

平成 21年 5月 28日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18530522

研究課題名（和文） 考える力を育てる算数授業に関する実践研究

研究課題名（英文） Practical study for the arithmetic instruction to develop the mathematical thinking.

研究代表者

岡本 真彦（OKAMOTO MASAHIKO）

大阪府立大学・人間社会学部・准教授

研究者番号：40254445

研究成果の概要：

本研究では、小学校算数において、考える力を育てるための授業について実践的研究を行った。その結果、小学校高学年においては、単元の学習活動後に、単元の学習内容の意味を理解させるような学習活動を取り入れる授業モデルで考える力の形成を導くことができることが示された。一方、低・中学年では、単元の始まりに、考える学習活動を取り入れつつ、概念や手続きを学習するという授業モデルが有効であることを示された。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,100,000	0	2,100,000
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	450,000	4,050,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・教育心理学

キーワード：教育系心理学，教育学，教育実践

## 1. 研究開始当初の背景

本研究を着想するに至った背景には、次の3つの問題意識がある。(1) 思考力の低下：PISA2003 調査の結果によれば、我が国の子どもの数学的問題解決能力や数学的リテラシーは、世界でもトップレベルにあることが報告されている。しかしながら、個々の問題の成績を注意深く見ていくと、思考力を問うような問題では必ずしも成績がよいとはいえない。この問題点は従来から指

摘されてきたことであるが、我が国の子どもの学力というのは、機械的に習得された知識や技能に支えられており、深い思考力や想像力に欠けるのが実態である。(2) 読解力の低下：PISA2003 調査の結果が示す我が国の子どもの学力のもうひとつの問題点は、読解力の低さである。PISA調査では、「読解力とは、自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発達させ、効果的に社会に参加するために、書かれたテキストを理解し、

利用し、熟考する能力である」と定義されるが、我が国の子どもは、国語に限らず、テキストの内容を理解し、考える能力が低いという問題点を抱えている。しかも、中学生を対象とした我々の研究によれば、国語の学力と科学的思考力との間には強い関連が見られることから、テキストの読解力と思考力とは相関関係にあることが予想される。(3) 思考力教育プログラムの欠如：平成14年度から始まった総合的学習の時間では、学習の仕方や思考力を育てることが一つの目標とされているが、これまでのところこのような思考力を育成するための基本的な筋道が示されているわけではなく、教育現場では手探りの状態で授業を行っているというのが現状である。したがって、研究レベルにおいては、思考能力の育成を可能にする教材を早急に開発しなければならない。

## 2. 研究の目的

小学校における算数教育は、様々な数概念の習得、足し算や引き算などの四則演算の技能習得を中心に行われており、どちらかという知識・技能の獲得を目指して行われてきた。しかしながら、思考力やそれを支える読解力が弱いという現状からは、思考力と読解力を同時に子どもたちに身につけさせることができるような授業実践が求められている。そこで、本研究では、現職の小学校教師と大学教員が協力して、子どもの考える力を育成するための算数授業のあり方について実践的に検討する。

本研究の目的は、小学校における考える力を育てるための算数授業モデルを開発することである。考える力とは、事象に対して数学的な見方ができるということを指している。すなわち、本研究の目的は、(1)小学校の算数授業において、考える力を育てるための授業プログラムとはどのようなものなのかを明らかにすること、(2)考案した授業プログラムを実際に実施し、その効果について検討すること、そして、(3)考える力と他の学力要素、特に、読解力との関連性を明らかにすること、の3つである。

## 3. 研究の方法

(1)考える力を育てるための学習内容の検討：指導要領にしたがえば、小学校の算

数においては、A数と計算、B量と測定、C図形、D数量関係の4つの学習領域が設定されているが、この4つの領域のいずれにおいても考える力を育てる授業実践が可能なのか、それともいくつかの領域を選択的に抽出して授業実践を行うべきなのかについて、最初に教材分析を行って検討する。

(2)高学年を対象とした実践研究とその分析・評価：先行の研究において、中学校での実践研究を行っているので、初年度は、中学校数学と小学校算数との接続教育のあり方も含めて、小学校高学年（4年～6年）を対象とした考える力を育てる実践研究を行う。ここでは、これまでに研究協力者の教師が行ってきた教育実践経験に基づきながら、高学年で身につけるべき考える力とは何かを吟味し、それを教育可能な授業実践案を作成し、実施する。実践研究が他の教師や学校にも役立つようにするためには、単に実践例を公開するだけではなく、そこで考案した授業法が子どものどの側面の学力を伸ばすことができたのかについての評価を行うことが必要である。

(3)低学年を対象とした実践研究とその分析：19年度は、初年度に行う高学年での実践成果に基づいて、低学年（1年～3年）を対象とした考える力を育てる実践研究を行う。1・2年生では、ABCDの4つの学習領域のうち、D数量関係の内容が含まれていないが、中学生を対象とした先行研究、高学年を対象とした初年度の研究との関連性の中から、低学年のうちに身につけさせるべき考える力とは何かを吟味し、それを教育可能な授業実践案を作成・実施する。

(4)小学校算数に共通する教授パターンの抽出とモデル化：ここでは、2年間に行った実践研究の成果をまとめて、小学校算数において、考える力を育てるための教授法の共通パターンを抽出し、モデル化を行う。岡本（2004）は、新統合理論にもとづいて学力をモデル化しているが（図2）、これによれば有機的な学力の状態というのは、一般の方略、領域固有知識、メタ認知の3つの要素がいずれも育っている状態であるとされる。この考えにしたがえば、考える力の構成要素もまた、一般の方略、領域固有知識、メタ認知の3つと考えるとよいであろう。ただ、この3つのうち一般の方略は

教科や領域に普遍的な能力であると考えられていることから、本研究で対象とする算数授業の中での形成は難しいだろう。そこで、図3に示したような考える力の教授モデルを仮説的なモデルとして利用して、小学校の6年間に共通する考える力を育てる教授モデルや普遍的な教授方法についてまとめる。

#### 4. 研究成果

##### (1) 教材分析

小学校算数では、A数と計算、B量と測定、C図形、D数量関係の4つの学習領域が指導要領に設定されているが、これらの4領域のうち、A数と計算とB量と測定の2つの領域は、どちらかという数概念や数操作の基本的技能の習得のための設定されている領域であると考えられるので、本研究で目的とする考える力を育てるための領域としては、C図形とD数量関係がより有効な領域であると考えられた。

また、学年進行の観点から分析してみると、低学年、中学年頃までの学習内容は、高学年や中学校で学習する内容の基礎に位置づけられる学習内容であることが多く、その意味では考える力を育てるための教材としては、高学年の学習内容の方が有効であるといえる。

これらのことから、本研究では、まず、高学年での実践研究を行った上で、低学年での実践研究を進めることとした。

##### (2) 高学年での実践研究(I) - 「単位あたり量」単元-

本研究では、高学年での実践研究として、①体積、②平均、③変わり方のきまり、④単位あたり量、⑤面積、⑥比の利用、⑦割合の7つの実践研究を実施した。ここでは、「単位あたり量」と「面積」の単元での実践研究について報告する。

算数で学んだ考え方をもっと生活の中で、「ああ、これって〇〇の事だ」と思い出す力をつけることはできないだろうか。単元を取り組んでいる間には解けても、時間が経つとすっかり忘れてしまう児童を見るたびに考えてきた。そこで、授業の中に、学習した内容を俯瞰的に網羅したり、他の単元とのつながりを作ったりする時間を設けた。そして、実際の生活の中に使われている場面を具体的に示すことで、算数と生活が密着したものであるという意識を児童の中に育むことをねらいとした。

ここでは、6年生での「単位あたり量」について紹介する。この単元ではこみ具合を比較する問題を中心に、一般化された単位量と

そうでない単位量の二つの見方を理解させることを試みた。問題を単文ごとに整頓したプリントを用い、「何が問われているのか」を明確にし、授業を進めた。どの問題も、一方の量をもう一方で割るという手続きを $A \div B$ 、 $B \div A$ で繰り返させ、自分にとってどちらがわかりやすいかを考えさせた。その時には、出てきた単位量の数字の後ろに〇人あたり $\Delta \text{kg}$ といったように、求めた数字の意味を書かせるようにさせた。そして、班の中で解き方を比べあい、どちらの単位量で考えているのかを常に比較させ、具体をイメージさせた。また、班活動を活発にさせるために、単元前からいくつかの解き方ができるやさしい文章題を用い、それぞれの考え方を話し合う学習スタイルを作りながら単元に入った。また、単位量あたりに限らず、「ほっと一息、算数・数学タイム」というプリントでの授業を行い、算数の考え方を生活に広めるよう取り組んできた。

これらの取り組みで、いろいろな考え方を出し合い、納得の行く考え方を探す追究的な態度が育まれた。特に単位量の表と裏の考え方を比較する時には、ほとんどの児童がどちらの解き方も書き記し、式や数字にどんな意味があるか、どんな考え方なのかを討論しながら、分かりやすい考え方を見つけるようになっていった。算数の苦手な児童も、考えた事が部分的であってもがクラスの中で意味づけられ、考えることを楽しむようになった。単位量あたりでは、手続きを理解してからは、意欲的に二つの除法を書き、意味を追究するようになったことなどが成果として挙げられる。

##### (3) 高学年での実践研究(II) - 「面積」単元での実践研究-

算数の学習をされていて一番気になることは、考える力の低下である。問題を読んで計算はできるのだが、それは計算のパターンがあるからで、そのパターンからずれるとたちまちどう考えて良いのかわからなくなることがある。子どもたちは算数の問題を解くときに、この問題はどういうふうにして解くのかは理解できるのだが、なぜそう解くのかということは理解できないことが多い。しかし、どう解くかがわかっている程度算数のテストはできるのである。しかし、本当に大事なことは子どもたちがどう解くのかではなく、なぜそう解くのかと考えることである。

今回面積の学習をするにあたって、面積の公式を用いて面積を導き出させることよりも、どうやって面積を導き出すのかを考えさせることにこだわった。例えば、平行四辺形の面積を求める課題に対して、既習の三角形、長方形の面積の求め方を利用して平行四辺形の面積を求める考え方をいくつも出させ

た。特に重視したことは、面積の求め方を説明させるときに、数字を使わないで言葉だけで説明させるようにしたことである。数字に対して抵抗のある児童も数字を全く使わないで考えることは、取り組みやすいと考えたからである。そして、ひとつの考え方にこだわらずできるだけたくさん考え方を出すことを目標にした。この問題を解くときにひとつの方法しかないと考えのではなく、いろんな方法で解くことができるということを感じさせたかったからである。例えば、発展課題の「八角形の面積を求めよう」という課題に取り組んだときに、子どもたちはすぐに八角形の図に線を引いたり、はさみで切り分けたりして四角形や三角形に分解、合成をして面積を求めていった。これらの様子からは、公式を用いなくても、数字を使わないでも面積を求めていけることを子どもたちが実感したことが見てとれる。

この学習を通して、子どもたちが一番変わったことは、新しい課題を考えるときに今まで習ってきたことを利用し、それを使うことで多様な考え方を導き出せると感じたことである。この問題にはこの解き方という固定観念から離れ、こんな考え方はできないか、もっと他の考え方はないかと考えられるようになったことである。そして、いろんな解き方を見つけることに「楽しさ」を感じることができたことである。考えることに楽しさを見つけた子どもたちは、これからも算数学習の中で考える力をつけてくれるものと期待している。

#### (4) 低学年での実践研究-「10000までの数」単元-

低・中学年を対象とした実践研究としては、2先生対象の①考えてみよう(1)、②10000までの数、3年生対象の③あまりのあるわり算、④文章題の4つの実践研究を行った。ここでは、2年生の「10000までの数」単元での実践研究について報告する。

子どもたちは、これまでに1000までの数を学習しており、十進数の概念を獲得しつつある。しかしながら、この時期の子どもの十進数の概念はまだ不完全な物である。数概念の獲得に関する研究によると、我々は小学校の低学年頃までに、心的数直線と呼ばれる1から10までの数が左から右に並ぶような心的表象を獲得するとされている。そこで、今回の実践では、10000までの数の心的数直線を形成するための授業を試みた。

具体的には、長さを教えずに、2325cmの紙テープを提示し、グループで考えた測り方で計測するという学習活動を行った。その結果、①1cmの単位ブロックを使って、すべての長さを測るグループ、②1cmの単位ブロックを10個敷き詰めた10cmの長さ

を一つの単位量として測定するグループ、③1cmの単位ブロックを100個敷き詰めた1mの長さを一つの単位量として測定するグループの3つの測り方が現れた。このうちもっとも実測値に近かったのが1mを単位量としたグループであった。

この実践から、子どもたちは1cmが10集まって10cmが作られること、1cmが100集まって100cm(1m)が作られることが実感できているようであった。

#### (5) 小学3年生から4年生にかけての算数学習に関する自己調整学習方略の変化

PISA2006の結果では、科学的リテラシーが全体の3位、数学的リテラシーが全体の10位となっており、以前として高いレベルを保っているものの前回の2003年調査と比べると成績がやや低下している。加えて、調査の結果からは、数学や科学に対する興味を子どもたちがもてていない現状が見て取れ、日本の子どもたちの理数科離れを印象づけるものとなっている。

自己調整学習理論にしたがえば、学習成績は、動機づけ、学習方略、課題への感情価などの影響を受けるとされている。このような考えに立つと、日本の子どもたちは、自己調整学習がうまくいっていない子どもであるとも考えることもできる。加えて、最近では、自分自身の学習の自己調整だけでなく、他者への援助要請の違いが成績と強い関連性をもつことも指摘されており、日本の子どもの算数学習への動機づけの側面や学習方略について検討することは、今度の教育的方策を練るうえでも重要なことである。

ところで、先行研究によると、算数学習においては、3年生から4年生にかけて学習の遅滞が大きく増加することが明らかになっており、これらの学年において、日本の子どもたちの数学離れが、どのように進行するかを明らかにすることができれば、それを防ぐ具体的な対策を導くことができるだろう。そこで、本研究では、3年生の自己調整学習方略と算数成績との関連性が、1学年間通してどのように変化するかを縦断的に検討することを目的とした。

**方法** 大阪府下の小学校に通う4年生の2クラス、67名、および3年生の3クラス87名が対象者であった。調査内容として、算数学力テスト、算数学習質問紙の2つの内容について調査した。

**結果** 3年生一学期時点での算数成績と自己調整学習方略の関連性を、パス図としてまとめたものが図1である。分析の結果、3年生では、4年生と同様に、動機づけの高さが認知的自己調整と有意に関連しており、算数に動機づけの高い児童は、自律的に算数学習に取り込む傾向があるといえる。しかしなが

ら、認知的自己調整は3年生では成績との関連性が見られるのに対して、4年生では認知的自己調整と成績との関連性は見られない。また、成績との関連性で見ると、3年生ではネガティブ感情と成績との間に正の関連性が見られるのに対して、4年生では負の関連性が見られる。また、3年生では、動機づけの高さが2つの援助要請と認知的自己調整という学習方略に関する得点といずれも関連性が高い。

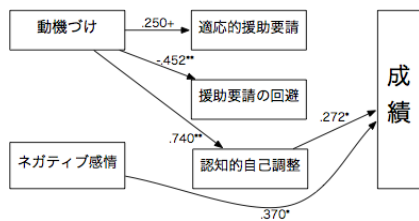


図1 3年生の一学期のパス図

学期が進行し、3年生の二学期と三学期になると、熟達目標と動機づけに高い相関が見られ、自分自身の学習そのものを高めることを目標として持っている児童の動機づけが高いことが明らかになった。また、熟達目標は、どちらの時期でも認知的自己調整と関連しており、熟達目標が高ければ、自立的に学習に取り組むことができていることがわかる。これに対して、遂行目標は、二学期までは、適応的援助要請、回避的援助要請、認知的自己調整のいずれとも関連性が見られるのに、三学期になると、適応的援助要請とのみの関連性しか見られなくなっている。学習成績に影響する要因を見ると、一学期と同様に、認知的自己調整と成績との関連性が二学期では見られるが、三学期になると見られない。この3年生三学期で認知的自己調整との関連性が見られないのは、4年生の一学期の傾向と同じであり、4年生を迎える頃には、成績と学習方略との関連性は消失すると考えて良いだろう。

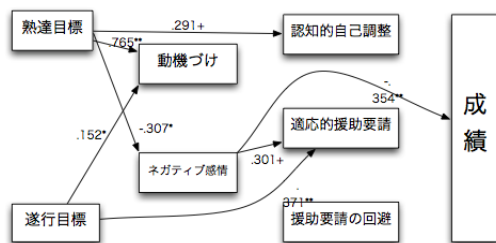


図2 3年生の三学期のパス図

さらに、興味深いのは、3年生の一学期や二学期では見られなかった、ネガティブ感情と成績との負の関連性が、3年生の三学期に

なるとみられることである。すなわち、4年生を迎える頃には、算数に対する感情価と成績が関連するようになり、ネガティブな感情を持つ児童は成績が低くなりがちであることを示している。このことは、理数科離れと理数科学力の低下が小学校の3年生頃で始まっていることを意味しており、今後何らかの教育的施策が必要であることを示しているであろう。

#### (6) まとめ：考える力を育てる算数授業のモデル化

岡本ら(2003)は、中学の数学を対象とした実践研究から、図3に示したような授業モデルを提案している。そこで、本研究では、まずこの授業モデルを小学校の算数の序行に取り入れる形で研究を進めた。その結果、(2)で示したように、小学校の高学年における考える力を育てる授業モデルとして、教科書での単元の学習内容を学習した後に、学習内容を振り返って、そこで学習した内容の意味(なぜその数概念が必要なのか、なぜその計算手続きで答えが導けるのか)を理解するような学習活動を取り入れるという授業モデルAが有効であるといえよう。

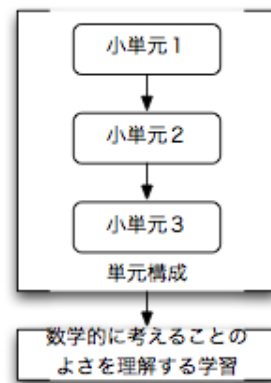


図3 考える力を育てる授業モデルA

一方、(3)で示したように、単元の学習の導入期に、考える学習活動を取り入れるというモデルB(図4)も有効であろう。これまでの通常の単元構成は、単元の始めに、必要な概念や手続きを説明した後で、それらを利用した計算問題や文章題を解くという順序で単元が進行することが多い。しかし、このような単元構成では、必ずしも概念や手続きの意味を児童・生徒に十分に理解させることができているのが実情である。そこで、モデルBのような考える学習活動を通じた概念や手続きの意味の理解を目指すという授業が考える力の形成につながるだろうと考えられる。

ところで、学年進行の観点から、この2つのモデルの有効性について検討してみると、教材分析でも述べたように、低・中学年では、基礎的概念や手続きの習得を目指した学習内容が多く、応用的な理解を求めるものは多くない。その意味においては、モデルAは、学習した内容の意味を理解することによ

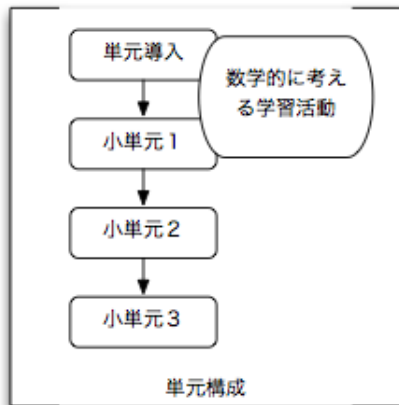


図4 考える力を育てる授業モデルB

て応用的な考える力を育てるという学習に適したモデルであり、低・中学年では実施が難しいと考えられる。一方で、(3)で示したように、考える活動を通して概念や手続きの理解を目指すモデルBは、低学年からでも実施可能性が高いと考えられる。

(4)に示した3年生を対象とした縦断的研究からは、成績と関連するのが算数の好き嫌いであることが明らかになり、小学校低学年から考える力を育てつつ、算数への興味を持てるような授業作りを行っていく必要性が指摘される。

#### (7) 引用文献

岡本真彦・西森章子・三宮真智子・加藤久恵・高橋哲也・川添充 (2005) 数学的思考から論理的思考への転移を導く教授プログラムの開発 文部科学研究費補助金特定領域研究「新世紀型理数科系教育の展開研究」平成15・16年度研究成果報告書, 209-218.

#### 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 5件)

①岡本真彦, 福祉を題材とした数学発展型の総合学習, 日本教育心理学会第50回大会発表論文集, s. 129, 2008, 査読無

②岡本真彦・西浦信治・有元宏次, 考える力を育てる算数授業の実践研究(1)-rote

methodとmeaningful methodの融合-, 日本教育心理学会第50回大会発表論文集, pp. 558, 2008, 査読無

③土田亜矢子・岡本真彦, 算数学習における自己調整学習の縦断的变化(2)-小学校3年生二学期から三学期への変化-, 日本心理学会第72回大会発表論文集, pp. 1325, 2008, 査読無

④岡本真彦・土田亜矢子, 算数学習における自己調整学習の縦断的变化(1)-小学校3年生と4年生の横断的比較-, 日本心理学会第72回大会発表論文集, pp. 1324, 2008, 査読無

⑤岡本真彦, IT技術と学校の架け橋を創る日本教育心理学会, 日本教育心理学会第94回大会発表論文集, s. 51, 2007, 査読無

[その他] (計 4件)

①岡本真彦 考える力を育てる算数の授業作り, 堺市立新金岡東小学校, 2007年8月16日

②岡本真彦 基礎学力を育てつつ, 活用力を伸ばす指導のあり方-算数と国語を中心に-, 堺市立平尾小学校, 2008年12月17日

③岡本真彦 読解力を育てるための指導-国語と算数での共通点と相違点-, 堺市立竹城台小学校, 2009年1月9日

④岡本真彦 考える力を育てる算数の指導, 堺市立神石小学校, 2009年1月14日

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

岡本 真彦 (OKAMOTO MASAHIKO)  
大阪府立大学・人間社会学部・准教授  
研究者番号: 40254445

##### (2) 研究協力者

有本宏次 (ARIMOTO KOJI)  
宝塚市立小浜小学校・教諭  
西浦信治 (NISHIURA SHINJI)  
宝塚市立西谷小学校・教諭  
坂上瑞穂 (SAKAUE MIZUHO)  
堺市立城山台小学校・教諭  
矢野真理子 (YANO MARIKO)  
堺市立久世小学校・教諭