

期間番号：53401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19500771

研究課題名（和文） 新たな数学教育を推進するためのカリキュラムおよび評価に関する  
実証的な研究研究課題名（英文） An Empirical Research on Curriculum and Evaluation to Promote New  
Mathematics Education

研究代表者

長水 壽寛（NAGAMIZU TOSHIHIRO）

福井工業高等専門学校・一般科目教室・教授

研究者番号：10259856

研究成果の概要（和文）：テクノロジーの利用については、評価シートなどから、学習の動機づけになっていることがうかがえる。またドリルについては、基礎学力の定着の効果があると思われるが、まだ検証するまでには至っていない。探究課題の達成度評価について、その方法を提案した。学生へのアンケートの結果、学生は探究課題を楽しんでいると感じ、自己評価を受け入れていることがわかった。「グラフ電卓活用研究会」を行い、研究成果の発表や情報収集などを行った。また、「関数グラフアートカンファレンス」を開催することができた。

研究成果の概要（英文）：The result of the evaluation sheet enables us to conclude that the use of technology facilitates students' motivation to learn. The repetition drill seems to be effective on enhancement of basic scholastic ability, but its verification has not been fully conducted.

We proposed the method of evaluating achievement in the performance of solving research problems. From the results of the student questionnaire it can be said that they feel satisfied when they challenge the task and that they accept their self-evaluation. We held "A seminar on the application of a graphing calculator" for research presentation and information exchange. In addition, we held "Functional Graph Art Conference".

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	500,000	150,000	650,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：数学教育・教育工学、科学教育

キーワード：自然科学教育、数学教育、カリキュラム、テクノロジー、達成度評価、メタ認知、関数グラフアート

## 科学研究費補助金研究成果報告書

## 1. 研究開始当初の背景

## (1) 高専における数学教育の現状

国立高専が平成 16 年に独立行政法人化され、これまで以上に特色ある教育および研究が求められるようになった。それぞれの学校段階では学習内容が削減され、学力低下問題が指摘されていた。高専においても、新入生の知識の量は確実に減っており、その影響を受けている。しかしこのような現状において、高専における数学教育に対しては、「専門科目のための高度な数学的内容」と「卒業生の教育レベルの維持」が求められている。また高専に対しても、卒業生を受け入れる地域社会や企業側からは、早期技術者養成の高等教育機関として期待されている。さらに、J A B E E 等の外部評価により、より客観的な基準が示され、質の高い教育研究および、そのスパイラルアップが求められていた。

本校では平成 12 年度から、他の高専に先駆けて新入生全員に数式処理機能付グラフ電卓 (TI-89、Texas Instruments 社) を購入させ、これまでの授業実践において多くの教材を開発し、その報告を行っていた。また、近年は本校に限らず、多くの高専教員が同様の実践を行ない、その様子が報告されるようになった。そしてそれらの活動は、平成 15 年度から T A M S (Total Approach to better education of Mathematics and Science: よりよい数学・理科の授業に向けたトータルアプローチ計画、代表: 石川高専 阿蘇和寿教授) に発展し、京都大学の上野健爾教授の協力を得、高専教員のみならず、大学および高校・中学の先生方も巻き込んだ運動となっていた。

## (2) カリキュラム改善の国際的な状況

国際的な調査報告にも、数学教育の目標として、「基礎・基本的知識の習得」以外に、「コミュニケーション能力の育成」「電卓(グラフ電卓を含む)の活用」、「コンピュータの利用」、「創造性の育成」が挙げられていた。さらに実験や観察などの数学的活動を重視し、その活動を通して数学化、コミュニケーション、表現、議論することが求められてきた。また、英国における調査報告では、「CASE プログラム」の柱として「具体的準備・認知的葛藤・社会的構築・メタ認知・関係付け」の 5 つを挙げ、カリキュラムに心理学の要素を取り入れることの重要性が示された。そして、新たなカリキュラムを実施するうえで、これらの観点を取り入れた授業改革の必要性も報告されていた。

このように、これからの数学教育のカリキュラムを構築していく上で、「コミュニケーション能力の育成」「グラフ電卓を含むテクノロジーの利用」「心理学的背景」「創造性の育成」などを考慮する必要があることが指摘されていた。

## (3) 本校におけるこれまでの研究成果

本校では平成 12 年度から新入生全員にグラフ電卓を購入させ、数学の授業で活用実績から、多くの実践事例や教材を所有しており、それらの教材をすでに CD-ROM (ワークブック) にまとめていた。評価に関しては、1 年から 3 年までの 5 科目に対して、「達成度チェックシート」を開発し、学生自らが学習の到達度をチェックできる仕組みを作り、数学教育のカリキュラムについて、教育目標、内容および方法論、評価などの観点から検討を行っていた。さらに学生の教育活動を支援するためのパソコンの活用も検討していた。

このように、新たな数学教育の推進に取り組む一方で、T A M S との連携を図り、学生の基礎学力の定着を目指している。実践を通して、ドリルの活用の成果の検証が求められる状況である。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は次のとおりである。

- (1) テクノロジーやドリルを用いた授業の効果の検証
- (2) 達成度チェックシートを用いた評価方法の効果の検証
- (3) 学生の主体的な活動を促すグラフ電卓とパソコンの活用方法の研究
- (4) テクノロジーの利用も含めた新しい数学教育のカリキュラムの検討

## 3. 研究の方法

- (1) テクノロジーやドリルを用いた授業の効果の検証

テクノロジーの利用については、目的、方法、到達目標などの観点を設定し、授業評価を行う。また、ドリルを用いた基礎学力の定着については、小テストなどで随時確認する。

- (2) 達成度チェックシートを用いた評価方法の効果の検証

評価シートの作成と、効果検証のためのアンケート調査を行う。

- (3) 学生の主体的な活動を促すグラフ電卓とパソコンの活用方法の研究

課題の設定と、レポート作成方法について検討する。

#### (4) テクノロジーの利用も含めた新しい数学教育のカリキュラムの検討

教育内容や、目標、評価などの観点からの検討を行う。また、探究課題の時期の設定と、その課題の意義などを検討する。

#### 4. 研究成果

##### (1) テクノロジーやドリルを用いた授業の効果の検証

テクノロジーの利用については、評価シートなどから、学習の動機づけになっていることがうかがえる。またドリルについては、基礎学力の定着の効果があると思われるが、まだ検証するまでには至っていない。ただ、ドリルの利用については、これまでの問題集より多くの学生がほとんどの問題を解き、解答して提出しており、学生の取り組みはおおむね良好である。しかし問題の量が少ないため、各担当教員が補充しているのが現状である。さらにそれぞれの教科担当者が、復習小テストなどの取り組みを行っている。

授業については、録画を行ったが、今後分析を行うまでには至らなかった。

##### (2) 学生自らが行う到達度評価の方法とその効果の検証

今回の研究期間において、探究課題の達成度評価の方法を提案した。学生へのアンケートの結果、学生は探究課題を楽しんでいると感じ、自己評価を受け入れていることがわかった。学生自らが評価することで、課題への取り組みは良くなっていると感じられるが、それを検証するまでには至らなかった。今後継続的にデータを収集する必要がある。また、TAMSと連携し、基礎数学のドリルに達成度チェック項目を付け、学生自身に評価させるようにした。

テクノロジーを利用する探究課題を、各学年で、目的(目標)、評価に応じて取り入れていく方向で検討中である。学生の主体的な活動とも絡めて、「知識、作業、発見、表現、証明、発展」といった観点で課題への取り組みについても継続して実践している。

##### (3) 学生の主体的な活動を促すグラフ電卓とパソコンの活用方法の研究

探究課題をパソコンによるレポート制作で提出させるなど、継続的に取り組んでいる。中谷が、T3JAPAN 年会 2007 (甲南高等学校、8月5日)において、「グラフ電卓初心者講

座(2)データ収集と解析手法編」と、第27回高等専門学校情報処理教育研究発表会(徳山大学、8月29日)「テクノロジーと数学教育～TI-connectの導入～」で成果を発表した。

##### (4) テクノロジーの利用も含めた新しい数学教育のカリキュラムの検討

探究課題については、長期休暇における課題などでも対応できることが分かってきた。ただ、学生の基礎学力の低下の影響もあり、カリキュラムの検討にはまだ時間がかかる。

##### (5) 研究集会による研究成果の収集と公開

この研究期間において、毎年「グラフ電卓活用研究会」を行い、研究成果の発表や情報収集などを行った。また、「関数グラフアートカンファレンス」を開催することができた。関数グラフアートの作成において工夫した点や、作品のテーマなどを学生(生徒)自らがプレゼンする機会ができたことは、学生の作品制作への動機づけにもなっているようである。カンファレンス参加者からは、継続的な開催を望む声が多かった。

#### 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2件)

- ① 長水壽寛、TI-89 を活用した数学教育、数理解析研究所講究録 1624、106-111 (2009)
- ② 柳原祐治、第2学年次にける微分法の効果的な導入ツールを活用した「関数の増減」の学習法一、論文集「高専教育」31号、577-582 (2008)

[学会発表](計8件)

- ① 中谷実伸、微積分小テストのその後、第57回北陸四県数学教育研究(射水)大会、2009年10月23日、射水市ラポール
- ② 中谷実伸、距離センサーを用いたデータ収集と利用性、第13回T3 JAPAN 2009年会、2009年8月9日、龍谷大学
- ③ 中谷実伸、微積分小テストの取り組み、第91回全国算数・数学教育研究(京都)大会、2009年8月5日、京都ノートルダム女子大学
- ④ 中谷実伸、微積分復習小テストの取り組み、2008年11月14日、越前市文化センター
- ⑤ 宮田一郎、パスカルの三角形とフラクタル図形、北陸四県数学教育研究(越前)大会、2008年11月14日、越前市文化センター
- ⑥ 長水壽寛、TI-89 を活用した数学教育、RIMS研究集会 数式処理と教育:数

学教育における数式処理システムの効果的利用に関する研究、2008年8月29日、京都大学数理解析研究所

- ⑦ 長水壽寛、探究課題の評価について、第90回全国算数・数学教育研究（福島）大会、2008年8月4日、郡山市文化センター
- ⑧ 中谷実伸、テクノロジーと数学教育～TI-Connectの導入～、第27回高等専門学校情報処理教育研究発表会、2007年8月29日、徳山大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

長水 壽寛 (NAGAMIZU TOSHIHIRO)  
福井工業高等専門学校・一般科目教室・教授  
研究者番号：10259856

### (2) 研究分担者

坪川 武弘 (TSUBOKAWA TAKEHIRO)  
福井工業高等専門学校・一般科目教室・教授  
研究者番号：70236941  
(H19 → H20, 21：連携研究者)

宮田 一郎 (MIYADA ICHIRO)  
福井工業高等専門学校・一般科目教室・准教授  
研究者番号：20219794  
(H19 → H20, 21：連携研究者)

柳原 祐治 (YANAGIHARA YUJI)  
福井工業高等専門学校・一般科目教室・准教授  
研究者番号：20332017  
(H19 → H20, 21：連携研究者)

井之上 和代 (INOUE KAZUYO)  
福井工業高等専門学校・一般科目教室・准教授  
研究者番号：30332018  
(H19 → H20, 21：連携研究者)

中谷 実伸 (NAKATANI MINOBU)  
福井工業高等専門学校・一般科目教室・准教授  
研究者番号：00311051  
(H19 → H20, 21：連携研究者)

朝倉 相一 (ASAKURA SOICHI)  
福井工業高等専門学校・一般科目教室・教授  
研究者番号：00202581  
(H19 → H20, 21：連携研究者)