

学位論文審査の結果の要旨

1. 申請者氏名	佐々 祐之
2. 審査委員	主 査：（上越教育大学教授） 梅 野 正 信 副主査：（上越教育大学教授） 越 良 子 委 員：（兵庫教育大学准教授） 森 廣 浩一郎 （岡山大学教授） 黒 崎 東洋郎 （上越教育大学教授） 中 川 仁
3. 論文題目	論証指導における操作的証明の機能に関する研究 ～中学校数学科における学習環境デザインを通して～
4. 審査結果の要旨	<p>論文提出による学位申請者 佐々 祐之 氏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：平成27年2月8日（日） 11時00分～11時30分 場所：上越教育大学 中会議室</p> <p>1. 学位論文の構成と概要</p> <p>本論文は、序章および終章を含め、7つの章から構成されている。</p> <p>序章 本研究の目的と方法</p> <p>1節 研究の背景 2節 研究の目的と方法 3節 論文の構成</p> <p>第1章 学校教育における論証指導の現状</p> <p>1節 小学校段階における論証指導の概要 2節 中学校数学科における代数的証明の指導の概要</p> <p>第1章のまとめ</p> <p>第2章 操作的証明の概念</p> <p>1節 学校教育における「証明」の概念 2節 ヴィットマンの「操作的証明」の概念</p> <p>第2章のまとめ</p>

第3章 おはじきと位取り表の操作に関する学習者の実態

1節 インタビュー調査の位置づけと実施計画

2節 調査結果の概要

3節 調査結果の考察

第3章のまとめ

第4章 操作的証明を取り入れた授業実践

1節 授業実践で用いた題材

2節 公立中学校における試行授業

3節 附属中学校における実験授業

4節 公立中学校における実験授業

第4章のまとめ

第5章 論証指導における操作的証明の機能

1節 課題探究としての証明における操作的証明に位置づけ

2節 操作的証明の構想に関するプロセス

3節 操作的証明の発展性

第5章のまとめ

終章 本研究の総括と今後の課題

1節 本研究の総括

2節 今後の課題

各章の概要は以下のとおりである。

序章では、論証指導が学校教育における重要な位置を占めるようになってきていることを踏まえ、総合的な学習プロセスとしての「証明すること（Proving）」の視点に立った論証指導の改善を志向する必要があるという問題意識をまとめた上で、本研究の目的を、小学校から中学校にかけて算数・数学科という教科指導において主に行われている論証指導の改善のための方策の検討と設定した。また、研究の方法として、ヴィットマンが提唱する操作的証明という概念を取り上げ、その性格を明らかにするとともに、操作的証明を取り入れた学習環境のデザインを行い、論証指導における操作的証明の機能について、教育実践学的な視点から実証的な考察を行うということを述べ、全体の章構成を示した。

第1章では、学習活動としての論証指導の現状を把握するために、小学校段階から中学校段階にかけて算数・数学科という教科において主に行われている論証に関わる学習活動について、学習指導要領、教科書、各種学力調査の結果、先行研究等を分析し、課題の整理を行った。特に、本研究での中心的概念である操作的証明という証明方法の特性に考慮して、ここでは、数の性質について扱う代数的証明に焦点化し、学習指導の現状を分析した。

第2章では、論証指導に関する先行研究を整理し、形式的証明に対峙する概念としての前形式的証明という概念の特徴を明らかにした。その上で、前形式的証明の1つと位置付けられるヴィットマンが提唱する「操作的証明」という概念を取り上げ、その特徴や性格を明らかにするとともに、おはじきと位取り表を用いた操作的証明の具体例を示し、その教育的意義や発展性を考察した。

第3章では、操作的証明を取り入れた具体的な学習環境のデザインに向けて、児童生徒の既習知識・技能を把握するための実証的研究として、おはじきと位取り表の操作に関するインタビュー調査を実施し、その結果を分析、考察した。インタビュー調査の結果、小学校高学年という発達段階の児童に関しては、おはじきと位取り表による数の表現については問題なく理解できるものの、おはじきの操作の意味理解に関しては、教師による指導が必要であるとともに、筆算等の計算技能だけではなく、数を柔軟に見る見方などに関する素地的経験が必要であることを明らかにした。

第4章では、学習環境デザインの対象を、文字を用いた形式的証明を学習する中学校第2学年の生徒に設定し、ANNA数の数学的現象を題材とした学習環境のデザインを行った。公立中学校での試行授業、附属中学校での実験授業、公立中学校での実験授業と3回にわたる実証的研究を通して、それぞれの授業を詳細に分析し、学習環境のリデザインを繰り返した。特に、附属中学校で行った実験授業では、操作的証明を取り入れた学習活動を行う実験群と、形式証明のみを学習する対照群とに分け、生徒の学習活動や理解の様相の比較分析を行った。その結果、操作的証明が、生徒の数学的パターンの探究的活動の助けとなることや、形式的証明の一般性に関する議論を促進し証明の意義の理解に効果的に機能するということなどを明らかにした。

第5章では、広義の論証指導としての「証明すること (Proving)」の枠組みにおける、命題の生成、証明の構想・構成、評価・改善、発展という理由づけのプロセスの中で、操作的証明がどのように機能するのかを考察した。また、一連の学習プロセスにおける証明の構想に着目して、中学生を対象として行った教授実験の分析から、操作的証明の構想に関する知見を得た。さらに、操作的証明の発展性として、「練習」という概念との結びつきに着目し、ヴィットマンの生産的練習という概念を参考にして、操作的証明の発展性について考察した。

終章では、論証指導における操作的証明の機能に関する本研究の成果を振り返るとともに、今後の課題を整理し、本研究論文全体のまとめとした。

2. 審査経過

本研究の審査は、次の観点について行った。

1) 研究目的の妥当性と論文構成の整合性について

本研究では、はじめに、論理的思考力・表現力の育成のためには、「探究・発見・理由づけ」さらには「評価・改善・発展」をも含む総合的な学習プロセスとしての「証明すること (Proving)」の視点にたった論証指導の改善を志向する必要性が指摘されている。このような問題意識に対して、E. Ch. Wittmannの提唱する操作的証明という概念を取り入れた学習環境をデザインし、実証的研究を通して、論証指導の改善に向けた示唆を得るという目的が設定されており、研究目的の妥当性が認められた。

また、論文構成に関しては、論証指導の現状を分析した上で、操作的証明について先行研究を精査しその概念を明らかにするとともに、学習環境のデザインと3回にわたる授業実践を通じた実証的研究を行い、詳細な分析と考察を行っている。それらの実証的研究から得られた示唆を

もとにして、操作的証明の機能を考察するとともに、操作的証明を取り入れた学習環境デザインのモデルを提案しており、研究目的と論文構成には整合性が認められた。

2) 研究の独創性と発展性について

本研究の独創性としては、授業レベルにおいて「おはじきと位取り表を用いた操作的証明」を取り入れた学習環境をデザインし、実証的研究を通して、具体的な学習環境デザインを提案しているということが挙げられる。実際の学習環境デザインのプロセスでは、インタビュー調査を通じたレディネスの把握を行い、それを踏まえた学習環境のデザインと公立中学校での試行授業を実施するとともに、附属中学校での実験授業では操作的証明を取り入れた実験群と形式的証明のみを扱った対照群とを比較分析することによって操作的証明の特徴を顕在化させるなど、多様な方法によって、探究的な論証活動における操作的証明の機能を検証している。操作的証明に関する研究では、これまでも実証的研究を伴ったものも見られたが、いずれも個人や小規模な学習集団に対する教授実験レベルのものであり、学校教育における授業のレベルでの学習環境のデザインを行い、レディネス調査と3回にわたる実験授業及びリデザインの繰り返しによって学習環境をデザインしていくという研究手法は、これまでの操作的証明に関する研究にはない本研究独自のものである。また、実証的研究を通して得られた知見を基に、操作的証明の機能についての詳細な分析と、生産的練習を起点とした学習環境デザインのモデルを提案しており、実践レベルでの発展性が期待される。

3) 教育実践への貢献について

本研究で得られた成果は、理論と実践との往還的研究によって得られた知見であり、操作的証明の機能に関する理論的解明と、それを具体的な教育活動のレベルで活用できる学習環境のデザインという研究と開発の両側面を併せもつ研究成果である。従って、具体的授業レベルにおいて活用可能な研究成果として教育実践への貢献度は高いと考えられる。また、本研究は、理論的研究と実証性を伴った操作的証明に関する学習環境デザインの具体的な提案となっているだけでなく、教育実践学における学習環境デザインのあり方を提案するものとして、その方法論的価値も見出すことができる。

3. 審査結果

以上により、本審査委員会は、佐々 祐之 氏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。