

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：33906

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300293

研究課題名(和文) 数学リテラシー概念に基づく教員養成系数学カリキュラムの開発

研究課題名(英文) Development of curriculum of mathematics for teacher education based on mathematics literacy

研究代表者

浪川 幸彦 (Namikawa, Yukihiro)

椋山女学園大学・教育学部・教授

研究者番号：20022676

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,400,000円、(間接経費) 2,820,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、学校数学教育カリキュラム策定における数学リテラシー概念の応用に基づき、教員養成系数学カリキュラムの開発を行う。先行研究における教員養成系数学カリキュラムモデル例の提案を踏まえ、本研究では教員養成系数学カリキュラム教材の開発を行うことを主目的とし、事例研究を進めた。また(数学および一般)教員の持つべき数学リテラシー像策定に向けて、大学での数理科学参照基準策定、大学数学基礎教育でのコンピテンシー研究など関連する研究から、数学リテラシー概念の深化を図った。さらに教科内容学会の設立にもつながった。

研究成果の概要(英文)：This study has aimed at developing the mathematics curriculum for teacher education, based on the concept of "mathematical literacy" already used in new school math standard in Japan. Using the proposal curricula in our preceding research project, we developed mainly examples of teaching materials. For describing concrete mathematical literacy for (math) teachers, we studied the notion more widely such as "reference standard of mathematical science" determined by SCJ or competence-study in basic math education at universities or schools. Moreover our study gave a motivation to build a new society of school content knowledge.

研究分野：数学教育

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 科学教育

キーワード：数学リテラシー 数学コンピテンシー 数学教育 教員養成カリキュラム 教員の数学知識(MKT) 数理科学参照基準 数学教育の会 ICME12

1. 研究開始当初の背景

(1) 教育改革は、OECD 始め先進諸国の最重要課題の一つであり、「生徒の学習到達度調査(いわゆる PISA 調査)が実施されている。我が国でもその結果等に基づき、学習指導要領改訂が行われた。

(2) 一方このためには教員養成課程の改革が成否の鍵を握ることも意識されており、日本でも平成 24 年 8 月に中央教育審議会の答申が出され、教員の高度専門化を目指している。

(3) さらに近年高等教育改革が重要課題となり、日本学術会議では学部教育のため各分野の参照基準が提案されつつある。

(4) 数学教員養成改革のための活動は日本数学会等でも始まっており、本研究はそれらの動きと協力しつつ進める。

(5) 本研究は基本的に同じ趣旨で計画推進された科研費研究「数学リテラシーを育成する数学教員養成カリキュラムの研究」(基盤(B),平成 20~22 年度)の成果を踏まえ、さらに発展させるものである。

2. 研究の目的

(1) 本研究は、数学教育の場において、教員養成カリキュラム改革のための理論的基盤を構築し、その具体化を併せて提示しようとする。

(2) ここでは PISA 調査でも用いられた「数学リテラシー」の概念を用い、まず教員の持つべき数学リテラシー像を具体化する。

(3) 次に数学リテラシー像に基づく教員養成カリキュラム(数学)を提示し、試行する。

(4) さらにそのカリキュラムを実現するための具体的な教材を開発する。

3. 研究の方法

(1) 「教員の持つべき数学リテラシー像」の策定においては、学校教育での「数学リテラシー像」を踏まえつつ、大学教育における「教員に必要な数学リテラシー像」を策定する。

(2) 「数学リテラシー」に基づく数学カリキュラム構築においては、先行研究でなされた大学アンケートに基づくカリキュラム提言を踏まえ、それを本研究の立場から批判的に検討する。試行しつつあるものについては実際的な検討を加える。

(3) 教材開発に置いては、先行研究に引き続き、日本数学会の活動と協力しつつ、研究協力者達による独自の活動を行う。

(4) 先行研究に続き、日本数学会教員養成系

懇談会の京都大学数理科学研究所短期共同研究、「数学教育の会」の活動、「名古屋数学教育セミナー」などの組織的活動と財政的支援を含め密接に協力してゆく。

4. 研究成果

(1) カリキュラム構築および教材開発について

先行研究において、教員養成系数学教育で教えるべき内容の案が提示されていた。ただしこれはアンケートに基づくものであった。また本学教育学部数学免許取得コースカリキュラムが「数学リテラシー」の観点から検討されていた(論文)。

これらを受けて、本研究ではまず研究代表者および分担者・研究協力者の具体的な実践事例を集め、検討することを中心に研究を進めた。毎年南九州大学(宮崎県都城市)において研究会を開催し、その結果を公刊してきた。例えば、浪川は所属大学での講義「現代数学入門」あるいは「数学科指導法 I」の内容等を紹介した。ここで明確に指摘されているのは、現代数学の考え方が、小中学校での算数・数学教育からいかに自然に接続しているか、そこに高校大学で加えられる新たな視点が数学そのものの進歩といかに密接に関わっているか(数学史の体系性と教育課程の体系性との類似)である。またさらに京都大学数理解析研究所での共同研究でも幾つもの実践例報告があった。幾つかは大学院教育での実践例を含んでいる。

しかしながら、改訂学習指導要領で打ち出された新傾向、統計的内容の重視あるいは課題学習の導入、特に数学史的内容等、に対応する教材開発はなお将来の課題として次の研究目標の一つとなっている。

またすでに実施されている研究代表者が所属する学部での教員養成カリキュラムにおいても、様々の問題が顕在化しており、これに対応してカリキュラム内容あるいは指導法を改善していくことが必須で有り、これを遂行することも本研究の中で明らかになった今後の課題である。特に集合・論理に関わる部分を学生にどう理解・修得させるべきかは次項に関わる大きな課題であることが顕在化した。

(2) 教員の持つべき数学リテラシー像の具体化

一方この課題は意外に困難な作業であることが判明した。理由は二つある。第一に、学習指導要領のような教育課程の「代表例」が存在しないため、リテラシー像を構築しにくい。むしろ豊富な具体例が先にあって、それらを取捨選択して体系づけていく中で方向性が見えてくるものである。第二に、この間国際的に一般の「リテラシー」研究において、「リテラシー」像自体が、「内容」(contents)だけではなく、「能力」(competencies)を問われるようになって、

大きく変容を遂げてきた。数学教育においてそれは特に著しい。そこで本研究もその傾向への対応が必要となった。

この結果「教員の持つべき」数学リテラシー像の策定のために、まず一般の「数学リテラシー」についてより深く研究することを後半の課題とした。

一般の数学リテラシーに関しては、まずこの間実施された新学習指導要領が、数学リテラシーの観点から見た時に同じ方向を目指していることが確認された(論文)。さらに浪川が分担者として参加する別の科研費研究(代表者:小寺隆幸橋大学教授)で、OECD生徒の学習到達度調査(いわゆるPISA調査)とそれと深く関わるNiss教授を中心とするデンマークの数学教育改革の研究が行われた。これらについてはこうしたリテラシー論の深化を反映する形で、現在一連の論考を公表中である(論文等)が、まだ纏まったものとはなっていない。

一方で大学数学教育での数学リテラシー像の策定に当たる研究にも関わった。一つは学術会議での大学教育数理科学分野参照基準検討分科会(委員長:森田康夫東北大学特任教授)に幹事として参加し、基準策定にあたった(講演)。もう一つは理工系初年次教育である。これは水町龍一氏(湘南工科大学)を研究代表者とする科研費計画で、これに協力した(講演)。さらに大学教養教育についても考察した(図書)。

しかしながら、これらの結果を総合する「教員の持つべき数学リテラシー像」そのものの具体化もまた次の研究段階での課題である。なおここでは「教員」として「小学校教員」「中高数学教員」の二つが考えられている。予備的な考察に依れば、リテラシーの「内容」が異なるのは当然であるが、「能力」についてはむしろ共通する部分が多い。

幸い本研究を踏まえ、これらの課題に取り組もうとする趣旨の研究計画「数学リテラシーを育成する教員養成系数学教育の教授法開発とその理論化の研究」が採択された(基盤研究(B))ので、上記の未達成課題をこの中で追求していく。特に数学科指導法教科書あるいは著書をまとめ上げる予定である。

(3) 諸組織との連携

日本数学会教員養成系懇談会を中心とする京都大学数理解析研究所での共同研究は本研究期間中毎年2回ずつ行われ、そこからの報告書も逐次刊行されている。本研究からは研究代表者はじめ研究協力者が参加し、本研究から旅費、出版費等の援助を行った。

「数学教育の会」は研究分担者真島秀行氏を世話人として年2回(最終年度のみ1回)開催され、本計画から在世的援助を行った。

「名古屋数学教育ゼミナール」は研究代表者および分担者三宅正武氏を世話人として14回(平成23年度4回、平成24年度5回、平成25年度5回)開催され、高校数学教員

を中心に毎回30名以上の参加者を得た。研究代表者を含む分担者、研究協力者等が講師を務めている。

最後に、平成25年度末に日本教科内容学会が鳴門教育大学西園芳信副学長等を中心に組織されたが、本研究が契機となって研究代表者がここに関わることとなった。これにより本研究が他教科へ、また一般教育学へと拡がるのが期待される。

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20件)

浪川幸彦, 数学の「能力」とは?(承前), 学校数学から見える数学の風景(8), 数学セミナー, 第53巻7号(2014/07)(査読無, 出版予定)[シリーズの論考]

清水美憲, 数学的リテラシーの評価課題の構成に関する一考察 小学校児童を対象とした評価課題の設計とその分析, 日本数学教育学会誌・数学教育学論究臨時増刊, 第95巻(2013/11), pp.185-192(査読有)

真島秀行, 「解伏題之法」の行列式と「大成算経」の行列式について, 京都大学数理解析研究所講究録1831(『大成算経』の数学的・歴史的研究), (2013/04), pp31-52(査読無)

Yoshinori Shimizu & Berinderjeet Kaur, Learning from similarities and differences: a reflection on the potentials and constraints of cross-national studies in mathematics, ZDM - The International Journal on Mathematics Education, Vol.45(1) (2013/03), pp1-5(査読有)

Yoshinori Shimizu & Gaye. Williams, Studying learners in intercultural contexts, In M. A. (Ken) Clements, A. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick, and F. Leung (eds.), Third International Handbook of Mathematics Education, Springer, 2012/12, pp145-167(査読有)

浪川幸彦 数学, 学ばるべきもの - 数学という学問から見た数学を学ぶ意義 -, 日本数学教育学会誌, 94巻11号(2012/11), pp22-25(査読有)

清水美憲, 評価問題作成における数学的なプロセスへの焦点化 - 全国学力・学習状況調査(中学校数学)の動向と課題 -, 日本数学教育学会誌, 第94巻9号(2012/09), pp30-33(査読無・招待論文)

Yoshinori Shimizu, Impacts of the New National Assessment of Academic Ability in Mathematics: Lessons from the First Five Years, The Proceedings of an International Symposium: Current Issue and Future Directions in Mathematics Education in Asia, Seoul National University(2011/12), pp.29-46, (査読無・招待論文)

浪川幸彦, 数学リテラシーの観点から見た

新学習指導要領 「数学的活動」と「数学のよさ」を中心に , 日本数学教育学会誌, 第 93 巻 4 号(2011/04), pp34-39 (査読有)
浪川幸彦, 竹内聖彦, 白井朗, 数学リテラシー概念に基づく数学教員養成カリキュラム改革の試み, 椋山女学園大学教育学部紀要, 4 号 (2011/02), pp83-94 (査読無)

〔学会発表〕(計 12 件)

浪川幸彦, リテラシーの観点から見た大学初年次教育の目標と評価, 国際研究集会「高水準の数学的リテラシー教育と高大の接続・移行」, 2014 年 1 月 11 日, 湘南工科大学, 藤沢 (招待講演)

浪川幸彦, 市民的教養としての数学教育を目指して - 数学リテラシーの観点から見た (高等学校) 新学習指導要領 -, 千葉県高等学校数学研究会秋季大会, 2013 年 11 月 19 日, 千葉 (招待講演)

浪川幸彦, 言語としての数学 - その大学教育での意味 -, 日本学術会議公開シンポジウム, 2013 年 1 月 13 日, 日本学術会議 (招待講演)

Yukihiko Namikawa, Mathematical literacy in recent education in Japan, ICME12, 2012 年 7 月 11 日, Seoul

浪川幸彦, こう変わってほしい 新しい高校数学, 数学教育協議会全国高校研究集会, 2012 年 3 月 24 日, 蒲郡 (招待講演)

浪川幸彦, 大学での新たな教養教育の確立へ - 数学を基礎言語とする科学リテラシー -, 第 18 回大学教育研究フォーラム, 2012 年 3 月 16 日, 京都大学, 京都 (招待講演)

浪川幸彦, 数学リテラシーに基づいた教員養成カリキュラム - 椋山女学園大学教育学部での実践例 -, 日本数学会教育シンポジウム, 2011 年 9 月 30 日, 信州大学, 松本 (招待講演)

浪川幸彦, 数学リテラシーと科学リテラシー - 科学の基礎言語としての数学の役割 -, 平成 23 年度なごや科学リテラシーフォーラム, 2011 年 7 月 9 日, 名城大学, 名古屋 (招待講演)

〔図書〕(計 3 件)

Hideyuki Majima, Seki Takakazu, his life and bibliography, in "Seki, Founder of Modern Mathematics in Japan" A Commemoration on Tercentenary, Ser. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, Vol. 39, Knonloch E., Komatsu H., Liu D. (Eds), pp3-20, 2013

大高 泉, 清水美憲編著, 教科教育の理論と授業 (理数編), 執筆「学校数学の今日的課題と学習指導要領の改訂」「数学の言語性への着目と数学的リテラシーの育成」, 協同出版, 310p, 2012/03

浪川幸彦 (分担執筆), リテラシーの概念に基づいた教養教育の構築 数学教育に例を取って -, in 「教養と学力」編集代表 :

豊田ひさき, 共著者: 齋藤芳子, 松下良平, 子安潤, 近藤孝弘, 豊田ひさき, 的場正美, 愛知教育大学出版会, pp9-33, 2011/06

〔その他〕

浪川幸彦ウェブサイト :

<http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~namikawa/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

浪川 幸彦 (NAMIKAWA, Yukihiko)

椋山女学園大学・教育学部・教授

研究者番号 : 2 0 0 2 2 6 7 6

(2) 研究分担者

黒木 哲徳 (KUROGI, Tetsunori)

南九州大学・人間発達学部・教授

(平成 26 年 2 月まで)

研究者番号 : 9 0 0 2 2 6 8 1 (同上)

三宅 正武 (MIYAKE, Masatake)

名古屋大学・大学院多元数理科学研究科・名誉教授

研究者番号 : 7 0 0 1 9 4 9 6

真島 秀行 (MAJIMA, Hideyuki)

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・教授

研究者番号 : 5 0 1 1 1 4 5 6

清水 美憲 (SHIMIZU, Yoshinori)

筑波大学・大学院人間総合科学研究科・教授

研究者番号 : 9 0 2 2 6 2 5 9