

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成30年6月15日現在

機関番号：32687

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04457

研究課題名(和文) 数学イノベーションを生み出す数学授業モデルの開発と教師教育への適用

研究課題名(英文) Development of Mathematics Teaching Model to Produce Mathematical Innovation and Application in Teacher Education

研究代表者

齋藤 昇 (SAITO, Noboru)

立正大学・社会福祉研究所・客員研究員

研究者番号：60221256

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：(1)小学3年生から高校1年生を対象として、数学イノベーションを生み出す力を育てるための数学複合教材を開発した。数学複合教材は、「構造的・体系的思考力を高める教材」「創造力を高める教材」「イノベーション力を高める教材」で構成した。(2)数学イノベーション力を高める数学授業モデルを開発した。(3)中学生、高校生、大学生を対象として、数学授業モデルの有効性の検証を行った結果、柔軟性や独創性は1.5～3倍高まることが判明した。

研究成果の概要(英文)：(1)The mathematics compound teaching materials to raise the power which produces a mathematics innovation were developed for targeting from elementary school grade 3 to high school one year. Mathematics compound teaching materials consisted of "teaching materials for heightening structural and systematic thinking power", "teaching materials for heightening creativity" and "teaching materials for heightening innovation power." (2)The mathematics lesson model which heightens mathematics innovation power was developed. (3)The validity of the mathematics lesson model was verified for junior high school student, high school student and college student. As a result, it became clear that flexibility and originality increased 1.5 to 3 times.

研究分野：数学教育学

キーワード：数学イノベーション 創造的思考 教材開発 授業モデル 教師教育

1. 研究開始当初の背景

諸科学の共通言語である数学の持つ力を十分に活用して、様々な科学発見や技術発明を進展させ、新たな社会的価値や経済的価値を創出する数学イノベーションは、これからの国際社会における経済活動や人間活動等に伴う諸課題の解決に不可欠である。文部科学省科学技術・学術審議会先端研究基盤部会は、平成24年8月に「数学イノベーション戦略(中間報告)」を発表し、これからの国際社会においては、数学と諸科学・産業が協働して研究を行う取り組みが重要であること、日本は、米国、ドイツ、中国、韓国に比べて数学と諸科学・産業の協働が遅れていること、次代を担う小学生や中学生に対する数学イノベーションの紹介やその基盤づくりが重要であることを指摘している。日本及び諸外国における数学イノベーションは、大学教育や研究者及び産業等に重点が置かれており、小学生、中学生、高校生を対象として、数学イノベーションを意識した具体的な授業の取り組みは、現在のところほとんど見当たらない。

2. 研究の目的

本研究は、児童生徒が自然現象や人間の行動に関する複雑な情報から、その背景に潜む数学的な原理や法則を見出し、既存の枠組みを超えた数学イノベーションを生み出して、創造的問題解決を行うことができる能力を向上する数学授業モデルを開発するとともに、教師教育に適用することを目的とする。そこでは、数学イノベーションを創出するための知識の基盤づくりの方法、創造的思考を活性化する方法、具体的な実体からその本質を抽出し一般化・普遍化する力を育てる数学複合教材の開発を行い、それらを一連の系としてモデル化する。

3. 研究の方法

研究期間は3年間である。小学生、中学生、高校生を対象として、数学イノベーションを生み出す力を向上する数学授業モデルを開発するため次の研究を行う。

(1) 数学的イノベーションに関する諸外国の状況を調査し、学校数学への適用に対する課題を抽出・検討する。

(2) 数学イノベーションを生み出す力を向

上するための知識の基盤づくり方法を開発する。

(3) 多様な視点から思考しアイデアを生み出す創造的思考を活性化する方法を開発する。

(4) 具体的な実体から本質を抽出し、一般化・普遍化する力を育てる数学複合教材を開発する。

(5) 数学イノベーションを生み出すための数学授業モデルを開発し、教師教育に適用する。

4. 研究成果

(1) 研究分担者との研究協議

数学イノベーションを生み出すための知識の基盤づくり、創造的思考を活性化する方法について、認知科学・脳科学的な視点から協議・検討を行い、モデルを策定した。

(2) 諸外国の数学イノベーションについての実態調査

小・中・高等学校における数学イノベーション教育について、韓国の実態調査を行った。韓国における小・中・高等学校における数学イノベーション教材は特に意識されておらず、現時点では創造性育成教材と連動している。創造性育成教材は、質の高い内容で、しかも高度な思考力や判断力を有する問題で構成されている。

(3) 数学イノベーションを生み出す知識の基盤づくり方法の開発

数学イノベーションを生み出す知識の基盤づくりの方法として、コンセプトマップを活用して、基礎的・基本的な内容をしっかりと身に付け、知識の機能的なネットワークを構築する手法を提案した。コンセプトマップの作成については、現場の教員が作成しやすい方法をさらに工夫・改善する必要があり、課題として残された。

(4) 数学イノベーションを生み出す数学複合教材の作成

小学3～6年生、中学校1～3年生、高等学校1年生を対象として、数学イノベーションを生み出す力を育てるための数学複合教材を開発した。複合教材は、各学年とも4種

類の教材「構造的・体系的思考力を高める教材」「知の創造力を高める教材（知識生産型問題）」「知の創造力を高める教材（知識創造型問題）」「イノベーション力を高める教材」で構成した。知識生産型問題は、正解があり、かつ解決方法が多数ある問題である。知識創造型問題は、正解がなく、自ら解や解決方法を生み出す問題である。イノベーション力を高める教材は、身近な生活や自然における諸課題を、数学を活用して解決する問題である。

(5) 数学イノベーション力の評価法の開発

数学イノベーション力を、「構造的・体系的思考力」「柔軟性」「独創力」「イノベーション力」の4観点で評価する方法を開発・提案した。

(6) 数学イノベーションを向上する数学授業モデルの開発

数学イノベーション力を発揮するためには、しっかりと知識の基盤をつくり、問題の解決場面において、解決方法を多様かつ柔軟的に思考し、新たな知や価値を創造することが大切である。そこで、学習過程を、知識の習得過程と知識の創造過程で構成し、数学イノベーションを生み出す授業モデルを開発した。なお、数学イノベーション力を高めるには、「構造的・体系的思考力を高める教材」「知の創造力を高める教材」「イノベーション力を高める教材」の順に指導する方法が効果的であることを提案した。

(7) 数学授業モデルの有効性の検証

中学生、高校生、大学生を対象として、開発した数学教材について実践を行った。数学イノベーション教材を使用してトレーニングを行ったクラスは、行わなかったクラスに比べて、柔軟性や独創性は1.5～3倍高まる事が判明した。トレーニングを行わなかったクラスでは、柔軟性の得点は百分率で22点、独創力の得点は6点、イノベーション力の得点は22点であった。独創性のみられる生徒はクラスの5～10%であった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計7件)

Noboru Saito, Miyo Akita, Development of Teaching Materials for Improving

Creativity in Mathematics Education and Its Evaluation Method, International Journal of Research on Mathematics and Science Education, 査読有、Vol.5、2017、pp.1 - 10

Phailath Sythong, Noboru Saito, Miyo Akita, Study on Development of Creativity for Pre-service Teacher Program in Laos: A Focus on Geometry Area, International Journal of Research on Mathematics and Science Education, 査読有、Vol.5、2017、pp.46 - 53

廣瀬 隆司、長谷川 勝久、齋藤 昇、算数教育における児童の審美性認識に関する尺度開発、数学教育学会誌、査読有、Vol.58、No.3・4、2017、pp.31 - 42

Noboru Saito, Miyo Akita, Difference in Teaching Element Structural Analysis Power of Arithmetic of Humanities University Student and Science University Student, International Journal of Research on Mathematics and Science Education, 査読有、Vol.3/4、2016、pp.1 - 10

Miyo Akita, Noboru Saito, Mathematics Learning Based on Nature of Mathematics, International Journal of Research on Mathematics and Science Education, 査読有、Vol.3/4、2016、pp.11 - 17

廣瀬 隆司、坂井 武司、齋藤 昇、古谷 公一、算数教育における教師の授業実践力に関する研究 - 教職経験年数に焦点を当てて -、数学教育学会誌、査読有、Vol.57、No.1・2、2016、pp.89 - 101

齋藤 昇、秋田 美代、数学教育における創造性育成教材の開発とその評価法、東アジア国際数学教育セミナー論文集、査読無、2016、pp.106 - 112

[学会発表](計13件)

Noboru Saito, Miyo Akita, Development of Mathematics Teaching Model to Create Mathematical Innovation, 6th International Conference of Research on Mathematics and Science Education, 2017年12月28日、Dong Khamxang Teacher Training College (Laos)

Miyo Akita, Noboru Saito, How to make Autonomous Learning in Mathematics, 6th International Conference of Research on Mathematics and Science Education, 2017年12月28日、Dong Khamxang Teacher Training College (Laos)

齋藤 昇, 秋田 美代, 数学イノベーションを創出する数学授業モデルの開発、日本教育実践学会第20回研究大会、2017年11月26日、佛教大学紫野キャンパス (京都市)

秋田 美代, 齋藤 昇, 自律的学習能力・創造的問題解決能力の育成に関する研究、2017年度数学教育学会秋季例会、2017年9月14日、山形大学小白川キャンパス (山形市)

Noboru Saito, Miyo Akita, Development of Mathematics Teaching Model to Produce Mathematical Innovation, East Asian Nations International Seminar in Mathematics Education, 2017年6月8日、鳴門教育大学 (鳴門市)

齋藤 昇, 秋田 美代, 創造性育成教材の開発 - 小学校教員を目指す大学生を対象として -、2017年度数学教育学会春季年会、2017年3月26日、首都大学南大沢キャンパス (八王子市)

Noboru Saito, Miyo Akita, Development of Mathematics Teaching Materials for Improving Children's Creativity and Its Evaluation Viewpoint: For 5th Grader, 5th International Conference of Research on Mathematics and Science Education, 2016年12月28日、Dong Khamxang Teacher Training College (Laos)

齋藤 昇, 秋田 美代, 数学の創造性教材の開発 - 中学2年生を対象として -、日本教育実践学会第19回研究大会、2016年11月6日、兵庫教育大学神戸ハーバランドキャンパス (神戸市)

秋田 美代, 齋藤 昇, 算数・数学科における授業構成力についての研究 - 数学固有の知識観を基にした考察 -、日本教育実践学会第19回研究大会、2016年11月6日、兵庫教育大学神戸ハーバランドキャンパス (神戸市)

齋藤 昇, 秋田 美代, 算数の創造性育成教材の開発とその評価方法、2016年度

数学教育学会秋季例会、2016年9月18日、関西大学千里山キャンパス (大阪市)
秋田 美代, 齋藤 昇, 数学に対する自律的学習能力の育成に関する研究 - 知識の定着と発展・活用のための学習活動 -、2016年度数学教育学会秋季例会、2016年9月18日、関西大学千里山キャンパス (大阪市)

Noboru Saito, Miyo Akita, Difference in Learning Element Structural Analysis Power of Arithmetic of Humanities University Student and Science University Student, 4th International Conference of Research on Mathematics and Science Education, 2015年12月26日、Dong Khamxang Teacher Training College (Laos)

秋田美代, 齋藤 昇, 数学教員を目指す学生の教材・指導の分析力についての研究 - 教材・指導に関する文章の解析から -、2015年度数学教育学会秋季例会、2015年9月15日、京都産業大学 (京都市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

齋藤 昇 (SAITO, Noboru)

立正大学・社会福祉研究所・客員研究員

研究者番号：60221256

(2) 研究分担者

秋田 美代 (AKITA, Miyo)

鳴門教育大学・大学院学校教育研究科・教授

研究者番号：80359918