

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25381181

研究課題名(和文)実践的指導力の育成を重視した数学科教員養成カリキュラムに関する研究

研究課題名(英文) A Study on mathematics curriculum for fostering the mathematics teachers in secondary school emphasizing Practical Teaching Ability

研究代表者

國宗 進 (KUNIMUNE, SUSUMU)

静岡大学・教育学部・名誉教授

研究者番号：50214979

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：数学科教員養成において必須な指導内容や方法を検討し、イギリスやフィンランドでの教員養成カリキュラムの分析や授業参観に基づく知見も踏まえて、「数学科教員としての実践的指導力」を、「学習の過程の理解、数学の理解、数学カリキュラムと単元の構想、数学の授業展開と指導、学習評価」の5つの柱で捉える枠組みを示した。特に「数学授業の構想、実践に関するもの」であり、それについて数学的活動を重視することの意義を明らかにした。また、大学および中学校での授業研究を実施・検討し、そこでの学習者の追究の実際と改善点を実証的に明らかにした。

研究成果の概要(英文)：We researched the teaching contents and methods for fostering the mathematics teacher in secondary school. Referring to mathematics curriculum design in UK or Finland, we have proposed the five strands about “Practical Teaching Ability for the mathematics teacher”, namely, understanding students’ learning process, understanding mathematics, mathematics curriculum design, developing mathematics lessons and teaching, and evaluating lessons. Concerning the phases of proceeding lessons, we particularly emphasize Mathematical Activity, which is indispensable for exploring mathematics and reforming learners’ sense of learning or doing mathematics lessons. Then we have done Lesson Studies in faculty of education and lower secondary schools, and clarified learners’ thinking in these phases.

研究分野：数学教育学

キーワード：数学教育 数学科教員養成 数学的活動 図形教育 置換

## 1. 研究開始当初の背景

本研究は、数学科教員の養成に関する以下のア)～ウ)のような今日的要請に応えるものである。

ア) 養成段階において実践的指導力の育成を一層重視する必要がある。

今後 10 年間に小中学校教員のおよそ 1/3 が退職するという事態を迎え、その結果、特に教育現場における実践知の伝承が途絶えがちになることが懸念され、即戦力とは言わないまでも、的確な指導を行える数学科教員の養成が期待されている。これに関する改善の方策として、本研究では、学習指導要領の教科目標に明示されている「数学的活動」を重視する授業を養成段階でも構想・実践し、学生の数学学習観、数学指導観の変容を目指すという立場に立つ。将来数学科教員になるうとする学生・院生が実践的指導力を身に付けるには、自らが数学学習を主体的・探究的に行う経験を十分にもっている必要がある。

イ) 教科専門科目と教職専門科目とを架橋する内容を検討する必要がある。

数学科教員の養成については従来から、代数・幾何・解析といった数学そのものを学習する教科専門科目と、数学科教育法を含む教職専門科目とによって、その専門性を高めている。しかしながら、両者を関連付けることは学生に委ねられていた感があり、これからはより意図的に両者を関連づける授業を養成段階で考えることが重要である。これは、上記ア)で述べた懸念の解消にも繋がっている。本研究では、数学科教員養成に関する内容・方法の改善の検討を、数学教育学者と数学者との協働によって行う。

ウ) 世界標準に見合った養成段階での実践的指導力とは何かを明確にすることが重要である。

ヨーロッパではポローニャ・プロセスに見られるように、各国の独自性を尊重しながらも広範に通用する教員養成の規程が模索され実施されている。本研究では、数学科・算数科の教員養成において顕著な成果をあげつつあるイギリス及びフィンランドの実践的指導力育成のための内容と方法も参照しながら、我が国の数学科教員養成の一層の充実を目指す。なお、イギリス及びフィンランドの数学教育に関しては、研究代表者及び分担者は幾何教育や授業研究という点から既に共同研究(Fujita T., Jones K., Kunimune S., et al., 2011; 熊倉, 2007; 他)を進めていて、本研究では教員養成という視点を前面に出して研究の一層の発展を目指す。

## 2. 研究の目的

本研究は、数学科教員養成において必須な指導内容や方法を、特に実践的指導力の育成という視点を重視して検討するとともに、それを実現するためのカリキュラム編成の基本的な考え方を示し、その内容・方法を具体的に・実証的に提案することを目的とする。な

お、本研究でいう「数学科教員養成」とは、中学校・高等学校の数学科教員養成を主としながらも、算数科教育の立場からみた小学校教員養成も視野にいれたものを指している。

## 3. 研究の方法

(1) 数学科教員養成における実践的指導力をどうとらえるかを検討し、それを身に付ける上で数学的活動を重視した授業を位置付ける意義を明らかにする。また、中学校・高等学校・大学における数学的活動を重視した先行実践を集約・分析し、授業構成の方法を具体的に検討する。

(2) イギリスとフィンランド両国の算数・数学科教員養成における実践的指導力育成に関する内容・方法を把握し、その結果を踏まえて、世界標準も視野に入れた実践的指導力育成のための内容・方法を検討する。

(3) 上記(1),(2)に関する検討に基づいて、それらを総合的に考察し、数学科教員養成における実践的指導力の育成に関する内容・方法を明らかにし、それを実現するための具体的方策を提案する。

## 4. 研究成果

実践的指導力の育成を重視した数学科教員養成に関して、その内容・方法の検討を進めた。

### (1) 実践的指導力の明確化

本研究では、「数学科教員としての実践的指導力」を、「学習の過程の理解、数学の理解、数学カリキュラムと単元の構想、数学の授業展開と指導、学習評価」の5つの柱で捉えることを示した。は生徒の数学学習の過程に関する理解、は数学の方法と内容の理解、とは数学授業の構想、実践に関するものであり、は単元、は毎時というレベルからなる。の評価には教員の授業評価も含めている。

これらの設定に際しては、イギリスでの教員養成の柱であげられている「一般教育学、教師としての心構え、教科教育、専門教科」や、フィンランドでの教員養成において強調されている「研究者としての教師」という視点も加味している。なお、これらの検討を通して、教育実習の重視、特に大学と附属学校との連携と役割分担を明確にすることの重要性を明らかにした。

### (2) 実践的指導力の育成における「数学的活動」の重視

本研究では、(1)で規定した実践的指導力を育成するには、小中高校、そして大学においても「数学的活動」を重視することが重要であるという立場に立つ。そのことを、数学教育学者と数学者との協働によって大学での代数学の授業研究や学習内容の吟味を行って具体的に検討し、教員養成段階での探究的な学習経験が、学生の数学学習観や授業観の変容をもたらす、「概念の理解」と「能力・態度の育成」の両者に目を向けるようになる

等の点で、数学科教員としての実践的指導力の育成に貢献するという示唆を得た。

(3) 授業研究・共同研究を通じた具体的方策の吟味

大学教員、現職教員、院生・学生らが参加して中学校および大学における授業研究を行い、数学的活動を促す問題とその提示、問題追究の様相等について検討し、そこでの数学的活動の実際を明らかにした。

代数学に関する「パーフェクトシャッフル」に関する授業研究においては、それまでの2コマ(90分×2)で学習済みである「置換(置換を巡回置換で表し、巡回置換を互換の積で表すこと、それをを用いて符号を定義)、および、行列式の定義と性質(置換と符号を用いて行列式を定義し、簡単に求める方法を得るために行列式の性質を探究)」を使って解決する問題を扱い、教員養成段階においても学習した数学をいろいろな事象に使う学習経験を持つことの重要性を明らかにした。

また、幾何教育に関して従来から行ってきたイギリスの Keith Jones 博士(サウザンプトン大学)、Taro Fujita 博士(エクセター大学)らとの共同研究を継続し、その成果を国際数学教育心理学会において発表した。さらに、数学科教員養成における問題解決学習やグループワークの内容と方法に焦点化して、日本、イギリス両国の大学において授業公開をお互いに行い、授業で取り上げる具体的な問題やその扱いに関して両国では同様の展開がなされていること、イギリスではグループワークを積極的に活用しているなどの特徴を明らかにした。

<引用文献>

Fujita T., Jones K., Kunimune S., et al. (2011), Proofs and Refutations in Lower Secondary School Geometry. *Proceeding of 7th Conference of European Research in Mathematics Education*, pp.660-669. Poland, ERME.

熊倉啓之(2007),「フィンランドの数学教育」『日本数学教育学会誌数学教育』第89巻第1号, pp.31-40.

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計13件)

花木良・吉井貴寿(2015), 数学科内容学における教材開発研究 線形代数学におけるパーフェクトシャッフル教材, 日本教科内容学会誌第1巻第1号, pp.77-84. 査読有

Kondo, Y. (2015), CHARACTERISTICS OF STUDENT'S 3D GEOMETRICAL REASONING IN ELEMENTARY SCHOOL: FOCUS ON THE STUDENT'S EXPLANATIONS. *Proceedings of 7th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education*, pp.731-736. 査読有

熊倉啓之(2015),「外周角」の性質とその教材化に関する考察, 数学教育学会誌

Vol.55- No.3・4, pp.99-107. 査読有

國宗進(2015), 作図し証明する過程を重視する図形指導 - 「線分の3等分の作図」における活動を中心にして -, 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, No.24, pp.25-32. 査読有.

DOI 10.14945/00008914

下村岳人・近藤裕(2015), 見取図を読む力の育成に関する実証的研究, 奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要, 第1号, pp.173-182. 査読有

宮川健・真野祐輔・岩崎秀樹・國宗進・溝口達也・石井英真・阿部好貴(2015), 中等教育を一貫する数学的活動に基づく論証指導の理論的基盤: カリキュラム開発に向けた枠組みの設定, 全国数学教育学会誌 数学教育研究, 21(1), pp.63-73. 査読有

Sinno, S., Miyakawa, T., Iwasaki, H., Kunimune, S., Mizoguchi, T., Ishii, T., and Abe, Y. (2015), A THEORETICAL FRAMEWORK FOR CURRICULUM DEVELOPMENT IN THE TEACHING OF MATHEMATICAL PROOF AT THE SECONDARY SCHOOL LEVEL. In Weswick, K., Muir, T., & Wells, J.(Eds.), *Proceedings of 39th Psychology of Mathematics Education conference*, vol.4, pp.169-176. PME39th. 査読有

高橋達也・鈴木直・國宗進・熊倉啓之(2015), 1次関数とみなす活動を重視した学習指導, 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, No.24, pp.169-176. 査読有

Fujita, T., Kondo, Y., Kunimune, S., and Jones, K. (2014), OPEN TASKS IN JAPANESE TEXTBOOKS: THE CASE OF GEOMETRY FOR LOWER SECONDARY SCHOOL, *Proceedings of the International Conference on Mathematics Textbook Research and Development*, pp.233-238. (ICMT-2014). 査読有

Kondo, Y., Fujita, T., Kunimune, S., Jones, K., and Kumakura, H. (2014), THE INFLUENCE OF 3D REPRESENTATIONS ON STUDENTS' LEVEL OF 3D GEOMETRICAL THINKING. In Liljedahl, P., Oesterle, S., Nicol, C., & Allan, D. (Eds.), *Proceedings of the Joint Meeting of PME38 and PME-NA 36*, vol.4, pp.25-32. PME38th. 査読有

高橋達也・鈴木直・國宗進(2014), 作図し証明する過程を重視した図形指導 - 説明の根拠に着目して -, 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, No.22, pp.11-20. 査読有

國宗進・熊倉啓之・松元新一郎(2013), 図形の論証の理解とその学習指導 - 図形の相似に関する補助線を引く方法の意識化 -, 日本数学教育学会 第46回数学教育論文発表会論文集, pp.113-120. 査読有

高橋達也・鈴木直・國宗進(2013), 補助線を引く方法を意識化させる図形指導

- 説明する活動を重視して -, 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, No.21, pp.21-30. 査読有

〔学会発表〕(計5件)

Sinno, S., Miyakawa, T., Iwasaki, H., Kunimune, S., Mizoguchi, T., Ishii, T., and Abe, Y., A THEORETICAL FRAMEWORK FOR CURRICULUM DEVELOPMENT IN THE TEACHING OF MATHEMATICAL PROOF AT THE SECONDARY SCHOOL LEVEL. The 39<sup>th</sup> Psychology of Mathematics Education conference; PME39th. 2015, Tasmania University, Hobart, Australia.

Kondo, Y., Fujita, T., Kunimune, S., Jones, K., and Kumakura, H., THE INFLUENCE OF 3D REPRESENTATIONS ON STUDENTS' LEVEL OF 3D GEOMETRICAL THINKING. The Joint Meeting of PME38 and PME-NA 36; PME38th. 2014, Vancouver, Canada.

Fujita, T., Kondo, Y., Kunimune, S., and Jones, K., OPEN TASKS IN JAPANESE TEXTBOOKS: THE CASE OF GEOMETRY FOR LOWER SECONDARY SCHOOL, The International Conference on Mathematics Textbook Research and Development; ICMT-2014. 2014, Southampton University, UK.

Kondo, Y., Fujita, T., Kunimune, S., and Jones, K., Students' level of 3D geometrical thinking: The influence of 3D representations. The 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education; PME37th. 2013, Kiel, Germany.

國宗進・熊倉啓之・松元新一郎, 図形の論証の理解とその学習指導 - 図形の相似に関する補助線を引く方法の意識化 -, 日本数学教育学会 第46回数学教育論文発表会. 2013, 宇都宮大学(栃木県)

〔図書〕(計2件)

相馬一彦・國宗進・二宮裕之(2016), 理論×実践で追究する! 数学の「よい授業」, 明治図書出版. pp.30-49

熊倉啓之編著(2013), フィンランドの算数・数学教育, 明石書店.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

國宗 進 (KUNIMUNE SUSUMU)

静岡大学・教育学部・名誉教授

研究者番号: 50214979

### (2) 研究分担者

熊倉 啓之 (KUMAKURA HIROYUKI)

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号: 00377706

近藤 裕 (KONDO YUTAKA)

奈良教育大学・教育学部・准教授

研究者番号: 80551035

花木 良 (HANAKI RYO)

奈良教育大学・教育学部・准教授

研究者番号: 70549162

### (3) 連携研究者

大田 春外 (OTA HARUTO)

静岡大学・教育学部・名誉教授

研究者番号: 40126769

(平成27年度より連携研究者. 25, 26年度は研究分担者)

### (4) 研究協力者

Jones, Keith

サウザンプトン大学・教育学研究科教授

藤田 太郎 (FUJITA TARO)

エクセター大学・教育学研究科・講師

松元 新一郎 (MATSUMOTO SHINICHIRO)

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号: 40447660

河井 郁実 (KAWAI IKUMI)

静岡県藤枝市立広幡中学校・教諭

近藤 正雄 (KONDO MASAO)

静岡県教委静岡西教育事務所・指導主事

坂本 健司 (SAKAMOTO KENJI)

静岡県牧之原市立相良中学校・教諭

吉村 久実 (YOSHIMURA HISAMI)

静岡県焼津市立大村中学校・教諭

望月 美樹 (MOCHIZUKI MIKI)

山梨県甲府市立北中学校・教諭