

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22530990

研究課題名(和文) 中等教育における統計的リテラシーのオンライン評価システムの開発

研究課題名(英文) The construction of the online assessment system for developing statistical literacy at secondary school

研究代表者

小口 祐一 (OGUCHI, YUICHI)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号：70405877

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、中等教育において利用可能な統計的リテラシーの評価問題を開発し、生徒がオンラインで回答できる統計的リテラシーの評価システムを開発することであった。研究代表者が中心となって、評価の枠組みと評価規準を設定し、研究分担者とともに評価問題の開発と学習状況調査をすすめた。それらの研究から得られた成果に基づいて、インターネット環境で回答できる統計的リテラシーの評価システムを開発した。開発した評価システムは、問題と選択肢を提示し、生徒が適切であると判断した選択肢を選択させるものであった。評価システム上で正誤を判定し、なぜ正答なのかの理由を提示して、生徒の自主的な学習を促進できるようにした。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was to construct the online assessment system for developing student's statistical literacy at secondary school. The specific four goals were as follows. Firstly, we made assessment problems and set assessment criteria for secondary school students. Secondly, we surveyed the responses to the assessment problems of statistical literacy and analyzed them. Thirdly, we constructed the assessment system for developing student's statistical literacy in the computer environment. Finally, we constructed the online assessment system in the Internet environment and published the teacher's manual of the system. Many students can use the assessment system on a webpage, so we hope they can develop themselves statistical literacy through answering assessment problems.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：統計教育 中等教育 統計的リテラシー 評価

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 国外では、統計的リテラシーについて、評価の枠組みが設定されている。

米国数学教師協会 (NCTM) は、「学校数学のための原則とスタンダード」(NCTM, 2000) において、「データ解析と確率」を 5 つの内容領域の一つとして、幼稚園入学前から 12 学年までを 4 つのグレードに分け、それらのグレードで習得すべき指導内容の枠組みを示した。

この「学校数学のための原則とスタンダード」の内容を補完する意味を含み、米国統計学会 (ASA) は、「統計教育における評価と指導のガイドライン (GAISE)」(ASA, 2005) を発表し、生徒の学習到達度を 3 つのレベルに分け、数量的リテラシー育成の重要性をふまえた評価と指導の枠組みを示した。

(2) 国外では、高等教育において利用可能な統計的リテラシーの評価システムが開発されている。

ミネソタ大学の研究グループは、大学教養レベルにおいて、「学生の統計的リテラシー、統計的推論、統計的思考力を評価するための評価ツール (ARTIST)」をインターネット上に公開し (2006)、これらの評価のために統計の内容ごとに 11 の尺度を提示している。

この評価ツールは、学生がオンラインで評価問題に回答することができるし、教員がテスト結果を集計して報告することもできるようになっている。

(3) わが国では、中等教育において、統計の内容が必修化された。しかし、統計的リテラシーについて、評価の枠組みが明確に示されているとはいえない。

中学校学習指導要領 (文部科学省, 2008) には、数学の内容領域の一つとして「資料の活用」が新設された。また、高等学校学習指導要領 (文部科学省, 2009) には、必修科目である数学の単元の一つとして「データの分析」が導入された。これらの中で、中等教

育における統計の指導内容の枠組みが示され、教材開発が進められている段階にある。しかし、統計的リテラシーについて、評価の枠組みが明確に示されているとはいえない。今後、統計的リテラシーや統計的思考力について、生徒の学習到達度を評価することや、統計的リテラシーや統計的思考力の評価を含んだ入学試験の実施に向けて、これらの評価の枠組みの設定や、モデル的な評価問題の作成が必要になる。評価規準やモデル的な評価問題を含んだ評価システムを開発し、教育関係者などに提示することが急務の課題である。

(4) 統計のインターネット教材やグラフ電卓によるコンテンツを開発してきた。しかし、これらによる学習の効果を十分に測定できていない。

日本統計学会統計教育委員として、インターネット上の生徒参加型統計学習サイト (センサス@スクール) の構築に関わってきた。また、平成 18~21 年度科学研究費補助金の支援を受け、グラフ電卓による統計教育コンテンツの開発をすすめてきた。これらによる学習の効果を測定するために、また、評価によって、その後の指導を改善したり、さらなる教材・コンテンツ開発をすすめたりするためには、統計的リテラシーや統計的思考力の評価システムを開発することが必要であると考え、当該研究計画の目的を設定することに至った。

## 2. 研究の目的

中等教育において利用可能な統計的リテラシーの評価問題を開発し、生徒がオンラインで回答することができる統計的リテラシーの評価システムを開発する。

(1) 中学生・高校生を対象にした統計的リテラシーの評価問題を開発する。

(2) 協力校で学習状況調査を実施し、開発された評価問題への回答を分析して評価規

準を設定する。

(3) 生徒がコンピュータ環境で回答することができる統計的リテラシーの評価システムを開発する。

(4) 多くの生徒がインターネット環境で回答することができるように、統計的リテラシーの評価のためのホームページを公開し、開発された評価システムの教育的利用を促進する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 統計の評価問題の整理

統計的探究プロセスを縦軸，統計用語・記号を横軸にとり，先行研究などから中等教育における統計の評価問題と測定尺度を整理する。

(2) 統計的リテラシーの評価の枠組みの設定

米国統計学会によるGAISEレポートの枠組みに基づいて，わが国の中等教育における統計的リテラシーの評価の枠組みを設定する。

(3) 評価問題の評価の枠組みへの位置付け  
整理された統計の評価問題を，設定した評価の枠組みに位置付ける。

(4) 統計的リテラシーの評価問題の開発

統計用語・記号の軸に対応させて統計の評価問題を開発する。その評価問題を統計的探究プロセスの軸に対応させるために，系統的な小問を作成する。

(5) 学習状況調査の実施

統計用語・記号の問題群Aと，統計的リテラシーの問題群Bを作成する。研究協力者の学校など4～8校程度の協力校の生徒を対象に，調査問題に回答することを依頼する。

(6) 評価規準の設定

調査結果を分析し，全員で協議して，評価規準を設定する。

(7) 評価システムの開発

評価問題をホームページ上で回答できる形式に改良し，評価問題のデータを作成する。

生徒の主体的な活動を促進するために，回答した後のフィードバックの方法を検討する。

(8) 評価システムの試行的な運用

評価システムをイントラネット上で試行的に運用し，動作確認をすすめる。

(9) 評価システムの公開

評価システムのホームページをインターネット上に公開する。

(10) 「統計的リテラシーの評価システム」報告書の作成

評価システムの手引き書を作成する。

(11) 評価システムの情報提供

モバイルコンピュータとデータ通信カードを利用し，中学校・高等学校の先生方に評価システムの利用の仕方についての情報を提供する。

### 4. 研究成果

本研究の目的は，中等教育において利用可能な統計的リテラシーの評価問題を開発し，生徒がオンラインで回答することができる統計的リテラシーの評価システムを開発することであった。

(1) 中学生・高校生を対象にした統計的リテラシーの評価問題を開発した。

統計の評価問題の整理

アメリカ合衆国で実施されている統計のAP試験(進級実力試験)で出題された問題と，その試験対策用の参考書(バロン出版社AP統計参考書)に掲載されている評価問題を翻訳し，わが国の中学校「資料の活用」領域及び高等学校「データの分析」単元に含まれる内容別に整理した。

また，アーティスト・プロジェクト(ミネソタ大学)で用いられている統計的リテラシー，統計的推論，統計的思考力の定義に基づいて，評価問題を分類した。

統計的リテラシーの評価問題の開発

統計のAP試験の問題を参考に，わが国の中学生・高校生にとって身近な問題場面となる

ように、また、わが国の中学生・高校生が履修する内容かどうかについて留意し、統計的リテラシーの評価問題を開発した。

たとえば、問題場面とヒストグラムの形状を対応させる問題で、わが国の中学生・高校生にとって身近な問題場面を用いたり、同じデータからつくられた箱ひげ図とヒストグラムを対応させる問題で、はずれ値を除いて表記したりした。

#### 研究成果の発表

日本科学教育学会年会（広島大学）において、自主企画課題研究「これからの統計教育の方向性（４）『活用』に向けた授業の具体像と評価について」というテーマで研究成果の発表を行った。

また、日本数学教育学会数学教育論文発表会（宮崎大学）で、研究成果の発表を行った。

(2) 協力校で学習状況調査を実施し、開発された評価問題への回答を分析して、評価規準を設定した。

研究協力者の学校など中学校 6 校と国立大学 1 校で、開発された評価問題による学習状況調査を実施し、その回答を分析して評価規準を設定した。

#### 学習状況調査の実施

研究協力者の学校など、茨城県、愛知県、宮崎県内の公立中学校 6 校の生徒、国立大学の学生を対象に、調査問題に回答してくれるよう依頼した。平成 20 年 3 月告示学習指導要領への移行措置期間において、中学校第 1 学年で「資料の活用」領域を学習した時間および内容についても調査した。

#### 調査結果の分析

米国統計学会による GAISE レポートの統計教育ガイドラインに基づいて、わが国の中等教育における統計的リテラシーの評価の枠組みを設定した。設定された枠組みは、一方の軸に統計的探究プロセスの項目と変動性の項目、もう一方の軸に学年段階を配置し、変動性の項目と学年段階との関連について

分析できるようにした。個別の調査問題に対しては、回答とともに回答理由を記述してもらい、学習者が保持する誤認識を特定した。それとともに、2 つ以上の調査問題に対する回答をクロス集計し、調査問題間の関連についても分析した。

#### 評価規準の設定

調査問題の難易度と学年段階に基づいて、評価規準を設定した。また、同様の統計用語・記号に関する内容であり、かつ同質と考えられる問題のグループ化を行った。そして、各グループを統計的探究プロセスと変動性の項目に対応させた。評価システムの開発に向けて、評価規準と評価問題については、ほぼ整備ができた。

(3) 生徒がコンピュータで回答することができる統計的リテラシーの評価システムを開発した。

統計的リテラシーについて、コンピュータで回答できる評価システムを開発し、協力校において評価システムを試験的に運用した。

#### 評価システムの開発

統計的リテラシーの評価問題について、生徒がコンピュータで回答できる形式に変換し、評価システムを開発した。標本の偏りや標本分布などに関する評価問題について、3 つの選択肢を提示し、いずれかを選択させた。選択すると「正解」（赤色）または「不正解」（青色）の反応を示し、続いてそれらの理由が示されるようにした。

#### 評価システムの試行的な運用

評価システムをモバイルコンピュータにインストールし、協力校の生徒を対象にして試行的に運用した。評価問題は 16 問であった。試行的運用の結果、回答の選択操作は容易であり、評価問題の内容に対する関心も高かった。残された課題として、正解または不正解の理由について、限られたスペースでは記述が十分でなく、理由を補足説明する必要があった。

## 評価規準の修正

評価問題に対する対象者の回答を分析し、評価規準を修正した。標本の偏りについて、多くの対象者は無作為抽出と有意抽出の違いを認識できたが、インターネット調査による被覆度の違いを認識できなかった。標本分布について、多くの対象者は大数の法則の理解が十分でないことがわかった。そこで、大数の法則の命題を裏命題などに変換する必要がある場合と、必要がない場合を分けるなど、評価規準を精緻化するように修正した。

## 評価問題の配列

評価問題の難易度に基づいて、標本の偏りや標本分布など同質と考えられる評価問題をグループ化した。評価問題の配列を検討し、評価の枠組みの各セルに対応させた。残された課題として、より現実的で基本的な評価問題を開発する必要があることがわかった。

(4) 生徒がインターネット環境で回答できるように、ホームページ上に統計的リテラシーの評価システムを公開した。

開発した評価システムは、問題と選択肢を提示し、生徒が適切であると判断した選択肢を選択するものであった。生徒の回答に対して評価システム上で正誤を判定し、なぜ正答なのか、誤答なのかについての理由を提示して、生徒の自主的な学習を促進できるようにした。

## 統計的リテラシーの評価システムの公開

平成24年度までに、コンピュータで回答できる統計的リテラシーの評価システムを開発した。平成25年度は、研究代表者が、開発した評価システムをホームページ上に公開した。また、研究分担者が、中学校・高等学校の生徒の自主的な学習を促進する評価システムとしての利用可能性について検討した。研究協力者の学校においては、生徒にホームページ上で評価システムを動作させ、生徒の意見を聴取して改善をすすめた。

チャレンジ問題

問題1

ある市において、子どもが6人いるすべての世帯の調査が行われた。72世帯において、男の子と女の子の誕生日の正確な順序はGBBBB (女男女男) であった。あなたは、調査が行われた世帯のうち、誕生日の正確な順序がBGBBBB (男女男男男男) であった世帯数は何世帯であると推定するか。

ア. 72世帯よりかなり少ない      イ. 72世帯に近い      ウ. 72世帯よりかなり多い

正解です

解説  
どちらの順序も確率は  $(\frac{1}{2})^{72}$

## 統計的リテラシーの手引書の作成

平成24年度までに、作成した評価問題に対して、多くの生徒に誤った判断をする傾向がみられることを明らかにした。平成25年度は、中学校・高等学校の教員が、評価システムを利用する際に参照できる手引書を作成した。また、中学校・高等学校の教員が、評価システムと指導の一体化をすすめるための支援として、生徒の誤った判断を修正するための教授方略を提案した。提案した教授方略については、実験授業を通してその効果を検証した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 16件)

小口祐一、『学校数学におけるデータの変動性の系統的な指導に向けて GAISE レポートを参照して』、日本数学教育学会誌、96巻、47 - 50、2014、査読有

小口祐一、『標本比率の散らばり判断に及ぼす変換操作シミュレーションの効果』、教授学習心理学研究、9巻、90 - 101、2013、査読有

小口祐一、『データの散らばり判断に及ぼす変換操作シミュレーションの効果』、日本数学教育学会誌、95巻、73 - 80、2013、査読有

小口祐一,『標本分布の散らばりに関する学習者の誤判断とその修正 標本分布の性質の教授による効果』,茨城大学教育実践研究,32号,33-47,2013,査読無

小口祐一,『ヒストグラムの読み取りに及ぼす変換操作シミュレーションの効果』,統計教育実践研究,5巻,46-53,2013,査読無

小口祐一,『統計判断に及ぼすルール命題の変換操作シミュレーションの効果』,イブシオン,54巻,53-64,2012,査読無

小口祐一,『ヒストグラムの読み取りにおける学習者の誤判断とその修正』,茨城大学教育実践研究,31号,33-46,2012,査読無

小口祐一,『変数操作シミュレーションによる教授方略の枠組み』,茨城大学教育実践研究,31号,17-31,2012,査読無

小口祐一,『統計判断における学習者の誤りに関する問題』,茨城大学教育実践研究,31号,1-15,2012,査読無

小口祐一,青山和裕,藤井良宜,『中学校第3学年の生徒のグラフの読み取りに関する実態調査』,日本数学教育学会誌,94巻,2-10,2012,査読有

小口祐一,『標本比率の分布の認識に及ぼす標本抽出の回数の影響』,統計教育実践研究,4巻,12-17,2012,査読無

小口祐一,『データ分布の読み取りにおける学習者の誤った判断 一様性のバイアスと箱ひげ図の誤った読み取り』,科学教育研究,35巻,128-138,2011,査読有

#### 〔学会発表〕(計 6件)

小口祐一,『統計判断に及ぼすルール命題の変換操作の影響』,日本科学教育学会第37回年会,2013.9.6,三重大学

小口祐一,『データの散らばりに関する学習者の誤判断とその修正 標準偏差ルー

ルの変換操作シミュレーションの効果』,日本教授学習心理学会第9回年会,2013.6.22,九州大学

小口祐一,『標本比率の変動に関する学習者の誤った判断』,日本科学教育学会第36回年会,2012.8.27,東京理科大学

小口祐一,『標本抽出における誤判断の要因の推定』,日本教授学習心理学会第7回年会,2011.6.19,兵庫教育大学

小口祐一,『データ分布の読み取りにおける学習者の誤った認識』,日本科学教育学会第34回年会,2010.9.11,広島大学

小口祐一,『学習者の標本抽出についての誤った認識に先行課題の提示が及ぼす影響』,日本教授学習心理学会第6回年会,2010.7.19,北海学園大学

#### 〔その他〕

ホームページアドレス

<http://math.edu.ibaraki.ac.jp/index.php?id=10>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

小口 祐一 (OGUCHI YUICHI)  
茨城大学・教育学部・教授  
研究者番号: 70405877

##### (2) 研究分担者

青山 和裕 (AOYAMA KAZUHIRO)  
愛知教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号: 10400657

##### (3) 連携研究者

無し

##### (4) 研究協力者

荻原 文弘 (OGIHARA FUMIHIRO)  
佐久長聖中学校高等学校・教諭