

# 算数の学びを確かにするためのプログラミング教育 —「正多角形」の教材研究を支援するScratchプログラミングの実践—

穴 田 恭 輔

## I. はじめに

2020年度に小学校においてプログラミング学習が必修化された。学習指導要領解説総則編<sup>[1]</sup>によると、小学校段階において学習活動としてプログラミングに取り組むそのねらいは、

- ・論理的思考力を育むこと
- ・プログラムやコンピュータ等の情報技術を上手に活用する態度を育むこと
- ・各教科等で学ぶ知識及び技能をより確実にすること

とある。

とくに3つ目のねらいは、各教科等の内容を指導する中でプログラミングを活用するときのねらいとなる。すなわち、各教科等の中でプログラミングに取り組むことは、その学習過程でプログラミングをすることが目的ではなく、あくまでも、もともとの学習内容での本質的な学びを確かなものにするのが目的であり、その手段としてプログラミングを活用するということである。

文部科学省は、2018（平成30）年3月に「小学校プログラミング教育の手引」を公表し、全国の小学校における円滑なプログラミング教育の実施を推進している。この手引は改訂を重ねて2020（令和2年）年2月には第三版が公表されている<sup>[2]</sup>。それにはプログラミングに関する学習活動の分類（A～F）と指導の考え方が示されている。その分類では、教育課程内で行われ、かつ各教科の学びを確かなものとするための学習活動はAとBに分類される。AとBの違いは、学習指導要領に例示されているかないかかで、ともに教科のねらいに沿ってプログラミングを活用するものとなっている。算数では第5学年「正多角形」がAとして例示されている。そして算数において正多角形以外の単元で算数のねらいに沿った学びを確かにするプログラミング活用の例ができれば、それはBに入る。

プログラミング教育を導入した全国の小学校からの算数の学びに係る実践報告には、この正多角形における実践が多くみられる<sup>[3][4]</sup>。それは学習指導要領と手引に例示されているためと考えられる。本稿でも、正多角形を対象とした実践例を示す。とくに本稿ではプログラミングをすることで教える側が教材研究をしっかりすることができたという事例を報告する。この事例は直接的に児童に働きかけたものではないが、教材研究という形で児童の学びを確かなものとする一助になると考える。今後、教科の学びにプログラミングが導入されることが多くなってくると、教材研究もプログラミングによって導かれることも考えられる<sup>[5]</sup>。本稿では算数 第5学年「正多角形」の教材研究にScratchプログラミングを活用した実践報告を行う。

## II. 算数 第5学年「正多角形」について

### 1. 本単元での教育内容と教育目標

本単元の教育内容と教育目標を以下の表 1 に示す。教育内容(1)～(3)についての教育目標はプログラミング活用の有無とは関わりなく従来から存在しており、プログラミングを活用する教育内容(4)を加えると、新たに教育目標も加わり、具体的な習得技能として表 1 の(4)①②③のように示すことができる。それらは、プログラミングを活用することによって「プログラミング的思考」を行い、論理的思考力を育むという形式陶冶としての目標につながるものである。したがってそれはこの単元で学ぶ算数の本質的内容(1)～(3)の目標とは一線を画するものであることに留意したい。

表 1 算数 第5学年「正多角形」の教育内容と教育目標

	教育内容	教育目標
(1)	多角形の内角の和	三角形の内角の和が $180^\circ$ であることを使って、四角形（さらには多角形）の内角の和を求めることができる。
(2)	多角形と正多角形の構成要素の関係に着目した弁別と構成	①正多角形は、辺の長さがすべて等しいと内角の大きさがすべて等しいの2つの条件を満たさなければならないことをとらえることができる。 ②正多角形は、頂点の数（または辺の数）が増えるにつれて、円に近づくというイメージをもつことができる。
(3)	コンパス、分度器による正多角形の作図	①円と中心のまわりの角の大きさを使って正八角形（続いて、正六角形、正五角形）の作図をすることができる。 ②円の半径を用いて正六角形の作図をすることができ、なぜこの方法で作図できるかを考えることができる。
(4)	プログラミングによる作図	①プログラムでかけば正方形などは正確に作図できることを知る。 ②プログラミングをして正三角形をかくとき、繰り返しの回数や回転角を考えることができる。 ③プログラミングをして正方形や正多角形をかくことができる。

## 2. プログラミング導入による教育目標についての問題

表 1 に示す(3)コンパス、分度器による正多角形の作図は、プログラミングを導入しない従来の指導で、コンピュータを使わない手作業による作図である。その作図に用いられる算数的な見方や考え方のものがそこでの教育目標といえる。

(3)①での作図では、その導入として折り紙を折って切るという具体的な操作を通して正多角形をつくることができる。半分に等分しながら折っていく操作からは、まず正八角形が考えやすく、円に内接する正多角形は円の中心のまわりを辺の数で等分していることに気づかせることで円と中心角を使って正八角形の作図ができる。同様に円の中心のまわりを等分する方法で正六角形、正五角形もかける。

(3)②での作図は、ある半径の円をコンパスでかきそのときのコンパスの幅で円周を切っていく方法である。この操作を習得して正六角形の作図ができることが教育目標であるが、さらに、なぜこの方法で正六角形が作図できるのかの理由を「円に内接する正六角形の頂点は円周を6等分し、その正六角形の対角線がつくる6つの三角形はすべて合同な正三角形であることと、円周を半径幅にしたコンパスで切っていけば、円内には一辺の長さが半径幅となる合同な6つの正三角形がかけること」を根拠にして説明できるようにすることもここでの重要な教育目標である。そして、従来の教育目標および指導はここまでであったと考えられる。

(4)でのプログラミングによる作図は、ペン先の点を紙上において、まっすぐに動かし直線をかき、回転角の大きさを指定してペン先の進む方向を変えて正多角形をかくというものである。その教育目標は、プログラムを使ってかけばコンピュータが作図することから、正多角形は正確に作図できることを知り、繰り返しの回数や回転角の大きさを変えながら他の正多角形の作図もできるようになることである。作図対象とする正多角形の図形の特徴から、試行錯誤しながら操作の繰り返しの回数や点が移動する方向を示す回転角を考えていくことは「プログラミング的思考」の育成につながるとは考えられる。しかしこのことは、この単元の「正多角形の学びをより確かなものにする」とつながっているのだろうか。このプログラミングを導入することで、従来からある教育目標の達成を強化できるのだろうか。単にプログラミングをしてかけば、正確できれいな作図が実現できるということを示すだけに過ぎないのではないだろうか。もちろんそれもプログラミングを導入したことで得られる成果であるが、プログラミングを導入することで確かな学びにつながる事例とまではいえないのではないだろうか。

以上のような問題を踏まえ、次章では教職課程に在籍する大学生と「正多角形」の教材研究を行い、そこにプログラミングを導入することで、その成果や有効性が認められるような実践を試みた。

## III. 「正多角形」の教材研究のためのプログラミング

まず、(1)手作業による正多角形の作図を行った。これはプログラミングを導入しない従来の教育目標を確認するための体験的な教材研究である。その後、(2)Scratchを用いたプログラムによる正多角形の作図を体験することで教材研究を行った。両方することで、効果的な教材研究をすることができた。

### (1) 手作業による正多角形の作図

#### ①折り紙で正八角形をつくる。

- ・折り紙を半分に折っていくこと（3回）によって、同じ大きさの角をつくる（ $45^\circ$ ）。
- ・折った状態で二等辺三角形になるように、はさみを入れ、広げる。

②折り紙で正六角形をつくる。

- ・①と同様に同じ大きさの角をつくる。三角定規または分度器で $60^\circ$ になるようにする。
- ・折った状態で二等辺三角形になるように、はさみを入れ、広げる。

実際に手作業で行ってみると、わずかに長さや角の大きさがずれが生じるため正確にはできない。しかし、このとき、正八角形や正六角形になるために必要なこと、たとえば、はさみを入れるときに二等辺三角形を意識するなどを確認しておくことは、正多角形の性質を見出すためには肝要な事柄である。

(図 1, 図 2, 図 3, 図 4)



図 1 折り紙を折って切る

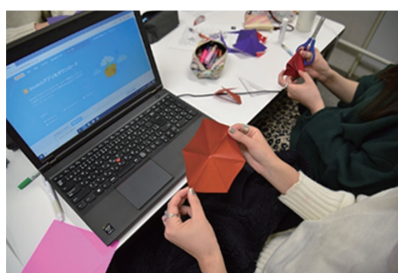


図 2 正六角形ができる

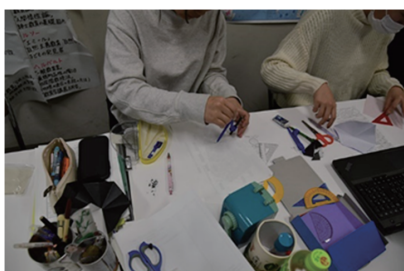


図 3 円を使う



図 4 円の中心のまわりを辺の数で等分する

## (2) Scratch プログラミングによる作図

(1)の後に Scratch を用いた作図を体験させた。当該学生たちには Scratch の使用経験はなく、プログラミングについての技能はない。しかし今回の体験には、ビジュアル型の言語を用いたことで、操作方法はそのとき習得したもので十分であった。順次処理はコードブロックを順次並べること、繰り返し処理のためには繰り返しのコードブロックがあるのでそれを使うことを指導した。そのような初心者が次のような試行錯誤をしながら、プログラムにより正多角形を作図した。



- ・正三角形をかこうとして「60° 回す」コードを使って、正しくかけない。
- ・正三角形をかくなら「120° 回す」コードが正しいと気付く。

正多角形をScratchでかくとき、児童がこのような試行錯誤をしながら角の大きさの指定をしていく過程は、小学校の実践指導<sup>[3][4]</sup>からも見ることができる。しかし、この試行錯誤は先に述べたように、「プログラミング的思考」の育成にはつながるが、この単元の本質的な学びにつながるものではない。そこで今回は、教職課程に在籍する大学生に教材研究をさせるのが目的なので、一般に正n角形をかくなら「何度回せばよいか」を考えさせることにした。

#### IV. Scratch による正 n 角形の作図プログラム

Scratchで正n角形の作図をプログラミングするには、「何度回す」のかを考えなければならない。大学生らはしばらく考えて、正n角形の内角の大きさが $180^\circ \times (n-2)/n$ であること、「何度回す」かは、 $180^\circ$ からその内角の大きさを引けばよいとして、 $360^\circ/n$ を導き出すことかできた。さらに、このとき回す「何度？」の角は各頂点の外角の大きさになっていることを、内角と外角の関係を頭の中でシミュレーションしながら気づくことになる。

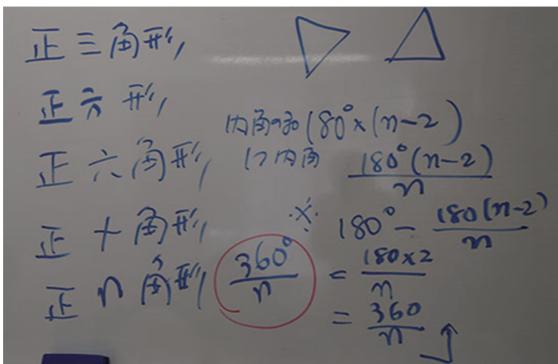


図 5 回転角の計算



図 6 頂点での内角と外角

また、 $360^\circ/n$ が1つ頂点の外角の大きさなら、n個の頂点をひとつお回り回っていくと、正n角形の外角の和が $360^\circ$ になることも説明がつくことになる。結果的に一般のn角形の外角の和がnがどんなに大きくても $360^\circ$ になる予想を導くことができた。

次に「一辺の長さ」と「回す角の大きさ」を任意に設定できるようにした正n角形を作図するプログラムを用いる。そのプログラムは、図7のようになる。あらかじめ用意していたこのプログラムを用いて、当該学生たちに正n角形を作図ができることを確認させた。そして例えば、len=30, n=8, 16, 32とすると、表1の(2)②に示した教育目標にある円に近づくイメージをもつことができることも確認した。

以上のように、プログラミングをしながらコードを考えることによって、多角形の性質をより深く見つける教材研究ができた。

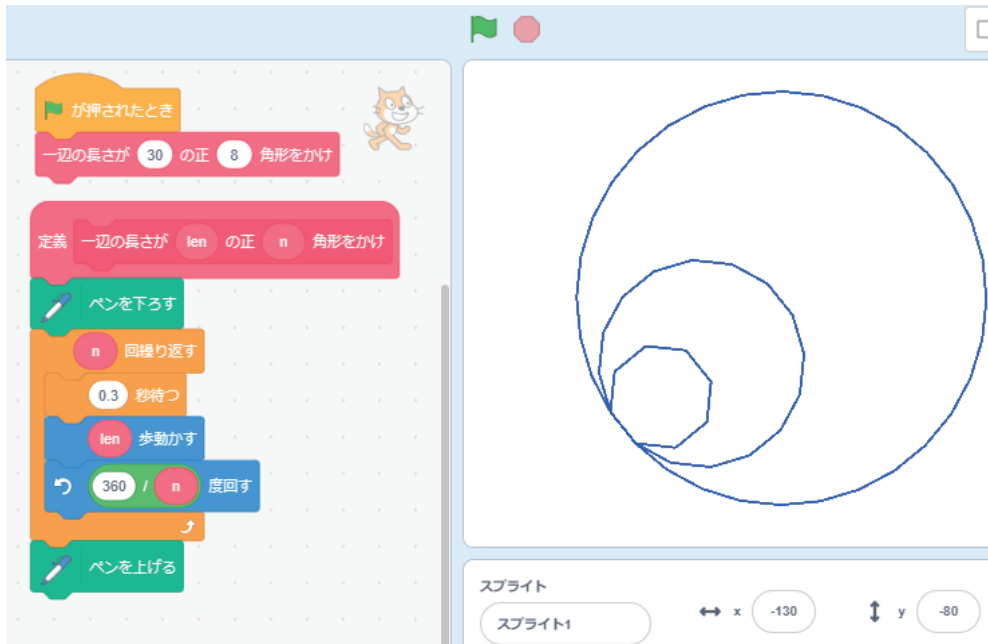


図 7 正  $n$  角形の作図プログラム (len = 30 , n=8, 16, 32)

## V. 考察と今後の課題

本稿では、小学校でのプログラミング教育のねらいにある各教科等で学ぶ知識及び技能をより確実にするという視座から、教職課程に在籍する大学生との教材研究を算数 第5学年「正多角形」で行った。教育目標とその指導を明確に整理した上でプログラミング体験を活用することで、大学生にとっても教材を深く学ぶことができた。具体的には、正  $n$  角形作図プログラムを動かして観察することによって、正多角形は、頂点の数（または辺の数）が増えるにつれて、円に近づくというイメージを視覚的に確認することができた。また、プログラムのコードを考えることによって、

- ・一般化した正  $n$  角形の作図のために、回転する角の大きさを計算することができた。
- ・正多角形ひいては多角形の外角の和が  $360^\circ$  になることが確認できた。

この結果を踏まえて、これからの小学校教員のプログラミングスキルについてはどうあるべきかを考える。児童にとってはコーディングを覚えることが目的でないけれども、プログラミングの学習や体験を通して各教科の教材の理解を確かなものとするためには、教師にプログラミングスキルは必要となるであろう。もちろん、コンピュータを使わずにプログラミング的思考を学ぶ「アンプラグドプログラミング教育」もある。掃除や料理の手順をアンプラグドで考えることは、日常で論理的に物事を考えることであるからプログラミング教育の導入には有効である。しかし、アンプラグドプログラミングは思考活動であり、そこで養われた考える力は各教科等の学びを支える力にはなるけれど、プログラミングを通して各教科等での学びをより確実にするというときには、教員には、やはりプログラミング言語を使うスキルが必要となってくるであろう。それは、そのとき教員にはプログラムのコードを提示する必要

に迫られるからである。そして本稿で取り上げた「正多角形」の作図プログラムも、たとえばあらかじめ作成しておいた「正方形（正四角形）」の作図プログラムを使って、正三角形、正六角形、正五角形の順に、その正四角形の作図プログラムをどう変更すればよいかといった使い方になると考えられる。

また、算数科でのプログラミング教育にA分類としてすでに例示されている「正多角形」について、この例示や全国の小学校での実践を見ると、プログラミングを導入することで論理的思考力の育成につながるという結論が導かれるようであるが、算数の教育目標に照らして、その目的のためにプログラミングを導入するような実践例は、筆者の狭い調査の範囲ではあるが、まだ十分に整っていないようである。そしてその教育目標の達成を強化するようなプログラム（コード）を目指すなら、それは、完成した1つのプログラムというよりは、むしろ、部分的にコードを抽出したようなプログラムとなるであろう。インタプリタ型の言語であれば、その部分だけ動かせるので、そうしたプログラム（コード）の開発も今後考えてみたい。

#### 引用・参考文献

- [1] 文部科学省（2018）『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，pp.85-86
- [2] 文部科学省（2020）「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」
- [3] 京都府総合教育センター（2020）「令和元年度 小学校プログラミング教育 指導案集」，  
[http://www.kyoto-be.ne.jp/ed-center/cms\\_files/kikakukenkyu/programing/r01\\_es\\_programing.pdf](http://www.kyoto-be.ne.jp/ed-center/cms_files/kikakukenkyu/programing/r01_es_programing.pdf)，（最終閲覧日：2020年12月31日），pp.46-51
- [4] 和歌山県教育委員会（2019）「きのくに ICT 教育 小学校プログラミング教育 学習指導案集」，  
[https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/501100/ictforum\\_d/fil/kinokuniICT\\_es.pdf](https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/501100/ictforum_d/fil/kinokuniICT_es.pdf)，（最終閲覧日：2020年12月31日），pp.17-24
- [5] 穴田恭輔（2020）「プログラミング教育によって導かれる小学校算数の教材研究」2020年春季全国大会（第36回大会）プログラム集，日本教育工学会，pp.193-194