

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：12401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26780492

研究課題名(和文) 現実世界の課題場面からの問題設定を通じた数学的解決における原場面の機能

研究課題名(英文) Functions of Gen-Bamen in mathematical modelling through setting up problems from the situation of real world

研究代表者

松寄 昭雄 (MATSUZAKI, Akio)

埼玉大学・教育学部・准教授

研究者番号：10533292

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,500,000円

研究成果の概要(和文)：現実世界の課題場面からの問題設定を通じた数学的解決では、解決が問題解決者の経験に左右される。そこで、「解決者が自身の経験にもとづき想起する場面」である原場面に着目した。そして、中後期フッサール現象学の方法の特徴である、「ノエシス-ノエマ」構造を適用して、2つの原場面の機能を同定した：1つ目の地平機能は、ノエシス的側面である作用とノエマ的側面である対象の総合的な働きである。2つ目の反省機能は、過去のノエシスを振り返る働きである。実験調査データにもとづき作成した応用反応分析マップに現れる原場面の地平機能と反省機能を確認した。

研究成果の概要(英文)：In mathematical modelling through setting up problems from the situation of real world, there are most cases that the experiences of modeller influence for progressing of mathematical modelling. I focus on the Gen-Bamen that is/are the situation(s) which the modeller remembers based on the own experiences. I identify two functions of Gen-Bamen (a horizontal function and a reflective function) with applied 'Noesis/Noema' using the method of phenomenology by Edmund Husserl in the middle latter period. I confirm the horizontal function and the reflective one for a real mathematical modelling with referring applied response analysis mapping.

研究分野：数学教育学

キーワード：原場面 モデリング

1. 研究開始当初の背景

(1) これまでの研究成果

これまで、現実世界の課題場面からの問題設定に焦点をあて、実験授業を計画・実践してきた(金児・松崎, 2012; 川上・松崎, 2012; Matsuzaki & Kawakami, 2010)。また、数学的モデリングの図式(Blum, 1985; Blum & Leiß, 2007; Niss, 2010; Saeki & Matsuzaki, 2013)を下敷きとして、問題解決過程の実際を視覚化するための方法を考案した(松崎, 2008)。解決過程の視覚化にあたり、問題解決者の経験にもとづき想起される場面である原場面へ着目した(Matsuzaki, 2007, 2011, 2012)。そして、「生成される各モデルを保証する」「解決の拠り所である」「解決の妥当性を検証する」といった、現実世界における原場面の役割が、解決過程の進行に関する規範的枠組みにもとづき導出したが、原場面の機能については十分捉えきれていない。

(2) 学術的背景

現実世界の課題場面からの問題設定を通じた数学的解決では、数学化の過程を経ることになる。数学化の過程には、モデル化過程(Blum, 1999)が内包されており、解決過程の漸次的進行の相として捉えていくことが必要である。しかし、実際には解決過程の漸次的進行にともなうモデルの変容は、解決過程の中で生成される各モデルの帰結として捉えるより他なく、実際には相として捉えることが困難である(Blum & Borromeo Ferri, 2009; Borromeo Ferri, 2007; Stillman, 1996; Stillman & Galbraith, 1998)。そこで、解決過程の漸次的進行を捉えるための着想として、原場面を導入した(松崎, 2001)。原場面は「解決者が自身の経験にもとづき想起する場面」(松崎, 2008, p.123)である。そして、解決過程の漸次的進行を視覚化するための手段として、課題分析マップ(Stillman, 1996)を援用し、さらに原場面を変数として採用することで、解決過程の進行を視覚化する方法として、応用反応分析マップ(Applied response analysis mapping)を考案した(松崎, 2008; Matsuzaki, 2011)。

2. 研究の目的

原場面には現実世界に関連するものと数学に関連するものがあり、成功的な問題解決であるか否かに関わらず、解決過程の進行とともに捉えていく必要がある。そこで、原場面の機能を捉えるために、特に、原場面の作用が顕著に現れる、現実場面から現実モデルや数学的モデルを生成する過程に焦点を当てる。つまり、現実世界の課題場面からの問題設定を通じた解決過程における問題場面や問題の創出過程に焦点を当てる。これらの過程では、数学的解決への見通しを図ることや推測のための方策を立てることが重要であり、数学的解決の前提となる諸要因の解明につながる。

研究目的は、現実世界の課題場面からの問題設定を通じた数学的解決を行う中で、解決者が想起する原場面の機能を分類・整理することである。これまでの研究成果を踏まえ、小学生等を被験者とする調査を通じて、解決過程の漸次的進行を支える原場面の機能を明らかにする。

本研究の成果として、現実世界の課題場面を取り扱う際の数学授業づくりやつまずきの要因を特定することで実現する個に応じた指導に役立つことが期待できる。

3. 研究の方法

これまで、光の明るさと読書に係る現実世界の課題場面(松崎・廣瀬・齋藤, 2011)を取り上げ、発達段階や専門性(学習歴や職歴等)を考慮し、高校生、大学院生そして社会人を被験者とする調査を計画・実践し(松崎, 2008; Matsuzaki, 2007, 2011)、数学的解決の実際について比較・検討を行ってきた(Matsuzaki, 2007, 2011)。数学的解決の過程の様相を記述する方法として、数学的解決の過程全般の追跡を試みる上で、原場面が問題解決に及ぼす影響について規範的枠組みから導出した(松崎, 2008)。そして、原場面を変数として採用した解決過程の進行を視覚化する方法として、応用反応分析マップを考案した(松崎, 2008; Matsuzaki, 2011)。

調査では、被験者に対し、発話思考法により問題解決を依頼し、その後、再生刺激法により事後インタビューを実施する。そして、得られたデータをもとに応用反応分析マップを作成し、質的分析を行う。応用反応分析マップから、数学的解決の過程の漸次的進行を捉えることが可能となり、原場面の機能についての分類・整理が課題となった。

個人の経験に依拠する原場面(松崎, 2008; Matsuzaki, 2007, 2011)への着目は、現実世界の課題場面からの問題設定を行う場合、他者と共有し得るように表現する必要がある(川上・松崎, 2012; 金児・松崎, 2012; Matsuzaki, 2007)。このとき、原風景の共有性への着目(山下, 2012)では限界が生じる(Matsuzaki, 2012)。そこで、原場面へ着目する理由として、フッサール現象学における「生活世界」に関する規定(クレスゲス, 1978)を手がかりとして、原場面へ着目する意義について論考を進めていく。また、フッサールの晩年の著作『ヨーロッパ諸学の危機と超越論的現象学』を中心にレビューし、原場面の機能について分類・整理を行う。

4. 研究成果

現実世界の課題場面からの問題設定を通じた数学的解決では、解決が問題解決者の経験に左右される。そこで、「解決者が自身の経験にもとづき想起する場面」である原場面に着目した。そして、中後期フッサール現象学の方法の特徴である、「ノエシス・ノエマ」構造を適用して、2つの原場面の機能を同定

した：1 つ目の地平機能は、ノエシスの側面である作用とノエマ的側面である対象の総合的な働きである。2 つ目の反省機能は、過去のノエシスを振り返る働きである。

問題解決過程の実際を視覚化し特定するための記述的枠組みとして、応用反応分析マップを援用した。応用反応分析マップでは、数学的解決に用いた変数すべてを採用しており、原場面も変数となる。そして、実験調査における数学的解決の実際と照合して、応用反応分析マップに現れる原場面の地平機能と反省機能を確認した。

上記の成果について、学位請求論文『原場面に着目した数学的モデリング能力に関する研究 - フッサー現象学の方法と応用分析マップを援用して - 』にまとめ、2015年9月30日に、博士(学術)を取得した。

<引用文献>

松崎昭雄、数学的モデリング能力の特定方法に関する研究 - 原場面への注目と課題分析マップの援用 -、筑波教育学研究、第6号、2008、査読有、pp.119-133

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

うち査読付論文(計4件)

佐伯昭彦、松崎昭雄、川上貴、円柱上の螺旋に関する探究活動を系統的に実現する教材の一考察 - 小学校から高等学校までの系統性を志向して -、数学教育学会誌、Vol.56、No.1・2、2015、査読有、pp.1-14

三島直人、松崎昭雄、「90°システム広告」の作図方法に着目した数学教材 - 中等教育段階における課題学習教材の一例として -、日本数学教育学会誌、第97巻、第9号、2015、査読有、pp.13-21

松崎昭雄、数学的モデリングの記述的枠組みにおける原場面の機能 - 中後期フッサー現象学の方法の適用 -、日本数学教育学会誌、第97巻、第3号、2015、査読有、pp.14-23

Matsuzaki, Akio、Confirming and supplementing of modelling competencies: Using applied response analysis mapping and focus on *Gen-Bamen*、International Journal of Research on Mathematics and Science Education、No.2、2014、査読有、pp.17 - 32

[学会発表](計24件)

うち招待講演(計1件)

うち国際学会(計12件)

Matsuzaki, Akio、Tsukahara, Kosuke、A consideration of modelling with

referring functions of ICTs: Focus on programming functions of LEGO®MINDSTORMS®EV3【発表確定】、18th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications(国際学会)、2017年7月24日~28日、SANLAM Training Centre Corporate Office(南アフリカ共和国ケープタウン)

塚原康介、松崎昭雄、プログラミングを取り入れたモデリング授業の実践報告、平成28年度第7回日本科学教育学会研究会(北関東支部開催)、2017年4月15日、埼玉大学(埼玉県さいたま市)

Tsukahara, Kosuke、Matsuzaki, Akio、Classification of result of modelling research related A-D graphs with movements of the robot: Focus on data logging function of LEGO®MINDSTORMS®EV3 and trace function of graphing calculator、5th International Conference of Research on Mathematics and Science Education(国際学会)、2016年12月26日、Dong Khamxang Teacher Training College(ラオス民主人民共和国ビエンチャン)

塚原康介、松崎昭雄、ロボットの動作とグラフの関連づけを意識したモデリング調査の結果報告 - 教育版レゴ®マインドストーム®EV3のデータロギング機能とグラフ関数電卓のトレース機能に着目して -、平成28年度第4回日本科学教育学会研究会(若手活性化委員会開催)、2016年12月17日、京都大学吉田キャンパス(京都府京都市)

塚原康介、松崎昭雄、ロボットの動作とグラフの関連づけを意識したモデリング調査問題の回答の一考察 - ICTsを利用した大学生を対象とした数学実験授業を通して -、日本教育実践学会第19回研究大会、2016年11月5日~6日、兵庫教育大学ハーバーランドキャンパス(兵庫県神戸市)

Matsuzaki, Akio、Tsukahara, Kosuke、A consideration of modelling evaluation with referring functions of ICTs: Modelling workshops using graphing calculator with LEGO®MINDSTORMS®EV3、2016 International Conference of East-Asian Association for Science Education(国際学会)、2016年8月26日~28日、東京理科大学神楽坂キャンパス(東京都新宿区)

松崎昭雄、変換に着目したモデリング授業 - スーパーサイエンスハイスクール指定校での取組 -、日本科学教育学会第40回年会、2016年8月21日~23日、ホルトホール大分(大分県大分市)

Kawakami, Takashi, Lamb, Janeen, Matsuzaki, Akio, Saeki, Akihiko, Merging of task contexts and mathematics in dual modelling teaching: Case studies in Japan and Australia, 13th International Congress on Mathematics Education(国際学会) 2016年7月24日~31日、Hamburg University(ドイツ連邦共和国ハンブルク)

松崎昭雄、汎用的能力の育成に資するモデリングの学習指導過程 - わが国のキャリア教育の新たな方向性を手掛かりとして -、日本数学教育学会第4回春期研究大会、2016年6月12日、埼玉大学(埼玉県さいたま市)

松崎昭雄、塚原康介、ICTsの諸機能に着目したモデリング評価に関する一考察 - 教具レゴとグラフ電卓を併用した実験・観察型アプローチによるモデリング・ワークショップ -、平成27年度第6回日本科学教育学会研究会(北関東支部開催) 2016年4月9日、筑波大学筑波キャンパス(茨城県つくば市)

Matsuzaki, Akio, How the first grade pupils express models? Focus on reformulation of situation models in a modeling teaching, The 7th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education(国際学会) 2015年3月11日~15日、Waterfront Cebu City Hotel & Casino(フィリピン共和国セブ)

松崎昭雄、数学教育からみた教具レゴを用いたモデリング研究への期待 - モデリング課題研究の企画趣旨説明とわが国におけるSTEM教育の展開に向けて -、日本科学教育学会第39回年会、2015年8月21日~23日、山形大学小白川キャンパス(山形県山形市)

塚原康介、松崎昭雄、複数のICT利用前提における学習者のモデリングの評価 - トルコ共和国国内国立大学の大学院生を対象とするモデリング・ワークショップにおける回答分析 -、日本科学教育学会第39回年会、2015年8月21日~23日、山形大学小白川キャンパス(山形県山形市)

松崎昭雄、『尋常小算術』(緑表紙教科書)における教材「電燈」の取扱い、2015年度数学教育学会夏季研究会(関東エリア)(招待講演) 2015年7月26日、文教大学(埼玉県越谷市)

塚原康介、松崎昭雄、複数のICT利用前提におけるモデリングの評価問題の開発 - 教育版レゴ®マインドストーム®EV3のデータロギング機能とグラフ関数電卓のトレース機能に着目して -、2015年度数学教育学会夏季研究会(関東エリア) 2015年7月26日、文教大学(埼玉県越谷市)

Kawakami, Takashi, Saeki, Akihiko, Matsuzaki, Akio, Triggers for and Barriers to successful student switching between modelling cycles: The case of dual modelling teaching in Japan, 17th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications(国際学会) 2015年7月19日~24日、The University of Nottingham(英国ノッティングハム)

Lamb, Janeen, Saeki, Akihiko, Matsuzaki, Akio, Kawakami, Takashi, The dual modelling cycle framework: Benefits for Australian students, 17th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications(国際学会) 2015年7月19日~24日、The University of Nottingham(英国ノッティングハム)

Matsuzaki, Akio, Tsukahara, Kosuke, Ugur Cetinkaya, Tomoko Inoue Cetinkaya, Mathematical modelling workshop for graduate school students in Turkey using LEGO®MINDSTORMS®EV3 and graphing calculator, 17th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications(国際学会) 2015年7月19日~24日、The University of Nottingham(英国ノッティングハム)

Mishima, Naoto, Matsuzaki, Akio, Takagi, Yuki, What makes differences between the model of '90° system advertisement' of the flag of England and the ones by the students?, 17th International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications(国際学会) 2015年7月19日~24日、The University of Nottingham(英国ノッティングハム)

松寄昭雄、数理科学的意思決定力を育成する授業デザインの構想 - プリコンセプションの変容と説明モデルの暫時的変化への着目 - 、日本数学教育学会第3回春期研究大会、2015年6月28日、東京理科大学神楽坂キャンパス(東京都新宿区)

- ⑳ Saeki, Akihiko, Kawakami, Takashi, Matsuzaki, Akio, Lamb, Janeen, Examining the heart of the dual modelling cycle: Japanese and Australian students advance this approach, 9th Conference of European Research in Mathematics Education (国際学会) 2015年2月4日~8日, Charles University in Prague, Faculty of Education (チェコ共和国プラハ)
- ㉑ Mishima, Naoto, Takagi, Yuki, Matsuzaki, Akio, Planning the lesson intend mathematical activities: Focus on making '90° System Advertisement', 3rd Research Conference on Science and Mathematics Education (国際学会) 2014年12月28日, Dong Khamxang Teacher Training College (ラオス民主人民共和国ビエンチャン)
- ㉒ 松寄昭雄、モデルの取扱いを意識した更なる算数的・数学的活動 - 新教育課程編成における学習・指導の方法としてのモデリング - 、日本数学教育学会第2回春期研究大会、2014年6月30日、東京学芸大学(東京都小金井市)
- ㉓ Lamb, Janeen, Kawakami, Takashi, Saeki, Akihiko, Matsuzaki, Akio, Leading a new pedagogical approach to Australian curriculum mathematics: Using the dual mathematical modelling cycle framework, The 37th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia (国際学会) 2014年6月29日~2014年7月3日, The University of Technology, Sydney (オーストラリア連邦シドニー)

〔図書〕(計1件)

松寄昭雄、山口武志、明治図書、真の問題解決能力を育てる算数授業 - 資質・能力の育成を目指して - 、2016、152 (pp.35-45)

6. 研究組織

研究代表者

松寄 昭雄 (Matsuzaki, Akio)

埼玉大学・教育学部・准教授

研究者番号：10533292