

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 14 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500835

研究課題名（和文） 高度情報通信ネットワーク社会における“数学的活動”の意義と具体的実践に関する研究

研究課題名（英文） A study on significance and concrete practice about mathematical activity in advanced information and telecommunications network society

研究代表者

鈴木 正彦（SUZUKI MASAHIKO）

関西学院大学・教育学部・教授

研究者番号：20116164

研究成果の概要（和文）：本研究では，高度情報通信ネットワーク社会における“数学的活動”の目標，意義を明らかにし，この上で，今日に相応しい内容構築に取り組んだ。まず，先行研究を考察し，仮説を立て，具体的な教育内容・教材を開発し学校教育現場で教育実験に臨んだ（数学的遠近法に係る内容，プログラミングを前提にした中学校における「文字・文字式」の内容）。同時に，数学的モデリングや遠隔協同学習と関連づけた教材開発を行い，これらも実際の教育実験に付した。こうした一連の研究の結果，今日に要請される数学的活動の内実が鮮明になり，一定の成果を得ることができた。

研究成果の概要（英文）：In this paper, we studied the significance and the aim of mathematical activities in today's advanced information and telecommunications network society. We examined some previous studies, and formulated a hypothesis for our study. Then we created a lot of educational contents and teaching materials, and used them to teach children in schools. (e.g. mathematical perspective drawing, literal expression concerning programming, etc.) At the same time, we created some educational contents and teaching materials for “cooperative distance learning” and “mathematical modeling”, and also used them to teach children in schools. The results of our study clearly showed the mathematical contents that are actually needed today, and achieved a measure of success.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	1,900,000	570,000	2,470,000

研究分野：総合領域

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：高度情報通信ネットワーク社会，数学的活動，数学的モデリング

## 1. 研究開始当初の背景

“数学的活動”は，新学習指導要領（文部科学省，2008）の算数科の目標の冒頭に掲げられ，“領域”に近い扱いとして新設された。この点に関し，学校現場の先生からは，早く

も戸惑いの声を聞く。特に，その具体的な教育内容・教材を知りたいとの声が強い。また，平成19年度から始まった全国学力・学習状況調査の「算数B」や「数学B」が，“活用を主とする問題”とされているだけに，この種

の問題の解決活動が、“数学的活動”とどのように関連するののかという質問も数多く寄せられている。

数学的活動は、従前の学習指導要領(文部科学省, 1998)にも示されているばかりか、これまでにさまざまな研究や実践がなされている(例えば, 日本数学教育学会の学会誌や数学教育学会の学会誌, 新算数教育研究会の「新しい算数研究」, 雑誌の「数学教育」(明治図書)でもさまざまな実践や研究が取り上げられている。渡邊公夫, 根本博, 町田彰一郎, 磯田正美や横地清など著名な研究者が多彩な研究を行っている)。

しかしながら, 教育現場の教員の意識は, 必ずしも, こうした先行研究や実践の上に成り立っているものではない。むしろ, 教育現場における算数・数学教育は, 概念形成ぬきの, 社会における一般的な問題解決型学習へとシフトする危険性を孕んでいるかにみられる。このことは, 数・量, 空間に係る子どもの認識発展と数学自体の発展に見合った教材開発(数学的モデリング- 現実事象を数学の眼でとらえ, 解決するという一連の学習活動)などの地道な研究, 実践を霧散させることにも繋がる恐れもある。一方, 諸外国では, 例えばアメリカでは以前から problem solving が活発に行なわれており, 雑誌 Teaching children Mathematics(NCTM) や Mathematics Teacher(NCTM) で取り上げられ, ドイツの教科書ではすでにこうした活動も取り上げられ, 実際に教育を行っているのが現状であり, 日本は国際的にも遅れているといえる。

新学習指導要領の実施が間近に迫った今, 数学的活動の具体的な教育内容・教材を考えるのが学校現場では喫緊の課題である。それに応えるのがとりわけ教員養成系大学の教員の責務である。そこで, こうした課題に緊急に取り組む必要があると考える。

しかし, 課題の解決に急ぐあまり, これまでの研究, 実践に追随し, 結論を出すのは危険である。なぜならば, 今日の「高度情報通信ネットワーク社会」は, これまでの社会とは異なり, 「算数・数学」の目標自体が変容しているからである。

上述したよう高度情報通信ネットワーク社会の広がりとともに, 算数・数学教育の目標が変容し, 数学的活動の幅が広がっているといえる。例えば, 電卓や関数電卓, プログラム電卓は手軽に手に入り, 携帯電話やパソコンも一人一台になる勢いであり, インターネット網も整備され, 国内外との情報交換も容易にできるようになり, Web カメラやTV 会議システムを使用すれば, リアルタイムで学習できる現況になっている。さらに社会や数学の発展とともに高度な数学が身近にあるようになってきている。こうした現状のもと,

現在に見合った“数学的活動”を早急に考えていく必要がある。

## 2. 研究の目的

この研究では, 高度情報通信ネットワーク社会における“数学的活動”の目標, 意義を明らかにしようとする。その点において, 実際, 現在までの諸先輩方の先行研究を礎にすることから仮説を立て, その仮説に基づいた具体的な教育内容を複数開発する。そして, 実際に学校現場でその教育内容を実践し, 妥当性の検証を行う。実践できる学校現場に関しては, 鈴木, 守屋, 柳本, 渡邊とも卒業生等がすでに300を超える多数の学校現場に勤めているとともに, 学校現場へ校内研修の指導にも行っている。また附属学校にも指導に行っていることより, 小・中・高校のどの現場でもすぐに実践が行える。この実践により, 改善が必要な点がでてくると考えられるが, それらを改善していくことから, 結果的にその意義の一端を明らかにし, 具体的な教育内容, 教材を複数開発しようとする。

## 3. 研究の方法

まず, 先行研究から現在の高度情報通信ネットワーク社会における学校数学で行われる“数学的活動”の意義の一端を明らかにする。

そのために, 学校数学が行われ出した, 明治初期から現在に至るまでの学校教育における, 数学的活動を原資料に当たることを主とし, その特徴を明らかにする。一方で, 現在, “情報通信社会”の発展とともに, 盛んに行われ出している, 数学的モデリングや遠隔協同学習の数学的活動や高度な数学を含んだ数学的活動を分析することから, これらの特徴を明らかにする。こうした考察・分析より, 高度情報通信ネットワーク社会に見合った“数学的活動”の意義を明らかにしようとする。

そして, 具体的な教育内容・教材の開発を行う。とりわけ, 数学的モデリングや遠隔協同学習, そして高度な数学の内容を含んだ学習の開発に取り組む。

## 4. 研究成果

代表者の鈴木は, まず「数学的活動」に関して, これを数学教育における実践の観点から捉え直し, 教育現場に存在する問題点とその打開策を提示した。特に, 小学校における算数的活動は, 原理・技能・応用を柱とする必要があることを授業実践で示した。また, 空間幾何の分野を対象に, 数学的活動に見合う教材モデルを開発し, 教育実験に及んだ。さらに, 文字・文字式に係る生徒の認識を一段と高め, 応用力を養成する観点から, 大阪教育大学付属天王寺中

学校第1学年の生徒(157名)を対象に、スタック構造を有するHewlett Packardを用いたプログラミング教育実験を実施した(協力者:竹歳賢一)。この実験を通し(1)ほとんどの生徒が3時間程度の指導で基本的な算術式に関するプログラムを組むことができること(2)生徒はプログラムを組む過程で、文字自体がもつ性質(実質性と容器性の二面性)を理解できること(3)文字式を柔軟に捉えることができること等を明らかにし、現実事象・計算機の利用・数学の三者を有機的に統一した数学的活動に係る教材内容開発への道が拓いた。一方、戦後60数年に亘るわが国の数学教育の実践的研究を繙き、数学的活動に係る授業改革には次の視座が求められることを示した。(A)数学の授業は、現代数学の成果(観点)を積極的に生かした教材で展開される。(B)数学の授業は、児童生徒の数学的概念の獲得を目指してなされるが、彼らの認識発展を明らかにしつつ展開される。(C)数学の授業は、狭い教室内の、これまた狭い机上で展開されるものではない。リアルな生き生きとした自然や社会、文化にかかわる諸事象と結びつけて展開される。(D)数学の授業は、児童・生徒が学習を通して、自然や社会、文化にかかわる諸事象を数学の眼で捉えることができるように展開される。

分担者の柳本は、まず「数学的モデリング」の現在の実践の実際を調査するため、オーストラリアのヴィクトリア州における数学的モデリングの教材について、メルボルン大学の教員を中心に聞き取り調査を行った。オーストラリアで使用されている教科書における主要な扱い内容を調べ、その特徴を探った。そして、オーストラリアのクィーンズランド州における数学的モデリング教材についてA. B. Paterson大学のMathematical Modeling Challenge Programに参加して調査を行った。そして、数学的モデリングの教材開発として、クロマグロ減少問題、年金税問題、太陽光発電をテーマに中学生を対象にそれぞれ教育実践を行い、教材の適性と生徒の認識を調べた。

分担者の守屋は、「まず数学的活動」に関して、ICTMA14にて、モデリング過程には素朴なプレモデルから数学的發展モデルへと、モデル自体の進化がある事例と多変数関数や重積分をより理解するため数学的活動による模型作りが有効であることを示し、さらに、数学的モデリング研究の世界的な現状を調査した。また、遠隔協同学習用に数学の文化的な観点から地面水平型日時計の教材研究を行い、事前実験授業を行った。その上で、ドイツのカールスルーエ教育大学と玉川大学・京都教育大学の両学生・院生によるTV会議を使

った遠隔協同学習を行い、日時計を教材化し中学3年生を対象に教育実験をした結果や高校2年生を対象とした指導プラン等を交流した。また、訪独して、日時計の教材化をドイツ学生に指導したり、中等学校のテキスト等の資料を収集したりした。素朴なプレモデルから数学的發展モデルへ学習が進む教材として、「日時計」の教育的意義について考察した。また、大学生同士によるTV会議を使った協同ゼミをドイツと行い、解析・幾何分野で双方の教科書分析結果や実際の授業を相互紹介し、ドイツでは現実的課題を扱う場面が多いことが分かった。さらに、韓国春川教育大学に協同ゼミ用のTV会議を設置した。

分担者の渡邊は、まず、現在学校教育で行われている数学的活動の学習指導要領や教科書における記述的な分析を行った。その問題点を視野にいれ、先行研究や様々な学力調査を考察、分析することから、現在学校数学で必要とされる数学的活動の種類を、種々の視点から分類しその型を提案した。そして、提案した数学的活動(算数的活動)に関する教育内容・教材(小学校6年生における文字式、中学校2年生の射影幾何など)を開発し、その一部についてクラス単位の教育実践を行い、その妥当性を検証した。その結果、開発した教育が一定の妥当性があることが明らかとなった。これらの内容について、国内会議や国際会議でも発表を行うことができ、国内の学会誌にも掲載され、一定の成果があったことが認められたと考える。

## 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23件)

- ①守屋誠司・渡邊伸樹・他4, 教員養成カリキュラムにおけるの恒常的利用を目指した遠隔協同ゼミナールの研究(1), 2012 数学教育学会春季年会発表論文集, 査読無, 2012, pp. 14-16
- ②詫摩京未・守屋誠司・渡邊伸樹・他3, 教員養成カリキュラムにおけるの恒常的利用を目指した遠隔協同ゼミナールの研究(2) - 日独による遠隔協同ゼミの評価 -, 2012 数学教育学会春季年会発表論文集, 査読無, 2012, pp. 17-19
- ③守屋誠司, 数学教育における教材「日時計」の教育的意義と利用例, 2012 数学教育学会春季年会発表論文集, 査読無, 2012, pp. 181-183
- ④守屋誠司, 数学教育における教材「日時計」の教育的意義と利用例, 『論叢』玉川大学教育学部紀要 2011, 査読無, 2012, pp. 97-111
- ⑤渡邊伸樹, 学校数学における“数学の文化

- 史”に関する教材開発(その2), 京都教育大学教育実践研究紀要, 査読無, 12号, 2012, pp. 43-48
- ⑥竹歳賢一・鈴木正彦, 中学校における代数教育の改革に向けてープログラム電卓HP35sを用いた教育実験から得られた知見ー, 大阪教育大学数学教室編 数学教育研究, 査読無, 第40号, 2011, pp. 21-32
- ⑦太田直樹・植村友紀・守屋誠司, 変量の抽出を意図した関数指導の一実践, 2011 数学教育学会秋季例会発表論文集, 査読無, 2011, pp. 186-188
- ⑧詫摩京未・守屋誠司・Mutfried Hartmann・他 4, エリート算数・数学教員養成のための日本・ドイツ・タイ遠隔協同ゼミナールの実際ー関数教育をテーマにー, 2011 数学教育学会秋季例会発表論文集, 査読無, 2011, pp. 229-231
- ⑨守屋誠司, テレビ会議を利用した国際遠隔協同学習・ゼミナールの学生, 教員への影響, 2011 数学教育学会秋季例会発表論文集, 査読無, 2011, pp. 232-234
- ⑩ Tetsushi Kawasaki, Seiji Moriya, Yasuyuki Okabe, Takanori Maesako, The Problems of Mathematical Modeling Introduction on Mathematics, Journal of Mathematical Modeling and Application, 査読有, Vol.1, No.5, 2011, pp. 50-58
- ⑪渡邊伸樹, 学校数学における“数学の文化史”に関する教材開発(その1), 京都教育大学教育実践研究紀要, 査読無, 第11号, 2011, pp. 41-47
- ⑫守屋誠司・植村友紀, ドイツ・バイエルン州の基幹学校(Hauptschule)の数学教育についてー教育目標と卒業試験問題からー, 2011年度数学教育学会春季年会発表論文集, 査読無, 2011, pp. 216-218
- ⑬渡邊伸樹, 学校数学(算数)における意義ある数学(算数)的活動の実践に関する研究, 京都教育大学附属教育実践総合センター教育実践研究紀要, 査読無, 第10号, 2010, pp. 43-52
- ⑭柳本哲・吉村昇・竹歳賢一, 数学的モデリングの実践研究ークロマグロ減少問題を題材としてー, 数学教育学会誌, 査読有, Vol. 50/No. 3・4, 2010, pp. 71-78
- ⑮柳本哲・吉村昇・竹歳賢一, 数学的モデリングにおける問題設定能力についてークロマグロ減少問題に対する中学生の反応からー, 京都教育大学紀要, 査読無, No. 118, 2010, pp. 27-36
- ⑯守屋誠司・丹洋一・宮本俊光, 数学の授業における水平型日時計の扱いと授業実践の成果, 玉川大学教師養成研究センター紀要, 査読有, 第2号, 2010, pp. 1-10c
- ⑰肥田三佳・鈴木正彦, 中学校における空間幾何の教育についてー数学的遠近法を基軸とした教材構築とその実践, 大阪教育大学数学教室編 数学教育研究, 査読無, 第39号, 2010, pp. 5-26
- ⑱Suzuki Masahiko, Challenges of Japanese Math Education in an Age of Advanced Information and Telecommunications Network Society, 査読有, 2009, pp. 59-64
- ⑲Koeda Mika, Taketoshi Kenichi, Suzuki Masahiko, Proceedings The Sixth International Conference on Mathematics Education and Cultural History of Mathematics in this Global Information Society, 査読有, 2009, pp. 127-130
- ⑳ Yanagimoto Akira, The Practice of Mathematical Modeling with relation to environmental and economic problems, The 6th International Conference on Mathematics Education and Cultural History of Mathematics in this Global Information Society, 査読有, 2009, pp. 131-136
- ㉑守屋誠司, 林子平は塩竈神社の水平型日時計を考案したか?ー塩竈神社の日時計と長崎出島の日時計の関係に関わる仮説ー, 2009年度数学教育学会秋季例会発表論文集, 査読無, 2009, pp. 19-21
- ㉒渡邊伸樹, 学校数学における意義ある“数学的活動”の実践について(その1), 2009年度数学教育学会秋季例会発表論文集, 査読無, 2009, pp. 37-39
- ㉓Watanabe Nobuki, The Study on structure of child's space cognition, The Sixth International Conference on Mathematics Education and Cultural History of Mathematics in this Global Information Society, 査読有, 2009, pp. 115-118
- [学会発表] (計23件)
- ①鈴木正彦, わが国における中学生の数学学習の質に係る評価研究の推移と課題について, 数学教育学会, 2012年3月29日, 東京理科大学
- ②柳本哲・宮川敏之, 数学的モデリングにおける条件設定と検証ー太陽光パネルによる家庭発電問題からー, 数学教育学会, 2012年3月29日, 東京理科大学
- ③守屋誠司, 数学教育における教材「日時計」の教育的意義と利用例, 数学教育学会, 2012年3月29日, 東京理科大学
- ④渡邊伸樹, 小学生の空間認識の変容について その1, 数学教育学会, 2012年3月27日, 東京理科大学
- ⑤守屋誠司・渡邊伸樹・他 4, 教員養成カリキュラムにおいての恒常的利用を目指した遠隔協同ゼミナールの研究(1), 数学教育学

- 会, 2012年3月27日, 東京理科大学
- ⑥ 詫摩京未・守屋誠司・渡邊伸樹・他 3, 教員養成カリキュラムにおける恒常的利用を目指した遠隔協同ゼミナールの研究(2) - 日独による遠隔協同ゼミの評価 -, 数学教育学会, 2012年3月27日, 東京理科大学
- ⑦ Seiji Moriya, An Educational Significance of Sundial and Example of Teaching in Mathematical Modeling, 46. Jahrestagung der Gesellschaft, für Didaktik der Mathematik, 2012年3月6日, Pädagogische Hochschule Weingarten (Germany)
- ⑧ 太田直樹・植村友紀・守屋誠司, 変量の抽出を意図した関数指導の一実践, 数学教育学会, 2011年10月1日, 信州大学
- ⑨ 詫摩京未・守屋誠司・Mutfried Hartmann・他 4, エリート算数・数学教員養成のための日本・ドイツ・タイ遠隔協同ゼミナールの実際 - 関数教育をテーマに -, 数学教育学会, 2011年10月1日, 信州大学
- ⑩ 守屋誠司, テレビ会議を利用した国際遠隔協同学習・ゼミナールの学生, 教員への影響, 数学教育学会, 2011年10月1日, 信州大学
- ⑪ 守屋誠司・渡邊伸樹, テレビ会議を利用したエリート算数・数学教員養成のための遠隔協同授業・ゼミの研究(2) - 日本・ドイツ・タイによる遠隔協同ゼミ実施の経緯と実際 -, 数学教育学会, 2011年3月22日, 早稲田大学理工学院
- ⑫ 渡邊伸樹, 子どもの空間認識の変容について, 数学教育学会, 2010年9月25日, 名古屋大学
- ⑬ 渡邊伸樹, 学校数学における日時計の教材化に関する研究, 数学教育学会, 2010年9月24日, 名古屋大学
- ⑭ 渡邊伸樹, 小学校高学年の数学教育 - “代数” に関する教育実践 -, 数学教育学会, 2010年9月24日, 名古屋大学
- ⑮ 柳本哲, 数学的モデリングにおける生徒の認識, 日本科学教育学会, 2010年9月12日, 広島大学
- ⑯ 鈴木正彦, 小学校における算数的活動の在り方 - 原理・技能・応用を要とする算数的活動・数学的活動を -, 数学教育学会, 2010年6月19日, 京都教育大学
- ⑰ 渡邊伸樹, 小学校における算数的活動の在り方 - 現在, 何が問われているのか -, 数学教育学会, 2010年6月19日, 京都教育大学
- ⑱ 柳本哲, 豪州ヴィクトリア州教科書の数学的モデリング, 数学教育学会, 2010年3月27日, 慶応大学日吉キャンパス
- ⑲ Watanabe Nobuki, The study on structure of child's space cognition, The 6th

- International Conference on Mathematics Education and Cultural History of Mathematics in this Global Information Society (MECHMI-6), 2009年11月23日, Osaka Kyoiku Univ. (Japan)
- ⑳ 守屋誠司, 林子平は塩竈神社の水平型日時計を考案したか? - 塩竈神社の日時計と長崎出島の日時計の関係に関わる仮説 -, 数学教育学会, 2009年9月25日, 大阪大学
- ㉑ 渡邊伸樹, 学校数学における意義ある“数学的活動”の実践について(その1), 数学教育学会, 2009年9月25日, 大阪大学
- ㉒ Tetsushi Kawasaki, Seiji Moriya, The Development of Teaching Materials Using KEPLER'S LAW for Senior High School Students Who Want to Become Scientists - With Consciousness of The Interrelation Between Math. and Science -, 14th International Conference on the Teaching of Mathematical Modeling and Applications, 2009年7月28日, University of Hamburg (Germany)
- ㉓ Yoshiki Nisawa, Seiji Moriya, Research into Teaching Multi-variable Function - Modeling, Partial Differentiation and Double Integration, 14th International Conference on the Teaching of Mathematical Modeling and Applications, 2009年7月28日, University of Hamburg (Germany)

〔図書〕(計1件)

- ① 柳本哲編著『数学的モデリング』明治図書, 2011, pp. 3-70, pp. 103-112

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

鈴木正彦 (SUZUKI MASAHIKO)  
関西学院大学・教育学部・教授  
研究者番号: 20116164

### (2) 研究分担者

守屋誠司 (MORIYA SEIJI)  
玉川大学・教育学部・教授  
研究者番号: 00210196  
柳本哲 (YANAGIMOTO AKIRA)  
京都教育大学・教育学部・教授  
研究者番号: 90441401  
渡邊伸樹 (WATANABE NOBUKI)  
京都教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号: 10362584