

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：32670

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2018～2019

課題番号：18H05751・19K20947

研究課題名(和文) 学校数学における統計的探究能力の育成に関する基礎的研究

研究課題名(英文) Fundamental research on students performance for solving problem statistically

研究代表者

大谷 洋貴 (OTANI, Hiroki)

日本女子大学・人間社会学部・助教

研究者番号：40825238

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：我が国の統計教育の研究や実践では、Wild & Pfannkuchの統計的思考モデルを規範的に利用し、統計的探究の実現が目指されてきた。このモデルを統計的探究能力の育成という観点から検討することで活動の質にグラデーションをつけることができ、そしてその観点からこれまでの研究成果を分析することで能力育成のために必要な学習経験についての示唆を得ることができた。一方、実践的な面では能力育成上の難しさについて示唆を得たが、これについてはまだ論文化できていないため今後の取り組みとして残された。また、理論的検討を通して、我が国の統計教育で取り扱われている統計的探究が狭い解釈であることも明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

教育が未来への投資であることを踏まえれば、統計教育は最も重要な今日の主題である。本研究の目的は、統計的探究能力の段階的な発達過程を構築することである。統計的探究プロセスを実現しようとする国内外の先行研究は多いが、その能力の育成に取り組む研究はほとんどなく、カリキュラム開発のための理論的基盤も整備されていない。本研究はこの喫緊の課題に取り組む点で、社会的意義があるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In the study and practice of statistical education in Japan, it has been aimed to realize statistical inquiry by using the statistical thinking model by Wild & Pfannkuch. The various qualities of students statistical inquiry activities were characterized by examining the model from the viewpoint of developing statistical inquiry skill. By analyzing the research findings so far in statistics education in Japan from the various qualities, suggestions about the learning experience necessary for developing the skill were obtained. On the other hand, in a practical aspect, the difficulty in developing the skill was suggested, but this has not been published yet, so it was left as a future task. In addition, it was clarified through a theoretical examination that the statistical inquiry handled in Japan was a narrow interpretation.

研究分野：数学教育

キーワード：数学教育 統計教育 統計的探究

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

教育とは未来への投資である。現代社会における統計の重要性を考慮すれば、統計指導は明らかに重要である。高校進学率が100%に近づくわが国では、12年間の学校数学の指導を通してすべての子どもの統計的な能力を育むことは社会的使命である。特に、不確定な事象を統計的に探究できることはすべての市民に求められる今日的なリテラシーに他ならない。

こうした社会的背景を受け、学校数学における統計教育は充実してきている。しかし、根本的には、統計的知識の系統的展開に沿って構築された内容ベースカリキュラムのままであり、能力育成の観点から構築されているわけではない。このようなカリキュラムでは、知識は指導され得ても、能力は段階的に育成されるとは限らない(e.g., 奈須, 2017; 大谷, 2017)。統計的探究能力の育成を目指した能力ベースカリキュラムの開発とそれへの移行は喫緊の課題である。大谷(2018)に基づけば、統計的探究能力の育成を目指した能力ベース統計カリキュラムを開発するには、まず統計的探究能力の段階的な発達過程を明確にすることに取り組む必要がある。しかし、その過程はほとんど明らかにされていない。

数少ない先行研究として、青山(2013)の論考がある。氏はニュージーランドで扱われている統計的探究プロセスをカリキュラムに位置付けるために、5つの活動(問題設定、計画、データ収集、分析、結論付け)それぞれを3つのレベルに分けている。しかし、直観的な段階設定であり、段階間に飛躍が認められる。実践による裏付けがあるわけでもない。カリキュラム化のためには段階的な発達過程に何らかの設定論理が必要であり、それは少なくとも先行研究の知見や授業実践に基づいて構築されることができると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、能力ベース統計カリキュラムを開発するために、統計的探究能力の段階的な発達過程を構築することである。統計に限らず、系統的な能力育成は、内容の系統的展開に従う内容ベースカリキュラムでは十分に対応できないことが指摘されている(e.g., 奈須, 2017; 大谷, 2017)。にもかかわらず、能力育成のためのカリキュラムはほとんど明確ではなく、開発のための基盤も十分に整備されているとは言い難い。本研究は、能力ベースカリキュラム開発に取り組む点で独自性と創造性をもつ。

また、世界的に統計教育が重要視されている一方で、我が国ではほとんど研究がなされていないことは、教育が未来への投資である点で危機的状況である。統計教育という重要であるがほとんど未開の研究領域に取り組む点でも本研究は独自性と創造性をもつと考える。

### 3. 研究の方法

理論的検討と実践的検討の両面から取り組む。まず、理論的検討の面では、統計的探究プロセスの再検討と段階的な発達過程の整理という2つの作業に取り組む。我が国の統計教育研究では、Wild & Pfannkuch(1999)の統計的思考モデルを規範的に利用し、統計的探究プロセスあるいは統計的問題解決を授業において実現することが多く試みられてきた。これまでの統計的探究に関わる研究では、統計的探究プロセスを学習者に実践させることでその能力を育むことができる、という暗黙的な仮定があったように思われる。そこで、理論的検討として、Wild & Pfannkuch が示した統計的探究プロセス、すなわち「Problem」、「Plan」、「Data」、「Analysis」、「Conclusion」という5つの相について、可能性のある段階的な発達過程を国内外の先行研究の知見に基づいて構築する。とりわけ、統計にとって特徴的である「Problem」と「Plan」の相により焦点をあてる。そして、構築した発達過程の視座から、我が国でこれまで取り込まれてきた研究成果を分析し、そこで記述されている学習者の様相がどのように特徴づけられるのかを再解釈する。先行研究では、どのレベルの統計的探究能力をどの学年段階の学習目標とすべきか、どの学年段階の子どもたちはどのレベルの探究が可能なのか、という観点で取り組まれているわけではない。記述されている学習者のパフォーマンスが、その学年で達成が目指されるそれよりも高いものと解釈できる場合もあれば、学年に見合わず低いパフォーマンスを教師が求めている場合もあることが想定される。再解釈の作業により、統計的探究能力育成に向けた実践的検討を進める際の課題を導出できる。

また、実践的検討の面では、理論的検討を踏まえた授業実践およびその分析をおこなう。授業では理論的検討通りに展開できた部分もあれば、そうでない部分も少なからずあると予想される。それらの反省点を理論的検討へとフィードバックすることを通して、能力ベース統計カリキュラムの開発についての知見を蓄積する。

### 4. 研究成果

本研究では、統計的探究能力の段階的な発達過程の構築に向けて、理論的な面と実践的な面からアプローチした。理論的検討については、統計的探究能力の育成という観点からこれまでの研究成果の再解釈をおこなった。また、近年の統計教育研究の成果から、統計的探究の活動それ自体についても検討を加えた。実践的検討については、授業実践の成果と課題から統計的探究能力の段階的な発達過程を検討した。理論と実践の両面から段階的な発達過程の構築に向けた考察を行った。

まず、理論的検討の一環として、解決すべき問題を定義する活動(Problem)と、定義された問題を解決するためにどんなデータをいかにして収集するかを検討する活動(Plan)について、

学習者のパフォーマンスの段階的発達を先行研究の知見に基づいて構築するとともに、我が国の先行研究で記述されている学習者のパフォーマンスを再解釈することに取り組んだ。先行研究の知見をもとに、「Problem」と「Plan」の活動をそれぞれ6つの段階に序列化し、その観点から、我が国で行われてきた統計的探究を主題としてその過程が明記されている論文などにおいて記述されている学習者の様相の再解釈を行った。結果として、「Problem」に関して、学習者は実際の非統計的状況を統計的質問に定式化する活動の経験がほとんどないことが明らかとなった。そのため、学習者が定式化の活動をすることはどの学年段階からどの程度可能かを実際に調査する必要があることが示唆された。また、「Plan」について、標本と母集団の関係をいつどのように指導するのかを再考する必要があることも示唆された。一方で、実践的検討の面では、小学生を対象にした授業実践と大学生を対象にした質問紙調査を通して、能力育成の難しさが指摘された。大学生であっても期待されるようなパフォーマンスを示さないこともあれば、それに対して小学生でも十分なパフォーマンスを示すこともあることが明らかになった。このことから、大局的には画一的なカリキュラムがやはり要求されるものの、同時に個人の実態に合わせた局所的なカリキュラムも必要であることが示唆された。

また、理論的検討を通して、我が国の統計教育の研究や実践で取り扱われている統計的探究が狭い解釈であることも明らかにした。統計的な知識に比べ、統計的探究のパフォーマンスはより広範な要因と関わっているため、このことは学習者が望ましいパフォーマンスを示すことができないことの一因になっていると考えられる。具体的には次の3点である。

第一に、統計的探究における確率的な考察の軽視である。Wild & Pfannkuch (1999) の統計的探究モデルに代表される探索的データ解析の活動は、現実世界のシステムや現象をモデル化し、その性質を学ぶことがその目的となるが、標本と母集団の関係を理解する上で重要な確率的な考察を欠いていることが指摘されている (Pfannkuch et al., 2018)。統計的探究を統計学者の活動としてではなく、学習者の活動として理解するなら、標本抽出に起因する確率的な考察の活動は不可欠である。しかし、我が国の統計的探究に関する研究や実践では、その活動がほとんど考慮されていないことを明らかにした。このことは、これまでの統計的探究がいわば記述統計の内容について扱われてきたことを意味し、推測統計をも射程に含める必要性を示唆している。

第二に、文脈的情報のような非統計的知識の軽視である。統計的探究において、問題の置かれている文脈は重要ではあり、教科書をみれば明白なように現実的文脈が豊富に含まれている。そうした文脈的情報こそが統計的探究を進展させる際に大きな影響を及ぼすものの、教科書や全国規模調査ではそれが軽視されていることを明らかにした。具体的にいえば、ある年の調査で、スキージャンプ競技の選手について、これまでの飛距離データを比較しながら1人を選択する問題が出題されたが、そこではスキージャンプ競技という文脈的情報は付加的なものとして、問題解決のために不可欠な情報ではなかったことを指摘した。このことは、これまでの統計的探究が文脈的情報を本当に考慮して遂行されているわけではなかったことを意味し、文脈的情報の取り扱いを再考する必要性を示唆している。

第三に、算数・数学科以外での統計的探究の軽視である。我が国では、統計的な知識は主に算数・数学科において指導・学習されているものの、統計的探究それ自体は方法論であるから、算数・数学科以外の教科でもみられることが予想される。理科と社会科の教科書からそれぞれの典型的な学習活動の展開を統計的に解釈することで、これらの教科で統計的探究が潜在的になされていることを確認した。さらにそこでは、誤差や標本代表性といった統計的アイデアが用いられ得るため、算数科で実施される統計的探究よりもアイデアの点では高度であることを指摘した。同時に、算数科で指導される統計内容と理科・社会科で潜在的に実施されている統計的探究が関連付けられていないことも指摘した。このことは、これまでの統計的探究が算数・数学科の範囲内で完結してきたことを意味し、統計的探究を教科横断的なレベルで検討する必要性を示唆している。

#### < 引用文献 >

- 青山和裕 (2013). 「日本の統計教育における系統性構築に向けた検討と提案」. 日本数学教育学会誌『数学教育学論究 臨時増刊』, 第 95 巻, pp.1-8.
- 奈須正裕 (2017). 『資質・能力と学びのメカニズム』. 東洋館出版社.
- 大谷洋貴 (2017). 「統計的に推測する力を育む統計カリキュラムの開発の必要性」. 全国数学教育学会誌『数学教育学研究』, 第 23 巻, 第 2 号, pp.91-103.
- 大谷洋貴 (2018). 「統計的に推測する力を育む統計カリキュラムの設計枠組み：方法論としてのカリキュラムマネジメントと逆向き設計論の検討を通して」. 全国数学教育学会誌『数学教育学研究』, 第 24 巻, 第 1 号, pp.47-59.
- Pfannkuch, M., Ben-Zvi, D., & Budgett, S. (2018). Innovations in statistical modeling to connect data, chance and context. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education*, 50(7), 1113-1123.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 大谷洋貴・上ヶ谷友佑	4. 巻 33(3)
2. 論文標題 統計的問題解決において文脈はどのように考慮されるのか？：大学生の反応の推論主義的分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 155-160
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="https://doi.org/10.14935/jsser.33.3_155">https://doi.org/10.14935/jsser.33.3_155</a>	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 -
1. 著者名 上ヶ谷友佑・大谷洋貴	4. 巻 33(3)
2. 論文標題 学習者にとって何が本当に「困難」なのか？ 中学2年生の代数的操作に関する「擬困難性」の推論主義的分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 161-166
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="https://doi.org/10.14935/jsser.33.3_161">https://doi.org/10.14935/jsser.33.3_161</a>	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 -
1. 著者名 上ヶ谷友佑・大谷洋貴	4. 巻 25(1)
2. 論文標題 数学教育における推論主義の可能性 学力調査で求められる実践的知識としての統計的概念に関する批判的考察	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 全国数学教育学会 数学教育学研究	6. 最初と最後の頁 67-76
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 有
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 -
1. 著者名 大谷洋貴・五十嵐敏文	4. 巻 7
2. 論文標題 初等教育段階における教科横断的な統計指導に向けた基礎的考察 - 統計的探究に着目して -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 初等教育カリキュラム研究	6. 最初と最後の頁 1-14
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 有
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 -

1. 著者名 大谷洋貴	4. 巻 7
2. 論文標題 統計的モデル化研究からみた統計的探究指導の方向性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本数学教育学会 春期研究大会論文集	6. 最初と最後の頁 53-60
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 -

1. 著者名 大谷洋貴・上ヶ谷友佑	4. 巻 52
2. 論文標題 尤度と確率：推論主義から得られる言語指導の必要性について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本数学教育学会 秋期研究大会発表集録	6. 最初と最後の頁 73-80
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 有
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 -

1. 著者名 大谷洋貴・上ヶ谷友佑	4. 巻 25(2)
2. 論文標題 教科書における統計的問題の推論主義的分析 中学校第1学年に焦点を当てて	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 全国数学教育学会 数学教育学研究	6. 最初と最後の頁 27-36
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 有
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 -

1. 著者名 大谷洋貴	4. 巻 30
2. 論文標題 統計的探究能力の育成に向けた基礎的考察 - 「Problem」と「Plan」の活動に焦点を当てて-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本女子大学紀要人間社会学部	6. 最初と最後の頁 15-28
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 -

1. 著者名 五十嵐敏文・大谷洋貴	4. 巻 34(3)
2. 論文標題 初等理科教育における統計指導に関する基礎的研究 教科の指導法に関する科目の使用教科書に着目して	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本科学教育学会研究会研究報告	6. 最初と最後の頁 5-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.14935/jsser.34.3_5">https://doi.org/10.14935/jsser.34.3_5</a>	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8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大谷洋貴
2. 発表標題 初等教育段階における教科横断的な 統計指導に向けて ( )
3. 学会等名 初等教育カリキュラム学会第3回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上ヶ谷友佑・大谷洋貴
2. 発表標題 推論主義と計量言語学の邂逅 中学2年生の証明観のサンプル分析
3. 学会等名 全国数学教育学会第49回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大谷洋貴・上ヶ谷友佑
2. 発表標題 教科書における統計的問題の推論主義的分析
3. 学会等名 全国数学教育学会第49回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大谷洋貴・上ヶ谷友佑
2. 発表標題 推論主義を視点とした統計単元の特徴：教科書の問いの分析を通して
3. 学会等名 日本数学教育学会 第51回秋期研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大谷洋貴
2. 発表標題 探索的データ解析アプローチから確率に基づくアプローチへの移行に関する一考察
3. 学会等名 日本科学教育学会 第43回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大谷洋貴・五十嵐敏文
2. 発表標題 理科教育における実験値の取り扱いについての学生の認識 統計的探究を視点とした基礎的調査
3. 学会等名 日本教科教育学会 第45回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大滝孝治, 袴田綾斗, 大谷洋貴, 福田博人
2. 発表標題 ブルゾーの推測ゲーム：統計的探究のための教材研究
3. 学会等名 全国数学教育学会 第51回研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大谷洋貴・上ヶ谷友佑
2. 発表標題 数学学習のまとめに関する推論主義的考察
3. 学会等名 全国数学教育学会 第51回研究発表会
4. 発表年 2019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
--	---------------------------	-----------------------	----