

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 20 日現在

機関番号：35403

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24653277

研究課題名(和文) 数学の教師教育における問題設定力の育成に関する研究

研究課題名(英文) Study on the problem posing for the mathematics teacher education

研究代表者

今岡 光範 (Imaoka, Mitsunori)

広島工業大学・情報学部・教授

研究者番号：20031817

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円、(間接経費) 480,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、中等教育における数学の問題設定活動を介して数学教師の資質向上を図るものであり、その具体策を検討し、教育実践を通してその意義を示した。成果の一つとして、ある教師が生徒の問題設定活動を組織することで教師としての自己開発を図る過程を分析し、その結果を東アジア地域の国際数学教育学会で研究発表した。他の成果として、数学教師を目指す大学生に、将来の教師としての資質を向上させる意図で、コンピュータを活用した問題設定活動を経験させ、その試行過程を詳細に分析し、その結果を全国数学教育学会で公表した。さらに本研究の成果発信として、国際的な問題設定研究を示す著書の企画に参加し英語論文が受理されている。

研究成果の概要(英文)：This study addresses the upgrading of teachers quality through problem posing activities in middle schools, and presents its authenticity using actual teaching practices. As a product, the study has analyzed the process that a teacher established his identity of the teacher by designing device d problem posing activities in his class. The result was presented at the East Asian Regional Conference on Mathematics Education. As another outcome, problem posing activities by university students with applying computers have been analyzed. The students were prospective teachers of the high school, and the objective of the activity was to foster the quality of prospective teachers. The result was shown in the journal of Japan Academic Society of Mathematics Education. Furthermore, an English paper presenting the study of the authors was accepted in the publication of a book coordinated internationally on the problem posing.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：問題設定 数学教育 教師教育 教員養成

1. 研究開始当初の背景

(1) 高校の数学科の新しい学習指導要領では、課題学習などを通して数学的活動を充実し、生徒の数理的能力を伸ばすことが重視されている。しかし、その課題学習の中味や、もっと一般に、中等教育や高等教育での数学的活動の実際面については、理念的な側面はある程度議論されてきているが、その実践可能な具体的な取組みに関する研究は十分になされてきているとは言い難い状況にある。本研究主題の数学の問題設定活動は、生徒の活動として重要であるばかりではなく、その活動を組織する教師の教授の側面においても、数学的活動の具体化を学ぶ有力な機会を提供するものである。それは、発散的で自律的な活動である問題設定活動においては、日頃慣れ親しんでいる教科書に沿った伝統的な教授方法だけでは対処できない側面や、生徒の思わぬ発想や思考過程に遭遇し、教師の専門的で主体的な判断が迫られることになるからである。そのことは、教師主導の授業をみつめなおし、生徒のアイデアを大きくひきだす教授法を学ぶ機会として、優れた教師教育の場を提供することになる。それゆえ、問題設定活動の実際面を詳細に調べ、より有効で意義のある活動を提案することの必要性が、本研究の背景となっている。

(2) 本研究の研究者は、高校生や中等教育の数学教師をめざす教育学部の大学生を対象にした、コンピュータを活用した問題設定活動や自由な設定による数学の問題設定活動を、実践を踏まえてこれまで研究してきた。その研究は、本研究の基盤を形成するとともに、さらに教師教育ということも視野に入れて深化させるべく対象であると考えていた。特に、大学での教師教育の一環として、自ら問題を設定する経験をもたせることは、文献などからの知識による理論学習だけでは得られない訓練になり、自らの創造性を鍛えながら数学の本質を理解することになる。その経験は、将来、教師としての教育実践に発展的に生きてくる可能性が大きく、意義ある活動であると考えられる。そのことを、実際に実践を通して検証し、経験論的に理論を構築していくという目標が本研究の背景としてあった。そのように、これまでの研究を一步進め、より広い観点からの問題設定活動を調べていくということを本研究の根幹としていた。

(3) 数学教育における問題設定活動は、問題解決学習との関わりや数学的活動の観点から、国際的にも調べられてきた。ただ、初等教育を対象とした理論研究が多く、中等教育や高等教育における問題設定活動を実践可能性という側面から取り組んだ研究は少ない。本研究は、その不足している研究を整備し、さらに高めていくという目的を有している。そのため、国内での研究に留まらず、海

外の問題設定に関係する研究にも参与し、日本の中等教育での問題設定活動の真価を情報発信していく必要性が本研究の背景としてあった。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、上記の研究の背景でも述べた課題を具体的に実現し発信することであった。それは、中等教育の数学教師を念頭におき、教科書に即した伝統的な教授方法に加え、数学的活動を重視した生徒の自己活動によって、さらなる教育力の向上を図ろうとするものである。そのため、数学教師が問題設定活動を組織しより充実した活動にする方法を理論面も取り入れた実践研究の形で追及し、得られた知見を分析してまとめ、成果を研究発表や論文発表によって発信し、数学教育の改善に資することを目的とした。具体的には、以下に挙げる内容を重点的に研究することが本研究の目的であった。

(2) 数学教育における問題設定力の育成に関する理論研究を行う。これについては、生徒の側面と教師の側面の双方から調べる必要があることと同時に、その有効な相互関係の樹立を検討することが重要であると考えられる。それは、教師が適切な問題のモデルを提示し、生徒が個性を生かして問題を設定し、作られた問題を教師が適切に評価し、それをクラスで公開し議論することで、多くのアイデアを全体で共有できるものにするという過程の中で生まれる。そして、それらの活動を通して、生徒と教師双方の問題設定力が向上することが想定できる。そのようなサイクルの構築を具体的に提案することが本研究の重要な目的であった。

(3) 実効性があり、様々な環境下で実行可能な問題設定活動のあり方を、実践面をふまえて広く追及することを目的とした。問題設定活動の意義は様々である。例えば、単元の導入場面に関係する既習の内容を振り返る目的で行うことも考えられれば、単元のまとめとして、学んだ内容を振り返り深化させることを目的とすることも考えられる。また、生徒の理解がはかどらないような概念を自ら問題を作ることで創造的に理解させることを目的とすることもある。本研究では、それらの多様性を視野に置き、具体的には、グループ活動を豊かにして数学的コミュニケーションを生み出す目的の問題設定活動の具体や、コンピュータを活用してより進んだ数学的内容を含む問題設定活動の具体を、実践を通して考察することをめざした。これらの取り組みとその分析は、中等教育や高等教育における多様な問題設定のモデルを形成することになると確信している。

(4) 得られた知見を国内外に広く発信していくことも大きな目標であった。実際、研究

期間中に行った国内の数学教育関係の学会発表としては、全国数学教育学会と数学教育学会で研究発表を行った。国外での成果発信として、数学の問題設定活動の研究に関係している国外の研究者との共同研究などを通して、成果を発信していくことをめざした。実際、EARCOME や PME などの国際的な学会での研究発表を行った。さらに、問題設定活動に関する専門著書発行の企画に英語論文を投稿し受理されている。ルーマニアの数学教育学会誌に投稿した英語論文も受理されているが、これらの論文の刊行はもう少し先になる予定である。

3. 研究の方法

(1) 理論研究の面では、問題設定活動の方向性を左右する原題の設定のあり方や、中等教育のクラスでの問題設定活動を行う形態などについて、これまでの文献にある内容と、本研究で得られた知見とを比較検討する形で研究を進めた。その一環として、現職の高校の数学教師に研究協力を要請し、グループ活動を取入れた問題設定活動の実践を通して、教師の役割を考察した。

(2) 将来の中等教育の数学教師をめざす教育学部の学生を対象にして、コンピュータを活用した問題設定活動の授業を実践研究した。本研究では、数学的に完成度の高い問題設定を指示し、そのときの学生の発想やコンピュータの活用状況、問題の練り上げの過程を、インタビュー調査と質問紙調査を行い、詳細に分析した。同時に、原題と作成された問題との比較も行った。それらの実践研究で得られたデータを分析し、高学年での問題設定活動のあり方を検討した。

(3) 成果の発信に関しては、各種の数学教育学会で研究発表した。特に、2013年3月にタイで開かれた東アジア地域の国際数学教育学会 (EARCOME6) において、(1)の内容に関する共同研究の成果を研究発表した。(2)の内容に関しては、2013年2月に広島大学で開かれた全国数学教育学会において研究発表し、2014年の同学会の学会誌「数学教育研究」に論文が受理され掲載された。また、アメリカとルーマニアの数学教育学研究者達が企画している、問題設定を主題とした専門著書発行企画に応募し、本研究代表者が係った共同研究での成果を英語論文にまとめ投稿し受理されている。

4. 研究成果

(1) 数学の教師教育における問題設定力の育成に関して、下記の学会発表で、教師の identity の確立に問題設定活動は大きく寄与することを、実践を通して検証した。具体的には、共同研究者の高校教師に、高校生を対象にグループ活動を通じた数学の問題設定活動の授業を複数回実践してもらい、活動

中の教師の役割を分析した。活動の方向を定める原題の設定、生徒が設定した問題を評価しグループ分けを行う作業、グループでより洗練された問題を設定しようとする際の教師の補助のあり方、作成された問題の練り上げと発表などの一連の過程において、伝統的な教授法だけでは現れない、教師の信条と能力が大きく影響することが明らかになった。そこでは、生徒の活動を観察しながら、その場その場で求められる教師の数学的アイデアや対応、生徒達の考察を発展させるための適切な助言など、教師の専門性と適応能力を働かせた支援の必要が生じる。その場合、教師の教育理念が判断に大きく反映され、適切で効果的な対応が問われることになることから、教師の自己判断を要求する教師教育の要素が自然に盛り込まれてくることになる。この研究成果は、学会発表で発表し、雑誌論文で刊行されたが、その論文内容の概略は、次のようである。

導入(Introduction) : 日本の授業研究などと関係させて、本研究の位置づけを図った。

理論的背景(Theoretical Background) : 日本の数学教師の自己確立の変遷過程を教師をとりまく教育環境や社会状況に照らし合わせて考察するとともに、問題設定活動がそのような課題の改善に寄与する面を論じた。

方法論(Methodology) : ここでは、研究授業の状況、実際の生徒が作った問題、教師がとった行動などを通して、本論文の研究方法を示し、問題設定活動のもつ意味を論じた。また、この実践における共同研究の進め方についても述べた。

成果(Results) : 授業で生徒が実際に作った問題を例示しながら、問題設定活動の過程における生徒の活動状況や教師がとった行動をふまえて、教師の見方の変化や係り方の変遷を示した。そして、問題設定活動が教師の自己開発に寄与することを論じた。

議論(Discussion) : 生徒の活動を組織する教師の取り組みを通して、どのように、教師自身が成長していくかなどを論じた。

最後の注意(Final Remarks) : 活動に対する教師の様々な試みの必要性を述べた。

(2) 研究代表者は、下村哲氏との共同研究の形で、中等教育の数学教師をめざす教育学部の学生を対象にした、コンピュータを活用した問題設定活動の研究を、当研究でも引き続き行った。今回は、学生達がどのように問題を構想し、コンピュータをどのように生かして完成度の高い問題に仕上げていくかという過程を、5人の学生のインタビュー調査も実施して調べた。この研究は、実際に大学の授業の中で、将来の数学教師の資質向上をめざして、以前から実践研究を蓄積してきたものである。インタビュー調査を通して、学生達がさまざまに問題設定をイメージし、自分なりに高めていく過程が浮き彫りにできた。同時に、問題設定の方向性を定める原題にお

いて、指針となる目安が重要であることも判明した。研究成果は、学会発表 で発表し、雑誌論文 に掲載されたが、その内容の概略は次のようである。

はじめに：これまでの研究をふまえて、今回の研究の目的と主題について示した。

大学生による問題作り：実践授業の設定と実際の進行状況、学生の活動の様子などを記述した。

インタビュー調査：5名の学生を選び、問題設定活動の途中の段階と終了段階にインタビューし、どのような過程を経て問題を築き上げていったかを詳しく調べ分析した。

考察：本研究の問題設定活動では数学的な完成度の高さを求めたが、学生が問題の練り上げをどのように行い、コンピュータをどのように活用したかということなどを中心に、インタビュー調査の結果やアンケート調査の結果を基にして、問題設定活動に関する本研究の意義を論じた。

おわりに：本研究で得られた知見の中から、重要と思われる事項を再度記述した。

(3) 研究代表者は、数学教育学会（2013年9月、愛媛大学）で総合講演を依頼され、本研究の成果も踏まえ、数学の問題設定活動を主題とした講演を行った（学会発表）。話の中心は、高校や大学などの高学年の数学教育において、問題設定活動は生徒や学生が数学を深く理解し創造的な作業を楽しんで展開する活動であることを、具体例を交えて話した。同時に、教師教育においても優れた意義が認められる活動であることを伝えた。そのときの講演内容を記述したものが、雑誌論文である。

(4) 研究代表者は、国際的な企画である、数学の問題設定を主題とした専門著書発行に次の英語論文を投稿し受理されている：M. Imaoka, T. Shimomura, E. Kanno: Problem Posing in the Upper Grades Using Computers. これは、(2)でもふれた共同研究で得られた知見を英語論文としてまとめたものである。まだ発行日程等が確定していないため、雑誌論文のリストに含めていない。また、ルーマニアの数学教育学会誌（ROMAN Educational Journal）に、M. Imaoka, H. Kida: Problem posing through group activities in the upper grades という題の英語論文を投稿し受理されたが、学会の事情でまだ発行されていないため、これも雑誌論文のリストに含めていない。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

下村哲、今岡光範、コンピュータを活用した数学の問題作り() 問題の作成過程に関するインタビュー調査を通して、全国数学教育学会誌 数学教育研究、20

巻、pp.11-25、2014、査読有、
<http://home.hiroshima-u.ac.jp/~matedu/jasme/sub4.shtml>

Kazuya Kageyama, Sensuous experience and mathematical conception, Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol.3, pp.121-128、2013、査読有、
<http://igpme.org>

Mitsunori Imaoka, Kazuya Kageyama, Hideaki Kida, Improving teaching practices through activities with problem posing, Proceedings of the 6th East Asia Regional Conference on Mathematics Education, Vol.3, pp.192-201、2013、査読有、
<http://earcome6.kku.ac.th/earcome>

Kazuya Kageyama, Geometric thinking identified in 'static geometrical environment', Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education, Vol. 1, pp.2232-2241、2013、査読有、
http://www.icme12.org/sub/sub02_05.asp

今岡光範、数学教育における数学の問題設定活動、数学教育学会誌、臨時増刊、pp.114-116、2013、査読無、
<http://www.mes-j.net>

〔学会発表〕(計4件)

今岡光範、数学教育における数学の問題設定活動、数学教育学会、2013年09月25日、愛媛大学

Mitsunori Imaoka, Kazuya Kageyama, Hideaki Kida, Improving teaching practices through activities with problem posing, the 6th East Asia Regional Conference on Mathematics Education, 2013年03月21日、Phuket, Thailand

下村哲、今岡光範、コンピュータを活用した数学の問題作り() 問題の作成過程に関するインタビュー調査を通して、全国数学教育学会、2013年02月03日、広島大学

Kazuya Kageyama, Geometric thinking identified in 'static geometrical environment', the 12th International Congress on Mathematical Education, 2012年07月10日、Seoul, Korea

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：

権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今岡 光範 (Imaoka, Mitsunori)
広島工業大学・情報学部・教授
研究者番号：20031817

(2) 研究分担者

影山 和也 (Kageyama, Kazuya)
広島大学・教育学研究科(研究院)・准教授
研究者番号：60432283

(3) 連携研究者

()

研究者番号：