

# ディスカッション教育に関する教授・学習プログラムの開発

—算数問題解決を促すディスカッション教育—

多 鹿 秀 継

(学校教育講座 (心理学))

## Developing Teaching-Learning Environments for Discussion Education

-Fostering Math Problem Solving Through Discussion-

Hidetsugu TAJIKA

(Department of Psychology, Aichi University of Education)

本研究の目的は、算数問題解決を促進するためのディスカッション教育に関する教授・学習プログラムを開発することに関わる事象を明確にすることである。具体的には、算数問題解決を促進するためのディスカッション教育に関する教育目標ないしは授業目標を3点 (①学習内容の意味を自ら構成するためのディスカッション教育, ②メタ認知や自己評価を育成するためのディスカッション教育, ③問題解決の効果的な転移を促すディスカッション教育) 取り上げ、ディスカッションを通して行う場合に影響を与える教授・学習変数を3点 (①学習方略の明確化・提示, ②学習環境の設定, ③教師の役割) 明示し、算数問題解決を促進するためのディスカッション教育の教授・学習過程を明確にした。

キーワード：ディスカッション教育, 算数問題解決, 教授・学習過程

### 1 本研究の目的

本研究の目的は、子どもの算数問題解決を促進するためのディスカッション教育に関する教授・学習プログラムを開発することに関わる事象を明確にすることである。ここで述べるディスカッションとは、加藤・丸野 (1996) の定義に従えば、「一つの課題について、知識や経験の異なる複数の者が創造的な対話を繰り返しながら問題解決していく社会的相互作用」の過程と考えられる。本研究におけるディスカッション教育とは、それ故、学級内で小集団 (以下ではグループという) を構成する複数の子どもが、社会的相互作用を通して、教材としての算数問題解決課題を解決していく過程にかかわる教育と位置づけることができる。また、教授・学習の過程とは、教材としての算数問題解決課題を媒介として、教師と児童・生徒、あるいは児童・生徒間で営まれる積極的な相互交渉である。換言すれば、ディスカッション教育における教授・学習過程とは、ディスカッション教育に関する教育目標ないしは授業目標を達成するために、教師と児童・生徒あるいは児童・生徒の間で何らかの教材を媒介として営まれる相互作用の過程といえる。

ところで、副題を除く本研究のメインタイトルからイメージする内容は、ディスカッション教育というものを算数や国語のような教科・教材と同等と考え、ディスカッション教育そのものを達成すべき教育目標・授業目標として、教師と児童・生徒、あるいは児童・

生徒間相互で交渉するために有意義なプログラムを開発することを指し示すようである。その結果、本研究が求められることは、メインのタイトルであるディスカッション教育の教授・学習プログラムを開発するために、まずディスカッション教育の内容を明確にし、ディスカッション教育の教育目標・授業目標を明示しなければならないことである。小学生、中学生、高校生、あるいは大学生では、おそらく教育目標・授業目標とするディスカッション教育は異なるであろう。同様に、ディスカッション教育の実施する授業過程、並びにディスカッション教育によって得られたさまざまな活動の成果を測定・評価する場合、小・中学生と大学生の間ではやはり異なるものと思われる。

ディスカッション教育に関する概念的な分析やディスカッション技能の育成に関する理論的・実証的な研究等は、関連する資料が徐々に集まりつつある (たとえば、加藤・丸野, 1996)。しかしながら、ディスカッション教育を算数や国語のような教科・教材と同等に扱い、ディスカッション教育そのものを教育目標・授業目標に取り上げて授業を実施し、ディスカッション授業の結果を測定・評価した研究は大変少ない状況にある (Rabow, Charness, Kipperman, & Radcliffe-Vasile, 1994)。本論文でこのような作業を遂行するためには、ディスカッション教育に関わるさまざまな要因を吟味することが必要であり、現在の状況では大変困難な作業であるといえる。

2002年度から、わが国の小・中学校などでは「総合

的な学習の時間」が授業に組み込まれている。これは、社会の変化に対応できる子どもの資質や能力を養うために、教科の枠を超えたテーマについて教科横断的・総合的に学習する時間として設定されたものである。ディスカッション教育は、この「総合的な学習の時間」において取り扱われる1つの大きなテーマとして、重要な意味をもっているといえる。学年、ディスカッションにおいて取り扱う課題、さらにはディスカッションを構成するためのグループの成員数など、ディスカッション教育におけるさまざまな要因を考慮し、ディスカッション教育の内容と目標を明確に設定することによって、各学年の中だけに留まらず、学年を超えた実りのある授業を展開することができるだろう。ディスカッション教育において、たとえば「批判的なディスカッション能力の育成」、「創造的なディスカッション能力の育成」、あるいは「ディスカッションによる自己反省能力の育成」といった能力の育成を授業目標として、「総合的な学習の時間」において授業を展開することが可能である。

本研究は上記の制約に従い、ディスカッション教育の主要な目標の1つである問題解決や批判的思考力の育成（加藤・丸野，1996）に関わる教授・学習プログラムを開発する場合に関わる事象を明確にする。この目的を達成するために、算数文章題を具体的な教材として用い、算数問題解決能力を育成するために利用するディスカッション教育に関する教授・学習プログラムの開発に関わる事象を論じる。算数問題解決の育成を授業目標とするとき、授業は算数問題解決能力の育成に主眼がおかれる。しかしながら、算数問題解決の育成を目指した授業の過程で、児童間のディスカッションを取り入れた授業を吟味し、効果的なディスカッションのあり方を明記することは可能である。

以下の節では、はじめにディスカッションを取り入れて算数問題解決の授業を展開しているいくつかの研究を review しよう。ついで、ディスカッション教育に関する教授・学習プログラムの開発に関わる事象として、算数問題解決の教育目標・授業目標を3つに絞り、それぞれの教育目標・授業目標を実現する教授・学習プログラムを明確にしよう。それらの教育目標・授業目標とは、①学習者自らが学習内容の意味を構成するためのディスカッション教育、②メタ認知や自己評価を育成するためのディスカッション教育、及び③問題解決の転移を促すディスカッション教育である。その後、算数問題解決を促進させるディスカッション教育に影響を与える教授・学習変数として、①学習方略の明確化・提示、②学習環境の設定、及び③教師の役割、を論じよう。

## 2 算数問題解決におけるディスカッション教育に関する教授・学習研究

本研究で言及するディスカッションが他者との対話であるとする、通常は当該の問題—本研究では算数問題解決—に関心のある成員がグループを構成し、授業内容に関するディスカッションを行う。グループで問題を解決する過程は、これまでの研究ではブレインストーミングをはじめとして、発想支援のさまざまな研究において吟味されてきた（例えば、小橋，1996）。課題が複雑化してきた今日の社会では、一人で課題を解決するよりも、複数の関係者とディスカッションを通して当該の課題を解決する方が、より多様でかつより深い解決方法を生み出すことがしばしば指摘されている（岡田・田村・戸田山・三輪，1999）。

学校においても、子どもが仲間との相互作用を通して新しい知識を獲得することはよく知られた事実である（Rogoff，1990）。それでは、子どもが協調することによって問題解決を行う場合の知識獲得とはどのようなものであろうか。

問題解決がうまくいくためには、子ども同士が協調して問題解決するときには有効な知識、子どもの間でやりとりされる知識、並びに子どもの間で仮定される役割、の3つの要素を明確にすることが重要であるとされる（Hoppe & Ploetzner，1999；Kneser & Ploetzner，2001）。

まず、子ども同士が協調して問題解決するときには有効な知識とは、問題を解決する場合に必要なとされる領域固有の知識を意味する。算数割合文章題の解決を例にとれば、割合の3つの用法（割合を求める割合の第1用法、比較量を求める割合の第2用法、基準量を求める割合の第3用法）の知識などである。子どもの間でディスカッションを行う場合、ディスカッションが進展するのは子どもの間で領域固有の先行知識が極端に異なる場合や知識量の格差が歴然としている場合よりも、むしろ子どもの有する先行知識が部分的に重なり合いかつ相互に補足的な知識を有する場合で構成されているときであるといわれる（Kneser & Ploetzner，2001）。小学5年生で学習する割合文章題解決の場合に使用される知識は、小学5年生時や5年生よりも低学年で学習するという意味で子どもの間で共有され、ディスカッションには有効な課題となる。

次に、子どもの間でやりとりされる知識とは、ディスカッションを通して子どもの間でキャッチボールされる具体的で状況依存的な知識であり、上述した問題解決課題の内容や当該の課題に関連する知識であるといえる。子どものディスカッションでやり取りされる知識は、当該の課題に関わる単なる断片的でかつ一般的なないしは特殊な知識から、当該の解決に直接結びつく有効で創造的な知識まで広範囲にわたる。

最後の子どもの間で仮定される役割とは、問題解決過程において演じられる子どもの役割である。たとえば、問題解決におけるディスカッションの場合では、

発言の多少よりも問題解決に優れた子どもと不得意な子どもの演じる役割であるといえる。算数問題解決のような課題では、問題解決に優れた子どもと不得意な子どもの役割が、ディスカッションを通して行われている問題解決の過程で交代することは少ないであろう。しかしながら、算数問題解決におけるディスカッション教育ではないが、後述するように、文章の読解がよくない中学生を指導した研究 (Palincsar & Brown, 1984) では、教授者の役割を子どもの間で入れ替えることにより、文章の読解力を向上させている。また、グループによる学習としてよく知られているジグソー学習 (Aronson, Blaney, Sikes, Stephan, & Snapp, 1975) では、構成されたグループの成員みんなが教授者である教師の役割と生徒の役割を引き受けることによりディスカッションを深め、当該の学習内容の理解が進みかつ自尊感情を高める効果をもつことが報告されている。

これらの3つの要素は、相互に関連をもってディスカッション教育を支える。すなわち、ディスカッション教育では、子どもの間で共有される知識及びそれらの知識に基づいて行われるディスカッションによって、子どもは相互に知識のやりとりを行い、結果として問題解決のできない子どもはより高次の質問や説明を構成できるようになり、また問題解決に優れた子どもはディスカッションを通して問題構造をより明確化できるようになる。問題解決におけるディスカッション教育は、問題が解決できるという結果を重視するだけでなく、問題の解決に至る過程において獲得されたさまざまな知識、すなわちどのように問題を理解し解決するかに関する知識 (解決につながる質問や説明) や学習方略 (解き方) のような解決に結びつく過程を生み出すディスカッションを重視する。

ところで、算数文章題の解決過程は、一般に与えられた文章題を読んで問題文に記述されている内容に適したメンタルモデルを構成する理解過程と、構成したメンタルモデルに基づいて、正解を得るための方略を選択して演算を適用する解決過程で構成される (たとえば、Mayer, 1999; 多鹿, 1996)。これまでの我々の研究 (たとえば、Tajika, Nakatsu, & Ito, 1997; Tajika, Nakatsu, & Nozaki, 2001; Tajika & Sakamoto, 1999) から、子どもが算数文章題を適切に解決するためには、問題文の内容と子どもの算数・数学の知識を統合することによって適切なメンタルモデルを構成することが必要であるとされた。ここで述べるメンタルモデルとは、児童・生徒が文章題を読んで一文毎の意味を理解し、文章題に記述されている内容に関連する知識を利用して文間の関係をまとめ上げた知識構造といえる。

算数文章題の解決過程を上記のように理解過程と解決過程に区分するとき、子どもの間でなされるディスカッションは、まず理解過程において解決に結びつく

メンタルモデルを形成することを目指したものでなければならぬ。算数文章題解決では、文章題の理解過程において提示された問題の意味の構成が関わる。メンタルモデルは提示された問題文の意味の構成と考えてよい。算数文章題の理解過程において実施されるディスカッションは、このようなメンタルモデルを構成するために子どもの間で取り交わされる社会的相互作用である。

また、子どもの間でなされるディスカッションは、算数問題解決の解決過程において、形成されたメンタルモデルに適切な方略を選択することを指向しなければならない。解決過程において選択される適切な方略とは、正解に結びつく立式を構成することである。

算数問題解決におけるディスカッションの役割を吟味したこれまでの研究は、一般に問題解決を問題を解くに至る1つの過程としてとらえ、1過程の内容をディスカッションを通して吟味しているに過ぎず、問題解決を上記のような問題の理解過程と解決過程に区分してディスカッションの役割を分析していない。

たとえば、Mevarech (1999) は7年生を被験児にして、グループによるディスカッションを通して、算数問題解決を吟味した。そこでは、メタ認知的な訓練を行うことによってディスカッションの効果を高め、結果的に算数文章題の解決を促進した。メタ認知訓練として、「これは何の問題であるか」と質問をしたり、問題に対応する数直線を描く訓練をしたり、過去に解いた問題との比較をしたりする訓練を実施した。このような訓練がディスカッション時に生かされたのであった。この研究で訓練されたメタ認知は、問題解決を1過程としてとらえた結果として構成されたものである。なお、この研究ではディスカッションをせずに問題を解く群を設定していないので、ディスカッションを行ったことそのものが効果的であったかどうかは不明である。

Cobb, Wood, Yackel, Nicholls, Wheatley, Trigatti, & Perlwitz (1991) は小学1年生と2年生の算数について、クラスでのディスカッション教育をデザインした。ここでは、子どもは2名で1つのグループを構成した。Cobb 他 (1991) は、ディスカッションを行う過程で、子どもはどのように問題を解いたらよいか、お互いのアイデアをどのように生かして理解すればよいかを積極的にやりとりするだろうと予測された。2名一組のグループでやりとりされたディスカッションのディスコースを分析したところ、子どもは他の子どもの意見を尊重し、相互の理解に到達しようと努力していることがわかった。また、ディスカッションを進める過程で、問題を解決するために子どもが説明するディスコースの質が、格段に洗練されていくことも示された。

森田・稲垣 (1997) は、小学4年生と5年生に分数を含む算数文章題を解かせた (正解を選択させる課題で

あった)。ディスカッショングループはクラス全体で1グループを構成し、ディスカッションによる問題解決授業を実施した。なお、この授業では実験者が司会者役を演じ、発表された説明に対する賛成意見や反対意見を子どもに促すのみで、話題の制御、正解を暗示する発言は行わなかった。その結果、クラス全体によるディスカッションを通して正解を知ることができ、クラスのほぼ全員の子どもが問題を正しく解くことができた。

また、ディスカッションの過程で、「2つの間違いがぶつかりると正しい解を得る (Two wrongs may make a right)」こともしばしば見られる (Schwarz, Neuman, & Biezuner, 2000)。Schwarz 他 (2000) の研究では、数学の成績の低い高校生をエラーのタイプによって2人一組のグループとして構成し、ディスカッションを行いながら小数の大小の比較課題を解かせた。その結果、2人の解答がエラーとなりかつ違った解答であるとき、あるいは2人の使用する方略が異なっておりかつ違った解答を導くとき、またなぜ2人の間で異なる解答となったのかを評価する方法として仮説検証をもちいて吟味するとき、「2つのエラーがぶつかりると正しい解を得る」ことも生じることを明らかにした。

最後に、Lampert (1990) は小学5年生をもちいて、算数を知ることや算数を行うことの意味が、ディスカッションを通して徐々に変化することを示した。

Lampert は子どもに彼女が提示する算数の質問に解答をするようにいった。彼女の多くの質問は子どもから多様な解答を引き出すように工夫されており、結果としてさまざまな違った意見を解決する機会を子どもに与えることとなった。たとえば、子どもはある算数問題について、クラスの子どもから得られた解答の1つをこれでよいのかどうか議論するように教示された。このような質問を行うことによって、Lampert は子どもが算数の正解を得ることよりも正しい解答を得るに至るプロセスを重視すること、換言すれば、クラスの他の子どものいった解答に一致することよりも、ディスカッションを通して「自分の考えを修正した」ということの方が重要であることを強調する。

### 3 算数問題解決を促進させるディスカッション教育の教授・学習プログラム

算数問題解決を促進させるためのディスカッション教育の教授・学習プログラムを開発する場合、まず、達成すべき教育目標・授業目標を認知領域の目標に限定する。Bloom の教育目標分類学 (Bloom, Hastings, & Madaus, 1971) をもちだすまでもなく、教育目標・授業目標にはいくつかの種類を考えることができる。それらを大別すれば、問題解決や記憶・理解に関わる認知領域の目標、態度・関心・意欲や好悪に関係

する情意領域の目標、さらには技能や運動能力に関係する技能領域の目標、などである。本研究では、算数問題解決に関わるディスカッション教育の教授・学習プログラムであるため、認知領域の教育目標・授業目標に限定する。以下では、問題解決を促進するディスカッション教育の3つの教育目標・授業目標、並びにそれらの目標を達成するための教授・学習変数を説明しよう。

#### 3-1 算数問題解決のディスカッション教育における教育目標・授業目標

##### (1) 学習内容の意味を自ら構成するためのディスカッション教育

子どもは自分自身が主体となって学習内容の意味を構成するときに、もっともよく学習内容を理解し記憶することが知られている (たとえば、Bransford, Brown & Cocking, 1999)。教室内のディスカッションは、このような意味の構成に関与する仕方でも導入されなければならない。算数文章題解決時に構成されるディスカッションも同様である。

学習内容の意味を自ら構成するとは、子どもがディスカッションを通して、当該の課題に関する知識の意味ネットワークあるいはメンタルモデルを構成することである (Mayer, 1999; 多鹿, 1996)。当該の課題に関する知識の意味ネットワークを構成することによって、子どもは当該の課題の単なる概念や事実の理解に留まらず、事実と事実、概念と概念のつながりや拡がりにも理解が波及するといえる。

教室では、算数文章題に関わる先行知識の質と量において、子ども間に多大の差異を認めることができる。子どもはグループを構成してディスカッションしながら算数の問題解決を行う。子どもは当該の問題解決に向けて、質と量の異なる先行知識を活性化させなければならない。よくあるケースは、当該の問題の先行知識の豊富な子どものディスカッションに解が左右されることである。しかしながら、Lampert (1990) の研究でも指摘したように、当該の問題の先行知識の豊富な子どもによるリーダーシップによって当該の問題が正しく解決されるとき、当該の問題の先行知識の豊富でない子どもがその解答に従うことはディスカッションの意味から遊離することとなる。たとえ教師にガイドされたディスカッションであっても、当該の問題の先行知識が豊富でない子どもが、ディスカッションを通して多様な考えのあることを理解し、自分の考えを納得して変更したり修正することに意味がある。このとき、我々はグループの一人一人が算数問題解決を行い、当該の問題の意味を共有して構成したという。

##### (2) メタ認知や自己評価を育成するためのディスカッ

### ション教育

メタ認知とは認知の認知を意味しており、学習者自身の認知過程に関する知識、信念、経験といえる（たとえば、Flavell, 1985）。子どもが算数割合文章題を解くとき、メタ認知はその問題を解くための知識、たとえば部分-全体の知識や比較量に関する知識そのものを意味するのではなく、その問題を解くのにどのような知識を動員すればよいのかを知っているとか、その問題なら解けるだろうといった予測とか、どのように解けばよいのか意図的・計画的に解決の筋道を立てたり、解いた結果をみてこのような数値で答えはよいのかと内省したり、更には解決過程を自己説明（Chi, 2000）することである。自己評価もメタ認知であり、自分の解いた結果が正しいかどうかの予測をしたり、うまく解けたかどうかを評価したり、自分の解き方がよいのかどうかをモニターできるかどうかに関係する。算数文章題解決においてディスカッション技能を導入することは、このようなメタ認知や自己評価を促すことを授業目的の1つとすることが可能である。

### (3) 問題解決の効果的な転移を促すディスカッション教育

学習の転移とは、以前の学習ないし学習経験が後続の学習に何らかの影響を与えることである。それ故、問題解決における効果的な転移とは、以前に行った問題解決の経験を使うことによって新しい問題を解く工夫をすることといえる（Mayer & Wittrock, 1996）。新しい問題がうまく解ければ正の転移があり、先行の経験が新しい問題を解くときに生かされたのである。ディスカッション教育は、このような正の転移を得ることのできる知識の構成を育成することを教育目標・授業目標の1つにする。

上記の(2)で説明したメタ認知を育成することは、この正の転移を生み出すことのできる知識を構成することに深く関与することが知られている。すなわち、子どもが先行の学習において、積極的に効果的な学習方略や問題解決方略をモニタしたり評価することによって、後続の学習を促進することが知られている（Schoenfeld, 1985）。換言すれば、先行学習においてメタ認知的な知識を活性化しておけば、後続の学習が容易となる。上述した Palincsar & Brown (1984) の研究は転移の研究として位置づけることができる。

一般に、子どもは知識を応用したり転移したりする経験をすることによって、当該の知識を効果的に定着させることが可能となる。子どもの中でディスカッションを行うことにより、子どもが学習した知識をさまざまな場面に転移させる工夫をするとき、当該の知識は問題解決に生かされるであろう。また、子どもが学校で学習した知識を学校外で実施する課題に使ったり、逆に学校外でマスターした課題を学校の授業に関

連させることができるようにすることが、ディスカッション教育では求められる。

### 3-2 算数問題解決のディスカッション教育に影響を与える教授・学習変数

#### (1) 学習方略の明確化・提示

算数の問題解決とは直接関連する研究ではないが、たとえば、Palincsar & Brown (1984) は文章の読解のよくない中学生を用いて、中学生の読解力の向上を吟味するためにいくつかの教授群を設けて、それらの教授効果を見た。彼女らは中学生を4群に振り分けた。それらは、中学生をグループに分けて相互にディスカッションして学習する相互教授群、相互教授群と同じ理解方略を教師によって直接教授される直接教授群、教師が行う理解方略を模倣して学習する模倣群、及び理解方略に関する情報のない統制群の4群であった。実験に先だって実施された読みの理解テストに関するプリテストの得点に関しては4群で差がなかった。しかしながら、それぞれの実験授業を行った後のポストテストでは、相互教授群の理解テストの得点が最も高かった。

Palincsar & Brown (1984) の相互教授群におけるディスカッションはどのようなものであったのか。よく知られているように、彼女らの相互教授群では、中学生が①文章内容に関係する適切な質問を作ること、②新出単語の定義に関するような、文章を理解するのを妨げる単語等を見つけて明らかにすること、③文章内容の要約を作ること、④文章内容がその後どのようなかを予測すること、の4つの学習方略を自分のものにするために、ディスカッションを通してそれらを繰り返し行った。

ディスカッションの形態は、1人の先生とグループを構成した生徒が文章の意味を理解するために、上記の4つの学習方略を使用するガイドされたディスカッションであった。換言すれば、生徒は、ディスカッションのリーダーが質問を行い、問題点を明確化し、内容を要約し、その後を予測することからなる上記の4つの学習方略をモデル化してディスカッションを行うという構造化されたディスカッションに従事した。最初は、教師がディスカッションリーダーとして、グループでのディスカッションをリードする。ディスカッションの過程で不一致が生じたとき、ディスカッションに参加している生徒はすべてテキストを再読し、みんなの一致が得られるまで意見を戦わせる。教師は生徒にディスカッションリーダーの役割を移し、生徒がディスカッションをリードするとき、教師は適切な質問の作り方やよい要約の仕方などの認知方略を実行するためのガイドを定期的に与えるのである。教師はディスカッションリーダー役の生徒を励まし、ときには

批判を与え、議論を先に進められるように生徒をサポートする。ディスカッションがスムーズに進めば、教師は進むべき方向を与えたり質疑でのフィードバックを与えたりする回数を減らすのである。

このような教授・学習プログラムは、なにも文章理解研究における Palincsar & Brown (1984) の相互教授法に限定されるものではない。算数・数学の問題解決におけるディスカッション教育でも、①提示された問題の分からないところを質問し、②何が分からないかの問題点を明確化する、といった上記の2つの学習方略を利用することは可能である。ただし、算数・数学の問題解決では、その後の③文章内容の要約を作ることや④文章内容がその後どのようなかを予測すること、といった文章読解の学習方略よりも、当該の問題解決につながる算数・数学の知識がどのようなものであるかを明確にしたり、計算に関する手続き的知識を適切に実行できるようにすることを議論することが重要かも知れない。

多鹿・山本 (2001) は子どもの算数問題解決に果たすディスカッションの役割を明確にするために、算数割合文章題の理解過程と解決過程に対応する問題を解かせ、ディスカッションによる問題解決過程を吟味した。小学5年生からなる被験児は3名から4名で1つのグループを構成した。各グループは、算数の成績が上位の子どもと下位の子どもを組み合わせで構成された。割合文章題は難問題と易問題からなり、また割合の第2用法 (比較量を求める) と第3用法 (基準量を求める) からなった。このような割合文章題を各グループに与えて解かせたところ、難問題に比べて、易問題の場合にディスカッションが活発に行われることがわかった。

解決の容易な内容で構成されている問題が与えられるとき、ディスカッションは生産的となり、ディスカッションに加わる全構成員は解決のためのメンタルモデルを容易に構成することができる。その結果、問題内容の意味を構成するための相互のやりとりが促進されたと考えられる。他方、グループにおいて割合の算数・数学の知識が共有できていないような難問題では、もしグループのメンバー全員がやり取りを行うための知識を獲得していなかったら、解決に向けての生産的なディスカッションを生成することは不可能である。そのため、ディスカッションをすることがあまりなく、解決に向けたやり取りも堂々巡りをするに留まるといえる。難問題の解決過程で行われるディスカッションでは、教師によるガイドされたディスカッションを導入して問題点を明確にし、問題の解決に向けた適切な学習方略を明確化・提示することが必要であるといえる。

なお、割合の第2用法 (比較量を求める) と第3用法 (基準量を求める) の問題を使ったディスカッション

のプロトコルは、多鹿・山本 (2001) を参照して欲しい。

## (2) 学習環境の設定

子どものディスカッションを通して教育効果を高めるには、学習方略を指導するだけでは不十分である。教育効果をどのようなものとしてとらえるのかに関わる教育目標との関連から、子どものディスカッションを促す学習環境をデザインすることが必要となる。

学習環境とは、通常基本的には「ひと」、「もの」「空間」の教育に関わる3つの要素が複雑に相互交渉する場と考えられる。「ひと」とは子ども、教師、あるいは子どもや教師を取り巻くコミュニティの構成員といえるだろう。「もの」とは教材に見られる物理的なものや情報に見られる具体的な事物とは異なるものを意味する。また、「空間」とは、教室であったり学校であったり、あるいはグループによる授業のような授業形態であったりする。算数問題解決におけるディスカッション教育を育む学習環境をデザインするとは、それ故、教室内でのグループにおいて教材や情報を活用し、子どもの算数問題解決を促進させる環境をデザインすることといえる。換言すれば、学習環境の設定とは、子どものディスカッション教育の効果を最大限に高めるために、コンピュータの利用の仕方や学習形態の工夫などに関わる教育システム全体の設計に関わるといえるだろう。その結果、学習環境を設定することが教授・学習のシステム全体の設計に関わることから、学習環境の設定は子どもに達成させたい教育目標・授業目標と深く関連する。

算数問題解決において、ディスカッションを通して子どもに獲得させたい教育目標・授業目標にはさまざまなものを考えることができる。たとえば、上述した Lampert に従えば、正解を得るよりも、たとえ子どもが間違った解答を答えたとしても、解答に結びつくさまざまな意見を提示することを目標として設定することは1つの教育目標・授業目標である。また、正しい解答を得るために、解決に結びつく知識をグループを組む子どもに共有させることを1つの目標にすることも可能である。また、解決に結びつく知識は、子ども一人一人の有するさまざまな先行知識を前提とするだけでなく、異なる背景や文脈、視点をもつ子どもの間でディスカッションによる共体験や対話によって生じることが指摘されている (たとえば、Brown, Collins, & Duguid, 1989; 仮屋園, 2001; Vosniadou, 1996)。それ故、ディスカッション教育では、社会的相互作用や協調学習による問題解決を促進させることを目標とすることも多い。このように、学習環境の設定するということは、ディスカッションを通して獲得させたい教育目標・授業目標の設定と密接に関連するのである。

### (3) 教師の役割

効果的なディスカッションを実施して適切に問題を解決するためには、ディスカッションの過程で演じる教師の役割は重要である。

Bransford 他 (1999) は、教師によって認知的にガイドされたディスカッションに関する教育の効果を説明している。彼らによると、効果的な算数・数学の授業を計画して指導する場合に、教師は単に教材の内容を理解しているだけでなく、学習者としての子どもの特性を理解し、さらには認知的にガイドされた授業を運営することが重要であるという。すなわち、教師は算数・数学の教材のなかの特定のトピックの知識や学習者がその特定の知識についてどう考えているかの知識を理解するだけでなく、クラスの個々の子どもがそのトピックについてどのように考えているかについての知識をもつようにしなければならない。教師は子どもがトピックをどのように考えているのかの知識を使って、子どもの算数・数学の知識を構成するのを援助するために、ディスカッションの過程で適切な教授を決定しなければならない。

このようなディスカッション教育の状況において威力を発揮するのが、Bransford 他 (1999) で説明される認知的にガイドされた授業である。たとえば、子どもの算数における思考力の使用に焦点を当てて縦断研究を行った Fennema, Carpenter, Franke, Levi, Jacobs, & Empson (1996) は、認知的にガイドされたディスカッションの授業を実施することにより、クラスの子どもは他の子どもが現在何を知っており、次にどのような問題を提示すればよいのかを理解できてきたことを報告している。

## 4 結論と今後の課題

ディスカッション教育に関する教授・学習プログラムを開発する場合、ディスカッション技能そのものの育成であろうが、本研究で指摘したような算数問題解決の促進であろうが、上述したように、課題の教育目標・授業目標を明確にし、教育目標・授業目標を適切に達成できるようなディスカッション教育を導入することのできる学習環境をデザインしなければならない。具体的には、ディスカッションの過程でさまざまな学習方略を明確化して提示・導入し、ディスカッションに参加する子どものだれもが共有した授業目標の達成に向けて、既有知識を変更しかつ既有知識を大きく発展させる学習環境を作り出すことである。もちろん、ディスカッションによる授業を実施した後の評価も厳しくチェックすることも必要となる。

今後は、時間の経過によるディスカッションの教授・学習過程の変化（浅いレベルのディスカッションから深いレベルのディスカッションへの変化と教授方

法の変更 (Granott, 1993; 丸野・加藤, 1996) に対応する教授・学習プログラムを吟味したり、学年の枠を超えたディスカッション教育（たとえば、Vygotsky の発達の最近接領域概念）を実施するための教授・学習過程を吟味し、算数問題解決を促すディスカッション教育の成果を他の教科の理解あるいは子どもの生きる力へと効果的に転移させることが求められる。

## 5 引用文献

- Aronson, E., Blaney, N., Sikes, J., Stephan, C., & Snapp, M. (1975, February). Busing and racial tension: The jigsaw route to learning and liking. *Psychology Today*, 43-50.
- Bloom, B.S., Hastings, J.T., & Madaus, G.F. (1971). *Handbook on formative and Summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill. (梶田叡一他 (訳) (1973). 教育評価法ハンドブック—教科学習の形成的評価と総括的評価 第一法規出版)
- Bransford, J.D., Brown, A.L., & Cocking, R.R. (Eds.). (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington DC: National Academy Press.
- Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42. (杉本卓 (訳) (1992). 状況に埋め込まれた認知と、学習の文化 安西祐一郎他 (編) 認知科学ハンドブック (pp.36-51) 共立出版)
- Chi, M.T.H. (2000). Self-explaining expository texts: The dual processes of generating inferences and repairing mental models. In R.Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology* (Vol.5, pp.161-238). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cobb, P., Wood, T., Yackel, E., Nicholls, J., Wheatley, G., Trigatti, B., & Perlwitz, M. (1991). Assessment of a problem-centered second-grade mathematics project. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22, 3-29.
- Fennema, E., Carpenter, T.P., Franke, M.L., Levi, L., Jacobs, V.R., & Empson, S.B. (1996). A longitudinal study of learning to use children's thinking in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27, 403-434.
- Flavell, J.H. (1985). *Cognitive development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Granott, N. (1993). Patterns of interaction in the co-construction of knowledge: Separate minds, joint effort, and weird creatures. In R.H.Wozniak &

- K.W.Fischer (Eds.), *Development in context: Actions and thinking in specific environments* (pp.187-207). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hoppe, H.U., & Ploetzner, R. (1999). Can analytic models support learning in groups? In P.Dillenbourg (Ed.), *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches* (pp.147-168.). Amsterdam: Pergamon.
- 仮屋園昭彦 (2001). 協同的問題解決—みんなで力を合わせることの心理学 森敏昭 (編) 認知心理学を語る 第3巻 おもしろ思考のラボラトリー (pp.35-55) 北大路書房
- 加藤和生・丸野俊一 (1996). 議論の概念的解析：概念的定義と議論に関わる諸側面や要因の特定化 九州大学教育学部紀要 (教育心理学部門), 41, 81-111.
- Kneser, C., & Ploetzner, R. (2001). Collaboration on the basis of complementary domain knowledge Observed dialogue structures and their relation to learning success. *Learning and Instruction*, 11, 53-83.
- 小橋康章 (1996). 創造的思考と発想支援 市川伸一 (編) 認知心理学 4思考 (pp.181-203) 東京大学出版会
- Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching. *American Educational Research Journal*, 27, 29-63.
- 丸野俊一・加藤和生 (1996). 議論過程での自己モニタリング訓練による議論スキルの変容 九州大学教育学部紀要 (教育心理学部門), 41, 113-148.
- Mayer, R.E. (1999). *The promise of educational psychology: Learning in the content areas*. Columbus, OH: Merrill.
- Mayer, R.E., & Wittrock, M.C. (1996). Problem-solving transfer. In D.C.Berliner & R.C.Calfee (eds.), *Handbook of educational psychology* (pp.47-62). New York: Macmillan.
- Mevarech, Z.R. (1999). Effects of metacognitive training embedded in cooperative settings on mathematical problem solving. *Journal of Educational Research*, 92, 195-205.
- 森田英嗣・稲垣佳世子 (1997). 選択肢提示の有無が算数での集団討論の過程と所産に及ぼす効果 教育心理学研究, 45, 129-139.
- 岡田猛・田村均・戸田山和久・三輪和久 (編) (1999). 科学を考える 北大路書房
- Palincsar, A.S., & Brown, A.L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1, 117-175.
- Rabow, J., Charness, M.A., Kipperman, J., & Radcliffe-Vasile, S. (1994). *William Fawcett Hill's Learning through discussion*. Newbury Park, CA: Sage.
- (丸野俊一・安永悟 (訳) (1996). 討論で学習を深めるには—LTD話し合い学習法— ナカニシヤ出版)
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking*. New York: Oxford University Press.
- Schwarz, B.B., Neuman, Y., & Biezuner, S. (2000). Two wrongs may make a right...If they argue together! *Cognition and Instruction*, 18, 461-494.
- Schoenfeld, A.H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL: Academic Press.
- 多鹿秀継 (1996). 算数問題解決過程の認知心理学的研究 風間書房
- Tajika, H., Nakatsu, N., & Ito, T. (1997). The effect of relational pictures on solving ratio word problems. *Educational Technology Research*, 20, 17-23.
- Tajika, H., Nakatsu, N., & Nozaki, H. (2001). A longitudinal study of the effects of computer-based diagrams on solving word problems. *Educational Technology Research*, 24, 1-8.
- Tajika, H., & Sakamoto, M. (1999). The effect of self-generated diagrams and question answering on solving ratio word problems. *Educational Technology Research*, 22, 35-41.
- 多鹿秀継・山本克仁 (2001). ディスカッションによる算数割合文章題解決過程の研究 愛知教育大学教育実践総合センター紀要, 4, 19-26.
- Vosniadou, S. (1996). Towards a revised cognitive psychology for new advances in learning and instruction. *Learning and Instruction*, 6, 95-109.

## 6 付記

本研究は、平成13年度科学研究費補助金(基盤研究(A)(1))、研究代表者：丸野俊一、課題番号：11301004)の補助を受けて実施したものである。