

中学校 数学

中学校数学科「データの活用」の領域において、
予測や判断を数学的な表現を用いて説明できる生徒を育成する指導法の研究
— 予測や判断を確かめる活動とその振り返りを通して —

義務教育課 研究員 工藤 壮史

要 旨

中学校第2学年「データの活用」の領域において、予測や判断を数学的な表現を用いて説明できる生徒を育成するために、予測したり判断したりしたことを説明し、その説明の妥当性について確かめる活動を取り入れた。また、実際に起こった事象と予測や判断の根拠が妥当であったかどうか自他の多様な考えを多面的に検討する振り返りを行った。その結果、数学的な表現を用いて説明できる生徒を育成することに有効であることが明らかになった。

キーワード：中学校 数学科 データの活用 数学的な表現 予測や判断 確かめる活動

I 主題設定の理由

主題にある「予測や判断」について平成25年度中学校学習指導要領実施状況調査教科等別分析と改善点には、「不確定な事象について予測したり、判断したりする機会を設け、予測や判断の根拠を明らかにして説明する活動を一層充実することが必要である」と示されている。また、中学校学習指導要領解説数学編（平成20年9月）には、「この領域の名称を『資料の活用』としたのは、これまでの中学校数学科における確率や統計の内容の指導が、資料の『整理』に重きをおく傾向があったことを見直し、整理した結果を用いて考えたり判断したりすることの指導を重視することを明示するためである」と示されている。筆者のこの領域における実践を振り返ってみると、代表値を求めたり確率を求めたりするといった資料を整理するための知識・技能を身に付けることに重点を置いた指導にとどまることが多く、資料の傾向を捉え予測したり判断したりしたことを説明する実践には至っておらず、生徒が事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えるという数学的な見方・考え方を十分に働かせる授業展開にはなっていなかったという反省が挙げられる。

次に「数学的な表現を用いて説明できる生徒」について平成28年12月中央教育審議会答申（以下、答申という。）には、「全国学力・学習状況調査の結果から（中略）中学校では、『数学的な表現を用いた理由の説明』に課題が見られた」と示されている。また、中学校学習指導要領解説数学編（平成29年7月）（以下、解説という。）には、中学校数学科の内容の骨子に「⑦ 数学的に表現すること」が新たに追加され、その説明として「事象を数理的に考察する過程で、見いだした数や図形の性質などを表したり、その妥当性などについて根拠を明らかにして説明したり、数学を活用する手順を順序よく説明したりする場面では、言葉や数式、図、表、グラフなどの数学的な表現を用いて簡潔・明瞭・的確に表現することが重要である。数学的に表現することにより、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ができたり、新たな事柄に気付いたりすることも可能になる。また、考えたり判断したりしたことを振り返って確かめることも容易になる。こうした経験を通して、数学的な表現のもつ働きについて実感を伴って理解できるようにすることも大切である」と示されている。また、数学科の目標にある「数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力」についての説明には、「指導に当たっては、目的に応じた的確な数学的な表現を選択したり、一つの対象の幾つかの数学的な表現を相互に関連付けたりすることを通して、事象の本質を捉えたり、理解を深めたりするように配慮することが大切である」と示されている。そのことについて田中（2018）は、「ただ単に『データの傾向を調べよう』と明確な目的意識のない問題を与えても、そのデータを分析した後、それを解釈し、何かの結論を導き出そうとはしないであろう。つまり、問題に明確な目的や立場（問題場面）が設定されるからこそ、生徒はデータを分析した結果を解釈し、何かしらの結論を導き出そうとする」と述べている。ゆえに、生徒が何のために説明するの

か、必要性を見いだせるような目的意識を明確にもち、事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決する過程を遂行するという数学的活動の充実につながる問題設定が必要となる。

研究対象の領域である「データの活用」は、平成29年の改訂により「資料の活用」から名称が改められた領域である。名称が改められた理由として解説には、「平成21年3月改訂の高等学校学習指導要領数学Ⅰにおいて、生活の中で活用することや統計学とのつながりを重視し、一般的に用いられる『データ』という用語を用いたことや、小・中・高等学校の学習のつながりを考慮したため」と挙げている。また、答申において、各教科の目標や内容等に関する主な改善事項が示されたことを踏まえ、解説には「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、統計的な内容等の改善・充実を図った」と示されており、中学校では新たに四分位範囲や箱ひげ図などの学習内容が追加された。

本県の「データの活用」の領域における現状を見ると、全国学力・学習状況調査において、「資料の活用」の領域で主に活用に関する問題の本県の正答率は、過去7年間を平均すると45.4%と4領域の中で最も低い傾向にある。また、この領域の主に知識に関する問題においては、確率と統計の内容に分けて過去7年間の正答率を平均すると、前者が65.0%であるのに対し、後者は54.5%で約11ポイントの差があることに加えて、無解答率を平均すると、前者が6.8%であるのに対し、後者は10.5%で約4ポイントの差がある。さらに、青森県学習状況調査において、同領域の問題における通過率（以下、正答率という。）が50%を超えたのは、平成22年度から31年度までの10年間で24年度と30年度のみであり、10年間の正答率を平均しても36.8%とこの領域に課題があることが確認できる。また、解説には、「考察の結果としてただ一つの正しい結論が導かれるとは限らないことは、この領域の特徴である」と示されており、「データの活用」の領域は不確定な事象を扱うという他の領域とは異なる特性に配慮することが必要である。

以上のことを踏まえ、本研究の対象とする領域を「データの活用」とし、課題のある統計の内容に焦点を当て、数学的な表現を用いて説明できる生徒を育成することを目指し、本研究の主題とした。

Ⅱ 研究目標

中学校数学科「データの活用」の領域において、予測や判断を確かめる活動とその振り返りが、批判的に考察し根拠を明らかにした予測や判断を数学的な表現を用いて説明できる生徒を育成することの有効であるか明らかにする。

Ⅲ 研究仮説

中学校数学科「データの活用」の領域において、予測や判断を確かめる活動とその振り返りが、批判的に考察し根拠を明らかにした予測や判断を数学的な表現を用いて説明できる生徒を育成することの有効であろう。

Ⅳ 研究の実際とその考察

1 研究における基本的な考え方

(1) 予測や判断について

1学年の「データの活用」の領域において、不確定な事象の起こりやすさの傾向を読み取り表現することについて解説には、「相対度数は確率であるとはいえないが、過去のデータから起こりやすさの傾向を予測するために、相対度数を確率とみなしていること」「不確定な事象の起こりやすさの傾向を読み取り表現することを通して、『必ず～になる』とは言い切れない事柄についても、数を用いて考察したり判断したりすること」と示されている。そこで本研究では、根拠を明らかにした予測や判断を数学的な表現を用いて説明できる生徒を育成するために、「予測」を「必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえること」と定義し、「判断」を「課題を解決したり意思決定したりすること」と定義する。

(2) 数学的な表現について

数学的な表現を用いることができるようになるためには、知識・技能を身に付けていることが必要不可欠である。小口（2010）は「学習者は、箱ひげ図について、その知識を保持していてもデータの比率をとらえにくい」、松元（2013）は「ひげが長いと、そのひげの中にデータがたくさんあると考えてしまう生

徒がいる」と述べている。単に、箱ひげ図を書いたり、代表値や四分位範囲を読み取ったりするといった資料を整理するためだけの知識・技能を習得させる指導では、データを分析できるようになるまで到達させることは困難であるため、四分位範囲や箱ひげ図の必要性と意味を理解させ、それを活用できるようにすることが重要となる。そこで筆者は、生徒にとって初めて目にすることが多いと思われる四分位範囲や箱ひげ図との出会わせ方に工夫が不可欠であると考え、四分位範囲や箱ひげ図を定義する前に作図させたり、読み取ったことを説明させたりする学習活動を取り入れることとした。そのことにより、箱やひげの長さ、箱の中の線の位置などについて自然に興味・関心や疑問をもち、数学的活動を通して主体的に知識・技能を身に付けようとする意識が働くのではないかと考えた。また、身に付けた知識・技能を活用しながら、データの分布の傾向を比較して読み取り、批判的に考察し判断することを通して、数学的な表現のもつ働きと数学的な表現のよさについて実感できるのではないかと考えた。

(3) 目指す生徒像について

解説の「データの活用」指導の意義には、「急速に発展しつつある情報化社会においては、確定的な答えを導くことが困難な事柄についても、目的に応じてデータを収集して処理し、その傾向を読み取って判断することが求められる。この領域では、そのために必要な基本的な方法を理解し、これを用いてデータの傾向を捉え考察し表現できるようにすることが中学校数学科における指導の大切なねらいの一つ」と示されている。したがって、この領域の学習に生徒自身が必要性を感じ、目的意識をもって主体的に数学的活動に取り組むことができる問題を教師が設定し、予測や判断の根拠が本当に妥当であったかどうか自他の多様な考えを基に多面的に検討することを通して、数学的な表現を用いて説明できる生徒の育成を目指すものとする。

(4) 予測や判断を確かめる活動とその振り返りについて

確率の授業では、解説にある「例えば、さいころを振る場合、その目の出方には6通りあり、どの目が出ることも同様に確からしいとすると、場合の数を基にして得られる確率は $\frac{1}{6}$ であることが分かる」については、授業の中で実際にさいころを多数回振ることで、それぞれの目が出る回数の割合はどの目についても $\frac{1}{6}$ に安定する傾向を確かめる活動がよく行われている。その際、例えば6回のうち1回は必ず1の目が出るとは限らないということは、さいころを振って確かめることができるため、実感を伴って理解できる。しかしながら統計の授業では、データを分析し、傾向を捉え説明するまでにとどまり、その説明の妥当性について確かめる活動は行われていない。そのため、実感を伴った理解を得ることは難しく、説明することに対しても生徒自身が目的意識をもてず、主体的に取り組むことが困難であると考えられる。

そこで、あるデータを基にこれから起こる事象について、予測したり判断したりしたことの根拠を説明し、その説明の妥当性について確かめる活動を取り入れ、実際に起こった事象と予測したり判断したりしたことの根拠が本当に妥当であったかどうか自他の多様な考えを多面的に検討する振り返りを行う。生徒にとって身近なできごとを予測したり判断したりする活動を取り入れることによって目的意識をもたせ、予測や判断を確かめることによって、より主体的に説明しようとすると考え、「予測や判断を確かめる活動とその振り返り」を設定した。

2 検証授業の実際

検証授業は、研究協力校A校（以下、A校とする。）の中学2年生全3学級の生徒102名を対象に、令和3年3月2日～22日の期間で実施した。「データの比較」（東京書籍）の単元を表1に示す、事前調査1時間、検証授業5時間、事後調査1時間の流れで構成し、検証授業及び調査活動を行った。なお、各調査で得られた結果は生徒90名分であった。

表1 検証授業及び調査活動について

	時間	調査内容・学習内容
事前調査	調査1	全国学力・学習状況調査問題
	調査2	青森県学習状況調査問題
	調査3	統計リテラシー自己効力感尺度
検証授業	第1次	新しいグラフ「箱ひげ図」の何を知りたいか考える
	第2次	箱ひげ図を定義し、箱ひげ図から読み取れることを理解する
	第3次	箱ひげ図の良さやどんなものを比較するときに便利か理解する
	第4次	より良い判断をするためのデータの読み取り方を考える
	第5次	日常生活でデータを活用して分析してみたいことについて考える
事後調査	調査1	全国学力・学習状況調査問題
	調査2	青森県学習状況調査問題
	調査3	統計リテラシー自己効力感尺度

(1) 第1次

「新しいグラフの何が分かれば読み取れる？」という学習課題を示し、箱ひげ図について定義しないまま、A校の上履きのサイズを学年別に表した箱ひげ図(図1)を提示し、各箱ひげ図がそれぞれどの学年のものなのか生徒に根拠を含め説明させた。箱ひげ図の知識を習得していないため、箱の幅やひげの先端の位置に着目したり、箱ひげ図からは読み取れない人数に着目したりする生徒の説明(図2)が見られた。

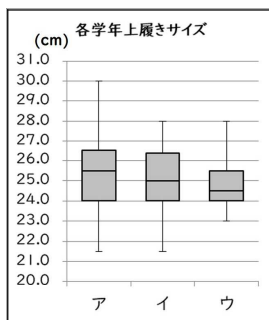


図1 A校の学年別の上履きのサイズの箱ひげ図

アが3年生、いちばん大きいかさ。
 イが2年生、2番目に大きいかさ。
 ウが1年生、いちばん小さいかさ。
 アは、線のやつが30.0cmまで行ってるから3年生。
 イは、下の線のやつが21.5cmだから1年生。
 ウは、一番低い数が23cmだから2年生。
 アは2年生... 2学年が1番人数が少ない。
 イは1年生... 残、7人。
 ウは3年生... 3年生が1番人数が少くない。

図2 箱ひげ図の知識を定義する前の生徒の説明(下線は筆者による)

本次の学習課題に対して、四角形は何を意味しているのか、四角形の大きさは何を意味しているのか、四角形の中の線は何を意味しているのか、四角形から出ている線の長さは何を意味しているのかといった疑問で第1次の授業はまとめられた。また、図3に示す生徒の振り返りからは、「四角の線が分からないと考えるのが難しかった。」「グラフでは目のつけ所でいろんなことがわかるため、どれがどの学年か見分けるのが難しかった。」といった記述が見られた。

四角の線が分からないと考えるのが難しかった。
 グラフでは目のつけ所からいろんなことがわかるため、どれがどの学年か見分けるのが難しかった。

図3 第1次の振り返り

(2) 第2次

「箱ひげ図からどんなことが読み取れる？」という学習課題を示し、第1次でまとめられた疑問を解決していく展開から授業を行った。疑問を解決するために、筆者から箱ひげ図を定義するのではなく、図4に示したように、A組の箱ひげ図のみを提示し、その図を参考にB組の箱ひげ図はどのようになるのかを考えさせ、生徒自らに箱ひげ図を定義させるという学習活動とした。箱ひげ図を定義していないため、どのように線を引いていけばB組の箱ひげ図が書けるのか、まずは個人で考えさせた。その後、班で考えを交流させることで、第1次でまとめられた疑問の解決を図った。すると生徒同士の対話からは、「左端の線が最小値で右端の線が最大値だ。」「箱の中にある線は中央値だ。」「箱の左端はA組が48だからB組は54だ。」「箱の右端はA組が56だからB組は58だ。」「全体の表を四つに分けて見ればいいんだ。」と交流する様子が見られた。全ての班がB組の箱ひげ図を書き終えたところで、初めて筆者から箱ひげ図の第1四分位数、中央値(第2四分位数)、第3四分位数、四分位範囲を定義した。その後、図5に示すC組の箱ひげ図はどうなるか考えさせたところ、第1四分位数、中央値、第3四分位数を求める際に2で割らなければならない場合があるということに生徒自らが気付いた。

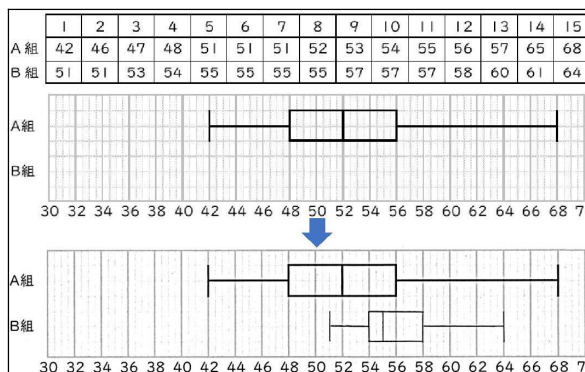


図4 B組の箱ひげ図を書く

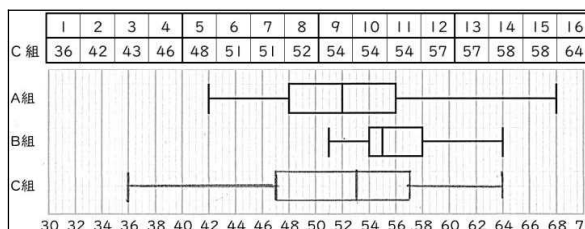


図5 C組の箱ひげ図を書く

数が偶数の時の中央値の求め方は足して2で割る。
 箱ひげ図は4つに分けられるのがわかった。
 四分位範囲は全体の50%分だということ。
 最大値や最小値がわかりやすいグラフ。
 箱ひげ図では全体の人数がわからない。

図6 第2次の振り返り

本次の学習課題に対して、箱ひげ図からは、最大値、最小値、中央値、四分位範囲、第1、第3四分位数が読み取れるとまとめられた。また、図6に示す生徒の振り返りからは、「数が偶数の時の中央値の求め方は足して2で割る。」「箱ひげ図は4つに分けられるのがわかった。」「四分位範囲は全体の50%だということ。最大値や最小値がわかりやすいグラフ。」「箱ひげ図では全体の人数がわからない。」といった記述が見られた。

(3) 第3次

「箱ひげ図はどんなものを比較するとき便利？」という学習課題を示し、A校のシャトルランの記録を学年別に表した箱ひげ図（図7）を提示し、各箱ひげ図がそれぞれどの学年のものなのか生徒に根拠を含め説明させた。また、2020年の弘前地点の6～8月の最高気温の記録を表した箱ひげ図（図8）を提示し、各箱ひげ図がそれぞれ何月のものであるかも同様に説明させた。すると、生徒たちは前次に身に付けた知識を活用して、箱の位置関係に着目したり、中央値や最大値といった代表値に着目したりするなど、様々な視点で説明していた（図9）。その後、図7ではサ、シ、スのそれぞれが何年生の箱ひげ図をなのか、図8ではア、イ、ウのそれぞれが何月の箱ひげ図なのか生徒に伝え、予測したり判断したりしたことを確かめる活動を行わせた。

本次の学習課題に対して、「最大値や最小値、中央値などが一目でわかる。」といったつぶやきは聞こえてきたが、解説にある「複数のデータの分布を比較する際に、視覚的に比較がしやすい」という内容は聞こえてこなかった。そこで筆者から、「箱ひげ図は一つ一つの単体同士を比べているのか。」と問うと、ある生徒から「学年の人数とかたくさんの日数を比べている。」という発言があったため、「箱ひげ図は集団を比較するとき便利。」と第3次はまとめられた。また、図10に示す生徒の振り返りからは、「中央値は平均値と違い、そのものの真ん中の値であるから中央値があると比較しやすかった。最大値と最小値も1目でわかり、そのデータの差の有無もわかりやすい。」「箱ひげ図にもてきしているものがある。箱ひげ図にてきしていないものは（例）個人のもの。てきしているのは（例）集団のもの。中央値の位置や、最大値・最小値のはんいを見る。」「箱が同じくらいの大きさであると中央値が大切になってくる。」といった記述が見られた。

(4) 第4次

「よりよい判断をするために必要なことは？」という学習課題を示し、6人程度の班で、ストップウォッチの画面を見ずに3秒だと思ったところで止める活動を数回行った。筆者が表計算ソフトで作成したタイム入力シート（図11、12）に、計測するたびに画面に表示されたタイムを水色のセルに入力する。入力すると、水色のセルの右側には箱ひげ図とヒストグラムが、水色のセルの一番下には平均値が自動的に表示される。入力したデータと表示された箱ひげ図やヒストグラム、平均値を基に、任意に設定した秒数を計測すると誰が一番近いタイムを出すか予測、判断する。そして、その理由について根拠を明らかにして説明する学習活動を行った。なお、図13の活動Iと活動IIは生徒に配付したワークシートの一部である。

活動Iを10回行った時の入力シートが図11で、20回

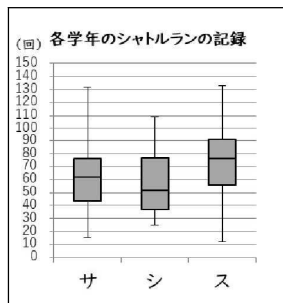


図7 A校の学年別のシャトルランの記録の箱ひげ図

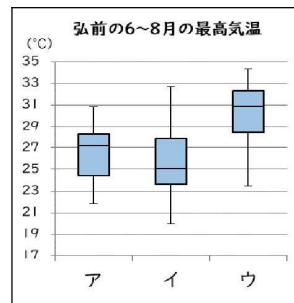


図8 2020年の6～8月の弘前地点の最高気温の箱ひげ図

箱が他と比べて一番高い位置にあるからスが3年生である。サは、シに比べて中央値が高いところにあるから2年生。シは、他の中央値に比べて中央値が低いから1年生。箱が他と比べて一番高い位置にあるからスが3年生。シより最大値が大きく、シより中央値が高いからサが2年生。シが1年生。

図9 シャトルランの記録に関する生徒の説明の記述（下線は筆者による）

中央値は平均とは違い、そのものの真ん中の値であるから中央値があると比較しやすかった。
最大値と最小値も1目でわかり、そのデータの差の有無もわかりやすい。
箱ひげ図にもてきしているものがある。
てきしているのは（例）個人のもの
てきしていないのは（例）集団のもの
中央値の位置や、最大値・最小値のはんいを見る。
箱が同じくらいの大きさであると中央値が大切になってくる

図10 第3次の振り返り

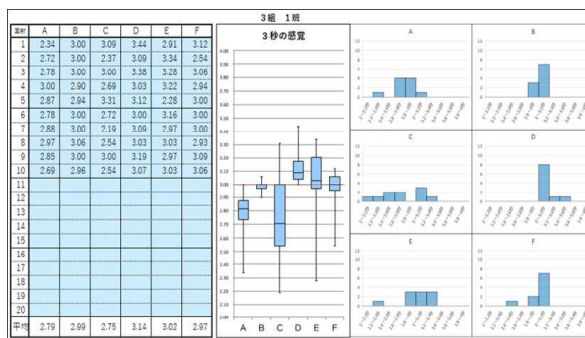


図11 タイム入力シート【入力回数10回】

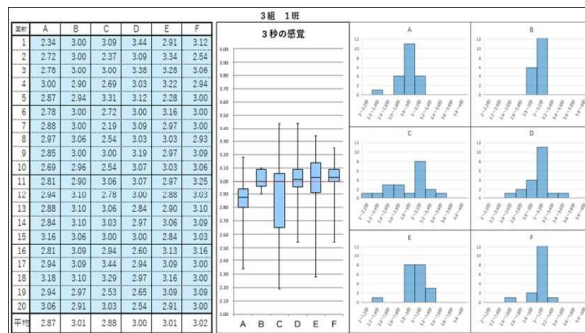


図12 タイム入力シート【入力回数20回】

行ったときの入力シートが図12である。図11を参考に活動Ⅱの、ストップウォッチの画面を見ずに5秒を計測するとしたら、班の中で誰が5秒に一番近いタイムを出すか予測し説明させた。この時点での説明からは、図14～16の上段で示すように、生徒Aは「3秒の平均が一番近いので、Eだと思う。」、生徒Bは「〇〇だと思った。理由は5人の中でもっとも平均が3秒に近かったから。」、生徒Cは「四角が3.00にちかくて、四角のはばがせまいから。平均が3.00にちかい。」といった平均値に着目した説明が多く見られた。そして、全員が1回目の説明を書き終えた時点で、実際に班の中で誰が一番近いタイムを出すか、確かめる活動を行った。また、結果を基に自分の説明の根拠が妥当であったか、班内で振り返りを行った。その後、さらに活動Ⅰを10回行い、2回目の説明をする活動に移行した。図12で示す20回分のデータを入力後、もう1回だけ5秒を計測するとしたら、班の中で誰が5秒に一番近いタイムを出すか予測し説明をさせた。2回目の生徒の説明からは、図14～16の下段で示すように、生徒Aは、「四分位範囲が一番小さいのでDだと思う。」、生徒Bは、「〇〇が5秒を一番だせると思った。3.00を何度もだしているから。」、生徒Cは、「最大値と最小値のはばがいちばん小さいから。」といった、平均値だけではなく、四分位範囲や最頻値、最大値から最小値まで箱ひげ図全体に着目した説明など、1回目と比べ、データを幅広い視点で捉えた説明が見られた。また、1回目同様、確かめる活動後、班内で振り返り(図17)を行った。

本次の学習課題に対して、「毎回の入力したタイム」「3秒に近いタイムをたくさん出している人」「ひげの長さが短い人」「平均値と中央値が目標タイムに一番近い人」「最大値と最小値の幅が狭い人」といった、複数のデータを見る必要があると第4次はまとめられた。また、図18に示す生徒の振り返りからは、平均値だけで判断せず、幅広くデータを見るべきといった、解説にあるこの領域の目標である「批判的に考察して判断する力を養う」に関わる記述も見られた。



図17 確かめる活動後の振り返りの様子

<p>活動Ⅰ</p> <p>ルール:ストップウォッチの液晶画面を見ずにスタートボタン,ストップボタンを押す。</p> <p>手順① ストップウォッチのスタートボタンを押す。</p> <p>手順② 心の中で3秒数える。</p> <p>手順③ 3秒だと思ったところでストップボタンを押す。</p> <p>手順④ 表示されたタイムをPCに打ち込む。</p>	<p>10回</p>
<p>活動Ⅱ</p> <p>ルール:活動Ⅰと同じ</p> <p>手順① ストップウォッチのスタートボタンを押す。</p> <p>手順② 心の中で5秒数える。</p> <p>手順③ 5秒だと思ったところでストップボタンを押す。</p> <p>手順④ 誰が5秒に一番近いか確認する。</p>	<p>1回だけ</p>

図13 生徒に配付したワークシートの一部分

3秒の平均が一番近いので、Eだと思っ

四分位範囲が一番小さいのでDだと思っ

図14 生徒Aの1回目(上段)と2回目(下段)の説明の記述(下線は筆者による)

〇〇だと思った。
理由は5人の中でもっとも平均が3秒に近かったから。

〇〇が5秒を一番だせると思った。
3.00を何度もだしているから。

図15 生徒Bの1回目(上段)と2回目(下段)の説明の記述(下線は筆者による)

四角が3.00にちかくて、四角のはばがせまいから。
平均が3.00にちかい。

〇〇 最大値と最小値のはばがいちばん小さいから。

図16 生徒Cの1回目(上段)と2回目(下段)の説明の記述(下線は筆者による)

平均値はタイムにとだけ差があっても、上手く工夫することでちょうど「3.00」にできることもあるから、代表者を選ぶ時は平均値以外も色々にも見るようにした。

選んだ理由では、平均値だけを見て最初に判断してしまっている。中央値、四分位範囲も含めて判断していきたい。

平均がよくても箱ひげ図が広がるとあまり良くない。ヒストグラムと箱ひげ図を見比べて判断していきたい。

平均値だけで判断をしてはいけないこと。幅がせまいほど良いタイムだといふことが分かる。

図18 第4次の振り返り(下線は筆者による)

(5) 第5次

「日常生活でデータを使って調べてみたいことはどんなこと?」という学習課題を示し、A校の2年生

3学級の50m走のデータを学級別に表した箱ひげ図(図19)を基に、学級対抗全員リレーを行うとしたら、3学級の順位がどうなるか根拠を明らかにして説明させた。図20の生徒の説明からは、「全体的に左寄り。」「中央値が同じだが第1四分位数を見るとAの方が速いから。」「中央値が同じだが、最大値がAの方が小さいから。」「四分位範囲が一番左にのびているから。」といった、グラフの一部分を見るのではなく、複数の視点で分析し、根拠を明らかにして説明している記述が見られた。各学級とも説明を書き終えた時点で、体育館へ移動し、全員リレー(図21)を実際に行って

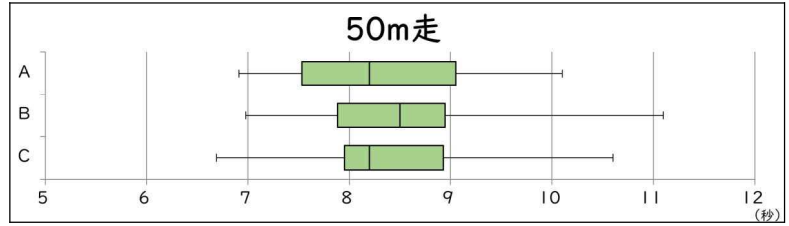


図19 A校2年生3学級の50m走のデータの箱ひげ図

タイムを計測した。全ての学級のタイムを計測し終えたところで各学級の順位を発表し、振り返りを行った。図22に示す生徒の振り返りからも説明の記述と同様に、データの一点だけを見るのではなく、広い視点で傾向を捉えることが大切だという記述が見られた。さらには、「実際に行ってみることも大切だ。」といった記述が見られ、確かめる活動が有効であったと推察される。

1位 A Aが全体的に左寄り
 2位 C 中央値がBより高い、Aより低い
 3位 B 中央値がCより低い

中央値を見てもBが3位だということがある
 AとCの中央値が同じだが、第1四分位数を見るとAの方が速いからAが1位だと思ふ。
 のこりのCは2位

1位... A AとCでは中央値が同じだが、最大値がAの方が小さいから
 2位... C

3位... Bの中央値が速く最大値がA、Cより大きいから、
 四分位範囲が一番左にのびているからAが1位。
 ・BとCの中央値を比べるとCの方が低いのでCが2位、Bが3位となる。

図20 各クラスの順位を説明した生徒の記述(下線は筆者による)



図21 全員リレーの様子

なお、本次の学習課題に対しては、図23に示す金銭に関すること、人の動作に関すること、物に関すること、スポーツに関すること、人流に関すること、健康に関すること、学力に関すること、産業に関することなど、日常生活や社会に関わる問題や事象について意欲的に調べようとする内容の記述があり、解説の数学科の目標にある「数学を生活や学習に生かそうとする態度」が見られ、オープンエンドの形で検証授業を終えた。

最大値や中央値だけにはおろそかに全体をみたり結果を考へていくことが大切だと思ひました。
 中央値を見ても読みとりにくいときに「見れば良いが速いけど、25%に注目して良いのかな」と思ひました。
 結果を予測できるのかもという、でも、最大値や中央値、最小値をうまく活用できないと予測することができないところが難しい。
 中央値をけに着目せず全体でみたりする。

一部だけを見すぎないで、全体的に見て判断する。
 実際に行なって計測したら、実際にやってみることも大切だと思ひました。
 実際にやってみても違うということが入るだと思ひました。
 ・理科科における実際にやってみる数学授業は楽しいと思ひました。

図22 第5次の生徒の振り返り(下線は筆者による)

3 検証結果と考察
 (1) 調査問題の考察
 検証授業の実施前後に、全国学力・学習状況調査及び青森県学習状況調査の「データの活用」の領域に関連のある調査問題を7問ずつ実施した。図24~26に示す調査問題1~5は青森県学習状況調査、調査問題6と7は全国学力・学習状況調査の問題である。

- 中学、高卒、大卒の年収の差
- 1日の生まれかたの人数
- クラスで何をした人が多い月
- 勉強時間とテストの点
- 青森県に来る海外からの観光客の人数
- 朝食を食べる・食べないで学力はどうなるのか
- 手拍子の回数
- みんなの歩数
- ゲームの時間
- 年別の投手の球数など(野球)
- 毎月、毎年、弘前市の観光客数
- 日本の自働車会社の売り上げ
- u, y, x の数
- 筋トレ回数
- すいみん時間

図23 第5次の学習課題に対する生徒の記述

図24は、事前事後の各調査問題の青森県の正答率を比較したものである。事前事後調査問題の青森県のそれぞれ平均正答率は事前37.3%、事後21.6%であり、事後は事前よりも正答率が低く、難易度が高いと考えられる問題を設定した。図25、26はそれぞれ事前事後調査の青森県とA校の正答率を比較したものである。

調査問題1は、二つのヒストグラムから集団の傾向を比較し、「どちらが～になると考えられる」のかを判断し、その理由を説明する問題である。事前調査で用いた平成24年度は、2008年4月と2010年4月の最高気温の日数を比較し、どちらが暖かかったと言えるかを判断し説明する問題、事後調査で用いた平成22年度は、陸上部とサッカー部の50m走のタイムの階級ごとの人数を比較し、速い人から10人を選出し部活動対抗リレーを行うとしたらどちらが早くゴールすると考えられるのかを判断し説明する問題である。事前調査では、県正答率47.3%、A校17.4%と約30ポイント下回ったが、事後調査ではさらに上位10人のデータを読み取る必要がある問題ではあったものの、県正答率31.1%、A校28.6%と2.5ポイント下回る程度であった。

調査問題2は、与えられたヒストグラムを基に、ある値の位置が母集団に対して、多い方か少ない方か結論を出し、その理由を説明する問題である。事前調査で用いた平成23年度は、1か月間で読んだ本が4冊であった生徒の冊数は母集団の中で多い方か少ない方かを答え、その理由を説明する問題、事後調査で用いた平成31年度は、通学時間の平均値が12.75分の時、11分の生徒の通学時間は母集団の中で短い方という結論は正しいか正しくないかヒストグラムを基に理由を説明する問題である。事前調査では、県正答率40.9%、A校50.0%と県の正答率を約10ポイント上回っているが、この調査問題については、説明する際に平均値を用いたとしても中央値を用いたとしてもどちらも正答としていたためA校の正答率が高かったと考えられる。事後調査では、具体的な数値を用いて説明する問題であったため、県正答率30.0%、A校31.9%とA校の正答率が31.9%にとどまったが、県の正答率を約2ポイント上回った。

調査問題3は、二つのヒストグラム、または二つの度数分布多角形の分布の形を比較し、指定された一方がよい傾向にあると判断できることと理由を説明する問題である。事前調査で用いた平成25年度は、男子と女子の長座体前屈のヒストグラムから女子の方が体が柔らかいと言えることと理由を説明する問題、事後調査で用いた平成29年度は、二つの中学校の垂直跳びの度数分布多角形からA中学校の方が高く跳ぶ生徒の人数の割合が多いと言えることと理由を説明する問題である。事前調査では、県正答率38.4%、A校14.1%と正答率が15%に満たなかったものの、事後調査では、県正答率25.1%、A校50.5%と約25ポイント上回った。

調査問題4は、母集団の数が異なる二つの集団を比較する場合、ある階級以上の人数が多い集団でも全体に対する割合や相対度数を用いると多いとは言えないことを批判的に考察し、中央値を用いてその理由を説明する問題である。事前調査で用いた平成30年度は、ある階級以上の人数の全体に対する割合がA中学校よりB中学校の方が大きいと言えることが正しいか正しくないか判断し、その理由を説明する問題、事後調査で用いた平成27年度は、ある階級以上の人数の全体に対する割合、または相対度数のどちらかをを用いて集団を比較し、その傾向を説明する問題である。事前調査では、県正答率50.0%、A校30.4%と、約20ポイント下回ったが、事後調査では、県正答率13.7%、A校15.4%と約2ポイント上回った。事前調査では、問題文の中に用いる用語である「割合」が示されているが、事後調査では「割合」や「相対度数」が伏せられた問題になっているため、正答率が低いと考えられる。

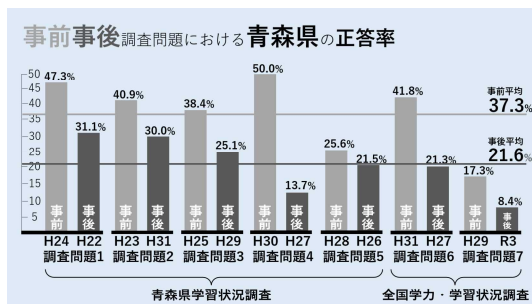


図24 事前事後調査問題ごとの青森県の正答率の比較

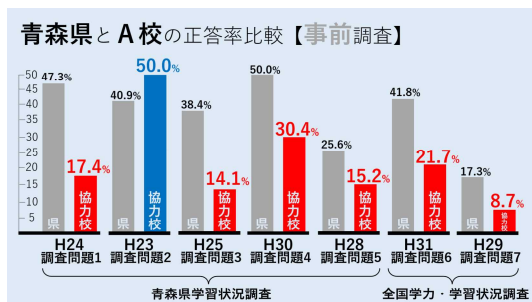


図25 事前調査問題の青森県とA校の正答率の比較

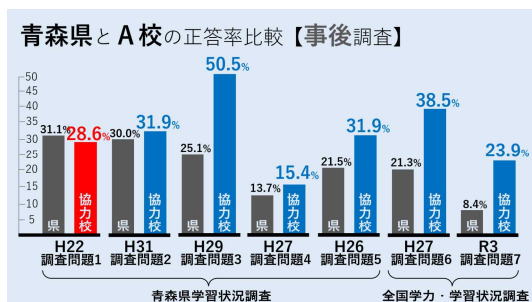


図26 事後調査問題の青森県とA校の正答率の比較

調査問題5は、平均値で判断した主張の内容が正しくないことを批判的に考察し、中央値を用いてその理由を説明する問題である。事前調査で用いた平成28年度は、自分の懸垂の回数と平均値を比較し、自分は懸垂ができない方だという太郎さんの主張は誤りであることの理由を説明する問題、事後調査で用いた平成26年度は、本を借りた冊数と平均値を比較し、自分は多い方だという太郎さんの主張は誤りであることの理由を平均値と中央値を用いて説明する問題である。事前調査では、県正答率25.6%、A校15.2%と約10ポイント下回ったが、事後調査では、県正答率21.5%、A校31.9%と約10ポイント上回った。

調査問題6は、表やグラフを基に主張した内容が正しいとは言い切れないことを批判的に考察し、極端なデータが存在することなどを用いて、その理由を説明する問題である。事前調査で用いた平成31年度は、平均値が26.0分だから26分ぐらい読書している生徒の人数が多いという主張が適切ではない理由を説明する問題、事後調査で用いた平成27年度は、落とし物の合計の平均値が減ったから集団の状況がよくなったという主張が正しいとは言い切れない理由を説明する問題である。事前調査では、県正答率41.8%、A校21.7%と約20ポイント下回ったが、事後調査では、県正答率21.3%、A校38.5%と約17ポイント上回った。

調査問題7は、二つの度数分布多角形の分布の形を比較し、指定された一方がよい傾向にあると判断できることの理由を説明する問題である。事前調査で用いた平成29年度は、1週間の総運動時間が420分以上の女子は、420分未満の女子に比べてより体力テストの合計点が高い傾向にあることの理由を説明する問題、事後調査で用いた令和3年度は、日照時間が6時間以上の日は、6時間未満の日より気温差が大きい傾向にある理由を説明する問題である。事前調査では、県正答率17.3%、A校8.7%と約9ポイント下回ったが、事後調査では、県正答率8.4%、A校23.9%と約15ポイント上回った。なお、事後調査問題については、A校の今年度の全国学力・学習状況調査を反映したものである。

事前事後に行った調査問題の正答数の結果から、本研究における手立てが効果的であったかを分析した。表2は、事前事後調査問題全7問の正答数の平均値に差があるかどうかを検証するために、対応のあるt検定を行ったものである。その結果、正答数の平均値間に統計的に有意な差が認められた ($t = 3.762$, $p = .000$, $p < .001$)。

表2 事前事後調査問題全7問の正答数の比較

項目	N	平均値		差	t値	有意確率
		事前	事後			
事前事後調査問題	90	1.57	2.19	0.62	3.762	.000***

***: $p < .001$

事前調査に比べ事後調査に設定した問題の方が難易度が高いと考えられる問題であるにもかかわらず、事後調査の正答数が上回った。また、表3に示すように、事前調査に比べ事後調査の記述には、具体的な数値を用いたり、グラフの一部で

表3 事前事後調査問題の説明の記述の比較

	事前調査の記述	事後調査の記述
調査問題1	2010年4月。暖かいと書いているから20～24℃のない方を選んだ 2010年4月。平均を求めたら2010年の方が暖かかったから。 2008年4月。2010年4月よりも、最高気温が高いから。	サッカー部。サッカー部は6.6秒～7.8秒までに10人いて、陸上部は6.6秒～8.2秒までに10人いるから、サッカー部が速い。 サッカー部。それぞれの部活からタイムが速い人が10人出るので、前から10人で1番速いタイムが陸上部が7.8以上8.2未満なのに対し、サッカー部は7.4以上7.8未満なのでサッカー部の方が早い。 サッカー部。どちらの部でも最も速い10人を選ぶと、サッカー部は7.8秒以内の人が10人選べるが、陸上部は8.2秒以内の人からも選ぶことになるから。
調査問題2	無解答 多い方。花子さんより読んでない人の数が花子さんより読んでる人より多いから。 多い方。調査結果の数をすべて足して20で割った数字が花子さんが読んだ本よりも少なかったため。	正しくない。ヒストグラムを見ると、0～10分で30人を超過しているから、30番以内に入っていないとわかる。 正しくない。11分よりも短い人が34人もいるから30番以内には入らない。 正しくない。グラフを見て通学時間が短い順にみると0以上10未満のグラフの時点で、34人いるので全体の60人の半分を超過してしまっている。真由さんの考えは正しくない。
調査問題3	男子よりも長い人が多いから。 女子が50～55で男子が45～50で女子の方が大きい。 男子は45cm以上50cm未満が一番多いが、女子は55cm以上60cm未満の人が一番多い。	AはBよりも右側にある。右側にいくにつれ、記録はよくなる。 A中学校の方がB中学校より折れ線が右にずれている。A中学校の方が記録がいい事がわかります。 A中学校のグラフが全体的にB中学校のグラフの右にずれている。高く跳んだ方にずれている。
調査問題4	正しくない。B中学校は合計の人数が多いから。 A中学校は40分の8でB中学校は90分の17だから。 正しくない。A中学校はB中学校よりも人数が少ないため割合で考えなければならない。	A中学校は0.38で、B中学校は0.30なので、A中学校の方が割合では多くなっています。 A中学校は0.38、B中学校は0.3なのでA中学校の方が25m以上投げた人の割合が高い。 A中学校の割合は38%、B中学校の割合が30%になっている。だから割合ではA中学校の方が多くなっている。
調査問題5	無解答 5回以上してる人が3人しかいない。 太郎さんより回数が多い人より少ない人の方がたくさんいる。	平均値は29でたしかに平均は上回っていますが、上から数えて15人以内じゃなく、そして、中央値よりも上じゃない 平均値より上回っていても、中央値の数を上回っていないと15人以内に入れない。 平均値は上回っているが、中央を表す中央値は34で太郎さんは下回っているので少ない方から数えた方がはやい。
調査問題6	無解答 読書時間が少ない人数が多いが、読書時間が平均よりも多い人が何人かいるから。 10分以上20分未満の人がかなり多いから。	24～27個のグラフは2回目の方が多いいから良くなったとは言いきれない。 最大の個数である24～27個の値で1回目より2回目の方が多くなっているから。 24個以上27個以下だった学級が1回目は3学級だったのに対して2回目は4学級と増えていたから。
調査問題7	420分以上の方が、点数が高い人は多いから。 最頻値が420分未満よりも420分以上の方が高い。 420分以上の女子の点数が高いから	6時間以上の度数分布多角形は6時間未満の度数分布多角形に比べて全体的に右寄りだから 日照時間が6時間以上の度数分布多角形は、6時間未満の度数分布多角形から気温差が大きい方向へ平行移動したような形をしているから。 6時間以上の日の方が6時間未満の方より度数分布多角形が右寄りになっているので気温差が大きい傾向がわかるから。

はなく広い視点で捉えたり、その問題に適した代表値を用いたりと数学的な表現を用いた説明が多く見られた。授業のワークシートの分析からも、予測したり判断したりしたことの説明や授業の振り返りの記述欄には、ほとんどの生徒に空欄は見られなかった。

以上のことから、本研究における手立ては、数学的な表現を用いて説明できる生徒を育成することにより有効であったと考えられる。確かめる活動とその振り返りを取り入れたことにより、説明することに必要性を見だし、数学的な表現を用いて説明できることにつながったのではないかと考えられる。

(2) 統計リテラシー自己効力感尺度の調査

本研究が、生徒の基礎的な統計リテラシー（平均、確率、グラフ、推論、サンプリング）にどのような影響を与えたのかを捉えるために、伊川・楠美（2020）が開発した統計リテラシー自己効力感尺度を用い、事前事後に質問紙調査を行った。表4に、統計リテラシー自己効力感尺度の結果を示す。

各質問項目の事前事後の平均値について対応のある t 検定を行ったところ、質問9項目のうち、質問項目1, 2, 3, 5, 6, 9の6項目と、全9項目の平均値において有意な差が認められた。この中でも特に、質問項目1の「平均を使って問題を解く」については、平均値以外のデータも見る必要があるといった生徒の振り返りの記述が見られたことで、

代表値の一つである平均値のもつ性質の理解がより深まったと示唆され、この質問項目の意識の向上が考えられるとともに、予測や判断を確かめる活動とその振り返りが有効であったと考えられる。

表4 統計リテラシー自己効力感尺度値の検証授業前後の比較

質問項目	N	平均値		差	t値	有意確率
		事前	事後			
1 平均を使って問題を解く	90	2.90	3.48	0.58	4.310	.000***
2 新聞記事が平均を誤って使う場合があることを理解する	90	2.84	3.17	0.33	2.423	.017*
3 確率（または可能性）の計算方法を友達に説明する	90	2.22	2.83	0.61	4.568	.000***
4 棒グラフを使ってデータを正確に表す	90	3.14	3.33	0.19	1.519	n. s.
5 新聞やインターネット上のグラフの意味を説明する	90	2.99	3.33	0.34	2.548	.013*
6 誰かがつくったグラフの間違いを見つける	90	2.83	3.21	0.38	2.584	.011*
7 調査から得た結論が誤っている場合があることを理解する	90	3.01	3.30	0.29	1.774	n. s.
8 データを表の形へ正確に並べる	90	3.08	3.29	0.21	1.664	n. s.
9 生徒を偏りなくサンプリングする方法について説明する	90	2.41	2.77	0.36	2.972	.004**
9項目平均	90	2.83	3.19	0.36	4.266	.000***

* : $p < .05$ ** : $p < .01$ *** : $p < .001$

V 研究のまとめ

本研究では、中学校数学科第2学年「データの活用」の領域において、確定的な答えを導くことが困難な事柄についても、目的に応じて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したりし、根拠を明らかにして説明する力を、予測や判断を数学的な表現を用いて説明する力と考えた。その力を育成するために、本研究の手立てである「予測や判断を確かめる活動とその振り返り」を設定した。検証授業における事前事後の各調査問題から、本研究の手立てを取り入れた学習活動を行ったことが、数学的な表現を用いて説明できる生徒の育成につながったと推察される。また、確かめる活動を取り入れたことにより、数学的な表現のもつ働きと数学的な表現のよさについて実感でき、自他の説明を批判的に考察する力の向上の一助となることが、生徒の振り返りの記述から示唆された。

副次的ではあるが、本研究において測定した統計リテラシー自己効力感尺度において、統計的に有意な差が認められた。これは、予測や判断を確かめる活動とその振り返りを行い、生徒にとって負荷のある課題が解決されたことで自信につながり、基礎的な統計リテラシーが高まったものと推察される。この点においても新たな知見を提示できたものと考えられる。

本研究の対象を、2年「データの比較」としたが、1年「データの分析と活用」、3年「標本調査」などの単元においても、本研究のような単元の展開が有効であると考えられる。今後、これらの単元においても、予測や判断を確かめる活動とその振り返りが、数学的な表現を用いて説明する力を育成することに有効であるか検証していきたい。

また、本研究では、予測や判断の根拠を説明することに明確な目的意識をもたせるために、説明させる場面では、全て確かめることが可能であり生徒にとって身近な事象を設定した。しかし、解説には、「不確定な事象を扱うというこの領域の特性に配慮し、正解を求めることができるということだけでなく、生徒が自分の予測や判断について根拠を明らかにして説明できるようにする」と示されており、授業時間内で確かめることが困難な日常生活や社会に関連のある事象においても説明させる場面の設定が必要である。そのような場面においても、明確な目的意識をもたせられるような教材の工夫や指導の改善に努めていきたい。

本研究を進めるにあたり、御協力くださった研究協力校の校長先生はじめ先生方に感謝申し上げます。

<引用文献・URL >

- 1 文部科学省国立教育政策研究所 2018 「平成25年度中学校学習指導要領実施状況調査教科等別分析と改善点」
https://www.nier.go.jp/kaiatsu/shido_h25/02h25/03h25bunseki_sugaku.pdf (2022. 12. 27)
- 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. 49
- 3 中央教育審議会 2016 「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. 140, p. 143
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf (2021. 12. 27)
- 4 文部科学省 2017 『中学校学習指導要領解説数学編(平成29年7月)』, p. 36, p. 27, p. 37, p. 6, p. 55, pp. 93-94, p. 54, p. 123, p. 120, p. 100
- 5 田中真也 2018 「話し合いを通して, 資料の傾向を読み取る力を育てる授業の創造~問題場面や学習形態の工夫を通して~」 『日本科学教育学会研究会研究報告(28巻5号)』, p. 45-48, 日本科学教育学会
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssep/28/5/28_No_5_130509/_pdf/-char/ja (2021. 12. 27)
- 6 小口祐一 2010 「データ分布の読み取りにおける学習者の誤った認識」 『日本科学教育学会年会論文集(34巻)』, pp. 121-124, 日本科学教育学会
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssep/34/0/34_121/_pdf/-char/ja (2021. 12. 27)
- 7 杉元新一郎 2013 『中学校数学科 統計指導を極める』, p. 33, 明治図書

<参考文献・URL >

- 1 青森県教育委員会 2010~2019 『学習状況調査実施報告書』
<https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kyoiku/e-gakyo/jyoukyouchousa.html> (2021. 12. 27)
- 2 青山和裕 2018 『楽しく学ぶ! 中学数学の「データの活用」』, 東京図書
- 3 向後千春, 富永敦子 2007 『統計学がわかる』, 技術評論社
- 4 向後千春, 富永敦子 2008 『統計学がわかる【回帰分析・因子分析編】』, 技術評論社
- 5 国立教育政策研究所教育課程研究センター 2015, 2017, 2019, 2021 『全国学力・学習状況調査報告書 中学校 数学』
<https://www.nier.go.jp/kaiatsu/zenkokugakuryoku.html> (2021. 12. 27)
- 6 国立教育政策研究所教育課程研究センター 2019 『平成31年度全国学力・学習状況調査 解説資料 中学校 数学』
https://www.nier.go.jp/19chousa/pdf/19kaisetsu_chuu_suugaku.pdf (2021. 12. 27)
- 7 国立教育政策研究所教育課程研究センター 2020 『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料【中学校数学】』, 東洋館出版社
https://www.nier.go.jp/kaiatsu/pdf/hyouka/r020326_mid_sansu.pdf (2021. 12. 27)
- 8 竹原卓真 2013 『増補改訂SPSSのススメ 1 2要因の分散分析をすべてカバー』, 北大路書房
- 9 藤原大樹 2018 『「単元を貫く数学的活動」でつくる中学校数学の新授業プラン』, 明治図書
- 10 杉元新一郎 2019 『小学校算数・中学校数学「データの活用」の授業づくり』, 明治図書