

中学校 教材教具

簡易実物投影機を活用した指導方法に関する研究
— 数学的な見方や考え方の育成を目指して —

産業教育課 研究員 小西 永久

要 旨

中学校数学科における数学的な見方や考え方を育てるために、簡易実物投影機を活用した指導法の研究を行った。簡易実物投影機の活用場面のイメージに基づき、簡易実物投影機を効果的に活用することにより、数や図形の性質などを見いだす、数学的に説明し伝え合うなどの数学的活動の充実が図られた。その結果、簡易実物投影機の効果的な活用が数学的な見方や考え方の育成につながることを明らかにした。

キーワード：中学校 数学 簡易実物投影機 数学的活動の充実 数学的な見方や考え方
実物投影装置

I 主題設定の理由

文部科学省は、平成26年度文部科学白書（2015）において、教科指導等におけるICTの効果的な活用によって子供たちの学習への興味・関心を高め、分かりやすい授業や子供たちの主体的・協働的な学び、学力の向上を実現することを示した。

また、平成27年度青森県学習状況調査実施報告書（2015）において、中学校数学科における評価の観点別にみた課題は数学的な見方や考え方であった。今後の指導においては、「問題文を理解し、解決につなげる思考力の向上」や「生徒が主体的に取り組めるよう課題提示を工夫」することに加え、「観察、操作や実験などの活動」、「根拠を明らかにし、筋道立てて説明し伝え合う活動」といった数学的活動の充実を求めている。

以上の課題に対して、ICTを三つの場面（図1）で効果的に活用することによって数学的活動を充実させることができると考えた。使用するICT機器は、研究協力校及び青森県の現状を踏まえて、デジタルカメラ等の入力機器と大型ディスプレイ等の出力機器を自由に組み合わせる簡易実物投影機とした。この機器の良さは各学校のICT環境に合わせて、既存の入力機器と出力機器を組み合わせることで、簡単に大きく映すことができるようになることである。

そこで、簡易実物投影機を利用した教材・教具の有効な活用により、生徒が主体的に考え表現する数学的活動の充実を図り、数学的な見方や考え方を育てたいと考え、本研究の主題を設定した。

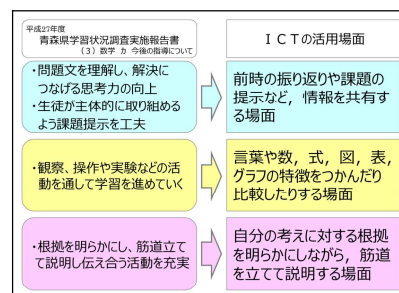


図1 ICTの活用場面

II 研究目標

中学校数学科において、数学的な見方や考え方を育成するために、簡易実物投影機を利用した教材・教具の有効な活用方法を、実践を通して明らかにする。

III 研究仮説

中学校数学科の学習において、「前時の振り返りや課題の提示など、情報を共有する場面」や「言葉や数、式、図、表、グラフの特徴をつかんだり比較したりする場面」、「自分の考えに対する根拠を明らかにしながら、筋道を立てて説明する場面」で簡易実物投影機を利用した教材・教具を有効に活用すれば、

数学的活動を通して数学的な見方や考え方が育つであろう。

IV 研究の実際とその考察

1 研究の内容

(1) 簡易実物投影機の活用場面イメージの作成について

ア 簡易実物投影機について

検証授業で使用する入力機器について考察した結果が図2である。この中からICT環境に合わせて選択する必要がある。本研究では、研究協力校のICT環境にタブレット型パソコンとiPadは無いこと、またシンプルで導入しやすくその汎用性が高いことから、コンパクトデジタルカメラをフレキシブルアームで固定した形態を選択した。これを出力機器に有線接続した装置を簡易実物投影機として検証授業で使用した。



図2 簡易実物投影機の入力機器

簡易実物投影機の機能は表1のとおりである。最大の利点は大きく見せることであり、視覚的な情報の共有が容易に行える。そのため時間を短縮することが可能になり、考えたり話し合ったりする時間と質を確保できると考えた。

表1 簡易実物投影機の機能

①	実物をリアルタイムで投影する。
②	静止画を再生する。
③	動画を再生する。
④	静止画を撮影・保存する。
⑤	動画を撮影・保存する。

イ 簡易実物投影機の活用場面イメージについて

授業における簡易実物投影機の具体的な活用を考えるに当たり、図3のように、数学科の授業の主な流れと三つの場面「前時の振り返りや課題の提示など、情報を共有する場面」、「言葉や数、式、図、表、グラフの特徴をつかんだり比較したりする場面」、「自分の考えに対する根拠を明らかにしながら、筋道を立てて説明する場面」を関連付け、簡易実物投影機の活用場面イメージを作成した。各場面における簡易実物投影機の具体的な活用方法の例は以下のとおりである。

(ア) 「情報を共有する場面」⇒授業の導入

- ・教科書・ノート・ワークシートを映して既習事項を確認する。
- ・保存した静止画をフラッシュ教材にして既習事項を確認する。
- ・前時の黒板・ノート・ワークシート等のまとめを映して前時を復習する。
- ・教科書・一点ものの資料や教具・動画教材等を映して学習課題を把握する。

(イ) 「特徴をつかんだり比較したりする場面」⇒授業の展開Ⅰ・Ⅱの個人で取り組む過程

- ・着目するポイントを拡大表示して観察する。
- ・教材・教具を動かし視点を変えて観察する。
- ・複数の教材・教具を同時に映して比較し、特徴を見つける。

(ウ) 「筋道を立てて説明する場面」⇒授業の展開Ⅰ・Ⅱの集団で解決する過程

- ・自分の予想・考え・解答を書き込みながら説明する。
- ・自分の予想・考え・解答を指し示しながら説明する。

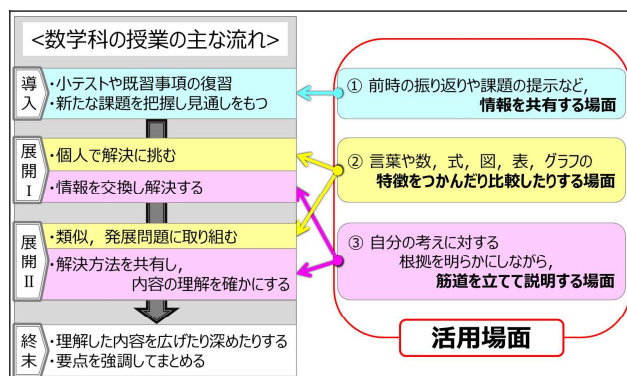


図3 簡易実物投影機の活用場面イメージ

(2) 数学的な見方や考え方の育成について

ア 数学的な見方や考え方について

文部科学省は学習評価に関するQ&Aにおいて『「数学的な見方や考え方」は「思考・判断・表現」に該当する』としており、「表現」の文言が無い理由を、中学校数学においては、「数学的な見方や考え方」という観点には、観点の趣旨に示しているように「事象を数学的な推論の方法を用いて論理的に考察し表現したり」など言語活動を中心とした表現活動が含まれていることとしている。

中学校学習指導要領（平成20年3月告示）では「数学的活動を通して」育てていくと目標に示している。

イ 数学的活動について

中学校学習指導要領解説数学編（2008）では、「数学的活動とは、生徒が目的意識をもって主体的に取り組む数学にかかわりのある様々な営みを意味している。」「数学的活動のうち、特に中学校数学科において重視しているのは、既習の数学を基にして数や図形の性質などを見だし発展させる活動、日常生活や社会で数学を利用する活動、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である。」と示している。

また、永田（2012）は数学的活動の指導上留意すべきこととして、「ある程度長期的な見通しをもち、時間をかけて内容としての数学的活動に取り組むことができるようにする必要があります。」と示している。

2 検証の方法について

検証の流れは以下のとおりである。

ア 数学的な見方や考え方の観点を測る調査問題を事前・事後に行う。

イ 単元において、どのように授業へ取り組んできたかを問う意識調査を事前・事後に行う。

ウ 簡易実物投影機の有効性、及び感想のアンケート調査を事後に行う。

3 検証授業

(1) 検証対象

研究協力校A校第2学年37名（男子20名、女子17名）

(2) 実施期間

検証授業 平成29年9月13日～10月2日

(3) 検証授業の単元

「一次関数」（啓林館）全7時間

(4) 単元について

検証授業では「一次関数」の単元の中で二つの節を学習した。一つ目の「一次関数と方程式」では、一次関数のグラフと二元一次方程式のグラフとの関係や連立方程式の解とグラフの関係を明らかにすること、二つ目の「一次関数の利用」では具体的な事象を一次関数と見なし、それを問題解決に利用できるようにすることを目標にしている。表2の学習計画に沿って検証授業を行った。

表2 検証授業の学習計画

節	題材名	本時の目標	簡易実物投影機の主な活用（例）		
			情報を共有する場面	特徴をつかんだり比較したりする場面	筋道を立てて説明する場面
一次関数と方程式	二元一次方程式とグラフ	<ul style="list-style-type: none"> 二元一次方程式のグラフを理解できる。 二元一次方程式のグラフをかくことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 教科書の「連立方程式」を映し、二元一次方程式を復習する。 	<ul style="list-style-type: none"> 方程式 $2x + y = 5$ の直線グラフを一次関数とみて、その式が $y = -2x + 5$ であることを見いだす。 	<ul style="list-style-type: none"> 方程式 $2x + y = 5$ のグラフと関数 $y = -2x + 5$ のグラフが一致する理由を説明する。
	いろいろな二元一次方程式とグラフ	<ul style="list-style-type: none"> $y = k$ のグラフと $x = h$ のグラフを理解できる。 2点を求めてグラフをかくことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 前時の板書の写真で、二元一次方程式のグラフが直線であることを復習する。 座標平面上でペンを動かし、傾いていない（軸に平行）グラフの式はどうなるのかという課題を共有する。 	<ul style="list-style-type: none"> x軸に平行な直線のグラフを観察し、$y = k$ という式を見いだす。 y軸に平行な直線のグラフを観察し、$x = h$ という式を見いだす。 	<ul style="list-style-type: none"> x軸に平行な直線のグラフの式が $y = k$ である理由を説明する。 y軸に平行な直線のグラフの式が $x = h$ である理由を説明する。
	連立方程式とグラフ	<ul style="list-style-type: none"> 「連立方程式の解」⇔「2直線の交点の座標」の関係を理解できる。 連立方程式から交点の座標を求めることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 前時の板書の写真で、二元一次方程式のグラフが直線であることを復習する。 	<ul style="list-style-type: none"> 2つの二元一次方程式の式とグラフを比較し、交点の持つ意味を見いだす。 	<ul style="list-style-type: none"> グラフから交点の座標が読み取れない場合（①破れ・汚れて交点が見えない、②交点が目の中にある、③目がない）でも、計算によって求めることが可能であることを説明する。

一次関数の利用	公共料金等, 複数のプランがある場合	・通話時間と料金の関係が一次関数とみなせることを見いだすことができる。 ・グラフを利用して最適なプランを判断することができる。	・将来一人暮らしをしたいか聞いた上で、電気・ガス・水道等のメーターの写真を映し、従量料金の他に固定料金があることや、なぜ固定料金が必要なかを共有する。	・複数のグラフを観察し、グラフの見方(交点の意味や最安プランの見つけ方)を見いだす。 ・電力自由化によるお得なプラン等、実際のプランのグラフを観察して特徴をつかむ。	・各種プランの特徴を、グラフを左から右になぞりながら説明する。
	時間と距離の関係を表すグラフ	・グラフの傾きから特徴をつかむことができる。 ・式を求めることを通して、詳しく調べることができる。	・前時の複数あるグラフの写真で、グラフを左から右になぞりながらグラフの見方を復習する。	・時間と距離のグラフから、道のり・速さ・時間を読み取る。 ・グラフから読み取れない座標を求める方法を考える。	・傾きの異なる部分を示しながら、速さの関係を説明する。 ・グラフから読み取れない座標を、計算で求める方法を説明する。
	実験と誤差, 将来予測	・実験の誤差を理解し、一次関数とみることができる。 ・一次関数とみることを通して、将来の予測が可能であることを理解できる。	・100年後の日本地図の予想の図を映し、地球温暖化問題について情報を共有する。	・水の加熱実験の表やグラフから、特徴をつかむ。 ・測定した値が、直線上に並んでいない理由を考える。	・地球の平均気温や極地の氷の面積を示すグラフから、将来どうなると予測されるか説明する。
	動点と面積	・動点と定点が作り出す図形の面積が、変化することを理解できる。 ・面積の変化を式・表・グラフに表して考えることができる。	・動画を映し、動点Pの動きによる三角形の面積の変化を見ることで課題を把握する。	・移動中の静止画から、各辺上を移動するときの三角形の面積を、xを使って表す方法を考える。	・各辺上を移動するときの三角形の面積を、xを使って表す方法を説明する。

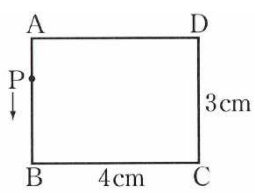
(5) 生徒同士で説明し伝え合う時間の設定について

毎時間、生徒同士で説明し伝え合う場面を2回ずつ設定した。グループで意見を共有する形態としては3～4人の班、隣同士のペア、座ったまま周囲の人と、立って自由に移動、など考えられるが、これは学級の状態や生徒同士の人間関係、あるいは問題の難易度によって判断する必要があることから、事前には決めずに状況に合わせて適切な形態をとることとした。

(6) 学習指導案の一例

- ア 本時の目標 ①動点と定点が作り出す図形の面積が変化することを理解できる。
②面積の変化を式・表・グラフに表して考えることができる。

イ 本時の展開

段階	学習過程	生徒の活動	※簡易実物投影機の活用
導入 5分	<p>1. 動点について</p> 	<p>p. 84</p> <ul style="list-style-type: none"> △APDの面積はどのように変化するか。 <p><点Pの動きに着目></p> <ul style="list-style-type: none"> 下→右→上 <p><面積の変化に着目></p> <ul style="list-style-type: none"> 増加→不変→減少 <ul style="list-style-type: none"> 面積は時間の関数であることを確認する。 	<p>※ 事前に用意しておくこと</p> <ol style="list-style-type: none"> 動的数学ソフトウェアで作成し、動画を撮る。 点Pがそれぞれの辺上にある静止画を撮る。 <p>※ 着目するポイントを先に伝え、動画を二度再生する。再生中に「今どうなっているか」を生徒に聞く。</p> <p>※ 反応によっては、関数の定義を見せて確認する。</p>
展開 40分	<p>2. 課題提示</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>動点による、三角形の面積の変化について考えよう。</p> </div> <p>3. 問題提示</p> <p>4. 問題考察</p>	<ul style="list-style-type: none"> 学習課題を理解する。 <p>p. 84 問5 (ア)の場合の式を求めよう。</p> <p>【予想される生徒の反応】</p> <ul style="list-style-type: none"> $y = 2x$ ($0 \leq x \leq 3$) 	<p>※ 動点Pが辺AB上にある静止画を映す。式を求める手立てとして、△APDのどこを底辺、高さとするかについて触れる。</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ・式は分かるが，変域が分からない。 ・無解答。 	
	5. 共有	<ul style="list-style-type: none"> ・グループで意見を共有する。 	
	6. 問題解決	<ul style="list-style-type: none"> ・正解を導く。 	※ 書き込みながら説明。
	7. 問題提示	p.84 問6 (イ)，(ウ)についても式と変域を求め，グラフに表そう。	※ (イ)の式を求める手立てとして，動画を再生する。
	8. 問題考察	【予想される生徒の反応】 <ul style="list-style-type: none"> ・正解を導く。 ・(ウ)について求められない。 ・無解答。 	※ (ウ)の式を求める手立てとして，次の図を用意する。
	9. 共有	<ul style="list-style-type: none"> ・グループで意見を共有する。 	
	10. 問題解決	<ul style="list-style-type: none"> ・(イ) $y = 6$ ($3 \leq x \leq 7$) ・(ウ) $y = -2x + 20$ ($7 \leq x \leq 10$) 	
	11. 課題解決	<ul style="list-style-type: none"> ・動点の位置で場合分けをして考える。 ・高さを x で表す際に注意が必要になる。 	※ グラフを映し，三つに場合分けをする必要を感じさせる。
	12. 深める	p.84 問7 $\triangle APD$ の面積が 4 cm^2 となるのは何秒後か。	
	13. 練習	<ul style="list-style-type: none"> ・2秒後と8秒後。 ・2秒後。 ・無解答。 	※ グラフ上に指示棒で $y = 4$ の直線を指し示しながら説明させる。
	14. 発展	<ul style="list-style-type: none"> ・グラフから読み取れない場合，式に値を代入して，計算で求めることができることの良さを実感する。 	
まとめ 5分	15. 本時のまとめ	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> 動点が通過する辺によって，場合分けをして考える。 </div>	
	16. 次回の予告	<ul style="list-style-type: none"> ・事後テストについて。 	※ 「点P動くな」とインターネット検索した静止画や過去に出題された入試問題等を見せる。

(7) 検証授業での活動の様子

検証授業では、三つの場面において簡易実物投影機を活用した授業を行った。図4は、実際の検証授業で行った簡易実物投影機の具体的な活用事例である。

「前時の振り返りや課題の提示など、情報を共有する場面」では、前単元での既習事項を確認するために教科書のまとめのページを映したり、前時に学んだ内容を復習するために撮影しておいたまとめの板書やワークシートを映したり、変化を伴う学習課題を把握するために動的な数学ソフトで作成し録画した動画を再生したりした。

「言葉や数、式、図、表、グラフの特徴をつかんだり比較したりする場面」では、グラフや表などの特徴をつかむために着目するポイントを押さえて大きく映したり、変化の様子を比較するために複数の図を映したりした。

「自分の考えに対する根拠を明らかにしながら、筋道を立てて説明する場面」では、練習問題を解答するために自分のワークシートを映して指し示しながら説明したり、グラフのかき方を解答するために実際に書き込みながら説明したり、根拠を明らかにするためにグラフを指し示しながら説明したりした。

4 結果と考察

(1) 数学的な見方や考え方の観点を測る調査問題の結果から

検証授業の事前・事後において、数学的な見方や考え方の観点を測る問題として、全国学力学習状況調査の「数学B」の問題を使用した。事前問題として「比例」、事後問題として「一次関数」を実施した。結果は図5のとおりである。①は記号を答える選択式問題、②と③は理由や方法を説明する記述式問題の正答率である。

事前の結果は全国と比較してほぼ同じということが分かった。事後の結果は全国と比較して①で18.6ポイント、②で30.9ポイント、③で16.0ポイント上回った。検証生徒の正答率は、全国を基準に見ると②で約2倍、③で約1.5倍高かった。

また、解答欄を白紙のまま終えた無解答率を、文章で理由を記述する③で比較したところ、事前では全国と比較して検証生徒は2倍高いが、事後では全国よりも低かった。これを事前・事後で比較した場合、全国を基準に考えると無解答率は増加すると思われたが、検証生徒は減少していることから、無解答の生徒に変化が見られた。

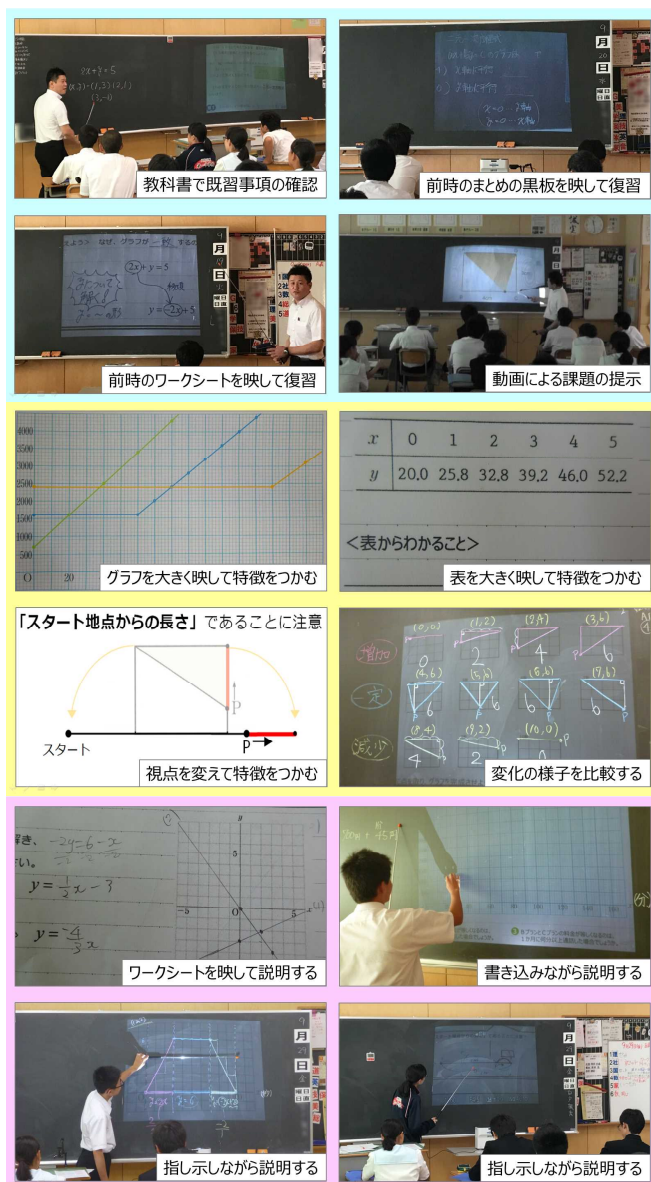


図4 検証授業で行った簡易実物投影機の具体的な活用事例

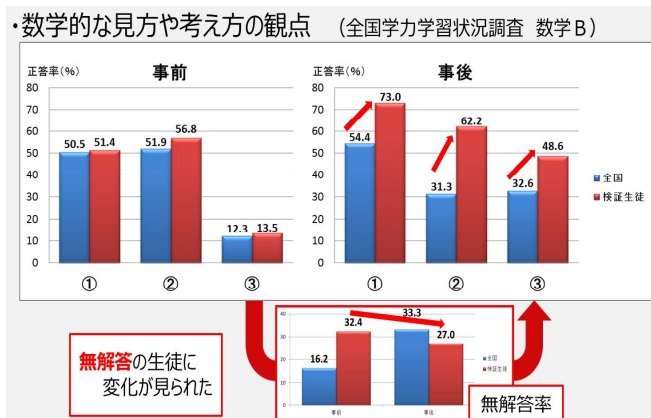


図5 数学的な見方や考え方の観点を測る調査問題の結果

(2) 生徒の意識調査結果から

検証授業の事前・事後において、授業に対する生徒の意識について同じ質問項目で調査を実施した。結果は図6のとおりである。

①「その日の学習課題をしっかりと把握してから授業に取り組みましたか」の項目では、事前では57%だった肯定的回答が事後では84%と増加した。また、「できなかった」と回答した生徒は一人もいなかった。生徒が以前よりも目的意識をもって授業に臨んでいることが考えられる。

②「表・式・グラフを観察したり操作したりする活動に、積極的に取り組みましたか」の項目では、事前では76%だった肯定的回答が事後では92%と増加した。数や図形の性質などを見いだす数学的活動に対する意欲が高まったことが考えられる。

③「自分の考えた答えを、理由も付けて説明することができましたか」の項目では、事前では24%だった説明できたとする回答が事後では40%と増加した。数学的に説明し伝え合う数学的活動に効果があつたと考えられる。

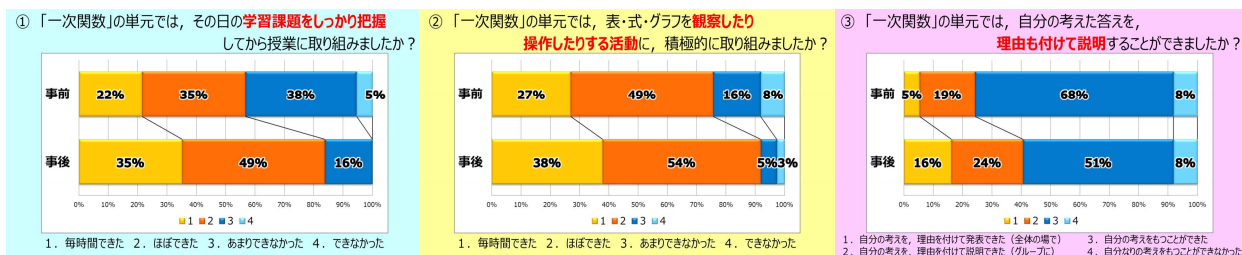


図6 生徒の意識調査結果

(3) 簡易実物投影機の有効性及び感想のアンケート結果から

事後調査終了後に、設定した三つの場面において、簡易実物投影機がどの程度有効であったかを、感想を含めてアンケート調査した。結果は図7のとおりである。

①「前時の振り返りや学習課題を把握する場面」については、全生徒が「大変有効である」または「有効である」と肯定的な回答をした。感想の多くは「分かりやすさ・時間短縮」について触れており、併せて学習意欲の向上につながっていると見られる記述であった。

②「式や表、グラフの特徴をつかんだり比較したりする場面」については、94%が肯定的な回答をした。感想の多くは「見やすさ・正確さ」について触れていた。また、「あまり有効ではない」と回答した生徒の感想は、有効である時もそうでない時もあつたという意図だと推察される。

③「理由も付けて説明する場面」については、97%が肯定的な回答をした。感想は、説明をする側の視点では「説明を伝えやすい」、説明を受ける側の視点では「説明が伝わりやすい」という意見が多く見られた。

以上の結果から、簡易実物投影機を活用する場面として設定した三つの場面が効果的であつたと、生徒が実感したと考えられる。また数学に関する関心や意欲の向上も見られた。このことは表3で示す学習後の授業に対する

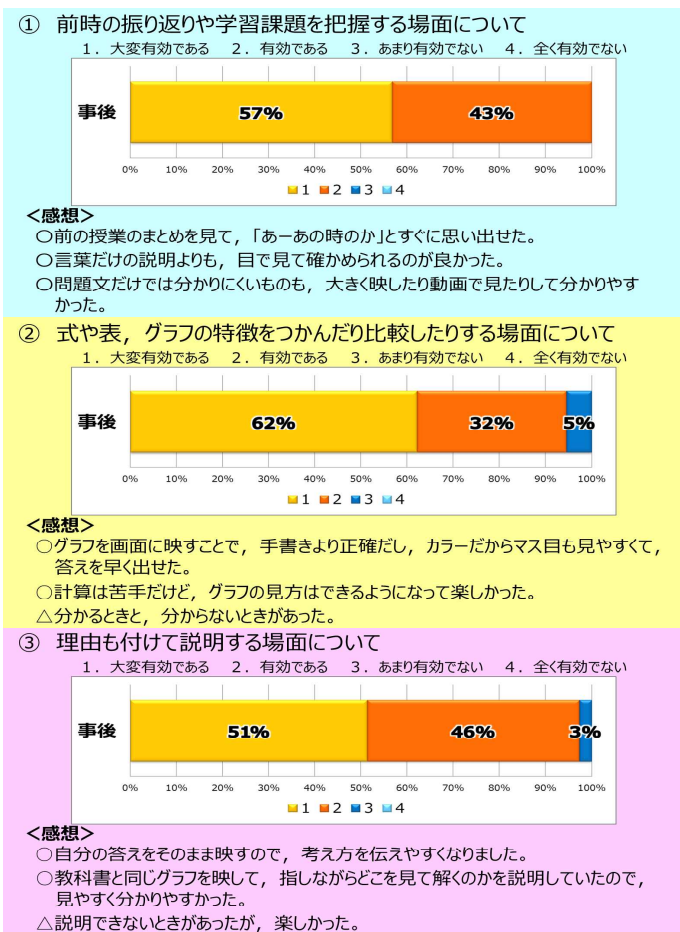


図7 簡易実物投影機の有効性及び感想のアンケート結果

生徒の感想からも見て取れる。

表3 簡易実物投影機を活用した授業に対する生徒の感想

V 研究のまとめ

本研究では、学校で保有している I C T機器を組み合わせた簡易

実物投影機を効果的に活用することにより、数学的活動を通して数学的な見方や考え方が育成されるかを検証した。その結果、以下のことが明らかになった。

- ・設定した三つの場面で活用した簡易実物投影機の有効性を、生徒が実感したことが認められた。
- ・簡易実物投影機の活用により、生徒が主体的に考え表現する数学的活動の充実が図られた。

これらの成果から、簡易実物投影機の効果的な活用により、数学的活動を通して数学的な見方や考え方の育成につながる事が確められた。

簡易実物投影機は今後、タブレット型パソコン等の指導者用コンピュータと大型提示装置を組み合わせることで、一般的な活用が見込まれる。他教科においても、「見る・考える・説明する」学習の活動場面の活用が主体的な学びにつながると考えられる。

VI 研究の課題

簡易実物投影機の有効性について「全く有効ではない」とした否定的回答の生徒は皆無であった。しかし、I C T機器の過度な使用は効果的ではないと考える。I C T機器は主役ではなく、あくまでねらいを達成するための補助ツールであり、機器トラブルで使用できないこともある。今後は、ねらいを焦点化して使う目的・場面を精選したり、領域・単元によって何をどのように見せれば効果的なのかを、実践を積み重ねて明らかにしていく必要があると考える。

<引用文献・URL >

- 1 青森県教育委員会 2015 『平成27年度 学習状況調査実施報告書』
<https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kyoiku/e-gakyo/files/271225-43.pdf> (2018. 1. 25)
- 2 文部科学省 2008 『中学校学習指導要領解説 数学編(平成20年9月)』, p. 15
- 3 永田潤一郎 2012 『数学的活動をつくる』, p. 125, 東洋館出版社

<参考文献・URL >

- 1 文部科学省 2015 『平成26年度文部科学白書 第11章 I C Tの活用の推進』
http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpab201501/1361011_018.pdf (2018. 1. 25)
- 2 日本教育情報化振興会 2017 『I C T教育環境整備ハンドブック』
http://www.japet.or.jp/jom8y5sfb-712/#_712 (2018. 1. 25)
- 3 理数教育研究所 2014 『Rimse No. 8』
<http://www.rimse.or.jp/report/pdf/Rimse08.pdf> (2018. 1. 25)
- 4 エルモ社 2011 『Hot Edu + Vol. 1-4』
- 5 北村山視聴覚教育センター 2016 『北村山 I C T活用事例集 第4集』
<http://www1.kavec.murayama.yamagata.jp/policy22.html> (2018. 1. 25)
- 6 文部科学省 2010 「学習評価に関するQ & A」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/qa/1299415.htm (2018. 1. 25)
- 7 文部科学省 2008 『中学校学習指導要領(平成20年3告示)』
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/_icsFiles/afieldfile/2010/12/16/121504.pdf (2018. 1. 25)
- 8 文部科学省・国立教育政策研究所 2008, 2010, 2013, 2015 『全国学力・学習状況調査』
<http://www.nier.go.jp/kaihatu/zenkokugakuryoku.html> (2018. 1. 25)
- 9 文部科学省 2017 『学校における I C T環境整備の在り方に関する有識者会議 最終まとめ』
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/12/13/1388920_1.pdf (2018. 1. 25)