

[算数・数学]

既存の授業でプログラミング的思考力を高める指導方法の工夫

－ 4年「垂直・平行と四角形」の授業を通して－

早川 裕貴*

1 はじめに

2020年度からの学習指導要領では、小学校にプログラミング教育が必修化された。これからの社会を生き抜く子どもたちにとって、情報やコンピュータは切り離せないものであり、家庭生活をはじめ、学校生活や職業生活、余暇生活などのあらゆる場面において、コンピュータは私たちの生活に密接に関っている。私たちの生活を豊かなものに変えてくれる情報や情報機器ではあるが、それらを適切に選択し、活用する力が、これから生きる子どもたちに求められる。学習指導要領に示されたプログラミング教育だが、そもそもプログラミングとは、プログラムを作る作業のことを指す。そしてプログラムとは、コンピュータにさせる処理を、順番に書き出したものである。一般的にプログラミングというと、プログラミング言語の習得や、それを活用するための技能に焦点が行きがちであるが、コンピュータに限らず、人間の動きや、多くの活動にもプログラミングの定義が当てはまる。学校生活で例えるなら、運動会や卒業式のプログラム、日々の給食当番の仕事や掃除の手順などもプログラムの一つといえる。学習指導要領では、プログラミング教育の目的を、難しいプログラミング言語の習得ではなく、プログラミング的思考力を育成することとしている。プログラミング的思考力とは、自分が意図する一連の行動を論理的に考えたり、物事のしくみを理解し、順序立てて考えたりする力である。また、プログラムの働きやよさに気づき、コンピュータ等を利用して問題を解決したり、よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むことや、各教科での学びをより確実なものとする 것도目的として掲げている。

これらのねらいを実現するにあたり、子どもがプログラミングに取り組んだり、コンピュータを活用したりすることの楽しさや面白さ、ものごとを成し遂げたという達成感を味わうことが重要であるとされている。つまり、子どもが主体的に関わることのできる場を設定し、その中に深い学びが得られる指導が求められる。

しかし現状は、プログラミング教育そのものが手探り状態で進められていることも事実である。どの教科で、どのような内容で実践すればよいのか悩む教員も少なくない。

プログラミング教育の課題として、金子は、以下の3つを挙げている。1つ目は、教員のプログラミング教育に対する理解不足である。プログラミング教育で何をどこまでやるのか、自分にできるのかといったことを不安に感じている教員が多く存在することである。2つ目は、指導者不足である。ICT支援員が各校に配置されているとはいえ、大部分の教員がプログラミングの授業を受けたことがなく、初めて聞く用語も多いため、指導できる教員自体が不足していることである。3つ目は、支援環境である。1人1台の学習者用コンピュータの整備や、校内無線LANの整備など、ICT環境整備が整っていないことである。3つ目の課題であるICT環境整備については、2019年12月令和元年度補正予算で、「GIGAスクール構想」として予算2318億円が計上された。これにより、子ども1人1台の端末、高速ネットワークの整備等が実現されることで課題の解消へと繋がる。つまり早急に対処しなければならない課題は、教員のプログラミング教育への理解と実践経験である。

これらの背景や課題から、本研究では、算数の学習単位の中にプログラミング教育を取り入れ、既存の授業をプログラミング教育へと置き換えて指導することの有効性を検証することとした。

2 研究の目的

今回の研究では、次のような目的をもって追究し、その成果と課題を明らかにする。

既存の授業をプログラミング教育に置き換え、プログラミング的思考力を高める授業を行う

*長岡市立神田小学校

目的を達成するため本研究では、4年生算数の学習単元、「垂直・平行と四角形」を取り扱う。本単元の指導計画にプログラミング教育を組み込む。本来なら、端末を用いたプログラミングを取り入れたいところであるが、ICT環境整備の課題から、本研究では、パソコンなどの端末を使用しないアンプラグドプログラミングを取り入れる。端末を使用しないことで、教室で行う普通の授業の流れの中で授業を組み立てることができると同時に、感覚的にプログラミングの基礎の基礎を理解することができる考えた。

3 研究の方法と内容

本研究では、既存の授業をプログラミング教育に置き換え、プログラミング的思考力を高める授業を実現するという目的を達成するために、下記の手立てを講じ、検証を行う。

(1) プログラミングを用いた指導が有効な単元の精選

普通の授業の中にプログラミング教育を取り入れるといっても、全ての学習内容に当てはまるわけではない。プログラミング的思考とは、「自分が意図する一連の行動(=手順)を論理的に考えたり、物事のしくみを理解し、順序立てて考えたりする力」である。つまり、意思決定までにある程度の手順が必要であり、かつ順序立てて考える良さを実感できる学習内容がよい。そこで、4年「垂直・平行と四角形」の単元の、「四角形の仲間分け」の学習での実践を試みる。四角形の仲間分けの学習がプログラミングに適している理由として以下のことが考えられる。

① 意思決定までの手順がある

四角形の選別は、平行な辺の有無、平行な辺の数、角度、辺の長さなどを判別して行われる。辺の長さを調べる、角度を調べる等の、いくつかの手順を経て、四角形がどの仲間になるのかを決定する。この意思決定までの過程が、プログラミングに適している。

② フローチャートに表すことができる

手順を視覚化する方法の1つにフローチャートがある(図1)。フローチャートとは、意思決定までの手順をボックスと矢印とを用いて表現する手法である。フローチャートを用いることで、思考を可視化することができる。

また、ボックスの配置によって意思決定に違いが生まれるため、多様な考えが表出されることが予想される。異なるフローチャートについて子どもたち同士で話し合うことで、最も効率の良い手順を試行錯誤しながら、考えることができる。

以上の理由から、「垂直・平行と四角形」の単元の、「四角形の仲間分け」の授業をプログラミング教育に置き換え、その有効性を検証する。

(2) 「問い」の生まれる課題提示

授業の導入場面では、子どもからの「問い」を引き出す。本実践は、アンプラグドプログラミング用に、学習カードやホワイトボードといった教具を使用するが、教材・教具に対する興味関心だけではプログラミング的思考力は育たない。導入場面での、「なんでだろう。」、「解いてみたい。」、「はっきりさせたい。」という子ども自身から生まれる「問い」が、学びたくなる授業へと繋がる。

導入では、四角形の名前あてクイズを行う。その中で、不十分な仲間分けをする解答マシンAと、正しく四角形を仲間分けできる解答マシンBを提示する。異なる2つの解答マシンを提示することで、課題に意欲的に関わることができるか検証を行う。

(3) 操作したくなる教具の開発で学習課題に迫る

授業の展開場面では、子どもたちが実際にフローチャートを用いて課題解決を行う。フローチャートを用いるのは初めてとなるため、取り掛かりやすい見た目や、操作しやすい環境を整える。フローチャートは、ホワイトボードの上で作らる。ボックスは操作しやすいようマグネットを取り付け、矢印はホワイトボードマーカーで書き込む手法を採用した。これにより、何度も動かしたり、書いたりできるような環境を整えた。ホワイトボード上に作成するため、完成したものはそのまま黒板に掲示できる。フローチャートの操作性を高めることで、何度も手順を考え直すことが可能となる。よりよい手順を論理的に考え、思考を可視化する手助けとなるか検証を行う。

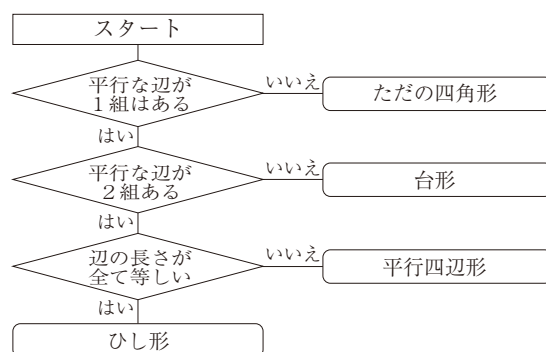


図1 フローチャート

4 研究の実際

以下は、4年「垂直・平行と四角形」の6時間目で、四角形を仲間分けする授業である。本時のねらいは、「四角形について、平行な辺の組の数や辺の長さなどに着目し、順序立てて分類することができる」である。

(1) 単元について

これまで、図形を構成する要素として頂点や辺を学習してきた。本単元では、既習の構成要素に垂直や平行という2直線の位置関係を加えることで、より図形の性質について明らかにしていく。

本単元ではまず、垂直と平行について学習する。垂直と平行は、図形の基本概念の1つであり、四角形の定義、性質の理解、作図において重要なはたらきをもつ。その後の四角形の学習では、図形の操作活動や観察を通して、平行四辺形や台形、ひし形などの四角形の仲間分けについて考察する。頂点や辺だけでなく、垂直や平行といった2辺の関係に着目しながら考察することで、四角形を定義付けていく。

四角形の仲間分けでは、プログラミング的思考を用いて四角形の仲間分けを行う。プログラミング的思考を用いて1段階ずつ順を追って確認することで、仲間分けの根拠を考えさせる。

また、フローチャートを用いることは四角形の包摂関係を捉える上でも効果的であると考えられる(図2)。それぞれの条件分岐において四角形を仲間分けすることができる。導入時の解答マシンAが出す答えは、この包摂関係に基づいたものである。しかし、包摂関係まで踏み入ることは学習難度が高いため、本実践の中では扱わないこととする。

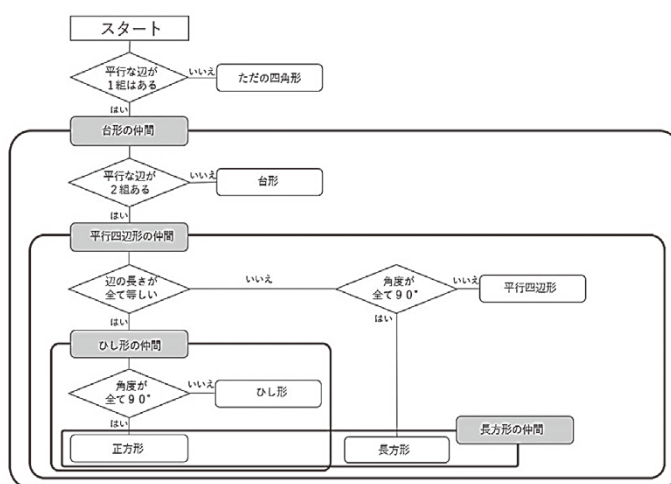


図2 四角形の包摂関係

(2) 子どもの実態について (男子13名 女子13名 計26名)

本学級の子どもは、算数が得意で積極的に発言する子がいる一方、算数に苦手意識をもち、なかなか自分で取り組めない子もいる。習熟の差も大きく、どんどん発展的な内容に取り組める子と、基本問題に時間のかかってしまう子がいる。しかし、できた子がまだできていない子に根気よく教えたり、素直に分からないところを友達に聞けたり、お互いに学び合う習慣が身に付いている。本単元では、点をつないでいろいろな四角形を作ったり、作図したりする活動を多く設定する。単元を通して、友達との関わりの中で学習を進められるような場を多く設定し、学び合う楽しさを実感させたい。

(3) 目指す子どもの姿と手立て

① 自分の思考を視覚的に表現できる子ども

四角形の分類を行う際、直感で四角形を分類する子も多い。直感とはいえ、その根底には平行な辺の組数や辺の長さ、直角の有無など、四角形の構成要素が判断基準として存在している。本時では、頭の中の思考をフローチャートとして可視化することで、根拠をもって自分の考えを表現できるようにしたい。

② プログラミング的思考の育成

本時では、プログラミングを取り入れた指導を行う。コンピュータは用いずに、四角形を分類するときの手順を考え、視覚化していく。子どもが考えやすいようフローチャートを用意し、組み合わせていく。実際に分類作業をしながら最適な分類の手順を考えられるようにする。試行錯誤する中で、自分の思考を客観的に理解し、自分の考えの根拠を見つける手立てとしたい。

(4) 授業の実際と考察

① 導入場面

導入場面では、4つのカード(台形・ただの四角形・ひし形・平行四辺形)を提示し、四角形の名前あてクイズを行った。クイズの答え合わせには、フローチャートの異なる2種類の解答マシンを用いた(図3)。解答マシン



図3 解答マシンA(左)と解答マシンB(右)

にカードを入れると、答えが出てくる仕組みだ。解答マシンAは、台形、ひし形、平行四辺形のカードを入れると「台形の仲間」という答えが返ってくる。一方、解答マシンBは、それぞれにより正確な答えが返ってくる。

2つの解答マシンにはそれぞれフローチャートが用意してあり、そのフローチャートをもとに解答を導き出す仕組みとなっている(図4)。解答マシンAは、平行な辺が1組あるかどうかのみを判断基準としているため、台形もひし形も平行四辺形も全て「台形の仲間」という答えを返す。解答マシンBは、判断基準として、平行な辺が1組あるかどうか、平行な辺が2組あるかどうか、辺の長さが全て等しいかどうか、という3つの判断基準をもつ。そのため、台形、平行四辺形、ひし形をより詳しく判別できる。

導入場面では、解答マシンAのフローチャートのみを示した。フローチャートをどのように変えれば、解答マシンBのようにより正しく判別できるのかを学習課題として設定し、展開部へと進んだ。

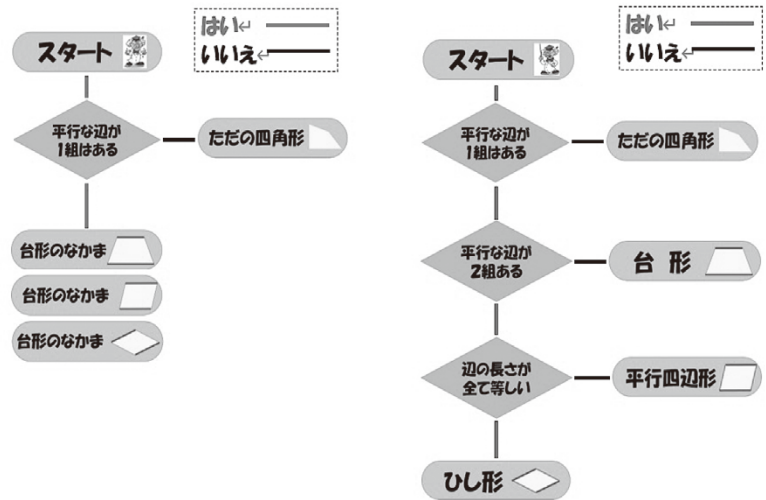


図4 解答マシンAのフローチャート(左)と解答マシンBのフローチャート(右)

以下は導入場面でのフローチャートを提示したあとの実際のやり取りの一部である。なお、授業の中で解答マシンAは「わっからん博士」と名付けられ、解答マシンBは「わかるん博士」と名付けられた。また、フローチャートは子どもが分かりやすいよう「命令書」として提示した。

導入場面では、四角形の名前あてクイズを行うことで、子どもが意欲的に学習に参加することができた。また、解答マシンAの答えと子どもたちの答えが異なることから、「なぜだろう?」という問いを生むことができた。フローチャートを見ることで、「平行な辺が2組あるかどうか」、「辺の長さが全て等しいかどうか」を調べなければより正しい判別ができないことを子どもたち自らが気付くことができたことも大きな成果である。さらに、「平行四辺形もひし形も平行が1組はあるから台形の仲間」という発言は、フローチャートが四角形の包摂関係に目を向けさせるために有効な手立てであることを示している。

- C: わっからん博士は平行が1組あるかどうかしか見てないよ。
 C: 平行四辺形もひし形も平行が1組はあるから台形の仲間ってことか。
 T: 命令書をどのように変えたらわかるん博士みたいに正しく四角形を判別できるだろう。
 C: 平行な辺が2組あるかどうか調べないとだめだよな。
 C: あと、辺の長さが全て等しいかどうか調べないとだよね。
 T: 長さまで調べるのはどうして?
 C: ひし形は辺の長さが全て等しいから、長さを測らなければ、どっちも一緒になっちゃう。
 T: どっちも?
 C: 平行四辺形とひし形が同じになっちゃう。
 T: なるほど、じゃあ、みんなでわっからん博士をわかるん博士に改造してあげようか。

【考察】

導入場面では、四角形の名前あてクイズを行うことで、子どもが意欲的に学習に参加することができた。また、解答マシンAの答えと子どもたちの答えが異なることから、「なぜだろう?」という問いを生むことができた。フローチャートを見ることで、「平行な辺が2組あるかどうか」、「辺の長さが全て等しいかどうか」を調べなければより正しい判別ができないことを子どもたち自らが気付くことができたことも大きな成果である。さらに、「平行四辺形もひし形も平行が1組はあるから台形の仲間」という発言は、フローチャートが四角形の包摂関係に目を向けさせるために有効な手立てであることを示している。

② 展開場面

展開場面では、より正しく四角形を仲間分けできるフローチャートを実際に作りあげていった。初めてフローチャートを用いるため、活動は2人1組で行った。子どもたちにはフローチャート用カード8枚をそれぞれ手渡した。(図5)

矢印を用いる代わりに、それぞれ条件に当てはまる場合は赤線を用い、当

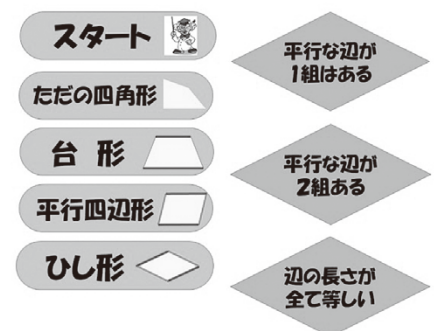


図5 用意したフローチャート用カード

てはまらない場合には黒線を用いることとした。

ア 展開前半

前半の活動では、解答マシンAのフローチャートをもとに、思い思いに改善を加える様子が見られた。2人1組にすることで、根拠を伝えながら作りあげることができた(図6)。



図6 フローチャートを作る様子

- C1：平行な辺が1組あるかどうか調べたから、次は平行な辺が2組あるか調べてみよう。
- C2：台形、平行四辺形、ひし形の中だったら、平行な辺が2組あるのは平行四辺形とひし形だね。
- C1：じゃあこれで台形を判別できる命令書ができたね。

自分たちの作ったフローチャートを紹介する場面では、なぜそうなったのかお互いに意見交流をした。フローチャートを指でなぞりながら説明したり、友達の意見を聞いてフローチャートを変えたりする様子が見られた。意見交流を通してより正しいフローチャートができたペアもあったが、最後まで正しく完成できなかったペアもいたことは課題の1つである。また本実践では、調べる条件の順番によって異なるフローチャートが完成する。しかし、どちらのフローチャートも順序立てて四角形を判別しているため、どちらの考えも認めることとした。

- C：ぼくたちは、平行な辺が1組か調べた後、平行な辺が2組あるかどうかを調べました。
- C：平行な辺が2組あるか調べることで、台形かどうか分かります。
- C：私たちは、平行な辺が1組か調べた後、辺の長さが全て等しいかどうかを調べたよ。
- C：辺の長さが全て等しいかどうかで、ひし形かどうか分かったよ。
- T：平行な辺が2組かどうかと、辺の長さが全て等しいかどうかはどちらが先でも命令書は作れるのかな？
- C：平行な辺の数を調べた後で長さを調べれば、ひし形と平行四辺形を判別できそうだ。
- C：じゃあ長さの場合は、最後に平行の辺が何組あるか調べることで台形と平行四辺形を判別できるね。
- C：どっちが先でもちゃんと命令書ができそうだ。
- C：調べる順番を変えることで違った命令書を作ることもできるんだね。

正しく作れたフローチャートを全体で確認した後、解答マシンBのフローチャートを確認し、フローチャートの有効性を確かめた。導入のクイズで使用したカードを当てはめて考えることで、視覚的にフローチャートの使い方を確認することができた。

イ 展開後半(発展課題)

展開の後半には、発展課題として、「長方形と正方形も判別するにはどうすればよいのか。」について考えた。

- T：わっからん博士もみんなのおかげでより正しく四角形を仲間分けできるようになったね。
- これで、これまで学習した四角形は全部、より正しく判別できるね。
- C：でも、長方形や正方形も四角形の仲間じゃないの。
- T：そっか、長方形や正方形ってどんな四角形なのかな？
- C：どっちも角度が90°の四角形だよ。
- C：でも正方形は辺の長さも全て等しいよね。
- C：「角度が90°かどうか」というカードがあればできるかも。

【考察】

展開場面では、どの子も意欲的にフローチャート作りを行うことができた。四角形をより正しく判別するという学習課題を達成するために活動に取り組むことができたことは大きな成果である。交流場面では、友達の意見をもとに自分たちのフローチャートを作り替えながら活動する様子が見られた。

特に、調べる順序によって異なるフローチャートができることを知った子どもたちは、実際にフローチャートを並べ直し、自分たちで試しながら、よりよいフローチャートを考えることができ

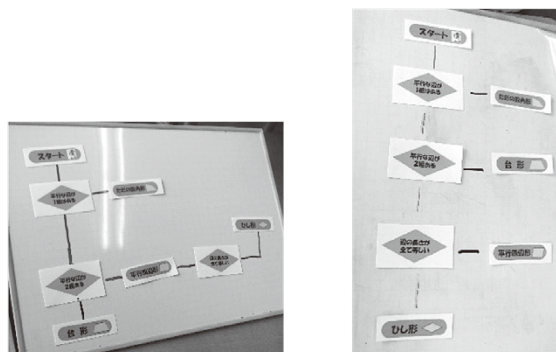


図7 子どもたちが作ったフローチャート

た。友達の意見を聞き、すぐに試すことができたのも、ホワイトボードの操作性の高さがあったからである（図7）。

しかし、交流場面で正しいフローチャートを作ることができないペアもいた。どうしてそのように考えたのか聞いた
り、どこを直せばよいのか話し合ったりする時間を全体場で取ることで、学び合うよさを実感し深い学びへとつなが
ると考える。初めて取り扱うフローチャートだからこそ、ゆっくりと考える時間の確保や、友達の考えを再現させたり
共感させたりする場を設定するべきであった。

ウ 終末

授業の終末では、自分たちのフローチャートを使って四角形の仲間分けを行った。仲間分けの際には、四角形につい
て平行な辺の組数や辺の長さに着目し、順序立てて分類する姿が見られた。

T：この四角形（平行四辺形）を仲間分けするとどうなるかな？

C：まず、平行な辺が1組あります。さらに、もう1組の辺も平行です。辺の長さを見ると、全て等しいわけでは
ないので、その四角形は平行四辺形です。

【考察】

終末場面では、直感ではなく、平行な辺の組数や辺の長さ、直角の有無など、四角形の構成要素を基に四角形の仲間
分けができた。可視化されたフローチャートを用いて、自分の言葉で表現することができた。フローチャートを作るこ
とは、思考を可視化できるだけでなく、説明時の手助けとしても有効であることが分かった。

5 研究のまとめと今後の課題

本研究は、既存の授業をプログラミング教育に置き換えることで、プログラミング的思考力を高める授業の実現を目
指した。実践を通しての成果を以下にまとめる。

○プログラミング教育を、単発でなく、学習単元の中に位置付けることができた。そのため、既習事項を生かして
学習することができた。

○子どもたちからの「問い」を生み出すことができ、課題意識をもって学習に取り組むことができた。

○フローチャート作りを通して、作る、試す、再考するというプログラミング的思考の中で学習することができた。

以上のことから、「垂直・平行と四角形」の単元におけるプログラミング教育の活用が有効であることが分かった。
特にフローチャート作りでは、自分の思考を整理し、可視化できるという良さが見られた。また、フローチャートをた
どることで、1つずつ順序立てて考えることができた。さらには、四角形の仲間分けの根拠を友達に説明する活動にお
いても、フローチャートをヒントにしながらか説明することができた。

しかし、本実践を通して、「カードを動かしながら命令書を作るのが楽しかった。」といった子どもの感想は多く見ら
れたが、「命令書が分かりやすかった。」といった感想は見られなかった。これは、フローチャート作りを通して、思
考を可視化する良さを実感した子どもはいなかったということである。今回の実践では、プログラミングの良さにまで
迫ることはできなかったが、今後は他の単元でもプログラミング教育を取り入れ、思考を整理する1つの手法として、
プログラミングの良さを子どもたちが実感できるようにしたい。

引用・参考文献

- ・文部科学省 『小学校プログラミング教育の手引き』
- ・文部科学省 『【算数編】小学校学習指導要領（平成29年告示）解説』
- ・GMOインターネット株式会社 『アンプラグドプログラミングとは？パソコンを使わないプログラミング学習』
（2019年）
- ・金子大輔 『小学校におけるプログラミング教育の必修化とその実施上の課題』北星論集（経）第59巻 第1号
（2019年）
- ・細水保宏 『算数のプロが教える授業作りのコツ』東洋館出版社（2009年）
- ・盛山隆雄 『授業づくりの技辞典』明治図書（2018年）