

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01016

研究課題名（和文）中等教育の質的向上のための数学理解研究と数学科授業研究の統合に関する開発的研究

研究課題名（英文）Developmental Research on Integration of Research on Mathematical Understanding and Mathematics Lesson Study for Improvement in Quality of Secondary Education

研究代表者

小山 正孝（KOYAMA, Masataka）

広島大学・人間社会科学研究科（教）・教授

研究者番号：30186837

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 6,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の主要な研究成果は、次の2つである。

- (1) 数学科授業において生徒の数学理解を深めることをねらった2軸過程モデルと、教師や教師教育者が協働して数学科授業研究を行う過程で個々の省察と集団としての省察とが原動力として働く力動的サイクルを統合した「数学理解研究と数学科授業研究の統合の枠組み」が、生徒と教師の数学的能力の育成に有効であり、中等教育の質的向上に資することが明らかになった。
- (2) 数学理解研究と数学科授業研究を統合することによって、世界の数学教育学研究における新しい研究領域を開発・提案する見通しが立った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の研究成果の学術的意義は、これまで別々に行われてきた数学理解研究と数学科授業研究を統合することによって、数学教育学研究における新しい研究領域を開発・提案し、国内外の数学教育における理解研究や授業研究、ひいては教師教育研究の学術的進展に貢献し得ることである。

本研究の研究成果の社会的意義は、数学教育における理論と実践の乖離という課題を克服し、中等教育段階の数学科教育における生徒と教師の質的向上に資することである。

研究成果の概要（英文）：Two main results of this research are the followings.

(1) The authors designed an integrated framework of the two-axis process model of understanding mathematics for improving students' mathematical understanding and the dynamic cycle driven by the dialectic cycle of two complementary reflections in the lesson study of school mathematics for promoting the professional development of mathematics teachers and educators. It is demonstrated that the integrated framework could improve the quality of secondary education in terms of students' mathematical attainment and teachers' professional development.

(2) The results of this developmental research on integration of research on mathematical understanding and mathematics lesson study exemplified and proposed a new authentic research area in the science of mathematics education in the world.

研究分野：数学教育学

キーワード：数学理解研究 数学科授業研究 統合 中等教育 質的向上

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 数学理解研究について

数学理解研究は、数学教育学における主要な研究テーマの1つであり、これまで日本国内外においてその重要性が認識され、研究されてきている。例えば、日本国外では Herscovics & Bergeron(1983, 1988)、Pirie & Kieren(1989, 1994)などの数学理解のモデルの研究、国内では平林(1987)、中原(1995)、岡崎(1997)、藤井(2000)などの数学理解に関する研究が挙げられる。しかしながら、これらの先行研究では、記述的特性だけでなく規範的特性をも兼ね備えた数学理解の過程モデルを構築し、数学理解研究を数学科の授業構成と結びつけることが重要な研究課題として残されていた。

(2) 数学科授業研究について

他方、数学科授業研究は、近年日本国内外で注目されている主要な研究テーマの1つである。日本の授業研究モデルは、例えば、Stigler & Hiebert(1999)、Lewis(2002)などを通して国際的にもよく知られるようになった。また、日本の数学科授業研究については、Isoda et al.(2007)、Shimizu(2010)、Takahashi(2010, 2014)などにおいて、その特徴が明らかにされつつあった。しかしながら、高校数学科における授業構成・実践については国際的にも依然として課題が残されていた。

2. 研究の目的

(1) 本研究の核心をなす学術的「問い」と目的

本研究の研究課題の核心をなす学術的「問い」は、次のとおりである。数学理解研究と数学科授業研究を統合することが、中等教育の質的向上に資するとともに、数学教育学研究における新しい研究領域を開発・提案することにつながり、中等教育段階の数学教育に関する実践的研究と理論的研究の推進・発展に寄与できるか。この学術的「問い」に答えるために、本研究では、これまで別々に行われてきた数学理解研究と数学科授業研究を統合することによって、中等教育の質的向上に資するとともに、数学教育学研究における新しい研究領域を開発・提案することを目的とした。

(2) 3年間の具体的な研究の目的

より具体的には、本研究では平成30年(2018年)度から令和2年(2020年)度までの3年間の研究期間内に、以下のことを具体的な目的として研究を行った。

第1年次(平成30年(2018年)度)は、研究代表者の小山(2010)とKoyama(2016)を基に、数学理解研究における「2軸過程モデル」と数学科授業研究における「2つの相補的省察の力動的サイクル」の統合の枠組みを構築する。

第2年次(令和元年(2019年)度)は、中・高等学校において、数学科授業研究として2軸過程モデルに基づく数学科授業を構成・実践し、生徒の数学理解と数学科教師の授業力の変容を継続的に調査・分析することによって、数学理解と授業力の変容過程と特徴を明らかにする。

第3年次(令和2年(2020年)度)は、本研究の基盤としての統合的な枠組みである「数学理解研究と数学科授業研究の統合の枠組み」に基づく数学科授業の有効性の検証と3年間の研究成果のまとめを行う。

3. 研究の方法

上記の目的を達成するために、本研究では3年間の研究期間内に、文献解釈的方法と調査分析的方法を有機的に関連付けて、以下のような研究計画によって研究を行うこととした。

(1) 第1年次(平成30年(2018年)度)は、次のように研究計画を遂行する。

統合の枠組みに関する基礎的研究

数学理解と数学科授業研究に関する文献研究を行い、シンガポール国立教育研究院や韓国教員大学校で研究計画のレビューを受けたり研究資料を収集したりすることによって、数学理解研究と数学科授業研究の統合の枠組みに関する研究を行う。

中・高等学校における数学科授業のデータ収集・分析

中・高等学校において数学科授業のデータ収集を、研究代表者が協力校の承認を得て行う。その分析においては、人権の保護及び法令等を遵守して行う。

第1年次の研究成果のまとめ

第1年次の研究成果を国内の学会や国際会議で発表したり、学術誌に投稿したりする。

(2) 第2年次(令和元年(2019年)度)は、次のように研究計画を遂行する。

中・高等学校における数学科授業研究の実施

協力校の承認を得て中・高等学校において、数学科授業研究として2軸過程モデルに基づく数学科授業を構成・実践する。

数学理解と授業力のデータ収集

生徒の数学理解と数学科教師の授業力の変容を継続的に調査・分析し、生徒の数学理解と数学科教師の授業力の変容過程と特徴を明らかにする。

第2年次の研究成果のまとめ

第2年次の研究成果を国内の学会や国際会議で発表したり、学術誌に投稿したりする。

(3) 第3年次(令和2年(2020年)度)は、次のように研究計画を遂行する。

統合枠組みに基づく数学科授業の有効性の検証

前年度に収集したデータを分析することによって、生徒の数学理解の深化や数学的思考力・表現力の向上と数学科教師の授業力の向上を評価することによって、統合枠組みに基づく数学科授業の有効性を検証する。

3年間の研究成果のまとめ

3年間の本研究の研究成果をまとめ、数学教育学研究における新しい研究領域を開発・提案し、国内の学会や国際会議で発表したり、学術誌に投稿したりする。

4. 研究成果

上記のような3年間の研究目的と研究計画を立てて行った研究成果は、以下のとおりである。

(1) 第1年次(平成30年(2018年)度)の研究成果

第1年次は、研究代表者がこれまでに行った研究成果である小山(2010)と Koyama(2016)を基に、数学理解研究における「2軸過程モデル」と数学科授業研究における「2つの相補的省察の力動的サイクル」の統合の枠組みを構築することを主たる目的として、研究を行った。その結果、次のような研究成果が得られた。

数学理解研究と数学科授業研究に関する文献研究を行うことによって、数学理解研究と数学科授業研究の統合の枠組みを理論的に構築することができた。その統合の枠組みは、生徒の数学理解を深めることをねらった数学科授業を2軸課程モデルによって構成し、教師や教師教育者が協働して数学科授業研究を行う過程で、教師や教師教育者の個々の省察と集団としての省察とが原動力として働き、教師や教師教育者の専門的職能が育成され、中等数学科教育の質的向上に寄与し得るといふ力動的サイクルである。

研究代表者と研究協力者が研究協力校の承認を得て、中学校・高等学校において数学科授業のデータ収集することによって、第2年次の本研究を実施するための準備を整えることができた。

第1年次の研究成果をまとめ、その論文が国内の全国数学教育学会の学術誌『数学教育学研究』(第24巻第2号、2018年10月)と『Hiroshima Journal of Mathematics Education』Vol.12(2019年2月)に掲載された。また、研究成果を国際会議 The Mico International Mathematics Teaching Summit(2019年3月、ジャマイカ)で発表した。それによって、数学理解研究と数学科授業研究の統合が中等教育の質的向上に寄与し得るとともに、国際的な数学教育学研究における1つの新領域であることを提案した。

(2) 第2年次(令和元年(2019年)度)の研究成果

第2年次は、中・高等学校において、数学科授業研究として2軸過程モデルに基づく数学科授業を構成・実践し、生徒の数学理解と数学科教師の授業力の変容を継続的に調査・分析することによって、数学理解と授業力の変容過程と特徴を明らかにすることを主たる目的として研究を行った。その結果、以下のような成果が得られた。

前年度に構築した「数学理解研究と数学科授業研究の統合の枠組み」を用いて、協力校の承認を得て中・高等学校において数学科授業研究として2軸過程モデルに基づく数学科授業を構成・実践することによって、中等数学科教育の質的向上に寄与し得る力動的サイクルが機能し得ることが明らかになった。

協力校の承認を得て中・高等学校における生徒の数学理解と数学科教師の授業力の変容を継続的に調査・分析することによって、生徒の数学理解と数学科教師の授業力の変容過程と特徴を明らかにすることができた。とりわけ、中・高等学校における数学科授業に探究的問題解決活動を効果的に位置づけることで、授業と評価の改善に向けた授業づくりの理論的枠組みを作り、その有効性を事例の分析を通して検討することによって授業実践への示唆を得ることができた。

第2年次の研究成果をまとめ、次年度の準備を行った。その研究成果の一部を著書『School Mathematics Curricula: Asian Perspectives and Glimpses of Reform』(Springer, 2019)で発表したり、カナダ・トロント大学で開催された INE12019 年会で発表したりした。さらに、2020年に開催予定であった数学教育国会議 ICME-14 と数学教育心理研究学会 PME-44 に共同研究の論文発表申し込みを行った。

(3) 第3年次(令和2年(2020年)度)の研究成果

第3年次は、本研究の基盤としての統合的な枠組みである「数学理解研究と数学科授業研究の統合の枠組み」に基づく数学科授業の有効性の検証と3年間の研究成果のまとめを行うことを目的として研究を行った。その結果、以下のような成果が得られた。

本研究の協力校の承認を得て前年度に収集したデータを分析することによって、生徒の数学理解が深化し、数学的思考力・表現力が向上するとともに、数学科教師の授業力が向上し得ることが明らかになった。

数学科授業において生徒の数学理解を深めることをねらった2軸過程モデルと、教師や教師教育者が協働して数学科授業研究を行う過程で個々の省察と集団としての省察とが原動力として働く力動的サイクルを統合した「数学理解研究と数学科授業研究の統合の枠組み」の有効性が例証され、中等教育の質的向上に資することが明らかになった。

3年間の本研究の研究成果をまとめ、数学理解研究と数学科授業研究を統合することによって、中等教育の質的向上に資するとともに、数学教育学研究における新しい研究領域を開発・提案する見通しが立った。こうした研究成果の一部をまとめて、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）拡大の影響で1年間延期になり2021年に開催予定の数学教育国際会議 ICME-14（中国ハイブリッド会議）と数学教育心理研究学会 PME-44（タイ国オンライン会議）に共同研究として論文発表申し込みを行ったり、数学教育と数学科授業研究に関する著書（日本数学教育学会）の原稿を執筆したりして、研究成果の公刊に向けての準備をすることができた。

以上のことから、本研究を開始した時点では予期できなかった新型コロナウイルス感染症（COVID-19）拡大の影響で、2年次と3年次は研究計画どおりに研究成果を数学教育の国際会議で発表することはできなかったが、本研究の目的はおおむね達成できたといえる。

(4) 本研究の学術的独自性と創造性

本研究の学術的独自性と創造性は、次の3点である。

第一に、国内外で問題視されている数学教育における理論と実践の乖離という課題を克服するために、数学理解研究と数学科授業研究の統合を図ろうとする開発的研究である。第二に、国内外の学術研究において研究が遅れている中等教育段階の数学科教育の質的向上に資する実践的研究である。そして第三は、これまで別々に行われてきた数学理解研究と数学科授業研究を統合することによって、数学教育学研究における新しい研究領域を開発・提案し、国内外の数学教育における理解研究や授業研究、ひいては教師教育研究の学術的進展に大きく貢献し得る基礎的研究である。

<引用文献>

- 岡崎正和. (1997). 均衡化理論に基づく数学的概念の一般化における理解過程に関する研究. 広島大学学位論文.
- 小山正孝. (2010). 算数教育における数学的理解の過程モデルの研究. 聖文新社.
- 中原忠男. (1995). 算数・数学教育における構成的アプローチの研究. 聖文社.
- 平林一榮. (1987). 数学教育の活動主義的展開. 東洋館出版社.
- 藤井斉亮. (2000). 学校数学における「文字の式」の理解に関する研究 認知的コンフリクトによる理解の顕在化と分析 . 筑波大学学位論文.
- Herscovics, N., & Bergeron, J. C. (1983). Models of understanding. *Zentralblatt fur Didaktik der Mathematik*, 15(2), 75-83.
- Herscovics, N., & Bergeron, J. C. (1988). An extended model of understanding. *Proceeding of the 10th PME-NA*, 15-22.
- Isoda, M., Stephens, M., Ohara, Y., & Miyakawa, T. (Eds.). (2007). *Japanese lesson study in mathematics*. Singapore: World Scientific.
- Koyama, M. (2016). Dynamic cycle driven by the dialectic cycle of two complementary reflections in lesson study on school mathematics. *Proceedings of the PME 40 Conference*, 1, 35-50.
- Lewis, C. (2002). *Lesson study: A handbook of teacher-led instructional improvement*. Philadelphia, USA: Research for Better Schools.
- Pirie, S., & Kieren, T. (1989). A recursive theory of mathematical understanding. *For the Learning of Mathematics*, 19(3), 7-11.
- Pirie, S., & Kieren, T. (1994). Growth in mathematical understanding: How can we characterise it and how can we represent it? *Educational Studies in Mathematics*, 26, 165-190.
- Shimizu, Y. (2010). Mathematics teachers as learners: Professional development of mathematics teachers in Japan. In F. K. S. Leung, & Y. Li (Eds.), *Reforms and issues in school mathematics in East Asia: Sharing and understanding mathematics education policies and practices* (pp.169-179). The Netherlands: Sense Publishers.
- Stigler, J., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York, USA: Free Press.
- Takahashi, A. (2010). Lesson study: An introduction. In Y. Shimizu, Y. Sekiguchi, & K. Hino (Eds.), *Proceedings of the 5th East Asia regional conference on mathematics education* (Vol.1, pp.169-175). Tokyo, Japan: Japan Society of Mathematical Education.
- Takahashi, A. (2014). Supporting the effective implementation of a new mathematics

curriculum: A Case study of school-based lesson study at a Japanese public elementary school. In Y. Li, & G. Lapan (Eds.), *Mathematics curriculum in school education* (pp.417-441). The Netherlands: Springer.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Masataka Koyama	4. 巻 9
2. 論文標題 Issues of mathematics curriculum in Japan: Changing curriculum policies and developing curriculum frameworks for mathematics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 School Mathematics Curricula: Asian Perspectives and Glimpses of Reform	6. 最初と最後の頁 171-187
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-981-13-6312-2_9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshifumi Inoue, Hideaki Kida, Masataka Koyama, et al.	4. 巻 47
2. 論文標題 Improving mathematics lesson and evaluation through setting inquiry problem-solving activities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Annals of Educational Research	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 久富洋一郎, 小山正孝	4. 巻 24
2. 論文標題 高等学校数学科における単元末にパフォーマンス評価を取り入れた学習指導の実践的研究 生徒と教員によるルーブリックを用いたレポートの質的評価の分析を通して	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 全国数学教育学会誌『数学教育学研究』	6. 最初と最後の頁 37-49
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masataka Koyama	4. 巻 12
2. 論文標題 Framework of a dynamic cycle for promoting the professional development of mathematics teachers and educators in the lesson study of school mathematics	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japan Academic Society of Mathematics Education: Hiroshima Journal of Mathematics Education	6. 最初と最後の頁 33-48
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Masataka Koyama, Norio Matsumi
2. 発表標題 Globally-minded teacher training program at Hiroshima University
3. 学会等名 INEI Annual Meeting 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masataka Koyama
2. 発表標題 Characteristics of organization of the courses of study and guidebooks for mathematics in Japan
3. 学会等名 The 8th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masataka Koyama
2. 発表標題 Problem solving approach and lesson study for professional development of mathematics teachers and educators in Japan
3. 学会等名 The Mico International Mathematics Teaching Summit 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山口 武志 (YAMAGUCHI Takeshi) (60239895)	鹿児島大学・法文教育学域教育学系・教授 (17701)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	影山 和也 (KAGEYAMA Kazuya) (60432283)	広島大学・人間社会科学研究科(教)・准教授 (15401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関