

ICT を活用した授業実践

ーICT を活用する良さの研究ー

教育学研究科 教育実践創成専攻 教科領域実践開発コース 中等教科教育分野 小松健一

1. はじめに

1.1 現状

令和元年度から現在に至るまで毎年山梨県総合教育センターで各校の校内研究主題に関するキーワードについて調査を行っている。その項目の中に ICT に関する事柄が令和5年度まで徐々に増えており、今や不動の1位であった「主体的で対話的で深い学び」に追いつかんとしている。

1.2 先行研究

中村(2016)は「各領域で必要に応じて ICT を活用する必要があるが、特に、①資料の活用(表やグラフの作成, 標本抽出) ②学習の効果を高めること(数値計算に関わる内容, 観察・操作・実験などの活動を通した指導)に、積極的な ICT 活用が重要であることが分かる」と述べている。具体的な実践事例としては文部科学省が算数・数学科の指導における ICT の活用についての資料を出し、「関数や図形などの変化の様子を可視化して、繰り返し試行錯誤する」と示している。

1.3 ICT 環境

「学校の ICT 環境整備に係る地方財政措置」から、ICT 環境を整備する動きが加速し始めた。しかし、5年間で目標となるところまで進まず、今年度から「教育の ICT 化に向けた環境整備計画」が公布され、今もなお ICT 環境は整っていないということが現状である。

1.4 昨年度の研究を踏まえて

昨年度は、中学校第2学年の平行線と折れ線の角の大きさをもとに補助線の効果的な指導について研究を行った。そのときの課題で出たこととして、当時の実習校と現在の勤務校では ICT 環境に大きな違いがあり、ICT を活用した実践ができなかったという課題があった。しか

し、今年度は ICT 環境が整備されている学校でもあったため昨年度の研究を踏まえ、ICT を用いた実践に重きを置いて研究を進めていきたいと考えた。

1.5 動機

現在の学校教育では、ICT 活用が叫ばれている。他附属の研究会に参加したときや他校の研究会に参加するとき、ICT を研究テーマの副題にいている場合が多い。しかし、その授業実践はクロムブックや iPad を使わなくてもできるものがほとんどで、活用とはいえないものが多くあった。活用とはいったいどういったことをいうのか、また、ICT 活用に焦点が当たっている今だからこそ、ICT が効果的に活用されるための授業実践を通して ICT を適切に扱えるようになるために本研究を進めていきたい。

2. 研究目的

本研究の目的は ICT を活用するとはいったいどういったことなのかを授業実践を通して研究していく。そして、授業を通して、授業者、生徒、教材といったところを切り口として ICT を活用することについて論じていきたい。

また、本研究が、自分自身のスキルを高めるためということはもちろんのこと、生徒の学習に役に立つような実践になっているか、また、将来教員を目指す学生に対して教育の可能性を広げるため、そしてこの研究を見て、得られた知識や結果をもとに再構築された授業がきっかけで一人でも多くの生徒が将来を担う人材になってもらうためにこの研究を進めていく。

3. 研究方法

本研究の目的を達成するために次の方法で

研究を進めた。

まず、ICT 活用に関する先行研究や文献にあたり、言葉のもつ定義や意味、実践事例などを確認する。次に、先行研究から得た知見をもとにして、授業を計画する。そして、前年度研究した「平行線と折れ線の角」に焦点を当てて授業を実践する。そして実践授業を通して、ICT を活用した指導が生徒にどのような効果を与えたのかを成果物などから見取り、実践授業の分析や考察を行う。同時に、教師側においても ICT を活用するための準備や考え、その操作性や ICT 環境について振り返りを行う。最後に、授業実践より得られた成果と課題を明らかにし、ICT を活用するということはどういったことかをまとめ、本研究の結論とする。

4. 研究内容

4.1 実践校の ICT 環境

実践校では、山梨県内の学校とは少し異なり iPad を採用し、生徒もそれに慣れている状況がある。生徒や教師が使用している iPad では令和2年度に iPad を導入することが決まり、各教科で必要なソフトをインストールし、学校で貸与された iPad であればどの端末でも ID とパスワードを入力すると同じように使用することができる。また、今回の実践で扱う GeoGebra においてもすでに iPad の中にインストールされているという状況である。

4.2 活用とは

大辞泉で調べてみると以下のような意味があるといわれている。

表 1

活用	物や人の機能・能力を十分に生かして用いること。効果的に利用すること。
利用	役立つようにうまく使うこと。また、使って役に立たせること。
使用	人や物を使うこと

使用や利用ではなく活用に目を向けて研究を進めていく。

4.3 授業実践について

中学2年生の領域ごと ICT を活用した実践

を行う。

①代数：連立方程式〔スプレッドシート〕

②関数：1次関数〔Grapes〕

③幾何：平行と合同〔GeoGebra〕(本実践)

④統計：データの比較〔SGRAPA〕(予定)

本実践では、その中でも③の平行線と角における平行線と折れ線の角について研究を進めていく。

・実践校について

実践校：甲府市内の中学校

対象：中学2年生（142名）

単元：平行と合同

教科用図書：T社

中学校1,2年生の教科用図書を使用して行う。

使用したソフトの紹介

使用したアプリ：GeoGebra

勤務校の実態：2023年4月に行った教研式標準学力検査 NRT では、数学の偏差値(139名)は 58.0 であった。統計的に見ると全国の水準よりも高いと言える。なお、標準偏差は 8.35 となっていて、標準偏差は 10.0 が基準となっていることから得点の散らばりは狭い集団であるといえる。そして、前年度に行った令和5年度「学びについての調査」では本学年の特徴として、「問題を解くための知識や技能は持ち合わせている」が「主体的な学びに関する得点が他学年に比べ相対的に低い傾向がみられる」ということが山梨大学准教授田中健史朗氏の調査から分かっている。

4.4 課題について

前年度に研究していることに引き続き、今回は中学校第2学年で研究を進めた。

既習事項である平行線の錯角(図1)が等しくなることを確認した。その後には本時は、平行線と折れ線の角(図2の $\angle EFD$)がどのような大きさになるかを探求する。

・GeoGebra ファイルの特徴

勤務校では GeoGebra は生徒の端末にインストールされ、すでに探究のツールとして数学科授業で使用されていることから本時で使用する GeoGebra ファイルは配布をするのではなく次のように生徒に作成させた。

<図1の作成方法>

- ①線分 AB を引く
 - ②線分 AB と平行な直線 CD を引く
 - ③点 E を線分 AB 上にとる
 - ④線分 ED を引く
- ここで平行線の錯角を確認させた。
その後、授業を進めていく中で
- ⑤点 F を任意の点として作成する
 - ⑥E と F, F と D を結んだ線分を引く
 - ⑦点 F を点 D に重ねる
- という工夫を施し、授業を展開した。

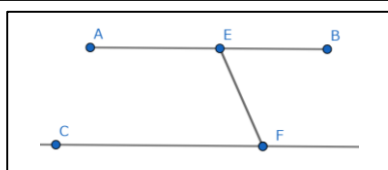


図1 平行線の錯角

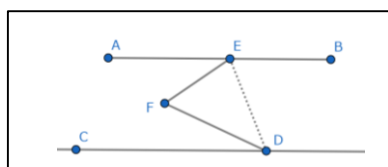


図2 平行線と折れ線の角 ($\angle EFD$)

このファイルをもとにした授業を展開する。

4.5 授業計画

令和5年11月13日から11月22日にかけて授業実践を行った。ICTスキルに差が出ないように1週間の中に本研究に関する授業を展開した。授業の実際は以下の通りである。

4.6 授業の実際

第1時 平行線と折れ線の角 (内部)

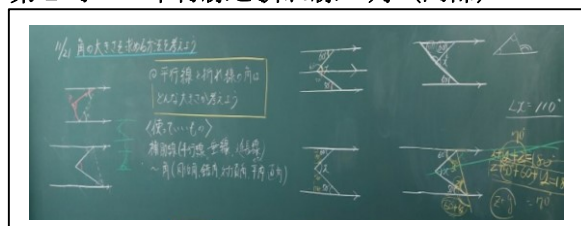


図3 第1時板書

(1) 指導意図

図1の点Fを平行線と平行線で挟まれた任意の場所に移動させる。ここで、点Fが動点であることは生徒からは出ない内容なので教師側から提示する。しかし、いきなり動点が出ることに不自然さがあるので、前単元1次関数の動点を引き合いに出し、「この課題でも動く点があってもいいのでは？」と投げかけて、図2

を作成した。このようにした理由として、点Fを平面上で動かすことによって $\angle EFD$ は様々な角に変形することができ、平行線と折れ線の角の一般の姿を動的に観察することができるからである。更に、平行線の錯角をもとにして題材を作り出すことで、既知との関連を図りたかった。また、次時以降で扱う題材は本時の課題と密接に関係している。授業を通してその考えに触れたり、疑問を持ったりする生徒がいてほしいという思いも動点Fを作成した意図である。

(2) 本時の目標

平行線と折れ線の角がどのような大きさになるか考えよう

(3) 指導の実際

①導入

前時で学習した平行線の錯角をもとに、1次関数の利用の際に扱った動点を想起させ、平行線と折れ線の角を提案した。

②展開

そこで平行線と折れ線の角が具体的にどのくらいの角度なのか、どの角が影響しているのかなど実際にGeoGebraを操作して予想させた。次の図はその操作の中で、生徒が考えていたものを取り上げたものである。

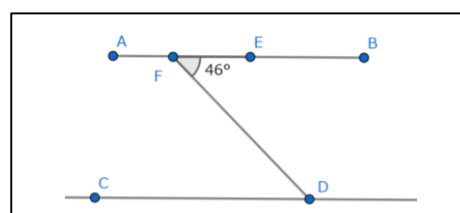


図4 YA生が作成した図

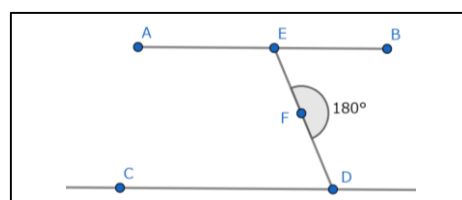


図5 NS生が作成した図

この二者のように特殊例を作成した生徒の考えを全体で共有することで、平行線と折れ線の角が一体何に影響を受けて、どんな角の大きさになるのかを発見できていなかった生徒にとって、考えるきっかけを与えることができた。

次に、操作をする中で、平行線と折れ線の角の大きさを求めるために必要な角を考えさせると、どのクラスとも平行線と折れ線のなす角（図2における $\angle AEF$ と $\angle CDF$ にあたる角）が分かれば平行線と折れ線の角が求められそうだという考えに至った。本時では $\angle AEF$ と $\angle CDF$ をそれぞれ 60° と 50° とした。この角の設定にした目的は小松（2022）においても同じ角の大きさを取り扱ったためである。

そして、目標を提示した後、個人探究へと移る。個人探究では、既習事項をもとに問題解決へと進んだ。そこで ICT の使用について言及せずに、様子を見てみると、答え合わせとして GeoGebra の測定という機能を使って $\angle EFD = \angle CDF + \angle AEF$ となることを確認していた。そして、発表の時間を設け、発表させた。

③まとめ

本時のまとめとして、生徒が発表した考えをもとにして $\angle EFD = \angle CDF + \angle AEF$ つまり $\angle EFD = 50^\circ + 60^\circ = 110^\circ$ であることを結論付けた。同時に、展開場面において次時で取り上げたいと思っている図である平行線外に平行線と折れ線の角が出来上がっている図（以下の図 KT 生）を考えていた生徒がいたので紹介すると、同様な考えをもった生徒がどのクラスも半分以上はいた。

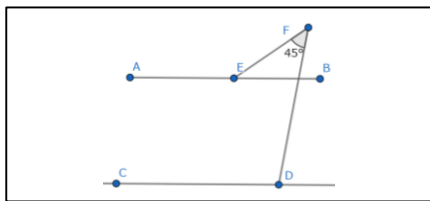


図6 KT生が作成した図

そして、振り返りの時間を設け、振り返りを各自生徒が行った。

（4）授業後の様子

実際に生徒が記述したノートを集めてみると次の様子が見られた。

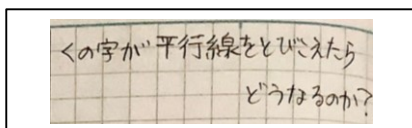


図7 YA生が記述した文章

この記述のように、やはり平行線外に平行線

と折れ線の角がでたらどうなるのかを疑問に思っていた生徒もいたので、動的な操作中の一瞬を切り抜くことで疑問が生まれたり、動的な操作を通して規則性を発見したりできることが ICT を用いたことによる強みであるといえる。

（5）生徒の振り返りの様子

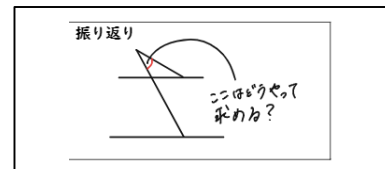


図8 UY生の振り返り

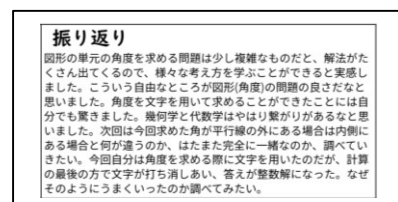


図9 OT生の振り返り

次時では、これらをもとに授業展開をする。

（6）第1時を終えて（発見）

操作を通して学習を進めると直観的に特殊な図形を考えて課題を解決しようとする生徒や直感的に動かすことで法則を考える生徒がいた。この授業を受けて次時では図6での考えから第2時を展開しようと考えた。

第2時 平行線と折れ線の角（外部）

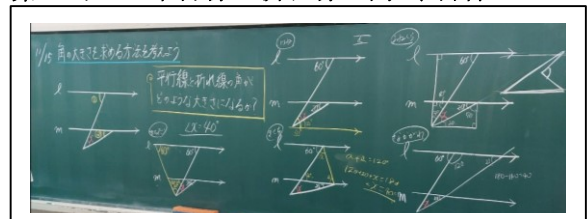


図10 第2時板書

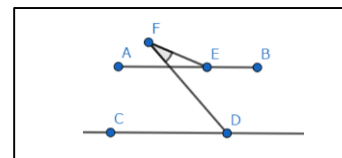


図11 平行線外に出た平行線と折れ線の角

第1時で出た課題（図11）について授業で取り上げた。ここでの角の大きさは実際に生徒が作成した GeoGebra をもとに生徒に考えさせたため 60° と 20° を使用している。

（1）指導意図

生徒が ICT を操作する中で出た意見をもとに授業を構成することにより、生徒が更に考えを発展させるであろうという意図で授業を展開した。

(2) 本時の目標

平行線と折れ線の角がどのような大きさになるか考えよう

(3) 指導の実際

①導入

導入では、前時の GeoGebra の操作中に出てきた疑問点をもとに話を進めた

②展開

前時の GeoGebra で作成したものを作り直して、平行線外にできた平行線と折れ線の角の大きさを求めた。その際に前時との違いである平行線内に角ができていないか平行線外に角ができていないかを取り上げて授業を展開した。

(生徒に GeoGebra を動かす時間を設けて)

T：これは前回と同じ、くの字型の角だけど同じやり方でこの角を割り出せそうか

T：周囲と確認してみてもいいよ

S：(周囲と相談)

T：どうだった？

S：・・・(結論が出ないといった様子)

T：どの角を知りたいか？

S：前回と同じ場所がわかればいける

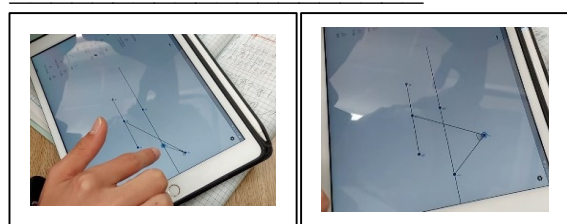


図12 実践中の生徒の様子

平行線と折れ線(くの字型)の角から操作をして、平行線の外側に動点が動いた時の様子を動画より抜粋した。これは同一生徒による、折れ線部分を動かしている様子を抜粋したものである。この生徒はこの後、折れ線を一直線にすることで平行線と折れ線の角が0°に近づいていくことから和という計算方法ではなく差ではないかというように考えていた。

T：この角はどうやったら求められそうか？

S：前回の授業のくの字の部分足せば答えが出たけど今回は引き算だと思う。

T：なぜ？

S：前回は動点を動かしても(角の大きさが)小さくならなかったけど、今回は動かすと(角の大きさは)大きくなるから。

その後は第1時と同様の授業展開を行った。

③まとめ

本時のまとめとしては、前時との比較を通して角の大きさの求め方に違いがあることを確認した。

$\angle EFD = \angle CDF + \angle AEF$ であった前回の求め方が本時では $\angle EFD = \angle CDF - \angle AEF$ つまり $\angle EFD = 60^\circ - 20^\circ = 40^\circ$ であることを結論付けた。前時と比べながら同じ平行線と折れ線の角の部分を探っていたのにもかかわらず和を用いた求め方ではなく差の求め方になるということ全体を確認した。

(4) 授業後の様子

前時の内容をもとにして図を変化させている生徒の記述(図13)があった。それは GeoGebra を動的に活用したからこそ出た考えであると言える

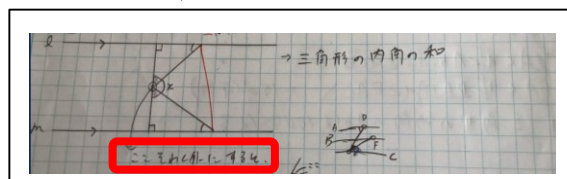


図13 FH生のノートへの記述

次の図14(KY生)や図15(SO生)のように、前時でのやり方(平行線の錯角や点と点をつなげて三角形を作成するやり方)を使用して成功体験を得た生徒は本時も、次時も同じように平行線の錯角を利用して解こうという解答が見られた。ICTを活用して平行線がかけるということを実際に行い、[計測]という機能を用いて ICT を通して実際に角の大きさを測ることで安心して解け、「次も同じ方法を用いたい」という意志が生徒の記述から明らかになった。

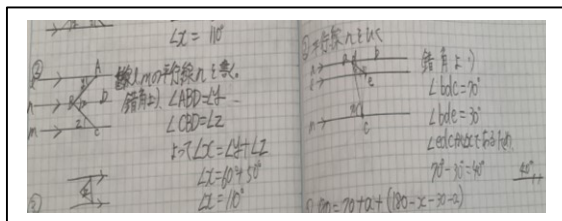
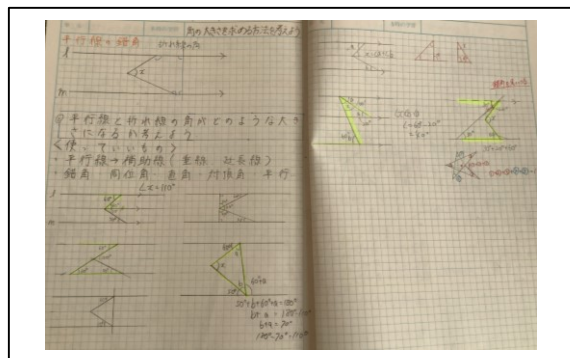


図14 実際に生徒が行った記述 (KY 生)

図15 実際に生徒が行った記述 (SO 生)
(5) 第2時を終えて (発展)

これらの発見や授業内での興味を取り上げて、次時では平行線を動かすことに繋げるようにした。

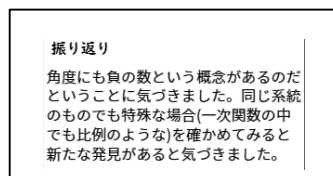


図16 OT 生

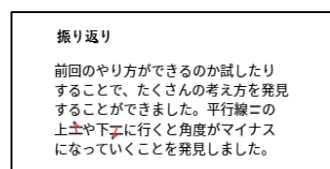


図17 IA 生

実践後にまだ疑問を持った生徒がいた。その疑問とは、「平行線外に出ていたとしても同じ平行線と折れ線の角なのに異なる計算方法なのは変じゃないか?」というものだった。その生徒には「平行線を境にすると、平行線内であれば回転角が正の数、平行線外は負の数になる」と伝え、「角度にも負の数があるの? あっそうか。そうすれば負の数を足しているという関係になるのかから実際は変わらないのか」と言って納得したり、驚いたりしている様子(図16と図17)だった。これらの生徒以外にも生徒の中には「次はどうなるんですか?」と聞いてく

る生徒もいて、次時の内容に期待を持っているようであった。

第3時 やじりの角

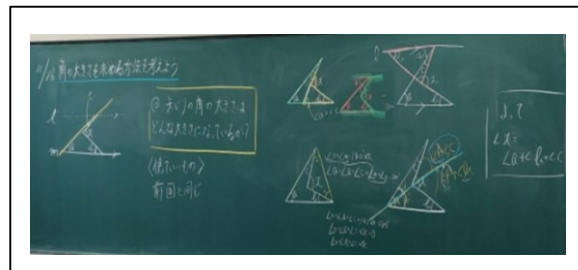


図18 第3時の板書

(1) 指導意図

前時から引き続き、平行線と折れ線の角をもとにして授業を展開する。そうすることで親しみやすいものであると同時に他に動かせるところはどこかを問うことで新たな課題を自ら発見することができる。そして、生徒自身が課題となる図を作成し、本時の課題である矢じりの角を求めていくような授業を展開していく。

(2) 本時の目標

矢じりの角がどんな大きさになっているか考えよう

(3) 指導の実際

①導入

他に動かせるところはないかどうか問い生徒の言葉から本時を展開するような導入とした。次の会話は実際の会話である。

T: 今までのはくの字型の角の部分の頂点が移動していたけれど、動く部分はここだけかな?

S: やばっ。平行線だ。

T: 平行線を平行じゃなくしてもいいよね?

S: えー。どうなるの?

この会話をした後にはすでに楽しそうに笑いながら「やばすぎる」「そっちも動くのか」「なんでもありじゃん」などワクワクしている様子の言葉がたくさん出た。

②展開

GeoGebra を用いて、矢じりの角を作成させた。そのときは、前時まで使用していた平行

線と折れ線の角を残した状態で、再度矢じりの角を作成させた。それは、GeoGebraの性質上、最初に設定した平行線という条件を解除することができなかったため最初からの作成となった。それが功を奏してか前時で使ったものがここでも使えないかと考える生徒が多かった。

ここからは GeoGebra を使用することは告げずに矢じりの角を求める学習に進んだ。実際に作成した図を凹型四角形と見て、角の大きさを測定すると矢じりの角が各頂点の角の和になっていることに気付き、全員で共有した。そこからは、ノートに書いた矢じりの角を操作する生徒が多かった。そして、個人探究の時間を取り、なぜ各頂点の角の和になるのかを発表させた。

③まとめ

矢じりの角の大きさは各頂点の角の和になることを確認した。

(4) 授業後の様子 (自発)

生徒のノート(図19)を見ると、第1時から第3時になるにつれ、図形を操作することで分かっていたことが、徐々に角の大きさを求めるのに計算を用いたり、文字を用いたりしていることがこの記述から見て取ることができる。

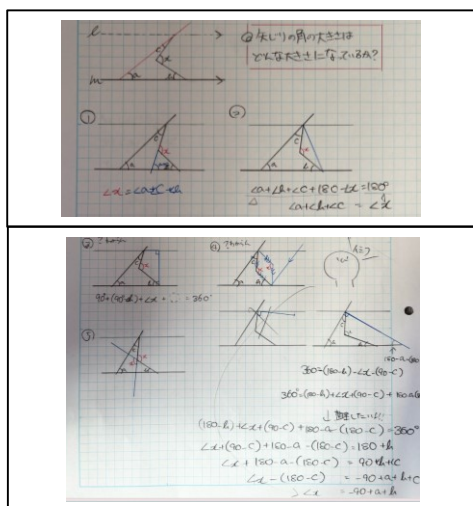


図19 実際に生徒が行った記述(YK生)

また、授業後に、「次は何が動くんですか？」と聞いてきた生徒もいた。そこで、私の方から「矢じりの角の部分延長して結ぶと？」と聞くと「星形だ」と答えて、早速黒板にみんなで試行錯誤を繰り返していた。

5.成果と課題

5.1 成果

実践を通して、次のような成果と課題が出た。

○動的な操作ができる

- ・特殊な図形、特殊な状況を作成できる...①
- ・①から関係や規則性を発見できる...②
- ・特殊から一般を作成できる...③

○次に繋がる

- ・課題に取り組んでいる中に更に課題を発見できる
- ・状況や視点を変えやすい(補助線の種類、本数など)

動的な操作については周知の事実になっているが、動的な操作の中に上記の①～③について成果を得た。①,②は授業実践を通して得られた成果である。③では、数でいう文字のように数を一般化できるようなものが、図形でいうICTではないかということが考えられることが成果として挙げられる。私たち教員という立場としてもICTが図形の一般を表しているものという認識があれば、今まで学習した内容との繋がりをより強固なものにしたり、同じ学年の中で習得する知識同士を結び付けたり、これから習う知識との繋がりを考えたりしながら授業を構成することでICTを活用できる授業を展開することが可能になると考えられる。

5.2 課題

●自由度が少ない

- ・意図した図がかけない

例えば、円を書くことはできても垂直二等分線を、コンパスを使って作図するときのような半円をかくことができないということが挙げられ、どうしても不要な線が増えてしまうということが課題として挙げられる。

- ・細かい作業ができない

自動補正機能が付与されていることで微妙なずれが補正されて、自分がしたいと思っていることが正確に実行することができないということもある。

●すぐに操作ができるものではない

- ・機能を把握することに時間を有する

本実践は GeoGebra を使用したので比較的

簡単な操作であるが、スプレッドシートを使うような実践では関数を入力したりするとすぐに操作ができるものではないといえる。

5.3 振り返って

ICT 機器やアプリは一度操作を覚えてしまえば生徒は使いやすいということが分かる反面、教師側がその速度に追いつけていないということが懸念される。そして、ICT 機器の用途が道具として存在しているときは活用まで届くことはない。今回の実践では、ものの見方や捉え方を補助するものとして必要不可欠かどうか活用が基準となることが分かった。

今まで ICT を活用できていなかったときは①想像の範囲を超えない②形として残らない③考えが広がらないという印象があったが、ICT を活用することで一定の操作が可能になったり、データとして保存可能になったりするので上記の①～③を十分に補うことができる。そして動きを止めることで一つの図として扱うことができたり特殊な図形を見付けやすく、取り組みやすかったりするので次の課題に発展しやすいということがいえる。

6. 本研究の結論

本研究の目的は ICT を活用するとはいったいどういったことなのかということだった。以下に述べる内容が今回の実践授業を通して分かった「ICT を活用することの良さ」についての結論である。

繋がりを考えた上で教材を工夫すること

教師側が常に考えておかなければならないことは、繋がりを考えた指導である。従来は、本時の課題を唐突に教師が提示することが多く、なぜその課題が出てきたのかが分からないまま授業を展開することが多かった。しかし、ICT を活用することで、いきなり課題と対峙するのではなく、変化前と変化後の途中過程が分かり、変化前まで使えたことが変化後でも使用できないかと考えた上で課題に取り組むことができる。そして操作の中で、特殊な場面を作図することによって、特徴を捉えやすくなったり、

図の変化はあっても問題解決の過程に変化がないと分かれば図形を一般化できたりする。こうして課題が以前のものとどう関連しているのか考えたり、図が変化しても同じことがいえるのかを考えたり、ときにはそれが発展してこれからの学習にいきたりすることだってある。よって ICT を用いることで教材間が繋がり、一般を考えることができたり、過去や未来の学習に生かすことができたりする。

同時に教師が「解きなさい」という指示をしなくても生徒自らが課題を発見したり、別の方法はないかを考えたりすることが自然とできる。よって ICT は教材と生徒を繋ぐ役目もあることが分かった。

これらのことより、ICT を用いることで、何ができるのか、今までとどう変わり、どんなことが期待されるのかなどを考慮することが大切であるということが分かった。また、動的な図形を探究することは今までの図形教育ではできなかったことであり、生徒は図形の一般の姿を動的に観察し探求することにより、様々な発見をすることが期待でき、発見的考察の質が変わる可能性がある。これが ICT とりわけ GeoGebra を活用する良さであり、特徴でもあると結論付けた。

引用・参考文献

- ・大辞泉
- ・藤井斉亮, 真島秀行他(2021)『新しい数学 1～2』, 東京書籍
- ・学校の ICT 環境整備に係る地方財政措置
- ・小松 (2022), 効果的な補助線の指導—直観的な考察を通して—pp.186-193
- ・教育の ICT 化に向けた環境整備計画
- ・教研式標準学力検査 NRT 図書文化社
- ・中村 (2016), 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 15 号, pp.69-78
- ・校内研究主題に関するキーワード, 山梨県総合教育センター
- ・田中健史朗, 令和 5 年度「学びについての調査」前期報告書
- ・算数・数学科の指導における ICT の活用について