

数学的な表現を用いて説明する力を高める「データの活用」領域の学習指導の在り方 — 9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルの作成と検証を通して —

府中市立府中学園 奥村 圭太

研究の要約

本研究は、義務教育学校である所属校において、数学的な表現を用いて説明する力を高める「データの活用」領域の9年間を見通した学習指導の在り方について考察したものである。文献研究から、第1学年から第9学年までの数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動や統計的探究プロセスにおけるICT活用について整理した。そして、義務教育9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルを作成し、第7学年（第2ステージ）で授業を行い検証した。授業では、ICTの特長である再現性や即時性等を生かし、自分たちの考えを何度も修正したり他の考えを全体共有したりする中で、生徒の数学的な表現を用いて説明する力を高めることができ、所属校の課題の改善にもつなげることができた。さらに、汎用性のある授業モデルにするために、所属校の教員にも授業モデルを基に他学年で授業を行ってもらい、聴き取り調査等から全学年の授業モデル等の改善を行うことができた。

I 主題設定の理由

中学校学習指導要領（平成29年告示、以下「中学校指導要領」とする。）では、「思考力、判断力、表現力等を育成するため、各学年の内容の指導に当たっては、数学的な表現を用いて簡潔・明瞭・的確に表現したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりするなどの機会を設けること。」¹⁾と示されている。このことは、小学校学習指導要領（平成29年告示、以下「小学校指導要領」とする。）にも同様のことが示されている。また、中学校学習指導要領（平成29年告示）解説数学編（平成30年、以下「中学校解説」とする。）では、「日常生活や社会における問題を取り上げ、それを解決するために必要なデータを収集し、コンピュータなどを利用して処理し、データの傾向を捉え説明するという一連の活動を生徒が経験することが必要である。」²⁾とし、小・中・高等学校教育を通じて統計的な内容等の改善・充実を図ることが示されている。ICTの活用について、教育の情報化ビジョン（平成23年、以下「情報化ビジョン」とする。）では、「教員と子どもたちが相互に情報伝達を図ったり、子どもたち同士が教え合い学び合うなど双方向性のある授業等を行ったりする場合にも有効である。」³⁾と示されている。

所属校では、平成29年度「基礎・基本」定着状況調査（以下、「基礎基本」とする。）の質問紙にお

いて、理由を挙げて解き方や考え方を説明しているかを問う項目は、算数（県68.0%に対して65.1%）・数学（県56.6%に対して46.9%）ともに肯定的回答率が県平均を下回っている。また、平成29年度全国学力・学習状況調査中学校数学（以下、「全国調査」とする。）B問題において、「データの活用」領域の理由を説明する記述問題の正答率は19.8%と低く、データの傾向を的確に捉え、判断の理由を数学的な表現を用いて説明する力が十分に育っていない状況にある。この原因の一つとして、自分の予測や判断について伝え合って修正したり全体で共有したりする指導が十分でなかったと考える。

そこで、「データの活用」領域において、児童生徒がタブレット型PCに自分の考えを書き込みながら伝え合ったり、電子黒板に映された複数の考えを基にして、よりよい表現について協働して考えたりするなど、9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルの作成と検証を行う。このことを通して、数学的な表現を用いて説明する力を高めることができると考え、本主題を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 数学的な表現を用いて説明する力を高めるために

(1) 数学的な表現を用いて説明する力とは

松元新一郎（2009）は、「『数学的な表現』とは、対象となるものを図、表、式、グラフや記号、用語などの数学特有の言語で表したものである。さらに、数学用語や数学特有の言葉の言い回しなども数学的な表現に入る。」⁴⁾と述べている。小山正孝（2014）は、「数学的な表現力とは、『思考の過程や結果を根拠となることを明らかにしながら、数学的表現を用いて他者に分かりやすく、筋道を立てて表現したり説明したり、互いに表現し伝え合ったりすることのできる力』である。」⁵⁾と述べている。

これらのことから、本研究では、「数学的な表現を用いて説明する力」を「言葉や数、図、表、グラフ等を用いて、判断の理由や根拠を明らかにして表現したり、他者に分かりやすく説明したりする力」と捉えることとする。

(2) 数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動を通して

所属校の課題である数学的な表現を用いて説明する力を高めるためには、児童生徒が整理した結果を用いて主体的に考え判断したことを説明し伝え合う活動等、実体験を取り入れた数学的活動を充実させる必要があると考える。

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説算数編（平成30年、以下「小学校解説」とする。）及び「中学校解説」では、数学的に表現し伝え合う活動及び数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動について、学年ごとに示されている。それを基に、表1のように整理した。

表1 数学的に表現し伝え合う活動及び数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動⁽¹⁾

第1学年	問題解決の過程や結果を、具体物や図などを用いて表現する活動
第2学年 第3学年	問題解決の過程や結果を、具体物、図、数、式などを用いて表現し伝え合う活動
第4学年 第5学年	問題解決の過程や結果を、図や式などを用いて数学的に表現し伝え合う活動
第6学年	問題解決の過程や結果を、目的に応じて図や式などを用いて数学的に表現し伝え合う活動
第7学年	数学的な表現を用いて筋道を立てて説明し伝え合う活動
第8学年 第9学年	数学的な表現を用いて論理的に説明し伝え合う活動

これらの活動において、自分の考えを分かりやすく説明するためには、まず自分の考えを深める必要があり、この点について二宮裕之（2010）は、「思考した結果を表現すること」と「表現を使ってさらに思考を進めること」が互恵的に生起する「思考と表

現との相互構成性」という概念を用いて説明している⁽²⁾。友だちにもよく分かるように表現するためには、自らの理解が確実に構築されていなければならない。また、伝達を意図した表現を工夫することで、考えが友だちに伝わり、その友だちの立場で考えることで、自分の考えをより深めることができる。

これらのことから、数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動を通して、お互いの表現のやり取りだけに終始させることなく、他者と協働してよりよい表現に修正し合わせたり、新たな見方や考え方を見いださせたりすることができるように指導していく必要がある。

(3) 数学的な表現を用いて説明する力を高めるICT活用

「情報化ビジョン」では、子供たちがICTを活用し、考えの共有や吟味を行いつつ意見交換や発表等、お互いを高め合う学びを通じて、思考力、判断力、表現力等の資質・能力を育成することが可能となると示されている⁽³⁾。また、表2は、学びのイノベーション事業実践研究報告書（平成26年）に示されている学習場面に応じたICT活用事例を基に、数学的な表現を用いて説明する力を高めることにつながる場面として「発表や話し合い」「協働での意見整理」におけるICT活用についてまとめたものである。

表2 「発表や話し合い」「協働での意見整理」におけるICT活用⁽⁴⁾

学習場面	ICTの活用例
発表や話し合い：考えや作品を提示・交換しての発表や話し合い	・情報端末や電子黒板等を用いて、個人の考えを整理して伝え合う。 ・情報端末を使ってテキストや動画で表現や考えを記録・共有し、何度も見直ししながら話し合う。
協働での意見整理：複数の意見や考えを議論して整理	・情報端末を用いて、学習課題に対するお互いの進捗状況を把握しながら作業する。 ・情報端末等を用いて、互いの考えを視覚的に共有する。

「中学校解説」では、「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、1時間の授業の終わりにその授業を振り返って大切だと思ったことや疑問に感じたことなどをタブレット型のコンピュータに整理して記録し、一定の内容のまとめりと共に更に振り返ってどのような学習が必要かを考えたり、数学の学びを振り返り『数学的な見方・考え方』を確かめ豊かなものとして実感したりすることの指導を充実させることもできる。」⁽⁶⁾と示されている。

これらのことから、児童生徒がICTを活用しな

がら考えの共有や吟味を行い、互いの考えを深めていくことで、数学的な表現を用いて説明する力を高めていくことができると考える。そこで、所属校の課題である「データの活用」領域の学習指導において、数学的な表現を用いて説明する力を高めていくことができるような取組を考えていくこととする。

2 「データの活用」領域におけるICTを活用した学習指導の工夫

(1) 「データの活用」領域について

幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（平成28年）では、「社会生活などの様々な場面において、必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすることが求められており、そのような能力を育成するため、高等学校情報科等との関連も図りつつ、小・中・高等学校教育を通じて統計的な内容等の改善について検討していくことが必要である。」⁷⁾と示されている。統計的な内容の充実を踏まえ、中学校では「資料の活用」領域が「データの活用」領域に改められ、小学校算数科では「データの活用」領域という統計に関する領域が新設された。これは、統計的な内容の系統性や発展性の全体を明らかにし、小・中学校9年間の指導に一貫性を持たせることが求められているものと考ええる。

また、育成を目指す「思考力、判断力、表現力等」として、第6学年では、「妥当性について批判的に考察すること」、中学校では、「批判的に考察し判断（表現）すること」が位置付けられた。「データの活用」領域の統計分野での思考は、多数の経験から一般的な結論を導く帰納的推論であり、他者や自分の思考の一つ一つを「本当に正しいのかな？」と異なる観点や立場等から多面的に捉え直したり、誤りや矛盾はないかどうか妥当性について批判的に考察したりすることが重要である。児童生徒が行った問題解決について共有したり議論したりする活動を通して、表現力を伸ばすとともに注意深くデータを読み取ることができるような指導をしていく必要がある。

(2) 「データの活用」領域におけるICT活用

「小学校解説」では、目的に応じてデータを収集、分析整理し、結果を適切に表現する統計的な問題解決活動においては、「問題—計画—データ—分析—結論」の五つの段階からなる統計的探究プロセス（表3）が取り上げられている。

表3 統計的探究プロセス⁸⁾

問題 (Problem)	・問題の把握	・問題の設定
計画 (Plan)	・データの想定	・収集計画
データ (Data)	・データ収集	・表への整理
分析 (Analysis)	・グラフの作成	・特徴や傾向の把握
結論 (Conclusion)	・結論付け	・振り返り

小学校の低学年や中学年においては、発達段階に応じて必要なプロセスを選択して授業を行い、高学年からは、一連の統計的探究プロセスを意識し、自分たちで問題を設定し、調査計画を立て、分析を通して判断した結論について、別の観点から妥当性を検討することも求められている⁽⁵⁾。「中学校解説」にも、ICTを活用してデータの傾向を捉え説明するという一連の活動を生徒が経験することが必要であると示されている。そこで、ICTを活用しながら統計的探究プロセスに沿った統計的な問題解決活動を取り入れた授業を行うために、統計的探究プロセスにおけるICTの活用例（表4）を作成した。

表4 統計的探究プロセスにおけるICTの活用例

問題	・タブレット型PCに仮説を書き、全体で共有する。 ・電子黒板に提示された問題が統計的に解決できるか考える。 ・問題場面を想起するために、電子黒板を使って動画を見る。
計画	・設定した問題の解決方法をタブレット型PCにまとめる。 ・電子黒板を使って、実験の流れを全体で共有する。 ・アンケートの作成を、タブレット型PCを使って行う。
データ	・インターネットを使って、データを収集する。 ・データから読み取れることをタブレット型PCに書き込む。
分析	・統計ソフトを活用して、収集したデータをヒストグラムや箱ひげ図などにしてデータの傾向を調べる。 ・タブレット型PCを使って、データを分類する。 ・タブレット型PCを使って、調べた結果を他者にうまく伝えるために、線で囲ったり説明を書き加えたりする。
結論	・電子黒板に自分のワークシートを撮影したものを送信する。 ・タブレット型PCを使って、根拠となる部分を拡大したり焦点化したりする。 ・一つの問題について複数の生徒の解答を大型ディスプレイで映して、どのような表現がよいか考える。 ・タブレット型PCを使って、自分の考えについて伝え合ったり修正したり全体で共有したりする。

各プロセスにおいて、タブレット型PCに転送された表やグラフ等のデータに書き込みを入れながらグループで協働して考えたり、電子黒板に一覧提示された他のグループの考えの根拠の妥当性を検討したりする活動等を通して、表やグラフ等のデータから必要な情報を読み取り、根拠を明らかにして表現したり、他者に分かりやすく説明したりする力を高めていくことができると考える。

これらのことから、本研究では、各学年に応じて明確な授業目標を設定し、表4を取り入れた授業を行い、数学的な表現を用いて説明する力を高めていくこととする。そのために、「データの活用」領域において、9年間の学習の系統性を踏まえたICT

を活用した授業モデルの作成と検証をしていく。

3 9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルについて

(1) 9年間の学習の系統性を踏まえたICT活用

齋藤一弥(2017)は、「小学校指導要領」及び「中学校指導要領」について、「算数科・数学科の系統性の強い教科特性を踏まえて、幼児教育をスタートとして小学校、中学校、そして高等学校教育における育成すべき資質・能力及び教科目標が一貫性や連続性が担保されて示された。今後、これらを丁寧に分析しながら資質・能力ベースでのカリキュラム編成を進めていくことも必要になってくる。」⁹⁾と述べている。義務教育学校である所属校においても、9年間を通じて学習していく内容の系統性や育成すべき資質・能力を明らかにし、義務教育段階を終えるまでに身に付けておくべき力を見通した上で、各学年の授業を構成していく必要がある。

また、ICT活用においては、教育の情報化に関する手引(平成22年)では、「小学校段階では、基本的な操作の習得や体験活動などとの関連も考慮してICTを活用したり、児童の発達の段階に応じて、段階的にICTに触れる機会を増やしたりしていくような指導が期待される。」¹⁰⁾と示されている。表5は、安田哲也(2004)らが「小学校におけるITを活用した学習指導についての実践事例報告」の中で、各学年のコンピュータ活用技能の習得段階を述べたものを参考にして、所属校の目指す子供像を基に「4・3・2」制の各ステージにおけるICT活用を示したものである。

表5 各ステージにおけるICT活用

ステージ	学年	キーワード	目指す子供像につなげるICT活用
第1	1～4	基礎	基礎となる学びにつなげるICT活用
第2	5～7	活用・探究	深い学びにつなげるICT活用
第3	8・9	充実	主体的な学びにつなげるICT活用

第1ステージでは、基本的な操作を確実に身に付けさせる。第2・第3ステージでは、その基礎の上でICTを主体的・積極的に活用させた学習活動を充実させていくものとする。

(2) ICTを活用した授業モデルの作成

「『データの活用』領域におけるICT活用」や「9年間の学習の系統性を踏まえたICT活用」を基に、数学的な表現を用いて説明する力を高めるためのICTを活用した授業モデルを作成した。縦軸は学年、横軸は数学的な表現、指導内容と資質・能

力、数学的な表現を用いて説明する力、主なICT活用とした。なお、ICTを活用した授業モデルは、次の3点を柱として作成した。

- 「データの活用」領域において、各学年で学習する数学的な表現について、図で示し、9年間の学習の系統性を視覚的に捉えやすくした。
- 「数学的な表現を用いて説明する力」が高まった児童生徒の姿を示し、ICTを効果的に活用することでその姿の実現につなげるものとした。
- 授業モデルを基に、各学年の統計的探究プロセスに沿った授業展開案を検討する。

以上のことを踏まえて作成したICTを活用した授業モデルを別添資料1に示す。

(3) ICTを活用した授業モデルに基づく授業を通して

ICTを活用した授業モデルに基づく授業が、数学的な表現を用いて説明する力を高めるために有効であったかを、研究授業を行い検証していく必要がある。そこで、前期研究では、第7学年(第2ステージ)で研究授業を行い、分析と考察をしていく。後期研究では、所属校の教員に第4学年(第1ステージ)、第8学年(第3ステージ)で研究授業を行ってもらい、聴き取り調査等の結果から授業モデルの検証を行う。そして、各ステージでの研究授業の検証等を通して、9年間の学習の系統性を踏まえた汎用性のあるICTを活用した授業モデルとなるように改善していく。

Ⅲ 研究の仮説及び検証の視点と方法

1 研究の仮説

「データの活用」領域において、9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルに基づく授業を行えば、数学的な表現を用いて説明する力を高めることができるであろう。

2 検証の視点と方法

検証の視点と方法について、表6に示す。

表6 検証の視点と方法

検証の視点	検証の方法
9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルに基づく授業は、数学的な表現を用いて説明する力を高めるために有効であったか。	○児童生徒への四段階評定尺度法による事前・事後のアンケート調査 ○授業における行動観察 ○ワークシート等の分析 ○プレテスト・ポストテストの実施 ○授業者への聴き取り調査(後期研究)

Ⅳ 前期研究

1 第7学年（第2ステージ）での研究授業

- 期 間 平成30年6月29日～平成30年7月5日
- 対 象 所属校第7学年（3学級90人）
- 単元名 データの活用
- 目 標

数学的な表現を用いて、判断の理由や根拠を明らかにして表現したり、他者に分かりやすく説明したりすることができる。

- 単元の指導計画（全10時間）

表7は、9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルを基に作成した第7学年数学「データの活用」領域の単元指導計画である。下線部は、下学年で学習した内容とつながりのある数学的な表現である。

表7 数学の単元指導計画（全10時間）

時	学習内容	研究授業	主なICT活用 A：タブレット型PC B：電子黒板・大型ディスプレイ
1	統計的探究プロセスを取り入れた授業の説明を聞き、タブレット型PCの操作方法を確認する。	第1時	○操作方法の確認をする。【A】 ○グループで考えた意見を全体で共有する。【A、B】
2	ルーラーキャッチの結果から、自分のクラスの反応時間は、どのような特徴があるか調べる。	第2時	○クラスの実験結果からどんな特徴があるか考える。【A、B】
3	自分のクラスの反応時間の結果を <u>度数分布表</u> や <u>ヒストグラム</u> に整理し、分布の様子を読み取る。	第3時	○さまざまな階級の幅で作成されたヒストグラムを見て、意見を出し合う。【A、B】
4	自分のクラスと他の集団の <u>分布</u> を、コンピュータを使って分析し、特徴の違いを考察してレポートを作成する。	第4時 第5時	○統計ソフトを活用し、最初の階級の最小値や階級の幅を変えながら、資料の特徴を考察する。【A】
6	二つの集団の記録を比較して、どちらの反応時間が速いか、 <u>代表値</u> や <u>ヒストグラム</u> 等から根拠を明らかにして説明する。	第6時	○友だちの結論を批判的に考察する。【A、B】 ○二つのヒストグラムを比較してどちらの反応時間が速いか考える。【A、B】
7	人数が異なる二つの集団のデータについて <u>相対度数</u> を用いて比較・分析する。		○総度数の異なる資料の比較の仕方を考える。【B】
8	くつの売れ行き状況から仕入れるサイズを考えることで、 <u>最頻値</u> の必要性和意味を理解する。		○ヒストグラムから傾向を読み取り、仕入れすべきくつのサイズを判断する。【A、B】
9	日常生活を題材とした資料を比較し、それらの傾向について説明し伝え合う。		○資料の傾向を分析し、友達と協働して考えを深め、全体で発表する。【A、B】
10			

- 本研究におけるICT活用の学習環境

- ・電子黒板1台
- ・教師用PC1台
- ・タブレット型PC9台
- ・学習活動支援ソフトウェア「SKYMENU Class」
- ・アクセスポイントによる無線LAN

「SKYMENU Class」を活用して、教師用PCとタブレット型PCを連携し、教師用PCの画面を電子黒板に映すことができる。また、タブレット

型PCの画面を一覧提示したり、二つのグループの考えを比較したりすることもできる。

第4時では、タブレット型PCを一人1台用意し、統計ソフトSimpleHistを活用した。

2 研究授業の概要

第7学年の「データの活用」領域において、ICTを活用した統計的探究プロセスに沿った統計的な問題解決活動を取り入れた授業を実施した。これらの一連の概要を図2に示す。

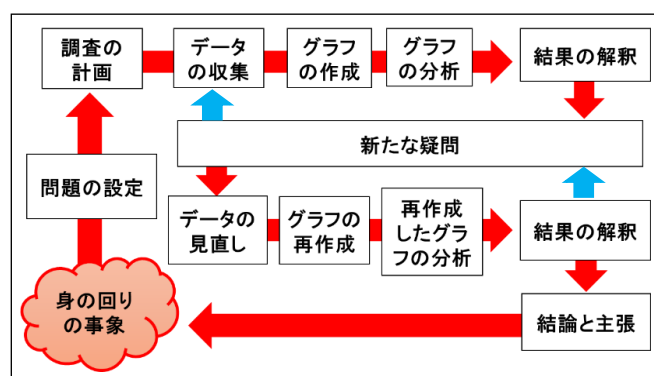


図2 統計的探究プロセスに沿った統計的問題解決活動を取り入れた授業の概要

授業では、机の上のペンが手に当たって落ちる具体的な場面から、「机の上から落ちたペンをつかみ取ったとき、どのくらいの速さで反応できるか。」について問題意識をもたせた。そこから、「自分のクラスと府中学園の先生では、どちらの反応時間が速いか。」という問題を設定し、落下する定規を瞬時につかむ実験「ルーラーキャッチ」を行うことにした。実験を公平に行うためにルールを考え、実験を行い、全員のデータを集めた。データから分かることを自分なりに考えさせ、話し合いの中での生徒の意見から範囲や代表値等を定義した。また、表やグラフを使って分析している生徒の考えを全体で共有し、度数分布表、ヒストグラム等を用いて資料の傾向を分析し、説明し合う活動を行った。



ルーラーキャッチの実験をしている様子（左）
統計ソフトを活用して分析をしている様子（右）

データを分析する際に、一人に1台P Cを用意し、統計ソフトSimpleHistを活用し、最初の階級の最小値や階級の幅を変えながら二つの資料を比較し、どちらの反応時間が速いか検討させた。

分析結果をレポートにまとめ、どちらの反応時間が速いかを判断した理由や根拠を明らかにして結論付けさせた。自分の分析結果を他者に分かりやすく説明するために、「数学的な表現を用いて筋道立てて説明し伝え合う活動」に取り組ませた。



グループで説明し伝え合う活動を行っている様子（左）
ルーラーキャッチの分析結果をまとめたレポート（右）

V 研究授業の分析と考察

1 9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルに基づく授業は、数学的な表現を用いて説明する力を高めるために有効であったか

(1) ICTを活用した統計的探究プロセスに沿った統計的な問題解決活動を取り入れた授業

表8は、事前・事後アンケートのうち、数学的な表現を用いた理由の説明等に関する項目の結果を示したものである。

表8 事前・事後アンケート結果①

質問項目		A	B	C	D	p 値
①表やグラフなどから資料の特徴を見つけることができます。	事前	36	45	9	0	1.47×10^{-6}
	事後	62	25	3	0	
②自分の考えを話し合うときは、表やグラフなどを使いながら理由をあげて説明しています。	事前	26	40	23	1	2.63×10^{-11}
	事後	56	30	4	0	
③友達の説明を聞くときは、自分の考えと比較したり改善点がないか考えたりしています。	事前	32	42	15	1	2.70×10^{-7}
	事後	50	38	2	0	
④自分の考えをノートに書くときは、表やグラフなどから分かったことを使ってまとめています。	事前	35	38	16	1	2.01×10^{-12}
	事後	59	27	4	0	

※ A：当てはまる B：どちらかといえば当てはまる

C：どちらかといえば当てはまらない D：当てはまらない

※ p 値は、片側検定による有意水準を示す。

これらの結果についてt検定を行うと、有意水準5%においてどの項目についても有意な差が見られた。聴き取り調査の結果から、「自分たちで実験したことを分析したから、詳しく説明できた。」「表やグラフなどいろんな方法で調べたことをレポートにまとめて伝えることができた。」など、身の回りの事象の傾向を分析することに関心をもち、意欲的に問題解決したことが分かる回答が多かった。

また、代表値や度数分布表、ヒストグラム等、さまざまな数学的な表現を用いてグループや全体の中で、ICTを活用して説明している生徒の姿を見ることができた。重要な箇所を丸で囲んだり、説明している部分を焦点化するために拡大して提示したりと、相手意識をもって説明していた。

これらのことから、統計的探究プロセスに沿った統計的な問題解決活動において、統計ソフトを活用して表やグラフを作成して分析したり、タブレット型P Cや電子黒板等を活用して自分の考えを分かりやすく説明したりする活動が、数学的な表現を用いて説明する力を高めることにつながったと考える。

一方で、「用語についてももう少し詳しく教えてほしかった。」という回答もあった。生徒の意見や考えを基にして用語を定義していく形の授業を行ったが、知識を定着させるための説明が不十分であったと考える。

(2) プレテスト・ポストテストによる分析

数学的な表現を用いて説明する力について、プレテストとポストテストの結果を比較して検証する。ポストテスト（図3）は、平成27年度「全国調査」B問題5（2）を出題した。

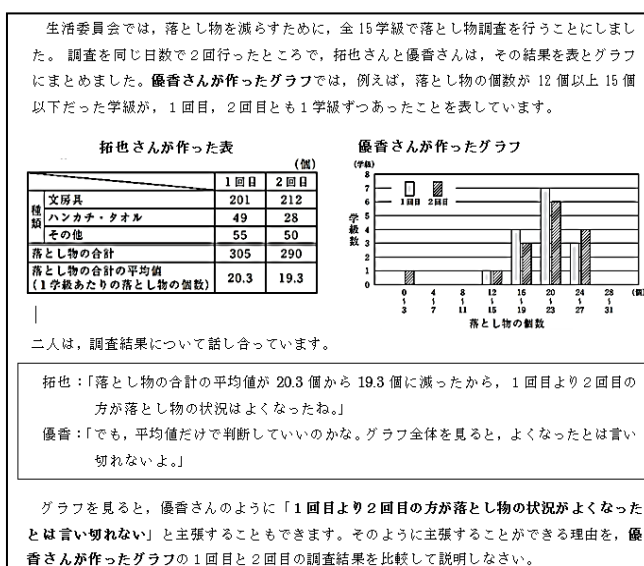


図3 平成27年度「全国調査」B問題5（2）

説明の基準として、「①表やグラフ等から資料の傾向を読み取り、適切な根拠を記述している、②『○（根拠）だから、△△（結論）である。』などの文章で根拠と結論を記述している」を設定した。

解答類型A～Fを表9（◎は、求める条件をすべて満たす正答、○は、設問の趣旨に即し必要な条件を満たす正答を示す。）に、その結果を表10に示す。

なお、プレテストには、小学校で学習したグラフの傾向を読み取り考察する問題を出題した。

表9 解答類型

A(◎)	①、②について記述している。
B(○)	①、②について記述しているが、表現の仕方が不十分である。
C(○)	①について記述している。(表現の仕方が不十分であるものを含む)
D(×)	誤った根拠を記述しているもの。または、グラフの読み取りに誤りがあるもの。
E(×)	上記以外の解答
F(×)	無記入

ポストテストにおいて、問題の趣旨に即し必要な条件を満たす正答ではあるが、表現の仕方が不十分である解答（表9の下線部）として、「落とし物の個数が24～27（正しくは24個以上27個以下）の～」のようなものがあつた。

表10 プレテストとポストテストのクロス集計

プレテスト \ ポストテスト	A	B	C	D	E	F	計(人)
A	1	3	0	0	0	0	4
B	1	5	0	3	0	0	9
C	6	4	2	5	0	0	17
D	4	20	2	15	4	0	45
E	1	3	3	3	3	0	13
F	0	0	0	0	1	0	1
計(人)	13	35	7	26	8	0	89

表10について t 検定を行うと、p 値が 3.59×10^{-8} であり、有意水準5%において有意な差が見られた。解答類型別に見ると、C以上（正答）となった生徒が30人（33.7%）から55人（61.8%）に増加している。これは、授業の中で「平均値だけで比較しているのか。」「グラフの分布の様子はどのような特徴があるか。」「結論はこの表現で正しいのか。」など与えられた情報をそのまま受け取るのではなく、批判的な考察を効率的に行うためにICTを活用したことが有用であったと考える。

これらのことから、生徒がICTを活用して考えを共有し修正点等を考え直すことで、お互いの思考

を深め、数学的な表現を用いて説明する力を高めることにつながったと考える。



電子黒板にグループの考えを一覧に提示した様子（左）
グループの考えを全体場で共有している様子（右）

一方で、D以下（誤答）の生徒が34人（38.2%）と高く、根拠となる部分が十分でない解答が多かった。これは、授業モデルのICT活用を基にして、タブレット型PCを活用したグループ活動を仕組んだが、根拠が不十分であるグループの考えを全体で共有・検討しきれず、理解が深まらないままのグループがあつたことが原因の一つとして考えられる。より多くの考えを授業で取り上げ、考えの修正や共有ができるような授業展開を考えていく必要がある。

(3) ICTを活用した数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動

数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動において、グループ（3～4人）に1台タブレット型PCを用意し、教師用PCからタブレット型PCに送信されたワークシートのヒストグラムや度数分布多角形等に言葉や矢印等を書き込みながら、協働して考えを深めることができるように工夫した。

表11は、事前・事後アンケートのうち、協働して考えることに関する項目の結果を示したものである。また、表12は、事後アンケートのうち、ICTに関する項目の結果を示したものである。

表11 事前・事後アンケート結果②

質問項目		A	B	C	D	p値
⑤授業では、友だちと話し合いながら、お互いの考えをよりよい表現にしています。	事前	33	44	11	2	0.0034
	事後	46	36	8	0	

※ A：当てはまる B：どちらかといえば当てはまる
C：どちらかといえば当てはまらない D：当てはまらない
※ p 値は、片側検定による有意水準を示す。

表12 ICT活用に関するアンケート結果

質問項目	A	B	C	D
⑥タブレット型PCや電子黒板などを使うと、授業が分かりやすくなります。	74	13	3	0
⑦タブレット型PCや電子黒板などを使うと、友だちの考えや自分の考えが伝わりやすいです。	81	9	0	0

※ A：当てはまる B：どちらかといえば当てはまる
C：どちらかといえば当てはまらない D：当てはまらない

表11について t 検定を行うと、p 値が0.0034であり、有意水準5%において有意な差が見られた。また、表12のどちらの項目も、多くの生徒から肯定的な回答（項目⑥では96.7%、項目⑦では100.0%）を得ることができた。

項目⑥では、ICT活用に肯定的な回答として、「簡単に書いたり消したりでき、書き込みや焦点化が容易にできる。」「先生から送信された問題をすぐ考えることができる。」など、タブレット型PC上のグラフ等への書き込みが容易であることや思考する時間が多く確保されることなどがあった。

しかし、否定的な回答をした生徒の記述には、「グループで話し合ったことを自分のノートに書いていないと忘れたときに振り返りができない。」と、ICTを活用してグループ活動に取り組む際の留意点を指摘する生徒もいた。この原因として、考えを表現させる場面で、タブレット型PCとワークシートを目的に応じて使い分けさせる指導が十分でなかったと考える。自分の考えを表現し合う際には、自分の考えや話し合ったことをワークシート等にまとめさせる時間を十分に設ける必要がある。

項目⑦についての生徒の記述には、電子黒板やタブレット型PCを活用して説明することについて、「他者の考えが一覧表示されるので、自分の考えと比較して考え直すことができる。」「書き込みながら説明できるので説明しやすい。」「考えを共有しやすい。」など、ICT活用による思考の可視化や瞬時の共有等に関することが挙げられた。



タブレット型PCを活用して協働して考えている様子

これらのことから、ICTを活用して数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動において、ICTの特長を生かし協働して考えを深めさせるとともに、ワークシート等に考えをまとめさせる時間を十分に設けることで、数学的な表現を用いて説明する力を高めていく必要がある。

以上のことから、授業モデルに基づく授業は、数学的な表現を用いて説明する力を高めるために一定の効果はあったが、理解が不十分な生徒への支援に

ついては、課題が残った。今後は、ICTとワークシート等の使い分けや具体的な統計的な問題解決活動におけるICT活用について検討し、授業モデルを改善していく必要がある。

VI 前期研究のまとめ

1 前期研究の成果

- 「データの活用」領域において、9年間の学習の系統性や各学年で扱うICT活用の例を示した授業モデルを作成することができた。
- ICTを活用して統計的な問題解決活動を取り入れた授業は、数学的な表現を用いて説明する力を高めることに有効であることが分かった。

2 前期研究の課題

- 数学的な表現を用いて説明する力を高めるための具体的な授業展開案を各学年で作成し検証を行っていく必要がある。
- 汎用性のある授業モデルにするために、所属校の教員に授業モデルを活用して授業を行ってもらい、聴き取り調査等から授業モデルの改善を行っていく必要がある。

VII 後期研究

後期研究では、9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルを汎用性のあるものにするために、所属校の教員に授業モデルに基づく授業を行ってもらい、授業モデルの改善を行っていく。そのために、まず全教員を対象としてICT活用に関する意識調査や聴き取り調査等を行う。次に、その結果を踏まえて、算数・数学の授業におけるICT機器の活用場面を所属校の教員とともに考えていく。そして、「データの活用」領域におけるICTを活用した授業展開案（第4学年：二次元表，第8学年：箱ひげ図）を作成し、授業を行ってもらう。最後に、児童生徒への授業に関する事前・事後アンケートや教員からの聴き取り調査等の結果を踏まえて、授業モデルを完成させていくこととする。

また、所属校のICT機器を授業で有効に取り入れていくために研修を実施し、本研究が来年度から全学年を通して取り組むことができるようにする。

1 所属校の教員によるICTを活用した授業モデルに基づく授業を行うために

(1) ICT活用に関する意識調査

所属校の教員にICTを活用した授業モデルに基づく授業を行ってもらうためには、教員のICT機器の活用状況や活用場面、不安な点等を把握しておく必要がある。そこで、ICT活用に関する意識調査をするためにアンケートを作成し全教員を対象にアンケート調査をした。その中で、ICT機器を活用することに対してさまざまな不安な点があることが分かった。教員が活用する場面と児童生徒に活用させる場面に分けて、主な回答結果を表13に示す。

表13 ICT機器に対して不安な点

○授業でICT機器を活用することに対して不安なことはないか。	<ul style="list-style-type: none"> ・効果的な使い方を知らない。 ・機能をすべて使いこなせない。 ・教室に常時ないとすぐ使えない。 ・トラブルの対応ができない。 ・準備に時間がかかる。
○授業で児童生徒にICT機器を活用させることに対して不安なことはないか。	<ul style="list-style-type: none"> ・使い方を教えられない。 ・有効な活用方法が分からない。 ・PCの破損が起きないか心配である。 ・遊びにとどまりそうである。

学校全体でICT活用を進めていくためには、表13に挙げたような不安な点を取り除く必要がある。そこで、ICT活用の研修を行ったりICTを活用した授業を実践してもらったりする機会を設定する必要がある。

また、アンケートのうち、「ICTの活用頻度」と「児童生徒がペア学習やグループ活動で積極的に意見を出して考えを深めているか」の関連を調べるために、表14のように関連結果をまとめた。

表14 「ICTの活用頻度」と「積極的に意見を出して考えを深めているか」の関連結果

		積極的に意見を出して考えを深めているか		合計
		肯定的回答	否定的回答	
1ヶ月の活用頻度	1回以上	18	7	25
	1回未満	9	13	22
合計		26	20	47

表14について、 χ^2 検定を行ったところ、p値が0.029であり、有意水準5%において、有意な差が認められたため、二つには関連があることが分かった。

以上のことから、児童生徒の考えを深めるためにICTを活用した授業展開を所属校の教員とともに考えていく必要がある。

(2) ICT活用の研修等を通して

授業におけるICT活用についての全体研修を実施した。グループごとでタブレット型PCを操作しながら問題に取り組み、大型ディスプレイで全体

共有した。ICTの特長である即時性や再現性を体感する中で、ICTの活用方法を知り、今後の授業で活用できるようにした。計画的に研修を行い、ICT活用を推進していく必要がある。

また、所属校において、電子黒板やタブレット型PC等のICTの活用を推進していくためには、積極的にICTを活用して授業を行っていく推進リーダーが必要である。そこで、各ステージに推進リーダー学年を設定し、ICTを活用した授業実践を行った。推進リーダーとの話し合いを通して、ICT活用における成果や課題を共有することで、より有効なICT活用を考えていくことができた。

さらに、推進リーダーから他の教員にICT活用の有用性を伝えていくことで、学校全体にICT活用を広めていくことができると考える。

(3) 授業モデルの打ち合わせや模擬授業等

数学的な表現を用いて説明する力を高めるための授業を所属校の教員と行っていくために、ICTを活用した授業モデル・授業展開案の打ち合わせや模擬授業等の授業準備を綿密に行った。

ア 授業モデルの共有

所属校の教員との打ち合わせにおいて、ICTを活用した授業モデルの内容を説明し、育みたい資質・能力や数学的な表現を用いて説明する力を高めるためのICT活用について協議した。その際、「小学校解説」や「中学校解説」に記載されている事例や留意点等も踏まえて説明した。授業を行う学級の児童生徒の実態を詳しく確認し合い、ICTを活用する場面や活用形態を考えた。

また、授業モデルを活用して9年間の学習の系統性を見通した上で、担当学年の指導内容と他学年の指導内容とのつながりを意識した授業を行っていくことができるように、話し合いを進めた。

イ 授業展開案の作成

汎用性のある授業モデルにするために、各学年で実践できる具体的な授業展開の形を示す必要がある。そこで、統計的探究プロセスに沿った統計的な問題解決活動を取り入れた授業展開の流れを1枚で示した授業展開案を作成した。

第4学年の教員とともに考えた「二次元表」の内容の授業展開案（別添資料2に示す。）の一部を図4として示す。縦の項目は統計的探究プロセス、横の項目は学習活動、指導の留意点、ICT活用とした。この授業展開案を各学年の教員とともに作成し、学習活動の流れやICTの活用場面等について打ち合わせを行った。

	学習活動	指導の留意点	ICT活用
問題 (P) 計画 (P) データ (D)	【問題】4年〇組のナンバーワン給食はどのようなメニューの組み合わせだろうか？		
	1 問題を見だし、問題意識をもつ ○毎日楽しみな給食の中で、「どのようなメニューの組み合わせが人気なのか」について問題意識をもつ。	●日常生活の具体的な場面から、児童が関心をもつ内容を設定する。 ●給食のときを思い浮かべさせ、自由に考えを出させる。 ●「主食とおかずの一番人気同士をセットで選んだ人が一番多いね。」と発問し、二つの表の結果から教師が一番人気の組み合わせを判断したことを強調する。	【問題の提示】 教師の活用 ◎電子黒板 ・問題意識につながる給食の提示 ・アンケート調査結果の提示
	2 問題解決の構想を立てる ○どの組み合わせが一番人気か予想する。 ○主食、おかずの2点について、アンケート調査した一次元表を見て、どの組み合わせが一番人気か考える。	●児童から一つ一つの組み合わせを調べないといけないという考えを引き出す。 ●正の字を使ったり、調べた項目には斜線を入れたりするなど、間違えないように工夫させる。 ●いくつか質問して、二次元表の読み方を習得させる。	【自力解決の場】 教師の活用 ◎電子黒板 ・児童のノートを提示 ◎タブレット型PC ・問題の送信
	3 既習の知識・技能を活用し問題を解決する ○一次元表を基に二次元表のかき方について知り、すべての組み合わせを調べ、読み方を確認する。 ○予想と調べた結果を比較し、二次元表のよさを確認する。 ○別の組み合わせの一番人気について二次元表を作成し、調べる。		【児童の活用】 ◎タブレット型PC ・送信された問題の解決

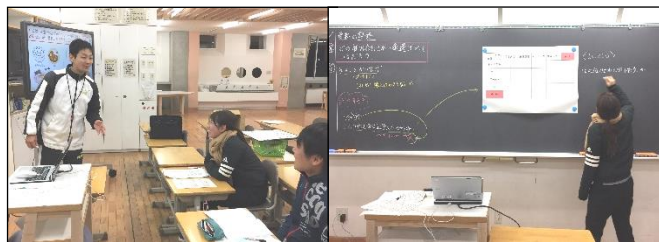
図4 第4学年の授業展開案の一部

また、ICTの具体的な活用方法を紹介するために、所属校のICT環境を基に、算数・数学の授業におけるICTの活用場面表(別添資料3に示す。)を作成した。このICT活用場面表を参考にしながら、各統計的探究プロセスにおけるICT活用について、所属校の教員と活用場面を吟味し、授業展開案の中に取り入れた。

ウ 模擬授業による共通理解

授業展開案や指導案を作成した上で、模擬授業を行い、互いの意見を出し合いながら、授業の進め方や板書の仕方、ICT活用のタイミング等の共通理解を図った。その際、授業者のICT活用に対する不安を取り除くために丁寧な打ち合わせを行った。児童生徒からの想定される発言に対する返答や板書の工夫点等を話し合いながら、電子黒板やタブレット型PCの活用場面と教員の動きを確認し合った。

模擬授業を通して、ICTと黒板の使い分け方や児童生徒の実態に合ったICT活用について考えることができた。授業者から「子どもの思考を深めるための発問が準備できた」「ICT機器を活用することへの不安がなくなった」などの意見があった。



教員同士で模擬授業をしている様子(左)
板書の仕方について考えている様子(右)

VII 所属校の教員による研究授業

ICT活用における推進リーダー学年として、第4学年(第1ステージ)と第8学年(第3ステージ)を設定し、第4学年の担任教員、第8学年の数学科担当教員に協力してもらい、研究授業を行った。また、児童生徒への事前・事後アンケートやプレテスト・ポストテスト、教員への聴き取り調査等の結果を分析し、本研究の検証を行った。

なお、本研究におけるICT活用の学習環境は、前期研究と同様である。

1 第4学年(第1ステージ)での研究授業

- 期 間 平成30年12月3日～平成30年12月7日
- 対 象 所属校第4学年(3学級81人)
- 担 当 所属校 第4学年担任教員(3名)
- 単元名 データの活用「二次元表」
- 目 標

数学的な表現を用いて、判断の理由や根拠を明らかにして表現したり、他者に分かりやすく説明したりすることができる。

- 単元の指導計画(全5時間)

自分たちの学級のナンバーワン給食の組み合わせを調べるために、アンケート調査の結果から二次元表を用いて分析を行っていく授業展開を考えた。

表15 算数の単元指導計画(全5時間)

時	学習内容	主なICT活用 A: タブレット型PC B: 電子黒板・大型ディスプレイ
1	二つの観点(給食の主食とおかず)で分類・整理された二次元表のかき方・よみ方を知る。	○アンケート結果を全体で共有する。【B】 ○児童のノートの写真を撮り、全体の場で共有する。【A, B】
2	二つの観点で分類・整理された二次元表をかき、組み合わせについて考え、他者に説明する。	○二次元表に分類・整理して分かったことを全体の場で発表する。【B】
3	二つの分類項目をもつ資料を、二つの観点から分類・整理し表に表す方法やその表のよみ方を理解する。	○アンケート結果を全体で共有する。【B】 ○児童のノートの写真を撮り、全体の場で共有する。【A, B】
4	与えられた条件を基に、二次元表に整理し、二次元表のよさを考える。	○二次元表を完成させ、他者に説明する。【A】 ○複数の児童の解き方を一覧提示する。【A, B】
5	二次元表を完成するための手順を説明することができる。	○友だちの結論を批判的に考察する。【A, B】 ○二次元表を完成するための手順を説明する。【A, B】

(1) 第4学年での研究授業の実際

授業では、「4年〇組のナンバーワン給食はどのようなメニューの組み合わせだろうか?」という課題を児童と共有し、実際に自分たちが回答した給食アンケート結果のデータを基に二次元表を作成し分析した。主食のデータ、おかずのデータを各々示し、

「一番多いもの同士の組み合わせが一番人気のセットだということでもいいですか？」と教師が発問することで、「一つ一つ調べてみないと分からない。」という意見を引き出した。児童の批判的な思考を育むために、揺さぶりのある発問をするように心掛けた。全員のデータを一覧で示し、全部の考えを書くのは大変だという考えを引き出した後、「分かりやすく整理するには、どうすればよいか？」と問い、身近にある時間割表や給食当番表など、二次元表につながるアイディアから、二次元表を導入した。

また、タブレット型PCを活用して、二次元表を作成する過程を書き込ませながら説明させた。なぜその手順で考えたのかを相手に分かりやすく伝えるために、式を書いたり文章に線を引いたりしながら説明することができていた。その際、ペアの子がまだ理解できていない場合は、かき込んだものを消して、分からない部分をもう一度説明している姿を見ることができた。



ペアで二次元表の作成手順を説明し合っている様子（左）
電子黒板を使って全体で考えを共有している様子（右）

全体共有の場では、電子黒板を活用して共通理解を図った。指し棒を使ったり、かき込んだりしながら説明している児童が多く、ペアやグループ学習で行った説明し合う活動を生かすことができていた。児童の説明に対して、教師から「なぜ？」という問いを繰り返し行うことで、不足していた説明や誤っていた考えを修正することができ、正しい説明をすることができるようになった。

2 第8学年（第3ステージ）での研究授業

- 期 間 平成30年11月30日～平成30年12月7日
- 対 象 所属校第8学年（3学級100人）
- 単元名 データの活用「箱ひげ図」
- 目 標

数学的な表現を用いて、判断の理由や根拠を明らかにして表現したり、他者に分かりやすく説明したりすることができる。

- 単元の指導計画（全3時間）

「箱ひげ図」の学習については、現行の学習指導要領では扱っていないため、「並行箱ひげ図」から読み取れることの分析を重点的に取り上げた。二つのバッティングマシンのうち、どちらの方が打ちやすいかを箱ひげ図を作成し、分析していく授業展開を考えた。

表16 数学の単元指導計画（全3時間）

時	学習内容	主なICT活用 A：タブレット型PC B：電子黒板・大型ディスプレイ
1	2種類の10個のデータにおいて、代表値や範囲が同じなら、データ全体の特徴も同じだといえるか？	○授業内容や箱ひげ図の性質を説明する。【B】 ○グループで考えた意見を全体で共有する。【A, B】
2	箱ひげ図の性質を理解し、バッティングマシンA, Bのうち、打ちやすい方はどちらか判断しよう。	○箱ひげ図の性質を踏まえ、考えを全体で発表する【A, B】 ○問題を送受信する。【A, B】
3	並行箱ひげ図から読み取れることを、根拠をもって説明し合おう。	○数学的な表現を用いて、箱ひげ図から読み取れることを説明する。【A, B】

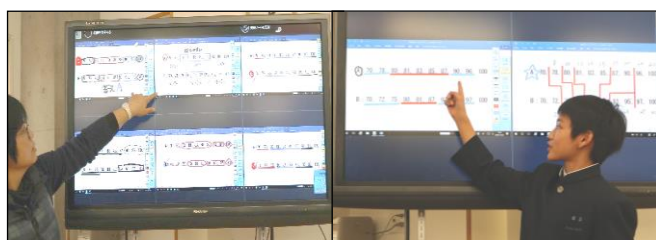
(1) 第8学年での研究授業の実際

授業では、「2種類のバッティングマシンのうち、どちらのバッティングマシンが打ちやすいだろうか？」という課題を生徒と共有し、10球ずつの球速を提示し、「球速がまとまっている方が打ちやすい」という共通理解をした上で、打ちやすい方を考えさせた。しかし、2種類の10球ずつの球速のデータは、これまで学習してきた範囲、平均値、中央値等の代表値はどれも等しく設定しているため、根拠を挙げるのが難しく判断に苦しんでいる生徒が多かった。そこで、「代表値や範囲が等しければ、データ全体の特徴も等しいといえるか？」という発問をすることで、「全く同じデータでない限り等しいとはいえない」という意見を生徒から引き出させた。その後、2種類のデータからまとまりのある方を自分たちなりの根拠をもって考えさせ、打ちやすい方を選択させた。グループで考えた根拠には、80キロ台の数に注目したり中心付近の範囲を考えたりしたものやスキージャンプなどの採点で使われているトリム平均の考え方にもつながるものなどもあった。

タブレット型PCを活用して、各グループにおいて自分たちなりにデータ分析させたものを、電子黒板で一覧提示し考え方の共有を行った。類似する考え方であっても、それぞれ発表させ、説明する力を高め合わせることができるよう心掛けた。

そして、データの散らばりを比較するための新しい方法の一つとして、箱ひげ図を紹介した。箱・ひげの長さに関係なくデータを四等分している図であ

ることを理解させ、二つの箱ひげ図から分かることをまとめさせた。また、箱ひげ図に関する理解を深めるための問題にも取り組ませ、タブレット型PCを活用してグループで協働して考えを深めさせた。今回の取組において、箱ひげ図の性質を理解させ、並行箱ひげ図の有用性等についても考えさせることができた。高等学校教育につながる授業を行うことができたと考える。



教員が類似した考えを一覧提示している様子（左）
生徒が二つの考えを比較しながら説明している様子（右）

IX 所属校の教員による研究授業の分析と考察

1 9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルに基づく授業は、数学的な表現を用いて説明する力を高めるために有効であったか

(1) 授業者からの聴き取り調査による分析

授業モデルに基づき授業を行ってもらった所属校の教員に聴き取り調査を行った。表17は、聴き取り調査のうち、ICT活用に関する質問の回答結果を示したものである。

表17 授業者からの聴き取り調査の回答結果

○ICT機器を使って授業をしたことで、子供たちの変化や気付きはあったか。	
第4学年	<ul style="list-style-type: none"> ペアで熱心にタブレット型PCを使って説明する姿やその説明を真剣に聴く姿が見られた。 普段は説明しない児童が説明する姿を見ることができた。 苦手な児童もICTを使って積極的に授業参加していた。
第8学年	<ul style="list-style-type: none"> 数学が苦手な生徒が自ら考え発表する姿があった。また、タブレット型PCを使うことで、積極的に授業に取り組んでいた。
○ICT機器を使ったことで、説明する力は高まったと思うか。	
第4学年	<ul style="list-style-type: none"> タブレット型PCにかき込みながら交流できたので、理解も速く説明する力も高まったと思う。 タブレット型PCをペアで活用したことで、説明する場面が保証されたため、効果があったと思う。 教員のICTを活用する技能は不十分であったが、子供たちはいつも以上に相手に伝えようとしていた。
第8学年	<ul style="list-style-type: none"> 数学的用語を用いての説明は難しい生徒もいたが、何とか自分の考えを伝えようとする姿があり、必死に友だちに説明していた。回数を重ねれば効果は高まると思う。

○ICT機器を使って授業をしたことについての意見や感想

- ・教員自身がソフトの使い方に慣れていないことが課題である。
- ・図形や統計の単元では、タブレット型PCの活用は子供たちの学習意欲が高まり、説明する際に有効だと感じた。
- ・日々ICT機器を活用するとなると準備が大変だと感じた。
- ・何度も修正できるから試行錯誤しやすそうだった。
- ・ICTの活用が有効である際には、活用していこうと思う。

授業を行ってもらった全教員からICT活用によって、児童生徒の学習意欲の高まりや説明する姿勢の変化等を感じ取ったという意見があった。授業の導入場面での資料提示や子供たち同士による協働的な学びを行う際に、ICT活用の良さを感じていた。しかし、教員がICTを活用することに不慣れであったため、操作に時間がかかる場面もあった。ICTを有効に活用することで時間短縮になったり考えの共有が容易にできたりする。ICTを活用して児童生徒の考えを深めさせるためにも、まずは教員がICT活用の方法を習得し、実践を積んでいく必要がある。

(2) 事前・事後アンケートによる分析

研究①と同様に、児童生徒に事前・事後アンケート調査を行った。表18は、事前・事後アンケートのうち、数学的な表現を用いた理由の説明に関する項目の結果を示したものである。

表18 事前・事後アンケート結果②

質問項目	学年		A	B	C	D	p値
②自分の考えを話し合うときは、表やグラフなどを使いながら理由をあげて説明しています。	第4学年	事前	14	28	28	11	8.44×10^{-11}
		事後	42	27	10	2	
	第8学年	事前	22	38	32	8	1.17×10^{-4}
		事後	32	47	18	3	

※ A：当てはまる B：どちらかといえば当てはまる
C：どちらかといえば当てはまらない D：当てはまらない
※ p値は、片側検定による有意水準を示す。

これらの結果についてt検定を行うと、有意水準5%においてどちらの学年も有意な差が見られた。また、児童生徒への聴き取り調査の結果から「二次元表に整理することで、ナンバーワン給食の組み合わせを見付けることができたので、友達に分かりやすく説明することができた。」「箱ひげ図を使ってデータを4等分して資料の散らばりを比較する方法を知り、データを別の角度から分析することができて楽しかった。」など、学習した表や図、グラフ等の数学的な表現を使って根拠を明らかにして説明す

ることができたことが分かる回答が多かった。

また、グループで説明し伝え合う活動に取り組ませる際には、タブレット型PCを考えた共有ボードとして話し合いを深めさせた。表19は、事前・事後アンケートのうち、協働して考えることに関する項目の結果を示したものである。

表19 事前・事後アンケート結果②

質問項目	学年		A	B	C	D	p値
⑤授業では、友だちと話し合いながら、お互いの考えをよりよい表現にしています。	第4学年	事前	32	33	13	3	9.29×10^{-4}
		事後	44	30	7	0	
	第8学年	事前	28	45	18	9	1.62×10^{-7}
		事後	48	43	7	2	

※ A：当てはまる B：どちらかといえば当てはまる
C：どちらかといえば当てはまらない D：当てはまらない
※ p値は、片側検定による有意水準を示す。

これらの結果についても t 検定を行うと、有意水準 5 %においてどちらの学年も有意な差が見られた。研究①で課題として挙げた「タブレット型PCを使って話し合った内容をノート等に記録できていないので復習ができない」ということに対しては、ノート等に自分たちの考えを記述させる時間を十分に確保することで改善できたと考える。また、事後アンケートにおけるICTに関する項目の回答結果を表20に示す。

表20 ICT活用に関するアンケート結果

質問項目	学年	A	B	C	D
⑥タブレット型PCや電子黒板などを使うと、授業が分かりやすくなります。	第4学年	70	6	3	2
	第8学年	78	22	0	0
⑦タブレット型PCや電子黒板などを使うと、友達の考えや自分の考えが伝わりやすいです。	第4学年	67	8	4	2
	第8学年	76	21	3	0

※ A：当てはまる B：どちらかといえば当てはまる
C：どちらかといえば当てはまらない D：当てはまらない

表20のどちらの項目についても、多くの生徒から肯定的な回答（項目⑥では第4学年：93.8%，第8学年：100%，項目⑦では第4学年：92.6%，第8学年：97%）を得ることができた。ICTの特長を生かし、即時性や再現性を実感させながら授業を展開したことによる結果だと考える。また、児童生徒はICT活用に困難さを感じることなく使いこなしていたことも肯定的回答につながったと考える。

(3) プレテスト・ポストテストによる分析

数学的な表現を用いて説明する力が高まったかを分析するために、プレテストとポストテストの解答

結果を比較して検証していく。


第4学年のポストテスト（図5）は、二次元表を活用し式やことばを使って求め方を説明する問題、第8学年のポストテスト（図6）は、当てはまるものを選択し、その理由を二つの箱ひげ図を比較して説明する問題を出題した。

どちらの学年においても、解答類型は表9と同様のものを用いて、表10のようなクロス集計を行い解答結果の分析をした。

なお、第4学年のプレテストは、平成29年度「基礎基本」問題10（2）、第8学年のプレテストは、平成27年度「全国調査」B問題5（2）を出題した。

けいたくんたちの学級で、犬やねこを飼っている人を調べました。

- ・学級の人数・・・40人
- ・犬を飼っている人・・・14人
- ・犬は飼っているがねこは飼っていない人は8人
- ・犬もねこも飼っていない人は20人



分かっていることをまとめると下の表のようになりました。

		ねこ		合計
		飼っている	飼っていない	
犬	飼っている		8	14
	飼っていない		20	
合計				40

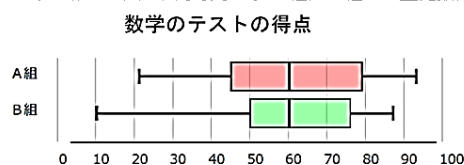
ねこを飼っている人の合計人数は何人でしょうか。ことばや式を使って求め方を説明しましょう。

図5 第4学年のポストテスト

第4学年では、クロス集計の結果について t 検定を行うと、p 値が 7.96×10^{-16} であり、有意水準 5 %において、有意な差が見られた。C以上（正答）となった児童が13人（16.0%）から65人（80.2%）に増加している。これは、授業において、「まず」「次に」「だから」などの説明の手順や根拠となる部分を明確に表現させることの重要性を伝えた上で、ペアやグループでの説明し合う活動を行わせたことに効果があったと考える。また、自分の考えをノートに文章で書かせる回数も増やしたことで、無記入は5人から0人となった。

一方で、児童の解答には、文章量が多いがまとまりのない説明も多くあった。論理的な文章を書くことができるように、考えを構想した上で、説明の手順を踏まえて文章をまとめることができるように指導していく必要がある。また、ICTを活用して、うまく説明できている児童の解答を紹介し、自分の説明との違いに気付かせ修正させる取組も行っていく必要がある。

拓也さんと優香さんは、A組とB組の数学のテストの得点の分布をそれぞれ下の図のように箱ひげ図に表しました。A組、B組とも生徒数は36人です。



二人は、箱ひげ図について話し合っています。

拓也：「60点以上を取った生徒の人数が多かったのはどちらの組かな？」

優香：「箱ひげ図を見ると、A組の方が多いと思うよ。」

拓也：「本当にそうかな??」

60点以上を取った生徒の人数が多かったのはどちらの組か、次のア～エのうちからあてはまるもの一つを選び、その理由を二つの箱ひげ図を比較して説明しなさい。

ア：A組の方が多い

イ：B組の方が多い

ウ：両方の組ともほぼ等しい

エ：どちらともいえない

図6 第8学年のポストテスト

第8学年では、クロス集計の結果についてt検定を行うと、p値が 5.07×10^{-5} であり、有意水準5%において、有意な差が見られた。中でも、A（数学的な表現を用いた根拠と結論のある説明）となった生徒が26人（26.0%）から53人（53.0%）に増加している。これは、箱ひげ図の性質を正確に理解させ、ICTを活用し数学的な表現を用いて論理的に説明し伝え合う活動を行ったことが有効であったと考える。タブレット型PCの活用により、どこに焦点を当てて説明しているのかが視覚的に捉えやすくなり、グループ活動が充実したものになった。また、説明の根拠に誤りがないか、よりよい説明にするためにはどうすればよいかなど、批判的に検討させることで、説明する力が高まったと考える。

X 9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルの改善

各ステージでの研究授業の分析や教員への聴き取り調査等から、児童生徒の実態に合った授業モデルとなるようにICT活用の部分を改善した。さらに、授業モデルを基に統計的探究プロセスに沿った具体的な授業の流れを示した授業展開案を作成した。これらを活用して研究授業を行い、授業者とともに学習活動の流れやICT活用の場面等について修正を加え、授業展開案を改善した。

義務教育学校である所属校において、全学年の教員が9年間を見通して授業に取り組んでいく必要がある。そのためには、各学年で目指す数学的な表現を用いて説明する力を把握し、他学年とのつながりを意識しながら学習指導を行っていく必要がある。

XI 年間の研究のまとめ

1 研究の成果

- 9年間の学習の系統性を踏まえたICTを活用した授業モデルに基づく授業を所属校の教員に実践してもらい、他学年においても数学的な表現を用いて説明する力を高めることができた。
- 数学的な表現を用いて説明する力を高めるために、各学年で実践できるICTを活用した授業展開案を作成することができた。また、全ステージでの研究授業を通して、授業モデルや授業展開案の改善をすることができた。

2 研究の課題

- 各学年の「データの活用」領域における具体的な授業展開案は作成したが、全学年でこの授業展開案に基づく授業は実践することができていない。今後は、各学年で授業を行い、所属校が目指す子供像につなげていくために、全学年の授業モデル等を改善していく必要がある。
- 他領域・他教科においても9年間の学習の系統性を踏まえた学習指導を行うために、本研究で作成した授業モデルを基にして、学校全体に広げていきたい。

【注】

- (1) 文部科学省（平成30年a）：『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説算数編』日本文教出版p.80に詳しい。
- (2) 二宮裕之（2010）：「算数・数学教育における学習の所産に関する研究—自分の考えを表現する算数的／数学的活動の必然性について—」『全国数学教育学会誌』第16巻第1号pp.76-109に詳しい。
- (3) 文部科学省（平成23年）：『教育の情報化ビジョン』p.10に詳しい。
- (4) 文部科学省（平成26年）：『学びのイノベーション事業実践研究報告書』pp.108-112に詳しい。
- (5) 文部科学省（平成30年a）：前掲書p.68に詳しい。

【引用文献】

- 1) 文部科学省（平成29年告示）：『中学校学習指導要領』pp.76-77
- 2) 文部科学省（平成30年b）：『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p.55
- 3) 文部科学省（平成23年）：前掲書p.5
- 4) 松本新一郎（2009）：『中学校新数学科「数学的な表現力」を育成する授業モデル』明治図書p.15
- 5) 小山正孝（2014）：『中等数学教育』協同出版p.18
- 6) 文部科学省（平成30年b）：前掲書pp.167-168
- 7) 文部科学省（平成28年）：『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）』p.143
- 8) 文部科学省（平成30年a）：前掲書p.68
- 9) 齋藤一弥（2017）：『よく分かる 小学校・中学校 新学習指導要領 全文と要点解説』教育開発研究所p.48
- 10) 文部科学省（平成22年）：『教育の情報化に関する手引』開隆堂p.59

【参考文献】

- 安田哲也・木下光二・坂田大輔・長野仁志・阿部利幸（2004）：「小学校におけるITを活用した学習指導についての実践事例報告」『鳴門教育大学情報教育ジャーナル』