

ICT を使った数学の授業に関する一考察 (その5)

— 中学校の第2学年「C 関数」において —

神山 幸華^{*1}・上森 和彦^{*2}・吉原 範征^{*2}・佐伯 英人

A Study on an ICT-Assisted Mathematics Class (V):

A Case study of “C. Functions” in the 2nd grade of Lower Secondary School

KAMIYAMA Sachika^{*1}, UWAMORI Kazuhiko^{*2}, YOSHIHARA Noriyuki^{*2}, SAIKI Hideto

(Received JULY 31, 2024)

キーワード：ICT、中学校、数学、第2学年、関数

はじめに

『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2 各学年の目標及び内容」「[第2学年]」「2 内容」「C 関数」では「(1) 一次関数について、数学的活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。」(p.71)と示されており、「ア 次のような知識及び技能を身に付けること。」(p.71)と「イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。」が示されている(文部科学省, 2018a)。

「ア 次のような知識及び技能を身に付けること。」(p.71)では「(ア) 一次関数について理解すること。」(p.71)と示されている(文部科学省, 2018a)。

「イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。」では「(ア) 一次関数として捉えられる二つの数量について、変化や対応の特徴を見だし、表、式、グラフを相互に関連付けて考察し表現すること。」(p.71)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3章 各学年の目標及び内容」「第2節 第2学年の目標及び内容」「2 第2学年の内容」「C 関数」「C (1) 一次関数」では「事象と一次関数(アの(ア), アの(イ))」と「一次関数の表、式、グラフとそれらの相互関係(イの(ア))」が示されている(文部科学省, 2018b)。

「事象と一次関数(アの(ア), アの(イ))」では「具体的な事象の中から関数関係にある二つの数量 x, y を取り出し、それらの変化や対応を調べることを通して、それらの間に、次のような関係があることを見いだす。」(p.117)と示され、「 x の値が k 増えるに従い、 y の値が ak 増える。」(p.117)と示されている。

「一次関数の表、式、グラフとそれらの相互関係(イの(ア))」では「一次関数の特徴を表、式、グラフで捉えるとともに、それらを相互に関連付けることで、一次関数についての理解を深める。」(p.118)と示されている。また、「 x の係数 a は、 x の値が1だけ増加したとき、対応する y の値がどれだけ増加するかを表していること、(中略)を理解できるようにする。」(p.118)と示されており、さらに、「一次関数 $y = ax + b$ のグラフは直線であり、 a は直線の傾きを決めるものであるから、 y のとる値の増減については、傾き a の正、負によって判断できる。」(p.119)と示されている(文部科学省, 2018b)。

2021年度版の啓林館の教科書『未来へひろがる数学2』では「傾き」について「直線 $y=ax+b$ で、 a の値を、この直線の傾きといいます。」(p.68)と示されている。さらに、「直線 $y=3x+2$ で、傾き3は、次のようにみることもできます。(中略)直線 $y=3x+2$ では、右へ1進むと、上へ3進むことから、この直線は

*1 長門市立深川中学校 (令和5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 山口市立白石中学校

右上がり、傾き 3 は、 x の増加量が 1 のときの y の増加量が 3 であることを示しています。」(p. 68) と示されている。また、「直線 $y=-2x+1$ の傾きは、 -2 」(p. 69) と示され、「この直線では、右へ 1 進むと、上へ -2 、つまり、下へ 2 進む。この直線は右下がりになっている。」(p. 69) と示されている(岡本・森杉・根本・永田ほか, 2023)。なお、2021 年度版の啓林館の教科書『未来へひろがる数学 2』を以下、教科書と称する。

1. 研究の目的

『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」「② 教具としての活用」において『『C 関数』の指導においては、グラフの x の値を細かく取って、その形状をより正確に表示したり、 x の値の変化に応じて座標上の点を動かし表示したりすることができる。また、一次関数 $y = ax + b$ について、 b の値を固定し a の値を変化させる、あるいは a の値を固定し b の値を変化させることによってグラフの変化の様子を考察するなど、条件設定を状況に応じて自在に変えながら考えを進めることができる。」(p. 168) と示されている(文部科学省, 2018b)。

本研究では、文部科学省(2018b)に示されている「一次関数 $y = ax + b$ について、 b の値を固定し a の値を変化させることによってグラフの変化の様子を考察する」という授業を山口市立 A 中学校の B 組で実践した。この授業で使用した ICT 機器は、タブレット PC と電子黒板である。具体的には、タブレット PC を使って個別学習をさせ、また、電子黒板を使って学級全体で話し合わせた。詳しくは「3. 授業実践」で詳述する。

本研究の目的は、授業を受けた生徒の意識(「よく分かった」)をもとに、タブレット PC を使った個別学習、電子黒板を使った学級全体の話合いに関する知見を得ることである。

なお、文部科学省 生涯学習政策局 情報教育課(2018)の『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～』及び文部科学省(2020)の『教育の情報化に関する手引-追補版-(令和 2 年 6 月)』で示されている学習場面でいうと、上記のタブレット PC を使った個別学習は「(2) 個別学習」の「③ 思考を深める学習(B3)」に該当し、また、電子黒板を使った学級全体の話合いは「(3) 協働学習」の「① 発表や話合い(C1)」に該当する。

2. 教材の作成

前述した「一次関数 $y = ax + b$ について、 b の値を固定し a の値を変化させることによってグラフの変化の様子を考察する」という授業を実践するために、動的数学ソフトウェア Geogebra と Google Jamboard を使って教材を作成した。Google Jamboard を以下に Jamboard と称する。

まず、Geogebra を使って作成した教材を図 1～図 7 に示す。

図 1～図 3 は、1 つの「一次関数の式とグラフ」を画面上に表示した図であり、図 4～図 6 は、2 つの「一次関数の式とグラフ」を画面上に表示した図であり、図 7 は 3 つの「一次関数の式とグラフ」を画面上に表示した図である。ここでいう一次関数は $y = ax + 2$ である。つまり、「一次関数の式とグラフ」を画面上に 1 つ～3 つ表示することができるということである。具体的にいうと、「表示・非表示のチェックボックス」が画面上に 2 つあり、それを選択することによって 2 つめ、3 つめの「一次関数の式とグラフ」が表示される。この「表示・非表示のチェックボックス」を選択しない場合、2 つめ、3 つめの「一次関数の式とグラフ」は表示されない。なお、本稿では、「表示・非表示のチェックボックス」を「チェックボックス」と以下に称する。図 1～図 7 に示されている各式の下部にはそれぞれ「スライダー」があり、この「スライダー」は画面上で移動させることができる。「スライダー」を移動すると a の値が変化する。この a の値は $0 \leq x \leq 3$ の範囲で 0.1 単位で変化させることができる。

ちなみに、図 1～図 7 に表示している a の値の枠が、やや横に広い形(長方形)であるのは、 a の値が整数だけでなく、小数第 1 位まで表示される場合があるためである。具体的にいうと、図 2 と図 5 では、 a の値が 1.6 と小数第 1 位まで表示されている。

図 1～図 3、図 4～図 6 の画面上のグラフの変化の様子について以下の①と②に述べる。図 7 の画面上の

グラフの様子について以下の③に述べる。

- ① 図1～図3は、1つの「一次関数の式とグラフ」を表示した図である。ここでは、この式の a の値を変化させる。図1を最初の図とする。図2は図1の「スライダー」の機能を用いて a の値を 1.6 にした図であり、図3は同様に操作して a の値を 3 にした図である。
- ② 図4～図6は、1つの「チェックボックス」を選択し、2つの「一次関数の式とグラフ」を表示した図である。ここでは、2つの式のうち、下に示した式の a の値を変化させる。図4を最初の図とする。図5は図4の「スライダー」の機能を用いて、 a の値を 1.6 にした図であり、図6は同様に操作して a の値を 3 にした図である。
- ③ 図7は、2つの「チェックボックス」を選択し、3つの「一次関数の式とグラフ」を表示した図である。ここでは、3つの式のうち、下に示した2つの式の a の値を変化させる。図7は、「スライダー」の機能を用いて、2つめの式の a の値を 2 にし、3つめの式の a の値を 3 にした図である。

次に、Jamboard を使って作成した教材を図8と図9に示す。

図8は、図7に示した3つの「一次関数の式とグラフ」を並べた図である。別の言い方をすると、一次関数 $y=x+2$ 、 $y=2x+2$ 、 $y=3x+2$ の式とグラフを並べて画面上に表示した図といえる。つまり、 a の値が、1、2、3という正のグラフを示した図である。また、図9は、一次関数 $y=-x+2$ 、 $y=-2x+2$ 、 $y=-3x+2$ の式とグラフを並べて画面上に表示した図である。つまり、 a の値が、負の場合（傾き：-1、-2、-3）のグラフを示した図である。なお、図8、図9は、画面を指等で触れて、文字を書いたり、線を引いたり、また、「付箋」や「テキストボックス」を使って文字を書いたりすることができる。

Google Classroom で1つの「クラス」を作成（B組の数学で使う「クラス」を作成）して、その「クラス」の「授業」を使用し、「授業」の「課題」を選択し、「タイトル」を「活動①」とした。次に、「リンク」を選択し、Geogebra で作成した教材（図1～図7）のURLを記載（複写）した。

前述した Google Classroom で作成した「クラス」を使用して、「授業」の「課題」を選択し、「タイトル」を「活動②」とした。次に「ドライブ」を選択し、Jamboard で作成した教材（図8）を選択し、「各生徒にコピーを作成」を選択し、「割り当て」を選択し、Jamboard で作成した教材（図8）を「下書き」で保存し、配付できる状態にした。

前述した Google Classroom で作成した「クラス」を使用して、「授業」の「課題」を選択し、「タイトル」を「活動③」とした。次に「ドライブ」を選択し、Jamboard で作成した教材（図9）を選択し、「各生徒にコピーを作成」を選択し、「割り当て」を選択し、Jamboard で作成した教材（図9）を「下書き」で保存し、配付できる状態にした。

ちなみに、Geogebra を使って作成した教材（図1～図7）を用いた学習活動を、授業では活動①と称した。一方、Jamboard を使って作成した教材（図8と図9）を用いた学習活動を、授業では活動②、活動③と称した。

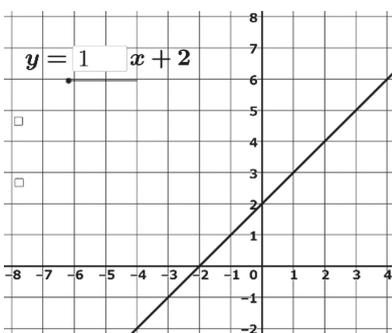


図1 1つの式とグラフを表示
(最初の図形)

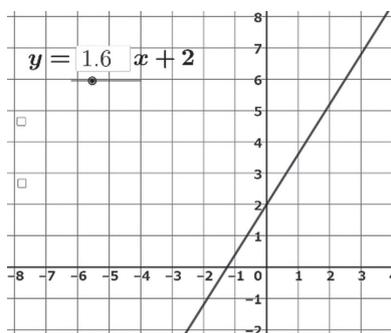


図2 1つの式とグラフを表示
(図1の「スライダー」を移動)

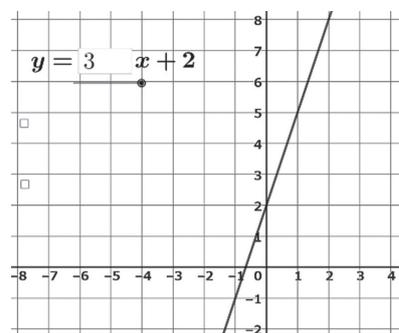


図3 1つの式とグラフを表示
(図2の「スライダー」を移動)

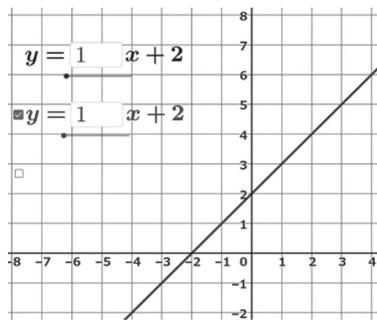


図4 2つの式とグラフを表示
(始めの図形)

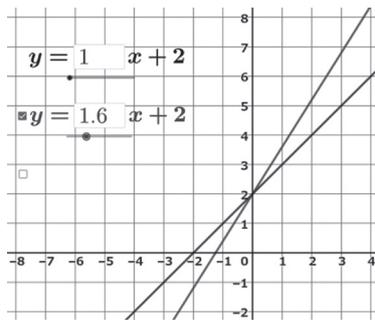


図5 2つの式とグラフを表示
(図4の「スライダー」を移動)

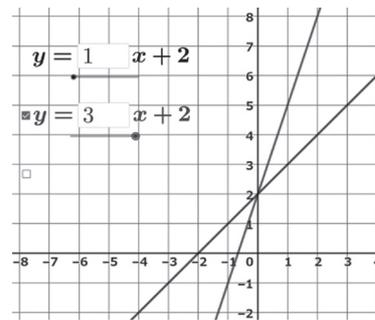


図6 2つの式とグラフを表示
(図5の「スライダー」を移動)

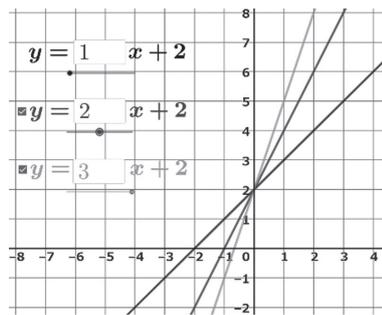


図7 3つの式とグラフを表示

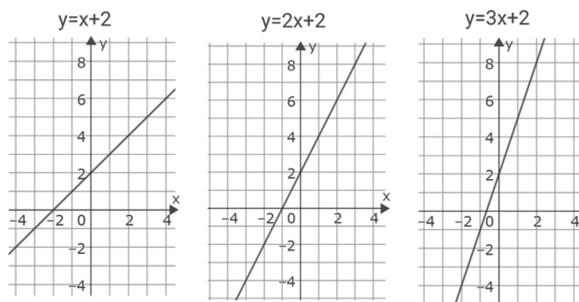


図8 3つの式とグラフを並べて表示
(傾き: 1, 2, 3)

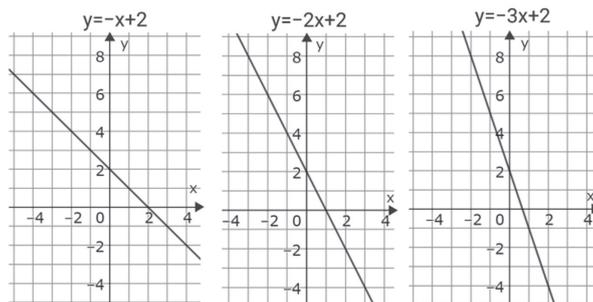


図9 3つの式とグラフを並べて表示
(傾き: -1, -2, -3)

3. 授業実践

2023年7月12日、山口市立A中学校のB組で第2学年「C 関数」の授業を実践した。授業を受けた生徒数は34名であった。授業は、教科書の「3章 一次関数」(p.58 - p.90)の「1節 一次関数のグラフ」の2時間目の時間であり、教科書で示されている「一次関数 $y = ax + b$ で、 a の値とグラフの関係を調べましょう。」(p.68-p.69)である。この授業では、前述したようにICT機器としてタブレットPCと電子黒板を用いた。電子黒板は教員用タブレットPCと有線で接続して使用した。なお、生徒には、入学時、1人1台のタブレットPCを配付している。そのため、生徒は1人1台のタブレットPCを使うことができる。

授業は、主に3つの学習活動(活動①、活動②、活動③)で構成されている。

授業の導入時、生徒にタブレットPCを起動させてGoogle Classroomのアプリを使わせ、作成した「クラス」に入らせた。教員は、一次関数 $y = x + 2$ 、 $y = 2x + 2$ 、 $y = 3x + 2$ を示し、切片が2であり、 x の係数が1、2、3であることを確認し、授業のめあて「一次関数 $y = x + 2$ 、 $y = 2x + 2$ 、 $y = 3x + 2$ で、 x の係数とグラフの関係を調べましょう。」を提示した。

活動①について以下に示す。

教員は、電子黒板を使って図1(一次関数 $y = x + 2$ の式とグラフ)を示し、1つめの学習課題「 x の係数の値を1、2、3のように変えると、グラフはどのようになるでしょうか。」を提示し、生徒に予想させた。次に、教員は、電子黒板を使ってGeogebraで作成した教材(図1～図7に示した教材)の操作の仕方を説明

した（図10）。

その後、生徒にタブレットPCを使わせ、「活動①」と示した「リンク」を選択させて、Geogebraで作成した教材（図1～図7に示した教材）をタブレットPCの画面上に配付した。生徒一人ひとりにタブレットPCを使わせ、一次関数の x の係数を画面上で変える活動をさせた（図11，図12）。

次に、生徒に電子黒板を使わせて（一次関数の x の係数を画面上で変えさせて）、学級全体で話し合わせた（図13）。その結果、生徒が導出した結論は「 x の係数の値が大きくなるほど、グラフが急になる（より起き上がる）」であった。

活動②について以下に示す。

教員は、「一次関数 $y = ax + b$ で、 a の値を、傾きということ」を説明し、2つめの学習課題「傾き（ a の値）が大きくなると、グラフが急になる理由（より起き上がったグラフになる理由）を説明しましょう。」を提示した。次に、教員は電子黒板を使ってJamboardで作成した教材（図8に示した教材）の操作の仕方を説明した（図14）。

その後、生徒にタブレットPCを使わせ、「活動②」と示した「リンク」を選択させて、Jamboardで作成した教材（図8に示した教材）をタブレットPCの画面上に配付した。生徒一人ひとりにタブレットPCを使わせて、生徒の考え（傾き（ a の値）が大きくなるほど、グラフが急になる理由（より起き上がったグラフになる理由））を書かせた（図15）。

次に、生徒が書いた画面を電子黒板で表示して、生徒に電子黒板を使わせ、考えを発表させて、それをもとに学級全体で話し合わせた（図16・図17）。その結果、生徒が導出した結論は「傾き（ a の値）が大きくなるほど、 x の増加量が1のときの y の増加量が大きくなるため、グラフが急になる（より起き上がる）」であった。

活動③について以下に示す。

教員は、3つめの学習課題「傾き（ a の値）がマイナスの場合を考えましょう。」を提示し、教員は電子黒板を使ってJamboardで作成した教材（図9に示した教材）を見せ、傾き（ a の値）を-1、-2、-3のように変えるとグラフが急になる（より倒れ込む）ことを確認した。このとき、この教材（図9に示した教材）の操作の仕方は「活動②」と同じであることを伝えた（図18）。

その後、生徒にタブレットPCを使わせ、「活動③」と示した「リンク」を選択させて、Jamboardで作成した教材（図9に示した教材）をタブレットPCの画面上に配付した。生徒一人ひとりにタブレットPCを使わせて、生徒の考え（傾き（ a の値）が小さくなるほど、グラフが急になる理由（より倒れ込むグラフになる理由））を書かせた（図19・図20）。

次に、生徒が書いた画面を電子黒板で表示して、生徒に電子黒板を使わせ、考えを発表させて、それをもとに学級全体で話し合わせた（図21）。その結果、生徒が導出した結論は「傾き（ a の値）が小さくなるほど、 x の増加量が1のときの y の減少量が大きくなるため、グラフが急になる（より倒れ込む）」であった。

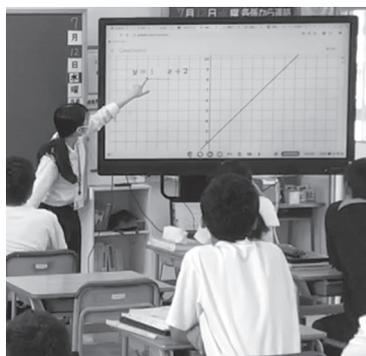


図10 操作の説明



図11 個別学習



図12 個別学習

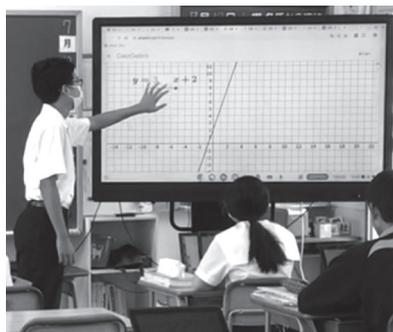


図 13 学級全体の話合い

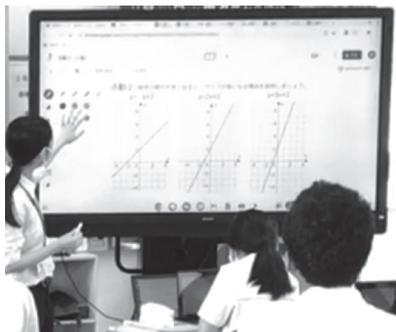


図 14 操作の説明



図 15 個別学習

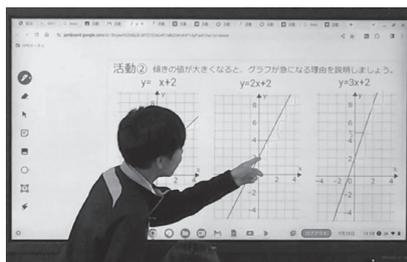


図 16 学級全体の話合い

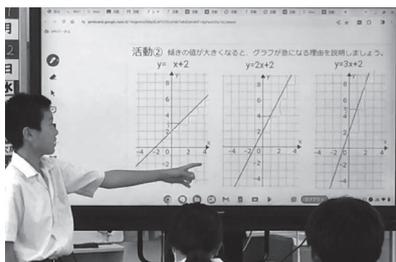


図 17 学級全体の話合い



図 18 操作の説明

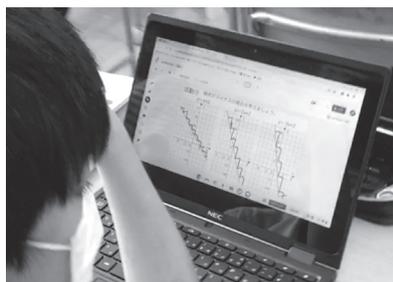


図 19 個別学習

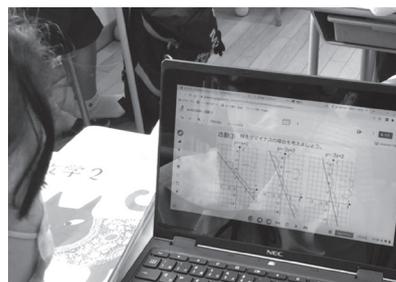


図 20 個別学習

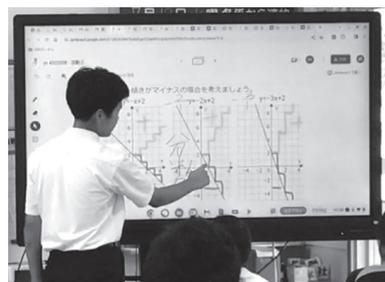


図 21 学級全体の話合い

4. 調査方法と分析方法

タブレット PC を使った個別学習、また、電子黒板を使った学級全体の話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「前文」と「問い」を設定した。「問い」は6つ（「問1」～「問6」）である。「問1」～「問6」では、選択技法と記述法による調査を行った。

質問紙の「前文」では「本日の授業では3つの学習活動（活動①～活動③）をしました。活動①の学習課題は『 x の係数の値を1、2、3のように変えると、グラフはどのようになるでしょうか。』でした。活動②の学習課題は『傾き（ a の値）が大きくなると、グラフが急になる理由（より起き上がったグラフになる理由）を説明しましょう。』でした。活動③の学習課題は『傾き（ a の値）がマイナスの場合を考えましょう。』でした。3つの学習活動（活動①～活動③）では、それぞれ、タブレットを使って個別学習をして、電子黒板を使って学級全体で話し合いをしました。」と示した。

「問1」では、「活動①でタブレットを使って個別学習をして、あなたが感じたことを教えてください。質問項目「よく分かった」において、当てはまる番号を1つ選んで○を付けてください。また、そのように回答した理由を記述欄に書いてください。」という指示を行い、質問項目「よく分かった」を設定した。選択技法による調査では、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。記述法による調査では、記述欄を設

定し、自由記述で回答を求めた。

「問2」では、「問1」の教示中の下線部（活動①でタブレットを使って個別学習をして）を「活動①で電子黒板を使って学級全体で話し合いをして」に置き換えて表記した。

「問3」では、「問1」の教示中の下線部（活動①でタブレットを使って個別学習をして）を「活動②でタブレットを使って個別学習をして」に置き換えて表記した。

「問4」では、「問1」の教示中の下線部（活動①でタブレットを使って個別学習をして）を「活動②で電子黒板を使って学級全体で話し合いをして」に置き換えて表記した。

「問5」では、「問1」の教示中の下線部（活動①でタブレットを使って個別学習をして）を「活動③でタブレットを使って個別学習をして」に置き換えて表記した。

「問6」では、「問1」の教示中の下線部（活動①でタブレットを使って個別学習をして）を「活動③で電子黒板を使って学級全体で話し合いをして」に置き換えて表記した。

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。

「問1」～「問6」の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。

「問1」～「問6」の記述法による調査については、記述欄に書かれた記述の内容を読み取り、生徒がそのように感じた主な要因（生徒の意識の背景）を見取った。なお、生徒の意識については、選択技法の調査の回答が「5. とても当てはまる」もしくは「4. だいたい当てはまる」であれば“ポジティブな意識”とし、「3. どちらともいえない」であれば“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」もしくは「1. まったく当てはまらない」であれば“ネガティブな意識”とした。

5. 結果と考察

5-1 「問1」～「問6」の選択技法による調査

有効回答者数は33名であった。前述した方法で「問1」～「問6」を分析した結果（平均値と標準偏差、天井効果の有無）を表1に示す。なお、選択技法による調査の質問項目は「よく分かった」である。床効果はみられなかったため、表1には表記していない。

「問1」～「問6」では天井効果がみられた。このことは、タブレットを使った個別学習、電子黒板を使った学級全体の話し合いにおいて、「よく分かった」という生徒の意識が「良好」であったことを示している。

表1 選択技法による調査（質問項目「よく分かった」）を分析した結果

学習活動	学習課題	問い	学習方法	平均値 (標準偏差)	天井効果
活動①	「x の係数の値を1、2、3のように変えると、グラフはどのようになるでしょうか。」	問1	タブレットを使った個別学習	4.27 (0.86)	●
		問2	電子黒板を使った学級全体の話し合い	4.36 (0.92)	●
活動②	「傾き (a の値) が大きくなると、グラフが急になる理由 (より起き上がったグラフになる理由) を説明しましょう」	問3	タブレットを使った個別学習	4.18 (0.83)	●
		問4	電子黒板を使った学級全体の話し合い	4.30 (0.75)	●
活動③	「傾き (a の値) がマイナスの場合を考えましょう。」	問5	タブレットを使った個別学習	4.18 (0.90)	●
		問6	電子黒板を使った学級全体の話し合い	4.15 (0.89)	●

N=33

min=1 max=5, ● : あり

5-2 「問1」～「問6」の記述法による調査

前述した方法で「問1」～「問6」を分析した結果について以下に述べる。なお、下記に示した生徒の選択技法による調査の回答は「5. とても当てはまる」もしくは「4. だいたい当てはまる」であった。つまり、見出された主な要因（生徒の意識の背景）はポジティブな意識の要因といえる。

「問1」では「 x の係数の値を変えると、グラフが動いて、グラフの形がよく分かった。」「 a の値を変えると $y=ax+2$ の形がどうなるのかを、タブレットで実際に試せたから。」「いろいろな数に変えたグラフの形を見て実感できるため、分かりやすかった。」といった記述が最も多くみられた。このことから、主な要因は「タブレットPCを使ってグラフの傾き（ a の値）を画面上で変える活動をしたこと」であったといえる。

「問2」では最も多くみられた記述が2つあった。

1つは「電子黒板は大きくて見やすいから、分かりやすい。」「タブレットではなく、大きな画面で見て理解を深めることができたから。」といった記述であった。このことから、要因は「電子黒板の画面で見たこと（大きい画面で見たこと）」であったといえる。「画面が大きく、友達の説明がみんなに伝わりやすいから。」といった記述であった。このことから、要因は「大きい画面を使って話し合ったこと」であったといえる。「友達が操作するのを見て理解を深めることができたから。」「グラフを動かして説明をしてくれたので分かりやすかった。」といった記述がみられた。このことから、要因は「画面上でグラフの傾き（ a の値）を変えながら話し合ったこと」であったといえる。上記のことを言い換えると、主な要因は「電子黒板を使って話し合ったこと（画面を使って話し合ったこと）」であったといえる。

もう1つは「友達の意見を聞けたから。」「人の発表を聞いて、理解度が上がったから。」「他の人の考え方の説明を聞き、どのように変化するのが分かった。」「友達の意見を聞くことで、より理解できるから。」といった記述が多くみられた。このことから、主な要因は「他の人（友人）の意見を聞くことができたこと」であったといえる。

その他、「友達の意見を知ることができたから。」といった記述がみられた。このことから、要因は「他の人（友人）の意見を知ることができたこと」といえる。なお、この要因は「他の人（友人）の意見を聞くことができたこと」に類する要因と考えられる。

「問3」では「画面上に自分の意見を書くことができた。」「ペンなどで書きこみ、自分の考えたことをそのまま表現することができたから。」「自分で書きこんで理解できたから。」「個人の考えを書いてまとめることができたから。」といった記述が最も多くみられた。このことから、主な要因は「タブレットPCを使って画面に書いたこと」であったといえる。

その他、「気付いたところにマーカーでかんたんに色をつけられるから。」「マーカーで色分けができたから。」といった記述がみられた。このことから、要因は「タブレットPCを使って画面に色付けしたこと」であったといえる。なお、この要因は「タブレットPCを使って画面に書いたこと」に類する要因と考えられる。

「問4」では最も多くみられた記述が2つあった。

1つは「電子黒板で見やすくて分かりやすかった。」といった記述がみられた。このことから、要因は「電子黒板の画面で見たこと」であったといえる。「画面が大きく、分かりやすかった。」といった記述がみられた。このことから、要因は「電子黒板の画面で見たこと（大きい画面で見たこと）」であったといえる。「みんなの意見をそのまま映せるから」といった記述がみられた。このことから、要因は「タブレットPCを使って画面に書いたことを電子黒板の画面で見たこと」であったといえる。「どのように考えて、何を見つけたのかが、ペンなどで色づけされて書かれていて分かりやすかった。」といった記述がみられた。このことから、要因は「タブレットPCを使って画面に書いたこと（画面に色付けしたこと）を電子黒板の画面で見たこと」であったといえる。上記の要因を言い換えると、主な要因は「電子黒板を使って話し合ったこと（画面を使って話し合ったこと）」であったといえる。

もう1つは「他の人の意見が聞けたから。」「他の人の考えを聞いて、グラフが急になる理由について考えられたから。」「みんなの説明を聞くことで、理解が深まるから。」「説明を聞いて理解できたから。」といった記述が多くみられた。このことから、主な要因は「他の人（友人）の意見を聞くことができたこと」であったといえる。

その他、「他の人が気づいたところを知ることができたから。」といった記述がみられた。このことから、要因は「他の人（友人）の意見を知ることができたこと」といえる。なお、この要因は「他の人（友人）の意見を聞くことができたこと」に類する要因と考えられる。

「問5」では「グラフに自分の考えを書くことができて分かりやすい。」「自分の考えをタブレットに書くことができたから。」「個人の意見を書いてまとめることができる。」「自分のアレンジがきくから。」といった記述が最も多くみられた。これらのことから、主な要因は「タブレットPCを使って画面に書いたこと」であったといえる。

「問6」では最も多くみられた記述が2つあった。

1つは「友達の意見を視覚的に見ることができたから。」「友達の意見をそのまま映せるから。」「電子黒板で、分りやすく工夫されたグラフの書き込みを見て知ることができたから。」「友達が書き込んだ図を見れたから。」といった記述であった。このことから、要因は「タブレットPCを使って画面に書いたことを電子黒板の画面で見たこと」であったといえる。上記の要因を言い換えると、主な要因は「電子黒板を使って話し合ったこと（画面を使って話し合ったこと）」であったといえる。

もう1つは「他の人の意見が聞けたから。」「友達の意見を聞いて分かったから。」「傾きがマイナスの場合の変化の仕方について聞き、考えることができたから。」「他の人の意見を聞いて理解することができたから。」といった記述であった。このことから、主な要因の1つは「他の人（友人）の意見を聞くことができたこと」であったといえる。

その他、「他の人の考えを知ることができたから。」といった記述がみられた。このことから、要因は「他の人（友人）の意見を知ることができたこと」といえる。なお、この要因は「他の人（友人）の意見を聞くことができたこと」に類する要因と考えられる。

6. まとめ

本研究では、文部科学省（2018b）に示されている「一次関数 $y = ax + b$ について、 b の値を固定し a の値を変化させることによってグラフの変化の様子を考察する」という授業を実践し、授業を受けた生徒の意識（「よく分かった」）をもとに、タブレットPCを使った個別学習、電子黒板を使った学級全体の話し合いに関する知見を得た。

なお、前述したように、文部科学省 生涯学習政策局 情報教育課（2018）の『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～』及び文部科学省（2020）の『教育の情報化に関する手引－追補版－（令和2年6月）』で示されている学習場面というところ、タブレットPCを使った個別学習は「(2) 個別学習」の「③思考を深める学習（B3）」に該当し、また、電子黒板を使った学級全体の話し合いは「(3) 協働学習」の「①発表や話し合い（C1）」に該当する。

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2つ（㉞、㉟）であった。

- ㉞ タブレットを使った個別学習を活動①、活動②、活動③で行った結果、「よく分かった」という生徒の意識は「良好」であった。活動①における主な要因は「タブレットPCを使ってグラフの傾き（ a の値）を画面上で変える活動をしたこと」であった。活動②と活動③における主な要因は「タブレットPCを使って画面に書いたこと」であった。
- ㉟ 電子黒板を使った学級全体の話し合いを活動①、活動②、活動③で行った結果、「よく分かった」という生徒の意識は「良好」であった。活動①、活動②、活動③における主な要因は「電子黒板を使って話し合ったこと（画面を使って話し合ったこと）」と「他の人（友人）の意見を聞くことができたこと」であった。

おわりに

文部科学省 生涯学習政策局 情報教育課（2018）の『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～』及び文部科学省（2020）の『教育の情報化に関する手引－追補版－（令和2年6月）』では、学校におけるICTを活用した学習場面として10の分類例が示されている。本研究では、タブレットPCを使った個別学習を行い、「(2) 個別学習」の「③思

考を深める学習 (B3)」における知見を得た。また、電子黒板を使った学級全体の話合いを行い、「(3) 協働学習」の「①発表や話合い (C1)」における知見を得た。「タブレット PC を使ってグラフの傾き (a の値) を画面上で変える活動」は、その他の学習場面として「(2) 個別学習」の「⑤家庭学習 (B5)」においても活用できると考えられる。今後、実践研究を通して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市立湯田中学校校長（当時：山口市立白石中学校校長）の松野下真氏に感謝の意を表します。

付記

本稿は、神山・上森・吉原・佐伯 (2024a)、神山・上森・吉原・佐伯 (2024b) に続いて『山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』に掲載した論文であるため、主題を「ICT を使った数学の授業に関する一考察 (その5)」とした。

上記の3つの論文以外に、ICT を使った数学の授業に関する実践研究について掲載した論文としては、『山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』に島・福元・徳光・佐伯 (2021) と松村・平塚・佐伯 (2022) がある。また、『日本科学教育学会研究会研究報告』に松村・平塚・佐伯 (2021) がある。

文献

- 岡本和夫・森杉馨・根本博・永田潤一郎ほか (2023) : 『未来へひろがる数学2』, 啓林館.
- 神山幸華・上森和彦・吉原範征・佐伯英人 (2024a) : 「ICT を使った数学の授業に関する一考察 (その3) - 中学校の第2学年「B 図形」において -」, 『山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』, 第57号, pp. 47-56.
- 神山幸華・上森和彦・吉原範征・佐伯英人 (2024b) : 「ICT を使った数学の授業に関する一考察 (その4) - 中学校の第2学年「B 図形」において -」, 『山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』, 第57号, pp. 57-64.
- 島優平・福元章夫・徳光祥永・佐伯英人 (2021) : 「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 -」, 『山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』, 第51号, pp. 79-86.
- 松村悠・平塚旭・佐伯英人 (2021) : 「ICT を使った数学の授業 - 中学校の第2学年「D データの活用」において -」, 『日本科学教育学会研究会研究報告』, 第35巻, 第7号, pp. 47-50.
- 松村悠・平塚旭・佐伯英人 (2022) : 「ICT を使った数学の授業に関する一考察 - 中学校の第3学年「B 図形」において -」, 『山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要』, 第54号, pp. 183-191.
- 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 2024. 7. 31).
- 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 2024. 7. 31).