

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：32618

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2015

課題番号：23700342

研究課題名(和文) 問題解決力育成を目指す統計教育の授業運営と評価の枠組み

研究課題名(英文) Framework of class management and evaluation in statistics education which aims at problem-solving

研究代表者

竹内 光悦 (Takeuchi, Akinobu)

実践女子大学・人間社会学部・准教授

研究者番号：60339596

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：高度情報化社会の発展により、さまざまなデータを入手しやすくなった現在、データを適切に収集し、分析し、社会で役立てられる人材を育成することが求められている。初等中等教育においてもデータを科学的に扱う知識や技能を習得するようになった。しかしながらこれまでの指導内容と異なる点もあり、また社会での活用を意識した習得を目指すことで、授業内容として導入することに対して容易とは言い難い。そこで本研究では、データの科学に関する教育の現状把握を行ったり、新しい授業方法を開発したりした。これらの結果を踏まえ、社会で求められている統計科学の基礎教育や主体的な学びにもつなげる統計教育の教授法等を開発できた。

研究成果の概要(英文)：Now, we become easy to get various data. In school education, I collect data appropriately, and analyze it to it, and raising those who can utilize in society is expected. A student masters the knowledge and skill which treat data scientifically also in elementary secondary education. However, we are not easy to introducing as contents of a lesson unlike the conventional lesson. So, in this research, I investigated the education about data science, and developed the new lesson method. From those result, I have developed the literacy of the data science expected in society, the teaching methods of the statistics education which leads also to active learning, etc.

研究分野：統計教育

キーワード：学習指導要領 数学教育 教材開発 データの分析 資料の活用 ゲーミフィケーション 反転授業

### 1. 研究開始当初の背景

国際的に学術的にも産業界においても統計教育の重要性を提案されている。1990年代に発表された米国の SCANS レポート、英国のデアリング報告、また 2000 年には全米数学協議会が公表した数学教育ガイドライン (Principles and Standards for School Mathematics) においても項目の中に「データ処理と確率」が含まれ、今後の数学教育でも重要な項目として扱われている。加えてこれまで申請者や申請者が所属する研究グループで行った統計教育における国際比較の結果においても米国に限らず、多くの欧州やニュージーランド、またアジアの諸国においても統計教育の重要性が取り上げられ、既に多くの諸国で初等中等教育に統計教育が取り入れられている OECD が行っている学習到達度調査においても統計に関する設問が出題されるなど、国際的にも統計教育の重要性が増していると言える。これらの結果を受け、2005 年に関連学会・団体によって文部科学省に「21 世紀の知識創造社会に向けた統計教育推進への要望書」が提出された。また 2008 年、2009 年に公表された学習指導要領においても初等中等教育での教科算数・数学の中で、統計が各学年に含まれるなど大きく導入されて、今後ますます統計教育の環境整備が必要とされている。特にこれまで選択科目として扱われていた統計に関する項目が数学 I (必修) に含まれたことは統計教育を軽視できない状況と言える。これをうけ、統計関連学会連合、日本統計学会や数学教育・情報教育関連などの関連学会や研究グループ、また初等中等教育でも教科書に関係することもあり、各教育機関の教員や教科書出版会社でも様々な取り組みや研究会を実施し、期待の高さがうかがえる。

これまで申請者は関連学会で統計教育に関する研究発表を行ったり、特別セッションを開催、さらに統計教育のカリキュラムの国際比較をはじめ、学習指導要領の変遷や教科書分析、教育・教材システムの構築、高等教育機関における統計教育の実施状況の調査、統計グラフ教育の実践調査、など様々な視点で研究など、継続的な活動を行っている。加えて日本統計学会統計教育分科会 (会員数 150 名強、2010 年主査に就任) が主催する統計教育の方法論ワークショップの実行委員長や事務局、数学教育学会の学会特別課題スタディグループの幹事、関連学会の特別セッション・企画セッションのオーガナイザ・座長を担当し、研究結果の公表や関連研究者との連携を行っている。またこれまで総務省統計研修所と連携し、マルチメディア統計百科事典の作成や日本統計学会統計教育委員会と連携した ISI の用語辞典の日本語版開発、2009 年には科学技術振興機構 (JST) との連携で、算数・数学のためのデータ分析に関する複合デジタル教材等を作成してきた。加えて、2010 年は教科書出版会社が主

催する研究会においても講演をし、高等学校の教員との意見交換も行ってきた。

しかしながらこれらの活動を通じて、実際の統計教育実施者である初等中等における数学教員の考えとは異なり、教員はどのような授業を行ってよいのか分からない、また以前の学習指導要領にあった内容の復活との意見も関連研究会で耳にする。これらはデータから課題を考え、問題を解決するなど国際的に考えられている統計教育などとは異なっており、これらの課題に対して、日本独自の内容、実践できる有意義な環境整備が急務と思われる。特に、英国の王立統計学会や米国のアメリカ統計学会などでは初等中等のガイドライン、教材開発モデル授業、教師指導、アセスメント開発などが既に行われているが、日本では遅れており、これらの方法論・評価フレームの確立は日本が国際的活動を行うが上にも重要である。

### 2. 研究の目的

研究開始当初の背景ことを受け、関連の学会・研究会での活動も通じ、これらの方法論や評価フレームを提案し、データに基づく問題解決能力などの統計能力の質の保証を踏まえた教育システム環境の構築を目的とする。また研究結果を広く公表し、現場教員だけではなく市民も含め、統計教育の質の向上を目指す。具体的には、問題解決力育成を目指す統計教育の授業運営と評価の枠組みの提案を主目的とする。申請者をはじめ申請者が所属する研究グループ、関連学会や他の研究グループでも多種多様な統計教育の環境づくりを行ってきているが、統計教育実践者と現場教員との考えの相違や対象とする児童・生徒・学生のばらつきも大きいことから、十分な環境整備が行われているとは言い難い。特に諸外国と比較すると十分とは言い難い。そこで本研究では、上記の主目的を踏まえ、日本独自の初等中等のガイドライン、教材開発モデル授業、教師指導、アセスメント開発などを提案する。

### 3. 研究の方法

研究方法は研究期間内で以下の点に踏まえて研究を進めた。

A: 初等・中等・高等教育における統計教育および携わる教員意識の現状調査

これまでの調査で大学における統計教育の実施状況や初等中等教育機関における統計教育に関する現状が把握されてきた。しかしながらこれらの結果は教育機関全体における実施状況や回答結果であり、実際の教授法や教材活用、また指導している教員の意識の把握についてまでは十分とは言い難く、これまでの取り組みも十分にこれらの実態を反映しているとは示せない。これらの問題を踏まえ、これまで行ってきた調査結果も考慮し、初等中等の教育機関における教員に対し

て面接調査および調査票調査を実施する。この調査結果により、実際の教育状況や現場教員の実状などを明らかにし、今後の教育システム等の提案・開発のための基礎資料化を目指す。

#### B: 問題解決力育成を目指す統計教育の授業運営と評価の枠組みの提案

国際的な比較において、日本における統計教育モデルは初等中等教育におけるガイドライン、教材開発モデル授業、教師指導、アセスメント開発に関しては未だ十分とはいえない。本研究では、諸外国の事例研究等も行い、これまで発表されてきた統計教育の評価基準を踏まえ、日本独自の教育システムやICTを活用した教育環境を考慮した問題解決力育成を目指す統計教育の授業運営と評価の枠組みの提案を目指す。またこれまで申請者が携わった教材開発や教材システムの活用も含め、より実施可能な質の高い授業展開の提案を行う。

#### 4. 研究成果

2011年度は研究目的を踏まえ、研究調査の準備、教材開発、カリキュラムの検証、および関連のワークショップを開催した。2011年度予定していた調査の主目的は新しく始まる学習指導要領における統計教育に対する状況を把握するためであったが、事前に行った教員および統計教育識者へのヒヤリングで、まだ検討準備段階であること、実施時期に近づかないと授業計画が不十分である可能性があることがわかり、より効果的かつ有意義な結果を得るために調査の時期を次年度に変更することとした。ヒヤリング等は個人的な意見交換に加え、関連学会への参加や中学・高等学校等の先生を対象とした研究会等で行ない、この考えに至った。これらのことから2011年度は調査の準備として、調査項目等の検討など調査設計のみを行った。またICTを用いた教材開発および授業案の提案を踏まえ、携帯端末を用いた簡易データ分析ツールの開発を進めた。開発した簡易データ分析ツールは、PC、携帯電話、タブレットPCなどさまざまな媒体で、同様のインターフェースを持ち、今回の指導要領で重要視されているデータの分布の可視化および関連する統計量の計算などを平易な操作で行うことができ、統計量を求めることに主眼を置いていた従来の統計教育とは異なり、得られた情報をどう読み取るかの考える統計教育の実現に向けたツールと考えている。これらの研究結果は情報教育に関する学会で公表した。加えて、データの可視化の点で注目すべき誤読・誤用の統計グラフに関する教育カリキュラムの検討を行い、基礎尾調査を実施し、統計グラフ教育の有用さを検証した。これらの結果は数学教育に関する学会等で公表した。なお関連学会における特別セッションをオーガナイザとして企画し、関連の情報発信を

行い、また200人ほど参加したワークショップも行い、関連者間の情報交流を促せた。

2012年度はこれまでの研究結果を踏まえ、今後の初等・中等教育における統計教育の展開を検討した。特に2012年度には高等学校数学Ⅰという必修科目での統計に関する内容が導入されたことから、これまでのヒヤリング調査の結果から現場教員の悩みや問題に対してどのような実態となったかを調査票調査を実施し調べ、今後の教材開発や授業法の構築を計画として考えていた。そこで、全国の公立高校のうち普通科をもつ学校を主に約2,000校に調査票を送付し、実施状況の調査を行った。ただしこの調査は3月を締切として実施したため、3月末の時点ではまだ回答も続いており、データの入力にっていない。しかしながらいくつかの返送されてきた調査票を確認したところ、質問に対して真摯な回答が多く、また今回の統計教育の導入に関して、好意的な意見はもちろんだが、否定的な意見もあり、今回の調査から課題や問題点をあげ、国際競争力を意識した改善策の提案を2013年度以降に提案することの参考にでき、実施自体は大変有用だったと考えている。また今回の学習指導要領の改訂を踏まえ、統計グラフ教育や問題解決力の育成を踏まえた授業展開も意識し、複数の学会で関連の研究結果を発表した。これらは研究の途中段階での発表ではあったが、会場からは有益なコメントをいただいた。これらも今後の参考にする。関連の研究者、教育者間での情報交換として3月に関連のワークショップを企し、200人以上の参加者が訪れ、おおむねこの目的としても大いに有用だったと考えている。加えて、高等学校等の教員を対象とした講演会にも参加することができ、関連の情報提供を行い、また質疑応答等により、現場の状況、教員の危惧等にも触れることができ、本研究としても順調に進んでいると感じた。

2013年度は前年度に実施した調査データの入力、処理、報告を行った。調査の結果は、約2,000校に送付したところ、664校からの返信があり、回収率は約34%であった。主な調査項目としては学校の基本属性や新指導要領の内容の認知、統計教育に対する必要性や達成度の意識、等である。調査の主な結果は、半数以上の学校で統計に関する授業の導入が十分とは言えず、認知度についても十分とはいえず、内容の導入について課題が残されている状況であった。一方で分量については6割ほどの学校でこの程度でよいと回答があったことは、導入に関して、高い課題ではないことも分かった。時間数については関連学会等で話題に上がっていた10時間を満たす学校は少なく、かなり短い時間にまとめていることが分かった。なお結果は関連の学会で報告した。また2013年度では、新しい授業形態も実験的に実施した。近年、自宅で学習し、大学などでは議論をするとい

うこれまでの受講スタイルが逆になる「反転授業」が提唱されているが、半分の時間だけそのような内容にする「半反転授業」を展開した。実施後、その効果を実態調査によって測定を行った。調査結果としては、負担が増えることを理由にこの授業スタイルに否定的な意見をもつ受講者（被験者）もいたが、概ね今後社会にでるためには社会のニーズにあった授業法であるという意見だった。上記以外に統計教育の実践とその事例報告の場として、スポーツデータ分析コンペティションの共催および事務局として運営を担当した。2013年度から本研究に関連して、中等教育へのスポーツデータ分析を通じた問題解決力の育成を企画し、中学校・高等学校合計3校に参加していただき、スポーツデータを貸与し、分析を通じて、最終的に発表を行う授業を企画した。この結果は同じくセッションをオーガナイズした統計教育に関するワークショップ内で発表を行った。

2014年度は当初予定していた研究の最終年度として、全体のまとめを当初計画していたが、高等学校を対象とした実態調査の結果を受け、大学での統計教育の開発に時間がかかったことから2015年度まで研究を延長することを踏まえて研究を行った。特に文系学部における大学での統計教育の導入を中心として研究を行った。学習指導要領の改訂を受け、2015年度大学入学生から高等学校までで統計教育に関する内容を履修することとなった。しかしながら2014年度までに実施した高等学校を対象とした実態調査の結果を踏まえ、その実施状況は十分な時間等をかけたものとは言いがたく、統計教育の目標とする統計的思考力の育成にはまだ議論の余地がある。特に単に統計量を「求める」だけの従来の授業展開が多く、世界的に求められているデータに基づいて「考える」力の育成というには十分な時間が割かれていなかった。これを受け本研究では、大学のような高等教育機関での基礎教育における「考える」統計教育の導入を考え、「ICTを活用した統計教育の導入」と「半反転授業」の授業開発を行った。具体的には大学学部1年生にタブレット端末を配布し、タブレットを活用した統計教育の導入を行った。この授業では、手元にタブレットがあることから、実習を半分以上とする授業展開を行い、従来型の知識の伝達型の授業も行うが、学習管理システム(Learning Management System)を利用して、資料の配布、スライドの動画配布等を行い、自宅学習を促した。これらはいわゆる「反転授業」を半分だけ実施したことから「半反転授業」と定義し、その効果を測定した。これらの結果は実践女子大学人間社会学部紀要や関連学会等で発表した。また学生の統計への興味や学習の動機づけとして、ゲーム的に要素を含めた協働学習を考え、ゲーミフィケーションの導入も検討した。この結果は私立大学情報教育協会にて報告した。

2015年度は研究期間を一年延長して、最終年度として、1. 情報端末を用いた統計教育の授業法の開発、2. 統計的問題解決力を育成するアクティブ・ラーニングの展開、3. 社会が求める統計教育の実態調査、などを行い、これまでの研究のまとめを行った。1つめの情報端末を用いた統計教育では、タブレット端末やLMS(Learning Management System)を用いた新しい統計教育を改善し、「半反転授業」の構築について研究した。またクリッカーと呼ばれるその場での回答・集計システムを活用した統計教育の計画・実施・検証を行った。クリッカーを用いた統計教育はまだ導入段階での利用者の意識調査だが、比較的好意的な意見が多かった。これらの結果は関連学会等で発表を行った。2つめの統計的問題解決力を育成するアクティブ・ラーニングでは、最終課題において受講生全体での統計グラフポスターの作成およびそれらの相互評価を行った。これらの結果においても関連学会で発表を行った。3つめの社会が求める統計教育の実態調査では統計に関する内容を必修科目として履修することを含んだ学習指導要領改訂を受けた大学生が入学する現状において、高等教育機関である大学ではどのような統計教育を導入するかを検証することを目的として、現在の社会で働く女性を対象に調査を行った。この結果は現在、基礎集計を終わらせ、詳細な分析を始めているところである。基礎集計に関する結果は、関連学会で発表した。

#### 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3件)

- [1] 竹内光悦(2012) 新指導要領を踏まえた大学基礎教育における統計教育のアプローチ、実践女子大学人間社会学部紀要、第8集、137-141。
- [2] 竹内光悦(2015) タブレット端末の活用を前提とした授業展開、実践女子大学人間社会学部紀要、第11集、51-61。
- [3] 竹内光悦(2016) 統計的問題解決育成のためのアクティブ・ラーニング授業の導入、実践女子大学人間社会学部紀要、第12集、59-67。

[学会発表](計32件)

- [1] 竹内光悦・上村尚史・末永勝征(2011) 「求める」から「考える」をサポートする簡易統計計算システム、2011 PC Conference CIEC 研究大会(CD-ROM)。
- [2] 竹内光悦・上村尚史・末永勝征・渡辺美智子・三浦由己(2011) ISI 対応・多言語統計用語対訳システムの構築、2011年度統計関連学会連合大会講演報告集、147。
- [3] 竹内光悦(2011) 国内のこれまでの統計に関する入試問題の現状 センター試験問

題からみる課題、日本行動計量学会第 39 回大会発表論文抄録集、181-184。

[4] 竹内光悦 (2011) 統計グラフ教育の現状と展望、2011 年度数学教育学会秋季例会発表論文集、132-134。

[5] 竹内光悦 (2012) 社会人素養としての統計グラフ教育の展開、2012 年度数学教育学会春季年会発表論文集、93-95。

[6] 竹内光悦 (2012) 誤読グラフを踏まえた統計グラフ教育の展開、日本計算機統計学会第 26 回大会論文集、131-132。

[7] 竹内光悦・上村尚史・末永勝征 (2012) ICT を活用した統計的思考力育成のための教材開発、2012 PC Conference CIEC 研究大会 (CD-ROM)。

[8] 竹内光悦・上村尚史・末永勝征 (2012) 携帯端末とラーニングシステムを利用した統計教育の展開、2012 年度統計関連学会連合大会講演報告集、219。

[9] 竹内光悦 (2012) 新指導要領と大学教育への展開、日本行動計量学会第 40 回大会発表論文抄録集、293-294。

[10] 竹内光悦 (2012) データと分布の関係を考える授業展開、2012 年度数学教育学会秋季例会発表論文集、87-89。

[11] 竹内光悦 (2013) 問題解決を踏まえたグループワーク実習、2013 年度数学教育学会春季年会発表論文集、133-135。

[12] 竹内光悦 (2013) 統計教育におけるアクティブラーニング、日本計算機統計学会第 27 回大会論文集、151-152。

[13] 竹内光悦 (2013) 統計的に考え、説明する能力育成への授業展開、日本数学教育学会第 1 回春期研究大会論文集、143-146。

[14] 竹内光悦・上村尚史・末永勝征 (2013) データ用いた説明力を育成する授業開発、2013 PC Conference CIEC 研究大会 (CD-ROM)。

[15] 竹内光悦・深澤弘美・中西寛子 (2013) 学習指導要領の改訂による教員の統計に関する意識の変化、日本行動計量学会第 41 回大会発表論文抄録集、184-185。

[16] 竹内光悦・深澤弘美・中西寛子 (2013) 新指導要領に対応した高等学校における統計教育の実態追跡調査、2013 年度統計関連学会連合大会講演報告集、273。

[17] 竹内光悦・深澤弘美・中西寛子 (2013) 数学 I における統計の授業展開の実態調査、2013 年度数学教育学会秋季例会発表論文集、92-94。

[18] 竹内光悦・深澤弘美・中西寛子 (2013) 新指導要領に対応した計算機を利用した統計教育の実態と今後の展開、日本計算機統計学会第 27 回シンポジウム論文集、111-112。

[19] 藤井良宜・深澤弘美・竹内光悦・渡辺美智子 (2014) 日本統計学会による統計的知識と技能の認可制度、第 9 回統計教育に関する国際会議。

[20] 竹内光悦・上村尚史・末永勝征 (2014) データに基づく問題解決活動のウェブワークシート開発、2014 PC conference。

[21] 竹内光悦 (2014) ゲーム感覚を取り入れた統計教育の動機付けへの試み、統計学教育におけるアクティブ・ラーニング事例研究 (対話集会) 私立大学情報教育協会。

[22] 竹内光悦 (2014) 高等教育における統計教育への反転授業の導入、2014 年度統計関連学会連合大会。

[23] 竹内光悦・上村尚史・末永勝征 (2014) タブレット端末を活用した統計教育の展望、日本計算機統計学会第 28 回シンポジウム。

[24] 竹内光悦 (2015) 文系学部における統計教育での反転授業の導入、2015 年度数学教育学会春季年会。

[25] 竹内光悦・末永勝征 (2015) タブレット端末と LMS を利用した自学学習を促す授業の導入、2015 PC Conference。

[26] 竹内光悦 (2015) 体験型授業で学ぶ統計教育、2015 年度統計関連学会連合大会。

[27] 竹内光悦 (2015) 大学教育における統計的問題解決のアクティブ・ラーニング、2015 年度数学教育学会秋季例会。

[28] 竹内光悦 (2015) 大学での統計基礎教育におけるモバイル端末の利用、日本計算機統計学会第 29 回シンポジウム。

[29] 竹内光悦 (2015) 統計に関する入試問題や統計検定からみる大学入学者にもとめる統計的見方、考え方の育成、滋賀大学データサイエンス教育ワークショップ。

[30] 竹内光悦 (2016) 統計的問題解決力育成のアクティブ・ラーニング、統計数理研究所共同研究レポート 362 統計教育実践研究第 8 集、11-12。

[31] 竹内光悦 (2016) 学生同士の相互評価課題による統計情報発信力の育成、2016 年度数学教育学会春季年会発表論文集、104-106。

[32] 竹内光悦・末永勝征 (2016) 女性社会に期待されるデータサイエンス教育に関する調査、日本計算機統計学会第 30 回大会、111-112。

〔図書〕(計 1 件)

[1] 竹内光悦・元治恵子・山口和範 (2012) アンケート調査とデータ解析の仕組みがよ〜くわかる本【第 2 版】、秀和システム。

〔その他〕

ホームページ等

[1] 竹内光悦のウェブページ：  
<https://sites.google.com/site/akitakephd/>  
[2] 社会情報教育イノベーション研究所：  
<https://sites.google.com/site/jisseniiis/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

竹内 光悦 (TAKEUCHI, Akinobu)  
実践女子大学人間社会学部・准教授  
研究者番号：60339596