

令和元年6月6日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00979

研究課題名(和文)統計教育における知識活用型授業の効果測定と評価方法の開発

研究課題名(英文)Development of measurement method and evaluation method of knowledge use type class in statistical education

研究代表者

西仲 則博(NISHINAKA, Norihiro)

近畿大学・教職教育部・講師

研究者番号：80756841

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：初等・中等教育における統計教育での、「知識活用型授業での評価」と「教師教育用教材の作成とその評価」を行うことが目的である。「知識活用型授業での評価」では、生徒の協働的な統計的問題解決、特に2群比較判断での「知識の活用」がどのように為されているかを視覚化するために、カード型知識活用ツールとワークシート型知識活用ツールを開発した。これのツールの結果から、生徒は、代表値を全て求め、値の大小を基に比較を行い、それらの多数決で決めるという代表値多数決判断を捉えた。「教師教育用教材の作成とその評価」では、前述の知見を組み入れた教師教育用の教を開発し、実践と効果の測定を行い、教育的効果があることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中学生の統計的問題解決での生徒の思考について、代表値の多数決を用いた判断をしていることを見出した。その知見を教師教育用としてマンガを用いた教材を7編作ることが出来た。統計の知識活用だけでなく、小集団での教授で留意する点を盛り込んだ教材が完成し、統計教育だけでなく、教育方法の観点からの教材としても可能性を広げることができる教材を開発することができ、その効果もあることが大学生での実験で示した。

研究成果の概要(英文)：The purpose is to perform "evaluation in knowledge use type class" and "preparation of teaching materials for teacher education" and evaluation in statistical education in primary and secondary education. "Evaluation in knowledge-based class" is a card to visualize how students' statistical problem solving, in particular, "utilization of knowledge" in two-group comparison judgment, is performed. We developed type knowledge utilization tool and worksheet type knowledge utilization tool. From the results of this tool, the students obtained all the representative values, made comparisons based on the magnitudes of the values, and caught the representative value majority decision that they decided by their majority decision. In "Creating teaching materials for teaching and its evaluation", we developed teaching teaching that incorporates the aforementioned findings, measured the practice and effects, and showed that it has educational effects.

研究分野：数学教育

キーワード：科学教育 マンガ教材 教師教育 統計教育

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

#### 統計教育での知識活用型教授法の必要性

ビッグデータの時代と言われ、統計教育の必要性は年々増してきている。平成20年施行の現行学習指導要領では、小学校算数の量と測定、中学校数学では新領域「資料の活用」、高等学校数学科では数学に「データの分析」が設けられ、小、中、高等学校で、系統だった統計教育のカリキュラムができた。統計の内容の充実だけでなく、学習指導要領では、小・中・高等学校ともに、知識を活用する授業の構築を求めている。(文部科学省)このような統計教育での生徒の活動的教授法の必要性については、世界的な広がりがある。(Cobb, G. (1992))

#### 統計教育の現状

現行学習指導要領施行後、松元(2012)は、中学校の数学の教師にアンケートを行い、その結果、統計の用語や意味を教える100%であったが、それらを用いて生徒が活用する授業やレポート作成を行ったのは、全体の1.9%であることを報告している。すなわち、生徒が知識を活用する授業が充分に行われていないのである。更に、平成10年施行の学習指導要領で学習した生徒たちは、系統だった統計教育を受けてこなかった。そのため、統計を学校教育で学んでこなかった学生が数学の教師となっていく現状があり、大きな問題であると考えられる。

#### 評価法の現状

活用型の知識の習得が重視される一方で、習得された知識を活用しているかどうかの評価手法は確立されておらず、関係者による主観的な評価にとどまっている。例えば、パフォーマンス評価やポートフォリオ等も一部で用いられているが、これらも、知識を活用した結果についての評価であるため、知識をどのように活用しているかどうかの評価ではない。一般的な知識の習得であれば、学習者に対するテストに関係する先行研究により、測定方法やその評価方法が教員や研究者間で共有できる程度に確立されつつある。しかし、知識の活用に関しては、評価方法に関しては具体的な提唱がほとんどなく、全国学力・学習状況調査のいわゆるB型問題において示されている程度である。

### 2. 研究の目的

本研究では、初等・中等教育における統計教育での、「知識活用型授業での評価」と「教師教育用教材の作成とその評価」の研究を行う。統計教育では、統計を活用して問題解決を行うことが求められているが、学習者が知識、技能をどのように活用し、その活用度合いを測ることについては、十分に研究されていない。また、教師自身がそのような指導の練度が低いため、知識詰め込み型の授業が行われている現状がある。「知識活用型授業での評価」では、学習者が問題解決の場面で知識と経験をどのように活用するかを明らかにし、その上で、学習者の気づきおよび知識と経験との統合としての活用力を、教授場面での測定法を開発する。特に、本研究では、中学生における2群の比較を行い、判断する課題について研究を行う。2群の比較判断の課題は、仮説検定にもつながる課題である。中学校1年生の教科書でも採用されているが、何を基準にして比較するか、または比較を行う時にどのような指標を用いるのか等については、教科書ベースでは言及がない。そのため、実践の場においては多様な見方として受け止められていて、指導が的確に為されていない兆候がある。そのため、「知識活用型授業での評価」の分野では、2群の比較判断の課題について、生徒が協働で問題解決を行う授業について研究を行い、その成果を基にして、2群の比較判断に関する授業を行するための「教師教育用教材」を作成し、その評価について研究を行った。

### 3. 研究の方法

本研究で追求する具体的な課題として、次の4つに分解する。各々「知識活用型教育のサーベイ」、「ベンチマーク教材・評価手法開発」、「教師教育用教材開発」、「実践研究」である。以下、これらを詳述する。

#### (1)「知識活用型授業のサーベイ」について

統計教育に限らず、知識活用型教育に関する議論についてのサーベイを行い、その全体像と特徴を系統立てて整理する。この研究は、教師教育用教材開発や実践研究での方法論として基礎をなす。

#### (2)「ベンチマーク教材・評価手法開発」

これまで分担者がビジネス分野を対象とした教育場面において培ってきた、知識活用型教材としてのナラティブ・アプローチ教材を初等・中等教育の統計教育向けに開発する。また、ナラティブ・アプローチ教材を使って培ってきた評価手法をより明確にし、かつ、業務場面における評価と、教育場面における評価の比較によって評価としての妥当性を検討する。

#### (3)「教師教育用教材開発」

これまで研究代表者と分担者が中学校の統計教育で培ってきた知識活用型授業の手法を用いた授業場面を基にしたナラティブ・アプローチの教材を開発する。教員を志望する大学生や教育研修等での「実践研究」を行い、フィードバックを行いながら、評価測定方法の実践を行う。

#### (4)「実践研究」

開発した教材、評価手法を実践の場で試みる。奈良教育大学附属中学校等で、生徒向け教材と評価方法について、近畿大学、東京工業大学、関東学院大学、奈良市の教員研修等で教師教育用教材と評価方法についての実践を行う。実践研究を通して得た知見は、「ベンチマーク教材・評価手法開発」、「教師教育用教材開発」にフィードバックして、ブラッシュアップし、

再度実践を行う。

#### 4. 研究成果

##### (1) 「知識活用型授業での評価」について

##### 2 群比較の判断の問題のベンチマーク問題の作成

2 群比較の判断の問題として、A 中学校、B 中学校のハンドボール投げの記録を基にして、「どちらの中学校の記録がよいか」(以下ハンドボール問題とする。図 1 参照) という判断を行う問題を作成した。統計の問題としては、様々な前提知識が必要とする問題ではなく、生徒の身近な課題で、データもイメージがしやすく、生徒の問題解決が引き出される問題が必要であると考えた。その点、このハンドボール問題は、生徒の身近な課題であり、データも生徒の経験からイメージされやすいものである。また、この問題の原型は、日本文教出版の中学 1 年生の教科書(データは変えてある)に掲載されているので、生徒の問題解決も引き出される問題であると考えた。

A 中学校と B 中学校のハンドボール投げの記録がある。どちらの中学校の記録の方がよいか。

A 中学校のハンドボール投げの記録(m)

23	18	14	16	15	27
26	21	27	26	18	16
13	23	15	18	15	18
18	23	18	27	14	15
14	26	16	22	23	25

B 中学校のハンドボール投げの記録(m)

23	23	20	14	19	
15	21	20	12	18	18
21	18	15	24	18	16
20	20	20	16	25	18
23	22	25	23	22	10
25	18	24	21	12	18
24	24	25	12	20	22
11	14	14	22	21	18
24	15	25	27	24	11
16	18	23	14	13	27

図 1 ハンドボール問題

##### (2) 知識活用型授業での評価ツールの開発

##### カード型知識の活用評価ツールの開発について

西仲・吉川(2017)では、授業の中で、オーセンティック性を維持し、教員や生徒が平易で分かりやすい方法が必要であると考え、これを満たすための評価方法としての条件として、次の 3 点を考えた。

- ・問題解決の中の活動として違和感がないこと
- ・プロセスが平易に把握することができること
- ・短時間で作成ができること

そこで、これらの要件を満たすものとして、問題解決過程の中でも、問題解決の最中ではなく、それを他者に説明するために、どのようにして結果を導いたのかを他者に説明するための振り返りの時間を使うことを考えた。また、その振り返りにおいて、生徒が説明生成をしやすくなるためのツールという形で可視化するものを導入することを考えた。その結果、生徒にとっては当たり前すぎて表出しにくい思考に関して、カードを用意して、そのカードを並べて埋めていくことで、他者にわかりやすい説明を作れるカード型知識の活用表がツールを考案した。

例えば生徒は「中央値は 120 であった」という記述を書いたとすると、本來說明は、

「表から中央値を求めるとその結果は 120 となる」

というものであるが、生徒にとっては、当たり前すぎて表現することを省略してしまう。このことを解消するために、この評価ツールでは、次のような論理構造の文章

「(何)から(何)を(どうするか)その結果は(結果)となる」・・・A

が出来るように、あらかじめ

**(何) から(何)を (どうするか) (結果) ・・・A'**

A' のように 4 つに分け、網掛けの部分は表 1 に示すプリセットの項目を用意した。実践では、さらにわかりやすいように、各項目を青、ピンク、黄色、黄緑の 4 色に分け、青が「何から」、ピンクが「何を」、黄色が「どうするか」、緑が「結果」を表すことにした。青と緑は自由記述である(図 2 参照)。

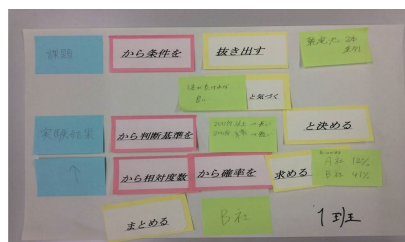


図 2 カード型知識活用ツールの例

更に、生徒達も、カードを選択して、足りない言葉は自分で補完したり、削ったりしながら短時間で作成していた。(西仲・吉川 2017 参照)

##### ワークシート型知識の活用評価ツール開発について

西仲(2018)では、カード型知識活用ツールを開発し、その評価も成果を挙げたが、カード作成に授業の準備の大半を取られることが解り、改善を目指した。そこで、開発したのが、ワークシート型知識活用ツールである(図 3 参照)。



図 3 ワークシート型知識評価ツール例

生徒には、論理性を保ちつつ、表現の自由を確保するために、カードを枠に置き換え、ワークシートの形として提供するワークシート型知識活用評価ツールを作成した。授業としては、

ハンドボール問題を用いて、各班（8班）それぞれが判断を行い、その結果を発表するという形態をとった（詳細は西仲（2018）を参照）。このツールを作成する中で、自分たちの問題解決で不十分であることを気づき、再度問題解決を行うことを促す機会を提供することもできる。更に、このツールを用いることで、教師はグループ活動でどのような活動を行っているかを捉えることができ、グループの発表時に的確なフォローを行うことが容易になると考える。

### （3）「ナラティブ・アプローチ型教師教育用教材開発」について

教師用教材の開発としては、2群の比較判断の問題に特化した物とした。統計を教える教師や将来教員を志望する学生の資質・能力をあげるための方策についても重要になってくる。しかし、統計的思考力や協働学習での教師の対応、生徒の知識活用や判断の捉え方、その評価等については、実践的な教材等が不足している（高橋・西仲他 2018）。そこで、筆者らは、授業での発言や行動を重視し、生徒が協働的に統計を活用して、問題解決を行う授業場面を設定したナラティブ・アプローチ教材として、シナリオ型教師用教材とマンガ型教師教材を開発した。

#### シナリオ型教師教育用教材について

西仲（2017）では、シナリオ型教師教材の開発について述べている。シナリオ型教師教材とは、生徒が協働で統計的問題解決を行っている様子をシナリオとした教師用教材である。ハンドボール問題について生徒が協働的問題解決を行っている様を記しているものである。この教材は、3本のシナリオから成る。シナリオには、教師の語りの場面、生徒達の活動の場面をつくり、教師の視点からの解釈と、生徒の視点からの解釈が可能になるように設計した。シナリオは、大きく分けて、次のアからエの4つの場面で構成されている。

ア．課題提示場面：「教師が課題（図1参照）を投げかける場面（教師のみ）

イ．グループ学習場面：あるグループ内での問題解決場面（生徒のみ）

ウ．机間観察場面：教師の机間観察の場面（教師と生徒）

エ．発表場面：問題の解決をまとめて発表する場面（教師と生徒）

このうち、ア、ウについては、共通とし、イ、エについては、後述するように学習内容の違いを出すために、3つに分けることにした。そのため、開発したのはシナリオA,B,Cの3つになる。（3つのシナリオについては、西仲（2017）で全文公開を行っている）

このシナリオ教材を用いた現職の数学教師向け研修を行い、その結果については、西仲・吉川（2018）と西仲（2019 印刷中）の2本で詳細に論じている。

#### マンガ型教師教育用教材（「赤川先生と1年A組」）について

マンガ型教師教材とは、SIT で用いられるマンガで描かれたケース教材のことをさす。マンガは一般的なマンガとは違う。一般的に統計の知識やその使い方についてのマンガは、正しい事が描かれている。しかし、マンガ型教師教材では、状況の中に課題を埋め込むため、全てのコマが正しい事を示しているわけではなく、また、わかりやすく書かれているわけでもない。例えば、図4では、

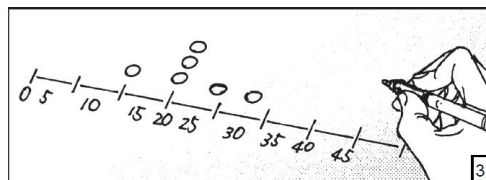


図4 1話のコマ31の描写

描かれており、その目盛りもバラバラである。一見見過ごすコマである（わかりにくい）が、「目盛りを等間隔にうつ」、「ヒストグラム、ドットプロットとは何か、どのような状況の場合に適切に使うツールなのか」ということを、学習者の気づきさせる仕掛けになっている。

#### マンガ型教師教材を用いた研修実験の結果

高橋・西仲他（2018）では、マンガ型教師教材（「赤川先生と1年A組」）を用いて、教員養成課程の学部2年生33人を実験協力者として、数学科教育法の授業内において、評価実験を行

った結果について報告している。結果としては、教員に対する気づきが多いことが指摘されている。特に、生徒の協働学習を促すための指摘が大半を占めている。例えば「前回までの内容で今回使う内容の復習を行ったほうがよい」、「(作業)時間を言っていない」、「何か聞きやすいように言ってあげる。分からないことがあればいつでも聞いてください」などの指摘が見られた。一方で、生徒がまとめの発表し、それに対して教師がご苦労様と声をかけ、次の班の発表を促しているシーンでは、「発表した二人の生徒だけでなく、班に対してご苦労様と声をかけるべき」というような、教育的配慮を指摘するものや、「生徒の発表に移る前に全体の出来具合をみるべき」、「発表内容の理由を問うべき」などの発表への評価を行うことへの指摘が見られた。対して、統計的問題解決に関する指摘はごく少数であった。その中でも、「なぜ人数が違うことに注目するのかを説明したほうが良いと思う」という指摘が見られた。これは、A 中(30人)とB 中(60人)では全体の人数が異なるため、この点を考慮すべきという指摘である。サンプルサイズが異なるという点は統計的には重要な観点ではあるが、そこから一歩踏み込んでどのような指摘をすべきというところまでは言及できていない。

以上の結果から、統計的問題解決に関する指摘は見られたものの、目的と基準という考え方にまで明確に達する生徒は皆無であった。

この結果、“生徒の協働学習を促すための課題”に関しては注目することができ、様々な指摘を行えることが明らかになった。一方で、肝心の“統計的問題解決に関する課題”に関しては表面上の指摘に留まることが明らかになった。

これらの結果から、開発したマンガ教材を使用した研修を行う際には、ファシリテーターが統計的問題解決に関して、研修者の意識を向けていくことが求められる。

今後、今回作成した知識活用ツールや教師用教材を多くの実践で活用して、統計教育に貢献していくと共に、統計的問題解決のためのナラティブ型の教師用教材を作成していきたい。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計13件)

西仲則博, 吉川厚, 高橋聡, 折田明子(2019) 統計的問題解決のためのマンガ型教師教材の開発とその可能性について, 統計教育実践研究 (特別号) 7-12 査読なし

西仲則博(2019) 大学生による2群の比較課題に対する知識活用と判断に関する研究 近畿大学教育論叢 30(2) 85-97 査読有

西仲則博(2018) 統計的問題解決における知識活用評価ツールの開発, 近畿大学教育論叢 30(1) 33-47 査読有

西仲則博(2018) 統計的問題解決における知識活用を重視した教師用シナリオ型教材の開発に関する研究, 近畿大学教育論叢, 近畿大学教育論叢, 29, 3, 51, 71, 査読有

西仲則博, 吉川厚(2018) 協働的な統計的問題解決型シナリオ教材を用いた教員研修での評価, 日本科学教育学会年会論文集(CD-ROM), 42nd, 183-186, 査読無

高橋聡, 西仲則博, 折田明子, 吉川厚(2018) 多様な観点の発現を促す統計学習マンガケース教材の提案, 日本科学教育学会年会論文集(CD-ROM), 42nd, 505-508 査読無

Nishinaka Norihiro and Yoshikawa Atsushi(2018) CLASSROOM DESIGN TO JUDGE BY STATISTICAL PROBABILITY IN A JUNIOR HIGH SCHOOL, Proceedings of the 10th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS10) 査読無

西仲則博, 吉川厚(2018) 中学校統計教育におけるICTを活用したPBLの実践, 教育システム情報学会全国大会講演論文集(CD-ROM), 43rd, ROMBUNNO.E1-2 査読無

西仲則博(2018) 中学校における四分位範囲, 箱ひげ図の導入に関する一考察 統計数理研究所共同研究リポート 399 統計教育実践研究 10 25-28 査読無

西仲則博, 吉川厚(2017) 統計的問題解決過程における「知識の活用」の評価に関する研究: 統計的確率を用いて判断を行う授業におけるカード型知識の活用評価ツールの可能性(科学的に考える資質・能力を育成するアクティブ・ラーニング), 日本科学教育学会年会論文集 日本科学教育学会年会企画委員会・年会実行委員会 編, 41, 171, 174, 査読無

西仲則博(2017) 小中学校の統計教育における「知識の活用」の現状と課題について: 全国学力・学習状況調査を手がかりに, 近畿大学教育論叢, 近畿大学教育論叢, 29, 1, 59, 78, 査読有

西仲則博, 吉川厚(2016) 統計的検定の考え方はどこまで中学生が実践できるか? 「サイコロの正しさを判断する」での生徒の反応分析 日本科学教育学会年会論文集(CD-ROM)

40th 145 148 査読無

〔学会発表〕(計 11 件)

主要な発表

西仲則博, 吉川厚, 高橋聡, 折田明子 (2019) 統計的問題解決のためのマンガ型教師教材の開発とその可能性について, 第 16 回 統計教育の方法論ワークショップ 統計学会

西仲則博, 吉川厚 (2018) 協働的な統計的問題解決型シナリオ教材を用いた教員研修での評価, 日本科学教育学会年会 42

西仲則博, 吉川厚 (2017) 統計的問題解決過程における「知識の活用」の評価に関する研究: 統計的確率を用いて判断を行う授業におけるカード型知識の活用評価ツールの可能性, 日本科学教育学会年会 41

〔その他〕

ホームページ等

今回作成したマンガ型教師用教材「赤川先生と 1 年 A 組」については下記で公開している.

<https://researchmap.jp/norihiro/%E8%B3%87%E6%96%99%E5%85%AC%E9%96%8B/>

6 . 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 吉川 厚

ローマ字氏名: YOSHIKAWA atsushi

所属研究機関名: 東京工業大学

部局名: 情報理工学院

職名: 特定教授

研究者番号 (8 桁): 50444120

研究分担者氏名: 折田 明子

ローマ字氏名: ORITA akiko

所属研究機関名: 関東学院大学

部局名: 人間共生学部

職名: 准教授

研究者番号 (8 桁): 20338239

研究分担者氏名: 竹村 景生

ローマ字氏名: TAKEMURA kageki

所属研究機関名: 大阪府立大学

部局名: 人間社会システム科学研究科

職名: 客員研究員

研究者番号 (8 桁): 40782165

研究分担者氏名: 高橋 聡

ローマ字氏名: TAKAHASHI satoshi

所属研究機関名: 東京理科大学

部局名: 経営学部経営学科

職名: 助教

研究者番号 (8 桁): 80630897

科研費による研究は, 研究者の自覚と責任において実施するものです. そのため, 研究の実施や研究成果の公表等については, 国の要請等に基づくものではなく, その研究成果に関する見解や責任は, 研究者個人に帰属されます.