

平成21年4月29日現在

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2009

課題番号：18330187

研究課題名（和文）中学校数学の構成的な論証学習カリキュラムに基づく、デジタル教科書の開発と評価

研究課題名（英文）Evaluation and Development of Digital Textbook based on Constructive Curriculum of Mathematical Proof in Lower Secondary School Mathematics

研究代表者

宮崎 樹夫 (Miyazaki Mikio)

信州大学・教育学部・教授

研究者番号：10261760

研究分野：数学教育

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：中学校、数学、デジタル教科書、論証

## 1. 研究計画の概要

本研究の目的は、中学校数学図形領域の構成的な論証学習カリキュラムに基づき、デジタル教科書と学習指導解説書を作成し、授業実践における両者の有効性を検証することである。この目的を達成するために、教科書等の既存の論証問題を構成的な論証学習が可能なものに作り直し、作り直された問題について Flash とデータベースによってインタラクティブな学習が可能なデジタル教科書を開発する。その上で、教育現場でデジタル教科書が活用されるために、学習指導解説書を作成する。

## 2. 研究の進捗状況

## (1) デジタル教科書に用いる問題の作成

三角形の合同を導く場面及び三角形の合同に基づいて辺や角の関係を導く場面において、生徒が辺や角の関係を導くために必要な条件を探すことを通して、証明の基本的な枠組みの全体像を理解できるようにするために、合同な2つの三角形が辺や角を共有するかどうかなどに着目するとともに、証明構成の難易度を考慮し、中学校第二学年の教科書で扱われている問題等から適切な問題（20題）を選定し、オープンな問題として作成し直した。

## (2) デジタル教科書の開発

デジタル教科書の基本設計は、問題場面を表す図と、フローチャート形式の証明からなる。両者を Flash で制作することによって、問題場面を表す図において、辺や角をマウスで選択し、フローチャートの該当箇所ドラッグすると、選択された辺や角が記号（例： $\angle ABC$ ）で自動的に表示されるようにすることができた。また、フローチャート証明の正

誤を判断するために、オープンな問題のすべての回答をデータベース化するとともに、証明の誤っている部分を画面上に明示するように設計した。さらに、フローチャート証明の正誤判断において、結論からの解析的な正誤判断と、前提からの総合的な正誤判断がシステム上で統合されることによって、生徒がシステムの誤答指示に応じて自分の解答を修正する過程で解析的／総合的な推論が促進されるように設計した。この設計に基づき、代表的な問題5題をデジタル教科書としてコンテンツ化した。

## (3) 公立中学校での試用によるデジタル教科書の評価

平成19年度及び20年度に、デジタル教科書を公立中学校の中学校第2学年の生徒（H19:20名、H20:8名(2人×4組)）が試用し、その結果から、すべての生徒が興味・関心を持って、三角形の合同に基づいて辺や角の関係証明を自主的に学習できることが明らかになった。その一方で、正誤判断のシステムを改善する必要があることが特定された。

## 3. 現在までの達成度

## ③ やや遅れている

(理由)

研究計画段階では、構成的な論証学習カリキュラムに基づくデジタル教科書において生徒による解答の正誤をデータベースの単純な参照によって判断するシステムを想定していた。しかし、論証学習の最新の研究成果及び生徒による試用の様子を踏まえ、生徒が解答を修正する過程で解析的／総合的推論を促すシステムをデジタル教科書に組み込むことが不可欠であり、このシステム企画・開発・改善に約半年を要したため。

#### 4. 今後の研究の推進方策

##### (1) 全問題に関するコンテンツ化

オープンな問題として作成し直された問題（20題）のうち、既に5題についてはデジタル教科書としてのコンテンツ化が完了している。残り15題についてFlash及びデータベースによる同様のシステムに基づくデジタル教科書としてコンテンツ化する。

##### (2) システム利用による学習指導の解説書の作成

本システムが中学校の教育現場で活用されるために、教師向けの手引き書を中学校教員と協同で作成する。この手引き書には、フローチャート証明の指導略案（6授業時間）及び各授業におけるデジタル教科書の活用法が含まれる予定である。

##### (3) 公立中学校におけるデジタル教科書及び学習指導解説書の有効性の検証

平成21年度10月初旬から公立中学校第2学年4クラス（基礎コース：各クラス約30名）においてデジタル教科書と学習指導解説書に基づく一連の授業を实践し、統制群4クラスと実験群4クラスの比較からデジタル教科書と学習指導解説書の有効性を検証する。

#### 5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計4件）

- ① Miyazaki, M.、Cognitive Incoherence of Students Regarding the Establishment of Universality of Propositions through Experimentation/Measurement、International Journal of Science and Mathematics Education、6(3)、533-558、2008、査読有
- ② 宮崎樹夫、中学校数学における証明の学習の諸相を整理する枠組みの構築：証明の構造と、証明する活動に焦点をあてて、日本数学教育学会第41回数学教育論文発表会論文集、537-542、2008、査読無
- ③ 宮崎樹夫、学校数学における証明に関する研究：証明の学習の諸相に着目して、日本数学教育学会第40回数学教育論文発表会論文集、649-654、2007、査読無

〔学会発表〕（計1件）

- ① 宮崎樹夫、湯本武司、馬場直樹、中学校数学におけるフローチャート証明の学習支援システムの開発、日本科学教育学会第32回年会、2008年8月25日、岡山大学