

学 位 論 文 要 旨

氏 名 川上 貴

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

学位論文要旨（和文2,000字又は英文1,000語程度）

ビッグデータやAIが溢れる複雑で不確実な社会では、数学的推論と統計的推論を駆使してデータに基づく予測や意思決定を行う力が市民に求められている。そのため、学校数学において、よりよい予測を志向して、データの傾向やばらつきに関するモデル（数学的モデル・統計的モデル）を生成、評価、改訂するモデリングの学習を強調したり、新たに位置づけたりすることが重要となる。本研究では、こうしたモデリングを「データ駆動型モデリング」（data-driven modelling：DDM）と呼ぶ。

本研究では、学校数学における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を目的とした。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、以下の3つの研究課題を設定した。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。

研究課題1：数学的モデルと統計的モデルの双方に着目したDDMを捉える枠組みを設定すること。

研究課題2：研究課題1で設定したDDMにおけるプロセス、成果、数学的モデル・統計的モデルの役割を捉える枠組みを実践的に例証すること。

研究課題3：研究課題2で構築したDDMを捉える枠組みの指導における活用可能性について検討すること。

最初に、研究課題に取り組む準備として、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た。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、関数関係の記述・説明や数量化のためのツールとしての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、ばらつきの振る舞いを記述・説明するためのツールとしての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た。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

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た。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た。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た。

研究課題1に対しては、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た。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つを設定した：(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。

研究課題2に対しては、まず、授業事例I「人口予測」（中学3年生対象）に基づいて、(a) DDMのプロセスを捉える枠組みを例証した。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が明らかになった。次に、授業事例II「紙ヘリコプターの滞空時間予測」（小学5年生対象）に基づいて、(b) DDMの成果を捉える枠組みを例証した。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が明らかとなった。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となった。最後に、授業事例III「乳歯の脱落数予測」（小学2年生対象）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た。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が明らかとなった。しかも、学習者が数学的モデルを生成するか、統計的モデルを生成するかによって、予測の進展において、それらのモデルの役割の果たし方に違いが生じることも明らかとなった。

研究課題3に対しては、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た。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た。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た。

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た。