

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24年6月8日現在

機関番号：17101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21530950

研究課題名（和文） 「考えさせること」と「教えること」の調和のとれた算数科授業構成に関する基礎的研究

研究課題名（英文） Research on Development of Arithmetic Lesson Harmonizing Thinking with Teaching

研究代表者

清水 紀宏（SHIMIZU NORIHIRO）

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：50284451

研究成果の概要（和文）：本研究は次の点について検討するものである。(1)算数科教育における「考えさせること」と「教えること」について先行研究を手がかりに明確化すること。(2)「考えさせること」と「教えること」の調和が「とれている」授業と「とれていない」の特徴を事例的に検討すること。(3)「考えさせること」と「教えること」の調和のとれた授業構成を提案し、その指導上の留意点を明確にすること。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is as follows: (1) To clarify the contents "to be taught" and "to teach" in arithmetic education considering previous studies. (2) To investigate the characteristic of lessons which are harmonized thinking with teaching and are not. (3) To develop the framework of arithmetic lesson harmonizing thinking with teaching and to suggest the points of the lesson.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

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：算数科、授業構成、論理・数学的知識、社会的知識

1. 研究開始当初の背景

国内外の算数・数学教育（以下、数学教育と略記）の研究においては、問題解決能力の育成だけでなく、算数・数学の授業を問題解決的に展開することの意義や有効性が検討されてきている（NCTM, 1980; 石田他, 1987; 手島, 1985）。例えば、石田ら（1987）においては、

問題解決的な授業として、「方法型」「特設型」「設定型」というタイプのものが提唱されている。我が国においては、算数・数学の指導の実践研究を積極的に行っている学校を中心として、「方法型」の問題解決的な授業が日常的に行われている状況にある。その結果、数学教育における望ましい授業観といえ、

教師主導の「教える」授業ではなく、児童・生徒が「考える」授業であるというように、望ましい授業に関する教師の意識が変容してきている状況にあるといえる。

ところで、1970年代おわりから1990年代にかけての数学教育における問題解決の研究では、「知識があるのに問題が解けない」という問題点への対処がその主要な関心事であった。そうした研究の例としては、例えば問題解決に有効に機能すると考えられる問題解決ストラテジーの提案やその指導可能性についての研究(Schoenfeld, 1985)や、認知心理学のメタ認知の研究成果を数学教育に援用する試み(Garofalo 他, 1985)などが挙げられる。こうした研究は、成功的な問題解決を実現するための手だてがどのようなものかを示唆したけれども、「個人の問題解決能力の育成」の次の課題である「望ましい問題解決的な授業の構成」に関しては、研究的には十分な理論的知見を蓄積することなく今日に至っている状況である。

国内外で「問題解決的授業」に関する理論的研究が進展していない状況下において、この数年の我が国の数学教育においては、確かな学力の育成というスローガンのもと、基本的な知識・理解のみでなく、数学的な考え方や関心・意欲・態度といった観点の学力や広くは問題解決能力の育成が期待される中で、問題解決的授業がますます普及することとなる。しかしながら、理論的基盤が希薄な中で「理解・計画・実行・検討」の問題解決の4段階(ポリア, 1954)や「多様な考えを集団で練り上げる授業」(古藤, 1992)が形式的に取り上げられたりすると、自力解決もおぼつかず、当然ながら集団での練り上げ段階でも期待した学習成果が得られないといった問題解決学習の負の側面も指摘されつつある。

とりわけ、こうした状況に一石を投じ、一定の影響を教育現場に与えつつある発想として、「教えてから考えさせる」といった「教えるべきことは教える」という目新しくはないが一定の妥当性をもつ指導方法がある。これは自体は決して斬新な発想ではなく、「レディネスをふまえて指導することが大切である」あるいは「問題解決ストラテジーのような」「問題解決の道具を与える必要がある」(清水, 2005)といった発想と整合するものである。ただし、「どのようなレディネスが必要か」「与えるべき道具は何か」「そうしたレディネスや道具はどの程度の指導で身につけさせることができるのか」といった基本的な考察が不十分なまま、「教えることは教える」「教えてから考えさせる」といった指導が形式的に行われることには問題がある。理論的な基盤が希薄なままの実践では、ある程度の成果を納めることはできても、本質的

な成果は望めない。悪くすれば、「考えさせること」や「21世紀型の学び」の実現どころか、明治時代の注入主義的な数学教育や当時の教科書『尋常小学算術書』に見られるような「規約主義による計算指導」→「四則適用問題の解決」という算数教育に逆戻りしてしまう可能性すら危惧される。

2. 研究の目的

1. で述べた背景をもとに、本研究では、次のような研究を行うことを目的とする。

(1) 小学校算数科における「考えさせること」と「教えること」の調和のとれた授業を実現するための理論的研究

(2) 「考えさせること」と「教えること」の調和のとれた授業の事例研究

(3) 「考えさせること」と「教えること」の調和のとれた授業の枠組みの構築と指導上の留意点の導出

(1)は、数学教育学の先行研究を手がかりとしながら、算数科教育において「考えさせること」と「教えること」の内容について「数学教育的に」検討しようというものである。

(2)は、「考えさせること」と「教えること」の調和が「とれている」授業と「とれていない」の特徴を事例的に明らかにしようというものである。

(3)は、(1)、(2)の検討を踏まえて、「考えさせること」と「教えること」の調和のとれた授業構成の枠組みを構築し、指導上の留意点を検討するものである。

3. 研究の方法

(1)については、次の方法で研究を実施した。①片桐(2001)の研究やピアジェの知識の区分(カミィ他, 2003)を手がかりに、いくつかの教材について「考えさせること」と「教えること」について検討した。

②市川氏が提唱する「教えて考えさせる授業」(市川, 2004など)と中原の構成的アプローチとを比較考察した。

(2)については、小学校第6学年の「速さ」の単元の授業をVTRで録画し、それらの授業を「考えさせること」と「教えること」という視点から事例研究を行った。

(3)については、(1)、(2)の検討を踏まえて、「考えさせること」と「教えること」の調和のとれた授業構成の枠組みや指導上の留意点を提言した。

4. 研究成果

(1)①「考えさせること」と「教えること」に関する教材研究

社会的知識と論理・数学的知識の区別が一見明確なようであっても、「考えさせること」と「教えること」の取り扱いが教師によって異なる場合があると思われる3つの教材(

「多数桁の整数の乗法」「計算の順序のきまり」「速さ」)について検討した。

※「多数桁の整数の乗法」について

平成10年改訂の学習指導要領より計算の仕方を考えさせることが明記されることとなり、それは平成20年改訂の学習指導要領にも引き継がれている。多数桁の整数の乗法の指導では、基本的には「計算の仕方を考えさせる」→「筆算形式による計算の習熟」という指導の流れとなる。前者の学習では、既習の計算や十進位取り記数法の原理などを基に、それらを論理・数学的に関係付けていくこととなる。それに対して、後者は形式であり、児童が発明する類の知識ではなく、とりあえずは社会的知識を位置づけられるものである。

「とりあえずは」という意味は、子どもたちが初めて出会う2位数×1位数や2位数×2位数という形式は確かに教えることであるが、これらの形式を一旦習得すれば、3位数×1位数の筆算などは、子どもが考える余地があるという意味である(片桐, 2001, p. 123を参照のこと)。

そうすると、上の指導の流れで問題になるのは、子どもが多様にそして自由に考えたインフォーマルな計算方法と筆算形式との接続をいかにして実現するかということである。そうした接続を無視する立場に立つ教師もいるかもしれないが(「形式は教えるしかない」、「形式は子どもに再発明できるものではない」など)、今日では、多様な考えのうち筆算につながる方法を取り上げ、それを筆算に定式化していくという指導が目指されているといえよう。こうした形式への接続も論理・数学的な関係付けと捉えれば、「筆算」＝「社会的知識」という単純な図式は成立しなくなる。

※「計算の順序のきまり」について

片桐は「間違っただ算指導の事例」の1つとしてかっこを使う式の指導例を取り上げている(片桐, 2001, pp. 23-25)。いくつかの問題点の指摘の中から、ここでは次の指摘を取り上げる。

「かっこの中を先に計算する」ことは約束であると教えているが、「なぜかっこの中を先に計算するのか」を考えさせることはなされていない。

だから、形式的にそうなっているのだとおぼえさせる以外にはないという指導になっている。これは指導として望ましいことではない。

かっこの中は1つの数量を表しているから、計算の時は1つの数量になっているものか

ら先に計算するのが妥当である。というように、計算の順序は、かっこの意味から見出させるものである。」(片桐, 2001, p. 25)。

「かっこの中を先に計算する」といった計算のきまりは、基本的には社会的知識という側面が強いように思われる。しかし、ここでの指摘を踏まえるならば、指導にあたっては、論理・数学的な関係付けも関わってくるのがわかる。

また、乗除先行のきまりについては、全国学力学習状況調査のA問題において、問題は異なるものの毎年出題されており、その正答率は芳しくない(平成19年度～22年度の通過率は順に69.1%, 71.1%, 67.0%, 66.3%)。この指導の改善のために、現実世界との関係付けを図ることも必要かもしれない。しかし、乗法を先に計算する場面も、加法を先に計算する場面もあることから、現実世界との関係付けは乗法を先に計算することの根拠にはならない。したがって、乗法が加法に先行することは、少なくとも小学校の段階では規約すなわち社会的知識として教えることとなる。ただし、片桐の次の指摘を大切にしたい。

「・・・定義であるからといって、教えればよいということではない。(中略)

そこで定義ではあるが、「それを知らない」と不便である、うまくない、それを知ることによって、こんなによかった」ということを子供たちが強く感じるようにすることが必要である。」(片桐, 2001, p. 233)。

例えば、 $2 + 3 \times 4$ を加法から計算した場合と、乗法から計算した場合で答えが異なることに気付かせて、「どちらを先に計算するかを決める規則が必要であること」を認識させるような指導が必要であると考ええる。

以上で述べたように、計算の順序のきまりに関しては、規約としての社会的知識という側面が強いにもかかわらず、指導にあたっては至る所に論理・数学的な認識との関わりを考える必要がある、そこに教材解釈の難しさがあると考ええる。

※「速さ」について

ここでは、速さの概念の導入ではなく、速さ、道のり、時間の次の関係の学習について考える。

①速さ＝道のり÷時間

②道のり＝速さ×時間

③時間＝道のり÷速さ

まず、①について検討する。単位あたりの量がそれまでに学習されているので、次のようなことを児童に考えさせたい。

(a) 単位時間あたりに進む距離で速さが数量

化できること

(b) 単位距離を進むのにかかる時間で数量化できること

これらの方法は、それまでに児童が獲得してきた知識をまさに関係付けているといえる(論理・数学的関係付け)。実際、どちらの方法によっても速さは数量化できるが、我々の社会では、(a)のアイデアを採用している。(a)と(b)の選択に際しては、「速ければ速いほど数値が大きくなるように数量化したい」という観点から(a)が採用されるような授業展開がより望ましいと考える(例えば、中島(1981);杉山(2008))。このような関係付けは論理数学的関係付けと捉えることができるが、算数科の授業という文脈では、その教室における協定(中原, 1995)と捉えることも考えられる。

さて、①の関係が教室で共有されたとすると、道のりや時間は、②、③の関係にならざるを得ない。例えば、時速50kmということは、1時間あたりに50km進むということなので、「この速さで3時間走ればどれだけ進むか?」と問われれば、「必然的に」 50×3 とならざるを得ない。③の式も同様である。したがって、②、③の式は児童に考えさせたり、気づかせたりする対象(論理・数学的知識)であり、社会的知識ではない。

(1)②「教えて考えさせる授業」の検討

「教えて考えさせる授業」(市川, 2004)から算数科教育に示唆されることや「教えて考えさせる授業」と「構成的アプローチによる授業」を比較検討することによって、「教えて考えさせる授業」について懸念される点について検討した。その結果は、次の通りまとめることができる。

・市川の問題解決型の学習の現状に対する指摘はある程度的確であり傾聴に値する。そうした指摘を踏まえれば、「授業のねらいを明確にすること」「集団の練り上げにおいて、子どもの不十分な表現を活かした授業を心がけること」といった算数科の学習指導の改善の方向性(ひいては、それにつながる研究の必要性)が示唆される。

・概念の形成や理解の学習について、「教えて考えさせる授業」は「構成的アプローチによる授業」よりも、算数的活動の機会、発見的推論の機会が少なくなることや集団での練り上げが少ないという特徴がある。ただし、それは取り扱いの程度の問題ともいえ、その後の学習で補完できる可能性は残されている。

・「教え合い活動」については、論理・数学

的知識(カミイ, 2003)を社会的知識のごとく言葉で伝達することで終わってしまう場合や、関係的理解(Skemp, 1976)に至らず、用具的理解にとどまってしまうことなどが懸念される。

(2)「速さ」の授業の事例研究

ある公立小学校において実施された第6学年「速さ」の授業を事例的に分析した結果、当該の教師の授業について次の点が明らかになった。

・その教師は速さを「距離÷時間」でも「時間÷距離」でも数値化できることを考えさせることや、「距離=速さ×時間」や「時間=距離÷速さ」を速さの意味から考えさせることを重視した授業を展開していた。このことは、これらの関係を「公式として最初から教える」というよりはむしろ「公式を導くことを考えさせる」という教師の教材解釈や授業観が授業に反映されているものと捉えられる。

・他方、「時間=距離÷速さ」と「距離=速さ×時間」との関連づけについては、授業で明示的に取り扱われなかった。このことから、単元を貫く教材研究を行うことの重要性が示唆される。

(3)「考えさせること」と「教えること」の調和のとれた授業構成の枠組みや指導上の留意点の導出

以上のような研究の結果を踏まえながら、「考えさせること」と「教えること」の調和を図った算数科の授業構成や単元構成の過程について検討するとともに、指導上の留意点を導出した。

例えば、「数と計算」における単元構成として、(a)演算の意味の検討および定義、(b)問題の答えの探究、(c)計算の方法や仕組みの探究、(d)計算の形式化、(e)活用、という過程を想定する。各過程の概要と「考えさせること」と「教えること」の調和という視点からの指導上の留意点は次の通りである。

(a)：新しく学習する演算について、既習の演算との類似点、相違点や新しい演算の必要性について「考えさせた」後、演算の意味を知らせる。このとき、用語などは社会的知識(知らせること)であるが、概念については教室で合意されていることが重要である。

(b)、(c)：児童なりのやり方で答えや計算の方法を考えさせる。ここでは、教師が答えなどを天下り的に知らせるのではなく、児童自身が「考える」ことが重要である。このとき、「考えさせる」ためのレディネスを保証する工夫が必要である。見積もり等による結果の見通しを重視するとともに、方法の見通しについては、それが解法を知らせることにならないよう留意する必要がある。また、多様な方

法を児童が案出した場合、(d)で扱う方法だけでなく、他の方法も公平に価値付けする必要がある。

(d)：社会的知識としての計算の方法（筆算形式など）を知らせるが、(b)や(c)における探求と切り離すのではなく、その関連付けを可能な限り図る必要がある。このとき、インフォーマルな表現を媒介として重視すべきである。

(e)：学習した計算の性質の探究やその活用であり、児童に「考えさせる」ことが中心となる。

以上の研究は、「考えさせること」と「教えること」のとれた算数科授業構成について、数学教育学的に検討したものであり、このテーマに関する研究が本格的に展開される基盤をなすものと期待される。

また、教育現場に対して、「問題解決学習」「構成的アプローチ」「教えて考えさせる授業」など様々な授業論の一つに固執するのではなく、それらを学習の目的に応じて適宜選択することの重要性を啓蒙する契機になると考える。

本研究では主として、「数と計算」領域を中心とした指導内容を検討したため、「図形」領域等の他の領域での研究が今後必要である。

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1件)

清水紀宏(2011). 「「考えさせること」と「教えること」の調和のとれた算数科授業構成に関する研究—不調和をもたらす要因の具体的検討—」. 日本数学教育学会, 『第44回数学教育論文発表会論文集』. pp. 201~206 (査読有り).

〔学会発表〕(計1件)

清水紀宏(2011). 「算数科指導法としての「教えて考えさせる」アプローチの功罪」. 全国数学教育学会第34回研究発表会、2011年6月25日、広島大学.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

清水 紀宏 (SHIMIZU NORIHIRO)

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：50284451