

ICT を使った数学の授業に関する一考察

－中学校の第2学年「B 図形」において－

島 優平^{*1}・福元 章夫^{*2}・徳光 祥永^{*3}・佐伯 英人

A Study on an ICT-Assisted Mathematics Class :

A Case study of "B. Geometrical Figures" in the 2nd grade of Lower Secondary school

SHIMA Yuhei^{*1}, FUKUMOTO Akio^{*2}, TOKUMITSU Yoshihisa^{*3}, SAIKI Hideto

(Received December 18, 2020)

キーワード：ICT、中学校、数学、第2学年、図形

1. 研究の目的

1-1 『中学校学習指導要領』と『中学校学習指導要領解説 数学編』の記述

『中学校学習指導要領（平成29年告示）』の「第2章 各教科」「第3節 数学」「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」において「2 第2の内容の取扱いについては、次の事項に配慮するものとする。」(p. 76)と示され、「(2) 各領域の指導に当たっては、必要に応じ、そろばんや電卓、コンピュータ、情報通信ネットワークなどの情報手段を適切に活用し、学習の効果を高めること。」(p. 77)と示されている（文部科学省、2018a）。

『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 数学編』の「第4章 指導計画の作成と内容の取扱い」「2 内容の取扱いについての配慮事項」「(2) コンピュータ、情報通信ネットワークなどの情報手段の活用」において「中学校数学科におけるコンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段の活用については、大きく分けて、計算機器としての活用と、教具としての活用、情報通信ネットワークの活用が考えられる。すなわち、コンピュータや情報通信ネットワークなどの使用方法についての指導ではなく、生徒が数学をよりよく学ぶための道具としての活用である。」(p. 167)と示されている（文部科学省、2018b）。

1-2 研究の目的

中村・藤井・工藤・稲垣（2020）の「中学校数学科の図形領域におけるICTを活用した指導の効果と課題-『円周角の定理』の実践授業における質問紙調査の分析を通して-」では「小中学校においてICTを活用する環境が徐々に整えられてきている。しかし、その一方で、数学指導においてはICTの活用が十分に進んでいるとは言えない状況がある（高村2019, p. 39）。その理由の1つとして、高村（2019）は『ICTが効果的であるような実践事例の蓄積が十分ではない』ことを挙げている。実際、数学指導において、ICT活用は有効なのだろうか。ICT活用の効果が曖昧であれば、わざわざ従来から行われてきた指導を変えてまでICTを活用しないのは当然のことと言える。」(p. 119)と示されている。なお、中村・藤井・工藤・稲垣（2020）に示されている高村（2019）とは、日本数学教育学会実践研究推進部中学校部会（2019）の「第102回全国算数・数学教育研究（茨城）大会基調発表」の「8 教育機器・コンピュータ」(p. 39-p. 41)における高村真彦氏の記述である。そこで、本研究では、ICTを使った数学の授業を実践し、授業を受けた生徒の意識をもとに、ICT活用に関する知見を得ること目的とした。

*1 令和2年度山口大学大学院教育学研究科教職実践高度化専攻教育実践開発コース

*2 山口市立湯上中学校 *3 宇部市立西岐波中学校

2. 授業実践

2-1 研究の対象

『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 数学編』の「第4章 指導計画の作成と内容の取扱い」「2 内容の取扱いについての配慮事項」「(2) コンピュータ、情報通信ネットワークなどの情報手段の活用」において「前述の『主体的・対話的で深い学び』の過程において、コンピュータなどを活用することも効果的である。例えば、一つの問題について複数の生徒の解答を大型画面で映して、どのような表現がよいかを考えたり、(中略)したりすることの指導を充実させることもできる。」(p.167-p.168)と示されている(文部科学省, 2018b)。

『教育の情報化に関する手引-追補版-(令和2年6月)』の「第4章 教科等の指導におけるICTの活用」「第2節 ICTを効果的に活用した学習場面の分類例」「2. 学習場面に応じたICT活用の分類例」において「ICTを効果的に活用した学習場面は、『一斉指導による学び(一斉学習)』、『子供たち一人一人の能力や特性に応じた学び(個別学習)』、『子供たち同士が教え合い学び合う協働的な学び(協働学習)』の3つの分類例に分けることができると考えられる。これら3つの分類例を更に細分化すると、10の分類例に分けられる。」(p.82)と示されており、また、「(3) 協働学習」の「①発表や話し合い(C1)」では「例えば、学習課題に対する自分の考えを、書き込み機能を持つ大型提示装置を用いてグループや学級全体に分かりやすく提示して、発表・話し合いを行うことが挙げられる。学習者用コンピュータや大型提示装置を用いて、個人の考えを整理して伝え合うことにより、思考力や表現力を培ったり、多角的な視点に触れたりすることが可能となる。」(p.83)と示されている(文部科学省, 2020)。なお、前述した10の分類例は『ICTを活用した指導方法(1人1台の情報端末・電子黒板・無線LAN等)～学びのイノベーション事業実証研究報告書より～』で示された分類例である(文部科学省 生涯学習政策局 情報教育課, 2018)。

本研究では、『ICTを活用した指導方法(1人1台の情報端末・電子黒板・無線LAN等)～学びのイノベーション事業実証研究報告書より～』と『教育の情報化に関する手引-追補版-(令和2年6月)』で示されている「(3) 協働学習」の「①発表や話し合い(C1)」の学習場面を研究の対象とし、電子黒板を使って授業を実践した。

2-2 授業実践

2020年10月14日、山口市立A中学校で第2学年「B 図形」の授業を実践した。授業を受けた生徒数は22名であった。なお、これまでに生徒は、重松ほか(2020)の『中学数学2』でいうと「4章 図形の性質と合同」の「1節 角と平行線」の「1 直線と角」～「6 多角形の外角の和」(p.98-p.114)を学習している。つまり、生徒は「1節 角と平行線」については学習しており、「2節 三角形の合同と証明」(p.115-p.129)については学習していない状態である。

授業の展開を以下に示す。

教員が黒板に5つの点(点A, 点B, 点C, 点D, 点E)をうち、生徒に線を引かせて星型五角形を描かせ(図1)、星型五角形の5つの角の和が何度になるのかを予想させた。

星型五角形を紙で示し(図2)、生徒に紙を裂かせて、5つの角を切り取って図3のようにならべさせ、星型五角形の5つの角の和が 180° になることを確認した。

学習課題「星型五角形の5つの角の和は、なぜ 180° になるのだろうか?」を提示し、考えるヒントとして「① 三角形の内角の和は 180° である」、「② 三角形の外角は、それととなり合わない2つの内角の和に等しい。」を示し、確認した。この①と②は「三角形の内角と外角の性質」として、重松ほか(2020)の『中学数学2』ではp.107に掲載されている。

ワークシートを生徒に配付し、一人ひとりに考えさせた。配付したワークシートの一部を図4に示す。学習班で話し合わせた後、電子黒板を使って星型五角形を示し、学級全体で話し合わせた。電子黒板に生徒が考えたことを書いているようすを図5、電子黒板を使って、学級全体で話し合っているようすを図6と図7、生徒が導出した結論が示された電子黒板の画面を図8に示す。表1は、生徒が導出した結論である。

上記の授業の内容は、重松ほか(2020)の『中学数学2』のp.134に示されている「深める数学 星型五角形」の問1に該当し、5つの角を1つの三角形に集める方法(三角形の内角と外角の性質を使う方法)である。

『中学数学2 教師用指導書 指導編』では、「深める数学 星型五角形」において「ねらい」が「星型五角形の角の和を、これまでに学習した角の性質を使って、多様な考えで求めることができる。」(p.134)と示

されており、また、「指導上の留意点」が「星型五角形の5つの角の和の複数の求め方を見つけ出していく。ここでは、答えは1つであっても、答えを導き出す方法は多様に考えられる数学のよさを実感させていきたい。」(p. 134)、「問2(1)では、多角形の外角の和や5つの三角形の内角の和といった問1とは違う考え方にふれる。」(p. 134)と示されている(「中学数学」指導書編集委員会, 2016)。「深める数学 星型五角形」の多様な求め方については単元末に、後日の授業で実践した。

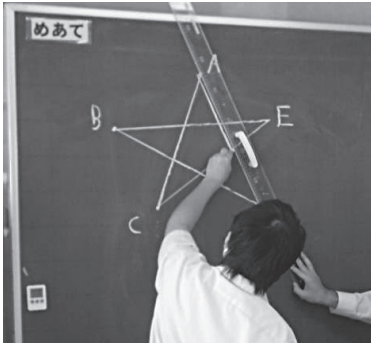


図1 星型五角形を生徒に描かせているようす

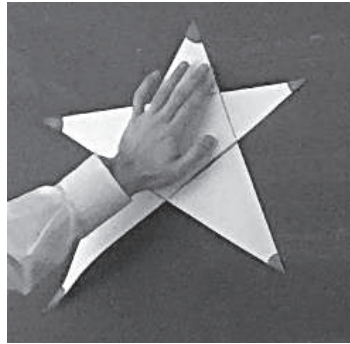


図2 星型五角形を紙で示したようす

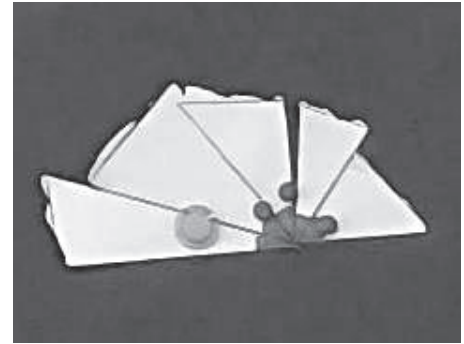


図3 星型五角形の紙を生徒に裂かせて、ならべさせたようす

1. 星型五角形の5つの角の和が、 180° になることを説明しよう。

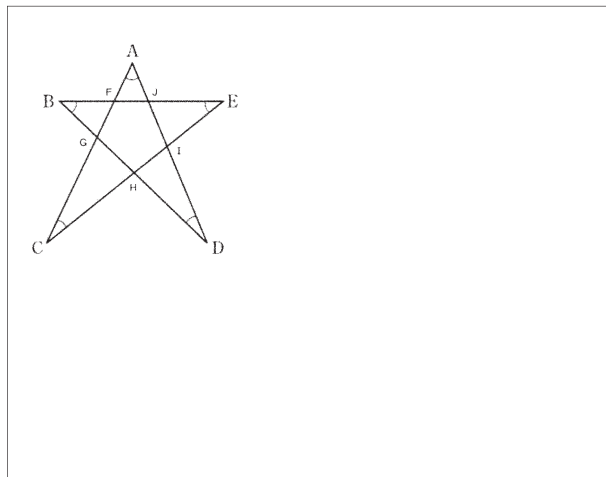


図4 生徒に配付したワークシートの一部

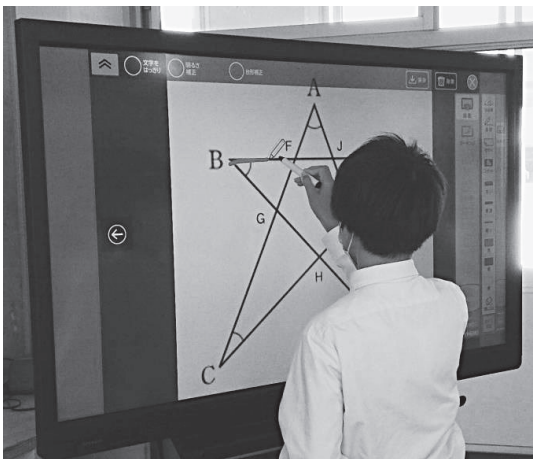


図5 電子黒板に生徒が考えたことを書いているようす

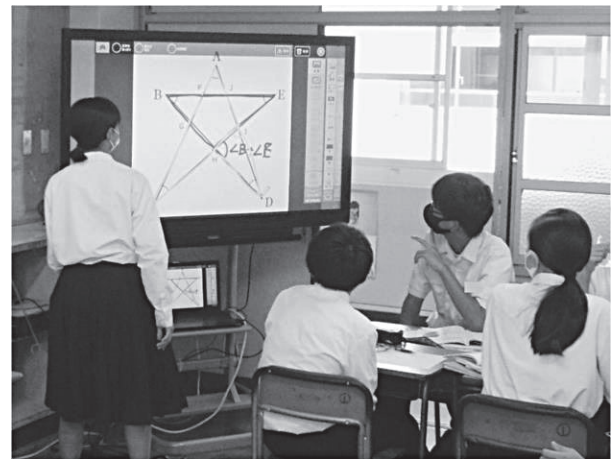


図6 電子黒板を使って話し合っているようす
(生徒の名札：マスキング)

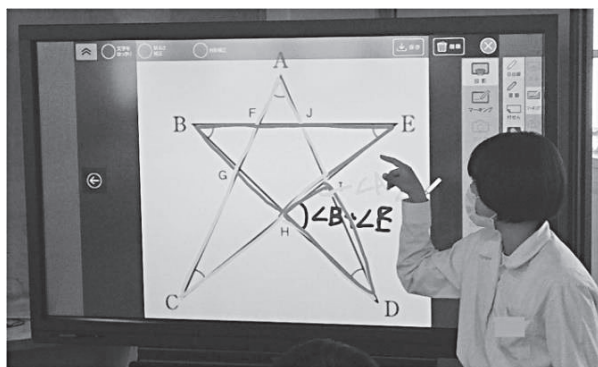


図7 電子黒板を使って話し合っているようす
(生徒の名札：マスキング)

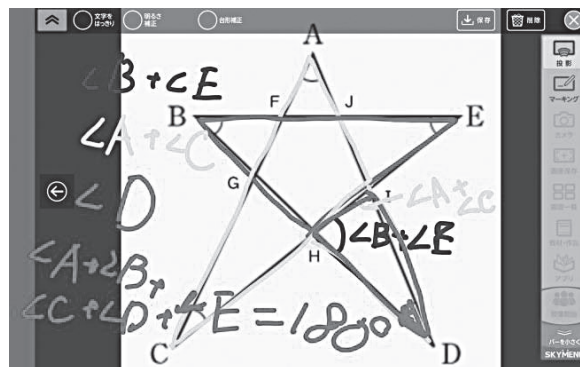


図8 生徒が導出した結論が示された電子黒板の画面

表1 生徒が導出した結論

<p>「② 三角形の外角は、それととなり合わない2つの内角の和に等しい。」より $\triangle IAC$の$\angle A + \angle C$と等しい角は$\angle DIH$である。 「② 三角形の外角は、それととなり合わない2つの内角の和に等しい。」より $\triangle HBE$の$\angle B + \angle E$と等しい角は$\angle DHI$である。 「① 三角形の内角の和は180°である」より $\triangle DHI$の$\angle D + \angle DIH + \angle DHI = 180^\circ$ $\angle D + (\angle A + \angle C) + (\angle B + \angle E) = 180^\circ$ $\angle A + \angle B + \angle C + \angle D + \angle E = 180^\circ$ 星型五角形の5つの角の和は180°である。</p>
--

3. 調査方法と分析方法

電子黒板を使った話し合いに対する生徒の意識を明らかにする目的で質問紙を作成した。質問紙では問1と問2を設定した。質問紙の問1は選択技法による調査、問2は記述法による調査である。

問1では「今日の授業では、電子黒板を使って話し合いました。電子黒板を使った話し合いをして、あなたが感じたことを教えてください。それぞれの質問項目において、当てはまる番号に一つずつ○をつけてください。」という指示を行い、表2の質問項目①～質問項目④について5件法（5. とても当てはまる, 4. だいたい当てはまる, 3. どちらともいえない, 2. あまり当てはまらない, 1. まったく当てはまらない）で回答を求めた。問2では「問1でそのように答えた理由を教えてください。理由が書けるものについて書いてください。」という指示を行い、表2（表3）の質問項目ごとに記述欄を設定し、自由記述で回答を求めた。この質問紙法による調査は、授業終了後（授業の実施日）に実施した。

質問紙の問1（選択技法による調査）については、5件法の「5. とても当てはまる」を5点、「4. だいたい当てはまる」を4点、「3. どちらともいえない」を3点、「2. あまり当てはまらない」を2点、「1. まったく当てはまらない」を1点とした。この得点を用いて平均値と標準偏差を算出し、天井効果と床効果の有無を確認した。天井効果がみられた場合、生徒の意識は「良好」、床効果がみられた場合、生徒の意識は「不良」と判断した。

質問紙の問2（記述法による調査）については、記述の内容を読み、生徒がそのように感じた理由が書かれているものを抽出した。この時、選択技法による調査をもとに「5: とても当てはまる」と「4: だいたい当てはまる」を「ポジティブな意識」とし、「3: どちらともいえない」は「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」とし、「2: あまり当てはまらない」と「1: まったく当てはまらない」を「ネガティブな意識」とした。この3つのカテゴリー（「ポジティブな意識」、「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」、「ネガティブな意識」）ごとに内容の同質性にもとづいて分類し、人数を集計した。類似の内容が複数抽出された場合には、1つの意見に集約した（一方の意見を省略した）。ただし、ニュアンスに違いがみられた場合は個別のものとして扱った。1人の記述に複数の理由が書かれていた場合には、それぞれ個別のものとして扱った。生徒の意識の要因については、ICT活用に関する要因を見取ることができたもの（「要因を読み取ることができたもの」と「要因を類推することができたもの」）だけでなく、ICT活用

に関する要因を見取ることができなかったものについても表記した。

4. 結果と考察

4-1 質問紙の間1（選択技法による調査）

質問紙の間1を分析した結果（平均値と標準偏差、天井効果の有無、床効果の有無）を表2に示す。4つの質問項目のうち、2つの質問項目（質問項目①「よく分かった」、質問項目④「勉強になった」）で天井効果がみられた。電子黒板を使った話し合いに対して「よく分かった」、「勉強になった」という生徒の意識は「良好」であったことを示している。一方、4つの質問項目のうち、2つの質問項目（質問項目②「よく考えた」、質問項目③「おもしろかった」）で天井効果、床効果がみられなかった。電子黒板を使った話し合いに対して「よく考えた」、「おもしろかった」という生徒の意識は「良好」でもなく、また、「不良」でもなかったことを示している。

表2 質問紙の間1を分析した結果

番号	質問項目	人数	平均値 (標準偏差)	天井 効果	床 効果
①	よく分かった	22	4.05 (1.29)	●	-
②	よく考えた	22	3.77 (1.19)	-	-
③	おもしろかった	22	3.86 (1.13)	-	-
④	勉強になった	22	4.09 (1.02)	●	-

min=1 max=5

●：効果あり -：効果なし

4-2 質問紙の間2（記述法による調査）

質問紙の間2の質問項目①「よく分かった」について分類し、人数を集計した結果を表3に示す。

「ポジティブな意識」について以下に考察する。

「見やすかったから。」という記述からは、「よく見えたこと」が分かる。この記述からよく見えた要因を見取することはできない。「画面が大きくて見やすい。」という記述からは、「よく見えたこと」が分かる。よく見えた要因として「電子黒板の大きい画面で見たこと」が読み取れる。「書きこみができるから。」という記述からは、「電子ペンを使って画面に書いたこと」が要因として読み取れる。「色があったから。」という記述からは、「電子ペンを使って画面に色付けしたこと」が要因として読み取れる。「色があって見やすかった。」という記述からは、「よく見えたこと」が分かる。よく見えた要因として「電子ペンを使って画面に色付けしたこと」が読み取れる。「ペンを使って色分けできるから。」という記述からは、「電子ペンを使って画面に色付けしたこと」が要因として読み取れる。「図を使って話し合ったから。」という記述からは、「電子黒板を使って話し合ったこと」が要因として読み取れる。

「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」については該当する記述がみられなかった。

「ネガティブな意識」について以下に考察する。

「見えにくかったから。」という記述からは、「よく見えなかったこと」が分かる。この記述からよく見えなかった要因を見取することはできない。

質問紙の間2の質問項目②「よく考えた」について分類し、人数を集計した結果を表3に示す。

「ポジティブな意識」について以下に考察する。

「見やすかったから。」「見やすくて考えやすかった。」という記述からは、「よく見えたこと」が分かる。この記述からよく見えた要因を見取することはできない。「発表を聞いて、それを参考に考えられたから。」「発表者の意見をもとに考えを深められた。」という記述からは、「友達の発表を聞き、その発表を参考に考えたこと」が分かる。この要因として「電子黒板を使って学級全体で話し合ったこと」が考えられる。「いろいろな考え方があったから。」「考え方に違いがあったから。」「みんなが発表して、みんなの意見が分かったから。」という記述からは、「複数の友達の発表を聞き、異なる考え方があることを理解したこと」が分かる。この要因として「電子黒板を使って学級全体で話し合ったこと」が考えられる。

「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」、「ネガティブな意識」については該当する記述がみられなかった。

質問紙の間2の質問項目③「おもしろかった」について分類し、人数を集計した結果を表3に示す。

「ポジティブな意識」について以下に考察する。

「画面が大きくて見やすい。」という記述からは、「よく見えたこと」が分かる。よく見えた要因として「電子黒板の大きい画面で見たこと」が読み取れる。「分かりやすかったから。」という記述からは、「理解できたこと」が分かる。この記述から理解できた要因を見取ることにはできない。「画面があって分かりやすかったから。」という記述からは、「理解できたこと」が分かる。理解できた要因として「電子黒板の画面で見たこと」が読み取れる。「色が上手く使われていて分かりやすかったから。」という記述からは、「理解できたこと」が分かる。理解できた要因として「電子ペンを使って画面に色付けしたこと」が読み取れる。「図を使って上手く説明できたから。」という記述からは、「説明できたこと」が分かる。この要因として「電子黒板を使って説明したこと」が読み取れる。「授業がスムーズにすすんだから。」という記述からは、「授業の進み方が順調であったと感じたこと」が分かる。この記述から授業の進み方が順調であったと感じた要因を見取ることにはできない。

「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」については該当する記述がみられなかった。

「ネガティブな意識」について以下に考察する。

「黒板の方が見えやすいと思った。」という記述からは、「よく見えなかったこと」が分かる。この記述からよく見えなかった要因を見取ることにはできない。「遠くからだったので文字の色が見えにくかったから。」という記述からは、「よく見えなかったこと」が分かる。よく見えなかった要因として「電子ペンを使って画面に色付けしたこと」が読み取れる。なお、「遠くからだったので」という記述から、この生徒が電子黒板から距離のある位置にいたことが分かる。「よく分からなかったから。」という記述からは、「理解できなかったこと」が分かる。この記述から理解できなかった要因を見取ることにはできない。

質問紙の間2の質問項目④「勉強になった」について分類し、人数を集計した結果を表3に示す。

「ポジティブな意識」について以下に考察する。

「大きい画面で図形が見えやすかったから。」という記述からは、「よく見えたこと」が分かる。よく見えた要因として「電子黒板の大きい画面で見たこと」が読み取れる。「ペンの色をかえて書いたので見やすかったから。」という記述からは、「よく見えたこと」が分かる。よく見えた要因として「電子ペンを使って画面に色付けしたこと」が読み取れる。「分かりやすかったから。」という記述からは、「理解できたこと」が分かる。この記述から理解できた要因を見取ることにはできない。「前に出て発表してくれたから。」「みんなが意見を言い合えたから。」という記述からは、「電子黒板を使って学級全体で話し合ったこと」が要因として考えられる。

「ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識」、「ネガティブな意識」については該当する記述がみられなかった。

表3 質問紙の間2を分類し、人数を集計した結果

番号	質問項目	意識	記述内容	人数
①	よく分かった	○	見やすかったから。	1
			画面が大きくて見やすい。	1
			書きこみができるから。	1
			色があったから。	4
			色があって見やすかった。	1
			ペンを使って色分けできるから。	3
			図を使って話し合ったから。	1
		□	-	0
△	見えにくかったから。	1		
②	よく考えた	○	見やすかったから。	1
			見やすくて考えやすかった。	1
			発表を聞いて、それを参考に考えられたから。	1
			発表者の意見をもとに考えを深められた。	1
			いろいろな考え方があったから。	1
			考え方に違いがあったから。	1
			みんなが発表して、みんなの意見が分かったから。	2
		□	-	0
△	-	0		

③	おもしろかった	○	画面が大きくて見やすい。	1
			分かりやすかったから。	4
			画面があって分かりやすかったから。	1
			色が上手く使われていて分かりやすかったから。	1
			図を使って上手く説明できたから。	1
			授業がスムーズにすすんだから。	1
		□	-	1
		△	黒板の方が見えやすいと思った。	1
			遠くからだったので文字の色が見えにくかったから。	1
よく分からなかったから。	1			
④	勉強になった	○	大きい画面で図形が見えやすかったから。	1
			ペンの色をかえて書いたので見やすかったから。	1
			分かりやすかったから。	5
			前に出て発表してくれたから。	1
			みんなが意見を言い合えたから。	1
		□	-	0
		△	-	0

○：ポジティブな意識， □：ポジティブでもなく、また、ネガティブでもない意識
△：ネガティブな意識， -：無し

5. まとめ

本研究では、ICTを使った数学の授業を実践し、授業を受けた生徒の意識をもとに、ICT活用に関する知見を得た。研究の対象の学習場面は、『ICTを活用した指導方法（1人1台の情報端末・電子黒板・無線LAN等）～学びのイノベーション事業実証研究報告書より～』と『教育の情報化に関する手引－追補版－（令和2年6月）』で示されている「(3) 協働学習」の「①発表や話し合い（C1）」であった。領域は、中学校第2学年の「B 図形」であり、電子黒板を使って授業を実践した。授業を受けた生徒の意識を調査・分析して明らかになったことは以下の①～⑤であった。生徒の意識の要因については、ICT活用に関する要因を見取ることができたもの（「要因を読み取ることができたもの」と「要因を類推することができたもの」）を示した。

- ① 電子黒板を使った話し合いに対して「よく分かった」、「勉強になった」という生徒の意識は「良好」であった。一方、電子黒板を使った話し合いに対して「よく考えた」、「おもしろかった」という生徒の意識は「良好」でもなく、また、「不良」でもなかった。
- ② 「よく分かった」における「ポジティブな意識」の要因としては「電子黒板の大きい画面で見たこと」、「電子ペンを使って画面に書いたこと」、「電子ペンを使って画面に色付けしたこと」、「電子黒板を使って話し合ったこと」を見取ることができた。
- ③ 「よく考えた」における「ポジティブな意識」の要因としては「電子黒板を使って学級全体で話し合ったこと」を見取ることができた。
- ④ 「おもしろかった」における「ポジティブな意識」の要因としては「電子黒板の大きい画面で見たこと」、「電子黒板の画面で見たこと」、「電子ペンを使って画面に色付けしたこと」、「電子黒板を使って説明したこと」を見取ることができた。一方、「おもしろかった」における「ネガティブな意識」の要因としては「電子ペンを使って画面に色付けしたこと」を見取ることができた。
- ⑤ 「勉強になった」における「ポジティブな意識」の要因としては「電子黒板の大きい画面で見たこと」、「電子ペンを使って画面に色付けしたこと」、「電子黒板を使って学級全体で話し合ったこと」を見取ることができた。

6. 今後の課題

『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 数学編』の「第4章 指導計画の作成と内容の取扱い」「2 内容の取扱いについての配慮事項」「(2) コンピュータ、情報通信ネットワークなどの情報手段の活用」において「教具としてのコンピュータは、それを活用して教師の指導方法を工夫改善していく道具であると同

時に、観察や操作、実験などの活動を通して生徒が学習を深めたり、数学的活動の楽しさを実感したりできるようにする道具である。(中略)『B 図形』の指導においては、三角形の2辺の中点を結んだ線分について、この『2辺の中点を結ぶ』という条件が当てはまる図形を、ディスプレイ上でいろいろな形に変形することにより、形は変わっても長さの比が一定であることに気付くなど、その中に含まれる図形の性質を見つけ、問題を設定することができる。」(p. 168)と示されている(文部科学省, 2018b)。

『教育の情報化に関する手引-追補版-(令和2年6月)』の「第4章 教科等の指導におけるICTの活用」 「第3節 各教科等におけるICTを活用した教育の充実」 「2. 中学校の各教科等におけるICTを活用した教育の充実」 「(3) 数学」 において「数量や図形に関して新たな性質を発見するためには、観察や操作、実験などの活動によって常に成り立ちそうなことを帰納的に調べることが大切である。例えば、第2学年の領域『B 図形』では、図形の性質を発見する場面において、ある条件を満たしながら図形の形を変え、図形を動的に観察する。その際、ICTを活用することが効果的であると考えられる。(中略)与えられた条件を変えずに頭の中で図形の形を変えていくことは生徒にとって難しいことであり、同じ条件の下で様々な図をかくことは時間のかかることである。ICTを積極的に活用し、図形の形を変えながら観察する機会を設け、形が変わっても常に成り立ちそうな性質を見いだす経験を積むことは大切である。」(p. 108)と示されている(文部科学省, 2020)。

「ICTを使って図形の形を画面上で変える活動」に関する先行研究として、樽木(2017)、森岡・米川(2018)、中村・藤井・工藤・稲垣(2020)などがある。今後、先行研究とは異なる学習場面において「ICTを使って図形の形を画面上で変える活動」を導入して実践研究を行い、ICT活用に関する知見を得る必要がある。

謝辞

本研究を実践するにあたり、ご指導・ご助言いただきました山口大学教育学部数学教育講座の飯寄信保教授、関口靖広教授に感謝の意を表します。

文献

- 重松敬一ほか(2020):『中学数学2』, 日本文教出版, 239pp.
- 「中学数学」指導書編集委員会(2016):『中学数学2 教師用指導書 指導編』, 日本文教出版, 227pp.
- 樽木靖夫(2017):「授業におけるICT機器の活用が生徒の興味・関心におよぼす効果-中学校での平面図形の学習に焦点をあてて-」, 『千葉大学教育学部研究紀要』, 第66巻, 第1号, pp. 19-25.
- 中村好則・藤井雅文・工藤真以・稲垣道子(2020):「中学校数学科の図形領域におけるICTを活用した指導の効果と課題-『円周角の定理』の実践授業における質問紙調査の分析を通して-」, 『岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』, 第19号, pp. 119-128.
- 森岡正臣・米川聡(2018):「動的数学ソフトGeoGebraを利用した授業実践-中学校第3学年図形分野における授業づくりを通して-」, 『宮城教育大学紀要』, 第52巻, pp. 103-112.
- 日本数学教育学会実践研究推進部中学校部会(2019):「第102回全国算数・数学教育研究(茨城)大会基調発表」, 『日本数学教育学会誌』, 第101巻, 第11号, pp. 24-43.
- 文部科学省(2018a):『中学校学習指導要領(平成29年告示)』, 東山書房.
- 文部科学省(2018b):『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.
- 文部科学省 生涯学習政策局 情報教育課(2018):『ICTを活用した指導方法(1人1台の情報端末・電子黒板・無線LAN等)～学びのイノベーション事業実証研究報告書より～』, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/08/14/1408183_4.pdf (accessed 2020. 12. 18) .
- 文部科学省(2020):「第4章 教科等の指導におけるICTの活用」, 『教育の情報化に関する手引-追補版-(令和2年6月)』, https://www.mext.go.jp/content/20200701-mxt_jogai01-000003284_005pdf.pdf (accessed 2020. 12. 18) .