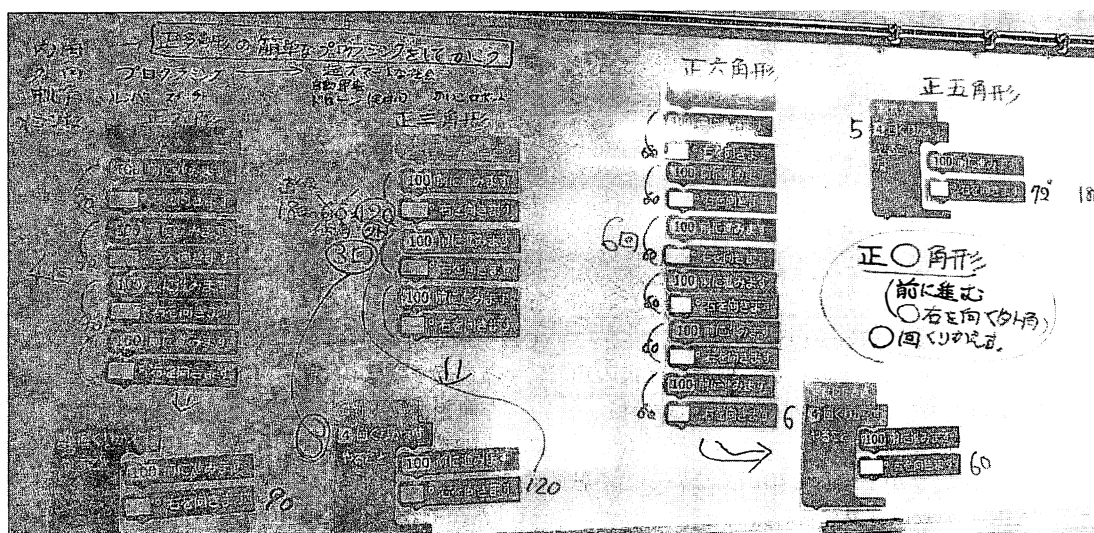


図8 本時の板書

正十角形…○前に進む、 36° 右を向くを 10 回
 星形…○前に進む、 108° 右を向くを 5 回
 円…○前に進む、 1° 右を向くを 360 回 など
 児童は、手では描けないものでもプログラミングを使えば、PC で簡単に描けるといふ、PC を使って描く良さを十分楽しむことができた。ただ、数名の児童の中に、閉じない図形を描いてしまい、図形が閉じるためのプログラムを考え直す児童も見られた。

5 実践の振り返り

(1) 数学的思考方を働かせプログラミング的思考力を養えたか？

プログラミング的思考力は、「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」(2018)であった。

本時の授業で言えば「自分が意図する一連の活動」は、正方形や正三角形など正多角形を描く活動であり、最後の学習活動であれば星形や円などを描く活動である。「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」は、主に順次

処理であり、「○前に進む」と「 Δ 右を向く」の 2 種類のブロックの組み合わせである。この動きをもっと簡単に動かすためにはどうすればいいか、T11 の発問をきっかけに考え、T12 のヒントをもとに繰り返しブロックを使えばよいことに児童は気づいて、使い方を試行錯誤した。「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」であるといえる。

これらの一連の学習活動は、数学的思考方である帰納的思考方を働かせ規則を見つけ、類推的思考方を働かせ、他の多角形でもこの規則が用いられると判断し、例えば、規則が $\Delta\Delta$ だから、正○形の場合 $360^\circ \div \bigcirc$ というふうな演繹的思考方を働かせ、多角形をプログラムしたのである。

したがって、この時間の学習は、数学的思考方を働かせプログラミング的思考力を養う活動であったといえることができる。

「円と正多角形」で養うプログラムの基本処理は、順次処理と反復処理であった。C17・18・19 の説明や授業の最後の自由にプログラムして図形を描く活動でも見られるように、ほとんどの児童は、自分の描きたいものをプログラムして描くことができた。

ただ最後の活動で見られたのであるが、閉じた図形を描きたくても、閉じた図形を描けない児童が見られた。

回転させる角度×繰り返す回数＝ 360°
のおさえができていなかったためである。

$360^{\circ} \div \text{繰り返す回数} = \text{回転させる角度}$
(角数) (外角)

をおさえただけでは不十分であった。次の課題である。

(2) 指導計画の構想はどうであったか？

プログラミングの学習を行う前に、正多角形の一つの内角や外角の大きさを求め、それを使って正多角形を描き、描き方を説明する学習活動を1時間、指導計画に位置づけた。正三角形をプログラムするときに、内角を設定し困る児童が予想されたからである。

実際の授業では、予想通り、正三角形をプログラムするのにほとんどの児童が内角を設定するものと考え、内角の 60° を入力し正三角形を描くのに失敗した。

しかし、児童は正多角形の描き方には内角だけでなく、外角で描く方法もあることを知っていたので、容易に考えを修正し、外角を設定し直すことができた。この指導計画は成功であった。

また、この活動であまり混乱が起きず時間を取らなかったおかげで、順次処理の観察を通して、児童のC6の発言から始まりC15までに見られるとおり、児童が自ら規則を帰納的に見つける時間を十分とることができた。また、繰り返しブロックの使い方も試行錯誤し見つける時間がとれたと思われる。

さらに、ブロックがいくつも必要になる順次処理の面倒さと繰り返しブロックの簡単さを児童は体験し、繰り返しブロックの有用さに気づいたと思われる。自分たちで見つけた簡単な繰り返しブロックだからこそ、そのブロックを使って正五角形を描いたり、他の形を描く演繹的な活動に意欲的に取り組んだと思われる。

(3) 授業構想はどうであったか？

授業の構想と実際の本時の展開には、少しずつが生じた。当初、規則の整理はまとめとして位置づけ、正五角形を描いた後に行う計画であった。

しかし、本時では正五角形を描く前に、児童が見つけた規則を黒板に整理することを行った。

正五角形をプログラムする際に、困る児童が板

書を参考にプログラムを考えることができると思ったからである。今回の授業では正五角形を描く前にまとめを行った方が良くと授業者は判断した。黒板に書いたきまりを確かめながら、C18やC19のように、曲がる角度は、外角だから、 $360^{\circ} \div \bigcirc$ でとか、 $180^{\circ} - \text{内角}$ で Δ° と演繹的に考えることができていた。

どちらの流れが良いかは、臨機に授業者が考え判断する必要があると思うが、本時の場合、正五角形を描く前に整理したことは良かったと考える。

6 おわりに

児童が、数学的思考方を働かせられるよう授業の展開を構想し提案した。本授業展開で児童が働かせた考え方は、帰納的な考え方、類推的な考え方、演繹的な考え方であった。

展開の仕方によっては違う数学的思考方を働かせる授業を構想することもできると思われる。

どんな授業展開であっても、算数科としてプログラミング学習を行う場合、やはり、算数科の特質を生かし、数学的思考方を働かせながら、プログラミング的思考を養う授業展開を構想する必要があると考える。また、その授業を支える指導計画の見直しも重要であると考えのである。

(引用及び参考文献)

- 学習指導要領(2018)文科省 第1章 総則 第2 教育課程の編成 p.19
学習指導要領(2018)文科省 第2章 各教科 第3節 算数 第3 指導計画の作成と内容の取扱い p.91
学習指導要領(2018)文科省 第2章 各教科 第3節 算数 第1目標 p.63
教育課程部会算数・数学ワーキンググループの「数学的な見方・考え方」資料 2016
和歌山県教育委員会「きのくに ICT 小学校プログラミング学習学習指導案」(2019) pp.21-24
プロカリ「プログラミング教育の実践事例を見つけよう」
https://procurri.jp/2018/01/29/regular_polygon/
清水静海・船越俊介『わくわく算数5・指導書』啓林館 2015

(本時案)

目標	コンピューターを動かす手順には、簡単に動かす手順があることを知り、正多角形の描き方をプログラミングすることが出来る。	
学習活動	主な発問と予想される児童の反応	指導上の留意点
1 私たちの身の回り にあるプログラミング について知る。	○私達の身の回りには、コンピューターのプログラムを使ったものに、どんなものがあるかな？ ・携帯電話 ・ゲーム機 ・自動販売機 ・掃除ロボット ・信号機	・児童の身近なものから、徐々に国の進める超スマート社会「ソサイアティ5.0」に触れていくようにする。
2 プログラミングの 仕組みについて知り、 プログラムする。 (1) 線に沿って描こう。 (2) プログルを使って 正多角形の描き方を プログラムする。 ○長いプログラム ・正方形 ・正三角形 ・正六角形 ○短いプログラム ・正方形 ・正三角形 ・正六角形	正多角形の簡単な描き方をプログラムしよう。 ○線に沿って描こう。 ○正方形はどのようにプログラムすればいいだろう？ ・前に100→右に90°→前に100→右に90°→前に100→右に90° ・前に100→右に90°を4回繰り返すといい。 ◎正多角形はそれぞれどんな動作を何回やればいいのか？ ・正三角形 前に100→右に120° 3回 ・正六角形 前に100→右に60° 6回 ・正五角形 前に100→右に72° 6回 ○正五角形を簡単にプログラムしよう。	・プログルにしたがって、まず線に沿って描く活動を行わせる。 ・ペアで協力してやるように指示する。 ・長い手順でプログラムさせ、繰り返しがあることに気づかせる。 ・正多角形の内角の大きさを書いたワークを用意しておく。 ・三角形の内角の60°で回転させる児童が予想されるが、しばらく試行錯誤させる。 ・正多角形はそれぞれどんな動作をすればいいかを考えさせた後、どんな動作を何回やればいいのかを考えさせ発表させるようにする。 ・「□回くりかえす・やること」を紹介し、実際にやらせる。
(3) 正五角形を短い 簡単な描き方でプロ グラムする。		・どんな動作を何回するか、プログラムさせ、正しいかどうかを確かめさせる。
(4) 正多角形の描き 方のプログラミング のきまりを話し合う。	○正多角形の描き方のプログラミングにはどんなきまりがあるだろう？ ・180°－内角＝回転角度 ・360°÷角数＝回転角度 ・1周は360°で、360°を角数で回るから。	・回転角度のきまり(360°÷角数)と動作回数＝角数の2つのきまりに気づかせる。 ・きまりの理由についても考えせつめいさせていきたい。
3 プログレを使っ て思い思いの絵を プログラミングする。	○自由にプログラミングしてみよう。	・思い思いにプログルを使ってプログラミングを楽しませる。

(評価) コンピューターを動かす手順には、簡単に動かす手順があり、それを使って正多角形の描き方をプログラミングできたか。

(令和2年9月14日受理)