

令和 4 年 6 月 6 日現在

機関番号：12201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K14053

研究課題名(和文)モデリングの視座から統計的推論を促進する算数・数学の授業構成に関する実証的研究

研究課題名(英文)Empirical research on the mathematics lesson that promotes statistical reasoning from the perspective of modelling

研究代表者

川上 貴(KAWAKAMI, Takashi)

宇都宮大学・共同教育学部・准教授

研究者番号：90709552

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文): 本研究の目的は、モデリングの特性を生かして子どもの統計的推論を促進する小学校算数及び中学校数学の授業構成の枠組みを構築し、統計領域の授業の改善に活用することである。研究の成果として、「統計的モデリングの学習指導に関する研究の国際的なレビュー」、「統計的推論の促進におけるモデルとモデリングの特質の特定」、「統計的推論とモデリングに焦点をあてた教師教育研究に向けた準備」を行うことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、実世界の問題解決のためにモデルを構成・洗練するモデリングの特性を生かして、実世界の文脈と関連づけて統計的概念を醸造しながら統計的推論を促す新たな授業構成枠組みを開発し、その成果を教員研修に適用する可能性を明らかにすることができた。こうした教師教育まで射程に置く実証的かつ総合的取組は、国内外の先行研究には見られず、ここに本研究の学術的意義を有する。また、こうした本研究の成果は、知識創造・情報化社会の中で自立・協働・創造を持続させる資質・能力を備えた人材の輩出に貢献できうる点で社会的意義も有する。

研究成果の概要(英文): The purpose of this study was to develop a framework for structuring primary and secondary mathematics lessons that promote students' statistical reasoning through modelling. The outcomes of the research were: 1) An international review of research on the teaching of statistical modelling, 2) Identification of model and modelling characteristics in promoting statistical reasoning, and 3) Preparation for teacher education research focused on statistical reasoning and modelling.

研究分野：数学教育学

キーワード：統計的推論 モデリング モデル 統計教育 数学教育

1. 研究開始当初の背景

(1) 国外の研究動向と課題

膨大なデータと対峙し、不確実性の下での意思決定が求められるビックデータ時代では、「統計的推論」(複数の統計的概念を関連づけて統計的情報や手続きについて説明し、判断すること)(Ben-Zvi & Garfield, 2004)が不可欠な素養となる。統計的推論では、統計的概念を構成し、それを用いて探究するため、統計の内容と方法を統合する、21世紀の学校数学における統計カリキュラムの系統性としても重視されている(Burill & Biehler, 2011)。また、近年、データに基づき現象のモデルを構築し、知見を獲得する統計学の特性に鑑み、子どもの統計的推論を促進する上で、実世界の問題解決のためにモデル(記述方法)を構成・評価・洗練するモデリングの考えや方法の重要性が指摘され始めている(例えば、English, 2012)。だが、ばらつきや分布に関するモデルを創り上げるモデリングの活動が、子どもの統計的推論に実際にどのように働きかけるのかはあまり解明されていない。統計的推論の育成には、長期的で系統的な指導を要することが明らかになっている中で、モデリングの視座からの、子どもの統計的推論のメカニズムの解明や統計的推論を効果的に促す方法論の構築が世界的に喫緊の課題となっている(Garfield & Ben-Zvi, 2008)。

(2) 国内の研究動向と課題

学習指導要領算数・数学科の改訂の動向をみると、統計の学習指導の一層の拡充とモデリングの過程や方法の重視が求められている。中央教育審議会教育課程部会が出した「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」の算数・数学科の方向性の中では、小・中・高等学校を通じた統計的な資質・能力の育成が提言され、そうした資質・能力を育成する数学的活動の1つとして、「日常生活や社会の事象を契機として展開する数学的な探究」、いわゆる「モデリング」が例示されている。だが、こうした提言はもとより国内の数学教育研究においても、モデリングの過程や考えを、統計の教授・学習過程の中でどのように明示的に取扱うと、モデリングを生かして統計の資質・能力を育む授業が実現できるのかについては十分に実証されていない。新教育課程が目指す「内容知と方法知を連動させた学び」を算数・数学の授業で具現化するためにも、統計とモデリングの連携を図る学習指導についての理論的、実践的な整備が不可欠である。

(3) 本研究の着眼点

以上の国内外の研究動向や課題を踏まえ、申請者は、小中連携を志向した統計的推論の育成に関する実践的研究(H26年度～H28年度科研費若手研究(B))の中で、統計とモデリングが互恵的に関わり合うことを明らかにした。多様な記述方法を開発・修正するモデリングの過程は、分布やばらつきの統計的概念を構成する「方法」に、統計に内在する実世界の文脈はモデリングの方法知を学ぶ「目的」になり得る。こうした統計とモデリングの連携の視点として、統計の内容と方法を統合する「統計的推論」が期待される。そこで本研究では、これまでの小・中学校の統計的推論の研究をモデリングの視座から発展させ、統計的推論の促進においてモデリングの特性を生かす授業枠組みを、教授過程と個々の子どもの学習過程の分析を通じて実証的に開発することに着目した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、モデリングの特性を生かして子どもの統計的推論を促進する小学校算数及び中学校数学の授業構成の枠組みを構築し、統計領域の授業の改善に活用することである。具体的には、以下の4つの研究項目を達成することをねらう。

(1) モデリングの特性を生かして統計的推論を促進する授業構成に関する暫定枠組みの設定

理論的研究と実践的研究を往還させて「新しい学び」をデザインする意図の下、文献解釈による統計的推論を促す上でのモデリングの特性の検討、以前に実施した統計やモデリングの授業データの再分析、モデリングの視点からの現行算数・数学教科書の分析を通して、モデリングの特性を生かして統計的推論を促す算数・数学の授業設計・教材開発・授業分析等の指針を導出する。

(2) 小・中学校段階の統計的推論に関する学年横断的な実態調査 —暫定枠組みの洗練—

上記(1)の授業構成の暫定枠組みを、資質・能力の経年発達の側面から子どもの実態に見合うものへと洗練させるために、「資料の活用」(中学校第1学年の内容)の学習前後の中学生を対象に、実世界の文脈における統計的推論をみる実態調査を2年間に渡り行い、小・中学校段階における統計的推論の発達の推移を明らかにする。

(3) 算数・数学の教材開発・授業実践とその分析 —枠組みの検証と改善—

上記(1)と(2)で設定した授業構成の枠組みを、実践的な側面から検証・改善するために、申請

者と小・中学校実践者とが協働して、統計的推論におけるモデリングの機能や特性を意識した小学校算数と中学校数学における教材の開発及び単元での授業実践を行う。そして、授業の質的分析を通して、一連の授業での子ども達の統計的推論の進展と共に、それに関わる個々の学習過程の諸相や教師の手だての役割等も明らかにする。

(4) 統計の授業に関する教員研修プログラムの開発と実践 —枠組みの適用—

本研究において獲得した理論的、実践的知見を教育現場に還元する意図の下、上記(1)～(3)を通じて構築した授業構成の枠組みに基づいて、統計の授業に関する教員研修プログラムを開発・実施し、授業構成の枠組みの学校現場への適用可能性について明らかにする。この教員研修プログラムでは、統計の教材、統計の教授・学習過程、子どもの反応についての捉え方をモデリングの視点から再構築することをねらう。

3. 研究の方法

研究計画としては、「(1) 授業構成の暫定枠組みの設定」と「(2) 実態調査」は第1年次を中心に、「(3) 教材開発と授業実践・分析」は第2・3年次を中心に、「(4) 教員研修の開発と実施」は第4・5年次を中心に行う。進捗状況に応じて次年度への継続や前年度からの検討を行う。

研究方法としては、上記の4つの研究項目を授業仮説の設定、授業デザインと実践、授業仮説の改善と適用といった学習科学のデザイン・メソッドに位置づけ、理論的研究と実践的研究を往還させながら、教授・学習過程の複雑性や多様性に応じた授業構成の理論を創り上げる。研究項目(3)に関しては、小・中学校の実践者と協働することで、授業構成の仮説に実践者の現場経験に基づく実践知を融合させながら教材開発や授業実践等を行うことが大いに期待できる。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

① 統計的モデリングの学習指導に関する研究の国際的なレビュー

近年行われ始めている、統計的モデリングの指導と学習に関する研究の国際的動向を体系的にレビューし、それらの研究で着目されている(統計的)モデルの役割や(統計的)モデリングの特質などについて明らかにした。こうしたレビューの成果は、査読付学術誌([1])として掲載された。さらに、[1]の研究成果を生かして、統計的モデリングの学習指導に関するレビューを多角的に実施した。本研究項目は、スウェーデンの数学教育研究者と国際共同研究として行うことができ、国際学会(ICME14, CERME12)において口頭発表(査読有)を行った。

[1]川上貴(2019). 統計的モデリングの指導と学習に関する研究の国際的動向：日本の初等中等教育段階における統計教育の展望. 日本数学教育学会誌, 101(3), 15-27.
https://doi.org/10.32296/jjsme.101.3_15

② 統計的推論の促進におけるモデルとモデリングの特質の特定

a. 統計的推論の促進におけるモデルの役割

統計的推論の1つであるインフォーマルな統計的推測(informal statistical inference: 以下, ISI)の促進において、低学年児童を事例として、データモデリングのプロセスを通して生成されるモデルが果たす役割について明らかにした。ISIの活動を含む一連のデータモデリングのプロセスが内在する実験授業(小学2年生対象)を、ISIの特質とモデルの思考的役割の視点から分析・考察した。その結果、データモデリングのプロセスを通して生成・共有されたモデルが、データのばらつきや確率的なばらつきの構造について児童なりの、①導出を促す「記述手段」としての役割、②類推を導く「参照物」としての役割、③統一的・包括的な説明を可能にする「説明手段」としての役割を同時に果たし、児童によるISIの特質の顕在化やその内容の深化を支えていることが明らかとなった。こうした成果に関しては、国内学会(日本数学教育学会秋期研究大会)において論文発表(査読有) ([2])を行い、査読付学術誌([3])として掲載が決定した。

[2]川上貴(2020). 低学年児童のインフォーマルな統計的推測の促進におけるモデルの役割：データモデリングが内在する授業の分析. 日本数学教育学会第53回秋期研究大会発表集録, 25-32.

[3]川上貴(2022). 低学年児童の非形式的な統計的推測の促進におけるモデルの役割：データモデリングの過程に着目して. 科学教育研究, 46(2). (印刷中)

b. 統計的推論の促進におけるモデリングの役割

モデルとモデリングの視点を取り入れた小学校第2学年の統計の授業を設計・実践し、児童の統計的推論の様相を分析した。その結果、統計的推論の羅針盤としてのモデルの役割と、以前の統計的推論の過程とその結果を以後の統計的推論に有機的に繋げていく力動性・連続性・累積性を帯びた活動としてのモデリングの役割を事例的に明らかにした。こうした成果に関しては、国際学会(ICOTS10)において口頭発表(査読有) ([4])を行い、Excellence Award for Early Career Paper at ICOTS10を受賞した。

- [4] Kawakami, T. (2018). How models and modelling approaches can promote young children's statistical reasoning. In M.A. Sorto, A. White, & L. Guyot (Eds.), *Proceedings of the 10th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS10)*. Kyoto, Japan: ISI/IASE.
https://iase-web.org/icots/10/proceedings/pdfs/ICOTS10_2G1.pdf?1531364244

c. 統計的推論の促進における数学・統計・文脈の融合

モデルとモデリングの視点を取り入れた中学校第3学年の統計の授業を設計・実践し、データに基づくモデリングの様相を分析した。その結果、生徒は、データを中核に据えたモデリングの活動を通して、数学的なアイデアや統計的なアイデアや文脈的なアイデアを融合させて問題解決に取組める可能性を事例的に明らかにした。こうした成果に関しては、査読付チャプター論文 ([5]) として掲載された。

- [5] Kawakami, T., & Mineno, K. (2021). Data-Based Modelling to Combine Mathematical, Statistical, and Contextual Approaches: Focusing on Ninth-Grade Students. In F. K. S. Leung et al. (Eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West* (pp.389-400). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6_32

③ 統計的推論とモデリングに焦点をあてた教師教育研究に向けた準備

統計的推論とモデリングに焦点をあてた教師教育の準備として、算数・数学教科書の問題からモデリングの問題への再教材化するための枠組みを構築・実証した。まず、モデリングを志向した教員研修プログラムにおける参加者の算数・数学教科書の問題に対する捉え方の特徴や変容を「現実の世界」と「数学の世界」の視点から分析した。次に、算数・数学教科書の問題をモデリングの特性を強調した問題に再教材化するための枠組みを構築し、その枠組みに基づいて実施した教員養成プログラムにおける参加者の活動を分析した。その結果、参加者が主に問題の真正化や定式化の過程の顕在化の視点から算数・数学教科書の問題を再教材化することはできることが事例的に明らかとなった。そして、再教材化を目指した教員研修を行う上での留意点や、研修で行った再教材化の活動が参加者の教授学的内容知の修正や拡張・統合につながり得ることを指摘した。これらの結果は、国内査読付学術誌 ([6], [7], [8]) に掲載された。さらに、日本科学教育学会奨励賞 (受賞対象[6])、数学教育学会馬場奨励賞(優秀論文賞) (受賞対象[8]) を受賞した。

- [6]川上貴 (2018). 数学的モデリング指導に向けた小学校教師の算数教科書の問題をみる視点の形成. 科学教育研究, 42(4), 350-365. <https://doi.org/10.14935/jssej.42.350>
- [7]佐伯昭彦・川上貴・金児正史 (2019). 算数・数学教科書の応用問題を数学的モデリングの教材に作り替えるための枠組みに関する一考察. 科学教育研究, 43(3), 220-232. <https://doi.org/10.14935/jssej.43.220>
- [8]川上貴・佐伯昭彦・金児正史 (2019). 算数・数学教科書の問題から数学的モデリングの問題への再教材化を目指した教員研修の可能性. 数学教育学会誌, 60(3/4), 35-47. https://doi.org/10.34323/mesj.60.3-4_35

(2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

統計的推論の効果的な促進を志向した授業デザインの開発とそれを授業化する指導力の育成は、学校数学における統計指導の研究の世界的な課題である。特に日本では、学習指導要領算数・数学科改訂の審議の中で、統計的な資質・能力の育成の重視が提言されており喫緊の課題である。これら国内外の課題に対して、本研究では、申請者が行ってきた小・中学校における統計的推論の研究の成果をモデリングの視座から発展させることができた。具体的には、実世界の問題解決のためにモデルを構成・洗練するモデリングの特性を生かして、実世界の文脈と関連づけて統計的概念を醸造しながら統計的推論を促す新たな授業構成枠組みを開発し、その成果を教員研修に適用する可能性を明らかにすることができた。こうした教師教育まで射程に置く実証的かつ総合的取組は、国内外の先行研究には見られず、ここに本研究の独自性を有すると考える。

本研究の意義は、3点挙げられる。第一に、統計的推論の発達(分布を多面的に捉えられる等)とモデリングの進展(データの属性や記述方法を生成・洗練する等)との相互作用のメカニズム及びそれに基づく教授の原理・原則が理論的かつ実践的に明らかになるため、学習指導要領算数・数学科(2017年・2018年告示)が目指す「数学的活動を通じた資質・能力の育成」を授業で具現化する方策への貴重な提言になる。第二に、本研究の授業実践で貫くデータに基づくモデリングは他の学問領域を横断する普遍的なプロセスであるため、開発した授業デザインは、数学と統計を基盤としたSTEM (Science, Technology, Engineering, & Mathematics) 教育実践の革新に向けた提言にも繋がる。第三に、モデリング過程の下で統計的推論を行う学びは、よりよいものを志向した柔軟な意思決定、予測、他者との議論を行う力を実世界の文脈の中で育むため、知識創造化・情報化社会の中で自立・協働・創造を持続させる資質・能力を備えた人材の輩出に貢献できる。

(3) 今後の展望

今後は、本研究の成果を踏まえ、学校教育（子どもを対象）と教師教育（教員養成系大学生や現職教師を対象）の両方を射程に入れ、数学教育におけるデータモデリングの体系的な指導枠組みの構築とその指導枠組みの学校教育・教師教育での有用性の実証に取組みたい。本研究を通して、子どもが対峙する「データ」には、数学的知識や統計的知識を応用しながらモデリングプロセスを遂行することを保障する豊かな探究の場としての役割や、モデリングプロセスを通して数学的知識や統計的知識を醸造することを保障する知の源泉としての役割があることがみえてきた。他方で、モデリングプロセスを日頃の算数・数学の授業に取り入れるための教員養成の授業や教員研修も設計し、その有効性を検証してきた。そこでは、モデリングプロセスを経験したことを、教材開発や授業展開を考案する際の見本とする大学生や教師の様相が見られた。これらの研究の知見から、データを中核に据えたモデリングプロセスについて学ぶことは、子どもにとって、課題探究力の育成や知識構成に寄与し、大学生や教師にとって、教材研究力や授業設計力の向上に寄与しうると考えられる。

<引用文献>

- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Eds.), *The challenges of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp.3-15). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_1
- Burrill, G., & Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers, in C. Batanero et al. (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education* (pp.57-69). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_10
- English, L. (2012). Data modelling with first-grade students, *Educational Studies in Mathematics*, 81, 15-30. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9377-3>
- Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8383-9>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 12件）

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 川上貴 | 4. 巻 46 |
| 2. 論文標題 低学年児童の非形式的な統計的推測の促進におけるモデルの役割：データモデリングの過程に着目して | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 科学教育研究 | 6. 最初と最後の頁 - |
| 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 滝田和徳, 水野高宏, 川上 貴, 牧野智彦, 日野圭子 | 4. 巻 104 |
| 2. 論文標題 説明の評価・改善を通じた中学1年生の批判的思考の進展の特徴づけ：「図形の移動の活用」の授業における班の話し合いの事例から | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 日本数学教育学会誌 数学教育 | 6. 最初と最後の頁 - |
| 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 Kawakami Takashi, Komeda Shigekazu, Saeki Akihiko | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Year 6 Students' Gradual Identification of Mathematical Models of Average Speed When Making Sense of 'Walking' | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Stillman G., Kaiser G., Lampen C. (Eds.), Mathematical Modelling Education and Sense-making. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling. Springer, Cham. | 6. 最初と最後の頁 151 ~ 162 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-37673-4_14 | 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 Komeda Shigekazu, Kawakami Takashi, Kaneko Masafumi, Yamaguchi Takashi | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Deepening and Expanding Mathematical Models of Speed in Relation to Walking: The Case of Year 8 Students | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Stillman G., Kaiser G., Lampen C. (Eds.), Mathematical Modelling Education and Sense-making. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling. Springer, Cham. | 6. 最初と最後の頁 175 ~ 185 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-37673-4_16 | 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 Kawakami Takashi、Mineno Kosuke | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Data-Based Modelling to Combine Mathematical, Statistical, and Contextual Approaches: Focusing on Ninth-Grade Students | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Leung F. K. S. et al. (Eds.), Mathematical Modelling Education in East and West | 6. 最初と最後の頁 389 ~ 400 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-66996-6_32 | 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 川上 貴 | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 低学年児童のインフォーマルな統計的推測の促進におけるモデルの役割：データモデリングが内在する授業の分析 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 日本数学教育学会第53回秋期研究大会発表集録 (論文発表) | 6. 最初と最後の頁 25-32 |
| 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 川上 貴、佐伯 昭彦、金児 正史 | 4. 巻 60 |
| 2. 論文標題 算数・数学教科書の問題から数学的モデリングの問題への再教材化を目指した教員研修の可能性 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 数学教育学会誌 | 6. 最初と最後の頁 35 ~ 47 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34323/mesj.60.3-4_35 | 査読の有無 有 |
| 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 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Keiko Hino, Tomohiko Makino, Takashi Kawakami | 4. 巻 13 |
| 2. 論文標題 Mid-career teacher learning in a mathematics professional development program: Focusing on the growth of teacher's perspectives | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Hiroshima Journal of Mathematics Education | 6. 最初と最後の頁 57 - 78 |
| 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 オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 Masafumi Kaneko, Akihiko Saeki, Takashi Kawakami | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Creating contact points between empirical modelling and theoretical modelling in teacher education: The case of pendulum problem | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11). Utrecht, the Netherlands: Freudenthal Group & Freude | 6. 最初と最後の頁 - |
| 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 オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 佐伯 昭彦, 川上 貴, 金児 正史 | 4. 巻 43 |
| 2. 論文標題 算数・数学教科書の応用問題を数学的モデリングの教材に作り替えるための枠組みに関する一考察 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 科学教育研究 | 6. 最初と最後の頁 220-232 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jssej.43.220 | 査読の有無 有 |
| 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 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 川上 貴 | 4. 巻 101(3) |
| 2. 論文標題 統計的モデリングの指導と学習に関する研究の国際的動向: 日本の初等中等教育段階における統計教育の展望 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 日本数学教育学会誌 | 6. 最初と最後の頁 15-27 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32296/jjsme.101.3_15 | 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 川上 貴 | 4. 巻 42(4) |
| 2. 論文標題 数学的モデリング指導に向けた小学校教師の算数教科書の問題をみる視点の形成 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 科学教育研究 | 6. 最初と最後の頁 350-365 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14935/jssej.42.350 | 査読の有無 有 |
| 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 - |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Takashi Kawakami | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 How models and modelling approaches can promote young children's statistical reasoning | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS10) | 6. 最初と最後の頁 - |
| 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 オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Takashi Kawakami, Akihiko Saeki, & Masafumi Kaneko | 4. 巻 1 |
| 2. 論文標題 Secondary teachers constructing perspectives on developing mathematical modelling problems: Use of a modelling diagram for 'Kyozaikenkyu' | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 8th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education (EARCOME8) | 6. 最初と最後の頁 502-512 |
| 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 オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|----------------------|
| 1. 著者名 Takashi Kawakami | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Combining models related to data distribution through productive experimentation | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Mathematical Modelling and Applications. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling | 6. 最初と最後の頁 95-105 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-62968-1_8 | 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 Janeen Lamb, Akio Matsuzaki, Akihiko Saeki, Takashi Kawakami | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 The dual modelling cycle framework: Report on an Australian study | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Mathematical Modelling and Applications. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling | 6. 最初と最後の頁 411-419 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-62968-1_34 | 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 該当する |

〔学会発表〕 計25件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 10件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takashi Kawakami, Jonas Bergman Arleback |
| 2. 発表標題 Characterising rationales for using statistical modelling in education research from a mathematical modelling perspective: A review |
| 3. 学会等名 Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12) (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takashi Kawakami, Jonas Bergman Arleback |
| 2. 発表標題 The rationales of statistical modelling in education research from a mathematical modelling perspective |
| 3. 学会等名 The 14th International Congress on Mathematical Education (ICME14) (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 川上 貴, 秋澤克樹 |
| 2. 発表標題 小学校算数科における数学的モデリングに焦点をあてた指導：フェルミ推定を題材として |
| 3. 学会等名 第102回全国算数・数学教育研究大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takashi Kawakami, Jonas Bergman Arleback |
| 2. 発表標題 Learning to solve real life problems through statistical models and modelling |
| 3. 学会等名 The 19th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA19)Symposium 3 (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takashi Kawakami, Kosuke Mineno |
| 2. 発表標題 Data-based modelling to combine mathematical, statistical, and contextual ideas: Population estimate with grade 9 students |
| 3. 学会等名 The 19th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA19) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takashi Kawakami |
| 2. 発表標題 Data-based modelling to combine mathematical, statistical, and contextual ideas: Boundary interactions between mathematical modelling and statistical modelling |
| 3. 学会等名 The 19th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA19) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takashi Kawakami, Akihiko Saeki, Masafumi Kaneko |
| 2. 発表標題 In-service teachers' collaborative transformation from textbook problems to modelling problems: First step of professional development on modelling |
| 3. 学会等名 The 19th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA19) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 川上 貴, 服部裕一郎 |
| 2. 発表標題 批判的思考力の育成におけるモデル・モデリングを核とした学習指導の貢献 企画趣旨 |
| 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 川上 貴, 池田敏和, Borromeo Ferri, R |
| 2. 発表標題 数学的モデリング指導に関する評価問題の教員養成への活用 |
| 3. 学会等名 日本数学教育学会第52回秋期研究大会発表収録 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 川上 貴 |
| 2. 発表標題 統計教育におけるモデリング研究の世界的傾向に関する一考察 |
| 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 川上 貴 |
| 2. 発表標題 算数科で求められる統計教育とその実現のための教員養成・研修の在り方 |
| 3. 学会等名 2018年度 統計関連学会連合大会（招待講演） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 川上 貴 |
| 2. 発表標題 統計的推論の促進におけるモデルとモデリングの役割 ある児童によるグラフの作り替えの事例からの示唆 |
| 3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 川上 貴 |
| 2. 発表標題 汎用的能力の育成におけるモデル・モデリングに関する学習指導の貢献を探る 企画趣旨 |
| 3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 立野真一・川上 貴 |
| 2. 発表標題 目的に応じてグラフを作り替えていく統計指導 小学校第5学年の事例 |
| 3. 学会等名 日本数学教育学会第100回全国大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takashi Kawakami, Shigekazu Komeda, Akihiko Saeki |
| 2. 発表標題 YEAR 6 STUDENTS' IDENTIFICATION OF MATHEMATICAL MODELS OF SPEED WHEN MAKING SENSE OF " WALKING " |
| 3. 学会等名 The 18th Conference of the International Community of Teachers of Modelling and Applications (ICTMA18) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 higekazu Komeda, Takashi Kawakami, Masafumi Kaneko, Takashi Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Deepening and Expanding Mathematical Models of Speed in Relation to Walking: The Case of Year 8 Students |
| 3. 学会等名 The 18th Conference of the International Community of Teachers of Modelling and Applications (ICTMA18) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

〔図書〕 計2件

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 渡辺美智子, 青山和裕, 川上貴, 山口和範 | 4. 発行年 2017年 |
| 2. 出版社 日本図書センター | 5. 総ページ数 144 |
| 3. 書名 レッツ! データサイエンス 親子で学ぶ! 統計学はじめて図鑑 | |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 笠井健一, 藤井斉亮, 清水美憲, 齊藤一弥, 川上貴, 他 | 4. 発行年 2017年 |
| 2. 出版社 明治図書 | 5. 総ページ数 117 |
| 3. 書名 平成29年版 学習指導要領改訂のポイント 小学校 算数 (『授業力&学級経営力』PLUS) | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|--|
| 2021年3月 馬場奨励賞(優秀論文賞), 数学教育学会 2019年8月 奨励賞, 日本科学教育学会 2018年7月 Highly Commended Award for the 10th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS10) by an Early Career Researcher, 国際統計教育協会(IASE) |
|--|

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|

| | | | | |
|--------|----------------------|--|--|--|
| スウェーデン | Linkoping University | | | |
| ドイツ | University of Kassel | | | |