

平成 21 年 4 月 20 日現在

研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2007 年度～2008 年度
 課題番号：19730536
 研究課題名（和文） 算数作問の認知過程とその教育的効果に関する実証的研究
 研究課題名（英文） Cognitive process and educational effects
 of math problem construction
 研究代表者
 金田茂裕（KINDA SHIGEHIRO）
 東洋大学・文学部・講師
 研究者番号：30402093

研究成果の概要：

本研究課題では、算数 1 年の減法の求残・求補・求差の場面理解、および、2 年の乗法の被乗数と乗数に対する理解に焦点をあて、算数作問の認知過程とその難しさを明らかにした。さらに、算数の教科書に掲載されている作問課題の種類・特徴を明らかにし、算数作問の教育的効果として何が期待されているかを明らかにし、教材の種類・配列順序・新しい教材の開発・指導方法の教育実践のこれからのあり方を提案した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	800,000	0	800,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,500,000	210,000	1,710,000

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：各教科の教育（算数・数学）

1. 研究開始当初の背景

現代の社会では、個別の知識を覚えることも重要だが、それ以上に、知識を応用して深く考える自立的・主体的な思考力も重要であり、それを育成することが強く期待されている。なかでも、数学的リテラシーの育成は社会の大きな関心事の 1 つである。他者から与えられた問題（計算問題や文章題など）を受動的に解決する伝統的ともいえる学習活動だけでなく、能動的に数学に関わりその知識を実生活に結び付ける学習活動もまた重要であるとの認識が高まっている。そういった

期待に応える算数の学習活動として注目されるのが「作問」である。作問とは、「絵」や「式」から問題を文章形式で創作する学習活動のことである。その大まかな認知過程は、一般的な学習活動（問題から「式」と「答え」を考える）の正反対にあたる。作問は「式を読む力」や「問いを持つ力」、「生活知識の活性化」にも関わるオープンエンドな学習活動であるといえるが、その性質上、必ずしも明確な解法・解がある訳でなく、それを教育実践でどう活用するかを巡って議論が繰り返されてきた。一方で、教育心理学的研究は少

なく、乗除法の作問の難しさ・エラーを検討したものを除いて、ほとんど行われていない。これらのことから、子どもが作問を行うとき、何を考え、何に難しさを感じるか、また作問を通して算数の理解がどのように深まるかといった認知過程を実証的に明らかにし、それによって算数作問の教育的意義を明確にすることが必要であると考えられる。さらに、算数の教科書に掲載されている作問課題の種類・特徴を明らかにし、算数作問の教育的効果として何が期待されているかを明らかにすることが必要であると考えられる。

2. 研究の目的

(1) 検討課題1：減法の求残・求補・求差の場面理解の認知過程を調べるため、従来の研究で使用された文章題に加え、新たに作問課題を使用し、場面理解の難しさの程度とその理由を明らかにする。これらの点を検討することは、算数の教育実践で子どもが減法の場面を理解する際のつまずきを診断し、それを支援する方法を考える上でも重要であると考えられる。

(2) 検討課題2：算数では小学2年で乗法の場面、および、被乗数と乗数のちがいにに関して学習するが、そのあとに小学3年で「 $5 \times 3 = 3 \times 5$ 」といった交換法則を学習するため、児童にとって被乗数と乗数を区別し場面を理解する必要性は感じにくくなるように思われる。また、私たちは社会生活で被乗数と乗数の区別を意識せず交換法則を駆使して場面を理解することも多いように思われる。したがって、乗法の場面、および、被乗数と乗数に対する理解が、算数学習を通してどのように変化するかを調べることが研究課題となると考えられる。

(3) 検討課題3：作問課題の種類および特徴を明らかにすること、そして、作問の認知過程とそれにより期待される教育的効果について心理学的観点から検討することである。この目的のために、まず、算数教科書に掲載されている作問課題の内容を分析する。これと併せて、これまでの教育心理学的研究で作問課題がどのように使用されてきたか、また、その認知過程および教育的効果に関して何が調べられてきたかという点について、その知見を整理し、今後の研究課題をまとめる。

3. 研究の方法

(1) 大阪府の公立小学校の1年生4クラスより110名(男55名,女55名)を対象とした。材料として、求残・求補・求差の作問課題を用意した。教示は「絵をみて6-2になるお話

をつくりましょう」とした。さらに、話を文章で記述すること自体の難易度を調べるため、「7-3になる算数のお話をつくりましょう」と教示する課題(自由作問)を併せて用意した。また、求残・求補・求差の文章題を用意した。課題は冊子形式にまとめ、1.自由作問、2.求残作問、3.求補作問、4.求差作問、5.求残、求補、求差の文章題の順で提示した。調査は、1年の2学期(研究1)および3学期(研究2)に行った。

(2) 大阪府の公立小学校の2年生3クラス108名(男59名,女49名)を対象とした。作問a、作問b、文章題a、文章題bを用意した。作問aでは、「 5×6 になる算数のお話をつくりましょう」と教示文で指示した。作問bでは、1皿あたり4個ずつのみかんが3皿分ある絵を提示し、「絵をみてかけ算になるお話をつくりましょう」と教示文で指示した。文章題aでは、第1文で被乗数、第2文で乗数となる数値を示した。文章題bでは、その逆の順で数値を示した。課題は冊子形式にまとめ、1.作問a、2.作問b、3.文章題a,bの順で提示した。調査は、国立大学生21名にも併せて実施した。

(3) 次の4タイプを設定し、各出版社の算数教科書における作問課題の掲載数を調べた。Aタイプは、絵と式が併せて提示される課題である。Bタイプは、絵は提示されず、「5-2になるお話(問題)を作りましょう」といった教示が与えられる課題である。Cタイプは、絵のみが提示され、「絵をみてお話を作りましょう」といった教示が与えられる課題である。Dタイプは、絵・式を提示せず、「いろいろなお話を作りましょう」といった教示を与えて話を作らせる課題である。また、1~6年の学年ごとの作問課題の問題数を各教科書について調べた。さらに、同様の分析を、教育心理学的研究で使用されてきた作問課題に関して行った。

4. 研究成果

(1) 先行研究に追加できる知見として、以下の3点が明らかになったと考えられる。第1は、場面理解の難しさの程度に関することである。作問課題の正答率は、自由作問も含め比較した研究1で自由、求残 > 求補、求差、研究2で求残 > 求補 > 求差であった。共通点をまとめると、求残より求補、求差の正答率が低いことが示され、これらの場面理解が難しいという点で、先行研究の知見は確認された。また、この点は各場面の作問課題の正誤パターンを分析した結果からも確かめられた。さらに、話の構造を調べた結果、求補作問、求差作問では、半数以上の児童が求残

の話を作っていたことが示され、この点からも求補、求差の場面理解は難しいことが示唆された。この結果は、課題が文章題形式の場合に問題となる要因や方略の影響を避け、場面理解の難しさの程度を明らかにした点で意義があると考えられる。

第2は、場面理解の難しさの理由に関することである。各場面の誤答内容を調べたところ、式と対応するが絵と対応しない解答の比率は、研究1で求残 < 求差 < 求補、研究2で求残 < 求差、求補であり、共通点をまとめると、求残より求補、求差で多くみられた。その反対に、絵と対応するが式と対応しない解答の比率は、研究1で求残、求補 < 求差、研究2で求残 < 求補 < 求差であり、共通点をまとめると、求残、求補より求差で多くみられた。以上より、誤答内容の傾向は、求補の場面と求差の場面で異なることが明らかになり、このことから、各場面には固有の難しさがあることが示されると考えられる。

第3は、場面理解の程度を調べるための課題として、文章題と作問課題のいずれが適切かに関することである。研究1の結果、求残の場面では正答率に差がみられず、求補、求差の場面では作問課題の方が低いことが明らかになった。文章題の問題点として、場面理解が不十分でも正解するという点が指摘されていることをふまえると、求補、求差の場面理解の難しさを調べるための課題として、作問課題は文章題より厳しい基準であり、その点で適切であると考えられる。このことから、算数の教育実践では、子どもが求補、求差の文章題で正答したとしても、場面理解は十分とは限らない点に注意すべきであると考えられる。

以上より、算数の教育実践に対する示唆として、次の点が導き出されると考えられる。求残の場面に関する学習は、現行の教科書を用いた指導でほぼ十分であり、学習の時期も1年のときでよいと考えられる。しかし、求補、求差の場面に関する学習は、それだけでは十分ではない可能性があると考えられる。これらの場面に関しては、例えば、1年のときに文章題を主たる教材として各場面の概要を学習した後、中学年以降の時期に作問課題などの難易度のより高い教材を使用して復習をおこない、認知発達に即して場面理解を深めるといったことが必要となる可能性があると考えられる。

(2) 次の2点を示唆する結果が得られた。第1は、文章題と作問課題の正答率の差に関することである。小学2年生の課題正答率は、作問a = 作問b < 文章題b < 文章題aであった。先行研究では、子どもは文章題に対しては場面理解が不十分でもさまざまな方略を使用することで正解しうることが指摘されてき

た。これをふまえると、作問課題は文章題より正解するのが難しい課題であり、乗法の場面、および、被乗数と乗数に対する理解の程度を調べるための課題として、より適切であると考えられる。また、算数の教育実践では、子どもが文章題で正答したとしても、乗法の場面理解は十分とは限らない点に注意すべきであると考えられる。

第2は、被乗数と乗数に対する理解の程度に関することである。小学2年生では、文章題bにおいて被乗数と乗数が逆になった解答が多くみられた。この結果から、被乗数と乗数の区別に関する理解は、交換法則を学習していない時点であるにもかかわらず、小学2年の段階でも不十分である可能性が示唆される。一方、大学生についても、文章題bにおいて被乗数と乗数が逆になった解答が多くみられ、その比率は、小学2年生よりも高かった。これより、大学生は被乗数と乗数のちがいをほとんど意識しなくなっているか、または、乗法の計算式が「被乗数 × 乗数」で表わされることを理解していないと推測される。

今後の課題として、次の2点が導き出された。1点目は、被乗数と乗数に対する理解が児童にとってなぜ難しいかを明らかにすることである。両者を区別するためには、同じようにみえる数値でも、そこには多様な意味があることを理解する必要があると考えられる。その難しさの原因を明らかにすることにより、乗法の場面理解を支援する方法に関する示唆が得られると考えられる。2点目は、乗法の場面、および、被乗数と乗数に対する理解の変化をより詳細に調べることである。それにより、被乗数と乗数の区別を小学2年で学習した時点から、小学3年で交換法則、小学6年で単位量あたりに関する数学的概念の学習をおこなう時点を経て、大学生のように被乗数と乗数をほとんど意識していないように思われる時点に至るまでの場面理解の変化をたどることができると考えられる。

(3) 作問課題の問題数は、各教科書によって大きく異なることがわかった(表1)。例えば、中原他(2004)では作問課題の問題数は39であったが、一方、杉山・飯高・伊藤他(2004)では9であった。内容面では、A、B、C、Dの各タイプの課題が各教科書で掲載されていた。ただし、各タイプの問題数は、教科書によってさまざまに異なっていた。そのうち問題数が最も多かったのはBタイプであったが、その問題数は教科書によりちがいがみられた。例えば、中原他(2004)では18、一松他(2004)では16と問題数は多かったが、一方、橋本他(2004)では1と少なかった。

表1 作問課題のタイプと問題数

	A	B	C	D	計
	絵・式	式	絵	なし	
橋本他	8	1	2	7	18
一松他	2	16	3	3	24
中原他	10	18	7	4	39
澤田他	5	6	6	2	19
清水他	10	7	10	5	32
杉山他	1	3	4	1	9
計	36	51	32	22	141

さらに、1～6年の学年ごとの作問課題の問題数を各教科書について調べた(表2)。これより作問課題の問題数は、全体として低学年(1～2年)の教科書で多いこと、高学年(5～6年)では少ないこと、中学年(3～4年)では中程度であることがわかる。この傾向は、それぞれの教科書についてもあてはまる。特に、高学年(5～6年)で作問課題の問題数が少ない傾向は、澤田他(2004)、および、杉山・飯高・伊藤他(2004)で顕著であり、これらでは作問課題が用意されていないことがわかった。

表2 各学年の作問課題の問題数

	学年						計
	1	2	3	4	5	6	
橋本他	7	3	2	3	2	1	18
一松他	9	4	2	6	0	3	24
中原他	8	12	9	5	3	2	39
澤田他	4	8	3	4	0	0	19
清水他	5	9	9	4	3	2	32
杉山他	5	3	1	0	0	0	9
計	38	39	26	22	8	8	141

また、先行研究で使用された作問課題が、本論文で先に示したA, B, C, Dのいずれのタイプに該当するかを調べた。その結果、算数教科書の作問課題にはみられたAタイプやCタイプの課題が、これまでの研究ではほとんど使用されていないことがわかった。

結果を整理すると、作問課題にはA, B, C, Dの4タイプがあり、各タイプの作問課題が算数の教科書に用意されていること、1～6年の各学年で作問課題は用意されていること、作問課題は加減乗除・小数・分数の演算に関して用意されていること、ただし、その問題数は教科書によって異なることが明らかになった。一方、教育心理学研究で使用されてき

た作問課題の種類は、算数教科書に用意されている種類と比較して少ないといえる。

今後の研究課題は、以下の3点にまとめられる。第1に、子どもが算数作問をおこなうとき、どういった点に困難を感じるかを詳細に調べることによって、算数作問の認知過程を明らかにすることである。第2に、子どもや大人を対象にした実験をおこない、算数作問により得られる教育的効果を明らかにすることである。そのためには、算数作問という学習活動によりもたらされる成績の変化をさまざまな条件で測定することが必要になる。第3に、算数作問を教育実践に取り入れることが、子どもの認知にどういった影響を及ぼすか、その長期的な効果を明らかにすることである。以上の点を明らかにすることによって、算数作問の認知過程と教育的効果が明らかになり、子どもの理解がいかに深められるかという点や、算数作問に関する教材の内容・配列、学習指導の方法に関するさらなる示唆が得られると考えられる。

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 3件)

金田茂裕 2009 印刷中 作問課題による小学1年生の減法場面理解の検討 教育心理学研究 査読有り

金田茂裕 2009 小学2年生の乗法場面に関する理解 東洋大学文学部紀要 62, 39-47. 査読無し

金田茂裕 2008 算数作問により期待される教育的効果 東洋大学文学部紀要 61, 63-75. 査読無し

〔学会発表〕(計 2件)

金田茂裕 2008 算数文章題と作問課題による減法の場面理解の検討(10月13日: 於東京学芸大学) 日本教育心理学会

金田茂裕 2007 大学生と小学生の求残・求補・求差の減法作問(9月17日: 於文教大学) 日本教育心理学会

〔図書〕(計 1件)

金田茂裕 2008 算数作問のしかたを教えるには 寝屋川市立田井小学校『学力を育てる授業研究』(第6章 第2節) 三学出版

6. 研究組織

(1)研究代表者

金田 茂裕 (KINDA SHIGEHIRO)

東洋大学・文学部・講師

研究者番号：30402093

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし