

小学校算数教科「正多角形のプログラミング」に関する教科書比較

山本望実¹ 尾崎拓郎²

概要: 平成 29 年告示の学習指導要領には、プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動の例として、「正多角形の作図」の単元が挙げられている。本研究では、正多角形のプログラミングに関する内容について、出版社 6 社の教科書と付属するプログラミング教材についての比較を行った。その結果、各社とも掲載ページ数が少なく、体験可能なコンテンツとしては乏しい状況であった。その中でも学習者に対する体験コンテンツのユーザーインターフェースは各社で異なっていることがわかった。

キーワード: プログラミング教育, 教科書比較

A Comparison of Textbooks on "Programming Regular Polygons" in Elementary School Mathematics

NOZOMI YAMAMOTO¹ TAKURO OZAKI²

1. はじめに

平成 29 年告示の学習指導要領には、プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動の例として、「正多角形の作図」の単元が挙げられている[1].

相澤[2]や山本[3]は、検定済教科書における小学校プログラミング教育の取扱いとして、教科書の掲載内容について比較を行っている。これらは学習指導要領に記載された文言に対して、各社の教科書当該項目についてどの程度記載されているのかを記述内容や掲載ページ数といった観点からの比較を行っている。その一方で、付属のプログラミング教材については言及しているものについては確認できていない。

そこで本研究では、正多角形のプログラミングに関する内容について、主に出版社 6 社の教科書及びその付属するプログラミング教材[4-9]についての比較を行った。

2. 教科書及び付属教材の比較

各社の教科書及び付属のプログラミング教材について、掲載場所及び掲載ページ数、掲載内容、付属のプログラミング教材についての観点から比較を行う。

2.1 教科書の記載場所及び掲載ページ数

正多角形のプログラミングに関する内容について、出版社毎の掲載場所及び掲載ページ数を表 1 に示す。掲載場所について、「章内」と記載のものは、正多角形の作図の章内にプログラミングの内容が掲載されており、「巻末」と記載のものは、教科書の末尾に掲載されていたこと示している。

ページ数について、2 ページにまとめている出版社が多くある中、出版社 5 のみが「章内」及び「巻末」併せて 5 ページと最多であった。

表 1 出版社毎の掲載場所及び掲載ページ数

出版社	掲載場所	ページ数
1	巻末	2p
2	巻末	2p
3	巻末	1p
4	章内	2p
5	章内, 巻末	3p, 2p
6	巻末	2p

2.2 教科書の掲載内容

出版社毎の教科書掲載内容について、巻末付録教材の有無、プログラムの制御構造、取り扱う多角形及びまとめの有無の観点から比較を行う。比較結果を表 2 に示す。

巻末付録教材の有無について、出版社 1 及び 2 は教材を使用したアンブラグドプログラミングのような手法を掲載しているのに対して、出版社 3, 5 及び 6 は PC またはタブレットを用いたブロックコーディングを行うことを前提とした内容を掲載している。出版社 4 については、付録教材及びブロックコーディング双方の内容が掲載されている。

プログラムの制御構造として、繰り返しを行う制御構文のみ使用されており、出版社 1 を除く全ての出版社で掲載されている。

取り扱う多角形としては、初めに四角形、続いて三角形が取り扱われていることが多い。出版社 2 については、発展として正多角形以外に芒星図形も同様のプログラムで作成できることが記載されている。

まとめの項目に関して、出版社 2, 5 及び 6 では、それぞれの正多角形に辺の数や回転する角度を表にまとめる課題が掲載されている。出版社 5 には、まとめた表から公式

1 大阪教育大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Osaka Kyoiku University
2 大阪教育大学情報基盤センター
Center for Information and Communication Technology,
Osaka Kyoiku University

を求める内容も掲載されている。

その他、特徴的な項目としては、出版社3及び4にはプログラミングの考え方、出版社5には、Scratchの使い方がそれぞれ記載されている。また、出版社6はサンプルコードが多角形の描画でなく、同一線分上を往復描画する（線分を書き180度回転して元の位置に戻る繰り返しの命令）内容になっている。

表2 出版社毎の教科書の掲載内容

出版社	付録	ループ	取り扱う多角形	まとめ(表)	まとめ(式)
1	○	×	4, 8	×	×
2	○	○	4, 3 (5, 6, 星形)	○	×
3	×	○	4, 3	×	×
4	○	○	4, 3, 6	×	×
5	×	○	4, 3, 6等	○	○
6	×	○	4, 3, 6, 5	○	×

2.3 付属のプログラミング教材

出版社毎の付属プログラミング教材について、使用されているプラットフォーム、教材の自由度、操作性、実行速度、開始時点でのキャラクターの向き及び実行フィールド背景の観点から比較を行う。比較結果を表3に示す。

プラットフォームについて、出版社1から4は独自のものを利用している。出版社5及び6はScratchというビジュアルプログラミング言語を利用している[10]。

ある学習課題に対して活動の自由さを表現する指標として自由度を定める。たとえば、指定課題で指示された内容のみ活動できる場合には「低」、あるいは自由課題のように比較的自由的な活動が許容されている場合には「高」と定める。この自由度について、出版社3及び4は、事前に図形を指定する方式を取っているため「低」としている。出版社1及び2は、事前の指定なしで多角形の作図を行うため「中」、出版社5及び6は、単元外の内容も可能となっているため「高」としている。

与えられた学習課題に対するプログラムを実行時のフィードバックの有無について、出版社1, 3及び4は、プログラム実行完了時に成功・失敗のフィードバックが行われている。出版社2, 5及び6に関しては特にフィードバックは行われていない。

操作性については、操作方法の明快さ及び操作の容易さ等の使用感から、出版社2, 3及び5は操作性が良いと判断した。

実行速度について、実行ボタンを押してから作画が完了するまでに時間を6社で比較した。出版社3は速度調整が可能のため除外している。計測の結果、出版社2及び5については他と比較して実行速度が速かった。

開始時点でのキャラクターの向きについて、上向きの場合、学習者が画面を閲覧した際にキャラクターの向きと

同様になるが、それ以外の向きの場合には、キャラクターの視点方向を考慮する必要が出てくる。初期状態でキャラクターが上向きで設置されていたのは、出版社3のみであった。

実行フィールドの背景について、出版社1~3では方眼模様になっている。出版社4ではイラスト背景が付与されており、ひと目見ただけでは長さが把握できない。「○cm進む」ための課題として提示された模様に対して1辺の長さがテキストで記載されているため、学習者はその情報を頼りに長さを把握する必要がある。出版社5及び6に関してはScratchをベースにしており、ステージ上の座標空間の長さは規定されているものの、標準の設定では長さを目視できるような補助はなかった。そのため、「○cm進む」ことを課題として取り組む場合には方眼模様になっていることが適切であると考えられる。

その他、特徴的な項目を述べる。出版社1では、開始地点の座標指定が必要になっている。出版社2では、進む・線を引くブロックが個別に分かれている他、反復命令の回数指定をすることができず、描画した線の始点と終点が接続したら実行終了という形になっている。出版社3は、ステップ式になっており、提示された線をなぞる必要がある。たとえば、課題指示である『○回繰り返す』ブロックを用いて正方形を描画する」に対して、たとえ正しく正方形の描画を行っていたとしても提示された線のとおり描画できていなければ失敗判定になっている。出版社4では、学習者が描画しようとする図形を任意に選択できる方式となっている。また、正多角形の描画以外にも方眼模様による補助やなぞるべきガイドが一切表示されないモードも選択できるようになっている。出版社5では、Scratch上にブロックやコメント等が多く表示されており、既にスクリプトエリアに並べられたブロックを移動させるだけでコーディングが可能である一方、記載された情報量が過多であると感じられる。そのため、指導者の適切な指示がなければ、学習者自身取り組むべき課題に戸惑うことが懸念される。出版社6では、多角形を描画するためのブロック定義(サブルーチン)が事前に用意されており、それらを使用してコーディングを行うようになっている。

表3 出版社毎の付属プログラミング教材の掲載内容

出版社	プラットフォーム	自由度	フィードバック	操作性	実行速度	開始時の向き	背景
1	独自	中	○	×	遅	下	方眼
2	独自	中	×	○	速	右	方眼
3	独自	低	○	○	可変	上	方眼
4	独自	低	○	△	遅	右/上	他
5	Scratch	高	×	○	速	右	白紙
6	Scratch	高	×	△	遅	右	白紙

3. 考察

各社ともプログラミング教材として取り扱いがある教科書の掲載ページ数が、見開き2ページ程度のもが多く、相対的な掲載量としては少なく、掲載場所についても教科書本文の章内ではなく巻末に発展的な内容として記載されている出版社が多く見受けられた。そのため、教員の裁量によって授業内では扱われない可能性が懸念される。

掲載内容について、取り扱う多角形及び制御構造等の内容は共通している出版社が多い一方で、説明方法及びサンプルプログラムの記載は異なっていた。

最後に、付属するプログラミング教材については、操作方法はブロックコーディング方式を採用しており、ある程度共通の操作方法であることが確認できる。一方で、表3で示したようなフィードバックや操作性、実行速度といった、細かなユーザーインターフェースについては各社で様々な違いがあった。また、プログラミング教材として取り扱っている課題の指示内容や課題実施の自由度に関しては、各社で異なっていることが確認できた。

これらを受けて、教員が教材開発を行う際には、各社から提供されているプログラミング教材について、活動の実現可能範囲や操作性等の特徴を事前に把握し、授業を実施する際の学習目標や学習活動の詳細を明確にした上で、授業設計を行う必要があると考えられる。

4. おわりに

本研究では、正多角形のプログラミングに関する内容について、出版社6社の教科書と付属するプログラミング教材についての比較を行った。その結果、各社とも掲載ページ数が少なく、体験可能なコンテンツとしては乏しい状況であった。また、付属するプログラミング教材のユーザーインターフェースは各社で異なっていることがわかった。

今後、教科書準拠のプログラミング教材に求められる要件の標準化を行うべく、関連教材の調査を踏まえたプログラミング教材の要件定義が次の課題として挙げられる。

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), https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf (2021.11.18 アクセス)
- [2]相澤崇, 検定済教科書における小学校プログラミング教育の取扱い — 小学校学習指導要領で示されている教材を中心に —, 都留文科大学研究紀要, 第94号, p.93-102, 2021.
- [3]山本広志, 小学校プログラミング教材導入前後の教科書比較研究, 山形大学教職・教育実践研究第15号, pp.19-27, 2020.
- [4]学校図書, 学校図書のQRコード教材学図プラス, <https://gakuto-plus.jp/01504> (2021.12.02 アクセス)
- [5]啓林館, 算数5年 p236 (正多角形にそって, えんぴつくんを動かそう), <https://digi-keirin.com/es20/link/sansu5-pg.html> (2021.12.2 アクセス)
- [6]東京書籍, 新しい算数, <https://tosho.proguru.jp/takakukei/#/> (2021.12.2 アクセス)

- [7]教育出版, 小学算数プログラミング教材, <https://www.kyoiku-shuppan.co.jp/docs/sansu/programing/> (2021.12.2 アクセス)
- [8]日本文教出版, 小学5年 正多角形をかくプログラムをつくらう, <https://scratch.mit.edu/projects/367310448/> (2021.12.2 アクセス)
- [9]大日本図書, 正多角形をかこう 学習用ページ, <https://scratch.mit.edu/projects/205295701/> (2021.12.2 アクセス)
- [10]Scratch, Scratch について, <https://scratch.mit.edu/about> (2021.12.2 アクセス)