

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 26 日現在

機関番号：32641

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500348

研究課題名(和文)大学院における統計教育システムの構築についての研究

研究課題名(英文)Research for Design of a Better Statistical Education System in a Graduate School

## 研究代表者

田栗 正章 (TAGURI, Masaaki)

中央大学・理工学部・客員教授

研究者番号：10009607

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：(1)大学院における統計学分野の教育課程編成上の参照基準についての検討、(2)大学院における新しい統計教育システムの構築についての検討、(3)大学院における統計教育のクラス分けテスト等についての検討、等の研究を行った。

(1)については、従来の参照基準を改訂し、統計関連学会連合のHPに掲載した。また、日本学術会議版参照基準も12月に刊行予定である。(2)については、国内外11大学での聞き取り調査を行い、他大学の参考になりそうな箇所に焦点をあてて結果をとりまとめた。(3)については、クラス分けテストに使用できそうな言語運用力・数理分析力の問題を開発し、そのパフォーマンスについての解析を行った。

研究成果の概要(英文)：Three kinds of researches on statistical education in a graduate school were carried out: (1) Investigation on reference standard for the organization of curriculum in statistical field, (2) Investigation on the construction of new systems of statistical education, (3) Investigation on the development of some placement tests.

As for (1), we revised the former reference standard and published it in the Home Page of Japanese Federation of Statistical Science Associations. The reference standard by Science Council of Japan will also be published in this December. For (2), hearing was carried out for 11 universities including two foreign universities. The collected information on good systems of graduate school and/or fields was summarized, which might be effectively used. As for (3), two kinds of placement tests, practical reading test and mathematical thinking test, were developed and the performance was examined.

研究分野：統計科学

キーワード：統計学 参照基準 教育組織 クラス分けテスト

## 1. 研究開始当初の背景

現代の知識創造化社会において、統計学はデータの収集・情報の抽出・帰納的推論・科学的決定等を必要とするあらゆる分野で重要になってきた。また、コンピュータの急速な進展に伴い、複雑かつ大規模なデータを解析するための新たな統計学を創成する必要がある。このような状況下では、特に、大学院における統計教育の充実を目指すことが重要である。しかし、日本における大学院の統計学教育の体制は脆弱であった。

そこで本研究では、次の3つの課題を取り上げて研究を行うこととした。第1に教育内容に関しては、「(1) 大学院における統計学分野の教育課程編成上の参照基準についての検討」を行う。第2に教育組織に関しては、「(2) 大学院における新しい統計教育システムの構築についての検討」を行う。第3に教育の方法等については、「(3) 大学院における統計教育のクラス分けテスト等についての検討」を行う。

## 2. 研究の目的

上記(1),(2),(3)の研究課題別に記述する。

### (1) 大学院における統計学分野の教育課程編成上の参照基準についての検討

平成20年の中教審答申を受けて、平成21年以降日本学術会議において、質保証のために30の分野について教育課程編成上の参照基準の作成が進められてきたが、その中に統計学分野は含まれていなかった。しかし、統計学は分野横断的な性質を有しており、近年では程度の差こそあれ、どの学術分野においても必須の学問になりつつある。また、社会においても、統計学はさまざまな分野で貢献している。このような状況を踏まえ、統計関連学会連合では、平成22年8月に「統計学分野の教育課程編成上の参照基準」(以下、「学部参照基準」)を取りまとめた。これは、基本的には、各大学の一般教育や学段落階での専門教育における統計関連のカリキュラムを構築する際に参照すべき基準と位置づけられている。そこでは、大学院や社会との接続を念頭においてはいるものの、大学院レベルでの参照基準は検討されておらず、その作成は急務である。そこで本研究では、統計関連学会連合の作成した「学部参照基準」を踏まえ、それに円滑に接続する大学院段階での「参照基準」(以下、「大学院参照基準」)について検討し、その研究結果を広く活用してもらうことを第1の目的とする。

### (2) 大学院における新しい統計教育システムの構築についての検討

欧米の大学・大学院では、統計・生物統計の学科や専攻は数多く存在するが、日本では皆無であり、その設置が望まれる。しかし、国公立大学の法人化や少子化等の要因により、大学院で統計の専攻を設置するのは極めて難しい状況にある。このような状況に鑑み

た場合、大学院の中に統計関連の何らかの組織を、“外から見える形”で構築することはぜひとも必要である。具体的には、例えばある専攻でいくつかの研究科/専攻に亘る統計関連の講義・演習を開設したり、「アクチュアリ試験」や平成23年11月から開始される「統計検定」をインセンティブとしたセミナーを開設する等の工夫が考えられる。また、例えば統計関連の副専攻を設置する等して、実質的に専攻横断的な統計教育のシステムを考えることも可能かもしれない。本研究では、このような“統計関連の何らかの組織”についてのアイデアをまとめ、各大学院の実状に応じて組織形態を選択し易いように整理・分類することを第2の目的とする。

### (3) 大学院における統計教育のクラス分けテスト等についての検討

上記(2)項で述べたような何らかの専攻横断的な組織において、セミナーや講義・演習等の教育を行う場合、統計に対する知識レベルが異なる様々な学生が履修する可能性が高い。この場合には、何らかのクラス分け(ブレースメント)を行う必要がある。この際、大学入試センターが実施していた法科大学院適性試験や、総合試験が使える可能性がある。そこで、この可能性について検討することを第3の目的とする。

## 3. 研究の方法

上記(1),(2),(3)の研究課題別に記述する。

### (1) 大学院における統計学分野の教育課程編成上の参照基準についての検討

次のような方法により、研究を進める。

国内の大学院で、統計関連のセミナーや講義・演習を行っている研究科/専攻に対して、授業実施状況・改善点等の調査を行う。人文科学系、社会科学系、生命科学系、理工学系等の分野に分けて、「大学院参照基準」の素案を作成する。

この素案を、統計関連学会連合に提案し、検討を行ってもらい、修正を行う。さらに、各学問分野の有識者に意見を求め、それを参考にしてさらなる改善を図り、本研究としての最終案を作成する。

もし可能ならば、作成した「大学院参照基準」の最終案を、日本学術会議での各種の議論に反映させるべく、各分野の学会や各種関連団体等への普及を図る。

### (2) 大学院における新しい統計教育システムの構築についての検討

次のような方法により、研究を進める。

統計関連の教員がいる研究科/専攻に対して、その組織形態・授業開設形態や、組織改編の要望等についての調査を行う。また、“統計関連組織”についての新たなアイデアについても調査する。

実績のある研究科/専攻に赴いて、担当教員から話を聞き質疑を行う等の詳細な実

地調査を行う。また、参考になりそうなアイデアについても、聞き取り調査を行う。

調査結果を取りまとめる。大学院の設置形態は多様なので、“統計関連の何らかの組織”についても何種類かに分類して取りまとめを行い、「新たな組織形態」(案)を作成する。また、全国の統計教育に携わる有識者に意見を求め、それを参考にしてさらなる改善を図り、本研究としての最終案を作成する。

作成した内容をとりまとめた冊子「大学院における新しい統計教育システムの構築について」を、各国公立大学等の関係団体に配布し、各教育システムの利点・欠点・今後の発展等についての説明を行うと共に、その普及に努める。

### (3) 大学院における統計教育のクラス分けテスト等についての検討

次のような方法により、研究を進める。

クラス分けテストの対象とする大学院の研究科/専攻を選ぶ。この際、「アクチュアリ試験」や「統計検定」等のセミナーを開講している大学院や、副専攻等の組織を設置している大学院を優先する。また、国公立のバランス、専攻分野のバランスも考慮する。

大学入試センター試験や法科大学院適性試験の過去の問題等から、大学院での統計教育のクラス分けテストに使用できそうな問題を選ぶ。

対象とする大学院の研究科/専攻の各々に対して、モニター調査で課すクラス分けテスト問題を作成する。必要な場合には、他の公的試験の過去問等も利用する。

それまでの研究で選定した大学院の研究科/専攻の各々に対して、作成したクラス分けテスト問題を用いたモニター調査を行う。

このテスト結果を解析し、どのような研究科/専攻に対して、どのような種類のクラス分けテスト問題で試験を行えば、その後の教育効果が挙がるかについての予測を行う。

以上の研究成果を報告書としてまとめ、関係のありそうな大学院研究科/専攻に配布する。いくつかの大学院については、クラス分けテストの更なる改善を計るため、研究科/専攻の責任者・担当者との意見交換を行う。

## 4. 研究成果

上記(1),(2),(3)の研究課題別に記述する。

### (1) 大学院における統計学分野の教育課程編成上の参照基準についての検討

大学院における「参照基準」を作成するためには、その前提となる大学学部における統計教育の内容が問題となるため、統計関連学会連合統計教育推進委員会および統計教育大学間連携ネットワーク質保証委員会において、平成22年度に作成された「参照基準」の、かなり大幅な改訂を行った。この過程で、大学院における統計教育は、専門分野や教育内容のレベル等において、極めて多種多様であることが判明し、ある程度の汎用性を持つ

た「大学院参照基準」を作成することは困難であるとの判断に至った。そこで、学部の参照基準を作成する際に、各専門分野ごとに、大学院での統計教育や社会との接続を十分に考慮した改訂を行い、かつ下記(2)項における研究の成果を併せて考慮することにより、当初の研究目標の達成を目指すこととした。この新しい「参照基準」は、平成26年8月に公表され、統計関連学会連合のホームページに掲載されている(<http://www.jfssa.jp/ReferenceStandard2.pdf> 参照)。

さらに、平成26年度には、日本学術会議に統計学分野の参照基準検討分科会を設置し、新たな参照基準の作成を行っており、平成27年12月までには刊行の予定である。その主な内容は、統計学の定義、統計学に固有の特性、統計学分野を学ぶすべての学生が身に付けることを目指すべき基本的な素養、学修方法及び学修成果の評価方法に関する基本的な考え方、市民性の涵養をめぐる専門教育と教養教育との関わり、生涯教育としての統計学教育体系、である。これらの該当部分では、大学院での統計教育や社会との接続をふまえた参照基準が提示されており、多種多様な専門分野や教育内容のレベルをもつ大学院での統計教育に参考になると考える。

### (2) 大学院における新しい統計教育システムの構築についての検討

国内外において、統計関連の教員が多く、また数々の優れた実績をあげている研究科/専攻、他大学院の参考になると考えられるような工夫された教育組織・授業形態等を有している研究科/専攻を調査対象に選び、数名の担当教授から話を聞いて質疑を行う等、詳細な実地調査を行った。主な調査項目は、大学・研究科・専攻に関わる属性、理念・重視していること、特色・工夫、授業科目とその内容・評価方法、修士・博士論文に関わる事項、学内・近隣大学間での研究交流、要改善点、組織改編の計画/展望、統計関連組織に関するアイデア、カリキュラムに関わる諸問題、大学間での授業提供・単位互換についての考え、特記事項、等である。この調査結果および優れた組織形態や授業形態、今後参考となりそうなアイデア等については、本年夏頃を目途に「大学院における新しい統計教育システムの構築について」と題する小冊子にまとめて公表・配布の予定である。本項では、調査対象とした各大学院において、特に他大学院の参考となりそうな部分について、簡潔に例示する。

北海道大学については、情報科学研究科、工学研究科、経済学研究科、医学研究科等の様々な分野において統計教育が行われており、また相互間の連携も図られている。東北大学については、医学系研究科および病院の臨床試験データセンターにおいて生物統計等の充実した教育が行われているが、業務

の量が多く、教育との両立が課題であろう。

中央大学については、理工学研究科の数学専攻や経営システム工学専攻以外に、データ科学副専攻のシステムがある。これは統計をマイナーとして選択する制度であり、統計の他分野との協働を促進し、裾野を広げる観点から、極めて優れたシステムであり、他大学の参考になる点が多いと考えられる。同志社大学については、文系も入った文化情報学研究科において、文理融合型の統計教育が行われており、今後の統計関連専攻の設立の際に、参考になる部分が多いと考えられる。

大阪大学については、学際融合教育が推進されており、大学院副専攻プログラム・大学院等高度副プログラム等の独創的な試みが開始されているが、統計教育はその1つの中核をなしており、今後の発展が大いに期待できる。これらの取組は、他大学の参考になると考えられる。岡山大学については、大学院の統計教育は、主として環境生命科学研究科で行われているが、経済・教育・医学系においても統計教育が行われている。特に、岡山理科大学や岡山商科大学等との大学間連携も勢力的に行われている点が特徴的である。

鳥取環境大学については、環境情報学研究科において統計教育が行われているが、現在のところスタッフ数が限られている。しかし、環境問題の解決のためには統計学の寄与は不可欠であり、今後の進展が期待される。

九州大学については、理学研究科において数理統計学の教育が行われている以外に、純粋・応用数学を融合して産業界との連携を図るマス・フォア・インダストリ(Mathematics for Industry)の試みも行われており、今後の進展に期待がかかる。久留米大学については、医学研究科において、生物統計学を中心とする教育が行われているが、そのカリキュラムはよく考えられた極めて優れたものである。また、セミナーやスタッフの役割等々についても考慮に値すべき点も多く、今後の生物統計の拠点形成の際に大いに参考になると考えられる。シンガポール国立大学(National University of Singapore)については、教育設備の充実と、諸外国との交流、および産学連携の推進が特徴的である。すなわち、学内およびそれに隣接した敷地に1つの町(タウンプラザ)を建設し、有名欧米大学のアジア研究キャンパス(Yale 大学等)や、多国籍企業の研究室が入っており、活発な教育・研究が展開されている。情報系(IT)が1つの中心であるが、統計系のデータサイエンスにも大いに焦点があてられているようであり、今後におけるインフラや組織の構築の際に、大いに参考になると考える。カリフォルニア大学サンフランシスコ校(University of California, San Francisco; UCSF)については、キャンパスが分散していることもあり、かなり多くの研究科において、独自の統計教育が行われており、緩やかな連携もとられているようである。さらに、

近隣の UC Berkeley や、Stanford University 等との交換プログラムやセミナーも盛んに行われており、今後の日本における統計教育の進展にとって、大いに参考になると考えられる。

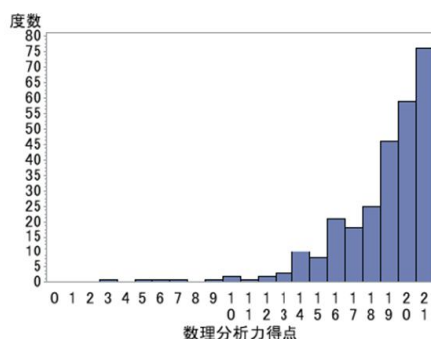
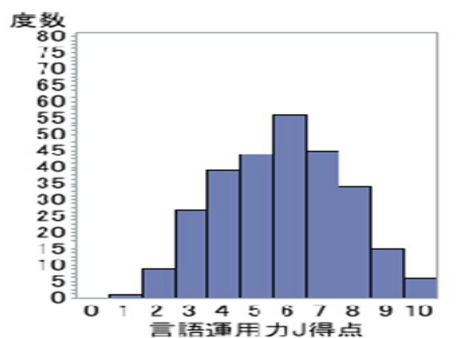
以上、各大学院における統計教育の実情、今後の充実・発展のためのアイデア等についての聞き取り調査の主な結果の一例を紹介したが、特に外国においては、大学を中心に、産学連携・社会人(生涯)教育を充実させるためのインフラやソフトを、多額の経費を投資して、極めてスピーディに実現しつつあることは、今後の日本の大学院教育のあり方について、示唆に富むものであると考えている。上述したように、これらの結果は、小冊子にまとめて公表・配布の予定であるが、これは今後の日本の大学院における統計教育の組織形態・授業開設形態の検討の際に寄与すると考えている。

### (3) 大学院における統計教育のクラス分けテスト等についての検討

大学院において統計学を受講する学生は多種多様であり、それらに対応するためのクラス分けテストを作成するのは現実的ではないと判断した。そこで、大学入試センター研究開発部の共同研究と連携し、プレースメントテストの需要の多い学部レベルに対するテストを作成し、それを援用することを考えた。まず、テストの科目について検討した結果、論理的な思考力や表現力、数理的な基礎能力や活用力、等が必要と考え、「言語運用力」および「数理分析力」の2種類の科目のテストを課すこととした。そこで、2つの研究グループに分かれ、大学入試センター試験/法科大学院適性試験の過去の問題や、他の公的試験の過去問等を収集し、統計教育のクラス分けテストに使用できそうな問題をいくつか選定した。さらに、それらを改良した問題も何題か作成した。その後、測定している能力や難易度等のバランスを考え、各科目5種類程度のテスト問題を作成した。

次に、これらの問題を使用して、高校生・大学生を対象としたモニター試験を、数回行った。具体的には、関西国際大学を中心とする大学間連携共同教育推進事業と連携して、3高校、5大学・短大に対して、3年に亘ってモニター調査を行った。その結果、作成した問題によるテストは、おおむね期待通りの成績分布であり、これらの大学の推薦入試やAO入試等においては、有効に機能すると考えられた。しかし、大学院レベルのプレースメントテストとしては易しすぎると考えられた。また、大学入試センターの共同研究においても、他の学生層に対する同様のテストのパフォーマンスを検証したいとの要望もあり、より難度の高い問題を作成した。種々の現実的な制約を考慮し、言語運用力の問題5題(内1題は英文で書かれた問題でかなり難しい問題)と数理分析力の問題4題を1つ

の冊子にまとめ、モニター試験を行った。具体的には、2015年1月のセンター試験の日に、モニター生400人程度に対して試験を行った。受験者は、東京大学、東京工業大学、一橋大学、東京学芸大学、電気通信大学の1年生であり、かなりレベルの高い学生であったため、大学院レベルのプレースメントテストの対象として想定するレベルと同程度ではないかと考えられた。その試験結果のヒストグラムを以下に示す。



上の図は、言語運用力における日本語4題の合計点数の分布であり、比較的きれいな分布になっており、試験の難度・識別力がうまく調整できた問題となっていたことが分かった。これらの問題は、法科大学院適性試験の過去問を参考として作成されたものが多く、今後も同様な良問が作成可能と考えている。下の図は、数理分析力の4題の問題の合計点数の分布であり、満点の階級にモードがある、ほぼ単調増加の分布になっている。これより、今回出題された数理分析力の問題は、このレベルの学生にとっては易しすぎたことが分かった。したがって、大学院のプレースメントテストで数理分析力の問題を出題する場合には、より難度の高い問題を作成する必要があることが分かった。これらの詳細な結果は、発表論文 にまとめられている。

#### 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41件)[内査読付き33件]

田栗正章 (2015) : 大学教育の分野別質保証のための参照基準, 統計, 2015年3月号, 32-37. (査読無)

椎名久美子, 桜井裕仁, 荒井清佳, 伊藤圭, 宮埜寿夫, 小牧研一郎, 田栗正章, 安野史子 (2015) : 言語運用力・数理分析力試験の難度の調整に向けた試み, 平成27年度大学入試センター試験モニター調査研究報告書(大学入試センター研究開発部(編)), 第6章, 75-91. (査読無)

桜井裕仁, 田栗正章, 安野史子, 小牧研一郎, 荒井清佳, 伊藤圭, 椎名久美子, 宮埜寿夫 (2015) : 「数理分析力」試験の開発と検討 - 大学新入生に対する2013年度調査の結果とその分析 -, 大学入試研究ジャーナル, 25巻, 21-28. (査読有)

Sakurai, H. and Taguri, M. (2014) : Comparison of block bootstrap testing methods of mean difference for paired longitudinal data, Proceedings of COMPSTAT 2014, eds. Gilli, J., Gonzalez-Rodriguez, G. and Nieto-Reyes, A., 309-317. (査読有)

荒井清佳, 伊藤圭, 椎名久美子, 宮埜寿夫, 小牧研一郎, 桜井裕仁, 田栗正章, 安野史子 (2014) : 大学入学志願者の基礎的学力測定のための「言語運用力」試作問題のモニター調査による分析 --- 選択枝の変更が問題の特性に与える影響について ---, 大学入試センター研究紀要, 43巻, 1-14. (査読有)

椎名久美子, 宮埜寿夫, 伊藤圭, 荒井清佳, 桜井裕仁, 小牧研一郎, 田栗正章, 安野史子 (2014) : 大学入学志願者の基礎的学力測定のための枠組みの検討および「言語運用力」についての予備的分析, 大学入試研究ジャーナル, 24巻, 41-49. (査読有)

桜井裕仁, 田栗正章, 安野史子, 小牧研一郎, 荒井清佳, 伊藤圭, 椎名久美子, 宮埜寿夫 (2014) : 大学入学志願者の基礎的学力測定のための「数理分析力」の調査とその予備的検討, 大学入試研究ジャーナル, 24巻, 51-58. (査読有)

伊藤圭, 宮埜寿夫, 椎名久美子, 荒井清佳, 桜井裕仁, 田栗正章, 小牧研一郎, 安野史子 (2014) : 大学入学志願者の基礎的学力測定のための英語問題の予備的検討 --- 正答率分析図を用いた問題内容と受験者の応答の事例分析 ---, 大学入試研究ジャーナル, 24巻, 59-67. (査読有)

Nagatsuka, H., Balakrishnan, N. and Kamakura, T. (2014) : Consistent method of estimation for the parameters of the three-parameter gamma distribution, Communications in Statistics - Theory and Methods, Vol.83, No.10, 3905-3926.

(査読有)

佐藤恵子, 岩崎学, 菅波秀規, 佐藤俊哉, 椿広計 (2014): 統計家の行動基準の策定 ~ 背景と今後の課題, 計量生物学, 35 巻 1 号, 37-53. (査読有)

Sakurai, H. and Taguri, M. (2013): Testing methods of mean difference for longitudinal data based on stationary bootstrap, Proceedings of the 59th World Statistics Congress of the International Statistical Institute, 59th ISI Volume, 5303-5308. (査読有)

Nagatsuka, H., Kamakura, T. and Balakrishnan, N. (2013): A consistent method of estimation for the three-parameter Weibull distribution, Computational Statistics and Data Analysis, Vol.58, 210-226. (査読有)

田栗正章 (2013): 統計教育の目指すべき方向とその評価 - 新課程のねらいをふまえた入試への期待 - 統計 2013年2月号, 2-8. (査読無)

Sakurai, H. and Taguri, M. (2012): Test of mean difference for longitudinal data using stationary bootstrap, COMPSTAT 2012 Book of Abstracts, 20th COMPSTAT Volume, 44-44. (査読有)

Daidoji, K. and Iwasaki, M. (2012): On interval estimation of the Poisson parameter in a zero-truncated Poisson distribution, Journal of the Japanese Society of Computational Statistics, Vol. 25, 1-12. (査読有)

[学会発表](計43件)[内招待講演8件]

田栗正章: 日本学術会議における統計学分野の参照基準について, 2014年度統計関連学会連合大会, 2014.9.13-16, 東京大学(東京・本郷).

Sakurai, H. and Taguri, M.: Comparison of block bootstrap testing methods of mean difference for paired longitudinal data, COMPSTAT 2014, 21st International Conference on Computational Statistics, 2014.8.19-23, Geneva (Switzerland).

岩崎学: ビッグデータ時代の統計学の役割, 電子情報通信学会イメージ・メディア・クオリティ/画像工学/マルチメディア・仮想環境基礎研究会 特別招待講演, 2015.3.3-4, 成蹊大学(東京・吉祥寺).

岩崎学: 統計学の各分野における教育課

程編成上の参照基準について, 2014年度統計関連学会連合大会, 2014.9.13-16, 東京大学(東京・本郷).

岩崎学, 中西寛子: 統計学者がテストをやって学んだこと, 日本テスト学会, 2014.8.30-31, 帝京大学(東京・八王子).

TAGURI, M.: National Center Test for University Admissions in Japan, Lecture at Singapore National University, 2013.9.21, Singapore National University (Singapore).

岩崎学・田栗正章: 統計学分野の教育課程編成上の参照基準の改訂, 2013年度統計関連学会連合大会, 2013.9.8-11, 大阪大学(大阪・豊中).

田栗正章: 統計教育の目指すべき方向とその評価 ~ 新課程のねらいをふまえた入試への期待, 理数系教員指導力向上研修会 依頼講演, 2013.5.25, パルセいいざか(福島・飯坂温泉).

岩崎学: グローバル化と統計教育, 理数系教員授業力向上研修会 依頼講演, 2014.2.23, 岡山理科大学(岡山・理大町).

田栗正章: 大学入試から見た統計教育の課題 ~ 次期学習指導要領に向けての一提案 ~, 2013年統計教育ワークショップ, 2013.3.1~2013.3.2, 学習院大学(東京・目白).

[図書](計7件)

岩崎学 (2012): 日本統計学会(編) 統計検定2級対応「統計学の基礎」, 東京図書, 総頁数:221(監修・分担執筆[本人担当部分抽出不可能]).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田栗 正章 (TAGURI, Masaaki)  
中央大学・理工学部・客員教授  
研究者番号: 10009607

### (2) 連携研究者

鎌倉 稔成 (KAMAKURA, Toshinari)  
中央大学・理工学部・教授  
研究者番号: 40150031

岩崎 学 (IWASAKI, Manabu)  
成蹊大学・理工学部・教授  
研究者番号: 40255948

椎名 久美子 (SHIINA, Kumiko)  
大学入試センター・研究開発部・教授  
研究者番号: 20280539