

数学的に把握 考察し、説明する力を高めるための I C T を活用した学習指導の工夫

— 数と式の領域において、場面に応じたフラッシュ型教材の作成と活用を通して —

熊野町立熊野東中学校 三瀬 友博

研究の要約

本研究は、数と式の領域において、数学的に把握、考察する場面と数学的に説明する場面に応じたフラッシュ型教材を作成し活用することを通して、数学的に把握、考察し、説明する力を高めるための I C T を活用した学習指導の工夫を考察したものである。文献研究から、数学的に把握、考察するためには、事象の変化の様子を繰り返し確認させること、事象を整理して提示すること、類似問題に取り組ませること、また、説明する場面では、他者説明を取り入れることが有効であることが分かった。そこで、第1学年「文字式」において、それぞれの場面に応じたフラッシュ型教材を作成し、活用した。その結果、生徒は事象を帰納的、演繹的、類推的な考え方を用いて考えること、他者の考えを説明することができるようになった。フラッシュ型教材を活用することは、数学的に把握、考察、説明する場面において、有効であることが分かった。

キーワード：フラッシュ型教材 把握、考察する場面と説明する場面

I 主題設定の理由

中学校学習指導要領数学（平成20年）では「各領域の指導に当たっては、必要に応じ、そろばん、電卓、コンピュータや情報通信ネットワークなどを適切に活用し、学習の効果を高めるよう配慮するものとする。」¹⁾と学習内容によって適切な教材や、I C T を用いることの重要さが示されている。一方、中学校学習指導要領解説数学編（平成20年、以下「解説数学編」とする。）に「様々な事象を数理的にとらえ、考察し、表現したり処理したりする能力を高めることをねらいとした指導が行われる。」²⁾と述べられている。

平成25年度全国学力・学習状況調査数学B問題において、広島県の平均正答率は43.5%であった。特に、数と式の領域の、事象と式の対応を的確に捉え事柄が成り立つ理由を説明することができることをねらいとした問題の正答率は26.6%である。所属校の誤答を分析すると、「問題の意味が理解できない」「理由として必要な条件が欠けており、説明が不十分」といった課題があった。また、無解答の生徒が23.6%いた。これらのことから、「数学的に把握する力」「数学的に考察する力」「数学的に説明する力」に課題があると考える。

I C T を用いたフラッシュ型教材について、教育の情報化に関する手引（平成22年、以下「手引」とする。）に「I C T を用いたフラッシュ型教材等を活用することで、児童生徒が集中して取り組むことができ、効率的に知識を定着させることができる。」³⁾

と、その有効性について述べられている。そこで、数と式の領域において、数学的に把握、考察する場面では、フラッシュ型教材を連続して提示することで、事象の変化の様子や規則性を明確にしていく。また、数学的に説明する場面では、作成したフラッシュ型教材を生徒の説明に合わせて提示する。

このようにして、I C T を用いたフラッシュ型教材を場面に応じて作成、活用することを通して、数学的に把握、考察し、説明する力を高めることができると考え、本研究題目を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 数学的に把握、考察し、説明する力について

(1) 数学的に把握、考察することについて

内海敦・牧下英世（2010）は「数学的」に対して「数学ではない」とはどのようなことかを文献を参考にまとめ、事象が数量化、図形化できないもの等を挙げている。そこで、本研究では数学的に把握するとは、事象の数量や図形の関係を理解することであると考える。

高等学校学習指導要領解説数学編理数編（平成21年）に、問題解決の場面における数学的な見方や考え方について、「問題を数学の対象としてとらえたり、直観、類推、帰納、演繹などにより、いろいろな角度から問題を考察し、解決の方向を構想したりするときの見方や考え方である。」⁴⁾と述べられて

いる。また、片桐重男（1988）は数学的な考え方として、帰納的な考え方、類推的な考え方、演繹的な考え方、統合的な考え方、発展的な考え方、抽象化の考え方、単純化の考え方、一般化の考え方、特殊化の考え方、記号化の考え方等を挙げている。これらの考え方の中から、盛山隆雄（2013）は問題を解くときに活用頻度の高い考え方として、帰納的な考え方、演繹的な考え方、類推的な考え方の三つを挙げている。

これらのことから、本研究では数学的に把握、考察するとは、問題を解く過程において、事象の数量や図形の関係を理解し、事象を帰納的、演繹的、類推的な考え方等を用いて考えることとする。

（2）数学的に説明することについて

「解説数学編」では、数学的に説明し伝え合う活動を第1学年では「数学的な表現を用いて、自分なりに説明し伝え合う活動」⁵⁾第2、3学年では「数学的な表現を用いて、根拠を明らかにし筋道立てて説明し伝え合う活動」⁶⁾と述べられている。柏元新一郎（2009）は、「『数学的な表現』とは、対象となるものを図、表、グラフや記号、用語などの数学特有の言語で表したものである。さらに数学用語や数学独特の言葉の言い回しなども数学的な表現に入る。」⁷⁾と述べている。

これらのことから本研究では、数学的に説明するとは、対象となるものを図、表、グラフや記号、用語などの数学特有の言語や数学用語、数学独特の言葉の言い回しなどを用いて説明することとする。

2 ICT活用について

（1）中学校数学科におけるICT活用

「手引」には教育効果を上げるために、どのような場面で、どのようにしてICTを活用するかの計画を立てることが重要であり、その具体例として「指導のねらいに沿って、単元や題材のどの場面でICTを活用するかを検討する。その際、ICTを教員が活用するのか、児童生徒が活用するのかを明確にし、事前の準備が効率的に進められるように配慮する。」⁸⁾「授業でのICTを活用した提示の仕方を検討し、提示するタイミングや見せ方を工夫する。授業の導入や展開、まとめの場面によって、ICT活用の意図が異なるので、提示する内容とその見せ方も十分検討する必要がある。」⁹⁾と述べられている。

「手引」に中学校数学科におけるICTの活用例が掲載されており、把握、考察、説明の場面に分けて、表1にまとめることができる。課題を拡大提示することで生徒に課題を明確に把握させたり、生徒に自分のノート等を実物投影機で提示して説明させたり、あるいは様々なソフトで、事象をシミュレーションして、考察させたりするなど、中学校数学科

において、ICTを活用する場面は様々である。これらのことから、中学校数学科において、ICTを活用することは、生徒が把握、考察、説明することに有効的であると考える。

表1 中学校数学科におけるICTの活用例

場面	使用機器等	領域	活用例
教員によるICT活用	○大型ディスプレイ ○デジタルコンテンツ	全領域	・問題文等を拡大提示し、学習のねらいを確実につかませる。
	○シミュレーションソフト	関数	・関数のグラフを提示し、表や式、グラフを関連付けて考えさせる。 ・グラフ作成機能を用いて、生徒がグラフを作成し、学習を深める。
生徒によるICT活用	○表計算ソフト	関数	・関数のグラフで、生徒自ら仮説を持ち、値を固定したり変化させたりして、条件設定を状況に応じて自在に変化しながら、グラフの変化の様子を考察する。
	○表計算ソフト ○インターネット	資料の活用	・「標本調査」で母集団から標本を抽出する際に必要な乱数を得たり、資料を収集したり、様々な標本調査とその結果について調べる。
説明	○実物投影機	全領域	・ノートに記した式や求め方を提示して、自分の考え方をわかりやすく説明する。
	○表計算ソフト	資料の活用	・ヒストグラムを作成したり代表値を求めたりして、資料の傾向をとらえ、その結果を基に説明する。

（2）数と式の領域におけるICT活用

「解説数学編」に数と式の領域におけるコンピュータの活用について、「文字を用いた式の計算の確実な定着を図るために、個々の生徒に応じて補充、習熟といった学習に用いることができる。」¹⁰⁾と述べられている。先行研究で、井丸尚（平成19年）は数と式の領域の二次方程式において、個に応じた指導に重点を置いたIT教材を作成し、生徒の学習状況にあった学習支援を行うことは、個に応じた学習指導に有効であり、基礎的・基本的な内容の定着につながると述べている。これらのことから、本領域において、知識の定着の場面でICTを活用することは有効であることがわかる。しかし、本領域における把握や考察、説明の場面を対象としたICTの活用についての報告はあまり見られない。そこで、本研究では数と式の領域において、把握、考察、説明の場面で、ICTの有効的な活用について明らかにしていく。

3 ICTを用いたフラッシュ型教材について

「手引」に、フラッシュ型教材について「フラッシュカードのように、課題を瞬時に次々と提示するデジタル教材のこと」¹¹⁾と述べられている。さらに、高橋純・堀田龍也（2011）は「シンプルであり、繰り返し活用することによって、習熟に効く、定着に効く教材です。」¹²⁾と述べている。フラッシュ型教

材は、知識の定着に有効な教材であるといえる。

「手引」に、授業での教員によるICTの活用について「思考や理解をより深めるためには、映像などを組み合わせながら説明することが大切である。」¹³⁾「複雑な事象などについて思考や理解を深めるために、アニメーション映像をみたり、それについて意見をまとめた児童生徒のノートを拡大提示しながら話し合ったりすることなどを通して、児童生徒の思考や理解をより深めることができる。」¹⁴⁾と述べられている。ICTを用いて、事象の様子を視覚的に提示することに合わせて説明することで、生徒の思考や理解を深めることができると考える。また、高橋ら(2011)は「ICT活用の圧倒的な有効性が認められるのは、すべての児童生徒に繰り返して提示できる機能です。」¹⁵⁾と述べている。ICTを用いると、生徒に事象の様子等を確認するために、繰り返し提示が容易にできると考える。

これらのことから、フラッシュ型教材は、画面を次々と変えて提示することで、事象の変化の様子を視覚的に分かりやすくする。また、事象の変化の様子を提示しながら説明を加えることで、生徒の思考や理解を深めることに有効な教材であると考える。さらに、繰り返し提示することのできるフラッシュ型教材は、生徒が事象の変化を確認することにも有効な教材であると考える。

また、堀田(2012)は紙媒体のフラッシュカードと比較し、作成が容易、大きく表示され見えやすい等をフラッシュ型教材のよさとして挙げている。「手引」に教材作成のためのICTの活用について「ICTを用いて作成された提示資料は、再利用や共有がしやすく、それによって準備時間が短くて済むメリットがある。」¹⁶⁾と述べられている。ICTを用いたフラッシュ型教材は、紙媒体のフラッシュカードと比べて、学習内容や、生徒の実態に合わせて、修正したり、付け加えたりすることが容易であると言える。

III 数と式の領域における場面に応じたICTを用いたフラッシュ型教材について

1 ICTを用いたフラッシュ型教材の作成について

高橋ら(2011)はフラッシュ型教材を効果的に活用するために、「短時間に集中して行うこと」「テンポの良さ」「活用のねらいが明確」「スライドが見えやすい」といったことを挙げている。これらのことについて留意し、フラッシュ型教材を作成する。

2 場面に応じたフラッシュ型教材について

(1) 数学的に把握、考察する場面

数学的に把握、考察するとは問題を解く過程において、事象の数量や図形の関係を理解し、事象を帰納的、演繹的、類推的な考え方等を用いて考えることとした。安藤暁(2013)は文章題解決において「問題を複数回読ませるのは、現実的に1回読んだだけで問題の状況を理解できる生徒は多くないからである。かつて、私自身も文章題に苦しんだ経験があったが、繰り返し読んでいくうちに状況が理解でき、手順がわかるようになった。」¹⁷⁾と述べている。生徒が問題を理解するためには、問題を繰り返し確認させることが重要であると考える。ICTを用いたフラッシュ型教材は繰り返し提示することが容易であるため、問題の事象を理解させるのに有効であると考える。

松尾七重(2008)は文章題解決において、「文章題を読んで、書かれている内容を理解し、その情景を思い浮かべる。そのとき、既に分かっていることは何か、求めるものは何か、どのような条件が含まれているかなどを考えるようになる。」¹⁸⁾と述べている。把握の場面で、問題の意味を理解することで、その問題の条件や求めたいものが分かり、考察につながっていくと考える。盛山(2013)は数学的な考え方を育てるために「子どもが経験してほしい考え方を自然にできるように教材や授業展開(発問)を工夫することが大切だということです。」¹⁹⁾と述べている。また、「事象を整理することで、帰納的にきまりが見つけやすい状態になります。」²⁰⁾「見つけたきまりがなぜ成り立つか、問題がどのようなしくみになっているのかを、既習を基に説明すること、これが演繹的な考え方です。」²¹⁾「帰納的な考え方と演繹的な考え方とは、本来ワンセットになる思考です。」²²⁾と述べている。さらに、「類推的な考え方を育てるには、似たような問題を意図的に扱い、同じように問題解決する経験をさせることだと思います。」²³⁾と述べている。事象を整理することで、事象のきまりを帰納的に考えさせたり、見付けたきまりから、既習を基に演繹的に考えさせたり、意図的に類似問題に取り組ませて、類推的に考えさせたりすることが重要であると考える。

そこで、フラッシュ型教材を活用する。フラッシュ型教材は、画面が次々と変わるために、事象の変化を視覚的に捉えさせることができる。事象の変化の様子が分かるよう整理されたフラッシュ型教材をテンポよく提示することは、生徒にとって、事象の変化する部分とそうでない部分が明確になりやすい。そのため、事象のきまりが帰納的に見付けやすい状態になると考える。さらに、見付けたきまりから、既習を基に、事象について考えさせることで、演繹的な考え方につながると考える。また、フラッシュ型教材は、修正したり付け加えたりすることが容易

で、類似問題を作成することに適している。類似問題を作成し、フラッシュ型教材を同様に活用することで、生徒は事象を類推的に考えることができるようになると考える。これらのことから、フラッシュ型教材を活用することは、事象を帰納的、演繹的、類推的な考え方等を用いて考えさせることに有効であると考える。

(2) 数学的に説明する場面

数学的に説明するとは、対象となるものを図、表、グラフや記号、用語などの数学特有の言語や数学用語、数学独特の言葉の言い回しなどを用いて説明することとした。清水美憲（2011）は全国学力・学習状況調査の記述式問題で、事柄が成り立つ理由の説明について「説明対象となる事柄の根拠が示されていること、その根拠に基づいて事柄が成り立つことが指摘されていること、の両方が求められる。すなわち、『○○であるから、△△である』の形で表現される前半部分と後半部分の両方が必要である。」²⁴⁾と述べている。根拠と結論を明らかにして説明することが重要であると考える。

電子黒板を用いた先行研究で、池野進一郎（平成23年）は「書き込み・他者説明の学習活動を行うことは、説明をさらに分かりやすくすることにつながり、言葉、図、式などの表現を相互に関連付けて表現することに結び付いた。」²⁵⁾と、他者説明することが説明の場面で有効であることを述べている。さらに、伊藤貴昭（2007）は他者説明すると「被説明者にわかるように『筋を通す』ことが必要だという働きがおき、結果として理解へとつながるのだといえる。」²⁶⁾と述べている。「筋を通す」とは筋道を立てて考えることであり、生徒は筋道を立てるために、根拠を明確にする必要があると考えるようになると言える。熊谷純（2008）は他者説明について、

「式から解答に至るまでの説明を、その結果を導き出した人とは別の人には説明させる手法です。」²⁷⁾「式を考えた子の頭の中をみんなで分析するような活動です。」²⁸⁾と述べている。他者説明とは、他者の考えを読み取って、他者の考えを説明する活動であることがわかる。他者の考えを読み取るために、他者の考えを把握、考察することが必要である。そこで、フラッシュ型教材を活用する。フラッシュ型教材は、他者の考えた式と図の関連が分かるよう段階を追って、提示することができる。提示することで、生徒は、他者の考えを視覚的に把握しやすくなり、他者の考えを読み取ることができるようになると考える。また、様々な考え方を確認する時も、式と図を関連させたフラッシュ型教材を効率よく提示することができる。さらに、生徒が他者説明する際には、生徒の説明に合わせて、フラッシュ型教材を提示する。そうすることで、説明を聞いている生徒は、式と図の関連を確認することができ、説明がより分か

りやすくなると考える。なお、説明の際には、○○であるからと根拠を明確にさせ、△△であると結論を記述させて、説明させる。

IV 研究の仮説と検証の視点と方法

1 研究の仮説

数と式の領域において、ICTを用いたフラッシュ型教材を活用し、繰り返し提示するなどの学習指導の工夫をすることで、生徒は事象の数量や図形を理解し、事象を帰納的、演繹的、類推的な考え方等を用いて考え、他者の考えを事象に即して説明することができるようになり、数学的に把握、考察し、説明する力が高まるであろう。

2 検証の視点と方法

検証の視点と方法を表2に示す。

表2 検証の視点と方法

検証の視点	検証の方法
ICTを用いたフラッシュ型教材を活用することで、生徒は、事象の数量や図形を理解し、帰納的、演繹的、類推的な考え方等を用いて考えることができるか。	プレテスト ポストテスト ワークシート アンケート 振り返りカード
ICTを用いたフラッシュ型教材を活用することで、生徒は他者の考えを事象に即して説明することができたか。	

V 研究授業について

1 研究授業の計画

- 期間 平成26年7月3日～平成26年7月16日
- 対象 所属校第1学年（4学級152人）
- 単元名 文字式（文字を用いて式に表す）
- 目標 事象の規則性を把握、考察し、数量を文字を用いた式で表すことができる。また、図と式を対応させて、説明することができる。
- 学習指導計画（全6時間）

時	学習内容
1	事前アンケート、プレテスト
2	マッチ棒の本数を求める場面において、マッチ棒の本数を文字を用いた式で表し、文字式のよさを知る。
3	具体的な場面で、数量を文字を用いた式で表す。
4	碁石の総数を求める場面において、様々な求め方を考え、式を作る。
5	他者の考えた碁石の総数を求める式を説明する。
6	事後アンケート、ポストテスト

2 文字式におけるICTを用いたフラッシュ型教材について

(1) 数学的に把握、考察する場面

第4時の研究授業を紹介する。第4時では碁石の総数を求めるために、規則性を見いだし、考察する問題を取り扱う。課題を図1に示す。

(問) 下の図のように、碁石を並べていく。

1番目 2番目 3番目

(1) 5番目の碁石の個数を求めなさい。求め方を記入すること。
 (2) 100番目の碁石の個数を求めなさい。求め方を記入すること。
 (3) n 番目の碁石の個数を求めなさい。

図1 碁石の総数を求める問題

問題の条件を把握するために、事象の変化が分かるフラッシュ型教材をテンポ良く提示する。提示したフラッシュ型教材を図2に示す。

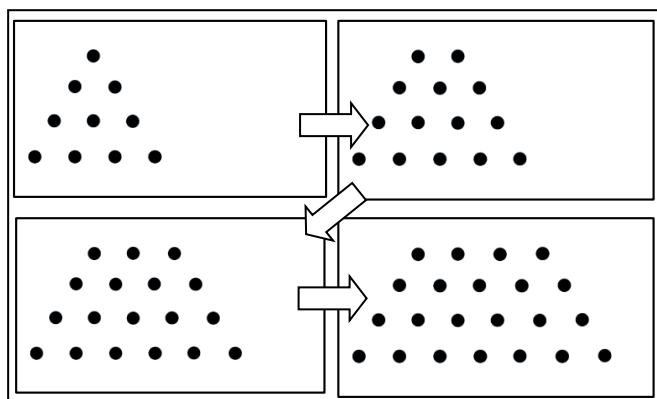


図2 把握させるためのフラッシュ型教材

これらのフラッシュ型教材を繰り返し提示し、事象の変化を把握させた上で、考察させる。考察の場面では、予め生徒が考えそうな求め方を表すフラッシュ型教材を準備しておく。授業では解き方を確認させるときに提示する。作成したフラッシュ型教材の一部を図3に示す。

考え方1	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
考え方2	10 + 4 + 4 + 4 + 4
考え方3	10 + 4 × 4
考え方4	6 + 4 × 5
考え方5	5 + 6 + 7 + 8
考え方6	上底5 下底8 (5+8) × 4 ÷ 2

図3 求め方を表すフラッシュ型教材の一部

これらのフラッシュ型教材は、求め方の大切な部

分（図の区切り方等）にアニメーションを施しており、碁石以外は、最初は見えない状態になっている。例えば考え方3のスライドではそれぞれ碁石を囲んでいる部分がアニメーションになっており、説明に合わせて、碁石を囲んでいる部分が見えるようにした。考え方4、考え方5、考え方6のスライドについても同様である。また、考え方1、考え方2のスライドについては、最初は数字が見えない状態になっており、説明に合わせて、数字を提示していく。さらに、これ以外の考えについては、碁石だけ表示されたスライドに直接書き込むようとする。

また、生徒が発表する際には、発表に合わせて、スライドを選択し、提示する。

(2) 数学的に説明する場面

第5時の研究授業を紹介する。今回の研究授業では他者説明を用いる。平成25年度全国学力・学習状況調査を参考に課題、フラッシュ型教材を作成した。課題を図4に示す。

(問) 花子さんは右のように囲んで $n \times 3 - 3$ という式をつくりました。
 その理由は次の通りです。

理由

正三角形の辺ごとにすべての碁石を囲んでいるので、1つのまとまりの個数は n 個である。同じまとまりが3つあるので、このまとまりで数えた碁石の個数は $n \times 3$ 個になる。このとき、各頂点の碁石を2回数えているので、碁石全部の個数は $n \times 3$ 個より3個少ない。
 したがって、碁石全部の個数を求める式は $n \times 3 - 3$ になる。

さて、太郎くんは右のような囲み方をしました。このような囲み方をすると、碁石全部の個数を求める式は $(n-2) \times 3 + 3$ となります。太郎くんは、碁石全部の個数を求める式が $(n-2) \times 3 + 3$ となる理由を花子さんに説明しようと思います。

下の説明を完成させなさい。

説明

したがって、碁石全部の個数を求める式は、 $(n-2) \times 3 + 3$ になる。

図4 碁石の総数の求め方を説明する問題

例題の説明では、理由の部分と事象の式や図が対応するようなフラッシュ型教材を作成した。具体的には理由の文章と、それに対応する図を交互に、段階を追って提示する。そうすることで、説明文と式と図の関連を明確にして、式を読み取らせる。そして、○○だからと根拠を明らかにし、△△であると結論を記述させ、説明させる。作成したフラッシュ型教材の一部を図5に示す。生徒が他者説明する際は、図5で用いたスライドを基に、フラッシュ型教材を作成する。生徒の説明に合わせて、式と図の関連が、段階を追って提示されるよう作成した。

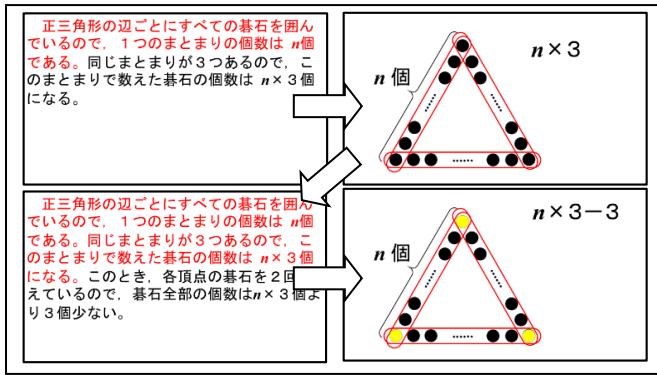


図5 他者説明で用いたフラッシュ型教材

VI 研究授業の分析と考察

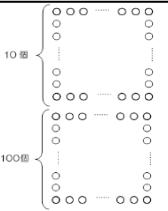
1 分析の方法

事前・事後アンケート、プレ・ポストテスト、ワークシート、振り返りカードで分析を行う。

プレテスト、ポストテストは全国学力・学習状況調査と広島県「基礎・基本」定着状況調査を参考に作成した。プレテスト、ポストテストの内容を図6、図7に示す。それぞれの(1)では碁石の総数を求めるための式を求める問題を、(2)では記述されている式により碁石の総数が求まる理由を他者説明する問題を出題した。

- (1) 右の図のように、1辺に碁石を10個並べて正方形を作ります。碁石の個数を求めなさい。
- (2) 右の図のように、1辺に碁石を100個並べて正方形を作ります。太郎くんは碁石の個数を次のようにして求めました。
- $$98 \times 4 + 4$$
- 太郎くんの考え方を説明しなさい。

図6 プレテスト



- (1) 花子さんは、1辺に10個の碁石を並べたときの、全部の碁石の数を右のように考えて計算しました。
- 太郎くんは、花子さんの考え方を使って、下の図のように碁石を \square で囲み、1辺に x 個の碁石を並べるとときの、碁石の全部の個数を求める式をつくりました。太郎くんがつくった式を書きなさい。
- (2) 右のような囲み方をすると、碁石全部の個数は、 $x \times 4 - 4$ という式で求めることができます。碁石全部の個数を求める式が $x \times 4 - 4$ になる理由は次のように説明できます。
- 正方形の辺ごとにすべての碁石を囲んでいるので、1つのまとまりの個数は x 個である。同じまとまりが4つあるので、このまとまりで数えた碁石の個数は $x \times 4$ 個となる。このとき、各頂点の碁石を2回数えているので、碁石全部の個数は $x \times 4$ 個より4個少ない。したがって、碁石全部の個数を求める式は、 $x \times 4 - 4$ になる。
- 右のように囲み方を変えてみると、碁石全部の個数は $(x-2) \times 4 + 4$ という式で求めることができます。碁石全部の個数を求める式が $(x-2) \times 4 + 4$ になる理由を説明しなさい。

図7 ポストテスト

2 ICTを用いたフラッシュ型教材を活用することで、生徒は、事象の数量や図形を理解し、事象を帰納的、演繹的、類推的な考え方等を用いて考えることができたか

事後アンケートから検証する。それぞれの項目の内容とその結果を表3に示す。項目①においては、肯定的意見が100%となった。生徒の感想に「図が動く様子が分かりやすかった。」「碁石がどのような増え方をしているのかが分かった。」「碁石の1辺に1つ、2つ…というのが言葉だけだと、どんなふうか想像しにくいけど、フラッシュ型教材だとよく分かった。もう1度いきますで、2度確認するのが良いと思った。」などの記述があった。また、事前アンケートで、問題の意味が分からぬときがあるといった生徒も、事後アンケートでは「フラッシュ型教材を使うと、問題の意味がとてもよく分かりました。」とフラッシュ型教材に対して、肯定的な記述をした。フラッシュ型教材をテンポよく、繰り返し提示することで、事象の変化の様子が分かりやすくなり、事象の数量や図形を理解できたと考える。項目②、③においても、肯定的意見が9割をこえる結果となった。生徒の感想に「(碁石が)3個から4個などだんだんと増えていくときに、増え方を考えたり、式をつくりたりするときにやりやすかったです。」とあった。フラッシュ型教材で、事象の変化の様子を提示することで、生徒が式を作ることができたと考える。

表3 事後アンケートの項目とその結果 (%)

項目	A	B	C	D
① 問題の意味(条件や求めたいもの)を理解するために、フラッシュ型教材があると分かりやすい。	85.6	14.4	0.0	0.0
② 問題の解き方を確認するとき、フラッシュ型教材があると分かりやすい。	84.1	13.8	1.4	0.7
③ 問題を解くときに、フラッシュ型教材があるといろいろな解き方を考えやすい。	78.8	18.5	2.7	0.0

A…あてはまる B…どちらかといえばあてはまる C…どちらかといえばあてはまらない D…あてはまらない

次にワークシートと振り返りカードで検証する。第4時の生徒のワークシートの一部を図8に示す。

(問) 下の図のように、正三角形の形に碁石を並べていきます。このとき、次の問いに答えなさい。

(1) 5番目の碁石の個数の求め方を答えなさい。

$$6 + 4 \times 5$$

図8 第4時の生徒のワークシートの一部

この生徒は、課題の条件を把握し、碁石の数が4個ずつ増えるというきまりに着目していることがわ

かる。碁石が4個ずつ増えるというきまりから、 $6 + 4 \times 5$ という式を作り、碁石の個数を求めることができた。次に、100番目、 n 番目の碁石の総数を求める問題では、4個ずつ増えるというきまりを基にして、 $6 + 4 \times 100$ 、 $6 + 4 \times n$ といった式を作ることができた。事象のきまりを見付け、見付けたきまりを基に課題を解決することができた。帰納的、演繹的な考え方を用いることができたと考える。また、この生徒は $6 + 4 \times 5$ とは別に、数種類の求め方を考えることができた。振り返りカードには「マッチ棒（の問題）と同じく、求め方は何通りかかる。」と記述していた。第2時で用いたマッチ棒の課題の解き方と同類の問題と捉えていることが伺える。同類の問題と捉えることができたため、マッチ棒のときの区切り方を参考に、碁石の区切り方を工夫して、式を作ることができた。類推的な考え方を用いることができたと考える。

最後にプレテストとポストテストで検証する。プレテスト（1）で100と答えた生徒が41人いた。問題の意味を取り違え、碁石が敷き詰められていると思い込み、 10×10 と計算していた。そこでプレテストで100と答えた生徒がポストテストでどのように変容したか追ってみる。プレテストで100と答えた41人のうちポストテストでは33人が正答、もしくは準正答であった。表4にプレテストで100と答えた生徒が、ポストテストでどのように解答したかを示す。

表4 プレテストで100と答えた生徒のポストテストの解答
類型(人)

正答または準正答	33
$4x$ ($x \times 4$ を含む) または、これと同等で x 以外の文字を使用している。	2
36または計算すると36になる式	3
その他の解答	2
無解答	0

※1人欠席

誤答した生徒7人のうち4人は $(x-1) \times 4$ と式を作ることができていたが、式を作った後で計算を間違えていたり、 x が10のときの値を計算したりしていた。これは、文字式を学習し始めたばかりであり、理解と習熟が図れていないためであると考える。また、これらの生徒の感想には、フラッシュ型教材を使うと分かりやすいとあった。フラッシュ型教材で事象の変化を提示することが生徒の思考の助けになっていると考える。

第1学年全体で見てみると、プレテスト（1）の通過率が49.7%であったのに対して、ポストテスト（1）の通過率は91.9%に上昇した。授業で類似問題に取り組み、その解き方を参考にして解くことができた。

これらのことから、フラッシュ型教材で事象を整

理し、繰り返し提示することで、事象の変化の様子が明確になり、事象の数量や图形のきまりを理解することができたと考える。また、そのきまりを基に事象について考察したことから、事象について帰納的、演繹的に考えることができたと考える。さらに、類似問題を取り扱うことで、類推的な考え方等を用いて考えることができたと考える。

3 ICTを用いたフラッシュ型教材を活用することで、生徒は他者の考えを事象に即して説明することができたか

アンケートから検証する。それぞれの項目の内容とその結果を表5に示す。

表5 事後アンケートの項目とその結果 (%)

項目	A	B	C	D
④ 友だちのつくった式の意味を読みとって説明するとき、フラッシュ型教材があると説明しやすい。	71.9	24.7	2.1	1.4
⑤ 言葉や式、図などを使って友だち達に説明するときに、フラッシュ型教材があると説明しやすい。	76.6	21.4	0.7	1.4

A…あてはまる B…どちらかといえばあてはまる C…どちらかといえばあてはまらない D…あてはまらない

項目④、⑤とも肯定的意見が9割を超えた。フラッシュ型教材を活用することが、生徒にとって説明することに有効であったことが伺える。生徒の感想に「図を使って説明するときも、動きがあり分かりやすいので、役立つと思った。」「フラッシュ型教材は説明しやすいし、図も素早く読み取ることができるので良かったです。」とあった。フラッシュ型教材と組み合わせて説明させたり、フラッシュ型教材を提示して他者の作った式を読み取らせたりしたことが、生徒に説明をしやすくしたと考える。

次にワークシート、振り返りカードで検証する。生徒が他者説明したものを図9に示す。この生徒の振り返りカードには「式の読み取りを説明することができた。 $(n-2) \times 3 + 3$ だったら、 $(n-2)$ が何を表しているのか、 $\times 3$ 、 $+ 3$ が何を表しているのか一つ一つ考えていけば説明できるようになる。」と記述している。フラッシュ型教材で説明文と図の対応を提示したことが生徒の考え方の補足につながったと考える。

正三角形の頂点を並びて、辺ごとに碁石を囲んでいるので、1つのまとまりの個数は8個から2個碁石を並べた $(n-2)$ 個である。同じまとまりが3つあるので $(n-2) \times 3$ 個になる。このとき、3つの頂点を並べて1つの碁石全部の個数は $(n-2) \times 3 + 3$ 個(9個)。したがって、碁石全部の個数を求める式は、 $(n-2) \times 3 + 3$ になる。

図9 第5時のワークシートの一部

最後にプレテストとポストテストで検証する。プレテスト（2）で正答でない生徒は67人いた。そのうち、39人の生徒がポストテスト（2）で正答、準正答することができた。これらの生徒の感想を見て

みると「友達の解き方も、画面を見て確認できるのでとても分かりやすかったです。」とあった。フラッシュ型教材を説明に合わせて提示することで、他者の作った式の意味が理解でき、他者説明をすることができたと考える。

しかし約3割の生徒は正答できなかった。その解答の一つを示す。

正方形の辺ごとにすべての碁石を囲んでいるので一つのまとまりの個数は $(x-2)$ 個である。同じまとまりが4つあるので、このまとまりで数えた碁石の個数は、 $(x-2) \times 4$ となる。このとき、各頂点の碁石を数えていないので4をたす。

ポストテスト(2)の誤答例

これは一つのまとまりが $(x-2)$ になる理由を間違えており、 $(x-2)$ になる理由のところを、例文をそのまま記述している例である。一つのまとまりに対する記述に、自分の言葉を使うことができなかつたが、式の意味や式と図の関連については理解できている。この生徒のアンケートを見てみると、項目④、⑤とも「あてはまる」を選択しており、フラッシュ型教材に対して肯定的に捉えている。また、感想に「人の考えなども、フラッシュ型教材でやるとわかりやすい。」とあった。他の生徒にも同様の傾向が見られ、正答できなかった生徒の思考においても助けになっていると考える。

第1学年全体で見てみると、プレテスト(2)の通過率は54.4%，ポストテスト(2)の通過率は70.9%であった。16.5%ポイント上昇した。

これらのことから、フラッシュ型教材を活用し、説明に合わせて式と図の関連を提示することで、他者の考えを、事象に即して説明することができたと考える。

VII 研究のまとめ

1 研究の成果

ICTを用いたフラッシュ型教材を活用することで、生徒は事象の数量や図形を理解し、帰納的、演繹的、類推的な考え方を用いて考えることができた。また、他者が作った式を、例文を参考にしながら、自分なりに説明することができた。これらのことから、フラッシュ型教材を活用することは、数学的に把握、考察し、説明する力を高めることに有効であることが分かった。

2 今後の課題

○ 説明する場面では、3割の生徒が正答には至らなかった。説明する場面におけるフラッシュ型教材の内容や活用方法を、更に研究し、改善していく必要がある。

○ パソコンを教室ごとに移動させるため、準備に時間がかかることがあった。また、後方からは画面が小さくて見えにくいという意見もあった。教室環境を整え、設備を充実させていく必要があると考える。

【引用文献】

- 1) 文部科学省(平成20年) :『中学校学習指導要領』教育出版 pp. 55-56
- 2) 文部科学省(平成20年) :『中学校学習指導要領解説数学編』教育出版 p. 16
- 3) 文部科学省(平成22年) :『教育の情報化に関する手引』p. 58
- 4) 文部科学省(平成21年) :『高等学校学習指導要領解説数学編理数編』実教出版 p. 17
- 5) 文部科学省(平成20年) :前掲書 p. 33
- 6) 文部科学省(平成20年) :前掲書 p. 33
- 7) 桐元新一郎(2009) :『中学校新教科「数学的な表現力」を育成する授業モデル』明治図書 p. 15
- 8) 文部科学省(平成22年) :前掲書 p. 51
- 9) 文部科学省(平成22年) :前掲書 p. 51
- 10) 文部科学省(平成20年) :前掲書 p. 138
- 11) 文部科学省(平成22年) :前掲書 p. 56
- 12) 高橋純・堀田龍也(2011) :『フラッシュ型教材のススメ基礎・基本の徹底にICTを使おう』旺文社 p. 6
- 13) 文部科学省(平成22年) :前掲書 p. 56
- 14) 文部科学省(平成22年) :前掲書 p. 56
- 15) 高橋純・堀田龍也(2011) :前掲書 p. 12
- 16) 文部科学省(平成22年) :前掲書 p. 52
- 17) 安藤暁(2013) :「遅がちな生徒のニーズに応える高校入試対策」『数学教育1月号 No. 663』明治図書 p. 76
- 18) 松尾七重(2008) :『苦手意識をスッキリ解消! 算数文章題の考え方42』明治図書 p. 9
- 19) 盛山隆雄(2013) :『子どものココロに問い合わせる帰納・演繹・類推の考え方「数学的な考え方を育てる授業」』東洋館出版社 p. 26
- 20) 盛山隆雄(2013) :前掲書 p. 60
- 21) 盛山隆雄(2013) :前掲書 pp. 20-21
- 22) 盛山隆雄(2013) :前掲書 p. 21
- 23) 盛山隆雄(2013) :前掲書 p. 50-51
- 24) 清水美憲(2011) :「記述式問題に立ち向かう力を育てる!」『数学教育11月号 No. 649』明治図書 p. 8
- 25) 池野進一郎(平成23年) :『広島県立教育センター平成23年度前期教員長期研修論文』 p. 168
- 26) 伊藤貴昭(2007) :『日本教育心理学会総会発表論文集(49)』 p. 170
- 27) 熊谷純(2008) :『算数指導にカウンセリング』明治図書 p. 103
- 28) 熊谷純(2008) :前掲書 p. 103

【参考文献】

- 内海敦・牧下英世(2010) 日本数学教育学会研究部中学校部会編:『数学的活動を促す教材と授業の展開』東洋館出版社
片桐重男(1988) :『数学的な考え方の具体化』明治図書
井丸尚(平成19年) :『広島県立教育センター平成19年度前期教員長期研修論文』
堀田龍也(2012) :『産業とくらしを変える情報化⑤「教育・福祉」を変える情報ネットワーク』学研教育出版