

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：37201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26780509

研究課題名(和文)統計的推論力の発達を軸として小中連携の強化を図る統計の授業開発に関する実証的研究

研究課題名(英文)Development of statistics lesson to strengthen the articulation between primary and lower secondary school curriculum: From the perspective of developing statistical reasoning abilities

研究代表者

川上 貴(Kawakami, Takashi)

西九州大学・子ども学部・講師

研究者番号：90709552

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、統計的推論力の発達という視点から小学校と中学校の校種間の連携を明確にし、深めるための理論・実践的方法・教材を開発することである。小・中学校における授業実践の分析の結果、小学生から中学生への統計的推論力の発達の道筋を「直観的な把握・考察」から「数理的な考察・処理」へのシフトであることを特定することができた。さらに、こうしたシフトの鍵として、モデルを創り上げたり修正したりするモデリングの活動が関わっている可能性があることを明らかにすることができた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this project is to develop the theory, practical way, and materials to clarify and strengthen the articulation between primary and lower secondary school curriculum from the perspective of developing statistical reasoning abilities. Through the analysis of teaching practice at the stage of primary and lower secondary education, I identified the trajectory of development of statistical reasoning abilities from the primary level to lower secondary level as the transition from intuitive inquiry to mathematical inquiry. Furthermore it was revealed that the key for the transition might be related to modelling activity, where students created and refined models.

研究分野：教育学

キーワード：統計的推論力 小中連携 算数・数学教育 インフォーマルな統計的推測 モデリング

1. 研究開始当初の背景

(1) 海外の研究動向から

質・量ともに膨大なデータを利活用し、新たな知の創出が求められる「ビッグデータ時代」では、統計的推論力(統計に係わる複数の概念を関連づけて統計情報を理解し、そこから判断し、その理由を説明できる能力(Ben-Zvi & Garfield, 2004))が必要不可欠となる。そのため、ICMI(国際数学教育委員会)による統計指導に関する研究では、統計的推論力の育成が21世紀の学校数学における統計指導の重要な目標の1つとして位置づけられている(Burill & Biehler, 2011)。一方で、統計的推論力の育成には長期的な指導を要するため、小学校や中学校の早い段階から統計的推論力を系統的に育成していく学習環境の整備が求められている(例えば、Garfield & Ben-Zvi, 2008)。

(2) 国内の研究動向から

平成20年・21年改訂の算数・数学科の統計カリキュラムでは、表やグラフの内容の羅列に留まり、学年間・校種間の指導を繋ぐ系統性やスパイラル性が欠如していた(青山, 2013)。特に、小中学校の統計指導の繋がりとそれぞれの独自性が不明確であった(景山, 2011)。例えば、小学校6年と中学校1年では、ヒストグラムを用いた度数分布の指導が位置づけられているが、小中学校の指導の繋がりがやそれぞれの指導のねらいの区別が曖昧である。そのため、統計カリキュラムにおける小中連携の強化が、系統的な統計指導の実現に向けた喫緊の課題の1つであり、小中学校における統計学習を通じて生涯的な統計の学びの土台を創るためにも、さらに、算数から数学への学習の移行期に直面する子ども達にとっての困難性を解消するためにも不可欠である。しかしながら、現在、算数・数学科の統計カリキュラムの開発に向けた試みとしては、統計的推論力の育成に着目したもの、さらには、小中接続に焦点をあてて、校種間を跨ぐ子ども達の学びのプロセスの実際に基づいて検討しているものは見られない。

(3) 着想に至った経緯

以上の国内外の研究動向や課題を踏まえ、申請者は、日本の統計カリキュラムの系統性の1つの可能性として、統計的推論力の育成に着目してきた。具体的には、小学校低・中・高学年段階の児童を対象として、分布の概念を関連づけて推論するプロセスを明らかにし、小学校の学年段階を通して統計的推論力を育成する指導系列を開発した。だが、「統計的推論力の系統的な育成プログラムの必要性」や「日本の統計カリキュラムにおける小中連携の不備」といった先行研究の指摘を踏まえると、中学校段階にも射程を広げ、統計的推論力の発達を視点として小学校と中学校の校種間の連携を強化する新たな統計

の授業や授業構成の枠組みを開発することが、次に取り組まなければならない喫緊の課題として考えるに至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、統計的推論力の発達という視点から小学校と中学校の統計授業の連携を明確にし、深めるための理論的基盤・実践的方法・教材を総合的に開発することである。

3. 研究の方法

上記の研究の目的を達成するために、以下の研究項目を遂行する：

- (1) 統計的推論力の発達を促進する授業構成に関する仮説の設定
- (2) 小学生及び中学生の統計的推論力に関する実態の調査
- (3) 統計的推論力の発達を促進する小学校・中学校の教材開発・授業設計・授業実践
- (4) 学年内・校種間における統計的推論力の発達プロセスの解明と授業構成に関する理論的枠組みの構築

4. 研究成果

- (1) 統計的推論力の育成に関する世界的な研究動向の概観

統計的推論力の発達を促進する授業構成に関する示唆を得るために、第9回統計指導の国際会議(ICOTS9)の発表論文をもとに、初等教育段階に焦点をあてて、統計的推論力の育成に関する世界的研究動向について概観した。結果として、以下の三つの傾向を特定し、概観することができた(川上, 2015: 雑誌論文): インフォーマルな統計的推論を促進する推論、幼少期からの統計的推論力の育成、モデリングと統計的推論力の育成。

- (2) 統計的推論力の発達を促進する授業構成に関する仮説の設定

申請者が行ってきた小学校における統計指導の事例において確認できる各学年段階の児童の統計的推論力を、現行の中学校の統計指導との関連性から再評価した。結果として、小・中学校を通して統計的推論力を系統的に育成していくための統計授業の構成の視点として、統計の内容面と方法面の各々の側面から特定した(川上, 2015: 雑誌論文)。

小学校低学年から統計で中核となるアイデアや概念を系統的に育成する

統計の内容面からの授業構成の視点として、小学校低学年から統計で中核となるアイデアや概念を系統的に育むことを挙げる。これは、学年進行に伴い、扱う統計的なアイデアや概念を増やし、それらを関連づけていくことである。中学校では、小学校で獲得した統計的なアイデアや概念を一層活用すると共に、統計的指標を用いて定式化した

り、新たなアイデアや概念と関連づけて洗練したりすることで、より主体的で質の高い統計的探究の実現が期待される。

こうした授業構成の指針を具現化するための具体的な活動も二つ特定した。一つが「グラフを創り上げる活動」である。子どもが作成した素朴な表現を正式な(formal)グラフへと洗練させていくわけである。目的に沿って素朴な表現を正式なグラフへと洗練させる過程で、範囲や度数などの分布の見方を子どもから引き出し、洗練させたり、そうした見方のよさを感じさせたりすることが期待できる。

もう一つが「グラフを囲むといった素朴な考察」である。これは、分布の概形やデータが集中する区間を囲むといった、分布の部分的な特徴や全体的な特徴を直観的に考察する活動を小学校低学年から重視するということである。こうした素朴で直観的な考察は、その後の学年で指導する分布の見方の素地になり得る。

小学校低学年から目的意識を持って統計的な探究プロセスを漸次経験していく

統計の方法面からの授業構成の視点として、小学校低学年から目的意識を持って統計的な探究プロセスを少しずつ経験することを挙げる。これは、学年進行に伴い、様々な問題解決の経験を通じて、プロセスの遂行に必要な見方や考え方を獲得したりしていく指導システムを想定する。小学校段階では、子ども自身が解決すべき(統計的な)問題を掴み、目的意識を明確に持った上で、限定的な探究プロセスを経験することに重きを置いている。こうした経験を土台として、中学校では、統計的な探究プロセス全体を理解した上で一連のプロセスを生徒が主体的に遂行できることをねらう。特に、(1)で国際的な研究動向として挙げた「インフォーマルな統計的推測」も踏まえ、データ収集の以前に分布等について予想し、必要があれば、予想を立て直す一連のサイクル(「予想 確認プロセス」と呼ぶ)を重視する。

(3) 小学生及び中学生の統計的推論力に関する実態の調査

静岡大学の松元新一郎教授の科研事業とタイアップし、小学生及び中学生を対象に統計的な資質・能力に関する実態調査を開発し、平成 28 年 7 月～9 月に行った。実施校は、北海道、東京都、静岡県、佐賀県、千葉県等の公立小学校・公立中学校である。実施対象は、小学校 4 年生 1006 名、小学校 5 年生 837 名、小学校 6 年生 1000 名、中学校 1 年生 1207 名である。なお、本調査の前に小学校 4 年 62 名を対象に予備調査を実施することで、本調査の問題や解答類型の妥当性を検証した。本調査の集計並びに分析作業は現在進行中であり、平成 29 年度内には、本調査から得られた成果を学会誌等に投稿する予定である。

(4) 統計的推論力の発達を促進する小学校・中学校の教材開発・授業設計・授業実践

(1)で設定した視点に基づき、統計的推論力の発達を促進する小・中学校の教材開発と授業設計並びに実践を行った。

グラフを創り上げる活動に焦点をあてた授業実践(小学校第 2 学年対象)

「クラスのボール投げの記録」を題材として、絵グラフを創り上げていく授業を実践した(川上・田中, 2016: 雑誌論文)。実践を通じて、個人でグラフを創り出す活動や、クラス全体での各自が創ったグラフを共有したり、よりよいグラフへ練り上げていく活動などを通して、子どもが「分布の見方」を深化させ、それを統計的推論に生かす姿を確認することができた。

データに基づいて将来のデータを推測する活動に焦点をあてた授業実践(中学校第 3 学年対象)

「人口推計」を題材として、子どもがデータに基づいて人口推計の方法(モデル)を創り出し、そのモデルを将来の人口の予測に活用することを意図した授業を実践した(川上・峰野, 2017: 雑誌論文)。授業を通じて、データから現象に潜む構造を見いだしたり、データの背後にある要因に着目したりしながら、将来のデータを推測するための方法を考えたり、修正・改善したりする生徒の姿を確認することができた。

(5) 学年内・校種間における統計的推論力の発達プロセスの解明と授業構成に関する理論的枠組みの構築

分析した全データをもとに、統計的推論力の発達という視点から小中学校の統計授業の連携を明確にし、深めるための理論的枠組みの構築と洗練を図った。具体的には、学年内・校種間における統計的推論力の発達プロセスを明らかにした。小学生から中学生への統計的推論力の発達の道筋を「直観的な把握・考察」から「数理的な考察・処理」へのシフトであることを特定することができた(図 1)。

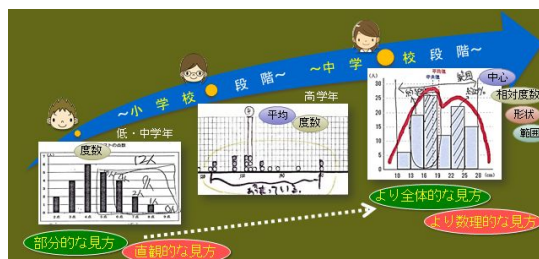


図 1 小学生から中学生への統計的推論の発達の道筋

図 1 の過程では、分布の見方も発達していくことが明らかになった。小学校低・中学年段階では分布を部分的に捉えていたのに対し

て、小学校高学年・中学校に進むにつれて、分布をより全体的に捉えていくわけである。

さらに、子どもが統計的なアイデアや概念を構成し、活用するための鍵となる学習活動として、モデルを創り上げる過程や他者（外界）からのモデルを共有し合う過程なども明らかにした（例えば、Kawakami, 2015：雑誌論文）。これらの過程は、データの世界と現実世界の文脈（real-world context）との行き来を活性化させ、図1のような発達を促進させ得る。こうしたモデル・モデリングに関わる活動と統計的推論力の伸長との関係は、(1)で挙げた、統計的推論力の育成に関する国際的な研究動向とも符合する。平成29年度からは、モデリングの視点から統計的推論の研究を進展させていく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計16件)

川上豊, 峰野宏祐 (2017). 統計データに基づくモデリングを促進する授業の開発について—中学校数学において「人口推計」を授業化する—, *統計教育実践研究*, 9, pp.83-86. (査読無)

Kawakami, T., Lamb, J., Matsuzaki, A., Saeki, A. (2016). Merging of task contexts and mathematics in dual modelling teaching: Case studies in Japan and Australia, *Long Paper Presented at TSG21 in the 13th International Congress on Mathematical Education (ICME13)*. (査読有)

Saeki, A., Matsuzaki, A., Kawakami, T., & Lamb, J. (2016). Examining the heart of the dual modelling cycle: Japanese and Australian students advance this approach, *Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME9)*, pp.1745-1751. (査読有)

川上豊, 田中知希 (2016). 小学校低学年における「分布の見方」を重視した統計授業の開発とその試み—クラスのボール投げを題材として—, *統計教育実践研究*, 8, pp.151-156. (査読無)

Kawakami, T., Saeki, A., & Matsuzaki, A. (2015). How do students share and refine models through dual modelling teaching?: The case of students who do not solve independently, In G. A. Stillman et al. (Eds.), *Mathematical Modelling in Education Research and Practice*, pp.195-206, Springer. (査読有)

Kawakami, T. (2015). Enhancing young children's reasoning about data distribution through model creating and sharing, *Proceedings of the 7th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education (EARCOME7)*, pp.597-605. (査読有)

佐伯昭彦, 松崎昭雄, 川上豊 (2015). 円柱状の螺旋に関する探究活動を系統的に実現する教材の一考察—小学校から高等学校までの系統性を志向して—, *数学教育学会誌*, 56(1/2), pp.1-14. (査読有)

川上豊 (2015). 中学校との連携を志向した小学校における統計カリキュラムの改善に関する一考察—「統計的推論力」の育成に着目して—, *西九州大学子ども学部紀要*, 6, pp.13-21. (査読無)

川上豊 (2015). 統計的推論力の育成に関する世界的な研究動向の一考察—ICOTS9の発表論文から—, *統計教育実践研究*, 7, pp.97-100. (査読無)

Lamb, J., Kawakami, T., Saeki, A., Matsuzaki, A. (2014). Leading a new pedagogical approach to Australian Curriculum Mathematics: Using the dual mathematical modeling cycle framework, *Proceedings of the 37th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA37)*, 357-364. (査読有)

〔学会発表〕(計13件)

Kawakami, T., & Mineno, K. (2016). How middle years students create and utilize data models to estimate population: A case study. *39th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA39)*, オーストラリア・アデレード. 2016年7月.

Kawakami, T. (2015). Combining models related to data distribution through conjecturing and validation: Paper helicopter experimentation with Year 5 students. *17th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA17)*, イギリス・ノッティンガム. 2015年7月.

川上豊 (2015). モデリングの視点からみた算数における統計指導の新たな可能性, *日本科学教育学会第39回年会*, 山形大学(山形県・山形市). 2015年8月.

Kawakami, T. (2014). A case study of an elementary school student's informal inferential reasoning in the paper helicopter experiment, *Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9)*, アメリカ・アリゾナ. 2014年7月.

〔図書〕(計3件)

川上豊 (2017). 「表やグラフを使って気温を予想しよう!」. 金本良通編著『アクティブ・ラーニングを位置づけた小学校算数科の授業プラン』pp.80-85. 明治図書.

川上豊 (2017). 「農業で働く人の数の変化について探ろう!」. 金本良通編著『アクティブ・ラーニングを位置づけた小学校算数科の授業プラン』pp.98-103. 明治図書.

川上貴 (2017) .「実験を繰り返して滞空時間の分布を比較しよう！」. 金本良通編著『アクティブ・ラーニングを位置づけた小学校算数科の授業プラン』 pp.116-121 . 明治図書 .

6 . 研究組織

(1)研究代表者

川上 貴 (KAWAKAMI, Takashi)
西九州大学・子ども学部・講師
研究者番号 : 26780509