

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：14601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24730737

研究課題名(和文) 見だし説明する過程を重視した算数・数学の授業のための教材開発

研究課題名(英文) Development of the Teaching Materials for Mathematics Class Emphasizing Students' Activities to Find and Explain

研究代表者

近藤 裕 (KONDO, YUTAKA)

奈良教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：80551035

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：子どもの数学学習への意欲の向上，数学の内容の理解，数学の能力の形成の3つの調和を図るには，子どもが見だし説明する過程を重視した数学の授業を行うことが必要である。本研究では，そのための教材を開発し，実験授業を通して，その有効性を検証した。小・中学校教員の協力のもと，合計15の実験授業を実施，検討し，小2「はこの形」をはじめとする小学校算数，中学校数学に関する有効な教材を提案した。

研究成果の概要(英文)：The mathematics classes emphasizing students' activities to find and explain are important to promote the students' motivation, the understanding of mathematics, and the mathematical literacy. In this study, we developed teaching materials for that mathematics class and checked the effect of teaching materials through experiment class. The 15 experiment classes in total were implemented and analyzed through collaboration with teachers of elementary school and junior high school. And, we proposed some effective teaching materials of school mathematics (for example "The shape of a box" as the material of the grade 2.).

研究分野：数学教育学

キーワード：算数教育 数学教育 見だし 説明する 教材

### 1. 研究開始当初の背景

これまでの日本の数学の授業では、「数学の内容の理解」を図ることに重点が置かれてきたといえる(長崎ほか, 2007)。そして、例えば TIMSS (国際数学・理科教育動向調査)では、テストの獲得点数としての成績は現在も世界のトップクラスに属している。その一方で、質問紙調査に見られる数学や数学学習に対する日本の子どもたちの情意面は、他国と比べて著しく否定的・消極的な傾向を表していることが明らかにされている。日本の子どもたちは、「数学はできるが、数学は大嫌いだ」(平林, 2004)と形容されよう。また、OECD-PISA (生徒の学習到達度調査)や全国学力・学習状況調査の結果は、数学の方法や過程に関わる「数学の能力の形成」が十分に図られていないことを明らかにした。こうした現状を受け、数学教育学において、誰のための何のための数学教育かが再考されはじめており、すべての市民にとって必要な数学の能力について、「数学の力」や「数学的リテラシー」というキーワードの下で議論がなされている。

本研究は、これからの数学教育においては、数学の授業を通して、子どもの「数学学習への意欲の向上」、「数学の内容の理解」、「数学の能力の形成」の調和を図ることが重要であるとの立場から、それを具現化するための方策について、主として教材の観点から理論的・実証的に考察するものである。

### 2. 研究の目的

本研究は、子どもが「見だし説明する」過程を重視した算数・数学の授業を行うのに適した教材を開発することを目的とする。具体的には、次の3つを目指す。

子どもが見だし説明することの意義を、数学学習への意欲と数学の内容理解および能力形成との関わりから理論的に考察し、明らかにする。

授業において具現化するための具体的な「教材(問題や作業)」、「その教材の扱い(授業展開例)」と「評価例(ねらいを達成した子どもの姿)」を明らかにする。

開発した教材の妥当性や効果を、授業実践等を通じた検証により明らかにする。

### 3. 研究の方法

研究目的 については、数学がわかることや数学の表現と理解との関係、数学の能力形成、数学への関心や意欲に関する論文や書籍等を中心とした文献研究を行う。

研究目的 については、小・中学校現場教員と共同で、教材とその扱い、評価等

に関する討議を行い、学習指導案を作成する。

研究目的 については、学校現場の協力を得て授業実践を行い、授業を記録する(VTR, 子どものノート等)。その記録を質的、量的な側面から分析、考察する。

### 4. 研究成果

(1) 子どもが見だし説明することの意義  
数学の授業で子どもが見だすもの

国立教育政策研究所(2009)や数学の授業の観察をもとに、子どもが数学の授業において見だす対象となるものを、数学の「問題」、「事実」、「方法」、「理由」、「価値」の5つに整理した。

数学の内容理解を図る上での意義

数学がわかることや数学の表現と理解との関係に関する先行研究(松原(1986), 半田(1995), 二宮(2009)など)をもとに、子どもの「わかり方」は個性的であること、数学を学ぶ子どもたち一人ひとりが、それぞれに見だし、そこで見だしたことをもとに、各個人が自分なりの仕方であっていき、また、それを自分なりの仕方であって表現し、表現したものをもとに考えることで理解が図られることなどを整理した。これらをもとに、一人ひとりの子どもは、自分で見だし、それを自分なりの仕方であって表現することで数学の理解が図られることから、子どもが見だし説明する過程を重視することは、数学の内容理解を図る上で意義があるととらえた。

数学の能力形成を図る上での意義

数学の能力形成に関する先行研究(長崎ら(2007, 2008)など)をもとに、数学の能力を、長崎ら(2007)の「算数・数学の力」(数学を生み出す力、数学を使う力、数学で表す力、数学で考え合う力)としてとらえ、これらの能力は、それを使うことによって身につく伸びるものであること、したがって、子ども自身がその能力を使う機会がなければならないものととらえた。その上で、子どもが見だし説明する過程を重視することは、子どもが見だし説明する機会や活動を保障するものであり、その過程でいろいろな数学の能力を用いることが期待できることから、数学の能力形成を図る上で意義があるととらえた。

数学への情意面の向上を図る上での意義

数学への関心や意欲に関する先行研究(国宗・相馬(1994), 相馬(1995), 正木(1997)など)をもとに、子どもの情意が動き出すのは、一人ひとりが問題に働きかけ、自分の気になるものを見だし、能動的に動き始めたときであること、そして、そうした状態を作り出すことが教師の役割であるととらえた。その上で、本研究では、子どもが気になるこ

とを見だし、それが「説明する内容」となること、また、自分自身が見だしたものであることから、それを「説明したいという気持ち」にもなりやすいと期待できることから、見だし説明する過程を重視することは、子どもの数学や数学を学習することへの「情意面の向上」を図る上で意義があるととらえた。

(2) 授業において具現化するための具体的な「教材」、「その教材の扱い」と「評価例」を検討した授業・教材

小・中学校教員(後掲の5名の研究協力者)の協力を得て、本研究期間全体を通じて合計15の実験授業を行い、子どもが見だし説明する過程を重視した授業のための教材と、その授業の実際について検討した。実施した学年と内容は以下の通りである(カッコは授業者名)。

- ・ 小2「はこの形」(下村)
- ・ 小3「棒グラフ」(下村),「大きな数」(下村),「三角形のなかまを調べよう」(下村)
- ・ 小4「面積」(下村),「直方体と立方体」(下村)
- ・ 小5「複合図形の面積」(松浦)
- ・ 中1「式の活用」(堤),「星形多角形の角の和」(竹間),「事柄が正しいわけの説明に関する授業」(堤,松井)
- ・ 中2「連立方程式」(堤),「紙を重ねてできる形の面積」(松井)
- ・ 中3「事柄が正しいわけの説明に関する授業」(堤,松井)

教材開発事例:小2「はこの形」

本授業の目標は、「はこの形(直方体)とさいころの形(立方体)の辺と頂点の特徴を理解する」ことである。この授業について、次のア~ウを検討し、実験授業を計画した。

ア:「教材(問題や作業)」

まず、子ども2人に1組の工作用紙でつくった模型(立方体と直方体)を配付する。そして、教師用の骨格模型を示しながら、はこの形における「頂点」「辺」について説明する。そして、【問題1】を提示する。

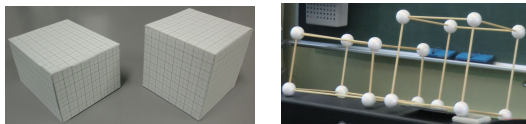


図:児童に配付する模型と教師用の骨格模型

T(教師の口頭による説明):今みんなが持っているはこの形とさいころの形を、ボールと棒で作ります。ボールと棒はお店に注文してもらって来ます。お店の人がわかるように注文票をかきましょう。

【問題1】はこの形とさいころの形をつくるためのボールと棒の「注文票」をかこう!

『 ちゅうもんひょう 』

	はこの形	さいころの形
ぼう (へん)		
ボール (ちょう)		

イ:「その教材の扱い(授業展開例)」

- ・ 【問題1】を提示し、問題の内容を確認する。
- ・ 各自が、個人で考えて「注文票」をかく。
- ・ 子どもが、「注文票」に書いたことを説明する。(本時のねらいに関する内容については、複数の子どもに同じことを説明させたり、隣同士で話し合わせたりする。)
- ・ 【問題2】「はこの形とさいころの形の頂点と辺の『同じところ』と『違うところ』をノートにかきましょう」を提示する。
- ・ 子どもは、各自で取り組む。
- ・ 子どもが、ノートに書いたことを説明し、教師がそれをまとめる。

ウ:「評価例(ねらいを達成した子どもの姿)」

- 次のことを発言したり、ノートに記述したりする姿でねらいの達成状況をとらえる。
- ・ この形、さいころの形共に、頂点の数は8個、辺の数は12本であること。
  - ・ さいころの形は、同じ長さの辺が12本あること。
  - ・ この形は、同じ長さの辺が4本ずつ3セットで12本あること。
  - ・ 頂点の数は $4 \times 2 = 8$ で8個、辺の数は $4 \times 3 = 12$ で12本ととらえられること。

(3) 開発した教材の妥当性や効果

(2)で示した教材は、授業実践を通して、以下のように、妥当性や効果が検証された。数学の内容の理解について

実験授業後に行った本時の内容に関する小テスト(対象30名)では、辺の特徴については、完全正答と部分正答を合わせて20~24名、割合にして66%~80%の子どもが正答を得た。頂点の特徴については25~26名と80%以上が正答を得た。概ね、本時のねらいとする内容の理解は図られたといえる。

数学の能力の発揮について

予め「評価例:ねらいを達成した子どもの姿」として想定していた子どもの活動の姿は、実験授業において概ね観察することができた。さらに、筆者らの予想を越えた子ども達の豊かな活動や見方・考え方(骨格模型の図をかいて数えようとする、頂点や辺の数を視点を一つに定めて数えようとする、立方体を伸ばして直方体にするイメージで考えるなど)も見ることができ、多くの子どもが様々

な数学の能力を用いようとしたり発揮したりしたといえる。

数学への情意面の向上について

実験授業後のアンケート「今日の算数の授業で、みつけた・わかった・できた・うれしい・なるほど・すごい・ふしぎだな・ありがとう、という気持ちになったことはありますか？」の選択項目「あります・ありません」に対して、27名が「あります」を選択し、その内の25名は、「そのわけ」についての記述があった。そこには、きまりを見つけて「わかった」「できた」という喜びの気持ちの他に、友達のことを聞いて感心したり、また、説明を助けてもらったり教えてもらったりすることに対する友達への感謝の気持ちなど、「問題に正解することだけでなく、数学を学習すること全般に関する肯定的な感情を表現している記述がみられた。

～ のことから、本教材は、本研究が目指す「数学学習への意欲の向上」、「数学の内容の理解」、「数学の能力の形成」の調和を図る授業を具現化する上で妥当かつ有効な教材であるといえる。

(4) 学校現場への研究成果の還元について

本研究で得られた知見について、研究期間中、奈良県内外の10校の校内研修会及び13の講演会等で発信し、参会の学校現場の先生方と共に、子どもが見だし説明する過程を重視した算数・数学の授業の意義や指導の在り方について議論をした。

(5) 今後の展望

「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について」(平成26年11月20日文科科学大臣から中央教育審議会への諮問)で、「厳しい挑戦の時代」を乗り越えるために子どもたちに育成すべき資質・能力について盛んな議論がなされているように、本研究が目指す授業の具現化の必要性はますます高まっている。今後も、数学の内容の理解、能力形成、情意面の向上に資する教材を、その妥当性・有効性に関するエビデンスとともに蓄積を図ることが重要である。

また、今日、教育活動全体を通じて言語活動の充実への取り組みがなされる一方で、算数・数学科で育成すべき言語・表現の能力の明確化が問われ始めている。本研究において重視している「子どもが説明すること」について、より分析的に追究し、説明する能力の育成と数学の理解の調和を図る授業について明らかにすることが、本研究の次なる当面の課題である。

<引用文献・参考文献>

長崎栄三, 滝井章編, 2007, 算数の力 - 数学的な考え方を乗り越えて -, 東洋館, pp.24-25.

平林一栄, 2004, 高等学校数学教育理念の問題, 高校新数学科の在り方 (長崎, 長尾, 吉田, 一楽, 渡邊, 國宗編), 明治図書, pp.170-171.

国立教育政策研究所, 2009, 平成21年度全国学力・学習状況調査 解説資料 中学校数学.

松原元一, 1986, 考えることわかること, 国土社.

半田進編, 1995, 考えさせる授業 算数・数学 - 実践編, 東京書籍.

二宮裕之, 2009, 数学的表現力を重視した授業, 長崎, 國宗, 太田, 相馬編, 新たな数学の授業を創る, 明治図書, pp.140-149.

長崎栄三ら, 2008, 算数・数学教育の目標としての「算数・数学の力」の構造化に関する研究, 日本数学教育学会誌第90巻第4号, pp.11-21.

國宗進, 相馬一彦編, 1994, 関心・意欲を高める授業の創造, 明治図書.

相馬一彦, 1995, 「予想」を取り入れた数学授業の改善, 明治図書.

正木孝昌, 1997, 初等数学の授業構成とその改革, 日本数学教育学会編, 学校数学の授業構成を問いなおす, 産業図書, pp.153-162.

國宗進 (研究代表), 2013, 発見し証明する過程を重視した幾何教育に関する研究, 平成22~24年度科研費研究成果報告書.

Yutaka Kondo, Taro Fujita, Susumu Kunimune, Keith Jones, Hiroyuki Kumakura, 2014, The influence of 3D representations on students' level of 3D geometrical thinking, Proceedings of the Joint Meeting of PME38 and PME-NA 36, vol. 4, pp.25-32.

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10件)

下村岳人, 近藤裕, 2015, 見取図を読む力の育成に関する実証的研究, 奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要, 第1号, pp.173-182, 査読有.

近藤裕, 2014, 算数科における「事柄が正しいわけの説明」に関する研究, 第47回秋期研究大会発表集録, pp.419-422, 査読無.

下村岳人, 近藤裕, 2014, 子どもが見だし説明する過程を重視した算数の授業 - 子どもが用いる根拠に焦点をあてて -, 日本数学教育学会市臨時増刊第96回大会特集号, 96巻, p.150, 査読無.

師（平成 25 年度）

近藤裕，下村岳人，2013，子どもが見いだし説明する過程を重視した算数・数学の授業に関する研究 - 小 3「棒グラフ」の問題における子どもの見いだす様相 - ，第 46 回秋期研究大会発表集録，pp.91-94，査読無．

下村岳人，近藤裕，2013，子どもが見いだし説明する過程を重視した算数の授業 - 3 年「ぼうグラフと表」に焦点をあてて - ，日本数学教育学会誌臨時増刊第 95 回大会特集号，9 巻，p.135，査読無．

近藤裕，下村岳人，2012，子どもが見いだし説明する過程を重視した算数・数学の授業，奈良教育大学紀要，第 61 巻，pp.135-150，査読有，

[http://near.nara-edu.ac.jp/bitstream/10105/9046/1/NUE61\\_1\\_135-150.pdf](http://near.nara-edu.ac.jp/bitstream/10105/9046/1/NUE61_1_135-150.pdf)

〔学会発表〕(計 8 件)

近藤裕，算数科における「事柄が正しいわけの説明」に関する研究，日本数学教育学会第 47 回秋期研究（熊本）大会，2014 年 11 月 9 日，熊本大学（熊本県）。

下村岳人，近藤裕，2014，子どもが見いだし説明する過程を重視した算数の授業 - 子どもが用いる根拠に焦点をあてて - ，第 96 回全国算数・数学教育研究(鳥取)大会，2014 年 8 月 1 日，米子松蔭高等学校（鳥取県）。

近藤裕，下村岳人，子どもが見いだし説明する過程を重視した算数・数学の授業に関する研究 - 小 3「棒グラフ」の問題における子どもの見いだす様相 - ，日本数学教育学会第 46 回秋期研究（栃木）大会，2013 年 11 月 16 日，宇都宮大学（栃木県）。

下村岳人，近藤裕，2013，子どもが見いだし説明する過程を重視した算数の授業 - 3 年「ぼうグラフと表」に焦点をあてて - ，第 95 回全国算数・数学教育研究(山梨)大会，2013 年 8 月 4 日，山梨大学教育人間科学部附属小学校（山梨県）。

## 6．研究組織

### (1) 研究代表者

近藤 裕 (KONDO YUTAKA)  
奈良教育大学・教育学部・准教授  
研究者番号：80551035

### (2) 研究協力者

下村 岳人 (SHIMOMURA TAKETO)  
奈良県奈良市立辰市小学校・教諭  
堤 彦三郎 (TSUTSUMI HIKOSABURO)  
私立天理中学校・教諭  
松浦 ほのか (MATSUURA HONOKA)  
奈良県葛城市立新庄小学校・教諭  
松井 大樹 (MATSUI TAIKI)  
私立奈良育英中学校・非常勤講師(平成 25，  
26 年度)  
竹間 光宏 (CHIKUMA MITSUHIRO)  
奈良女子大学附属中等教育学校・非常勤講