

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5月20日現在

機関番号：11101
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22500798
 研究課題名（和文）既習事項を活用して問題を解決する能力の育成を意図した算数科授業の実証的研究
 研究課題名（英文）Empirical study for bringing up ability to solve a problem by applying a having learned matter.
 研究代表者
 中野 博之 (NAKANO HIROSHI)
 弘前大学・教育学部・教授
 研究者番号：30400120

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は活用する力の育成を目指した小学校算数科の授業改善に向けた提言を行うことである。活用する力については「既習の学習内容を新しい問題の解決に向けて活用すること」と捉え、その育成方法については「活用する経験を繰り返すこと」「活用の様子を顕在化させること」と捉えた。そして、「分数」「合同」「拡大図・縮図」「平均」についての授業案を考え教授実験を行った。教授実験を通して、明らかになったことは、どんなに授業案と教材がよくても、子どもの活用の様相を的確に捉え、評価し、授業の中で適切に顕在化できない教師が存在するという実態である。こうしたことの原因として、授業を行う教師自身が数学的に考える経験をしていないことが考えられた。そこで、数学的に考えることを経験させその面白さを教師自身が実感できるような教員研修会での教材の開発も行った。

研究成果の概要（英文）：A purpose of this study is to propose to bring up the ability to apply for children by lesson improvement.

As the result, ability to apply is regarded as applying contents having learned already to solve a problem. And the method of that purpose is repeating experience to apply and exposing an aspect of the application. And the teaching materials are developed about the "fraction" "congruence" "scale drawings" "average." And lesson plans are thought and have tested them.

As the result, it became clear that the teacher who can not evaluate a figure of the application of the children appropriately even if the lesson plan and the teaching materials are good. The cause of such a thing is because the teacher do not have an experience of mathematical practice. Therefore materials for a teacher workshop that teacher oneself can realize performed the fun by mathematical practice were needed and have developed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：数学教育

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：算数科授業，授業改善，活用する力

1. 研究開始当初の背景

2007年度，2008年度，2009年度に行われ

た、全国学力・学習状況調査は、計算技能については概ね良好な成績を残しているにもかかわらず、活用する力については大きな課題があることを示した。こうした活用する力の育成に関しては算数・数学教育にとって積年の課題となっている。

積年の課題であるにもかかわらず、活用する力の育成についての学習指導が改善されない背景には、以下のことが考えられる。

- ・計算技能向上に対しては「内容」と「方法」が広く教育現場に周知されている一方、「活用力の育成」を目指した学習指導については、その「内容」と「方法」が周知されていないばかりか確立もされていないこと。
- ・小学校教師がもつ「算数＝計算技能」という根強い意識。

計算技能向上のためには計算練習(「内容」)を徹底して反復する(「方法」)ことが従来から有効であることが明らかにされており、そのための補充教材も相当数用意されている。その一方、活用する力の育成については、数学教育研究者が様々な提言をしているにもかかわらず、何をどのようにして指導していくのか、「内容」と「方法」が授業を行っている小学校教師にとっては不明確であることが多い。つまり、教科教育学の研究成果が学校現場、特に小学校現場に受け入れられていないのである。これは教科教育学の抱える大きな問題点と考えられる。

こうした研究と実践の乖離が起こる原因として、小学校教員は全科を担当することが多く、全ての教科について専門的に研修、及び、研究する余裕がないことが考えられる。したがって、こうした小学校教員の実状を踏まえた上で、活用する力の育成を目指した小学校算数科の授業改善に向けた提言が必要とされている。

2. 研究の目的

前述のような状況を受けて、本研究では、「内容」にあたる部分の研究、そして、「方法」にあたる部分の研究を進め、活用する力の育成を目指した算数科授業の改善のための方策を具体的に提言することとした。

研究代表者は2007年度から「数学的な原理の理解と活用を意図した算数科授業の実証的研究」という研究課題の基、3年間の科研費の援助を受け「数と計算」領域における活用する力の育成についての研究を行った。その成果の一部は2008年「算数科授業における活用の様相についての一考察—分数の授業での子どもの発言の考察を通して」(第41回数学教育論文集論文集)、2009年度「『活用力の育成』の視点からの問題解決型の授業の考察と改善」(第42回数学教育論文発表会論文集)として発表した。

本研究は、こうした、研究代表者の研究実績を基に、活用するものを「数学的な原理」から「既習事項」に広げ、また、研究領域も「数と計算」から全ての領域に広げて、算数科の授業改善のための提言をまとめることとした。

3. 研究の方法

本研究では、活用する力については、算数の学習から算数の学習への活用に研究の対象を絞ることとした。そして、まず、活用する力の育成を数学的な考え方の育成の一環として捉えるための理論研究をすることとした。その上で、図形領域や数量関係領域についての教材を考え授業案を作成することとした。

次に、作成した授業案に基づいて教授実験を行うこととした。教授実験はより一般性を高めるため、青森、東京、といった子どもの実態が異なる地域で行うこととした。その後、授業での子どもの発言、ノートの記述、表情等の反応を質的に分析するだけではなく、対象とされた授業についての現職の小学校教員による協議会の内容も

分析し、学習指導計画の有効性を省察することとした。また、こうした教授実験の省察に妥当性をもたせ、かつ、研究内容の質をより向上させるために研究グループを組織した。この研究グループには、日本の算数教科カリキュラム構築に携わった数学教育学者(中村)、授業研究の分析に熟知している数学教育学者(藤井・中村)、そして、乗除の場面における比例関係の活用について研究している数学教育学者(田端)で構成した。

このように、本研究では、小学校の教員が行う協議会までを教授実験として、省察の対象としていることが特徴として挙げられる。これは、授業での子どもの様子だけではなく、協議会で現職の教師によって話し合われた内容までも分析することによって、研究の成果が机上の空論となることを避け、教育現場でより多くの教師によって実践され得るものとなることが期待できると考えたことによる。

4. 研究成果

(1)活用する力の育成を数学的な考え方の育成の一環として捉えることについては以下のように考えた。

秋月は数学的な考え方の育成の方法に関連して次のように述べている。

「数学的な考え方と称するものは、数学活動—表現された数学だけではなく、数学を創り出していく、思考も含めて—のすべてを通して体験的に総合的にむしろ直観的に捉えられるものではないかと思っている。」(秋月, 1966)

中島も、数学的な考え方の育成方法に関して、秋月の上記の記述を引用した上で以下のように述べ、秋月の意見に賛同をしている。

「ねらいが創造的な活動を可能にするというところにあり、その方法としては、日常の学習活動を通して創造的な実践とし

て体験的に積み重ねていくほかにないという見解と軌を一にするものである」(中島, 1974)

また、松原は数学的な考え方の育成について以下のように述べている。

「考え方なるものを抜き出して教えることが可能であるはずがない。～(中略)～課題を数学的に解決する力を伸ばすには、解決すべき活きた課題に当面させて正しく考え抜かせることにある。『考え方を伸ばす』には日々の教室活動をこのようにするより他に方法はあるまい。」

(松原, 1977)

さらに、杉山は数学的な考え方の育成には「考える場を与える」ことが必要であることを指摘した上で次のように述べている。

「考える力は考える経験だけで伸びるのではなく、よい考え方を学ぶことによって伸びるということである。～(中略)～考える力を伸ばすためには、子どもを考える場に置き、実際に考えさせると同時に、成功に導くことが欠かせない。それだけではなく、同時に、そこで用いられた考え方に目を向けさせなければならない。」(杉山, 2012)

秋月、中島、松原、杉山に共通していることは、数学的な考え方を育成する方法は考える経験を積ませる他にないとしていることである。そして、経験に加えて松原は「正しく考え抜かせる」ことを挙げ、杉山はそこで用いられた考え方を顕在化させていくことを挙げている。こうしたことから、数学的な考え方の育成方法は、授業で考える場を設定することとともに、正しく考えることを指導することであると捉えることができる。

そこで、正しく考えることとはどのようなことなのか、つまり、数学的な考え方の内容がどのようなものであるのかが次の問題となる。しかし、杉山は以下のように述

べ、その概念が曖昧なものであるとしている。

『数学的な考え方』は指導要録の評価の観点の1つとしてあげられている。したがって、明確に規定された概念のように思われるが、必ずしもそうではない。人によって、場合によって、いろいろに解される曖昧な概念である。」(杉山, 1995)

そして、秋月も以下のように述べ、数学的な考え方は明確に定義できないものとした。

『数学的な考え方』とは何であるかを、数学におけると同じように定義しようとすることは、数学的ではないと私は第一に断じたい。」(秋月, 1966)

こうしたことから、数学的な考え方の育成については誰もがその重要性を認める一方で、内容については、定義ができないことがわかる。つまり、数学的な考え方は算数・数学においてたくさん考える経験を積み、各個人が各自の中に帰納的に把握していくものであると考えることができる。しかし、杉山も指摘しているように、子どもにただ考えさせているだけでは算数・数学で育てるべき考える力は育てることができない。そうした中、中島と松原の以下の考えは算数・数学として考える方向を考慮したものとして興味深いものとなっている。

中島は以下のように述べている。

『数学的な考え方』は、算数・数学にふさわしい創造的な活動ができることを目指したものであることを述べた。これを引き起こす原動力として、簡潔、明確、統合といった観点が考えられ、それらの観点から『改善せずにはすまされない』という心情で課題を把握することが第一の要件である。」(中島, 1981)

その上で中島は「『統合』というのは、実は数学に特有な考えではなく、広く科学的な見方・考え方の基盤にある重要な考えでもある。」と述べ「簡潔」「明確」「統合」の中

の「統合」について重要視した。このような捉え方は「与えられた問題に対する答えが出たら、それで考える場がなくなるというわけではない」、「答えが出てからも考えるべきことはたくさんある」として、「解決の方法をよりよくする」こと、「問題の本質的なことを明らかにしようと努力すること」を挙げている杉山の捉え方と一致するものと考えられる。さらに杉山は「いろいろなものが統合化されていることは、思考の節約といった意味からも価値のあることである」と述べ、中島と同様に「統合」の重要性を指摘した(杉山, 2012)。

また、松原は数学的な考え方について以下の3つの段階にまとめている(松原1977)。

- ①対象を集合としてとらえる。
- ②その集合に対し、別の都合のよい数学的な構造をもった第二の集合へ変換する。
- ③第二の集合の特性を使って解決に導く。

実際に問題を解く時、問題を自分のわかっているものに置き換えることを試みる。これは「都合のよい集合への変換」と捉えることができる。これを小学生なりの言葉で表現すれば「習ったことを活用しよう」「習ったことに換えられないかな」となり、都合のよい集合への変換は既習の学習内容を活用して問題を解決することと考えられる。また、都合のよい集合に変換することは「対象の集合」と「都合のよい集合」を「同じとみよう」とすることとも考えられ、上記の中島が重要視した「統合」と捉えることもできる。したがって活用する力の育成を目指すことは松原が捉えた数学的な考え方の育成につながり、かつ、中島の「統合」ともつながるものと考えられる。

そこで本研究では活用する力について「既習の学習内容を新しい問題の解決に向けて活用すること」と捉え、その育成方法については「活用する経験を繰り返すこと」「子どもが活用している様子を顕在化させ

ること」と捉えた。

(2)2007年から2009年までの研究成果から「一人で問題を解く→お互いの考え方にについて話し合う→授業の感想を書く」という流れをもつ問題解決型の授業が活用する力を育てることに適していることが明らかになった。つまり、子ども一人一人が問題を解決する時間を保障するだけでなく、それぞれの解決方法を子ども同士で話し合う場面においても既習事項が活用されていることが明らかになったのである。そして、こうした問題解決型の授業を行う際の配慮事項も研究成果として明らかになった。

- ・ 集団検討では「わからない」という子どもの意見を尊重し既習の学習内容を根拠に子どもに説明させること。
- ・ 既習の学習内容との共通点を明確にすること。
- ・ 次時の自力解決に生かせる省察(学習感想)をさせること。

こうした、2007年から2009年までの研究成果と(1)の成果を基に以下の教材についての授業案を作成し、教授実験を行った。

① 3年生「分数」の導入

2年生より分割操作から分数の導入を行うことに伴い、パターンプロックを使って、整数倍と「〇分の一」との相互関係を既習事項であるわり算とかけ算の関係と関連づけながら学習を進めるもの。割合を表すものとしての分数の見方から分数を導入するものであったが、既習事項を活用する場が多く設定できたばかりではなく、子どもの反応から分数の理解には有効であることが明らかになった。

② 5年生「合同」の導入

既習の基本図形について、言葉だけで条件を示して全く同じものを描くというゲームを取り入れたもの。既習の図形について知っていることを活用する場が多く設定でき、楽しく活用する力を育成することができる授業が可能となるものであった。

③ 6年「拡大図、縮図」の導入

既習事項である「同じ形」を見直し、「大きさは異なるが同じ形に見える」ものについて調べて、その性質を明らかにしていくもの。2年生での「同じ形」、5年生での「同じ形」を活用して話し合う場が設定でき活用する力を育成することに有効な授業となることが明らかになった。

④ 6年「平均」

各学級のおこずかいの平均について、友達の悩みを解決するという架空の場面を設定した。5年生で学習した平均や2年生で学習した絵グラフを活用して、平均が同じでも散らばりの様子で平均が集団を代表する値として不適切な場合があることについて理解していくもの。子どもがこれまでの既習事項を活用して架空の悩みに答える場が設定でき、活用する力を育成することには有効であることがわかった。

また、教授実験には至っていないが、以下の2つの教材について学習計画作りのための提言を行った。

①各学年における合同図形の敷き詰め活動を活用する力の育成の視点から捉え直したもの。

②積一定を逆比と捉え直して問題解決の場面を広げていくもの。

(3)教授実験を通して明らかになったことは、どんなに授業案と教材がよくても、子どもの活用の様相を的確に捉え、評価し、授業の中で適切に顕在化できない教師の存在である。それは、「お互いの考えについて話し合う」場において顕著であった。子どもが既習事項を活用して説明をしているにもかかわらずそれを教師が「よい考え方」として適切に評価し、価値付け、顕在化させることができる絶好の機会と捉えることができないのである。こうしたことの原因は、授業を行う教師自身が数学的に考える経験をしていないことが考えられた。したがって、算数・数学を専門的に研究していない小学校教員

に対して、数学的に考えることを経験させその面白さを実感できるような研修会での教材を開発することが研究の半ばから大きな課題となった。そこで、活用する力を育てるための教員研修会用教材の開発も行った。その成果については、論文発表を行い広めてきた。

こうした研究の成果は活用する力の育成のための授業改善に向けて小学校の教員に広く受け入れられていくものと思われる。

(4) 引用参考文献

秋月康夫 (1966), 数学的な考え方とその指導, 東京教育大学附属小学校初等教育研究会「教育研究」第21巻5号, p. 8

松原元一 (1977), 数学的な見方考え方, 国土社, pp. 201-202

中島健三 (1974), 数学教育の目標とカリキュラム構成のための原理, 現代教育体系4 数学と思考, 第一法規出版, p. 124

中島健三 (1981), 算数・数学教育と数学的な考え方, 金子書房 p. 51 p. 130

杉山吉茂 (1995), 数学的な考え, 小学校算数実践指導全集8, 数学的な考え方を育てる指導, 日本教育図書センター, p. 24

杉山吉茂 (2012), 考える力を育てる算数の指導, 確かな算数・数学教育をもとめて, 東洋館出版社, pp. 155-168

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4件)

①中野博之, 既習の知識の見直しや新しい問題場面と既存の知識との関連づけに焦点を当てた小学校現職教員研修及び教員養成の教材とその展開例, 第45回数学教育論文発表会論文集, 査読有, 2012, pp. 1019-1024

②中野博之, 活用する能力の育成から見た小学校算数科における図形の敷き詰めについて, 第44回数学教育論文発表会論文集, 査読有, 2011, pp. 231-236

③中野博之, 既習の学習内容に置き換えて表現し説明する力を, 新しい算数研究No.

479, 査読無, 2010, pp. 4-7

④中野博之, 既習事項を活用して問題を解決する能力の育成を目指した算数科の授業づくりに向けた現職教員研修への取り組み, 第43回数学教育論文発表会論文集, 査読有, 2010, pp. 349-354

[学会発表] (計3件)

①中野博之, 既習の知識の見直しや新しい問題場面と既存の知識との関連づけに焦点を当てた小学校現職教員研修及び教員養成の教材とその展開例, 第45回数学教育論文発表会, 2012年11月11日, 奈良教育大学

②中野博之, 活用する能力の育成から見た小学校算数科における図形の敷き詰めについて, 第44回数学教育論文発表会, 2011年11月12日, 上越教育大学

③中野博之, 既習事項を活用して問題を解決する能力の育成を目指した算数科の授業づくりに向けた現職教員研修への取り組み, 第43回数学教育論文発表会, 2010年11月13日, 宮崎大学

[図書] (計1件)

①杉山吉茂, 中野博之他, 東洋館出版社, 続・新しい算数数学教育の実践をめざして, 『数学的な考え方』を育成するための教材研究—統合的に考えることに焦点をあてて—, 2012, pp. 81-90

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中野 博之 (NAKANO HIROSHI)
弘前大学・教育学部・教授
研究者番号: 30400120

(2) 研究分担者

中村 享史 (NAKAMURA TAKASHI)
山梨大学・教育学研究科・教授
研究者番号: 70303394
田端 輝彦 (TABATA TERUHIKO)
宮城教育大学・教育学研究科・教授
研究者番号: 80344745

(3) 連携研究者

藤井 齊亮 (FUJII TOSHIKIRA)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号: 60199289