

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02600

研究課題名（和文）高等学校数学科と大学における確率分布・仮説検定に関する授業指導に関する研究

研究課題名（英文）Research on the teaching of classes on probability distributions and hypothesis testing in high school mathematics departments and universities

研究代表者

松本 智恵子（Matsumoto, Chieko）

福井大学・学術研究院教育・人文社会系部門（教員養成）・准教授

研究者番号：80377043

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：文献を調査し、また小規模ではあるが高校の現職の先生方にインタビューを行い、その結果を踏まえながら確率分布や仮説検定を指導することに関する問題点や実践的な指導への方向性について考察を行った結果、推測統計学の初期段階、すなわち中学校第3学年「母集団と標本」から箱ひげ図の「外れ値」判定の理由と数学I「仮説検定の考え方」を経由した数学Bの仮説検定に至る連続的な教材開発と実践指導の確立について、GIGAスクール構想により全生徒が授業でPCを参照できるという状況を考慮し、シミュレーションを多用した教員研修用資料案を作成し、現職教員への研修や教員養成学部における学生指導に役立てることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究を通して、高等学校における仮説検定に関する指導においては、仮説検定の理論に関する根本的な理解が必要であることが分かった。R. A. Fisherによる「有意性検定」から続く統計的仮説検定の理論を教員側が理解した上で、シミュレーションを多用し、中学校第3学年「母集団と標本」から箱ひげ図の「外れ値」判定の理由を経由した上で数学I「仮説検定の考え方」と数学B「統計的推測」の連続性を保った指導ができるよう、大学で統計・データサイエンス教育を行う者がサポートすることで、高校教員の不安感・負担感が減り、結果として大学教員側も大学生に統計的推測を指導する負担感が減るのではないかと考える。

研究成果の概要（英文）：Based on the results of a literature survey and a small-scale interview survey of current high school teachers, we considered the issues and teaching practice directions for probability distribution and hypothesis testing. As a result, we were able to consider continuous teaching material development and teaching practice methods from the early stages of inferential statistics, from "Populations and Samples" in third-year junior high school students, to hypothesis testing, reasons for determining "outliers" in box plots, and "Concepts of hypothesis testing" in Mathematics I. In addition, considering the situation where all students have access to PCs in class, we created a proposal for teacher training materials that make extensive use of simulations, and used them to train current teachers and to teach students in teacher training departments.

研究分野：数理統計学

キーワード：統計・データサイエンス教育

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

平成 29・30 年告示の小・中・高等学校の学習指導要領における確率・統計分野のねらいは、その有用性を理解し、問題解決力を養うことに力点が置かれている。実社会においても、データに基づく意思決定・問題解決は、統計的推測、特に仮説検定の考え方を理解した上でなされることが多い。特に高等学校では、平成 30 年の高等学校学習指導要領の改訂により、数学において仮説検定の考え方を生徒に指導することが明示された。しかしながら、仮説検定の指導に関する研究や事例は少なく、また教員の知識・経験不足などにより、教員側の負担感や不安感は大い。特に、仮説検定においては、その前段階である「目の前のデータは、設定された『母集団』から適切な方法で得られた『無作為標本』を調査した結果である」ことや、得られた結果を「帰無仮説のもとでその結果が起こる確率と、無作為標本から得られたデータに含まれる誤差を考慮して比較しなければならない」ことなど、確率論や数理統計学について深く理解する必要があるが、生徒を指導する教員側も、カリキュラム上、高等学校において(大学入試対策として)統計的推測を学習する必要がなかったため、統計的推測の指導を教員自身が受けた経験がないことが問題となっていた。

更に、大学等における高等教育においても、統計的推測を含むデータサイエンス教育は喫緊の課題となっているが、ここでもやはり、教える側の絶対数が足りないことが課題となっており、統計教育の実効性の向上に焦点を当てた提言もなされていた。

### 2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、本研究では、統計・データサイエンス教育、特に確率分布と仮説検定に関する教材開発と実践指導の確立を目的とした。

### 3. 研究の方法

研究の方法としては、当初は、福井県内の高等学校教員に対する大規模な意識調査(アンケート)を行い、その結果を踏まえた上で、統計的推測に関する、実際のデータ分析の過程を模した実践的な授業指導案を、現場の教員との連携により提案した上で、実際に授業を行い、その結果を分析することで開発教材・指導内容・指導法の妥当性を明らかにし、改善を行う計画であった。しかしながら、コロナ禍の影響もあり、調査は小規模なもの(インタビュー)になった。

### 4. 研究成果

小規模ながらもインタビュー調査を行い、また文献調査を行うことにより、以下の事柄が、統計・データサイエンス教育における教員側の不安感・負担感の原因になっているのではないかと考える。

高等学校数学教員の大多数は統計的推測の指導に不安感や負担感を感じているが、その不安の内容は、この研究で仮定していた『確率分布』から来るのではなく、その前段階であり、確率分布には全く触れていない数学『仮説検定の考え方』の指導の難しさから来ている。学習指導要領の改訂により、数学「仮説検定の考え方」や数学B「確率分布と統計的な推測」の分野が記載された教科書が発行されているが、特に数学B「確率分布と統計的な推測」については、昭和 53 年告示の学習指導要領に沿って作成された教科書の内容からほとんど変化がなく、数学「仮説検定の考え方」に示されている「シミュレーション等を適切に用いて仮説検定の考え方を理解する」を踏まえた内容になっておらず、数学と数学Bの間にギャップが生じている。

現在、広く使われている統計的仮説検定は、R. A. Fisher による「有意性検定」を J. Neyman と E. Pearson が発展させ、定式化したものを基本としている。Fisher[1]が説明する「有意性検定」とは、検定する仮説を真と仮定した上で、観測された事象が生起する確率を算出する方法であり、これは、数学で扱う「仮説検定の考え方」について学習指導要領解説[2]に記載がある「起こりえないこと」かどうかの基準として、平均から  $2s$  ( $s$  は標準偏差)あるいは  $3s$  離れた値を用いることが考えられる。」と同じ方法で帰無仮説を棄却している。この考え方を、正規分布を用いて精緻化していくと、Neyman と Pearson が定式化した、数学B「確率分布と統計的な推測」で扱う仮説検定になる。このように、仮説検定に関する歴史を踏まえると、数学「仮説検定の考え方」と数学B「確率分布と統計的な推測」との間に連続性が生まれる。また、Fisher の考え方をを用いることにより、数学の指導で生徒からしばしば出てくる「なぜ、ある場合が起こりにくいかわか、その場合を含めてより外れた場合全体が起こりにくいかわか」で判断する必要のあるのか? という質問に簡単に解答することができる。

教員の不安感・負担感が解消されないままでは、特に数学B「確率分布と統計的な推測」の授業は、大学入試を突破するための「公式や手法を機械的に指導する」授業になってしまうため、生徒が「統計的な推測」に苦手感を覚えてしまう可能性がある。本来、推測統計学は、答えのない問題を解決するための(確率を用いた)手法の一つであり、適切に用いれば最速で最善の答えを提示することができる手法であるが、高等学校で苦手意識を持つことにより、大学での数理・データサイエンス・AI教育が困難になる。

以上により、R. A. Fisherによる「有意性検定」から続く統計的仮説検定の理論を教員側が理解した上で、シミュレーションや、中学校第3学年「母集団と標本」から箱ひげ図の「外れ値」判定の理由までの話を利用して、統計的仮説検定の理論を生徒が理解できる形で指導する方法について早急に考える必要があると考える。

#### 引用文献

[1] Fisher (1959), *Statistical Method and Scientific Inference* (2nd edn.). Edinburgh: Oliver and Boyd.

[2] 文部科学省(2018)、【数学編・理数編】高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1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 Matsumoto, Chieko	4. 巻 Volume 2023, Number 1
2. 論文標題 Research on the teaching of classes on probability distributions and hypothesis testing in high school mathematics departments and universities.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 26-28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21820/23987073.2023.1.26	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 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松本智恵子
2. 発表標題 教員養成学部における「統計・データサイエンスに強い教育者を育成する」ためのカリキュラムに関する一考察 - 福井大学教育学部における実践事例より -
3. 学会等名 第21回統計教育の方法論ワークショップ
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 松本智恵子
2. 発表標題 ICT・オンライン教材を活用した公開講座における統計教育の試み
3. 学会等名 第19回統計教育の方法論ワークショップ
4. 発表年 2022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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------