

中学校数学科におけるプログラミング教材の開発

大 門 耕 平

(近江兄弟社中学校)

中 村 隼 規

(近江兄弟社中学校)

坂 井 武 司

(教育学科教授)

Sphero を用いて、中学生向けにプログラミングの授業をデザインし、実践した。授業デザインにおいては、数学科の図形領域の内容と関連させ、プログラミング学習とともに数学科の学習内容を深める工夫をおこなった。また、授業アンケートを実施し、文部科学省が示すプログラミング教育のねらいに対する授業効果の検証をおこなった。その結果、Sphero を利用したプログラミングの授業は、「楽しさ」、「協働学習」、「プログラミング的思考の活用」、「数学的知識の活用」に関して効果的であることが示された。

キーワード：プログラミング的思考、Sphero、数学、中学校

1. 問題と目的

(1) 中学校におけるプログラミング教育

中学校教育においてプログラミング的思考の育成を目指す教育が求められている。その背景には、情報化社会の発達に対応する資質・能力を育成するという目的がある。

中学校学習指導要領総則（文部科学省、2017）は、「学習の基盤となる資質・能力」の1つとして、プログラミング的思考を含む情報活用能力を位置付け、その育成においては各教科等の特質に応じて適切な学習場面で育成を図ることが重要であることを示している。このことから、技術・家庭科における指導だけでなく、各教科におけるプログラミング教育を取り入れた教育実践が求められているといえる。

さらに、「教育の情報化の手引き（追補版）」（文部科学省、2020）において、「この内容は、情報の技術の見方・考え方を働かせた実践的・体験的な活動を通して、生活や社会で利用されている情報の技術についての基礎的な理解を図り、それらに係る技能を身に付け、情報の技術と生活や社会、環境との関わりについて理解を深めるとともに、生活や社会の中から情報の技術に関わる問題を見いだして課題を設定し解決する力、よりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて、適切かつ誠実に情報の技術を工夫し創造しようとする実践的な態度を育成することを目標としている。」と情報の知識を得る学びだけではなく、実践的な取り組みを通した学びの重要性を指摘している。

また、プログラミング教育で身につけさせる目標

として次の7項目の力や技能及び態度の育成を挙げている。

- ①生活や社会の中から情報の技術に関わる問題を見いだして課題を設定する力
- ②課題の解決策を条件を踏まえて構想し、全体構成やアルゴリズムをアクティビティ図等に表す力
- ③試行・試作等を通じて解決策を具体化する力
- ④設計に基づく合理的な解決作業について考える力
- ⑤課題の解決結果や解決過程を評価、改善及び修正する力
- ⑥安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等を行うことのできる技能
- ⑦知的財産を創造、保護及び活用しようとする態度
そして、これらを実現するための実践として、次の2点を挙げている。

- ①ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決
- ②計測・制御のプログラミングによる問題の解決
さらに、これらの学びを通して、自分なりの新しい考え方や捉え方によって、解決策を構想しようとする態度や、自らの問題解決とその過程を振り返り、よりよいものとなるよう改善・修正しようとする態度の涵養を図ることを提言している。

このように文部科学省は、中学校におけるプログラミング教育の目的を示し、新しい時代を生き抜く力を育むことを教育内容に含めることを求めている。

(2) 中学校におけるプログラミング教育と小学校におけるプログラミング教育の違い

プログラミング教育については、小学校学習指導要領でも規定されており、中学校での実施においては、小学校との連続性、そして、小学校からの発展的内容が求められている。ここでは、小学校におけるプログラミング教育の目的と中学校におけるプログラミング教育の相違点について述べることにする。「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）」（文部科学省：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、2016）では、学校教育として実施するプログラミング教育において次のような資質・能力を育むとしている。

【知識・技能】

(小) 身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。

(中) 社会におけるコンピュータの役割や影響を理解するとともに、簡単なプログラムを作成できるようにすること。

【思考力・判断力・表現力等】

発達の段階に即して、「プログラミング的思考」（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）を育成すること。

【学びに向かう力・人間性等】

発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。

また、プログラミング教育と発達段階の関係については、有識者会議まとめにおいて、小学校では、「身近な生活の中での気付きを促したり、各教科等で身に付いた思考力を「プログラミング的思考」につなげたりする段階」とし、中学校及び高等学校では、「それぞれの学校段階における子供たちの抽象的思考の発達に応じて、構造化された内容を体系的に教科学習として学んでいくこととなる。」としている。

このように、プログラミング教育において、小学校と中学校では、目的に相違がある。すなわち、小学校では、「身近にあるものの中にプログラムが組み込まれていることを知ること、そして、問題解決のためのプログラムの仕組みを考えること」が目的であるのに対し、中学校では、「コンピュータの役

割や影響を知ることとともに、自らがプログラムを作成することによって課題を解決することを目指すこと」が求められている。

(3) 本研究の目的

本研究では題材として Sphero SPRK+（以下、Sphero）というロボットを作動させるプログラムを取り上げ、中学校数学科におけるプログラミング教材を開発し、その効果を明らかにすることを目的とする。そのために Sphero を活用した数学科における授業設計を行い、中学生に対する授業実践を行い、その効果を評価する。Sphero を用いた教材開発及び授業実践については、坂井ら（2019）の論文があるが、これは小学校を対象としたものであり、本研究では、坂井らの論文を参考として、中学生を対象とした教材開発と授業実践をすることとする。

2. Sphero を用いた教材の開発

(1) Sphero について

Sphero は、Sphero 社が開発したプログラミングロボットであり、操作においては、Sphero Edu というアプリを用いることにより、STEM/STEAM 教育を可能とする。

Sphero Edu を利用すると、児童や生徒の年齢や習熟度に応じて、「ドロー」、「ブロック」、「テキスト」の3つの方法でロボットのプログラムが可能となる。専用のアプリをインストールしたデバイス（スマートフォンやタブレット）とロボットを近づけるだけで、Bluetooth を通して簡単に接続して使うことができる。本研究においては、「ブロック」を使い、ブロックプログラミングで学習を実施することとする。

また、Sphero の操作においては、「ドライブ」という機能もある。この機能を使うことにより、ラジコンのように Sphero を操作することができるため、Sphero の動きを理解する上で有用である。そこで、Sphero の導入においては、このドライブ機能を用いることとする。

このような機能をもつ Sphero を用いて、以下の2つの教材を開発し、50分2コマの授業を実施した。授業は、特別授業として夏休み期間に計画し、参加者を募集した。授業の参加者は中学1年生から3年生の20名であった。

(2) 第1時：速さ、時間、道のりについての学習教材

第1時は、生徒全員が初めて Sphero をつかうことを想定し、「速度」と「時間」の設定により移動距離が決まり、「角度」を設定することにより、移

動方向が決まるという Sphero のブロックプログラミングの方法を理解することに重点を置く。また、ドライブ機能での動きをプログラミングに置き換えることにより、プログラミング的思考を育成することも意図した。

【指導目標】

- ①速さ、時間、道のりの関係に気づき、その関係性から導き出された公式に基づいて、課題を解決することができる。
- ②課題を解決するためのプログラムを作成し、Sphero を制御することができる。

【学習活動】

①導入：10分

2人組を作り、各ペアで Sphero と iPad を受け取る。Sphero との接続方法、キャブレーション(Sphero の方向を進行方向に設定する)方法を知る。ドライブ機能を使って、自由に Sphero を操作する。

②展開1：15分

10メートル先に30センチ間隔でコーンがあり、コーンとコーンの間で Sphero を止まらせるという課題を理解する。まず、ドライブ機能を使って課題をクリアした後、ブロックプログラミングで「速度」と「時間」のプログラムを作成する課題に取り組む。また、速度を変化させ、それに応じて時間を調整する。

③展開2：15分

10メートル先のコーンを回って戻ってくる課題を理解する。プログラムに「角度」を設定する「ブロック」を追加し、課題に取り組む。

④まとめ：10分

各ペアが作成したプログラムを順に実行し、他のペアのプログラムと比較する。また、速度と時間の関係について振り返る。

(3) 第2時：図形の角度についての学習教材

第2時は、数学科の図形領域の内容と関連させ、プログラミングにおいて、既習の数学的知識の活用を促すことをねらいとする。中学2年生での数学的知識を活用して、プログラミングによる正五角形と星形(星形正五角形)の作図を作図することを学習課題として設定する。しかし、プログラミングにおける「角度」の設定に外角を用いることを理解する必要があるため、簡単な図形として、正方形や正三角形を取り扱うこととした。なお、プログラミングによる正五角形の作図においては、正五角形の内角の和が 540° であることから、1つの内角が 108° 、外角が 72° であることを求め、「角度」を設定する。また、星形(星形正五角形)の作図においては、星形の内角(正五角形の各辺の延長線で作られた鋭角)

の和が 180° であることから、1つの内角が 36° 、外角が 144° であることを求め、「角度」を設定する。

【指導目標】

- ①正多角形について、内角、外角の関係について理解する。
- ②課題を解決するために内角、外角の関係を利用してプログラムを作成し、Sphero を制御することができる。

【学習活動】

①導入：10分

Sphero で図形を描くという課題について理解する。正方形(図1)の角度について考える。その際、内角、外角の関係について確認する。Sphero で角度を描く際は、外角を使うことを理解する。

②展開：30分

ブロックプログラミングを作成し、正方形を描く課題に取り組む。課題をクリアしたペアは、正三角形(図2)、正五角形(図3)、星型(図4)の課題を与える。

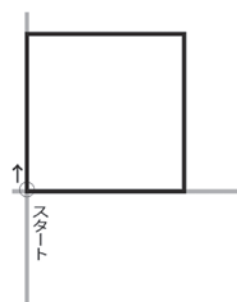


図1 正方形

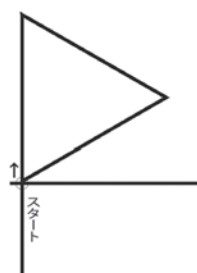


図2 正三角形

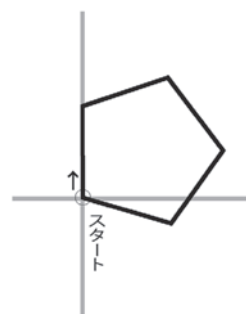


図3 五角形

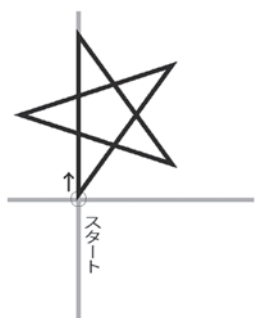


図4 星型

③まとめ：10分

正三角形，正方形，正五角形，星型の角度について解説を受け，理解する。アンケートに回答する。

3. アンケート調査

教材の評価については，大門（2021）で開発されたプログラミング教材の評価基準を用いることとした。以下に評価項目を示す。

1. プログラミングは楽しかった。
2. コンピュータ（Sphero）にプログラムすることで自分の思い通りの動きをさせることができた。
3. コンピュータ（Sphero）がプログラムで動くことを理解できた。
4. コンピュータ（Sphero）を動かすプログラムを作成することができた。
5. コンピュータ（Sphero）にできること，できないことを考えた。
6. コンピュータ（Sphero）へのプログラムによって実現したいことを考えた。
7. どのようにプログラムを組み合わせれば良いのかを自分で考えた。
8. プログラムをよくするために改善策を考えた。
9. プログラミングをするとき，話し合いをすることで，数学の内容について深く考えることができた。
10. プログラミングをするとき，数学（算数）の知識を活用した。
11. 正多角形の内角について理解できた。
12. 正多角形の外角について理解できた。
13. 星型の図形を描くとき，三角形の外角の知識を活用した。
14. プログラムを身近なところで活かすことを考えた。
15. 身近な問題を解決するためのプログラムを考えた。

回答については5件法とし，選択肢を「1. 思わない。2. あまり思わない。3. どちらとも思わない。4. 少し思う。5. とてもそう思う。」とした。また，自由記述として，「1時間目の授業について

感想を書いてください。」「2時間目の授業について感想を書いてください。」への回答を求めた。

4. 結果と考察

(1) 第1時の実際

まず，Spheroの導入に関して，生徒全員が初めてSpheroをつかう条件であったが，iPadとSpheroの接続，Spheroのキャプレーション，そして，「ドライブ」での操作を導入の10分で理解することができた。これは，iPadとSpheroとの相性の良さ，また，Spheroの操作性の簡便さを示すものであった。

また，ドライブ機能を使ってSpheroを操作することについては，操作の簡便さもあるが，それよりも楽しそうに取り組む姿があった。感想においても，「最初は思い通りに動かなかったけどコツを掴んでいったらちゃんと動くようになったことがとても嬉しかった」，「ラジコンのように上手に動かせた」，「ラジコンのようにSpheroを動かして楽しかったです。」というものがあつた。

さらに，ブロックプログラミングにおいても，プログラミングについては，「速度」と「時間」を入力することに限られたため，課題をクリアするのに多くの時間は必要なかった。また，コーンを回る課題においても，角度を90度に設定することを追加することにより実現できるため，クリアまでの時間にはグループによって差はあつたが，すべてのペアが課題をクリアすることができた。

ブロックプログラミングについての感想では，「割と難しかった」，「プログラムして動かすことができなかった。」との記述がみられ，一部の生徒はプログラミングに難しさを感じていた。しかし，「最初は思い通りに動かなかったけどコツを掴んでいったらちゃんと動くようになったことがとても嬉しかった」，「単純な操作なだけに突き詰めるほどに早くなったりと奥が深いと思いました。」という感想もあり，ブロックプログラミングへの対応だけではなく，応用的な利用を試みる生徒もいた。

また，Spheroを扱うことについては，「思った通りに走らなかったけど，楽しかったです」，「楽しかったです」，「ラジコンのようにSpheroを動かして楽しかったです。」など，Spheroを利用することにより，楽しさを感じながら学習に取り組むことができていた。

特に，Spheroでのプログラミングの利点としては，「学び合う」学習が実現したことである。「（他のペアに）勝てなかった。」「仲間と協力することができた」，「距離感を掴むために，ペアで協力してSpheroを動かしたことが面白かった。」というよう

に、プログラミングをする中で、自然と学び合うことが実現されており、協働学習、グループ学習に適した教材であると考えられる。

以下に、第1時についての全ての感想を示す。

【第1時の感想】

- ・勝てなかった。割と難しかった。
- ・仲間と協力することができた。プログラムを作成する時はとても難しかった。
- ・思った通りに走らなかったけど、楽しかったです。
- ・最初は思い通りに動かなかったけどコツを掴んでいったらちゃんと動くようになったことがとても嬉しかった。
- ・意外と操作が難しかった。
- ・違うロボットでもやってみたい。
- ・楽しかったです。
- ・ラジコンのように上手に動かせた。でも、プログラムして動かすことができなかった。
- ・距離感を掴むために、ペアで協力して Sphero を動かしたことが面白かった。
- ・コントロールは、うまくできたけど、プログラミングがうまくできなかった。角度の調整がすごく難しかったです。
- ・あまり思った通りに動かせなかった。
- ・ラジコンのように Sphero を動かして楽しかったです。
- ・単純な操作だけに突き詰めるほどに早くなったりと奥が深いと思いました。

(2) 第2時の実際

Sphero で図形を描く授業については、導入の部分で、正方形の性質について確認した。内角と外角については、小学校での既習内容であるので、その関係について理解している生徒がほとんどであった。

図形を描くプログラムへの取り組みにおいては、第1時と同様、「難しかったが楽しかったのがよかったです。」「楽しかったです。」「少し難しかったけど、できた時の達成感があって良かったです。」と感想にあるように、楽しさや達成感を感じることができた。

また、「協働学習」についても、「ペアの人と協力して出来ました。」「仲間と協力して課題に取り組むことができました。」という感想にあるように、仲間と学び合うことで高め合う学習が実現していた。

第2時においては、図形を扱うことで、より数学的知識が必要となるプログラムであり、生徒は、それぞれの図形の角度を算出し、その結果に応じてプログラミングをおこなった。感想においても数学的知識の活用について、「角度を計算するのが難しかった。」「四角形や三角形など、様々な図形を動か

かすときに少し知識を活用できたのでよかった。」というものがあり、数学的知識の活用を促す教材であることがわかる。ただし、数学的知識の活用においては、感想にもあるように一定の難しさも有するため難しさを覚える生徒もいた。

第2時の特徴的な点は、「五角形と星形をクリア出来なかったのが悔しいです。でも、楽しかったです。」「コントロールが凄く難しかったのもっとプログラミングに慣れます。」というように、Sphero での学習をより深めることやさらに取り組むことを希望する生徒がいたことである。Sphero で図形を描くことは、一定の難しさを有するものであったが、数学的知識を活用することやプログラムで制御して Sphero を動かすことは、プログラミング的思考の活用への意欲につながるものであった。

以下に、第2時についての全ての感想を示す。

【第2時の感想】

- ・ほとんど出来なかった。微調整が難しかった。
- ・正方形はまあまあできたけど、三角形や星はなかなかできず、難しかったが楽しかったのがよかったです。
- ・ペアの人と協力して出来ました。
- ・計算だけした。
- ・角度を計算するのが難しかった。
- ・楽しかったです。
- ・五角形と星形をクリア出来なかったのが悔しいです。でも、楽しかったです。
- ・四角形や三角形など、様々な図形を動かすときに少し知識を活用できたのでよかった。
- ・コントロールが凄く難しかったのもっとプログラミングに慣れます。
- ・思った通りに動かせるようになった。
- ・少し難しかったけど、できた時の達成感があって良かったです。
- ・仲間と協力して課題に取り組むことができました。

(3) プログラミングに関するアンケート結果

表1にプログラミングに関するアンケート結果の平均値±標準偏差を示した。平均値が4.0を超えた項目は、項目1、項目3、項目4、項目7、項目8、項目9、項目10、項目11、項目12の9項目であった。これらの項目は、前述のように、Sphero を用いた教材が「楽しさ」(項目1)、「プログラミング的思考の活用」(項目3、項目4、項目7、項目8)、「協働学習」(項目9)、「数学的知識の活用」(項目10、項目11、項目12)の面で優れたものであることを示すものである。

一方で、平均値が4.0を超えなかった項目は、項目2、項目5、項目6、項目13、項目14、項目15の

表1 プログラミングに関するアンケート（平均値±標準偏差）

		平均値±標準偏差
1	プログラミングは楽しかった。	4.69±0.63
2	コンピュータ（Sphero）にプログラムすることで自分の思い通りの動きをさせることができた。	3.69±1.18
3	コンピュータ（Sphero）がプログラムで動くことを理解できた。	4.46±0.66
4	コンピュータ（Sphero）を動かすプログラムを作成することができた。	4.39±0.77
5	コンピュータ（Sphero）にできること、できないことを考えた。	3.77±1.09
6	コンピュータ（Sphero）へのプログラムによって実現したいことを考えた。	3.92±0.86
7	どのようにプログラムを組み合わせれば良いのかを自分で考えた。	4.23±0.73
8	プログラムをよくするために改善策を考えた。	4.23±0.73
9	プログラミングをするとき、話し合いをすることで、数学の内容について深く考えることができた。	4.08±1.04
10	プログラミングをするとき、数学（算数）の知識を活用した。	4.15±0.99
11	正多角形の内角について理解できた。	4.54±0.66
12	正多角形の外角について理解できた。	4.39±0.77
13	星形の図形を描くとき、三角形の外角の知識を活用した。	3.54±1.56
14	プログラムを身近なところで活かすことを考えた。	3.77±0.93
15	身近な問題を解決するためのプログラムを考えた。	3.31±1.03

6項目であった。項目2については、項目4の結果と比較することで、「意図した動き」をさせるためのプログラミングの難しさを生徒が感じていると考えられる。しかし、項目8について肯定的な意見が多かったことから、そのような難しさが「問題を解決したい」という生徒の態度につながったと考えられる。一方、項目5、項目6、項目14、項目15は、学習内容の活用や発展に関連する項目である。本実践では、数学の世界の問題の解決にとどまっているため、そこから新たな問題を発見したり、日常の問題へとつなげたりする活動は不十分であったことが理由であると考えられる。

また、授業においては、星型まで進むペアが少なかったため、星型に関する質問やプログラミングを別のことに結びつけて考えることについての回答が4.0を下回る結果となった。これは、第2時の図形を描く授業においては、50分という時間では十分ではないことを示すものであり、今後の授業改善においては、描く図形の数減らすこと、または、50分2コマを準備する必要がある。

次に、表2にプログラミングに関するアンケート結果の各項目間の相関表を示した。項目1と有意な相関があるのは、項目3、項目4、項目6であった。また、項目3と有意な相関があるのは、項目4、項目6、項目7であった。さらに、項目4と項目7、項目6と項目7、項目7と項目8にも有意な相関があった。したがって、Spheroで図形を描くことは、前述のように一定の難しさを有するものであるが、楽しさを感じながらの活動は、プログラミングの理解や作成につながるとともに、そのプログラミングの理解が、プログラミング作成過程における見通し・組み合わせ・改善という一連のプログラミング的思考に影響すると考えられる。

また、項目2と項目5は項目15と有意な相関があり、プログラミングの成功体験やプログラミングの実行可能性を検討することが、プログラミングの活用につながると考えられる。

さらに、項目6と項目8は項目9と有意な相関があり、項目10と項目13、項目11と項目12にも有意な相関があった。したがって、見通しを持ったり改善策を考えたりする活動が、数学的知識を活用したプログラミング的思考の活用のきっかけとなり、既習内容の確かな理解につながると考えられる。

(4) 発展教材

今後の授業改善において、図形を描く授業を50分2コマで実施する場合、50分1コマにおいて星型まで作図できたペアがいたことを考慮すると、発展教材を準備しておく必要がある。そこで、図5のように星形の作図に連続して、星形に外接する正五角形を作図するプログラムを位置付けることとする。

正五角形の一辺と星形の一辺（正五角形の対角線）の比は、 $1 : \text{約}1.6$ になる。この比は、正五角形の一辺を1、星形の一辺を x とし、トレミーの定理を用いて以下のように求めることができる。したがって、この教材は高校生を対象としたプログラミング教材としても活用できる。

$$1 \cdot 1 + 1 \cdot x = x^2 \text{ より、} x^2 - x - 1 = 0$$

$$\text{したがって、} x = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \text{ となる。}$$

表2 プログミングに関するアンケート（相関表）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 プログラミングは楽しかった。	—														
2 コンピュータ（Sphero）にプログラムすることで自分の思い通りの動きをさせることができた。	.31	—													
3 コンピュータ（Sphero）がプログラムで動くことを理解できた。	.77**	.41	—												
4 コンピュータ（Sphero）を動かすプログラムを作成することができましたか。	.61*	.33	.77**	—											
5 コンピュータ（Sphero）にできること、できないことを考えた。	.13	.52	.39	.31	—										
6 コンピュータ（Sphero）へのプログラムによって実現したいことを考えた。	.72**	.30	.65*	.55	.33	—									
7 どのようにプログラムを組み合わせれば良いのかを自分で考えた。	.35	-.01	.63*	.58*	.28	.56*	—								
8 プログラムをよくするために改善策を考えた。	-.01	-.01	.28	.13	.49	.43	.68*	—							
9 プログラミングをするとき、話し合いをすることで、数学の内容について深く考えることができた。	.29	.50	.55	.27	.75**	.57*	.42	.75**	—						
10 プログラミングをするとき、数学（算数）の知識を活用した。	-.32	.40	.01	.25	.50	.02	.06	.41	.48	—					
11 正多角形の内角について理解できた。	-.17	-.30	.15	.05	-.16	.23	.42	.42	.06	.12	—				
12 正多角形の外角について理解できた。	-.25	-.41	-.05	.01	-.18	.17	.43	.43	-.04	.25	.87**	—			
13 星型の図形を描くとき、三角形の外角の知識を活用した。	-.24	.23	-.02	.16	.52	.22	.03	.47	.54	.86**	.26	.37	—		
14 プログラムを身近なところで活かすことを考えた。	.15	.46	.46	.14	.52	.50	.46	.46	.54	.22	.49	.37	.27	—	
15 身近な問題を解決するためのプログラムを考えた。	.03	.70**	.02	-.06	.59*	.22	-.10	.23	.44	.44	-.14	-.16	.35	.52	—

* p<.05, ** p<.01

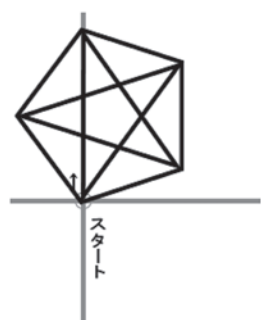


図5 星形に外接する正五角形

しかし、中学生を対象とした教材であるため、正五角形の一边が5 cmの完成図を配布し、生徒は図から必要な長さを測定して、計算により1：約1.6の比を求めてプログラミングすることとする。

さらなる発展教材として、図5の星形に外接する正五角形の作図に連続して、正五角形に外接する円を作図するプログラムを位置付けることもできる。円の作図は、円と正多角形の関係に基づいて、正n角形において $n \rightarrow \infty$ の場合としてプログラムする。本研究においては、Spheroを用いたプログラミング教材を開発したが、図6のように、Scratchを用いたプログラミングにより同様の作図ができる。図



図6 正五角形に外接する円のプログラム

6においては、円の近似として、1度回転することを360回反復することにより正360角形を作図している。

5. まとめと課題

本研究では、中学校数学科におけるプログラミング教材の開発・授業実践として、Spheroを用いた学習を設計し、授業実践をおこない、その有用性を検証した。その結果、Spheroを利用した授業は、「楽しさ」、「協働学習」、「プログラミング的思考の活用」、「数学的知識の活用」に関して効果的であることが示された。また、「楽しさの実感によるプログラミングの理解やプログラミング的思考への影響」や「プログラミングの実行可能性、見通し、改善策の検討によるプログラミングの活用や数学科としてのプログラミング的思考の活用と確かな理解へのつながり」も示唆された。

ただし、本研究は、参加者が20名という少人数であったこと、また、「難しかった」や「できなかった。」という感想があったように、授業での実践に結びつけるためには課題もある。今後、これらの課題を解決するための改善をおこない、より有用性のある教材開発につなげていきたい。

文献

- 文部科学省（2016）：「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）」、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
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm（2022年1月6日閲覧）。
- 文部科学省（2017）：『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総則編』，東山書房。
- 文部科学省（2020）：『教育の情報化の手引き（追補版）』
https://www.mext.go.jp/content/20200707-mxt_jogai01-000003284_011.pdf（2022年1月6日閲覧）。
- 大門耕平・坂井武司・中村隼規（2021）：「プログラミング的思考の育成を目指すプログラミング教材の開発—micro:bitを用いた授業実践—」，『京都女子大学教職支援センター研究紀要』，第3号，pp. 145－159。
- 坂井武司・赤井秀行（2019）：「プログラミングによる知識活性型の算数科授業の開発」，『京都女子大学発達教育学部紀要』，Vol. 15，pp. 11－21。