

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2013

課題番号：21300108

研究課題名(和文) 知識基盤社会を支える統計教育の新展開 - 小中高と大学・社会を繋ぐ教育システムの研究

研究課題名(英文) New Challenges for Statistics Education for Lifelong Learning in the Knowledge-based Society

研究代表者

渡辺 美智子 (WATANABE, Michiko)

慶應義塾大学・健康マネジメント研究科・教授

研究者番号：50150397

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円、(間接経費) 4,110,000円

研究成果の概要(和文)：1990年代半ば以降、日本を除く諸外国では、初中等教育から高等教育に至るまで、問題解決型統計思考力育成に向けた教育改革がカリキュラム、教授法、学習スタイル、教材、評価の枠組みに至るまで、精力的に行われてきたが、日本においては、近年徐々にその改革の兆しが現れている段階である。

その背景の中で、本研究では、国際統計教育分科会(IASE)、日本統計学会統計教育委員会等の統計リテラシーの普及を協議する諸学協会との連携の下に、国際標準に準拠した教材開発、学習評価の枠組みの確立に必要な調査研究を行い、成果の公開を通して、次期学習指導要領を始めとする統計教育基盤整備に向けた提言を行った。

研究成果の概要(英文)：Since the mid-1990s, in most of overseas countries, frameworks of statistics education through from primary and secondary to higher education have been reformed towards at cultivating students' statistical thinking as skills of problem-solving in daily lives. Through these processes various new concepts in curriculum, teaching methods, learning styles, teaching and learning materials and framework of assessment have been developed. In Japan, it is the stage that signs of the reform are appearing gradually in recent years.

In this background, in this study we have studied on international comparison of statistics curriculums and developed original teaching and learning materials and a framework of learning assessment in Japanese that conform to the international standard. We also give a proposal for the next revision of national guideline on school curricula of statistical education.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・統計科学

キーワード：統計教育 データサイエンス e-learning センサス@スクール オープンエデュケーションコンテンツ

1. 研究開始当初の背景

本研究開始時の日本企業の多くは、産業形態の急速な変化およびグローバル化の中でキャッチアップ型からフロントランナー型の成長モデルを余儀なくされている状況であった。企業が置かれた状況変化によって、期待される人材の中身も変化し、社会に人材を排出する大学教育においても、産学官の連携の下に新しい学士力モデルの構築と教育体系の改革が進んでいた。国際的には、21世紀型人材に要請されるスキルの議論が1990年代より活発化してきており、アメリカでスキヤンズレポート(1992)が公表され、職場で求められる能力(コンピテンシー)が明確化された下で、産学連携により学校教育の早い段階からそうした能力を養成していくことが提言されていた。その後、「雇用者(企業)が大卒者に求めるスキル」に関する対話(ACE Business-Higher Education Forum)や教育省と産業界による「21世紀スキルパートナーシップ」プロジェクトが実施され、21世紀の知識基盤型社会で要請される人材能力の枠組みが具体的に打ち出された。

この中で21世紀スキルとして、

Information and communication skills

: 情報・メディアリテラシー、
コミュニケーション力

Thinking and Problem-solving skills

: 分析力、問題発見・解決力、創造力

Interpersonal and self-directional skills

: 協働力、自己規律力、責任感・協調性、
社会的責任

などの「ソフトスキル」重視の姿勢が強調されている。また、イギリスのデアリングレポート(1997)やオーストラリアの“Achieving Quality”(1992)でも、ジェネリックスキルの獲得を、分野専攻にかかわらず、高等教育における中心的課題とすることが明記され、専門知識・技術(アカデミックスキル・ハードスキル)の濃淡より、仕事をする上で基盤となるソフトスキルの育成により関心が高まっている。

日本でも2004年に経済産業省によって、職場や地域社会で多様な人々と仕事をしていくために必要な基礎的な力を『社会人基礎力』として、3つの能力と5つの能力要素で定義し、学校教育でのソフトスキル能力育成が期待されていた。

アメリカのスキヤンズレポートの策定には、同国の1980年代の国際競争力の低下が背景にあり、産業界から教育に対する強い懸念が示された結果である。レポートが公表された1992年、モトローラ、ゼロックスなどの大手企業は、「全社的品質マネジメント(TQM)・大学の挑戦」として、マサチューセッツ工科大やカーネギーメロン大など有力大学へ働きかけ、品質管理教育を大学で教えることを提言し、企業側からの研修協力も申し出ている。それ以前に、1980年、NBC

が「If Japan can... Why can't we? (日本にできて、なぜ我々にできないのか?)」というドキュメンタリーを放送し、日本の製造業を中心とする経済発展にデミング博士の指導によるQC的問題解決力の教育体系があることが放映され大きな反響を呼んでおり、21世紀ソフトスキルの中核にある問題解決の枠組みが、日本型のQC的問題解決の仕組みであることが容易に想像できる。ただし、その適用範囲は製造過程のモノ作りの品質改善に留まらず、最初から、ヒト・サービス・カネに至るマネジメント全体の問題解決力の育成が意図されている。

スキヤンズレポートが発表された1992年には、同時に、アメリカ数学会のカリキュラムアクションプロジェクトが統計教育改革のためのCobbレポートを公表し、その後、初等中等教育から大学初年次の統計基礎教育まで、一貫して問題解決力向上を意図した統計教育改革が国際的に展開されてきている。この展開の中で、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。また、学校教育における統計教育の方向性の転換を明確化するため、米国統計学会は2000年に、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た。一方英国でも、王立統計学会(RSS)は1995年に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た。他の諸外国も同様に、産官学連携の下に、積極的に初等中等教育から高等教育に至るまでの統計教育改革を21世紀型スキル育成の観点から展開し実績をあげていた。

一方、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2009年告示の新学習指導要領以前の指導要領では、統計内容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おり、大学教育においてもその必要性とは裏腹に十分な教育や学習支援が行われてこなかった。2006年に本研究代表者を委員長とする日本統計学会統計教育委員会をはじめとする統計関連学協会によって、21世紀の知識創造社会に向けた統計教育推進の要望書が公開され、問題解決を指向する統計教育の重要性の教育界への認知が少しずつ広まりを見せていた背景がある。

2. 研究の目的

上記の背景を受けて本申請研究では、国内外の統計関連学会、国際統計協会(ISI)統計教育分科会(IASE)、全国統計教育研究協議会、日本統計協会、総務省統計局など統計普及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初等中等・高等教育・社会人教育に至るまでの一貫した統計教育のガイドラインと評価の枠組みの確立に関する調査研究を行い、その研究成果の公開を通して統計教育基盤整備に向けた提言をまとめ、日本における統計教育の質的向上を図ることを目的としている。

具体的には、初中等教育に関しては、これまで問題解決型統計教育を受けていない教師自身が多数を占める中で、新しい枠組みでの統計教育が実際の効を奏すために、授業モデルと教材開発、高校・大学入試を踏まえての評価方法のモデルの提示など、新しい学習指導要領で求められている資質や能力、具体的な教育方法に関する研究を行い、その成果を教師等を対象とするワークショップ等で公開する、大学および大学院における統計教育に関しては、大学・大学院での統計教育の組織的な基盤整備の遅れを詳細な海外比較調査と日本での継続的実態調査を踏まえて、提言の基礎資料を作成することに重点的に取り扱う。

3. 研究の方法

上記の研究目的を達成するため、本研究では、具体的な5つのプロジェクト：

Japan-CASの構築と普及
教材開発と教師教育支援システムの開発
統計的思考力を評価する入試問題の研究
大学・大学院における統計教育・研究の国際比較
小中高・大学基礎教育までの統計教育ガイドラインの作成

を研究代表者とプロジェクト担当の研究分担者、連携研究者が研究協力者および協力関連学協会との連携の下に行い、代表者が各プロジェクトの進行管理と全体のとりまとめを行った。

方法は、ネットワークサーバーを使い、メール及びドキュメントの共有で進め、研究会およびシンポジウムやワークショップにおいて研究者および関係諸組織との討議の場を設けた。

4. 研究成果

研究成果は以下の通りである；

(1) Japan-CASシステムの開発と普及
王立統計協会統計教育センター(RSSCSE)が事務局を務め、イギリス、カナダ、米国(カ

リフォルニア州)、ニュージーランド、オーストラリア、南アフリカ、韓国等の世界9カ国が加盟して進める、実データに基づく統計授業のための国際的な初等中等教育支援プロジェクト(International Census At School: ICAS)の日本でのシステム構築と学校教育への普及のための組織(Japan-CAS)の構築を行い、教師対象の研修の実施等を行った。ICASプロジェクトとは、Real Data, Real Learningを基本コンセプトに、共通の身近な質問票(一部、各国のセンサスと共通項目を設ける)を国際的に共有し、各国の授業データを一括収集管理し、分析実習の授業用に再配布するプロジェクトで、日本CASのための質問票を本研究課題によって制作し、WEB上から日本のデータ収集が可能となった。とくに初年度の平成21年度は、小学・中学での新学習指導要領の前倒しでの実施に合わせ、協力モデル校と協力教師グループを選定し、Japan-CAS上の授業モデルの試験実施と学習効果の評価を同時に行うとともに、全国統計教育研究協議会(700名強の教師組織)と連携し、教師を対象としたJapan-CAS説明会、ワークショップを研究年度内で招聘海外研究者も交えて、毎年開催した。本システムは、平成24年度以降、文部科学省および総務省の後援名義を得。その活動報告を毎年、両省に提出するとともに、International Census@school Workshopにおいても報告を行っている。

Ex. 統計教育の方法論ワークショップ

平成21年度

テーマ「社会の期待に応える統計教育の構築」
資料公開：国際的な生徒参加型データを用いた統計学習サイトの開発整備

平成22年度

テーマ「問題解決力育成を目指した統計教育の方法論(達成目標・授業実践・評価の枠組み)」
資料公開：国際的な生徒参加型データを用いた統計学習サイトの運用と今後の展開について

平成23年度

テーマ「統計思考力の育成とその評価～高校入試・大学入試でのアプローチ～問題解決力育成を目指す統計教育の方法論」
資料公開：センサス@スクールプロジェクトの今後の展開について

平成24年度

テーマ「ビックデータ時代のデータサイエンス教育の系統性と横断性」
資料公開：センサス@スクールサイトでのグラフ描画機能について

平成24年度 理数系教員指導力向上研修(香川県・広島県)

テーマ「新学習指導要領「数量関係」「資料の活用」領域で育む統計思考力の育成」
資料公開：生徒参加型データ活用授業支援サイト「センサス@スクール」の小学校・中学校における活用例

全国に配布した Japan-CAS のパンフレット



(2) 初中等教育のための教材開発と教師教育支援サイトの公開

初等中等の科目別教師授業支援(数学・理科・社会等)のための統計授業モデルおよび実践教材の研究開発と公開を行った。同時に、Japan-CAS と連動した授業支援のためのサイトの開発を行い、小中高の教師向けに公開した。また、本研究成果は、JST 理科ネットワークでの統計活用デジタル教材(研究代表者および分担者が評価委員・制作メンバーとして参加)内のコンテンツ制作の基盤となり、現在、多くの学校教員に活用されている。他にも、研究開発授業モデルは、総務省統計局「なるほど統計学園中等部」の教員向けサイトにも掲載され、ひろく学校教育に利用されている。

EX. 授業実践モデル公開資料

- 事例 1. 小学校における課題解決型統計学習の実現の可能性とその障壁
- 事例 2. 社会科における統計的な能力の育成
- 事例 3. 実データをもとに現実事象を考察させる授業実践(スライド)
～ 国民生活基礎調査のデータから所得の分布傾向を考える～
- 事例 4. 授業改革フェスティバルにおける数学科公開授業「データの分析でバトル」
他約 40 件。

また、RSS 統計教育センターやニュージーランド統計局およびオークランド大学統計学部、オーストラリア統計局の協力を得て、CAS の教材に関して、翻訳・編集・再配布権を得てそれらを日本語化し、Japan-CAS サイト内で生徒用および教師用と分けて、18 本のモデル授業教材の公開を行った。加えて、統計関連学会連合のサイト内に、「データで学ぶ! 統計活用授業のための教材サイト」内でデータおよび授業事例の公開を行った。



(3) 統計的思考力を評価する入試問題研究

問題データバンクの構築を目的に、問題解決型統計教育へ移行している海外における大学入試・AP 統計テスト等による統計的思考力・課題解決力の評価方法の調査研究を行った。とくに、教育現場や社会での影響力の大きい大学入試に適用可能な統計活用力の評価問題に関する研究を行った。研究成果は、統計検定 3 級および 4 級の問題やテキストと

して公開された他、数学教育に関する学会および統計関連学会、理数系教員を対象とした研修会やワークショップ等を通して発表され、文脈を活かした文章題としての統計問題の出題形式の可能性が議論された。

EX. 平成 23 年度統計教育の方法論ワークショップを「統計思考力の育成とその評価～高校入試・大学入試でのアプローチ～」で開催。

- 資料公開 1. 高等学校での数学「データの分析」に関するアセスメントの提案
- 資料公開 2. 「成人力」を測る - OECD 国際成人力調査の枠組み -
- 資料公開 3. 統計検定のサンプル問題の解説
- 資料公開 4. The road to statistical (and mathematical) literacy: Some instruction and assessment challenges, Iddo Gal (Chair, Numeracy Expert group, Program for International Assessment of Adult Competencies (PIAAC), OECD)

(4) 大学・大学院における統計教育・研究の国際比較

高等教育における統計教育・研究基盤の国際比較調査研究を行い、成果を公開した。

- 公開資料 1. Developing Statistical Literacy in Australia, Christine Sergi (オーストラリア統計局教育支援課)
- 公開資料 2. Developing Students' Statistical Reasoning through Active Learning, Joan Garfield, Robert del Mas (University of Minnesota, USA)

また、統計学部・統計学専攻大学院数, そこでのカリキュラムの比較検討を討議し、その成果はシンポジウム等を開催し広く公開した。

- 講演会 1. 「中国における数学教育および統計教育改革について～2 期に渡って進められた統計教育拡充の背景と内容～」(中華人民共和国国家義務教育数学課程標準修訂委員会委員長, 史寧中東北師範大学前学長・教授)
- 「中国における統計教育の歴史、現況と展望」(曾五一中国アモイ大学経済学院教授)

- 講演会 2. 「米国における ICT を活用した理工系カリキュラム構築と統計教育の実例」
理工学教育における分析ソフトウェアの優位性)

米国での理工系教育における統計コース (Roxy Peck, Associate Dean of the College of Science and Mathematics, California Polytechnic State University)

研究成果の一部資料は、日本学術会議数理科学委員会統計数理分科会によって 2014 年に公表予定の提言の基礎資料となった。

(5) 小中高・大学基礎教育までの統計教育ガイドラインの比較調査

日本における小中高および大学基礎段階までのガイドラインの作成を目指した米国統計学会および英国王立統計学会など先進諸外国の統計学会が公表する統計教育の指

針の精査・比較調査研究を行った。研究成果は、日本数学教育学会誌における次期学習指導要領の改訂に向けた特集号に掲載されるとともに、日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会記録(2014)でも公表される予定である。

統計教育はすべての統計専門家が係わる分野ではあるが、それ故に日本では個々の研究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。今回の研究によって、既に海外統計関連諸学会が積極的に進めている学校教育現場への明示的な統計教育への指針を踏まえた下で、日本における統計教育システムのあり方を専門的視点から提言できた点に、研究の意義を有する。とくに、初中等教育での現行の指導要領の円滑な実践および次期の学習指導要領改訂に向けて、本研究の成果が活かされたことは、統計教育のすそ野の基盤を固める、国民の科学技術力や情報社会を生き抜く数量リテラシー力の向上を図る上で、少なからず効果が期待できる。また、本研究成果は、2014年7月に米国で開催される国際統計教育方法論会議において論文発表される。また、日本学術会議で今後審議される予定の大学教育における統計教育分野別質保証の審議報告に欠かすことができない基礎資料ともなる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 58 件)

渡辺美智子(2014)「不確実性の数理と統計的問題解決力の育成-次期学習指導要領の改訂に向けて-」日本数学教育学会誌 第96巻、第1号、pp.33-37, 査読あり

Michiko Watanabe, et. al (5), (2014) Challenges and Issues in Developing Real World Curriculum for Data Scientists in Japan, Proceedings of the 9th International Conference for Teaching Statistics, pp.1-4(CD), 査読あり

渡辺美智子(2014)「臨床研究で使用する基本的な統計手法」, Diabetes Frontier, Vol.25 No.2, pp.189-198, 査読なし

竹内光悦(2014)「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, pp.151-152, 査読なし

青山和裕(2014)「日本の統計教育における系統性の構築に向けた検討と提案」, 日本数学教育学会誌 第96巻、第1号、pp.43-46, 査読あり

渡辺美智子(2013)「知識基盤社会における統計教育の新しい枠組み」, 日本統計学会誌, 第42巻, 253-271, 査読あり

〔学会発表〕(計 48 件)

Yamaguchi, K, Watanabe, M. Japanese Inter-university Network for Statistical Education and New Trials for Development of Students' Data Analysis Skills, ICOTS 9, 7月14日, 2014, アメリカ.

Kazuhiro Aoyama, Michiko Watanabe, Yoshiyasu Tamura(2013), Statistics Learning Environment for Students Through Japanese CensusAtSchool Project. IAOS/ IASE Joint Satellite Conference, 8月22日, 2013, マカオ. Kanazawa, Y., U Tanaka, T. Mita and Yamaguchi, K., An E-Learning Course for Social Survey and Data Analysis in Rikkyo University. 8月22日, 2013 Joint IAOS/ IASE Satellite Conference, 8月22日, 2013, マカオ.

〔図書〕(計 8 件)

深澤裕美, 渡辺美智子(2014), 「統計検定4級(資料の活用)」, 東京図書, 211.

渡辺美智子(2013), 「身近にある統計(改訂版)」, 日科技研出版社, 54.

渡辺美智子, 椿広計(2013), 「問題解決学としての統計学」, 日科技研出版社, 191.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

統計教育の方法論ワークショップ
<http://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/edu2013.html>
センサス@スクール
census.ism.ac.jp/cas/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡辺美智子(WATANABE, Michiko)
慶應義塾大学・健康マネジメント研究科・教授
研究者番号: 50150397

(2) 研究分担者

山口和範(YAMAGUCHI, Kazunori)
立教大学・経営学部・教授
研究者番号: 60230348

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

田村義保(TAMURA, Yoshiyasu)
統計数理研究所・データ科学研究系・教授

研究者番号：60150033

藤井良宣 (FUJII, Yoshinori)
宮崎大学・教育文化学部・教授
研究者番号：10218985

青山和裕 (AOYAMA, Kazuhiro)
愛知教育大学・教育学部・講師
研究者番号：10400657

末永勝征 (SUENAGA, Katsuyuki)
鹿児島純心女子短期大学・生活学科・講師
研究者番号：40343735

村上征勝 (MURAKAMI, Masakatsu)
同志社大学・文化情報学部・教授
研究者番号：00000216

石岡恒憲 (ISHIOKA, Tsunenori)
独立行政法人大学入試センター・
研究開発部・教授
研究者番号：80311166

(3) 連携研究者

竹村彰通 (TAKEMURA, Akimichi)
東京大学・情報理工学 (系) 研究科・教授
研究者番号：10171670

田栗正章 (TAGURI, Masaaki)
中央大学・理工学研究科・教授
研究者番号：10009607

狩野裕 (KANO, Yutaka)
大阪大学・基礎工学研究科・教授
研究者番号：20201436

南美穂子 (MINAMI, Mihoko)
慶應義塾大学・理工学部・教授
研究者番号：70277268

瀬尾隆 (SEO, Takashi)
東京理科大学・理学部・教授