

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 24 日現在

機関番号：32639

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24531213

研究課題名(和文) 職業希望者及び文系進学者のための中等学校での数学内容とカリキュラムの研究

研究課題名(英文) The study of the mathematical contents and curriculum for students in the middle school who wish to work or to go to the liberal arts university

研究代表者

守屋 誠司 (Moriya, Seiji)

玉川大学・通信教育部教育学部・教授

研究者番号：00210196

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：ドイツとフランスの職業教育につながる数学教育について教科書調査と現地調査を実施した。ドイツの中等教育は複線型であり、そこで扱う数学は、その生徒らのレベルを考慮し、将来の進路にも合わせた内容である。職業学校での数学教育は、職業の専門科目の中で、教師がその職業に直結する内容を選択して教えている。職業学校の教師の経歴は、その専門のマイスター資格を持つ実務経験者と大学で専門の高等教育を受けた上で教員資格試験に合格した者の二通りがある。

以上の調査を踏まえ、就職希望者や文系への進学者用に、基礎数学の他に、数学的モデリングや問題解決によって他教科や実社会と関連させた数学内容を提案した。

研究成果の概要(英文)：We have researched school textbooks and math classes linked to vocational education at middle school in Germany and France. The educational system of middle school in Germany is double track. And the mathematical contents which is provided at schools is based on students' mathematical ability and pays attention to their courses of life. Teachers at vocational school (Berufsschule) teach students mathematics directly connected to the contents on each vocational subject. There are two types of teacher in vocational school: teachers who have the qualification of Meister and teachers who had succeeded in the national examination for the certificate of teacher.

With reference to the above researches, as well as basic mathematics we proposed the mathematical contents which are related to other subjects and the real world by using mathematical modeling and problem solving for students in middle school who wish to work or to go to liberal arts university.

研究分野：数学教育学

キーワード：職業教育 中等教育 数学教育

1. 研究開始当初の背景

(1) 大学生の数学の学力不足の問題があり、特に文系学部で深刻であった。大学新入生に対するリメディアル教育は一般的となり、ここでは、高等学校の数学を復習している場合が多い。富永(2012)によると、非理系である教育学部の新入生に対して高校1年生修了レベルの数学検定試験準2級合格を課したが、1年間のリメディアル教育後でも、平成22年入学生の約2割の学生は不合格であった。中学校・高等学校の6年間、数学を学んだにも関わらず、文系大学生の学力は中学3年～高校1年のレベルなのである。非大学進学者の数学レベルはさらに低いのではと推察される。確かに日本の数学カリキュラムは系統性があり、各高等学校における単位認定制度は機能しているはずなのだが、実際の学力の保証は、不十分で危ない実態があると認識する。

(2) 中等教育での数学内容とカリキュラムが、生徒の実態に適應していない可能性があった。現在は、微分方程式にいたる解析学の理解を最終目標とする理系カリキュラムになっている。このカリキュラムの源は、産業革命の進展に伴い重・軽工業に必要な数学を学ばせ、それらに従事し産業を発展させられるエリートや優秀な技術者の育成という20世紀初頭からの発想にあった。しかし、高度情報通信社会といわれ、産業や社会で必要とされる数学が多様となった今日では、理系エリートのために作成された従来のカリキュラムは、様々な職種へ就職する生徒らに不適應を起こさせる。今後の中等教育においては、就職希望者や非理系進学者のための学力保障システムが必要とされている。

引用文献

富永順一, 教育学部における数学的基礎力向上の試みとその教員養成への寄与, 玉川大学「教師教育リサーチセンター年報」2011年度, 第2号, 2012, 57-68

2. 研究の目的

旧産業社会に適應した統一カリキュラムを全国一律に指導する日本の教育制度は限界にきていると考えられる。日本社会の発展のために、就職希望者や非理系進学希望者のための中等教育学校(中学校・高等学校)における数学の教育内容とカリキュラムを再考し、再構築することは大きな課題である。そこで、筆者らは、次のことを目標に研究を始めた。

(1) 諸外国の複線型カリキュラムと内容・教材を調査研究し、日本のカリキュラムへの適用性を検討する。

(2) 国内の職業高校における専門教育科目と数学科目との関連や、普通高校文系における数学履修の様相を調査し、実態と課題を明らかにする。

(3) 職業教育や文系大学等進学に適應する

数学の教育内容と教材を開発し、カリキュラムを提案する。

3. 研究の方法

就職者(中学校, 普通高校, 職業高校等), 及び, 文系進学者の数学学習の實際を調査し, その問題点を整理する。次に, ドイツとフランスの就職希望者及び文系進学者向けの数学教育の實際を, 複線型カリキュラムと使用されている教科書, さらに, それに対応する数学教員の養成から調べる。また, 實際の授業方法や学力保障, 教員養成, 課題等を現地調査する。さらに, 外国の複線型カリキュラム・内容から, 日本の実情との比較研究を行い, 日本に合った就職希望者向け, 及び, 文系進学者向けの数学教育内容を開発し, 授業実践を通してその成果と妥当性を検証する。最後に, 理系進学者以外の生徒に対応した数学内容を提案する。

4. 研究成果

(1) 平成24年度

代表者の守屋は, ドイツの中等教育用数学教科書の分析を行った。また, バーデンヴュルテンベルク州カールスルーエ市のハイブリット職業学校, バイエルン州エアランゲン市の職業学校センター, ベルリン市の職業ギムナジウムで現地調査を実施した。ドイツは学校体系が複線型で, 中等教育における学校が選択制である。そのため, 複線型の中で扱う数学は, その生徒のレベルを考慮し, 将来の進路にも合わせた内容となっている。例えば, 大学進学を目指すギムナジウムでは, 抽象的数学や幾何の証明をしっかりと指導する。一方, 卒業後就職する基幹学校では, 實際問題の解決に主眼が置かれ, 幾何の論証は指導されず, 複雑な図形の計量と求積が中心である。なお, 実科学校では, 基幹学校より高度な数学が指導される。また, 基幹学校や実科学校の生徒の多くは, 卒業後に就職し, 職業見習いとして働きながら職業学校や職業専門学校に通い, 仕事に直結する数学を集中して学ぶ。その上, 各学校では卒業試験があり, 卒業生の学力が一定以上であることを保証している。

このように, 学校で学ばれる数学が進路や仕事に直結して無駄がなく, 生徒に過重な負担をかけることなく効率的に数学の学習ができる環境が整えられている。これは, 卒業試験制度と合わせて, 生徒の学力保証に繋がっている。

単線型教育制度の日本の場合は, 全生徒に一律の目標と内容を設定して, その到達度を評価しているため, 進路や学力による内容の変更等が容易でない。さらに, 高等学校入試で学力を測り, 進路に応じた選抜をさせるという機能は, 今日, 低下している。その結果は, 学力保証が無いままに中等教育を修了していたり, 適正・能力に合った就職意識が欠如していたり, さらに, 大学生の学力や学

習意欲の低下という問題に現れたりしている。複線型の導入と、学校教育から一端離れた人に対する学習機会の提供を国家的に支援できるシステムの設置が期待される。また、教材として日時計を扱う数学を提案して、理系・文系、校種を問わず、それぞれで扱える数学内容を含むことを述べた。

分担者の富永は、文系である教育学部学生の数学学力を分析した。入学時で高校1年生程度の数学を理解している学生が少ないことが分かり、解決策として準2級の合格を教職課程履修の条件とするカリキュラムを数年実施してきた。その結果、学生の学力が向上することを明らかにした。しかし、1年間のリメディアル教育の結果でも2割程度は数検準2級に合格しないことも報告した。高等学校における文系進学者への数学指導に多くの課題があることを示した。

分担者の中込は、文系のための内容として数学的遠近法を扱い、それを理解させるための図形ソフトの開発を行った。

(2) 平成 25 年度

代表者の守屋は、実際の高校の数学内容を検討し、高校で実験授業の準備を行った。また、カザフスタンの教育課程やこれまでの研究成果を調べ、小学校より文字式を導入するカリキュラムを提案した。一部は、研究協力者の太田直樹教諭（当時ノートルダム学院小学校、現福山市立大学助教）により実験授業が行われた。

分担者の富永は、2月下旬にドイツを訪問し、ドイツにおける初等教育～中等教育ならびに職業教育にあたる基幹学校・ギムナジウム・職業専門学校について、それぞれ実際の学校現場での数学教育を中心としたカリキュラムの実施内容、ならびに、実際の授業の実施状況等の視察調査を実施した。

分担者の中込は、ICT を利用した数学教育方法として、図形ソフトを使うと解法を構造的に捉えさせることができる、論証指導での効果的な活用法を示した。また、幾何教材を発展的に扱い文系学生に指導した結果、数学的素養を中等教育で付けさせる方法として応用できることを示した。

分担者の植野は、11月にフランスのリヨンを訪問し、職業学校等の数学の授業を参観し、職業教育の実態を調査した。また、職業学校で使われている数学の教科書を購入し資料収集をした。統計が重視されていることや将来の職業に則したコースに分かれ、職業や生活の場面に関連する題材が使われていることを明らかにした。この他に、認知科学的研究に基づいて、無限、仮分数、素因数分解の各概念について解説されている日本語、英語で書かれた内外の文献を調査し、数学教育の立場から検討し、中等学校での教材開発の方向性を提案した。

(3) 平成 26 年度

代表者の守屋は、分担者の植野と2014年6月上旬にドイツのカールスルーエ市にある

職業学校 Carl-Engler-Schule とベルリン市にある職業学校センター Oberstufenzentrum Informations- und Medizintechnik を訪問し、それぞれの州での職業教育の中での数学教育について実地調査を行った。数学はそれぞれの職業の専門科目の中で、その職業に直結する内容を、教師が選択して教えている。職業学校の教師の経歴は、その専門のマイスター資格を持つ実務経験と大学で専門の高等教育を受けた上で2回の教員資格試験に合格した者の2本立てである。いずれも職業内容に精通した教員によって学生に必要な数学が指導されていることが分かった。このように、日本と比べ、中卒・高卒の学歴からスタートする中堅の技術者・職業人の育成に手厚いことを改めて確認した。なお、大学では、より選抜され目的意識がしっかりした学生が、上級技術者・職業人を目指して勉強している。

分担者の富永は、キャリアアップのために再び学生としてステップアップできる事が上質な職業専門家を育成する上で重要であると、日本での中等教育の開放と学生の職業意識にあった内容も必要であるとしている。

分担者の中込は、理系進学者や就職希望の高校生には、単元で扱われている法則や公式を導き出すことができる力、既習事項と数学的アイデアを関係づけてそれを記述することによって新たな課題を自ら解決していく、そうした思考力・判断力・表現力の育成につながる力を身に付けることが大事である。教育内容のプランを作成するときの視点として、現行の内容を、多様な解法を見出す視点で捉え直させる。小学校・中学校で学んだ内容を、多様な解法を見出す視点で捉え直させるとして、論証幾何での例をあげた。

分担者の植野は、フランスの職業希望者用高校教科書を分析して、実用を重視し、統計が職業・生活の道具として使えるようになることを目的にしている点が日本と違うことを明らかにした。この点は、統計が役立つ数学であるという評価を得るまでに、多くの努力が必要だとしている。

(4) 平成 26 年 7 月 12 日に開催された 2104 年度数学教育学会夏季研究会（関東エリア）において、守屋がオーガナイザーとなり、分担者の植野・富永・中込、研究協力者の高須・他によってオーガナイズセッション「就職希望者、非理系の進学者のための中学校・高等学校の数学教育を考える」を開催した。各自がこれまでの研究成果を発表した。現行の数学カリキュラムについての問題点から、職業につながる高校の数学内容の提案を行い、中堅技術者・職業人の育成に関わる数学教育の必要性に言及した。

(5) 本研究メンバーが中心となって、将来小学校教員を目指す文系大学生を対象とした基礎数学の図書、守屋編著（2015）『教科力シリーズ 小学校算数』玉川大学出版部を執

筆，出版した。これは，文系の高校生が学ぶ数学内容も含めてまとめたものでもある。内容として，文系高校生でも必要な集合や数の構造，平面幾何と立体幾何，演繹論理，解析，確率・統計の基礎数学を扱っている。次に，それら数学を利用する数学的モデリングや問題解決として，不定形の求積と曲率の利用，群論を基礎にした模様，空間幾何のトリックアート，日時計の原理と制作，論理パズルを扱っている。受験用に数学を応用・利用するのは違い，このように基礎数学の他に，生活や他教科と関連させた数学内容を扱い，文系用高校数学の一つの形として提案した。

残された課題として，内容の提案はできたが，カリキュラム編成は十分でない。これから継続的に研究を続ける必要がある。

(6) 研究成果は，数学教育学会年会・例会，ドイツ数学教育学会年会等で発表した。さらに，数学教育学会誌や玉川大学，東京工芸大学等の研究紀要に掲載した。

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 42 件)

中込雄治・黒木伸明・近松健，教具製作とその発展的な扱いについて 文系の学生に身に付けさせたい数学的素養，数学教育学会誌 2015 年度数学教育学会春季年会発表論文集，査読無，臨時増刊，2015, 51-53
植野義明・小張朝子，東京スカイツリーで数学を体感する(理論編)，数学教育学会誌 2015 年度数学教育学会春季年会発表論文集，査読無，臨時増刊，2015, 103-105
守屋誠司，ベルリン市における職業教育の中の数学教育，数学教育学会誌 2015 年度数学教育学会春季年会発表論文集，査読無，臨時増刊，2015, 212-214
植野義明，フランスの職業リセにおける統計教育---教材例と特徴，第 11 回統計教育の方法論ワークショップ発表論文集，査読無，臨時増刊，2015, 61-66
植野義明，日本とフランスの高校教科書の比較からみた統計教育，東京工芸大学工学部紀要理工編，査読無，Vol. 37No. 1, 2015, 77-89

<https://www.t-kougei.ac.jp/research/pdf/vol37-1-12.pdf>

太田直樹・守屋誠司，代数カリキュラムの開発と教育実践による検証 - 低学年における方程式・不等式の教育実践 - ，数学教育学会誌，査読有，Vol. 55No. 2・3, 2015, 119-131

中込雄治，高等学校における職業教育を考える，数学教育学会 2014 年度数学教育学会夏季研究会(関東エリア)発表論文集，査読無，臨時増刊，2014, 22-24

富永順一，ドイツにおける中等教育・職業教育から，数学教育学会 2014 年度数学教

育学会夏季研究会(関東エリア)発表論文集，査読無，臨時増刊，2014, 35-39

植野義明，フランスの中等学校から，学教育学会 2014 年度数学教育学会夏季研究会(関東エリア)発表論文集，査読無，臨時増刊，2014, 40-45

守屋誠司，小学校低学年からの代数の指導について - カザフスタンの教科書を参考にして - ，数学教育学会誌，査読有，Vol. 54No. 1・2, 2014, 35-48

植野義明，フランスの職業教育高校における数学教育，数学教育学会誌 2014 年度春季年会発表論文誌，査読無，臨時増刊，2014, 11-13

中込雄治・守屋誠司，幾何教材の発展的な扱いについて - 文系の学生に身につけさせたい数学的素養 - ，数学教育学会誌 2014 年度春季年会発表論文誌，査読無，臨時増刊，2014, 64-66

植野義明，数学的概念の再検討 - 数学教育の立場から，東京工芸大学工学部紀要，査読無，Vol. 36No. 1, 2014, 42-47

<https://www.t-kougei.ac.jp/research/pdf/vol36-1-07.pdf>

安田知沙・守屋誠司，小学校の幾何教育の提案 - 立体製作から論証まで - ，数学教育学会誌 2013 年度秋季例会発表論文誌，査読無，臨時増刊，2013, 16-18

守屋誠司，テレビ会議を利用した国際遠隔協同授業・ゼミナールの学生と教員への影響 - 教員養成の視点から - ，玉川大学「教師教育リサーチセンター年報」2012 年度，査読有，第 3 号，2013, 25-37

Seiji Moriya，On the Pre-service of Mathematics Education for Elementary School Teachers at the University of Education(2), Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik vom 4.3.2013 bis 8.3.2013 in Munster, Proceedings, 査読無，2013, 668-671

中込雄治・黒木伸明，図形教材と図形ソフト，T~3Japan 第 17 回年会発表論集，査読無，第 17 巻，2013, 102-105

守屋誠司，職業教育に繋がる中等教育における数学教育について - ドイツの職業教育の紹介 - ，玉川大学教育学部研究紀要『論叢』2012，査読有，2013, 121-134

http://libds.tamagawa.ac.jp/dspace/bitstream/11078/76/3/5_2012_121_134.pdf

植野義明，音楽と数学(1) - 音程について，数学教育学会誌 2013 年度数学教育学会春季年会発表論文集，査読無，臨時増刊，2013, 105-107

中込雄治，特別支援学校での数学の授業における図形教材に関する研究，第 45 回日本数学教育学会数学教育論文発表論文集，査読有，第 45 巻，2012, 893-898

② 守屋誠司，中国の赤道型日時計を源にした教材「日時計」の発展について，International Conference on Mathematics

Education Between Japan and China, 査読有, Proceedings, 2012, 2012.22-15

- 22 中込雄治, 数学的遠近法と図形ソフト T3 (Teachers Teaching with Technology) Japan 第 16 回年会論文集, 査読無, 第 16 巻, 2012, 128-131
- 23 富永順一, 教育学部における数学的基礎力向上の試みとその教員養成への寄与, 玉川大学「教師教育リサーチセンター年報」2011 年度, 査読有, 第 2 号, 2012, 57-68

[学会発表](計 31 件)

守屋誠司・進藤聡彦・清水光, 数直線の指導による割合問題の指導改善について, 2015 年度数学教育学会春季年会, 2015 年 03 月 21 日~2015 年 03 月 23 日, 明治大学(東京都・千代田区)

Toshihiko Shindo, Seiji Moriya, Number Lines as an Instrument for Solving Problem on Relative Values, Beitrage zum Mathematikunterricht 2015, Vortraege auf der 49.Tagung fuer Didaktik der Mathematik vom 09.02.2015 bis 13.02.2015 in Basel, 2015.2.9-2.13, Basel(Switzerland)

植野義明, フランスの職業高校における統計教育, 2014 年度数学教育学会秋季例会, 2014 年 09 月 26 日~2014 年 09 月 28 日, 広島大学(広島県・東広島市)

中込雄治・黒木伸明・加藤はるか, 算数・数学の教材開発と図形ソフト, T³(Teachers Teaching with Technology)Japan 第 18 回年会, 2014 年 08 月 23 日~2014 年 08 月 24 日, 東京理科大学(東京都・新宿区)

守屋誠司・中込雄治・富永順一・植野義明(計 7 名, 1 番目), 就職希望者・非理系の進学者のための中学校・高等学校の数学教育を考える, 2014 年度数学教育学会夏季研究会(関東エリア), 2014 年 07 月 12 日, 拓殖大学(東京都・文京区)

植野義明, 西洋民族音楽における 3 拍子と 4 拍子の融合, 東京工芸大学数学教育セミナー第 1 回, 2014 年 03 月 18 日, 東京工芸大学中野キャンパス(東京都・中野区)

植野義明, 数学教育とメタファー, 2014 年度数学教育学会春季年会, 2014 年 03 月 15 日~2014 年 03 月 17 日, 学習院大学(東京都・豊島区)

植野義明, 自然数の概念形成とメタファー, 2013 年度数学教育学会秋季例会, 2013 年 09 月 24 日~2013 年 09 月 26 日, 愛媛大学(愛媛県・松山市)

植野義明, 数学の概念形成とメタファー, 2013 年度数学教育学会秋季例会, 2013 年 09 月 24 日~2013 年 09 月 26 日, 愛媛大学(愛媛県・松山市)

太田直樹・守屋誠司, 小学低学年からの文字式の教育実践(2) - 小学校における代数領域の指導 -, 2013 年度数学教育学会秋季例会, 2013 年 09 月 24 日~2013 年 09 月 26 日, 愛媛大学(愛媛県・松山市)

Jun-ichi Tominaga, Increasing the Number of Successful Students by Improving Mathematical Competency in the Teacher Training Program, The 25th Japan-U.S. Teacher Education Consortium, 2013.5.30-6.2, University of Puget Sound, Tacoma (USA)

守屋誠司, 職業教育に繋がるドイツの中等教育から(2), 2013 年度数学教育学会春季年会, 2013 年 03 月 21 日, 京都大学(京都府・京都市)

Kyomi Takuma, Seiji Moriya, Nobuki Watanabe, A study on the International Cooperative Distance Lecture and Seminar between Japan, Germany and Thailand to train mathematics teachers using a teleconference system, International Conference on Mathematics Education Between Japan and China, 2012 年 11 月 18 日, 佛教大学(京都府・京都市)

守屋誠司, 小学校低学年からの代数の指導について-カザフスタンの教科書を参考に -, 2012 年度数学教育学会秋季例会, 2012 年 09 月 18 日, 九州大学(福岡県・福岡市)

中込雄治, 図形ソフトと立体の表現, 2012 年度数学教育学会秋季例会, 2012 年 09 月 18 日, 九州大学(福岡県・福岡市)

[図書](計 2 件)

守屋誠司・中込雄治・植野義明・富永順一(計 9 名, 1 番目), 玉川大学出版部, 教科力シリーズ 小学校算数, 2015, 232
斉藤昇・小原豊・中込雄治(計 17 名, 第 5 番目), 東洋館, 授業に役立つ算数教科書の数学的背景, 2013, 153(29-35)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

守屋 誠司 (MORIYA, Seiji)
玉川大学・通信教育部教育学部・教授
研究者番号: 00210196

(2) 研究分担者

富永 順一 (TOMINAGA, Junichi)
玉川大学・教育学部・教授
研究者番号: 40349204

中込 雄治 (NAKAKOMI, Yuji)
宮城学院女子大学・学芸学部・教授
研究者番号: 90560623

植野 義明 (UENO, Yoshiaki)
東京工芸大学・工学部・准教授
研究者番号: 60184959