

令和 2 年 7 月 10 日現在

機関番号：33906

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01985

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教育カリキュラム具体化の研究と教授法の開発

研究課題名(英文) Study of Curriculum of Mathematics Teacher Education Based on the Notion of Mathematical 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) 9,800,000円

研究成果の概要(和文)：情報化等の社会の急激な変化に対応する数学(教員養成)カリキュラムの開発と、それを支える原理的な考察とを共に推し進めたが、むしろ新たな困難が明らかとなり、なお道半ばの感が強い。社会の変化への対応では、統計を含む応用的分野の伝統的カリキュラムへの取り込み等、また原理的な考察では、リテラシー概念を数学の枠を越えた学校教育全体での教科教育の原理への拡張について、いくつかの視点の提案と分析とを行った。言い換えれば数学教育学自体の体系化をリテラシー、教科内容学の立場から遂行しようとする。問題の性格上最終的「成果」はあり得ないが、幾つか新しい道筋を切り拓いた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

情報化社会に向けた教育改革は必須の課題であり、特にその成否の鍵を握る教員養成の改革が重要である。また数学は科学文明社会、情報化社会の基礎であり、数学教育は本質的な重要性を持つ。本研究がその(技術的方法論ではなく)教育内容的な部分に対して行っているいくつかの原理的視点の提案は、未だ具体的提案に至っていないとは言え、改革への道を切り開くために意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)： We have studied mathematical education to develop new curriculum of mathematics teacher education based on the study of principles of math education on the balance of tradition and new change such as statistics and information. For that purpose we have given analyses to import new areas of mathematics in education, and proposed several new general principles to be considered in building up school curricula as a process of learning. Because of too rapid change of the world, however, we only clarified several points of view including difficulties, and the proposal of a concrete math curriculum is still on the way.

研究分野：科学高等教育

キーワード：教員養成カリキュラム改革 数学リテラシー 数学教育 教科内容学 統計教育 数学史

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 教育は21世紀の世界的課題の一であるが、日本もその例に漏れない。現行学習指導要領改訂では言語的活動の重視、理数教育の充実、主体的学習の推進が強調され、次期学習指導要領でも基本的にこの方針が維持されている。これらの目標の実現のためにも教員の質の向上が不可欠であり、中教審答申を踏まえて教職課程の改革が喫緊の問題となった(その結果、全大学で教職課程の再認定が行われた)。数学教育の立場からもカリキュラムおよび教育方法の改善が必要とされる。また全体的な改革の目的に資するため2014年に日本教科内容学会が設立され、研究代表者は副会長の一人として協力している。

(2) 一方数学教育においては1980年代以降各種「リテラシー」概念に基づく(普遍的な)数学教育の基礎付けが主流となり、特に科学リテラシーに基づく科学教育改革の提言が世界的に見られた。本邦でもJSTによる「科学技術の智」プロジェクトが実施された(2008年度に報告書、研究代表者はその数理学部会長、他に分担者3名、研究協力者1名も参加)。しかしこれに基づくカリキュラム改革の提案、教育方法改善の具体化などは今後委ねられ、研究代表者は他の協力者達と共に主にその実現に向けて研究を重ねてきており、本研究もその流れの延長線上に位置付けられる。

### 2. 研究の目的

本研究は、教育改革を支える教員の質の向上を目的として、教員養成における数学教育を具体的に改善するための提案を行うことを全体的な目的とする。より個別的には教員養成に向けた数学教育教授法を開発し、その理論的根拠を与える；(リテラシー像に基づく)教員養成数学教育カリキュラムモデルを構築し、提案する；数学教員の持つべき数学リテラシー像を具体化することの3点を主たる目的として行われる。

さらに上記プロジェクトからの変化に対応して教育における「数学リテラシー」概念そのものを再度考え直すことも目的に加え、並行して研究することとした。

### 3. 研究の方法

上記の目的に対応するに当たって、教育学が実践を踏まえた研究分野であるとの性格から、具体的・個別的な実践を積み上げて、それを総括する形で理論的な研究を行うのが建設的で妥当なものとの認識に至り、研究としてはその方向を取ることにした。具体的には次の通り。

(1) 椋山女学園大学の数学教員養成系カリキュラムを、外部の分担者を交えて批判的に検討する。同大学数学教員養成コースは設置以来4年ごとに検討を行ってきた、その第3回目としての見直しを再課程認定準備を兼ねて本研究の一環として行う。ここでは主に理学部での数学教育カリキュラムとの関連、一般大学での教養教育カリキュラムとの関連を視野に入れる。

(2) 近年重要になってきた統計を初めとする応用系分野の教授法開発を行う。統計分野は学校カリキュラムの中で近年急激に重みを増している。一方より一般に情報数学、離散数学等の応用分野も「新しい学力」への対応等様々の形で数学カリキュラムに影響を及ぼしつつある。これらについて数学教育の中での位置付けと実践を行う。これらは統計教育、AIを用いる教育と共に数学史とも関連する。

(3) 数学教育の国際調査、歴史的検討。数学教育の国際的な潮流を調査すると共に、歴史的な検討を行う。後者には二つの意味があり、数学教育史の批判的検討と数学史の持つ数学教育における意味についての検討を含む。当初は国内の実情調査を計画していたが、再課程認定のため、きわめて限定された形になった。

(4) 教科内容学会の主催する教員養成教育のための特別プロジェクト研究「教科内容構成の開発」に参画する形で、教員養成における教科内容教育の教科を越える「原理」を構築する。これは上記目的の基盤となる。

(5) 以前から行われている数学および数学教育に関連する諸学会の活動・催しに協力する形で共同研究を行う。

(6) 従来から行っている名古屋大学数学教育セミナー(公開)に加え、ウェブサイトによる成果公開を積極的に行う。

以上の研究活動の多くは上記目的の①～③すべてにわたるため、(1)を除く多くは個人または少人数の研究者による「個別研究」の形で行われ、年に1度または2度の分担者会議を数日間の予定で(主に南九州大学において)開催し、十分な時間を取って議論する形を取る。

### 4. 研究成果

(1) 椋山女学園大学数学教員養成系カリキュラム。手直しが行われ、実施された。その検討の過程からは、現在日本の学校教育が抱える様々の問題点が明らかになったが、特に理科系でない大学生達の持つべき数学リテラシーの具体像を考える良い機会となり、研究協力者川添充氏(高水準の数学的リテラシー研究)との共同研究が進んだ。一方数学教育的には、集合論的観点をどのように高校、大学レベルで導入するかの問題を(かつての「現代化」とは全く違う意味で)考えなければならないことが明らかになった。

なお椋山女学園大学教育学部の再課程認定において、従来単なる選択科目として設置されていた「数学史」「現代数学入門」等が、新設された「教職複合科目」として認定され、教員養成カリキュラムとしての先進性が公に認められた。

(2) 応用系分野の教授法開発。結論的に言えば、問題の大きさが当初の予想を遙かに超えていた。全体会議および数学教育セミナー、数学教育の会等で、その課題の困難さをある程度明らかにすることまではできたが、問題解決への具体的提案にはとても至らなかった。

より具体的に述べる。統計教育に関して、数学教育史から見た真島秀行氏の研究、ベイズ統計の扱い、データの定義についての議論等がある。一方青山和裕氏による実践を踏まえた諸研究があるが、数学リテラシーの観点からはなお検討が必要と思われる。特にもう一つ先の学習指導要領改訂では、膨らみすぎた教育内容を適切な形で削減することが必須であり、そのためには統計教育を従来の数学教育とより密接に融合する、抜本的なカリキュラム改革が必要である。

応用系分野から見た数学リテラシーの検討については、研究協力者三井斌友氏による講演の中で数学モデリングのコンテストが諸外国で広まっていることを知り、新たな可能性に目を啓かれた。また分担者根上生也氏、安野史子氏からは具体的な離散数学等の教材提示があった。

また CBT の開発研究を行っている安野史子氏に、研究代表者を含む数名の分担者が研究協力しているが、新たな能力開発の可能性も期待される一方で、安易な AI 教育導入の問題点も明らかになってきた（ベルリンでのギムナジウム実践視察）。

(3) 数学教育の国際調査では、分担者清水美憲氏の諸報告が我々の研究に役立った他、同氏等の主催した ICMI-Study24 に研究代表者も参加し、カリキュラム開発の議論を行うための共通プラットフォームを構築しようとする世界的な動きを実感した。また分担者趙雪梅氏の中国の状況紹介も貴重であった。

数学史の研究においては、前述した真島秀行氏による統計教育史の研究があり、数学教育の中での扱いに困難さがあることが指摘された。一方で（一般的な）数学史は数学教育の系統化（プロセス化）に対し示唆するところが大きいと期待されるが、より具体的な内容の公表には至らなかった。

(4) 教科内容学会特別プロジェクトについては、研究代表者が特別プロジェクト代表者の西園芳信氏に本研究の立場からの協力を続けた。特にその最終報告書第一部の西園氏による教科に共通する一般的枠組みの解説に続いて、教科を越える「考え方」「視点」の記述を浪川が行った。内容は同学会で随時報告されているが、最終的には公刊される。内容的にはこれが本研究での一般的な「リテラシー」概念の提示に当たる。その「数学リテラシー」「数学教員リテラシー」への落とし込みは、「科学の智」プロジェクト報告の改訂に相当する部分であるが、今回は未達成となった。ただしこの両者の「二重性」を意識することの指摘は重要である。これらについての研究は、研究代表者が今年（2020 年）から科学研究費（一般研究 C）を受けることとなったので、そこで継続する。

(5) 数学系諸学会との連携。以前から行われていた「数学教育の会」との連携は主催者真島氏の健康上の問題もあって、最終年度に漸く開催され、統計教育、特にベイズ統計について専門家を交えた深い議論が行われたが、本年（2020 年）3 月の開催で、限られた参加者による開催が一杯であった。

また数理解析研究所で過去 2 回行われた「教育数学」の研究会（岡本和夫氏他主催）にも以前から参加しており、第 3 回が本年 3 月に行われて研究代表者も発表の予定だったが 1 年延期となった。この会に中心的貢献をしている研究協力者蟹江幸博氏は、本研究の全体会議に毎回参加し、発表すると共に活発な議論で貢献している。

(6a) 数学教育セミナー（担当：分担者三宅正武氏）は引き続き開催され、本研究期間内は年 3 回ずつ、回数は少ないものの、講演者に人を得て充実した内容で行われた。その一部はウェブで公開している最終報告書（部分）に掲載済みである。本セミナーは 2006 年に始まり、丁度 60 回を数えたが、福井等遠距離からも熱心な参加者を得て、本研究を高校・大学の実践的場から支え、また研究を押し進める契機ともなった。現在はアブストラクトのみが公開されている：

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

(6b) ウェブサイトによる成果公開。担当は分担者白井朗氏。2018 年に椋山女学園大学教育学部のウェブサイトで、本研究を含む数学教育研究の公開を行った：

<http://www.edu.sugiyama-u.ac.jp/math/education.html>

特に、公刊されていない全体会議の研究会報告が Web 公開されている。今後本研究の先行研究公開を含め、一層内容を充実させてゆく予定である。白井氏は上記新科研費研究でも浪川に協力し、共同研究を行う。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 F. Yasuno, K. Nishimura, S. Negami, Y. Namikawa	4. 巻 26-3
2. 論文標題 Development of Mathematical Problems with Dynamic Objects for Computer-Based Testing Using Tablet PC	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Intern. J. of Technology in Math. Ed.	6. 最初と最後の頁 131-137
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 趙 雪梅	4. 巻 32
2. 論文標題 子どもの深い学びと学生の実践力向上を目指して	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 数学文化	6. 最初と最後の頁 102-105
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 清水 美恵	4. 巻 7
2. 論文標題 学校数学カリキュラムにおけるアラインメント研究の課題	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本数学教育学会春期研究大会論文集	6. 最初と最後の頁 119-122
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 竹内聖彦, 伊藤仁一, 高橋敏, 白井朗	4. 巻 12
2. 論文標題 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(III)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 椋山女学園大学教育学部紀要	6. 最初と最後の頁 233-242
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 Yukihiko Namikawa	4. 巻 24
2. 論文標題 Curriculum Reform of Japanese High Schools and Teacher Education Based on Literacy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. ICMI Study	6. 最初と最後の頁 474-479
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 -

1. 著者名 清水美憲	4. 巻 47
2. 論文標題 「主体的・対話的で深い学び」は行われていないのか - 数学科授業の国際比較研究から浮かび上がる日本の授業の特質	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本教材文化研究財団研究紀要	6. 最初と最後の頁 19-29
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 青山和裕	4. 巻 66-1
2. 論文標題 統計的問題解決を取り入れた授業実践の在り方に関する一考察 既存のデータを活用した問題解決活動におけるプロセスの相違に着目して	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 統計数理	6. 最初と最後の頁 97-105
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 -

1. 著者名 Zhao, X.M. (趙雪梅)	4. 巻 55
2. 論文標題 Narrative Mathematics Learning: A practice in Challenge Mathematics, Journal of the Human Development Research	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 南九州大学論究	6. 最初と最後の頁 57-61
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 濱中裕明, 熊倉啓之, 宮川健	4. 巻 5
2. 論文標題 平行四辺形になるための条件の真偽判断を通した証明的思考 - 中等教育を一貫する論証指導の視座から	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本数学教育学会春期研究大会論文集	6. 最初と最後の頁 101-108
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 -

1. 著者名 青山和裕	4. 巻 32-3
2. 論文標題 日本の中学校・高等学校における統計教育の現状と課題について	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ECO-FORUM	6. 最初と最後の頁 81-92
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Y. Shimizu
2. 発表標題 Lesson Study as a vehicle for the Synergy of Research and Practices: A Japanese Perspective
3. 学会等名 XV CIAEM-IACME, Medellin, Colombia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浪川 幸彦
2. 発表標題 全教科を俯瞰した教科内容の原理 - 「体系的理解」の共有に向けての非体系的メモ
3. 学会等名 日本教科内容学会, 京都教育大学, 京都
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真島秀行
2. 発表標題 日本の数学教育の中の統計教育を振り返って(再論)
3. 学会等名 日本数学教育史学会年会, 東京学芸大学, 東京
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jin-ichi Itoh
2. 発表標題 Reversing cube and Origami tent
3. 学会等名 International Symposium on Discrete Geometry and Convexity, Hebei Normal University, Shijiazhuang, China (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浪川幸彦
2. 発表標題 集合論的視点に基礎を置く高校数学教育の改革
3. 学会等名 日本数学教育学会第100回記念大会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshinori Shimizu
2. 発表標題 Exploring Exemplary Mathematics Instruction and Identifying the Pedagogical Vocabulary of Japanese Mathematics Teachers from an International Perspective
3. 学会等名 International Conference on the Research Paradigm on the Teaching & Learning of School Subjects" in East Asia, The Graduate School of Education (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青山和裕
2. 発表標題 法知の指導に向けた数学的モデリング及び統計教育研究の展開について 大学生対象のケーススタディを足がかりとして
3. 学会等名 日本数学教育学会第6回春期研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青山和裕
2. 発表標題 統計的問題解決の評価方法に関する一考察 分析に用いた見方・考え方に注目して
3. 学会等名 科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 小寺隆幸編著, 清水美憲, 浪川幸彦, 長崎栄三, 松下佳代, 増島高敬, 小田切忠人, 山野下とよ子, 井上正允, 青木慎恵, 伊禮三之, 鈴木優美	4. 発行年 2018年
2. 出版社 ミネルヴァ書房	5. 総ページ数 278
3. 書名 主体的・対話的に深く学ぶ算数・数学教育 コンテンツとコンピテンシーを見すえて	

1. 著者名 国友直人, 山本拓編, 青山和裕, 他15名	4. 発行年 2019年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 304
3. 書名 統計と日本社会	



1. 著者名 Yoshinori Shimizu, Renuka Vithal (eds.)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 University of Tsukuba	5. 総ページ数 587
3. 書名 Proceedings of ICMI Study 24, School Mathematics Curriculum Reforms: Challenges, Changes and Opportunities	

1. 著者名 清水 美憲、齊藤 一弥	4. 発行年 2017年
2. 出版社 東洋館出版社	5. 総ページ数 214
3. 書名 [平成29年版] 小学校 新学習指導要領ポイント総整理 算数	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>福山女学園大学教育学部教育プログラム / 数学教育研究：  <a href="http://www.edu.sugiyama-u.ac.jp/math/education.html">http://www.edu.sugiyama-u.ac.jp/math/education.html</a>          名古屋大学数学教育セミナー：  <a href="http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~namikawa/edusemi.html">http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~namikawa/edusemi.html</a></p>
---

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	根上 生也  (NEGAMI Seiya)  (40164652)	横浜国立大学・大学院環境情報研究院・教授   (12701)	

## 6. 研究組織（つづき）

	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	真島 秀行 (MAJIMA Hideyuki) (50111456)	お茶の水女子大学・ ・名誉教授  (12611)	
研究分担者	三宅 正武 (MIYAKE Masatake) (70019496)	名古屋大学・多元数理科学研究科・名誉教授  (13901)	
研究分担者	趙 雪梅 (CHOU Setsubai) (10586499)	南九州大学・人間発達学部・准教授  (37601)	
研究分担者	清水 美憲 (SHIMIZU Yoshinori) (90226259)	筑波大学・人間系・教授  (12102)	
研究分担者	安野 史子 (YASUNO Fumiko) (00370081)	国立教育政策研究所・教育課程研究センター基礎研究部・総括研究官  (62601)	
研究分担者	青山 和裕 (AOYAMA Kazuhiro) (10400657)	愛知教育大学・教育学部・准教授  (13902)	
研究分担者	竹内 聖彦 (TAKEUCHI Kiyohiko) (30236418)	椋山女学園大学・教育学部・教授  (33906)	
研究分担者	伊藤 仁一 (ITOH Jun-Ichi) (20193493)	椋山女学園大学・教育学部・教授  (33906)	

## 6. 研究組織 (つづき)

	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	濱中 裕明 (HAMANAKA Hiroaki) (20294267)	兵庫教育大学・連合学校教育学研究科・教授  (14503)	
研究分担者	白井 朗 (SHIRAI Akira) (70454345)	椙山女学園大学・教育学部・教授  (33906)	
研究分担者	高橋 聡 (TAKAHASHI Satoshi) (20613665)	椙山女学園大学・教育学部・准教授  (33906)	
研究協力者	川添 充 (KAWAZOE Mitsuru)	大阪府立大学・高等教育推進部門・教授	
研究協力者	三井 斌友 (MITSU Taketomo)	名古屋大学・名誉教授	
研究協力者	蟹江 幸博 (KANIE Yukihiro)	三重大学・名誉教授	