

ICT を活用することにより情報活用能力を高める 中学校数学科授業の研究

41725002 石川 智大

1. はじめに

『国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2015) のポイント』^[1]では、日本の中学 2 学年の生徒は数学のテストにおいて高得点をとる一方で、質問調査では「数学が楽しい」「数学を勉強すると、日常生活に役立つ」「将来、自分が望む仕事につくために、数学で良い成績をとる必要がある」と答える割合が国際平均よりも低く、数学への興味関心が低く、有用性を感じていないことが述べられている。このことから、主体的に数学を学んでいるとは言い難い現状があると考えられる。

また、中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説総則編^[2]では、情報活用能力を発揮させることにより、各教科等における「主体的・対話的で深い学び」へとつながっていくことが一層期待されるとしている。一方で、『「ICT を活用した教育推進自治体応援事業」(ICT 活用指導力調査項目の改善に向けた調査研究)実施報告書』^[3]において、中学校の教員は他の校種に比べて、授業において ICT を有効に活用することを指導することに不安を抱えている割合が高いことが報告されている。

これらのことから、ICT を活用することにより、情報活用能力を高め、さらに「主体的・対話的で深い学び」を促したりするような、中学校数学科の具体的な単元開発を行い、その実践から、結果を検討する必要があると考えた。本研究では、プログラミングを取り入れた中学校 2 学年図形分野の単元開発や、コンピュータの活用を取り入れた中学校 1 学年統計分野の単元開発とその実践を行った。

2. プログラミングを取り入れた中学校第 2 学年図形分野の単元開発

小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説総則編^[4]では小学校段階のプログラミングを行う目的の一つに、「プログラミング的思考」を育むことが挙げられている。「プログラミング的思考」とは、「発達の段階に応じた、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」とされている。

また、山本ら^[5]は初等中等教育におけるプログラミング教育を行う意義の一つに、「児童生徒の主体性や協調性を育み、自己効力感を高めることができる」ことを挙げている。小学校でプログラミングを学んだ経験があれば、中学校数学科でも、それを生かしたプログラミングを取り入れた授業が行いやすくなり、それによって数学の授業にこれまでよりも主体的に取り組むことが期待できると考えた。

そこで本研究では、プログラミングを中学校数学科に取り入れた単元の開発を行った。開発する単元は、小学校との関連性を意識して、2 学年図形分野の「正多角形の性質」とした。

(1) 学習環境

単元を開発するにあたって、使用言語として Scratch を想定した。これは命令がブロックになっており、コーディングに対する知識が少ない学習者でもブロックを組み合わせることで、プログラムを組み立てることができるという長所がある。また、小学校段階におけるプログラミング言語として使用されているものは様々あるが、Scratch はその一つとして考えられており、多くの学習活動が実践されている。

(2) 小学校との関連性と中学校で取り入れることの意義

小学校学習指導(平成 29 年告示)要領^[6]では、正多角形の作図の単元でプログラミングを取り入れることが例示されている。一方で、小学校段階では、「外角」といった用語は触れていないことや、「外角の和は 360° 」という知識が含まれないことから、体験的に「正多角形の一つの外角が $360/n$ で求められる」という知識を獲得していくと考えられる。この学習経験を基に、中学校段階で新たに外角や外角の和などについての知識を獲得した上で、プログラミングによる正多角形の作図の活動を行うことで、学習した用語や知識の確実な定着が期待できるだけでなく、小学校で行った活動よりも多くの図形を簡単に作図できるため、学習した内容が実感を伴いながら一般化できると考えた。

(3) 開発単元

上述の小学校との関連から、扱う単元は、中学校第 2 学年数学科、図形分野における、「多角形の角についての性質が見いだせることを知ること」とした。特に、多角形の角の和の説明の単元で扱う。プログラミングを通して操作を行い、正多角形を作図する活動を行う中で、正多角形の一つの外角や内角の求め方を理解させていきたいと考えた。

(4) 指導計画

本単元では、それまでに学習する「外角」の用語や「外角の和は 360° 」といった基礎知識を活用して、プログラミングを行うことで新たな知識である「正多角形の一つの内角の求め方」を引き出す実践として、授業を考えた。全4時間の単元のうち、第3時と第4時はプログラミングを取り入れた実践授業とする。

(5) プログラミングを取り入れた授業1(第3時)

本時のねらいは、「正多角形の一つの外角が $360/n$ で求まることを理解すること」である。そこで本時では、正多角形を作図するプログラムを Scratch 上で作成する活動を取り入れる。帰納的に正多角形の外角の大きさを求める公式を見つけるために、小学校学習指導要領(平成29年告示)で例示されていた正多角形作図の活動を取り入れる。まずは正三角形の作図から行う。ここでは使用するブロックを、学習プリントで図示し、生徒はそれを糸口にブロックを組み合わせて、正三角形を作図するプログラムを作成する。その後、正三角形を作図するプログラムを用いて、正方形、正五角形、正六角形、正八角形と作図する。このとき、学習プリントの表に回す角の大きさと角の数を記入していくことで、帰納的に「正 n 角形の一つの外角は $360/n$ の式で求められること」に気づかせる。その後、理論的になぜそうなるのかを考えさせることで一般化につなげたい。さらに、定着を図るため、一つの外角の大きさが分数で表される正七角形の一つの外角を求めることも行う。

(6) プログラミングを取り入れた授業2(第4時)

本時のねらいは、「正多角形の一つの内角の求め方を理解すること」である。そこで本時では、以下の活動を行う。

① 正 n 角形を作図するプログラムを Scratch 上で作成する活動

第3時で一般化した知識である、「正 n 角形の一つの外角の大きさは $360/n$ で求められる」ことを活用して、定着させることがねらいである。ここでは、「式」ブロックや「調べる」ブロックを活用して、作成することとした。ここでも、作成に必要なブロックをあらかじめ学習プリントに図示しておき、それを糸口に生徒がプログラムを作成することとする。本活動では、「式」ブロックに組み合わせ、「答え」として代入した角の数を用いて回す外角を自動で求めるように、図示されたブロックを組み合わせながら作図を行う。このプログラムを試すことで、前時に学んだ公式がどんな角の数でも応用できることに気づかせたい。また、最後には動かす歩数を小さくし、角の数を大きくしていくことで作図する正多角形が円に近似していくことを実感させたい。

② 正 n 角形の一つの内角を求める活動

本活動は、「正多角形の一つの内角の大きさを、外角を利用して求める方法を知る」ことがねらいである。中学校学習指導要領(平成29年告示)解説数学編^[7]では、外角の和の求め方について、「具体的には、多角形の外角の和が各頂点における二つの外角の一方の和であることを理解できるようにし、その上で、一つの頂点における内角と外角の和が 180° であることと、 n 角形の内角の和に基づくなどして、 n 角形の外角の和は 360° を求めることが考えられる」とされている。そこで、外角と内角の関係性である「内角と外角の和は 180° である」ことを踏まえて、「 $180^\circ - (\text{一つの外角})$ 」で求まることに気づかせる。正二十角形を用いて、公式である「 $180^\circ - (\text{一つの外角})$ 」を用いてまずは計算し、Scratch 上のプログラムにその数を代入すると正20角形が作図できることで実感させ、定着へとつなげたい。

3. コンピュータの活用を取り入れた中学校第1学年統計分野の単元開発と実践

中学校学習指導要(平成29年告示)領解説数学編^[8]では、コンピュータの活用が統計分野において、手作業でデータを処理するのが難しい場合には、「コンピュータなどを利用して作業の効率化を図ることが大切である」としている。そして、それにより、「処理した結果を基にデータの傾向を読み取ったり考察し判断したりすることに重点を置いて指導できるようにする」として例示が行なわれ、統計的な問題解決の場面で、コンピュータを用いて分析・処理を行うことでさらなる問題の解決に役立てていくことが期待されている。中学校段階での統計の学習はデータ数が少ない場合の手作業での計算方法により平均値と中央値、最頻値といった代表値を求める活動にとどまらず、その代表値の意味を理解し、大量のデータを扱う際にはコンピュータを利用して効率的にデータを処理し、分析していくことで問題を解決するような学習が必要である。

そこで本研究では、コンピュータの活用を中学校数学科に取り入れた単元の開発を行い、実践を行った。開発した単元は1学年統計分野の「資料の整理」である。

(1) 使用する学習環境

生徒全員が一台ずつコンピュータを操作するため、コンピュータ室で授業を行なった。また表計算ソフトとして、Microsoft 社の Excel を利用した。

(2) 実践対象

本実践はA中学校 1 学年 4 学級 155 名を対象に行った。

(3) 実践単元

実践する単元は、中学校第 1 学年数学科、統計の分野における「集団の傾向や特長を調べて比較・検討すること」とした。

中学校 1 学年では、ヒストグラムと平均値・中央値・最頻値などの代表値の理解を深め、集団の傾向や特徴を調べることを通して、統計的に処理する能力を一層高めることをねらっている。一般的に、中学校 1 学年の生徒は、平均値の大小関係のみに注目して集団の傾向や特徴を考える生徒が多いことと考えられる。しかし、一つの資料を、様々な代表値の観点から評価することで、平均値だけでは発見できなかった集団の傾向や特徴を捉えることができることを実感させ、それぞれの代表値が表すよさや必要性に気づかせたい。また、複数の集団を、複数の代表値をもとに比較して評価することで生徒が自身で考えながら、目的に応じて代表値を取捨選択し、問題を解決していく数学的活動を通して主体的に知識を活用して学習していく。

(4) 指導計画

本単元は各授業 50 分間の 5 時間で構成した。第 4 時と第 5 時は、「体育大会を開催するのに適切な日を調べよう」という大課題を設定し、コンピュータの活用を取り入れた授業とした。

(5) コンピュータの活用を取り入れた授業 1 (第 4 時)

本時はこれまでに学習した資料の活用における知識をもとに、「1 つの集団を、度数分布表やヒストグラム、度数分布多角形、相対度数を用いて、資料の傾向をとらえ説明すること」「1 つの集団を、散らばりに注意して目的に合った代表値を選び、資料について考察すること」をねらいとした。

「体育大会を行うのに適した日とはどんな日のことか」という発問を行い、「天気」や「気温」などのキーワードのみを挙げるのではなく、より具体的に項目をどう評価するかを話し合わせ、関連の高い項目などから評価する項目を選ばせる。例えば気温では、その日の平均気温や最高気温などの、どの代表値が、値としてどの程度だと望ましいかということまで話し合わせる。

気象庁のホームページから、その年度の体育大会が開催された 5 月 12 日の過去 50 年の平均気温や降水量といった気象データをダウンロードする。そのデータの集団を、表計算ソフトを用いて代表値を求めたり、度数分布表で表したりする。ここで、膨大なデータを取り扱うことから、手作業による分析の限界を感じさせ、コンピュータを用いてヒストグラムや度数分布表などでデータを表すことのよさを実感させたい。

(6) コンピュータの活用を取り入れた授業 2 (第 5 時)

本授業では、「複数の集団を、度数分布表やヒストグラム、度数分布多角形、相対度数を用いて、比較や分析を行うこと」「複数の集団を、散らばりに注意して目的に合った代表値を選び、資料について考察すること」をねらいとした。

まず、体育大会が行われた 5 月 12 日以外の日の気象データを、前時と同様に気象庁のホームページからダウンロードし、分析していく。ここで、全員に役割が与えられるために各グループで役割分担し、分析が終わり次第グループでデータを共有する。

ここで集まったデータから、「体育大会を開催するのに最適な日はいつか」を決定していく。平均値などの代表値の大小関係のみでの評価にならないよう、調べた項目についてどの代表値で判断するかを十分に考慮させる。

4. 質問紙調査

(1) 選択項目

授業後に行った調査結果を表 1 に示す。この調査は 5 を高評価、1 を低評価とした 5 件法で行った。最も評価が高かったのは「コンピュータを利用した数学の授業は楽しい」の項目であった。また、コンピュータを利用したことでもいつもよりも授業を積極的に受けられた」「今後も授業でコンピュータを利用してほしい」の項目の平均値が高かった。これらのことから、楽しみながら積極的に授業に参加できたことがうかがえる。また、今後の生活における積極的なコンピュータの活用への態度を育成できたと考えられる。このことは情報活用への意欲を高めることにもつながったと考えられる。

(2) 記述項目

① コンピュータの活用を授業に取り入れることでよかった点

コンピュータの活用を授業に取り入れることでよかった点について自由記述で答える項目には、「複数の項目を考えるために、データを並び替えたり、移動させたりして、見やすくするのが楽。」など思考を深めるための教具としての利用に関する意見があった。また、計算速度や精度などの計算機としてのコ

表1 質問項目とその回答の平均値・標準偏差

| 質問内容 | 平均値 | 標準偏差 |
|--------------------------------------|-----|------|
| 1. 数学が好きだ | 3.7 | 1.13 |
| 2. コンピュータを利用した数学の授業は楽しい | 4.3 | 0.86 |
| 3. コンピュータを利用したことでいつもよりも授業を積極的に受けられた | 4.1 | 0.87 |
| 4. 今回の授業を通して数学がより好きになった | 3.7 | 0.98 |
| 5. コンピュータを操作することが自分の考えを持つことに役にたった | 3.9 | 1.02 |
| 6. 今後も授業でコンピュータを利用してほしい | 4.1 | 1.01 |
| 7. コンピュータを利用した授業が今後もあると数学がより好きになれそうだ | 3.8 | 1.01 |
| 8. コンピュータを利用したことで、友達との議論が深まった | 3.7 | 1.02 |

ンピュータ利用に関する意見、大量のデータを扱うことができることに関する意見、授業に積極的に参加できたことに関する意見などが多く記述された。

② コンピュータの活用を授業に取り入れることでよくなかった点

コンピュータの活用を授業に取り入れることでよくなかった点について自由記述で答える項目には、「先生が話し始めても操作をやめられなかった。」など活動の切れ目が曖昧になっていたという意見があった。操作の面での不安を記述した意見も見られた。

③ 聞き取り調査

①の項目で授業に積極的に参加できたことに関する意見を記述した生徒に、なぜ積極的に参加できたのか聞き取り調査を行った。その結果、前時まで手作業で代表値を求めていたため、その計算結果に自信が持てていなかった生徒が自信をもって話し合いなどに参加できたことや、普段の授業でコンピュータを使うことがないため新鮮に感じられたことなどが要因となっていたことがわかった。

5. まとめ

実践授業から、普段あまり積極的に授業に参加できていなかった生徒も、コンピュータを用いることで、数学の学習に積極的に参加できたことがわかった。また、今回の授業実践ではコンピュータを用いて問題を解決するを経験する中で、今後もコンピュータを利用していきたいという態度を育てることができたと考えられる。これは情報活用への意欲の高まりであり、今後の情報活用能力の向上が期待できる。しかし、本研究では具体的にどのような情報活用能力を育成したのかを十分に検討することができなかった。このことに関しては、今後の研究の課題として取り組んでいきたい。

また、プログラミングを取り入れた 2 学年図形分野の単元については、来年度以降に実践を行い、効果を検証していきたい。

【参考文献】

- [1] 文部科学省(2016), 国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2015) のポイント,
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2016/12/27/1379931_1_1.pdf(参照日 2019.2.14)
- [2] 文部科学省(2018), 中学校学習指導要領解説(平成 29 年告示)総則編, 東山書房, pp.51-52
- [3] 日本教育新聞社(2017), 「ICT を活用した教育推進自治体応援事業」(ICT 活用指導力調査項目の改善に向けた調査研究) 実施報告書
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/_icsFiles/fieldfile/2018/03/01/1401939_1.pdf(参照日 2019.2.14)
- [4] 文部科学省(2018), 小学校学習指導要領解説(平成 29 年告示)総則編, 東洋館出版社, p85
- [5] 山本利一・本郷健・本村猛能・永井克昇(2016), 初等中等教育におけるプログラミング教育の教育的意義の考察, 日本教育情報学会誌第 32 巻 2 号, pp.3-11
- [6] 文部科学省(2018), 小学校学習指導要領(平成 29 年告示), 東洋館出版社, p75
- [7] 文部科学省(2018), 中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説数学編, 日本文教出版大阪, p110
- [8] 前掲書[7], p93