

学位論文審査の結果の要旨

1. 申請者氏名	川上 貴
2. 審査委員	主査：連大教授（鳴門教育大学）佐伯 昭彦 副主査：連大教授（上越教育大学）布川 和彦 委員：連大教授（兵庫教育大学）濱中 裕明 委員：連大教授（兵庫教育大学）山本 智一 委員：連大教授（岐阜大学）益子 典文
3. 論文題目	学校数学におけるデータ駆動型モデリングの学習指導に関する研究
4. 審査結果の要旨	<p>先端課題実践開発専攻先端課題実践開発連合講座 川上 貴 から申請のあった学位論文について、兵庫教育大学学位規則第16条に基づき、下記のとおり審査を行った。</p> <p>論文審査日時：令和5年2月16日（木） 10時00分～10時50分 場所：オンライン</p> <p>1. 学位論文の構成と概要</p> <p>(1) 学位論文の構成</p> <p>第1章 学校数学におけるデータに焦点をあてたモデリングに関する研究の展開と課題 第2章 データ駆動型モデリングを捉える枠組みの設定 第3章 データ駆動型モデリングを捉える枠組みの実践的例証 第4章 データ駆動型モデリングを捉える枠組みの指導への活用可能性</p> <p>(2) 学位論文の概要</p> <p>本研究の目的は、学校数学におけるデータ駆動型モデリング（DDM）を捉える枠組みを設定し、授業の事例に基づいてその枠組みを実践的に例証するとともに、構築した枠組みの指導への活用可能性を明らかにすることである。この研究目的を達成するために、理論と実践の往還を志向して、①データ駆動型モデリングを捉える枠組みの設定（研究課題1）、②データ駆動型モデリングを捉える枠組みの実践的例証（研究課題2）、③データ駆動型モデリングを捉える枠組みの指導への活用可能性（研究課題3）、の3点を研究課題としている。研究課題に対する主な方法は、先行研究の文献解釈による理論的考察と、設定した理論的枠組みを用いた授業事例の分析による実証的考察である。</p> <p>第1章では、数学教育におけるデータに着目した数学的モデリング研究と統計教育における統</p>

計的モデリング研究の動向についてレビューし、3つの研究課題が導出された背景と本研究の立場を明らかにしている。データに着目した数学的モデリング研究の特徴の1つとして、数学的モデルとデータの関係に焦点をあてていること、統計的モデリング研究の特徴の1つとして、統計的モデルとデータとの関係に焦点をあてていることを指摘している。その一方で、先行研究の理論的課題として、数学と統計の双方に着目したモデリングの先行研究も存在することから、学校数学におけるデータに焦点をあてたモデリングの活動の再概念化が必要である点を挙げている。また、実践的課題として、学習者のデータに対する多面的・複眼的な思考過程が十分に明らかにされていない点、それゆえ、その思考過程を指導に活用するための方法も明らかにされていない点を挙げている。本研究では、こうした理論的課題や実践的課題に挑むアプローチとして、DDMの活動における数学的モデルと統計的モデルの相互作用に着目している。

第2章では、研究課題1に取り組み、まず、DDMとそれに付随する概念を規定し、データに着目した数学的モデリングや統計的モデリングとの比較を通して、DDMの特質を明らかにしている。そして、数学的モデルと統計的モデルに焦点をあてた学校数学におけるDDMを捉える枠組みとして、以下の3つを設定している：(a) DDMのプロセスにあたる、データ/文脈、数学的モデル、統計的モデルの相互作用を捉える枠組み、(b) DDMの成果にあたる、予測の進展とデータの見方の進展を捉える枠組み、(c) DDMのプロセスと成果の間の媒介にあたる、予測の進展における数学的モデル・統計的モデルの役割を捉える枠組み。

第3章では、研究課題2に取り組み、まず、中学3年生の授業事例に基づいて、(a) DDMのプロセスを捉える枠組みを例証している。学習者は、よりよい予測を行うために、データ/文脈に基づく数学的モデルと統計的モデルの生成・評価・改訂、確率的な解釈を通じた数学的モデルに基づく統計的モデルの生成、決定論的な解釈を通じた統計的モデルに基づく数学的モデルの生成を繰り返したり、あるいは同時に行ったりしていることを明らかにしている。次に、小学5年生の授業事例に基づいて、(b) DDMの成果を捉える枠組みを例証している。DDMの活動を通して、学習者は、データを予測の証拠として使用したり、予測の中に不確実性を表出させたりしながら、予測を進展させていることを明らかにしている。また、分布の構成要素を関連づけたり、文脈とも関連づけたりしながら、ばらつきをより全体的に捉えて、データの見方を進展させていることも明らかにしている。最後に、小学2年生の授業事例に基づいて、(c) 予測の進展における数学的モデル・統計的モデルの役割を捉える枠組みを例証している。DDMの活動を通して生成された数学的モデル・統計的モデルは、予測の進展において、「記述手段」、「参照物」、「説明手段」という3つの役割を果たしながら、学習者に実際に利用されることを明らかにしている。

第4章では、研究課題3に取り組み、まず、構築した枠組みの構成要素である「数学的モデル」と「統計的モデル」、及び、DDMの特質である「応用指向」と「構造指向」を視点として、DDMの基本的な活動タイプを導出している。次に、枠組みの構成要素であるデータ/文脈、数学的モデル、統計的モデルの相互作用を視点として、DDMにおける教師の介入場面と介入方法を導出している。最後に、枠組みにあるDDMの過程の模式図の活用を視点として、DDMの教師教育の可能性について指摘している。

以上のことから、本研究で構築したDDMを捉える枠組みが、データに対する学習者の思考過程とその成果を精緻に記述し、特徴づけることができるとともに、DDMの教材や授業を開発したり、DDMの教師教育の活動を設計したりするうえで、実践的な有用性を備えているという結論を得ている。

2. 審査経過

(1) 独創性と発展性

本研究の独創性は、数学的モデルと統計的モデルを視座として、これまで未分化状態であった、学校数学におけるデータに焦点をあてたモデリングの活動を再概念化したことにある。すなわち、データと数学的モデルの関係に焦点をあてた数学的モデリング、データと統計的モデルの関係に焦点をあてた統計的モデリング、そして、データとモデルの関係性に焦点をあてるなかで、特に数学的モデルと統計的モデルの双方に着目するDDMである。こうした概念の整理により、既存の研究の立場や位置づけを相対化することができる。そして、従来の数学的モデリング、統計的モデリングの括りでは抜け落ちてしまったり、捉えきれなかったりした数学的推論と統計的推論を柔軟に使い分ける学習者のダイナミックな活動の様相を捉えることができる。

また、DDMは、数学的モデリングと統計的モデリングの特質も含んでいることから、DDMの研究では、数学的モデリング研究（数学教育研究）と統計的モデリング研究（統計教育研究）の知見を有機的に融合させることができる。そのため、数学的モデルと統計的モデルの双方に着目する本研究のアプローチは、数学的モデリング研究と統計的モデリング研究の連携、ひいては、数学教育研究と統計教育研究の連携のための具体的な研究手法の1つのモデルになりうる。また、データは、学際的な特質を備えていることから、本研究で構築した枠組みを、STEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）教育へ応用することも示唆される。これらの点において、本研究の発展性がみられる。

(2) 学校教育の実践への貢献および社会的な貢献

本研究の学校教育の実践への貢献は、以下の2つである。1つは、数学的モデルと統計的モデルの両観点から学習者のモデルの変容と活用の様相を精緻に捉えることで、学習者のデータに対する多面的・複眼的な思考過程と思考結果をより詳細に記述し、特徴づけることができたことである。もう1つは、データ/文脈、数学的モデル、統計的モデルの間の行き来の視点から、DDMの教材・授業や教師教育の活動を設計するための方法を明らかにしたことである。これらの方法は、学校数学における数学教育と統計教育の連携の課題に対する実践的な方策の1つになりうる。

また、本研究では、小学校低学年の事例の分析も取り上げていることから、数学的推論と統計的推論を柔軟に組み合わせて、データに基づいて予測していくようなデータ駆動型の創造的な学習が、学校数学において小学校低学年から実現することができるようになることが期待される。こうした学習は、データサイエンスの素養やビッグデータ社会・AI実装化社会への対応力を備えた市民性を小学校低学年から系統的に育むことに繋がるものである。この点において、本研究の社会的な貢献も期待される。

3. 審査結果

以上により、本審査委員会は 川上 貴 の提出した学位論文が博士（学校教育学）の学位を授与するにふさわしい内容であると判断し、全員一致で合格と判定した。