

高等学校数学Ⅰ「データの分析」の指導に関する教師調査の分析

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-06-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松元, 新一郎, 久保, 良宏, 熊倉, 啓之, 青山, 和裕 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00010276

高等学校数学Ⅰ「データの分析」の指導に関する教師調査の分析

The Analysis of Questionnaire Regarding Teachers on Data Analysis of Mathematics I

枡 元 新一郎* 久 保 良 宏**
熊 倉 啓 之* 青 山 和 裕***

Shinichiro MATSUMOTO, Yoshihiro KUBO, Hiroyuki KUMAKURA
and Kazuhiro AOYAMA

（平成 28 年 10 月 3 日受理）

要 約

The purpose of this study is to obtain some suggestions for teaching through on analysis of questionnaire regarding teachers' consciousness and their teaching on Data Analysis of Mathematics I of high school. As a result of analysis, we have derived following points: The recognition of teachers about the amount of instruction hours for this area quite differ; There are few teachers incorporating a kind of the active learning style in their lessons; Teachers tend to focus on the evaluation of skill and knowledge-understanding; Their consciousness of communication using mathematical expression is greatly related to their statistics instructions. We obtained four suggestions for teaching of this area: to secure the amount of lesson hours of Data Analysis of Mathematics I; to realize the diversification of the evaluation method; to carry out the study by teachers plurally on contents, teaching materials and instruction method of statistics; to reconsider the concept of statistics instruction combined with the perspectives on mathematics education.

キーワード：高等学校・数学Ⅰ，データの分析，教師調査

1. 研究の背景と研究の目的

私たちは、新しい知識・情報・技術が社会のあらゆる領域での活動の基盤として重要性を増す「知識基盤社会」の中で、「ビックデータ」を利活用するとともに、「ビックデータ」を集約した図表やこれらの説明に対して批判的に判断する能力が必要な時代に生きている。

このように、統計的思考力の育成が一層重要視される中、平成20年、21年告示の学習指導要領では、小中高において統計の指導の充実が図られた。高等学校においては、必修修科目である数学Ⅰにおいて「データの分析」が設定され、この中に1変数および2変数の統計データを整

* 数学教育系列

** 北海道教育大学旭川校

*** 愛知教育大学

理・分析する内容が位置づけられた（文部科学省，2009）。また，次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議まとめ（文部科学省，2016）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」と指摘し，統計の指導内容のより一層の充実が求められている。

これまでに筆者らは，上記の学習指導要領に基づく高等学校・数学Ⅰの教科書の分析を行い，その特徴として，「見方・考え方」よりも「技能」に重点が置かれている教科書があること，ICTの記述がない教科書があること，図や統計量をかいたり求めたりする目的やよさの記述がない教科書があることなどを明らかにした（裕元・梅田・富田，2012）。

上記のような学習指導要領や教科書の意図したカリキュラムに対して，統計の授業を行う教師の指導観や，授業の実際である実施したカリキュラムの実態を把握することも重要である（国立教育政策研究所，1991）。また，Shulman（1986）のPCK（Pedagogical Content Knowledge；授業を前提とした教材の知識）やこれを再構成して数学科教師に必要な資質について検討したBallら（2008）のMKT（Mathematical Knowledge for Teaching；教えるための数学的知識）に照らすと，統計領域の数学科教師が獲得している知識（内容知）は，他の数学の内容知とは異なると捉えられ，教師が獲得している統計に関する内容知は，実施したカリキュラムに影響を与えられと考えられる。

ところで，統計に関する高校の数学教師を対象とする調査研究には，例えば，数学Ⅰ「データの分析」の指導が始まる前の意識調査（統計グラフ教育研究会，2011），ばらつき（ちらばり）に対する教師の能力についての調査（磯田・ゴンザレス，2012），高等学校数学科の数学Ⅰ・数学Aのカリキュラム（「データの分析」が入ったことに対する賛否等）についての調査（竹村他，2014）がある。しかし，高等学校・数学Ⅰの統計の内容に着目して，その指導を行った教師を対象とした調査から総合的に指導の実態を明らかにした研究はみられない。

本稿の目的は，平成21年告示の学習指導要領で新たに高等学校・数学Ⅰに加えられた「データの分析」（統計）について，授業担当教師の指導内容や指導方法などを収集・分析することにより，「データの分析」の指導の現状と課題を明らかにし，指導改善に向けた示唆を得ることである。

2. 研究の方法

（1）調査の方法

本稿で分析する教師調査は，郵送法による質問紙調査で行う。調査名は，『高等学校・数学Ⅰ「データの分析」の指導等に関する調査』である。

①調査対象

調査の対象は，北海道と静岡県にある公立と私立のすべての高等学校及び中等教育学校433校（通信制を除く）の数学Ⅰを担当した教師である。各学校に調査用紙を1部送り，数学Ⅰの「データの分析」を担当している教師1名（複数で担当している場合はそのうちの1名）に回答を求める。

②調査の内容

調査は、次の5つの枠組みから構成されている。括弧内は設問数であり、全部で70項目である。

- I. 回答者が所属する学校（3項目）
- II. 回答者（5項目）
- III. 数学教育についての考え方や捉え方（9項目）
- IV. 数学Ⅰ「データの分析」における指導や評価の実際（34項目）
- V. 統計の内容全般についての考え方（19項目）

なお、「I」～「V」の多くは選択肢か数字の記入であるが、「V」には自由記述が含まれている。

（2）分析の方法

本稿では、上記の「I」から「V」について検討する。具体的な分析の視点としては、第一に、2（1）②で示した調査内容の中のうち、「回答者自身について」（「I」、「II」）、「実際の指導時数と理想の指導時数」（「IV」）、「指導の内容」（「IV」）、「評価の方法」（「IV」）、「統計についての考え方」（「V」）（「回答者の基礎資料」と表現）について概観する（本稿3（1））。

第二に、「IV〔5〕」の「指導の内容」（後に示す表1に表記）を軸に置き、「回答者の基礎資料」と「III」の回答が、「IV」の「指導の内容」の回答と連関しているかどうかをみるために、クロス集計を行い分析する（本稿3（2））。

第三に、「V」の「統計の内容全般についての考え方」について、「IV」の「指導の内容」の回答と連関しているかどうかをみるために、クロス集計を行い分析する（本稿3（3））。

なお、第二・第三のクロス集計では、母比率の差の検定（有意水準5%）を行い、有意差がある項目に着目する。なお、対象人数が20人未満の項目は考察の対象から除く。また、考察の対象となる項目について、それぞれの「指導の内容」の期待度数（対象人数のうち指導した人数）が5人以下の場合には、連続性の補正（イエーツの補正）を行う。

以上の分析を通して、「データの分析」における指導改善への示唆をまとめる。

本稿では、選択肢の回答について、各選択肢への回答者数の全回答者数に対する割合（%）を算出して示す（小数第1位を四捨五入。無回答の有無等により合計が100%にならないこともある）。

3. 調査結果とその分析

調査は、平成26年3月に行われ、調査用紙は228名から回収された（回収率約53%）。

（1）「回答者の基礎資料」について

① 回答者自身について

回答者の地域の内訳は、北海道が62%、静岡県が37%（無記名1名）であり、学校の設置形態の割合は、公立が78%、私立が22%である。また、学校の形態では、普通科（中等教育学校1校含む）が66%、職業科が13%、普通科と職業科の併設が10%、その他が11%である。

年齢別の割合は、22～35歳が約40%、36～45歳が22%、46～55歳が27%、55～65歳が10%であり、22～45歳が6割を占めている。

性別の割合は、男性が90%、女性が10%であり、男性が9割を占めている。

統計の指導経験の割合は、「指導がはじめて」が42%、「5年未満」が46%、「5年から10年未満」

が5%,「10年以上」が4%であり,統計の指導経験が5年未満の教師が9割近くを占めている。

また,統計の学習経験を,「中央値(メジアン)を学習した時期」で質問したところ,学習した時期の割合は,「小学校」が3%,「中学校」が24%,「高等学校」が13%,「大学」が23%,「教員になってから」が33%である。現行学習指導要領では中学校第1学年の指導内容である中央値についてでさえ,3割の教師は教員になってからその知識を獲得している。

② 実際の指導時数と理想の指導時数

実際の指導時数と理想の指導時数について,それぞれの指導時数を数値で回答を求めた。それぞれの指導時数の反応率を指導時数の順に並び替えてまとめると,図1の通りである。

実際の指導時数は,10時間(18%)が最も多く,8時間(15%),5時間(13%),6時間(11%)と続く。また,理想の指導時数は10時間(31%),8時間(12%),15時間(11%)と続く。

実際の指導時数から理想の指導時数の差を求めたところ,指導時数が足りない(差が負)と感じている教師は65%,足りている(差が0)と感じている教師は26%,多い(差が正)と感じている教師は9%である。足りている(差が0)と感じている教師は55名いたが,そのうち,実際の指導時数が6時間未満である教師は46%を占めている。

実際の指導時数よりも多い時間数を理想としている教師が6割以上いる。しかし,数学Ⅰの教科書(5社16冊)で各教科書会社が示す指導時数(課題学習を除く)は,「データの分析」に9~19時間を配当していることから(裕元・梅田・富田,2012),指導時間数を8時間以下と回答した教師(実際56%,理想30%)は,授業進度が速くなるか教科書の内容を教えきれない事態に陥ると考える。

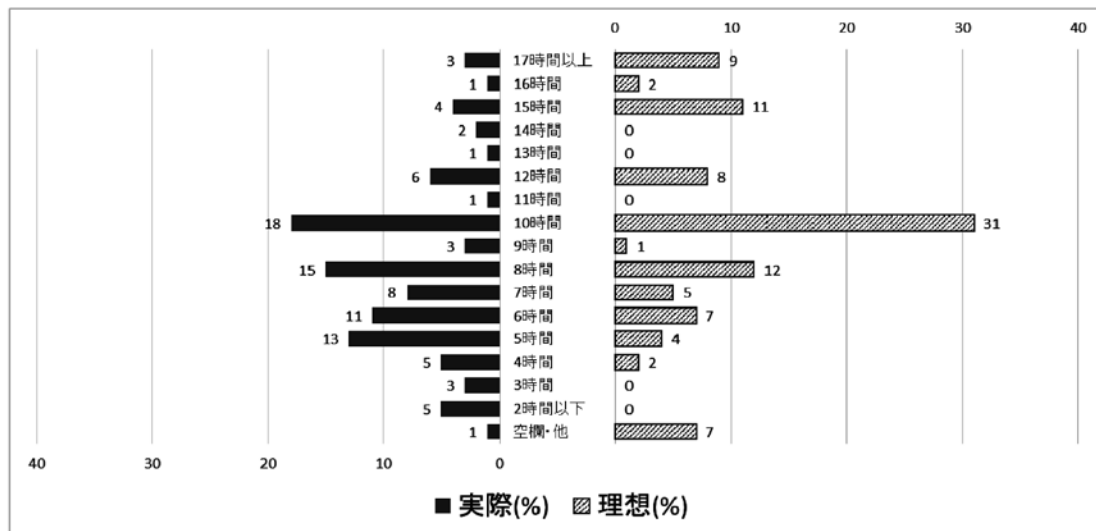


図1 実際の指導時数と理想の指導時数

③ 指導の内容

「Ⅳ」の中の「指導や評価の実際」では,数学Ⅰの教科書における「データの分析」についての研究(裕元・梅田・富田,2012)を基に,『数学Ⅰ「データの分析」の実際の授業において,次のそれぞれの指導や活動を行いましたか。』の質問において「指導の内容」に関する22項目の設問を設定し,2肢選択(1:行った,2:行わなかった)で回答を求めた。その内容を行った割合(「1」)について降べきの順にまとめると,表1の通りである。

表1 指導の内容（指導を行った割合を降べきの順に整理）

指導の内容	割合
①教科書あるいは自作のプリントを中心に、「概念の説明」「例題」「演習」を反復する指導	85%
⑩箱ひげ図の指導において、複数の箱ひげ図を平行に並べてデータ間の比較（読みとり）を指導すること	73%
⑦5数要約（最小値,第1四分位数,第2四分位数,第3四分位数,最大値）、四分位範囲、四分位偏差の指導において、これらを用いることのよさを指導すること	71%
⑪分散の指導において、偏差を2乗することの意味を指導すること	68%
⑫標準偏差の指導において、分散の正の平方根を考える意味を指導すること	63%
⑥第1四分位数、第2四分位数、第3四分位数の求め方の指導において、データの数によって4通りの場合分けを指導すること	61%
⑨箱ひげ図の指導において、ヒストグラムとの関連性を指導すること	53%
②生徒に提示するデータにおいて、教師が教科書以外（インターネットや資料集など）で入手したものを用いること	49%
⑫同じデータとそれにもなう同じ図表や統計量を見ている、考え方や立場などによって解釈や結論が異なることがあることを指導すること	40%
⑬標準偏差の指導において、ヒストグラムとの関連性を指導すること	36%
⑤データを処理する場面の指導において、生徒が電卓やコンピュータなどICTを使う活動を行うこと	33%
⑮標準偏差の指導において、四分位範囲との関連性を指導すること	31%
⑭標準偏差の指導において、箱ひげ図との関連性を指導すること	30%
⑧箱ひげ図の指導において、ドットプロット（データの値を、数直線上に点として並べた図）との関連性を指導すること	28%
⑰散布図の指導において、軸の目盛の違いによって、データの散らばりの印象が異なることに注意する必要性があることを指導すること	28%
⑱相関係数の指導において、相関係数を求めるのに共分散を各分散で割ることの意味（各分散で割る必要性）を指導すること	25%
⑳相関関係と因果関係の違いを指導すること	16%
㉒単元で学習したことを活かすために、生徒が興味・関心をもつ問題を提示し、生徒がデータを収集・整理・解釈して、その問題を解決・発表する、という問題解決をする活動を行うこと	15%
⑲見かけ上、相関関係が生じているという「偽相関」に関する内容を指導すること	9%
⑯散布図の指導において3変数以上の変数の中から、生徒に関連のありそうな2変数を選ばせて散布図をかき、その2変数の関係を調べる指導すること	8%
④データを集める場面の指導において、生徒がインターネットを使う活動を行うこと	4%
③データを集める場面の指導において、生徒がアンケート用紙をつくる活動を行うこと	3%

全体をみると、「1」（行った）の割合は3%から85%までと大きな違いが見られる。80%以上の項目は、『①教科書あるいは自作のプリントを中心に、「概念の説明」「例題」「演習」を反復する指導』（85%）の1項目だけである。

一方、指導を行った割合が50%未満の項目は15項目である。20%未満の項目に着目すると、「㉒相関関係と因果関係の違いを指導すること」（16%）、「㉒単元で学習したことを活かすために、生徒が興味・関心をもつ問題を提示し、生徒がデータを収集・整理・解釈して、その問題を解決・発表する、という問題解決をする活動を行うこと」（15%）、『⑲見かけ上、相関関係が生じているという「偽相関」に関する内容を指導すること』（9%）、「⑯散布図の指導において、3変数以上の変数の中から、生徒に関連のありそうな2変数を選ばせて散布図をかき、その2変数の関係を調べる指導すること」（8%）、「④データを集める場面の指導において、生徒がイン

ターネットを使う活動を行うこと」(4%)、「③データを集める場面の指導において、生徒がアンケート用紙をつくる活動を行うこと」(3%)の6項目である。

指導の内容では、2変数の指導内容の一部（相関と因果の違い、偽相関、変数の選択）と、生徒が主体的に活動する内容（問題解決の活動、webからの情報収集、アンケートづくり）は2割に満たない。

④ 評価の方法

「Ⅳ」では、『数学Ⅰ「データの分析」における生徒の学習評価の際、次のそれぞれについて重視しましたか。』の質問において6項目の設問を設定し、4肢選択（1：とても重視した、2：重視した、3：あまり重視しなかった、4：まったく重視しなかった）で回答を求めた。その内容とそれぞれの反応率を肯定率（「1」と「2」の合計）について降べきの順にまとめると、表2の通りである。

表2 学習評価の重視度（肯定率を降べきの順に整理）

学習評価	肯定率
②四分位数・四分位範囲・分散・標準偏差・相関係数などの値を正確に求めることの評価	87%
③統計の用語とその意味をきちんと理解していることの評価	72%
①箱ひげ図や散布図をきちんとかくことの評価	68%
⑤複数の集団の傾向の違いを図や統計量からデータの特徴を解釈して記述することの評価	41%
④データの特徴を視覚的に把握するのに必要なグラフを選択することの評価	37%
⑥学んだ内容を活用してデータを分析するレポート課題を出題しての評価	11%

全体をみると、肯定率は11%から87%までと大きな違いが見られる。肯定率が80%以上の項目は、「②四分位数・四分位範囲・分散・標準偏差・相関係数などの値を正確に求めることの評価」(87%)だけである。

一方、肯定率が50%未満の項目は6項目中3項目であり、もっとも肯定率が低かった項目は、「⑥学んだ内容を活用してデータを分析するレポート課題を出題しての評価」(11%)である。

評価では、レポート課題を課して評価に含める教師は極めて少なく、要約統計量を求めること・用語の意味理解・グラフをかくことなど、技能や知識・理解を重視する傾向が見られる。

⑤ 統計の内容全般についての考え方

「Ⅴ」では、『統計の内容全般について、あなたの現在の状況や考え方についてお答えください』の質問において18項目の設問を設定し、4肢選択（1：本当にそうだ、2：だいたいそうだ、3：あまりそうではない、4：まったくそうではない）で回答を求めた。その内容とそれぞれの反応率を肯定率（「1」と「2」の合計）について降べきの順にまとめると、表3の通りである。

肯定率が80%以上の項目は3項目であり、『②「統計」は、身のまわりの事象や社会の構造を理解する上で重要である。』(88%)、「⑩統計の学習では、表やグラフなどを解釈することが重要な指導内容である。」(85%)、「⑩統計に関する内容は、大学入試とは関係なく重要な指導内容である。」(81%)である。

一方、肯定率が50%未満の項目は2項目であり、『「統計」の指導は、数学の他の内容（数式、関数、図形）の指導に比べて簡単である。』(32%)、「⑩統計に関する内容は、大学入試に積極的に取り入れるべきである。」(21%)である。

統計に対する考え方では、統計は大学入試とは関係なく身の回りや社会を理解する上で重要

であり、表やグラフの解釈をする学習をすることに賛同している教師が多い。その一方で、統計は他領域の指導よりも簡単であることや統計を大学入試に積極的に取り入れるべきと考える教師は少ない傾向が見られる。

表3 統計の内容全般についての考え方（肯定率を降べきの順に整理）

統計に対する考え方	肯定率
②「統計」は、身のまわりの事象や社会の構造を理解する上で重要である。	88%
⑩統計の学習では、表やグラフなどを解釈することが重要な指導内容である。	85%
⑬統計に関する内容は、大学入試とは関係なく重要な指導内容である。	81%
⑪データの処理では、生徒に電卓やコンピュータソフトなど ICT を適宜使わせるべきである。	78%
①「統計」は、重要な指導内容である。	75%
⑬データを分析する場面では、グループ学習などの協同的活動を用いるのが効果的である。	75%
④「統計」は、数学の他の内容（数式、関数、図形）に対して、実用的な面が多い。	72%
③「統計」は、公平・平等な民主的な社会を維持、発展させる上で必要である。	68%
⑫データの処理では、自力解決に多くの時間を使うべきである。	62%
⑧数学Ⅰ「データの分析」の指導内容は、情報科など他教科で行うべきである。	60%
⑨データを集めるために、生徒が調査用紙をつくったり、実際にデータを集めたりする活動も数学の指導内容である。	58%
⑩データの入手の際には、生徒にインターネットを適宜使わせるべきである。	57%
⑭統計の学習では、発表（プレゼンテーション）が重要である。	55%
⑥数学Ⅰ「データの分析」の指導内容は、数学Ⅰ以外の高校数学の選択科目で行うべきである。	54%
⑦数学Ⅰ「データの分析」の指導内容は、中学校で行うべきである。	53%
⑮統計の学習では、「何を主張するのか」に重点を置くべきである。	53%
⑤「統計」の指導は、数学の他の内容（数式、関数、図形）の指導に比べて簡単である。	32%
⑰統計に関する内容は、大学入試に積極的に取り入れるべきである。	21%

（２）回答者の基礎資料・数学観と指導の内容との関係

２（２）で述べたように、「回答者の基礎資料」と「Ⅲ」の回答が、「Ⅳ」の「指導の内容」（表2の22項目）における回答に関連しているかどうかをみるためにクロス集計（母比率の差の検定：有意水準5%）を行った。その結果から、帰無仮説が棄却され「母比率に差がある」項目について分析する。

① 「所属学校」と「指導の内容」との関係

「Ⅰ」で調べた「所属学校」のうち、公立・私立、普通科・職業科の違いによって「指導の内容」に有意差があったものは、表4、表5の通りである。

公立と私立（表4）で差があった項目は6項目（表2⑧⑨⑬⑭⑮⑰）であり、そのすべてにおいて私立の方が公立よりも指導した割合が有意に高い。この6項目のうち、5項目は1変数の要約統計量とグラフの関連性、1項目は解釈や結論が異なることがあることを指導することである。なお、公

表4 「公立・私立」で差がでた項目
（百分率は対象人数のうち指導した教師の割合。以下同様。）

「公立・私立」	公立	私立
対象人数（228人中）	178人	50人
⑧箱ひげ図・ドットプロットの関連性	24%	42%
⑨箱ひげ図・ヒストグラムの関連性	49%	66%
⑬標準偏差・ヒストグラムの関連性	31%	52%
⑭標準偏差・箱ひげ図の関連性	26%	44%
⑮標準偏差・四分位範囲の関連性	26%	46%
⑰解釈や結論が異なること	35%	56%

立・私立別に指導平均時間数を比較すると、それぞれ8.4時間、9.3時間であり、私立の方が公立よりも1時間弱ほど多い時間で指導している。

普通科と職業科（表5）の違いによって差があった項目は5項目（表2⑪⑫⑬⑮⑰）であり、そのすべてにおいて普通科が職業科よりも有意に高い。この5項目のうち、

3項目は意味や必要性の指導項目であり、2項目が1変数の要約統計量とグラフの関連性に関するものである。なお、普通科・職業科別に指導の平均時間数を比較すると、それぞれ9.8時間、8.1時間であり、普通科の方が職業科よりも2時間弱ほど多い時間で指導している。

公立・私立、また、普通科・職業科では、違いが見られ、公立と職業科では、「指導の内容」の割合が低い項目があり、指導時間も少ない。

② 「年齢・指導経験・学習経験」と「指導の内容」との関係

「Ⅱ」の中の、「年齢」「指導経験」「学習経験」（中央値の学習時期）の違いによって、「指導の内容」に有意差があったものは、表6、表7の通りである。なお、教師の専門性を学んだ大学の学部についても調べたが、理系学部数学関連学科と教員養成学部（数学教育専攻）の違いによって、「指導の内容」に有意差のある項目はなかった。

年齢（表6上）で差が認められた項目は、1項目のみ（表2⑪）であり、「36歳～45歳」および「55歳～65歳」の方が「46歳～55歳」よりも有意に高い。

指導経験（表6下）で差が認められた項目は、3項目（表2②⑤⑪）であり、そのすべてにおいて「5年未満」の教師の方が「指導がはじめて」の教員よりも指導した割合が有意に高い。

学習経験（中央値の学習時期）（表7）で差が認められた項目については、「中学校」と「高校」では1項目（表2②）、「高校」と「大学」では2項目（表2②⑤）、「大学」と「教員になってから」では3項目（表2⑤⑬⑭）あり、そのすべてにおいて、「大学」で学んだ方

表5 「普通科・職業科」で差がでた項目

「普通科・職業科」	普通科	職業科
対象人数（228人中）	151人	29人
⑪分散：偏差を2乗する意味	69%	48%
⑫標準偏差：分散の正の平方根の意味	66%	41%
⑬標準偏差・ヒストグラムの関連性	40%	14%
⑮標準偏差・四分位範囲の関連性	34%	14%
⑰散布図の軸の目盛りの注意の必要性	34%	14%

表6 「年齢」「指導経験」で差がでた項目

「年齢」	36～45歳	46～55歳	55～65歳
対象人数（228人中）	51人	62人	22人
⑪解釈や結論が異なること	43%	19%	41%
「指導経験」	指導がはじめて		5年未満
対象人数（228人中）	95人		106人
②教科書以外のデータの利用	39%		57%
⑤生徒のICT利用	22%		38%
⑪分散：偏差を2乗する意味	61%		75%

表7 「学習経験」で差がでた項目

中央値の学習時期	中学校	高校
対象人数（228人中）	54人	29人
②教科書以外のデータの利用	43%	21%
中央値の学習時期	高校	大学
対象人数（228人中）	29人	53人
②教科書以外のデータの利用	21%	57%
⑤生徒のICT利用	17%	49%
中央値の学習時期	大学	教員
対象人数（228人中）	53人	76人
⑤生徒のICT利用	49%	32%
⑬標準偏差・ヒストグラムの関連性	49%	29%
⑭標準偏差・箱ひげ図の関連性	38%	14%

が「中学校」と「教師になってから」よりも有意に高い。

「年齢」「指導経験」「学習経験」（中央値の学習時期）の違いで、「指導の内容」に差が認められる項目がある。「指導がはじめて」の教師は「5年未満」の教師に比べて、また、教員になってから中央値を学んだ教師は大学で学んだ教師に比べて、指導内容が少ない傾向が見られる。

③ 「数学教育の考え方」と「指導の内容」との関係

「Ⅲ. 数学教育についての考え方や捉え方」では、数学教育の人間形成的目的、文化的目的、実目的などから（久保・長崎，2010），9項目の設問を設定し、4肢選択（1：とても重要，2：どちらかというと重要，3：あまり重要ではない，4：まったく重要ではない）で回答を求めた。

これらの中で、肯定的回答（「1」と「2」の合計）と否定的回答（「3」と「4」の合計）の人数がそれぞれ20人以上の項目は、次の5項目である。

- ⑤数学的な表現を使ってコミュニケーションすること
- ⑥数学を通して市民としての教養を高めること
- ⑦数学がよりよい社会を築く上で有用であることを理解すること
- ⑧数学を身のまわりの問題の解決に活用すること
- ⑨入試において数学でよい成績をおさめること

これらの各項目に対して「指導の内容」との関係についてクロス集計を行った。教師の数学教育についての考え方や捉え方が「肯定的」か「否定的」かの違いによって「指導の内容」に有意差があったものは、表8の通りである。

表8 「数学教育の考え方」で差がでた項目

「コミュニケーション」	肯定的	否定的	「よりよい社会を築く」	肯定的	否定的
対象人数（228人中）	141人	86人	対象人数（228人中）	182人	46人
②教科書以外のデータの利用	56%	37%	⑫標準偏差：分散の正の平方根の意味	67%	46%
⑤生徒のICT利用	40%	22%	「身のまわりの問題」	肯定的	否定的
⑦5数要約などのよさ	76%	63%	対象人数（228人中）	191人	37人
⑩平行箱ひげ図で比較	77%	65%	⑫標準偏差：分散の正の平方根の意味	66%	46%
⑪分散：偏差を2乗する意味	73%	58%	⑭標準偏差・箱ひげ図の関連性	33%	14%
⑫標準偏差：分散の正の平方根の意味	72%	48%	⑯解釈や結論が異なること	43%	24%
⑬標準偏差・ヒストグラムの関連性	42%	26%	「入試でよい成績をおさめる」	肯定的	否定的
⑮相関係数：共分散を各分散で割る意味	29%	17%	対象人数（228人中）	183人	45人
⑰偽相関	14%	1%	②教科書以外のデータの利用	45%	62%
⑳相関と因果の違い	21%	9%	⑨箱ひげ図・ヒストグラムの関連性	56%	40%
㉑問題解決の活動	18%	8%	⑪分散：偏差を2乗する意味	71%	53%
「教養を高める」	肯定的	否定的	⑫分散の正の平方根の意味	67%	47%
対象人数（228人中）	151人	77人	⑮相関係数：共分散を各分散で割る意味	28%	13%
⑩平行箱ひげ図で比較	78%	62%			
⑫標準偏差：分散の正の平方根の意味	70%	49%			
⑮標準偏差・四分位範囲の関連性	35%	22%			

「Ⅲ」の「数学的な表現を使ってコミュニケーションすること」に対して、教師の考え方が「肯定的」か「否定的」かによって差があった「指導の内容」の項目は、表8の1番目のように11項目ある。そのすべてにおいて「肯定的」の方が「否定的」よりも有意に高く、その項目数は本稿で着目した他のクロス集計に比べて最も多い。また、これらの項目のうち、「⑦5数要約など

のよさ」「②⑩相関と因果の違い」「②⑪問題解決の活動」の3項目は、本稿で着目した他のクロス集計では有意に差がなかった項目であり、「数学的な表現を使ってコミュニケーションすること」に対して肯定的、否定的な考え方と「指導の内容」の有無との連関が強い。

「Ⅲ」の「数学を通して市民としての教養を高めること」に対して、教師の考え方が「肯定的」か「否定的」かによって差があった「指導の内容」の項目は、表8の2番目のように3項目あり、そのすべてにおいて「肯定的」が「否定的」よりも有意に高い。

「Ⅲ」の「数学がよりよい社会を築く上で有用であることを理解すること」に対して、教師の考え方が「肯定的」か「否定的」かによって差があった「指導の内容」の項目は、表8の3番目のように1項目あり、「肯定的」が「否定的」よりも有意に高い。

「Ⅲ」の「身のまわりの問題の解決に活用すること」に対して、教師の考え方が「肯定的」か「否定的」かによって差があった「指導の内容」の項目は、表8の4番目のように3項目あり、そのすべてにおいて「肯定的」が「否定的」よりも有意に高い。

「Ⅲ」の「入試において数学でよい成績をおさめること」に対して、教師の考え方が「肯定的」か「否定的」かによって差があった「指導の内容」の項目は、表8の5番目のように5項目ある。この中の「②生徒に提示するデータにおいて、教師が教科書以外で入手したものも用いること」については、「否定的」が「肯定的」よりも指導した割合が有意に高く、それ以外の4項目は「肯定的」の方が「否定的」よりも指導した割合が有意に高い。このことから、「入試において数学でよい成績をおさめること」に対して肯定的、否定的な考え方と「指導の内容」の有無との連関が強い。

以上のことから、分析の対象となった5項目の「Ⅲ. 数学教育についての考え方や捉え方」のすべてにおいて、「指導の内容」の割合に有意差のある項目がある。特に、「数学的な表現を使ってコミュニケーションすること」「入試において数学でよい成績をおさめること」への捉え方の違い（肯定的・否定的）によって、「指導の内容」の割合に有意差のある項目が多い。

（3）回答者の統計に対する考え方と指導の内容との関係

2（2）で述べたように、「Ⅴ」の「統計の内容全般についての考え方」（表3の18項目）の回答が、「Ⅳ」の「指導の内容」（表1の22項目）における回答に関連しているかどうかをみるためにクロス集計（母比率の差の検定：有意水準5%）を行った。その結果から、帰無仮説が棄却され「母比率に差がある」項目について分析する。

「Ⅴ」の「統計の内容全般についての考え方」の捉え方の違い（肯定的・否定的）によって、「指導の内容」を行った割合に有意差のある項目は、表9の通りである。

表9から、「統計の内容全般についての考え方」の違いで「指導の内容」を行った割合の有意差があった項目数が6つ以上であったものは、18項目中6項目であり、多い順に、「⑨データを集めるために、生徒が調査用紙をつくったり、実際にデータを集めたりする活動も数学の指導内容である」（10項目）、『⑮統計の学習では、「何を主張するのか」に重点を置くべきである。』（7項目）、『①「統計」は、重要な指導内容である。』（6項目）、『④「統計」は、数学の他の内容（数式、関数、図形）に対して、実用的な面が多い。』（6項目）、「⑫データの処理では、自力解決に多くの時間を使うべきである。」（6項目）、「⑭統計の学習では、発表（プレゼンテーション）が重要である。」（6項目）である。逆に、「統計の内容全般についての考え方」の違いで「指導の内容」を行った割合の有意差がなかったものは、「⑦ 数学Ⅰ「データの分析」の

表9 「統計の内容全般についての考え方」の違いで指導内容の割合の差がでた項目

統計の内容全般についての考え方	「指導の内容」(表1) を行った割合に有意 差のある項目※
①「統計」は、重要な指導内容である。	②⑤⑦⑨⑪⑫
②「統計」は、身のまわりの事象や社会の構造を理解する上で重要である。	②⑪⑫
③「統計」は、公平・平等な民主的な社会を維持、発展させる上で必要である。	⑦⑮
④「統計」は、数学の他の内容(数式、関数、図形)に対して、実用的な面が多い。	⑦⑨⑩⑪⑫⑰
⑤「統計」の指導は、数学の他の内容(数式、関数、図形)の指導に比べて簡単である。	⑨
⑥ 数学Ⅰ「データの分析」の指導内容は、数学Ⅰ以外の高校数学の選択科目で行うべきである。	①⑤⑦⑩⑪
⑦ 数学Ⅰ「データの分析」の指導内容は、中学校で行うべきである。	なし
⑧ 数学Ⅰ「データの分析」の指導内容は、情報科など他教科で行うべきである。	②⑤⑦⑰
⑨ データを集めるために、生徒が調査用紙をつくったり、実際にデータを集めたりする活動も数学の指導内容である。	②④⑤ ⑦⑫⑭⑮⑯⑰⑳㉑㉒
⑩ データの入手の際には、生徒にインターネットを適宜使わせるべきである。	②④⑤㉒
⑪ データの処理では、生徒に電卓やコンピュータソフトなどICTを適宜使わせるべきである。	②⑤⑨
⑫ データの処理では、自力解決に多くの時間を使うべきである。	②⑤⑭⑮⑰㉑㉒
⑬ データを分析する場面では、グループ学習などの協同的活動を用いるのが効果的である。	②⑤⑭㉒
⑭ 統計の学習では、発表(プレゼンテーション)が重要である。	⑤⑬⑭⑮⑰㉑㉒
⑮ 統計の学習では、「何を主張するのか」に重点を置くべきである。	⑤ ⑥ ⑭⑮⑰⑲㉑㉒
⑯ 統計の学習では、表やグラフなどを解釈することが重要な指導内容である。	⑨⑪⑫⑬⑭
⑰ 統計に関する内容は、大学入試に積極的に取り入れるべきである。	④
⑱ 統計に関する内容は、大学入試とは関係なく重要な指導内容である。	②⑦⑩⑪⑫

※ 黒の番号は、考え方の「肯定的」な教師集団の方が、「否定的」な教師集団に比べて「指導の内容」の項目の指導した割合が優位に高いものであり、白抜きの番号は、その逆である。

指導内容は、「中学校で行うべきである。」の1項目のみであった。

また、「指導の内容」を行った割合で「統計の内容全般についての考え方」の違いで有意差があった項目数が6つ以上であったものは、22項目中7項目であり、多い順に、「⑤生徒のICT利用」(10項目)、「②教科書以外のデータの利用」(9項目)、「⑦5数要約などのよさ」(7項目)、「⑪分散:偏差を2乗する意味」(6項目)、「⑫標準偏差:分散の正の平方根の意味」(6項目)、「⑭標準偏差・箱ひげ図の関連性」(6項目)、「㉒問題解決の活動」(6項目)である。逆に、「指導の内容」を行った割合で「統計の内容全般についての考え方」の違いで有意差がなかった項目は、「③生徒がアンケート用紙をつくる活動」「⑧箱ひげ図:ドットプロットとの関連性」「⑰散布図の軸の目盛りの注意の必要性」「⑱相関係数:共分散を各分散で割る意味」の4項目であった。

以上のことから、統計の指導が重要であること、また、統計の学習で生徒が主体的に活動す

る（調査用紙の作成・データの収集・自力解決・発表活動）ことに対して肯定的かどうかによって、指導の内容（生徒のICT利用、教科書以外のデータの利用、5数要約などのよさなど）に差異が出てくることが分かった。

4. 指導改善に向けた示唆

調査結果とその分析から、指導時間数の過不足では教師の捉え方は多様であり、指導の実際には2変数の指導内容の一部と、生徒が主体的に活動する内容を指導している教師は少ないこと、評価では技能や知識・理解を重視する傾向にあること、また、数学的な表現を使ってコミュニケーションすることを肯定的に捉えている教師や入試において数学でよい成績をおさめることを否定的に捉えている教師の方が、教科書以外のデータを利用する傾向が強いことなどが分かった。

ここでは、これらに基づき、指導改善に向けた示唆を次の4点にまとめる。

示唆1 数学Ⅰの各単元の指導のバランスをとり、「データの分析」の単元の時間数を確保すること

次の点が課題として挙げられる。

- ・指導時間数が足りないとする教師がいる一方で、現状のままでよいとする教師も少なからずいること（3（1）②より）
- ・「指導の内容」のうち、2変数の指導内容の一部（相関と因果の違い、偽相関、変数の選択）と、生徒が主体的に活動する内容（問題解決の活動、webからの情報収集、アンケートづくり）を授業で扱っている教師が少ないこと（3（1）③より）
- ・公立校と職業科では「指導の内容」の割合が低い項目があり、指導時間も少ないこと（3（2）①より）

数学Ⅰはこれまでの3単元構成から、現在では「データの分析」が加わり4単元になったが、単位数の変更はない。自由記述欄（V〔2〕）には、『「統計」はデータの処理に時間がかかり、かけ足で終了させているのが現状』といった記述も多く見られた。「データの分析」の教科書の内容には様々な問題点がある（裕元・梅田・富田2012）が、少なくとも教科書に示された時間数を保証する必要がある。

示唆2 評価方法の多様化を図ること

次の点が課題として挙げられる。

- ・評価方法において、要約統計量を算出する技能や統計用語の知識・理解を重視する教師が多く、適切なグラフの選択やデータの特徴の解釈、レポート評価を重視する教師は少ないこと（3（2）④より）

観点別評価規準の4観点についてバランスよく行う必要があるが、「指導と評価の一体化」から考えると、評価方法の多様化を図るためには、授業そのものの在り方を見直す必要がある。

示唆3 統計の内容・教材・指導法についての研究を複数の教員で実施すること

次の点が課題として挙げられる。

- ・「年齢」「指導経験」「学習経験」（中央値の学習時期）の違いで、指導内容の割合に差があること（3（1）②より）

以上のことから、統計の内容・教材・指導法についての研究は、1人だけでなく、校内・地域・自主勉強会などで実施し、高め合うことが重要である。これは、冒頭でも述べたPCKやMKT

をより確かなものにしていくことにつながっていくと考える。

示唆 4 数学教育観や授業観を捉え直して統計指導の在り方を考えること

次の点が課題として挙げられる。

- ・教師の数学教育の考え方の違いは、「指導の内容」に影響を与えていること（3（2）③より）
- ・「統計の内容全般についての考え方」の違いは、「指導の内容」に影響を与えていること（3（3）より）

例えば、「数学的な表現を使ってコミュニケーションすること」や「入試において数学でよい成績をおさめること」や「生徒が調査用紙をつくったり、実際にデータを集めたりする活動も数学の指導内容であること」への捉え方の違いは、統計指導に大きく関係していることが明らかになった（表8、表9）。教師が自分の数学教育観、授業観を省察的に振り返り、PCKやMKTの視点からも、統計が21世紀を生きる子どもたちに必要な数学の力に照らして、授業の在り方を考えることが重要である。

5. 今後の課題

今後の課題は、実際の指導時間と他の質問項目とのクロス集計を行って指導の実態をさらに明らかにすること、また、自由記述の分析を通して質的研究から教師の統計指導に対する考え方を明らかにすること、の2点である。

謝辞：本稿は、科学研究費（基盤研究（C）、平成25-28年度）「初等中等教育における統計的思考力を育成するカリキュラムの開発」（課題番号25381247、代表：裕元新一郎）の助成を受けて行った研究の成果の一部であり、日本数学教育学会・秋期研究発表会の口頭発表（裕元・久保・熊倉・青山、2014）を基にして加除修正したものである。

本科研には、執筆者以外に次のメンバーが参加している。青木浩幸（株式会社新興出版社啓林館）、石綿健一郎（世田谷区立用賀中学校）、梅田英之（静岡県立科学技術高等学校）、川上貴（西九州大学）、佐藤友紀晴（静岡市立安倍口小学校）、塩澤友樹（東京都立白鷗高等学校・附属中学校）、富田真永（静岡県立川根高等学校）、中越進（三島市立錦田小学校）、早川健（常葉大学）、原久太郎（株式会社イーテキスト研究所）、藤原大樹（お茶の水女子大学附属中学校）、細矢和博（東京大学附属中等教育学校）、峰野宏祐（東京学芸大学附属世田谷中学校）、西川洋一郎（千葉県立幕張総合高等学校）、渡部和馬（静岡大学大学院院生）、内田大貴（静岡大学大学院院生）

引用・参考文献

- Ball,D.L.,Thames,M.H.,Phelps,G. (2008) .Content knowledge for teaching : What makes it special?, *Journal of Teacher Education*, 59(5), pp.389-407.
- 磯田正美・ゴンザレスオランダ (2012) .小学校・中学校・高等学校教師の統計的リテラシーに関する調査研究－「ばらつき（ちらばり）」に係る教員研修の必要性を探る, 科学教育研究, 36 (1), pp.61-76.
- 国立教育研究所 (1991) .数学教育の国際比較, 第一法規, pp.51-52.

- 久保良宏・長崎栄三（2010）.中学校数学科教師の経験年数による数学の指導上の悩みと課題, 日本数学教育学会誌, 92（7）, pp.2-11.
- 竹村恭一他（2014）.研究収録50号特別企画教育課程特別委員会報告－次期学習指導要領改訂に向けて－, 東京都高等学校数学教育研究会研究集録, 50, pp.8-20.
- 統計グラフ教育研究会（2011）.高等学校における統計教育実態調査.
<https://sites.google.com/site/sgraphjp/>
- 栢元新一郎・梅田英之・富田真永（2012）.高等学校・数学Ⅰ教科書における「データの分析」の現状と今後のあり方,日本数学教育学会数学教育論文発表会論文集, 45, pp.719-724.
- 栢元新一郎・久保良宏・熊倉啓之・青山和裕（2014）.高等学校における統計指導に関する現状と課題－数学Ⅰ「データの分析」に関する教師調査の分析に基づいて－, 日本数学教育学会, 秋期研究大会発表収録, 47, pp.307-310.
- 文部科学省（2009）.高等学校学習指導要領解説数学編理数編, 実教出版, p.7, p.25.
- 文部科学省（2016）.次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ（第2部）, pp.156-165.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm
- Shulman,L.（1986）.Those who understand : Knowledge growth in teaching, *Educational Researcher*, 15（2）, pp.4-14.

（URLは、平成28年10月現在）