

令和 2 年 6 月 24 日現在

機関番号：32686

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00059

研究課題名(和文)ビッグデータ時代に求められる統計的思考力育成のための統計教育の研究

研究課題名(英文)Statistical Thinking Skill Developments For Big Data Era

研究代表者

山口 和範(YAMAGUCHI, Kazunori)

立教大学・経営学部・教授

研究者番号：60230348

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)：1990年代半ば以降、統計教育のカリキュラム改革が、諸外国で精力的に行われており、日本においても、統計学への社会的関心が高まるとともに、その改革が進行してきた。本研究では、国内の統計関連学会や国際統計協会(ISI)統計教育分科会(IASE)など統計の普及をひろく専門的に協議する諸学協会、さらに海外の先進事例を持つ大学との連携の下に、国際標準に準拠した、これからのビッグデータ時代に求められる統計的思考力育成のための教材並びに教育方法の開発を行い、学習成果評価の基礎としての統計検定の活用の試みを、実際の教育現場での実践と共に行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ビッグデータ時代に求められる統計学習教材や統計教育の方法、さらに、学習成果評価の枠組みの確立により、統計的思考力をベースとした議論が平易に行われるようになることが期待される。また、それは今後進展する人工知能社会実装の場でも求められる能力である。日本において産業界へ多くの人材を輩出している社会科学系学部での統計教育の充実、日本社会がグローバル化に伴い現在目指している「暗黙の了解の社会から、証拠に基づく意思決定社会への変革」において重要な意義を持ち、またさらには、不確実な事象への対応力や判断力を養成することで、一定のリスクテイクが可能でコストを軽減した社会構築へと繋がるであろう。

研究成果の概要(英文)：Since the mid-1990s, the curriculum of statistical education has been vigorously reformed in other countries, and Japan. In the field of statistics, the social interest in statistics has been growing and its reformation has been progressing. In collaboration with academic societies that consult extensively on the dissemination of statistics, national statistical societies and Statistical Education Subcommittee (IASE), and with universities that have leading practices in other countries, we have been working on the development of a system that can be used in a variety of fields. The first step is to develop the statistical thinking skills required in the future big data era, based on international standards. We developed teaching materials and educational methods. In addition, we tried to utilize statistical examinations by Japan Statistical Society Certificate as a basis for evaluation of learning outcomes by using them in the actual educational setting.

研究分野：統計教育

キーワード：統計的思考力 エビデンス 意思決定

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

1990年代中旬以降、初等中等教育から高等教育に至るまで、海外での統計教育再編の動きが活発化している。その背景には、国家的に推進される科学技術振興政策があるが、これが諸外国の学校教育の中で、統計教育の方法論に対して新しい枠組み“Statistical Thinkingの育成”という柱をもたらした主因である。先進各国は、人材や技術など「知の創造」をめぐる大競争時代に突入し、世界全体での持続的発展や自国の産業競争力の国際的優位性の獲得を目指して、科学技術・学術研究の戦略的な推進政策を推し進めている。とくに、1998年、全米研究会議が通称オドム・レポートを取りまとめ、数学と他分野および産業との連携の重要性を指摘して以降、米国科学財団(NSF)は、重点領域に数理科学を採用し、その中で重要テーマとして、“巨大データに関する数学的・統計的挑戦”、“不確実性の管理とモデリング”、“複雑な非線形システムのモデリング”を挙げた。このような振興政策を支える人材の育成のため、NSFが重点領域に数理科学を採用した時点でその具体的な目標として、「数学および統計学の基盤研究の推進」、「他の自然科学・工学との協働研究の推進」、「学校教育における数理科学教育の推進」を掲げており、3点目の数理科学教育については、学校教育における主に数学や理科の中に反映され、前者2項との連動性から、数学や理科教育の中で統計教育の比重が増している。また、その中の統計教育においても単純に統計リテラシーを有しているだけでなく、数学以外の他の学問領域、また産業や国民生活の諸種の場における科学化(諸対象を科学的に探求するプロセス)を促進できる人材、いわゆる統計マインド(統計的課題解決型の思考力:Statistical Thinking)を持った研究者や生活者の育成をも強く意図されている。統計的思考力が科学技術発展の第3の腕と位置付けられる中で、統計科学の研究領域の中においても、統計的思考力自身の定義やその育成方法の研究が活発化し、大学における統計学入門教育の内容に関しては、1996年に米国統計学会(ASA)と全米数学協議会(MAA)の共同カリキュラム委員会がデータ分析の実践の要素を盛り込んだ統計教育の共同指針を発表し、翌1997年the College BoardがAdvanced Placementテストに統計科目をこの指針の下に導入し、高校生の統計APテスト受験数が毎年10万人を超えるまでに至っている。この学校教育における統計教育の需要により、米国統計学会は、新しい枠組みでの統計教育のガイドラインと評価方法を初等中等教育から大学の統計入門コースまで体系的に作成・公開し、現場の教育を積極的に支援している。一方英国では、王立統計学会(RSS)が統計教育センターを設立し、英国の統計局との協力体制の下で、具体的な教材開発、大学における統計教育内容の指導と認証など統計教育のサポートを組織的に行っている。他の諸外国も同様の統計教育改革が進んでいる。

日本においても、日本統計学会が中心となり統計検定がスタートしその受験者数も年々増加するなど、統計の学びに関する需要も高い。また、ビッグデータをキーワードとしたデータサイエンティストへの産業界からの関心もあり、高等教育機関における統計思考力養成への期待は高い。

このような中、日本における統計教育の現状に関しては、初等中等教育において現行の学習指導要領ではほとんど取扱われておらず諸外国から大きく立ち遅れていたが、2006年の日本統計学会をはじめとする統計関連学協会の働きかけ(21世紀の知識創造社会に向けた統計教育推進の要望書)などが行われるなど、統計教育の重要性の再確認が進められ、2008年公表の新学習指導要領においてようやく統計教育重視の方向性が明記され、現在新しい学習指導要領の下での教育が行われている。一方、大学においてはこのような新しい学習指導要領に基づく教育を受けた学生をこれから受け入れることになり、新たな教育コンテンツや教育方法の検討が待たれている。さらに本格的なビッグデータ時代に突入し、様々な領域において統計的思考力を兼ね備えた人材の必要性が指摘されている。しかしながら、人文社会科学系学生においては、大学入試等の問題によるその数理的知識の不足により、従来からの数理的側面を前面に押し出した統計教育になじめない学生も多い。統計教育において重要なことは、すでに諸外国においてその方向性が示されているように、統計的思考力や批判的に統計活用事例を見抜く力などに重点をおき、学生が統計的思考力や批判的判断力を身につけるべき教育を行うことである。また、それに向けた新たな教材開発や教育方法の構築が求められている。さらに、日本の大学における社会科学系学部では、一度に多くの学生を教育する大人数クラスでの講義が多くなっており、統計教育においても同様である。多様な背景知識の大人数クラスでの統計教育には困難が多く、ICTを活用するなどの改善も喫緊の課題となっている。

2. 研究の目的

上記の背景を受けて本研究では、米国の統計教育に関する先進的な複数の大学、英国の王立統計学会統計教育センター、さらに、国内の統計関連学会、国際統計協会(ISI)統計教育分科会(IASE)など統計教育をひろく専門的に協議する諸学協会との連携の下に、国際標準に準拠した社会科学系の学部学生用の統計学習のための教材開発、学習成果評価の枠組みの確立に必要な調査研究と具体的開発および評価と改善を行い、その公開を通して広く今の時代に求められる統計思考力育成のための統計教育の改善を目的とした。

そのために、今回の申請研究においては、下記の3つの段階を想定した研究を遂行した。

- ・国内海外の学習コンテンツや教育事例の収集とその評価研究
- ・統計及び社会調査学習のためのe-learning教材の開発・改善とブレンド型教育方法の研究
- ・コンピテンシ形式での学習成果評価方法の研究

以上の3段階の研究を遂行し、ビッグデータ時代を念頭に置いた教育教材の開発と学習成果の評価方法を伴う統計教育方法の確立が目的となる。

統計教育はすべての統計に関連する専門家が係わる分野である一方、必ずしもそれぞれの学生の資質に合わせた統計教育の方法が組織的に検討されておらず、それ故に日本では個々の研究者や教育者の暗黙知となりがちで組織的な標準化への取組みが遅れている。今回の申請研究では、国内外の大学や機関と連携をとり、「ビッグデータ時代に必要とされる統計的思考力」を育成する統計学習教材や統計教育の方法、さらに、学習成果評価の枠組みの確立を目指す。とくに、日本において産業界へ最も多くの人材を輩出している社会科学系学部での統計教育の充実、日本社会がグローバル化に伴い現在目指している「暗黙の了解の社会から、証拠に基づく意思決定(Evidence based Decision Making)社会への変革」において重要な意義を持ち、またさらには、不確実な事象への対応力や判断力を養成することで、一定のリスクテイクが可能でコストを軽減した社会構築へと繋がるであろう。また現在、文部科学省高等教育局は、『大学教育の分野別質保証の在り方』に関して、日本学術会議各委員会を通して関連学協会に審議協力依頼を出し、その協議が進められ、一定の報告書は公開されている。統計学は、海外では大学に独立した学部・専攻が存在し、さらに全学部をまたがる基礎科目としてその位置付けが大きい。その先進事例と連携しながら進められる本研究の研究成果は、大学教育における分野別質保証において、新たなビッグデータ時代の「統計学」教育の基準となることも期待できる。

3. 研究の方法

本研究では、具体的な3つのステージ「国内および海外の学習コンテンツや教育事例の収集とその評価研究」、「統計および社会調査学習のためのe-learning教材の開発・改善とブレンド型教育方法の研究」、「コンピテンシー型学習成果評価方法の研究」を想定し、研究代表者が研究協力者の支援を得て行った。

研究の遂行においては、立教大学に設置されているネットワークサーバーを使い、立教大学社会情報研究教育センターの統計教育部会と密接な連会をとりながら進めていくが、外部研究者も交えた全体での定例研究報告会、海外共同研究者を交えたワークショップにおいて討議の場を設けた。

具体的には、(1)から(3)までの3テーマのステージを設け、順次研究を進めた：

(1) 「国内海外の学習コンテンツや教育事例の収集とその評価研究」

国内海外を問わず統計や社会調査にかかわる教材や学習コンテンツと教育プログラムや教育事例の収集を行う。ここ数年にわたり今回の申請研究を行うための準備として、研究代表者が、米国のミネソタ大学、カリフォルニア大学、ニュージーランドのオークランド大学および、英国の王立統計学会統計教育センターなどを訪問し、事前調査を行っている。2017年度はその調査結果のとりまとめと分析、および、必要に応じた追加調査を行う。また、研究代表者が参加している日本統計学会の統計教育分科会の関連の研究集会等で講演や意見交換を行うことで、国内における教育事例についてのとりまとめと日本統計学会統計教育分科会との連携をはかる。海外の統計教育関連の学協会との連携のため、研究協力者として6名の海外共同研究者が申請研究プロジェクトに参加する。海外共同研究者の具体的な役割は下記の通りである。

海外共同研究者の役割

氏名	所属	国	役割
Robert DelMas	ミネソタ大学	米国	米国におけるGAISEレポート作成の経緯やその後の統計教育方法の変化やその効果についての情報を提供する
Jessica Utts	カリフォルニア大学アーバイン校 ASA会長	米国	統計的思考力に視点を置いた具体的統計教育教材の開発と提供
Rob Gould	カリフォルニア大学ロサンゼルス校	米国	UCLAで実施されている統計分析サポートの結果を踏まえての、統計教育教材の評価や改善研究
TaeRim Lee	韓国国立放送大学	大韓民国	韓国放送大学で提供しているe-learning教材の評価と共同利用のための改善研究
Andrej Blejec	リュブリナ大学・IASE会長	スロベニア	IASEが行っている統計教育についての認証制度についての情報提供と英国における統計教育方法の事例報告
Chris Wild	オークランド大学	ニュージーランド	統計教育に関する国際機関であるIASEとの連携と、ニュージーランドをはじめとする諸外国での事例の報告

(2) 「統計及び社会調査学習のための e-learning 教材の開発・改善とブレンド型教育方法の研究」

立教大学社会情報教育研究センターにおいて 2009 年度に開発し 2010 年度から全学共通カリキュラムの正規科目として開講している「データ分析入門」、「データの科学」(この 2 科目は 2015 年度に改定版作成)、「社会調査入門」、「調査の技法」、「多変量解析入門」の 5 教科の e-learning 科目について、ステージ(1)で得られた情報を加味しながら、教材評価を行う。具体的には、e-learning 科目受講生と通常クラス受講生における学習成果の比較を通じて行う。また、e-learning 用として開発された教材を対面講義の中で有効に活用する方法の検討とその効果について検証を行う。また、ビッグデータ時代に求められる新たなスキルや思考力養成のためのコンテンツ提供が肝要となる。具体的には、データベースの仕組みをはじめとする ICT の基礎や人口知能に用いられる機械学習等の内容である。このような内容を統計的思考力育成の観点で学習できる教育教材の開発と教育方法の確立がこのプロジェクトの重要テーマとなる。分析手法の理論的背景を学習する教材はこれまでも数多く開発されてきたが、申請研究ではデータ取得計画から具体的な取得方法を含むプロセス、現場での実践、さらには、それに対する批判的思考力の養成にも重点をおいた教材の開発を目指す。なお、この教材検証は、3 年の研究期間の中で継続的に実施し、最終年度には標準教材および教育方法の提供を目指す。

(3) 「コンピテンシー型学習成果評価方法の研究」

統計学習において、その具体的な分析経験が重要であることは、多くの研究者がこれまで指摘しており、申請研究の海外共同研究者である Garfield および Utts 両教授が中心となりまとめられた米国統計学会の GAISE レポートでも強調されている。このステージでは、どのような教材で統計を学習し、どのような練習問題に取り組んだかという通常のポートフォリオに加え、具体的なデータ分析の実習の記録に重点をおくシステムの開発を行う。このシステムを使用することで、統計における専門的な概念を学生がいかなるプロセスで身につけるかが明確となる。このシステムで蓄積された情報は、一般的に設定された学習成果を実現するために必要な教材や教育方法を検討するための基礎資料となり、ステージ(2)での教材開発とその改善、および、教育方法の開発の検討の際に活用する。

4. 研究成果

各ステージでの研究成果は以下の通りである；

(1) 「国内および海外の学習コンテンツや教育事例の収集とその評価研究」

国内海外を問わず統計や社会調査にかかわる教材や学習コンテンツと教育プログラムや教育事例の収集を行った。2017 年度と 2019 年度はその調査結果のとりまとめと分析、および、必要に応じた追加調査を行った。ミネソタ大学の Delmas 氏、韓国放送大学の Lee 氏などの招へいもした。また、研究代表者が参加している日本統計学会の統計教育分科会の関連の研究集会等で講演や意見交換を行い、国内における教育事例についてのとりまとめと日本統計学会統計教育分科会との連携をはかった。2018 年には、統計教育に関する国際会議 ICOTS-10 の京都での開催の取りまとめを行うとともに、400 名を超す研究者との情報交換等を行った。

(2) 「統計および社会調査学習のための e-learning 教材の開発・改善とブレンド型教育方法の研究」

立教大学社会情報教育研究センターにおいて全学共通科目の正規科目として開講している「データ分析入門」、「データの科学」、「社会調査入門」、「調査の技法」の 4 教科の e-learning 科目について、ステージ(1)で得られた情報を加味しながら、教材評価を行い、教材や教育内容の変更を行った。さらに、海外の研究者と連携を行い、英語で開講される 2 科目を開発し、展開を行った。また e-learning 科目受講生と通常クラス受講生について、学習成果の比較を行い、e-learning においても同等の成果が得られていることを確認した。また、e-learning 用として開発された教材を対面講義の中で有効に活用する方法の検討とその効果について検証を行った。なお、具体的な成果に基づく改定による正規科目が 2020 年度から開講されている。

(3) 「コンピテンシー型学習成果評価方法の研究」

統計学習において、その具体的な分析経験が重要であることは、多くの研究者がこれまで指摘しており、申請研究の海外共同研究者である Garfield および Utts 両教授が中心となりまとめられた米国統計学会の GAISE レポートでも強調されている。このステージでは、どのような教材で統計を学習し、どのような練習問題に取り組んだかという学習コンピテンシーに加え、ビッグデータ時代に求められる新たなデータ分析の実習の記録に重点をおく分析コンピテンシーの基礎設計を行った。このシステムを使用することで、統計における専門的な概念に加え、必要とされる情報処理能力を学生がいかなるプロセスで身につけるかが明確となる。このシステムで蓄積された情報は、一般的に設定された学習成果を実現するために必要な教材や教育方法を検討するための基礎資料となり、ステージ(2)での教材開発とその改善、および、教育方法の開発の検討の際に今後活用できる。また、日本統計学会が展開している統計検定の結果とも連動した

評価を試みた。このような成果は、立教大学で展開中のデータサイエンス副専攻の設計の基礎として、用いられている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 山口 誠一, 丹野 清美, 山口 和範	4. 巻 5
2. 論文標題 立教大学における統計教育の改善の取組み : 立教大学学生のJINSE版統計検定受験結果の分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 社会と統計	6. 最初と最後の頁 21-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14992/00017372	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kazunori Yamaguchi	4. 巻 1
2. 論文標題 Statistical thinking, communication and leadership	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the International Workshop on Mathematics Education for Non-Mathematics Students Developing Advanced Mathematical Literacy	6. 最初と最後の頁 35-38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Kazunori Yamaguchi, Michiko Watanabe
2. 発表標題 History of the Statistical Graphs Competition in Japan and its Role in Statistical Literacy Developments
3. 学会等名 International Conference On Teaching Statistics (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----