

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25年6月13日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22530959

研究課題名（和文） 新学習指導要領の『数学活用』に向けたカリキュラム開発

研究課題名（英文） Curriculum Development for “Applying Mathematics” of the New Course of Study

研究代表者

伊禮 三之 (IREI MITSUYUKI)

福井大学教育地域科学部・教授

研究者番号：00456435

研究成果の概要（和文）：我が国の数学教育では、活用力の育成と数学に対する否定的態度の改善が大きな課題となっている。本研究では、こうした課題へのアプローチとして高等学校科目『数学活用』の新設を契機に、学校設定科目『楽しい数学』の内容として開発してきた教材群を、今日的な新しい課題（誤り訂正符号理論等）も含め『数学活用』の目標に合わせて再構成し、「2進数で遊ぼう」や「互除法とピタゴラス音階」など成功的な実践を資料集としてまとめた。

研究成果の概要（英文）：In the mathematics education of our country, we have two big problems for teaching methods. One is that students do not understand how to utilize mathematics in society. And the other is that most students have negative attitude toward mathematics. Therefore teachers need to improve their instructional methods. In this research, we restructure the educational materials developed for the subject “Fun Mathematics” for the new subject of mathematics “Application of Mathematics” with relevant problem (Error correcting code theories, and so on). And then, we compile the cases of good mathematical practice.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
総計	1,900,000	570,000	2,470,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：各教育の科目（算数・数学）

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年の PISA や TIMSS の国際学力調査によると、我が国の児童生徒の学力は、国際的に見て上位にあるものの、実生活等に活用す

る力や数学的に解釈し表現する力などが弱く、さらに、数学で学ぶ内容に興味がある生徒の割合が国際平均値よりも低いことが大きな課題となっている。

(2) TIMSS2007 の中学校 2 年生の数学の得点（認知）について、わが国の平均得点は、参加 49 か国中、第 2 グループの高い位置にいる。ところが、数学に対する態度（情意）をみると、どの項目も最低のレベルにあり、情意面での反応はさんざんたる結果である。さらに、「数学の勉強に対する自信」についての結果も同様で、否定的な自己概念を覗かせている。

(3) こうした認知と情意のねじれの深刻な状況の改善は緊急な課題であり、新学習指導要領においても、こうした課題への対応から「数学的活動の楽しさや数学のよさを実感する」ことが強調されるようになった。

2. 研究の目的

(1) 「数学嫌い」に象徴される今日の数学教育の現状を改善する方策として、現実世界と数学の世界の往還を通して、学ぶ意味が顕在化するような教材を準備し、数学教育の中にも積極的に「実験」を取り入れた具体的なカリキュラム開発を行って成果をあげてきた（《実験数学》と呼称）。これらは、「数学的活動の楽しさや数学のよさを実感することができる」事例群（学校設定科目『楽しい数学』）である。

(2) 銀林浩は、数学的問題解決（数学的活動）の過程を、①現実世界の具体的な課題から本質的な要素と関係を引き出して、数学の問題に定式化し、②それを数学的技法を用いて解を求め、③この解を再び現実世界で解釈し直してもとの課題の解決とする、と整理している。つまり、④現実の課題をそのレベルで直接行動によって解決する、のではなく一度数学の世界を通す《まわり道》を経て解決するところにその特徴があるというのである。そうであれば、数学の有用性やそのよさを実感させる契機は、問題解決の成否が直ちにフィードバックされ、数学による解が現実問題の

適切な解決となっていることを「確認」（自然科学の〈実験〉に相当）する過程こそ必要なことであろう。

(3) 申請者は、銀林の主張するこの「確認」の過程の重要性を、上記の事例研究を通して実践的に明らかにし、数学に対する肯定的な態度を形成する契機として《実験数学》の意義を確認してきた。

(4) しかし、こうした事例研究の蓄積はまだまだ十分とはいえず、さらに具体的な教授レベルでの新しい教材開発を行うとともに、旧来の教材であってもその意義がもっとも現れる現実の状況や文脈をうまく設定することで再構成し、PISA などで明らかになった今日的課題の実生活等に活用する力や数学的に解釈し表現する数学的コミュニケーション力の育成なども視野に入れ、《実験数学》の意義をより発展させた事例研究の積み重ねが求められている。

(5) 本研究では、まず、申請者が開発した学校設定科目『楽しい数学』の教材群を、高等学校新学習指導要領で新設置される『数学活用』の内容として、パズルや数理的なゲームなど、その目標に掲げられた「数学が人間の活動にかかわって発展してきたことを理解させるとともに、数学と人間とのかかわりについての認識を深める」よう再構成したり、身近な事物・事象を取り上げながら、それらを定式化（数学化）し考察することを通して、「数学の社会的有用性についての認識を深める」とともに、「事象を数理的に考察する能力を高め、数学を積極的に活用する態度」の育成にもつながるような再構成を行う。また、誤り訂正符号理論等今日的な話題に関する新しい教材開発を継続し、成功的な教授事例（その教育効果の測定とカリキュラム評価）を蓄積し、資料集として活用可能なものにする。

3. 研究の方法

(1) 本研究のもっとも大きな特徴は、板倉聖宣の提唱する仮説実験授業の授業書に倣い、教授過程の一様化（誰もが授業書に沿った授業展開によって、成功的な授業が実現可能）を目指したワークシートの具体的な教授レベルでの教材開発にある。

(2) 高等学校新学習指導要領の新設科目『数学活用』の目標である「数学と人間とのかかわりや数学の社会的有用性についての認識を深めるとともに、事象を数理的に考察する能力を養い、数学を積極的に活用する態度を育てる」に照らして、具体的にどのような内容で、どのような教育方法を取れば、どのような学習達成が期待できるのか等について、授業書に模した1時間ごとのワークシートを作成する。

(3) 作成したワークシートをもとにした申請者もしくは研究協力者による実験授業を実施し、アンケートや授業感想文及びSD調査等から、主に活用力の育成と数学に対する情意面の変容の観点から、授業分析を行い、その教育効果の検討とカリキュラム評価を行う。

(4) 上記の成功的な教育実践の事例を、第三者にも簡単に参照・利用できるように資料として整理・蓄積し、新科目の実施に合わせた準備を行う。

4. 研究成果

(1) 新設科目『数学活用』の実施に向けて、「*Tow-circle roller*」、「モビールを作ろう!」、「2進数で遊ぼう!」、「3進法によるマジックカード」、「誤り訂正符号理論」、「三山くずしの数理」、「魔方陣で遊ぼう!」、「ラテン方阵」、「ペグ・ソリティアで遊ぼう」、「《*Buffon* の針》の問題」、「意外な確率」、「モンティ・ホールジレンマ」、「確率でながめてみると」、「ピックの定理」

「互除法とピュタゴラス音階」、「油分け算と1次不定方程式」、「折り紙による多面体」、「ポリドロンによる正多面体」等の教材開発を行い、具体的な教授レベルを想定したワークシートを作成した。

(2) 研究協力校において、「モビールを作ろう!」、「2進数で遊ぼう!」、「誤り訂正符号理論」、「ペグ・ソリティアで遊ぼう」、「互除法とピュタゴラス音階」、「ポリドロンによる正多面体」の実験授業を実施し、その教育効果の検討等から成功的な教育実践の事例として蓄積することができた。

(3) 成功的な教育実践の事例は、県内外の高校教員を中心とする研修講座や講演等で発信し、さまざまな課題を抱える教育現場において、数学教育の現状を改善するために活用された。なお、この研究は、『数学活用』の準備を第一義的な目標としているが、高等学校新学習指導要領の『数学I』（必修科目）や『数学A』（選択科目）に新しく導入される「課題学習」への利用も視野に入れており、「折り紙による多面体」と「ポリドロンによる正多面体」は福井県教育研究所主催の高校研修講座において、「課題学習」の事例として公開授業を通して紹介し、インパクトを与えることができた。

(4) 今後も、本研究で得られた研究成果は、成功的な実践事例の資料集をもとに、県レベルや地区レベル、あるいは全国規模の現場教師の参加する研究会などで積極的に紹介する予定であり、現場の数学教育に直接役立てられるものと期待される。

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14件）

① 伊禮三之、2進法の発展教材としての3

進数による数当てマジックカード—新学習指導要領における『数学活用』に向けた教材開発—、北陸地区数学教育協議会 40 周年記念誌、査読無、2012、244-249

- ② 青木慎恵、伊禮三之、事例研究：互除法とピュタゴラス音階—数学A『整数の性質』における教材開発—、第 45 回数学教育論文発表会論文集、査読有、2012、359-364

- ③ 伊禮三之、事例研究：2進数で遊ぼう！—新学習指導要領における『数学活用』に向けた教材開発—、第 44 回数学教育論文発表会論文集、査読有、2011、141-146

- ④ 伊禮三之、共通教育科目「数学的活動」における「ペグ・ソリティア」の実践—新学習指導要領の『数学活用』に向けたパズル・ゲームの教材開発—、福井大学教育実践研究第 35 号、査読無、2011、57-66

<http://repo.flib.u-fukui.ac.jp/dspace/>

- ⑤ 伊禮三之、青木慎恵、事例研究：モビールを作ろう—新学習指導要領における『数学活用』に向けた教材開発—、第 43 回数学教育論文発表会論文集、査読有、2010、531-536

<http://repo.flib.u-fukui.ac.jp/dspace/>

[学会発表] (計 7 件)

- ① 青木慎恵、事例研究：互除法とピュタゴラス音階—数学A『整数の性質』における教材開発—、日本数学教育学会第 45 回数学教育論文発表会、奈良教育大学、2012 年 11 月 10 日

- ② 伊禮三之、青木慎恵、整数—互除法と不定方程式—、数学教育協議会第 20 回全国高校研究集会、西浦温泉ホテルたつき、2012 年 3 月 25 日

- ③ 伊禮三之、事例研究：2進数で遊ぼう！

—新学習指導要領における『数学活用』に向けた教材開発—、日本数学教育学会第 44 回数学教育論文発表会、上越教育大学、2011 年 11 月 13 日

- ④ 青木慎恵、事例研究：モビールを作ろう—新学習指導要領における『数学活用』に向けた教材開発—、日本数学教育学会第 43 回数学教育論文発表会、宮崎大学木花キャンパス、2010 年 11 月 13 日

- ⑤ 伊禮三之、ペグ・ソリティアの数理—新学習指導要領における「数学活用」に向けたパズル等を利用した教材開発—、2010 年度北陸地区数学教育協議会夏の研究集会、福井大学、2010 年 7 月 25 日

[その他]
ホームページ等

<http://repo.flib.u-fukui.ac.jp/dspace/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊禮 三之 (IREI MITSUYUKI)
福井大学教育地域科学部・教授
研究者番号：00456435

(2) 研究協力者

青木 慎恵 (AOKI NORIE)
福井県立武生高等学校・教諭

生田 万紀子 (IKUTA MAKIKO)
福井県立藤島高等学校・教諭

仲地 範禮 (NAKATI NORIKAZU)
沖縄県立総合教育センター I T 教育班・指導主事

金城 文子 (KINJIYO AYAKO)
沖縄県立普天間高等学校・教諭