

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19500738

研究課題名（和文） 高大連携を志向した実験的教科書・教材の有効性の実証的研究

研究課題名（英文） An empirical study of efficacy of our high school mathematics textbook which plans high large cooperation of high schools and universities

研究代表者

丹後 弘司（TANGO HIROSHI）

京都教育大学・教育学部・副学長

研究者番号：10025471

研究成果の概要：本研究グループが作成を進めてきた、理系分野への進学を目指した高校生を対象とし、より広い立場からの高等学校と大学との連携を意識した新しい高等学校数学の実験的教科書・教材を教育現場で使用し、具体的問題を抽出しつつ改善を図る研究を進めた。研究成果としては、教科書紙面、投げ入的な実践で教材として用いることができるコラム、授業実践で用いた教材がある。これらの成果は、生徒・授業実践者の感想や授業観察者の評価とともに報告書にまとめ上げた。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：代数学、科学教育

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：高大連携、高校数学の教科書、高校数学の教材、教材開発、数学的活動、授業実践、高大接続

## 1. 研究開始当初の背景

我が国が科学技術創造立国として国際競争力を保ち新規産業を創出するためには、それらの役割を担う人材の育成が重要となる。しかし、青少年の「理数・科学技術離れ」が存在し、理数系進学者の減少が深刻な問題となっている。さらには大学教育の質的変化も問題視され、高等学校教育の段階からの抜本的な変革を要求されているのが高等学校や大学の理系を取り巻く状況である。このような現

状認識に基づき、本研究グループは、平成 17 年度(2005 年度)からの 2 年間の科学研究費補助金を得て、理系分野への進学を目指した高校生を対象にし、高等学校と大学との連携を意識した、新しい高等学校数学のカリキュラムおよび教科書の開発を目的として研究を進めてきた。

日本の数学教育研究において、後期中等教育および高等教育分野での研究が盛んでないこともあり、局所的な範囲での発展的でユニ

ークな教材開発はあるものの、高等学校と大学との連携を意識した教科書開発研究はほとんどなされていない。こうした状況は、本研究が発足した平成 17 年の時点から大きな変化はなく、本研究グループの研究目的に沿った形で比較・参照できる先行研究はほとんどない。そうした研究に先鞭をつけた「高大連携を志向した高等学校数学の教科書開発」という研究を継続・発展させることは大きな意味を持っていた。

## 2. 研究の目的

先に述べた課題を克服・解決していくことが本研究グループの目標として意識されている。この課題に積極的に取り組み、より実証的に高大連携を志向した高等学校数学の教科書・教材を開発することが本研究の目的である。具体的には、

- (1) 先の研究において作成した高大連携を志向した高等学校数学教科書・教材の作成を進め、
- (2) その教科書・教材を実際に授業で使用する中で評価し、
- (3) 内容の改善を行うことである。

## 3. 研究の方法

本研究の方法は標準的な、計画(Plan)・実行(Do)・評価(Check)・改善(Act)のPDCAサイクルに基づくものである。具体的には、以下の方法論に従って進める。

- (1) 先ず、計画の段階については、数学の代表的3領域(代数・幾何・解析)を担当するグループに別れ、それぞれの分野毎に教科書・教材の作成方針を議論し、全体会において検討・修正する。
- (2) 実行の段階についても各グループが行う。各作成方針に基づき教科書紙面の執筆や教材の作成を行い、各グループに属する研究協力者が授業実践する。
- (3) 評価の段階については、教科書作成3グループとは別の評価グループが担当する。このグループは随時授業実践を観察し、検討・評価を行って、全体会等において教科書・教材の修正に関する具体案等を提示する。
- (4) 最後の改善の段階については、先の評価グループからの具体的な修正要求をもとに各作成グループが教科書・教材を改善する。

## 4. 研究成果

本研究グループは、先に述べた方法論に従い研究を進めた。以下に、全体会、教科書・

教材作成グループおよび評価グループそれぞれの研究活動について報告し、研究成果を掲載した報告書の内容、学会発表の中で寄せられた意見を紹介する。

- (1) 全体会は、2007年5月27日、9月16日、12月9日、2008年5月11日、9月28日の5回開催した。主な議題は以下の通りである。第一回：これまでの研究のまとめと今後の研究の方針の確認、第二回：研究の進捗状況と問題点・解決策、実践の報告と予定、授業実践の機会を増やすための工夫、第三回：研究の進捗状況と問題点・解決策、実践の報告と予定、次年度の日本数学教育学会全国大会での研究発表、第四回：研究の進捗状況と問題点・解決策、実践の報告と予定、授業実践に利用しやすい教材、日本数学教育学会全国大会での研究発表、第五回：日本数学教育学会全国大会での研究発表報告と総括、研究の進捗状況と問題点・解決策、実践の報告と予定、今後の研究の進め方。

- (2) 代数と解析グループは合同で、2007年6月24日、7月21日、9月9日、16日、10月21日、11月25日、12月9日、2008年1月13日、2月17日、4月25日、5月11日の11回の会合を開いた。会合においては、参加者の作成した教科書紙面の原案をたたき台とし、各々の教育体験に基づいて、どのような内容をどの程度までどのように教えるか、生徒にとっては何が難しいのか、生徒の理解を妨げる要因は何かという基本的な問題から、数学と他分野との関係や他分野への応用についてまで渡って議論し、教科書紙面の追加・改善を行った。また、定期的な補習授業の形態で代数領域紙面のトピックを取り上げて行った中井の実践、教科書紙面「漸化式」を使った大竹(真)と二澤の実践、「コラム：RSA暗号」に基づいた槌田の実践についての報告もあり、本研究の目的に沿った教材についても議論した。

- (3) 幾何グループは、2007年7月19日、11月8日、14日、12月20日、2008年1月18日、3月8日、6月12日、10月20日、11月27日の9回の会合(授業実践を含む)を開き、実践を通して教科書を検討することを行った。幾何グループの検討内容は、高校での数学学習の現状と課題、教科書作成および検証、授業計画・実践・評価の検討視点、授業による反省の

ポイント、教師の条件、幾何の特徴等である。幾何グループの作成した教科書の特徴は、章の最初に学習の目的や動機を示し、単元全体を見渡して到達点を見てから具体的学習場面に降りるパラシュート学習を意識した課題展開的紙面になっていることである。幾何グループは、「コラム：常らせんと常らせん面」に基づいた実践を酒井が、また「平面ベクトル」の紙面に沿った実践を川口が行った。

- (4) 評価グループは、全体会における各グループの報告、全体会での議論、随時参観した授業実践、日本数学教育学会全国大会での研究発表に対する聴取者からの評価を基に、各段階での問題点の整理を行い、解決策、今後の方向性について提案した。
- (5) 本研究グループの成果をまとめた報告書の内容は以下の通りである。

#### 前書

- はじめに (丹後弘司)
- 高大連携数学カリキュラム開発に関わって (河野芳文)

#### 第 I 部 記録

##### 第 II 部 解析部門・検討編

- 「高大連携を志向した実験的教科書・教材の有効性の実証的研究」解析・台数班報告 (大竹博巳)
- 「高大連携」の接点 (辻幹雄)

##### 第 III 部 解析部門・教材編

- 第1章 関数
- 第2章 漸化式
- 第3章 漸化式再考
- 第4章 対数関数と指数関数
- 第5章 微分法 (前篇)

##### 第 IV 部 解析部門・実践編

- 漸化式 (大竹真一、二澤善紀が行った授業実践で用いたテキスト、受講者アンケートおよび第 90 回全国算数・数学教育研究(福島)大会での発表資料)

##### 第 V 部 幾何部門・検討編

- 幾何分野の教科書作成と実践的検証についての基本的な考え方 (重松敬一)
- ベクトルの授業を実践して (横弥直浩)
- 研究に参加して (酒井淳平)

##### 第 VI 部 幾何部門・教材編

- 第1章 平面上のベクトル
- 第2章 空間のベクトル
- 第3章 三角比

#### 第4章 コラム：常らせんと常らせん面

#### 第 VII 部 代数部門・検討編

- 「高大連携を志向した実験的教科書・教材の有効性の実証的研究」に参加して (槌田直)
- 代数の実践授業を担当して (中井保行)
- 知的飢餓感は最良の学習スパイス—高大連携カリキュラム・教科書開発および実践研究に参加して— (長谷川貴之)

#### 第 VIII 部 代数部門・教材編

- 第1章 整数
- 第2章 実数
- 第3章 等式と不等式
- 第4章 論理と集合
- 第5章 写像
- 第6章 コラム：RSA 暗号
- 第7章 コラム：アーベルの定理の証明

#### 第 IX 部 代数部門・実践編

- 第1章 講義ノート「RSA 暗号について」(槌田直が行った授業実践で用いたテキスト)
- 第2章 京都府立嵯峨野高等学校での実践授業の記録 (中井保行が行った定期的な授業実践で用いたテキストと受講者アンケート)

#### 第 X 部 評価編

- 「高大連携を志向した実験的教科書」の改善に向けて (山田篤史)

- (6) 本研究の研究グループ外からの評価については、学会発表に対する聴取者からの評価がある。研究発表に対していくつかの肯定的な意見が出されたが、中でも「大学で数学を教える立場からすると、高校卒業までにこの辺りまでは知っておいて欲しい、あるいは知っておいてもらえると助かるということを教科書レベルで実際に示すことは重要だ」という意見は印象的であった。さらに、「教科書としては、ある部分を選択して、すぐに使えるような形になっていると使いやすくありがたくもある」とか、「(酒井が実践で用いたのと) 同種の良問が幾何領域の中にもう一つ欲しい」というものもあった。コラムを教材とした数時間で完了する投げ入れ的な授業スタイルは聴取者にも共感を得られやすいものだったようである。一方、いくつかの問題

点や疑問点も指摘された。例えば、「研究のねらいが必ずしも明確ではない」とか「主たる学習主体はどのようなレベルの生徒を想定しているのか」というものである。確かに、教科書のコンセプト、すなわち目的・学習主体（のレベル）・内容等を限定して執筆することは研究としてわかりやすいのだが、教科書使用対象を極端に狭めることにも繋がる。我々は、トップダウン式よりもボトムアップ式の教科書作成方針を、研究目的の焦点化よりも実際の教科書使用の汎用性を選択したということなのである。

#### (7) 今後の展望

指摘を受けた点や、我々が自覚している問題点、我々の教科書作成方針を踏まえると、今後の方向性として、幹となる教科書紙面に加えて、特定のトピック・定理等を抜き出して理解を深めるような教材を開発して行くことが最も有望なものとなるであろう。

#### 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)

[学会発表] (計5件)

- ① 横弥直浩、数学的活動を重視したベクトルの導入方法について、第55回近畿算数・数学教育研究(兵庫)大会、平成20年11月14日、明石市民会館
- ② 大竹真一、二澤善紀、高大連携を志向した実験的教科書教材の有効性の実証的研究、第90回全国算数・数学教育研究(福島)大会、平成20年8月5日、福島県立郡山萌世高等学校
- ③ 植田直、勝間典司、高大連携を志向した実験的教科書の開発：代数・解析編、第90回全国算数・数学教育研究(福島)大会、平成20年8月5日、福島県立郡山萌世高等学校
- ④ 中井保行、京都和算の里案内、第90回全国算数・数学教育研究(福島)大会、平成20年8月5日、福島県立郡山萌世高等学校
- ⑤ 酒井淳平、丹後弘司、高大連携を志向した実験的教科書の開発と検討：幾何編、平成20年8月5日、福島県立郡山萌世高等学校

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

丹後 弘司 (TANGO HIROSHI)  
京都教育大学・教育学部・副学長  
研究者番号：10025471

##### (2) 研究分担者

重松 敬一 (SHIGEMATSU KEIICHI)  
奈良教育大学・教育学部・副学長  
研究者番号：40116281

大竹 博巳 (OHTAKE HIROMI)  
京都教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号：70168970

山田 篤史 (YAMADA ATSUSHI)  
愛知教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号：20273823

##### (3) 連携研究者

なし

##### (4) 研究協力者

荒井 徳充  
河合文化教育研究所・研究員  
大竹 真一  
河合文化教育研究所・研究員  
勝間 典司  
京都府立亀岡高等学校・教諭  
加畑 昭和  
学校法人河合塾・元非常勤講師  
川口 慎二  
奈良女子大学附属中等教育学校・教諭  
黒田 大樹  
皇學館大学附属高等学校・教諭  
小磯 深幸  
奈良女子大学・理学部・教授  
河野 芳文  
広島大学付属中・高等学校・副校長  
酒井 淳平  
立命館宇治中学校・高等学校・教諭  
辻 幹雄  
京都産業大学・名誉教授  
植田 直  
福知山成美高等学校・教諭  
中井 保行  
京都府立嵯峨野高等学校・教諭  
二澤 善紀  
京都府立洛北高等学校・教諭  
長谷川 貴之  
広島大学大学院・総合科学研究科・博士課程  
後期在学中  
横 弥直浩  
奈良女子大学附属中等教育学校・教諭  
吉田 明史  
奈良教育大学・教育学部・客員教授  
吉田 淳一  
奈良学園・教諭