

数学科におけるICTの効果的活用

～課題理解の手助けとなるための活用と表現力を高めるための活用について～

尾花沢市立常盤中学校 田 中 雄 大

〈研究の概要〉

本研究では、課題をつかむ場面と自分の考えを表現する場面での効果的な活用について考察した。

課題をつかむ場面では、具体物を持ち込めない代わりに映像を提示したり、グラフや図形が変化する様子を生徒自身に操作させたりすることで、課題をしっかりとつかんだうえで思考できる生徒が増加した。また、課題把握に対する理解が浅い生徒に対して、ICT機器を用いることで効果的に支援を行うことができた。

自分の考えを表現する場面では、生徒のノートをテレビ画面に映し出して説明させ、表現力や思考力が高まったかどうかを検証した。その結果、他者に伝わるよう図や語句を用いて自分の考えをノートにまとめようとする生徒が増加した。また、ノートをそのまま発表用資料とすることができると時間的な余裕が生まれ、より多くの生徒が考えを発表して交流し、全体で深め合うことができた。

1 研究テーマ

数学を学ぶ意義の一つに、「論理的に物事を思考できるようになる」がある。それには、表現力を高めることが大切である。中学校学習指導要領数学編にあるように、表現することにより、「考えたり判断したことを振り返って確かめることが容易になる」こと、「一層合理的、論理的に考えを進めることができるようになったり、より簡潔で、的確な表現に質的に高めることになったり、新たな事柄に気づいたりすることも可能になる」と考えられる。よって、表現力を高めることが学習する意義に直結すると考える。

本校の生徒の課題は、以下の通りである。

- ①数や式を計算処理する学習では例題を参考にしながら正確に解くことができる生徒が多い。
- ②マッチ棒や碁石の配列が変化する様子や、図形が変化する様子を考察する課題において、半数以上の生徒がイメージを持つことができず、課題を的確につかめない。
- ③計算過程を説明する学習や、事象が変化する様子に関数とみなして考察する学習において、自分の考え

を用語を正しく用いて説明できない生徒が多い。

そこで、本校の生徒の実態をふまえ、数学を学習する意義に迫るには、以下の2点について追及していく必要があると考えた。

(1)課題把握時の工夫について

具体物を生徒に操作させて変化の様子を考察させる工夫を行ったところ、課題をより容易につかんでいる様子が見られた。よって、ICTを有効に活用し、手に取って操作できない物やグラフ、図形などを操作する様子を提示・操作させることで課題を的確に把握できるのではないかと考える。生徒たちが課題を的確に把握し、目的意識をもって主体的に数学的活動に取り組めるよう指導していきたい。

(2)表現力の向上について

表現力を高める意義について、学習指導要領解説数学編には「表現することは知的なコミュニケーションを支え、また、知的なコミュニケーションを通して表現の質が高められ、相互に関わり合いながら学習を充実させることにつながる」とある。表現活動を通して自己の考えを表す楽しさや、他者の考えを理解できる

楽しさを実感できるよう表現の質を高めていきたい。
以上、2つの点から本テーマを設定した。

2 仮説

(1) 課題提示の工夫と課題解決に向けた見通しを持たせるための支援について

関数や図形の学習において、グラフや図形の特徴や定理を学習するとき、ICT機器を用いてグラフや図形を題意に当てはまるように自由に変化させて考察することで、解決の糸口が見えやすくなるだろう。課題解決の見通しが持てない生徒については、個別に映像を提示することで、課題をよりの確につかめるだろう。

また、魅力的な課題を設定して学習への意欲を高めようとしたとき、具体物がない場合でもICT機器で提示することで、意欲を高められるだろう。

(2) 表現力を高める工夫について

課題解決型の学習において、個の考えを全体に伝え、それらの考えを深化・統合するとき、ICTを用いて発表用資料を作成することで時間を短縮でき、生徒が互いに表現し合う時間が確保され、表現力の質的向上が期待できるだろう。

また、表現活動を通してより合理的・論理的に思考する力を養うことや、新たな事柄に気づかせたりすることができるだろう。

3 研究の方法と計画

(1) 仮説1について

(1) ソフトを活用して見通しをもたせる

①GRAPES

1年	比例と反比例	比例定数とグラフの傾きが対応する様子を、視覚的に、かつ連続的に捉えさせる。
		点の移動に比例して図形の面積が大きくなることを視覚的に捉えさせる。
2年	1次関数	図形の形がどのように変化するのか、面積の増減がどの地点から変化するのかを視覚的に捉えさせる。
3年	関数 $y=ax^2$	比例定数とグラフの形状の関係を視覚的に捉えさせる。
		2点が同時に移動したときの図形の面積の変化する様子や、面積が増減する分岐点はどこなのかを視覚的に捉えさせる。 課題を捉えることがなかなかできない生徒

		には、机間支援をしてパソコンの画面を見せることで、図形がどのように増減するかを捉えさせる。
--	--	---

②GeoGebra

3年	相似な図形	「平行線と比の定理」 前時の図形の一部を変化させて新たな課題を提示する方法を、単元を通して実践し、前時の学習内容を生かして課題解決ができるようにする。
3年	円	「円周角の定理の証明」 点を自由に移動させ、円周角と中心角の関係を比較させることで、定理が成り立つことを実感させるとともに、様々な形状において定理が成り立つのかを考えるための見通しをもたせる。

③PowerPointの活用

2年	平行と合同	「正多角形の1つの内角の大きさを求める」 世界中にある正多角形の建築物の写真を見せることで、「東京スカイツリーの設計をするために正十二角形の内角を求める」という課題に意欲的に取り組めるようにする。
----	-------	---

(2) 課題を視覚的に理解させるために次のICTを活用する

①iPadの活用

2年	1次関数	傾きと切片の値を自由に変化させてグラフの様子を考察することで、課題を視覚的にかつ連続的に捉えさせる。
----	------	--

②PCソフト「中学校数学シミュレーション」の活用

1年	空間図形	「面の移動」 数多くの実験を見せ、面が移動する方法とその時にできる立体図形の形をつなげてイメージできるようにする。最終的にはICT機器無しでもイメージできるよう指導する。
----	------	--

(3) PCソフト「simlehist」の活用

1年	資料の整理と活用	1人1台パソコンを使用して学習する。 生徒自身がインターネットもしくは全校生徒にアンケートをとってデータを収集し、ヒストグラムに表したり代表値を求めたりする。自分なりの視点で分析し、表現しようとする意欲を高め、表現力を養う。
----	----------	---

(2)仮説 2 について

- ①グラフや図形など、説明するときに画像があるほうが分かりやすい場面での活用。
- ②画像などの発表用資料に補助説明を書き込みながら説明する学習での活用。
- ③他者の説明を聞いた生徒が、その資料を用いて自分の言葉で説明する学習での活用。

4 研究の実践

(1)実践 1

①実践の概要

関数領域において、グラフの形状から「 x に比例する部分」「定数部分」の値を読み取れるようにする。

②仮説について

ア仮説 1 について

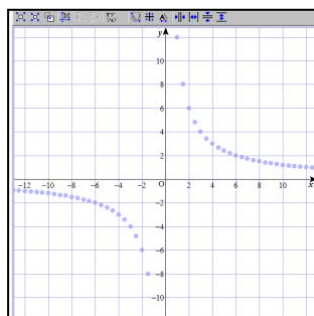
パソコンソフト GRAPES や iPad のアプリを用いてグラフを様々な形に変化させて考察させることで、視覚的に捉えることができるようにした。

③子供の学びの姿

1 年「比例と反比例」の単元において、GRAPES を用いて考察させたところ、生徒 A は比例定数とグラフの傾き具合をリンクさせて考え、式を求めることができた。反比例のグラフの特徴について、GRAPES でグラフが座標軸と交わらないことを確認し、その理由を考察できた。

2 年「一次関数」の単元において、iPad を用いて学習することで、グラフの式を正確に読み取る感覚が養われ、途中からグラフが変化するような応用問題や文章問題を正確に解くことができるようになった。生徒 B は、iPad を繰り返し操作して、式とグラフの形の関係を考察することで、イメージ化できた。また、苦手意識のある生徒 C に iPad を用いてグラフの変化の様子を確認する個別支援を行ったところ、意欲的に取り組むことができた。

3 年「関数 $y=ax^2$ 」の単元において、GRAPES を用いて確認することで、比例定数とグラフの形状の関係に対する感覚が磨かれ、グラフをイメージ



して書ける生徒が増えた。苦手意識の強い生徒 D は、いろいろなグラフの形状を両手を動かしてイメージしながら問題に取り組むようになった。

グラフの形状について、ICT を用いることで一般化して学習できた。また、グラフが座標を表す点の連続であることをイメージすることができた。数学が苦手だと感じている生徒も、式とグラフの関係を言葉や身体を用いて説明することができた。理解度を定期テストで確認したが、2 年生の正答率は 91%、3 年生の正答率は 73% だった。ICT を活用することで、グラフと式の間を短時間で効果的に学習することができる。



(2)実践 2

①実践の概要

関数領域において、「図形が変化したときの面積の変化する様子」を考察する。

②仮説について

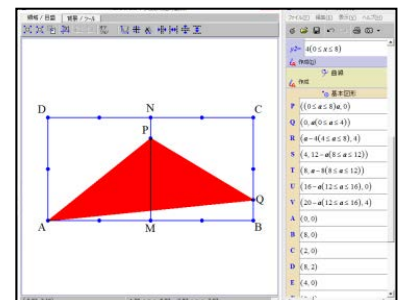
ア仮説 1 について

パソコンソフト GRAPES を用いて課題を把握させる。図形の変化する様子を ICT 無しでイメージできるようにし、点が動いた距離と図形の面積の関係をグラフや式で表せるようにする。

③子供の学びの姿

1 年「比例と反比例」の単元において、図形が変化する様子の動画を映し出し、その様子をノートに書かせて整理したので、考えを整理することができた。

2 年「点の移動による図形の面積の変化の様子」において、苦手意識のある生徒 E が、図形の変化の様子をイメージして考察し、グラフや式を求めようと意欲的に取り組むことができた。授業の感想からも「図形がど



のように変化するの分かりやすかった。」と答えていた。

文章から図形をイメージするのが難しい課題だが、GRAPES を使うことで容易にイメージできるようだった。課題を捉えることがなかなかできない生徒にも、個別支援でパソコンの画面を見せることで、変化の様子を捉えさせることができた。

(3)実践3

①実践の概要

3年生「相似な図形」の単元において、前時の図形を変化させて本時の課題を提示することで、課題解決の見通しを持たせる。

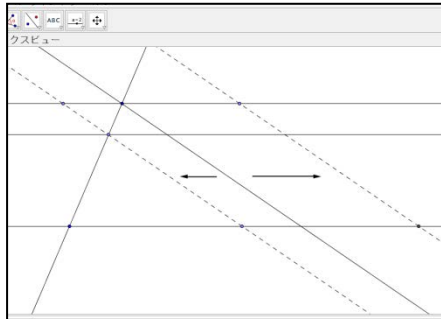
②仮説について

ア仮説1について

パソコンソフト GeoGebra を用いて、図形が前時からどのように変化して本時の課題になったのかを提示することで、既習事項を生かして課題解決できるようにした。

③子供の学びの姿

3年生「平行線と比の定理」の学習で、ICTを用いて課題提示をしたところ、9人中6人が見通しを持って



取り組むことができた。生徒 F は「前回の図と同じだ。」と発言した。数学が苦手な生徒 G は相似な図形があることを瞬時に発見し、長さを求めようと取り組んでいた。

応用問題として考えるよりも、前時の内容と類似の課題とみなすことで、見通しを持って取り組むことができる。そのとき、線分をスライドさせてみせることで、類似の図形だという理解がなされやすい。

(4)実践4

①実践の概要

図形領域の空間図形において、ある操作を行うとどのような図形になるかをイメージし、立体図形の

名称を的確に答えられるようにする。

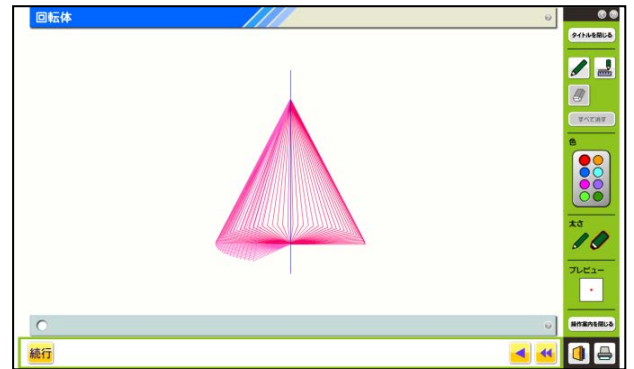
②仮説について

ア仮説1について

パソコンソフト「中学校数学シミュレーション」を用いることで、多くの図形について操作後の立体のイメージを持てるようにする。

③子供の学びの姿

1年生「空間図形（面の移動）」の学習で、平面図形が縦方向に移動した図と回転軸を中心に回転した図を考察した。予想を立てて、面を移動させ、図形にある共通点を考えさせた。三角形を回転させると三角柱になると予想した人が多かったが、円錐になることに驚き、回転体は全て底面が円になることを全員が理解した。



図形を具体物で移動させてイメージするのは難しく、ICTを用いて完成形をより多く見て、その特徴を考察することでイメージしやすくなると言える。

(5)実践5

①実践の概要

導入場面で具体物を提示できない場合に映像を提示して興味を持たせる。

②仮説について

ア仮説1について

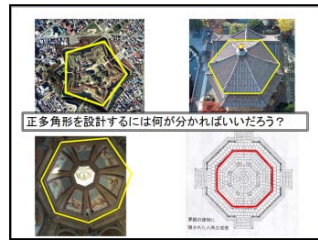
PowerPoint で資料を作成することで、視点を絞って読み取らせたい事柄に注目させることができたようにした。

③子供の学びの姿

2年生「一次関数」の学習で、携帯電話のプランを比較する学習で実践した。実際にプランを比較している表がインターネットにあったので、その表を提示し、教科書（啓林館）の課題に取り組ませた。身近で興味のある課題なので、意欲的に取り組んでいた。生徒 H は表を書いて交点を求めることで、そ

それぞれのプランが得する範囲を求めることができた。生徒 A は友達の発表を聞いて、グラフの交点の意味をノートに書き込んで、意味を理解しようと努めていた。

2 年生「平行と合同 (正多角形の内角の和)」の学習で実践した。まず、世界中にある正多角形の建築物の写真を提示し、設計するには辺の長さや角の大きさを求める必要があることに気づかせた。



次に、修学旅行で登ってきた東京スカイツリーが正十二角形であることから、東京スカイツリーの設計をするために、「正十二角形の



内角の和を求める」という課題を設定した。全員が意欲的に課題に取り組み、その後の班での学び合い学習では全員が自分の考えを持って取り組むことができた。

課題が日常生活とつながっていることを実感すると、興味を持って課題に取り組み、知識を定着させることができる。また、課題に必要感が感じられると、全員が意欲的に取り組めるようになることがわかった。

(6)実践 6

①実践の概要

課題解決型の学習において、個の考えを全体で考察する際、分かりやすく自分の考えを説明するために補助資料を視覚的に提示したり、資料をもとに発表したりした。

②仮説について

イ仮説 2 について

ICT を用いることで、発表用資料を作成する手間を省くとともに、他者に伝わりやすい内容の説明をノートにまとめようとする意識を持たせることができた。

③子供の学びの姿

以前行っていた ICT を活用しない授業では、発表

用資料を作成するために、ホワイトボードや拡大したプリント、黒板にもう一度考えを書かせる時間を設定しなければならず、班の中で考えを深めたり、理解しきれていない生徒が理解できるように教え合ったりする時間が不足していた。iPad と

AppleTV または、タブレットと airPlay で撮影したノートをテレビ画面に映し出して発表用資料とすることで、学習内容や自分の考えをノートに整理



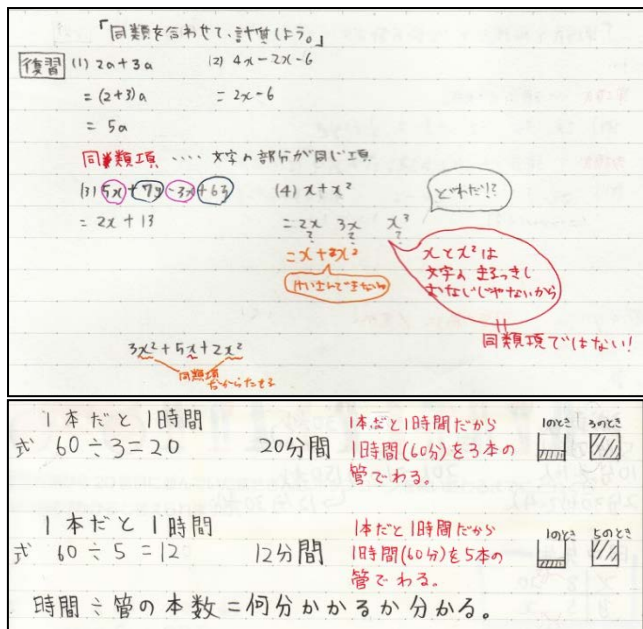
したり、班の仲間に質問したりする時間を十分に確保できたので、以下のような変容が見られた。

- 板書や自分の考えをノートに書くのに時間がかかる生徒 A が、自分の考えをノートに丁寧に書き、班の仲間の考えを聞いて思考を深めることができた。
- 自分の考えの過程を説明するのが苦手な生徒 I が、班の中での教え合い活動を通して、グラフを活用して説明すると分かりやすいということに気づき、思考のポイントをテレビに書き込んで発表資料を補足しながら、丁寧にポイントを押さえて説明できた。

ICT 機器を利用することで、余分な労力をかけずにスムーズに表現活動に入ることができた。また、ノートに数学用語を用



いて説明を書き込む生徒が増えた。他にも、自分のノートがそのままテレビ画面に映し出されることから、字をきれいに書こうとする生徒が増えた。「速さの問題において時間と距離の関係を考察する」課題について、思考を深める過程において班の仲間の考えを聞いて理解するにとどまった生徒 A は両方不正解で、全体の場でグラフを活用して自分の考えを説明できた生徒 I は両方正解だった。考えを表現することで理解を深められることから、より多くの生徒が表現活動を行うことが学習効果につながるといえる。



5 結果と考察

(1) 仮説1について

これらの事例をまとめると、ICT活用については以下の3点の成果があった。

- ① グラフを一般化して考察できる。
- ② 空間図形や連続的に変化する図形を動画で映し出して考察できる。
- ③ 具体物を提示できない事柄について提示することができる。

課題を魅力的に感じさせて解いてみたいと思わせたり、課題の意味をきちんと理解して思考をイメージさせたりするうえで効果が期待できる。また、課題を十分に理解していない生徒に対して、ICT機器を用いてさらに丁寧に説明することで、理解を深められると思われる。

(2) 仮説2について

タブレットと大型ディスプレイの組み合わせにより資料作成時間を省略することで、お互いがノートを使って説明し合う時間が確保され、全員が納得できるまで教え合ったり、聞き手がより分かりやすいと思える説明の仕方に気づいたりできる。また、発表用資料を改めて作成する場合と違い、細かい部分まで映し出すことができ、より分かりやすく説明することができる。よって、より自分の考えを深めたり、表現力を高めたりすることができるようになった。他にも、ノートを映し出されることで満足感を感じる生徒や、ノートを丁寧に書こうとする生徒が増え、学習に対する前向きな姿勢が生まれた。

(3) 今後の課題

【仮説1】について

- ・各学年の「図形が変化する様子をグラフに表す活動」と、1年生空間図形「面の移動」において、定期テスト等でICTが利用できない状況になると図形をイメージできなくなるようだった。図形の形や点の移動の仕方に応じて柔軟にイメージできるようになるために、ICTを活用する活動と自力でイメージする活動の両面を大切に指導する。また、学習指導要領解説には「表、式、グラフを単独で用いるのではなく相互に関連付けて関数の特徴を調べる能力を伸ばすことを重視する。」とある。課題からグラフをイメージし、立式する過程において、ICTを効果的に活用して、関数とみなして考察する力をつけていくとともに、実践力を身につける活動を仕組んでいきたい。
- ・3年生「円周角の定理の証明」などの図形分野において、生徒一人一人に図形を自由に操作させて結果を予想させたり、図形を場合分けして考察させたりする活動を仕組むことで、教科書にない発展問題に取り組みせ、数学的思考力をさらに高めていく工夫をしていきたい。

【仮説2】について

- ・表現力の質的向上や思考力を高め合えるような内容にするために、表現活動に対してより積極的にコメントし、取り組みを価値づけていく必要がある。
- ・本時の学習の目標を達成するための授業計画を明確にする必要がある。表現活動の場面（ペア・班内・学級全体）、表現方法、生徒同士の練りあいを活発にするための工夫など、生徒の表現力や思考力を高められるように、的確に選択できるようにしたい。
- ・発表用資料をiPadで撮影して作成する時に、聞き手が理解しやすいよう、発表のポイントを焦点化できるような画像作成を心掛けていく必要がある。

6 参考文献

- ・『中学校学習指導要領 数学編』 教育出版
- ・『中学校新学習指導要領の展開』

清水静海 編著 明治図書