愛知教育大学教育実践総合センター紀要
第2号, pp. 1～ 7 (March, 1999)

割合文章題解決における子どもの学習方略の吟味

多 鹿 秀 継
(愛知教育大学心理学教室)
・
山 本 克 仁
(赤羽根町立高松小学校)

An Investigation of Children's Learning Strategy Choices in Solving Ratio Word Problems

Hidetsugu TAJIKA
(Aichi University of Education)
・
Katsuhito YAMAMOTO
(Takamatsu Elementary School)

本研究の目的は，小学6年生が割合文章題を解くときに，どのような学習方略を使用するかを吟味することである。問題の難易と問題の意味構造（比の第2用法と比の第3用法）を組み合わせることによって構成される4タイプの問題を75名の小学6年生に解かせた。問題を解く前に，どのような学習方略を用いて当該の問題を解くかを被験児に尋ねた。その結果，4タイプ共に，問題の中でヒントとなる言葉や数字に着目して解くという回答が多かった。また，難問題は易問題よりも，比の第3用法の問題は比の第2用法の問題よりも，共に正答率は低かった。しかしながら，比の第3用法の難問題では，線分図を描いて解くという回答に変更する被験児数が増加し，かつ他の解き方の子どもに比べて正解率は高くなった。学習方略の選択の観点から考察した。

キーワード：割合文章題，学習方略の選択，線分図

1 目的

本研究の目的は，小学6年生が割合文章題を解決するときに，どのような学習方略を使用するのかを吟味することである。

一般に，子どもの算数文章題の解決過程は，文章題を読んで理解し（理解過程），理解した内容を立式して演算の実行をなす（解決過程）ことからなる（例えば，Mayer, 1987, 1992; Hinsley, Hayes, & Simon, 1977)。勿論，問題解決の一般的な過程は，理解過程から解決過程に直線的に進むだけではない。ある程度問題を理解してから解決を試み，必ずしも解決に至らないときにもう一度理解過程に戻って文章内容を理解し直し，問題解決を試みることもある。しかしながら，算数文章題解決過程は，文章内容を理解する過程と解決する過程で構成されていることは了解されるであろう。

さて，上記のように，理解過程と解決過程に区分された文章題解決過程において，子どもがどのような学習方略を利用・選択するかに関わる過程は2つの区分のどちらの過程と考えられるであろうか。

算数文章題の理解過程を更に詳細に分析するとき，文章を読んで一文毎の意味を理解する変換過程と，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あげる統合過程からなることが理解できるであろう（例えば，Mayer, 1987, 1992; 多鹿,1996)。他方，算数文章題の解決過程は，文章題の理解過程において構成され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するプラン化過程と，演算を実行して解答を得る実行過程からなるといえる（例えば，Mayer, 1987, 1992; 多鹿, 1996)。

上記のような理解過程と解決過程の更なる区分から判断するとき，本研究の目的である学習方略は，解決過程におけるプラン化過程に密接に関連するように考えられる。プラン化過程においては，理解過程において構成された文章題のメンタルモデルに基づいて，正解を得るためにはどのような立式を構成すればよいかのプランを立てなければならない。この意味からすると，プラン化過程において構成される方略とは，解決のためのプランを練るという意味での方略であり，加減乗除を使用した四則演算の適用のプラン化を意味する。

しかしながら，本研究において目的とする子どもが問題解決において使用する方略とは学習方略のことであり，問題を解く前の理解過程において理解を十全のものにする方略である。換言すると，本研究が目的と

する学習方略は，子どもがどのような方略を使用して情報の統合を支援するかに関わるものといえる。子どもが文章題を理解する過程において，文章表現された内容と子ども自身が有する算数・数学の知識を統合して当該の文章題のメンタルモデルを構成するとき，子どもはどのような方略を選択・利用することによって，メンタルモデルを構成するのかを見るものである。それ故，本研究での学習方略は，理解過程における子どものアクティブな営みとして位置づけることができるであろう。

さて，子どもの方略選択に関して，例えば Siegler (1987) は，幼稚園児，小学1年生，及び小学2年生を使って，子どもに数の加法を行わせた研究の結果から，どの年齢の子どもに関わらず，子どもが様々な方略を選択して足し算の計算をしていることを明らかにした。即ち，Siegler（1987）は上記の子どもに様々な足し算の問題を与え，子どもが用いる方略を言語報告や行動から分析した。それらの方略とは，「検索方略」(計算の結果を記憶から引き出す方略)，「ミン方略」(大きい数字の方から計算をスタートさせる方略)，「分解方略」(計算をいくつかのより単純な計算過程に分ける方略)，「全計数方略」(1から全ての数を数えて解答する方略)，及び「推測方略」(当て推量で解答する方略）の5つのタイプであった。幼稚園児，小学1年生，及び小学2年生に共通して顕著に認められた方略は「ミン方略」であった。学年が上に行くにつれて「検索方略」が増えてきた。他方，「全計数方略」や「推測方略」は幼稚園児のみに多く見られ，小学1年生になると大変少なくなってきた。

このように，Siegler（1987）の研究では多様な方略が報告・分類された。また，一人の子どもにおいても課題の難易に応じて使用する方略を変え，課題の解決に適応的に対処していることが分かった。

本研究では，Siegler（1987）と異なり，高学年（小学6年生）の子どもが算数割合文章題を解く過程において選択する学習方略に焦点を当てた。また，子どもに自由に方略を選択させた Siegler（1987）の課題と異なり，用意された学習方略の中から，子どもに最適の方略を選択させる課題を使用した。即ち，先行研究（多鹿，1996）を参考にして，子どもが使用する学習方略を予めいくつかのタイプに絞って用意し，用意された学習方略の中から最適の方略を子どもに選択させる課題を本研究では用いた。

本研究では，授業等で割合文章題の学習方略が指導されている高学年の子どもであっても，割合文章題の問題タイプによって，学習方略を適応的に選択していることが予想される。

2　方法

（1）調査対象・調査時期

愛知県下の2つの公立小学校6年生75名を調査の対象として使用した。調査の時期は 1998 年 7 月であった。小学6年生にとって，この時期は割合文章題を小学5年生に学習してから約6カ月程度経過した時期であった。小学6年生が割合文章題を学習するのは，2学期の後半以降である。なお，小学6年生を調査の対象に選んだ理由は，小学5年生が割合文章題を未習であることによる。小学5年生は，通常1月から2月にかけて割合文章題を学習することが多い。

（2）調査材料

本研究で使用した調査材料は，4種類の割合文章題で構成された問題冊子であった。4種類の問題は，比の第2用法（比較量を求めるタイプ）と比の第3用法（基準量を求めるタイプ）の2種類の意味タイプの問題で構成されていた。また，各々の意味タイプの問題は，易しい問題と難しい問題とで構成されていた。易しい問題とは，問題文中の数字をそのまま用いて，一度の計算によって解答できるタイプの問題であった。また，難しい問題とは，問題文中の割合を示す数字を全体の1から引くという余分な計算のステップを踏むことによって，解答できるタイプの問題であった。この結果，構成された4種類の問題とは，易しい問題と難しい問題からなる比の第2用法の問題と，同じく易しい問題と難しい問題からなる比の第3用法の問題であった。

表1には，本研究で使用した4種類の割合文章題の1つである比の第2用法の易問題（問題番号1の問題）を示した。他の問題は以下の3問であった。

（問題番号2：比の第3用法の易問題）

「あきら君は妹におはじきを 15 個あげました。妹にあげたおはじきの数は，はじめにもっていたおはじきの 0.6 倍です。あきら君がはじめにもっていたおはじきの数はいくつですか。」

（問題番号3：比の第2用法の難問題）

「たえ子さんは，お金を 720 円もっています。たえ子さんはもっていたお金の 0.75 倍を買い物で使いました。たえ子さんは，今，いくらお金が残っていますか。」

（問題番号4：比の第3用法の難問題）

「今日までに本全体の 0.4 倍にあたるページを読みました。まだ，30 ページ残っています。この本は，全部で何ページありますか。」

また，各問題には，表1に見られるように，当該の問題を解く場合に使用する学習方略を5つの選択肢から1つ選択させる問題と，選択した方略を使って問題を解く問題とを含んでいた。問題番号2から4の問題のフォーマット及び選択肢の数・内容も，表1の問題

表1　本研究で使用した問題の一例

小学校　6 年　組　男・女　名前

① まさお君の組全体の人数は，40人です。
まさお君の組の男の子の人数は全体の0.6倍です。
まさお君の組の男の子の人数は何人ですか。

(問1) 上の問題をとくとき，あなたはどのようなやり方を使ってときますか。下のア～オの5つのやり方のなかから、あなたの使うやり方を一つえらんで，○でかこみましょう。

ア．線分図をかいてからとく。
イ．線分図以外の図や絵をかいてからとく。
ウ．メモをかいてからとく。
エ．問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく。
オ．その他のやり方を使ってとく。

(問2) それでは，あなたのえらんだやり方を使って，上の問題をときましょう。
（やり方）

（式）

（答）

つぎのページへ進みなさい

番号１の問題と同一であった。

（３）手続き

調査はクラス単位の集団で実施した。小学６年生にＡ４判からなる冊子を配布し，氏名等を書かせた後，各問題を順番に解かせた。解答時間は全部で 20 分であった。20 分の経過後，問題冊子を回収した。

3　結果と考察

本調査は公立小学校２校で実施した。分析にはいる前に，２つの学校間に文章題の成績に差が認められるかどうかを検討した。１つの問題は式と答えがあっておれば２点を付与した。それ故，満点は８点であった。Ａ小学校の６年生（N=52）の平均値は 3.96 点（SD=1.77）で，Ｂ小学校の６年生（N＝23）の平均値は 4.09（SD=1.50）であった。この結果，両小学校の６年生に文章題の成績に差がなかった。それ故，以下の分析では両小学校の６年生の成績を合算し，75 名のデータによる分析を行った。なお，式と答えのどちらかが正解である子どもは，一人もいなかった。

表２には，「ア」から「オ」の５種類の学習方略のタイプに対して，75 名の小学６年生が各々の問題で選択した人数と，当該の問題を解いた人数（括弧内の数字）を示した。例えば，問題番号１の問題では，52 名の子ども（69 %）が「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」という学習方略を選択した。また，「エ」の画家集方略を選択した 52名の子どもの内，51 名の子ども（98 %）が正解であったことを示している。

表２の結果から明確になったいくつかの内容を，以下にまとめてみよう。

①易しい問題（問題番号１と２の問題）に対しては正答する子ども数が多かった。他方，難しい問題（問題番号３と４の問題）の場合には誤答する子どもの数の方が正答する子どもの数よりも多かった。

②問題の意味タイプの違いに関する比較では，比の第２用法の問題（問題番号１と３の問題）で正答する子どもの数の方が，比の第３用法の問題（問題番号２と４の問題）で正答する子どもの数よりも多かった。

③問題の難易や問題の意味タイプの違いに関わらず，「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略を選択した子どもが多かった。

④問題が難しくなってくると，「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略を選択する子どもの数が減り，「ア　線分図をかいて

表２　問題タイプ別の学習方略選択者数と正答者数

	問題番号			
学習方略タイプ	1	2	3	4
「ア　線分図」	10（ 9）	10（ 7）	10（ 1）	13（ 3）
「イ　他の図や絵」	3（ 2）	4（ 2）	3（ 0）	8（ 1）
「ウ　メモ」	6（ 6）	7（ 4）	6（ 2）	3（ 0）
「エ　言葉や数字」	52（51）	50（41）	52（13）	43（ 4）
「オ　その他」	4（ 3）	4（ 2）	4（ 0）	8（ 0）
合　計	75（71）	75（56）	75（16）	75（ 8）

（注）表中の数値は各学習方略を選択した子どもの人数であり，括弧内は正答した子どもの人数。

からとく」，「イ　線分図以外の図や絵をかいてからとく」，あるいは「オ　その他のやり方を使ってとく」の学習方略を選択する子どもの数が多くなった。但し，それらの学習方略を選択したからといって，「ア　線分図をかいてからとく」を選択した場合を除いて，正解者の割合が増加したわけではなかった。

更に，表2からは読みとることはできないが，得られたデータの分析結果から，

⑤同じ子どもであっても，問題の難易や問題の意味タイプの違いに応じて，異なる学習方略を選択していた。

以下では，上記の5つ結果を考察しよう。

まず，第1の結果は常識的である。本研究では，例えば問題番号1の問題のように，

$40 \times 0.6 = 24$

によって，1回の計算で解答できるような1ステップの問題を易問題とし，問題番号3の問題のように，

$720 \times (1 - 0.75) = 180$

2回の計算を実行することで解答のできる2ステップの問題を難問題と定義した。5年生で割合文章題を学習しただけの6年生にとって，2ステップの計算を実行しなければならない問題は複雑であり，結果として正解者の割合が大変減少したといえる。

第2の結果は，以前になされた多鹿（1996）の研究結果と一致するものであった。比の第2用法は比較量を求めるものであり，例えばAのBに対する割合をPとするとき，

$A = B \times P$

によって求められる量である。他方，比の第3用法は基準量を求めるものであり，上記の例でいえば，

$B = A \div P$

によって求められる量である。

これまでの研究においても，比の第3用法は割合の計算でもっとも難しいことが指摘されている（日本数学教育学会，1992; 多鹿，1996）。その理由として，子どもが得るべき基準となる量と割合を，部分－全体の関係に適切に対応させることができないことにあると考えられる。例えば，問題番号2の易しい問題の場合，

$15 \div 0.6 = 25$

で求められる。この場合，全体は「あきら君がはじめにもっていたおはじきの数」であり，それが未知数となっている。部分に対応するのは「あきら君が妹にあげたおはじきの数である15個」である。全体と部分の関係が把握できると，次の作業は0.6倍が何を意味するかを明確にしなければならない。この問題では，部分を意味する15個のおはじきの数が，あきら君のはじめにもっていたおはじきの数である全体1の0.6倍であることに気づかなければならない。子どもにとって，基にする量である全体を1と見立てることがまず難しい。次いで，15個のおはじきの数が全体を意味する数値であるのか，あるいは部分を表現している数値であるのかを適切に判断することが難しい。19名のエラーを示した子どもの大半は，

$15 \times 0.6 = 9$

と解答した。これは15個というおはじきの数が，部分－全体の関係の全体を表現する数として捉えたことによるものであるといえる。「あきら君がはじめにもっていたおはじきの数」が，与えられた文章題には表現されていない1という全体の割合であることを理解せず，文章題で表現されている0.6を全体15個の部分の割合として，自動的（？）に処理してしまったと考えられる。

多鹿（1996）は，文章題解決における情報統合を解決におけるキー概念として捉えた。多鹿（1996）によれば，子どもが割合文章題を理解する場合，割合に関する部分－全体の関係を理解することとともに，文章表現された問題文の意味内容の理解を適切に結びつけることが必要とされる。このような算数概念の理解と文章内容の理解を統合することが，文章題解決にとって重要であることを指摘した。比の第2用法と比の第3用法の問題タイプの違いは，この情報統合の難易に影響を与えるようである。

第3の結果に関して，多くの子どもは文章表現に含まれる言葉や数字をヒントにして，当該の問題を解決した。「エ」を選択した子どもの中には，問2の「やり方」の箇所で，実際にヒントとなった数字を記述している場合も見受けられた。しかしながら，「やり方」の箇所で記述された数字が，子どもにとって，問題解決のどのようなヒントとなったのかが明確にされるような書き方をする場合はまれであった。

「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略に則って問題を解決するとき，文中の数字やキーワードに着目し，それらを使って誤った立式を導くことがしばしば指摘されている（例えば，Hegarty, Mayer, & Monk, 1995)。例えば，大学生を使ったHegarty et al.（1995）の文章題の研究では，文中の「～よりも大きい」という言葉をみて乗算を実施し，「～よりも少ない」という表現を見て除算を実施する被験者がいたことを報告している。

本研究で使用した割合の問題文では，上述したように，問題解決につながるヒントとなる数字やキーワードを見出すのは困難である。それ故，本研究に参加した子どもも，「えらんだやり方を使って，上の問題を解きましょう」という課題において，いくつかの数字や言葉を記述した子どももいたが，基本的には記述した数字や言葉から立式への展開は不明確であった。ある子どもにインタビューを行ったとき，「40人が組全体の人数で，その割合が0.6倍だから」という回答

を得た。この子どもの回答は一般的であり，易しい問題に対してはこのような回答で正解が多かった。しかしながら，このような回答から子どもがどのようにして正解へとつながる立式に達したのかが明確ではない。「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略を選択することによって，一方で容易な問題の時には部分－全体の関係を適切に問題状況に写像できた子どもが，他方で難しい問題になるとその適用がうまく行かない子どもになってしまうという状況が見られるようになったといえる。

第4と第5の結果を併せて考察しよう。問題が複雑になると，子どもは「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略に頼るよりも，他の学習方略を採用する傾向が認められた。特に，問題番号4の問題では，子どもは様々な学習方略を使用して問題を解こうと試みていた。そのような試みの中で，正解者を増やしているのは線分図方略であった。表2からも理解できるように，75 名中 13 名（17 %）の子どもが線分図を描いて問題を解くと回答し，その中の3名（23 %）の子どもが，本研究で最も難解であるとされた比の第3用法の問題を正しく解いた。「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略を回答した子どもは 43 名（57 %）いたが，その中で問題番号4の問題を正しく解いた子どもの数はわずかに4名（ 9 %）であった。

ところで，問題が難しくなると，子どもの間で異なる学習方略を選択する傾向が認められるだけでなく，同一の子どもの中でも学習方略を変更する傾向が認められる。即ち，最初の問題で「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略を使用していた子どもでも，問題が進むにつれて異なる方略を選択する傾向が認められた。

今回の調査で使用した 75 名の子どもの中で，4問の問題解決過程において学習方略を変更した子どもの数は 28 名（37 %）であった。4割近くの子どもが問題の難易や問題の意味タイプの違いに対処して学習方略を変更していることが示された。多くの子どもは一貫して「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略を用いて問題を解いている。しかしながら，4割近くの子どもは問題のタイプに応じて学習方略を変更させた。勿論，その子どもたちの中には，問題が難しい場合には適当に学習方略を選択した場合もあるかも知れない。

しかしながら，多くの子どもは，問題を理解し解く過程において，子ども自身にとって最も適切であると判断された学習方略を選択した。学習方略の変更の仕方の典型例は，比の第2用法の問題（問題番号1と3）に対しては「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略を選択し，比の第3用法の問題（問題番号2と4）に対しては「ア　線分図をかいてからとく」を選択するパターンであった（2名の子ども）。また，易しい問題（問題番号1と2）に対しては「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略で解き，難しい問題（問題番号3と4）に対しては「ア　線分図をかいてからとく」の学習方略を使って解く子どものパターンも見られた（2名）。全般的に，易しい問題の時には「エ　問題の中のヒントになることばや数字をみつけ，そのことばや数字をすぐに使って式をつくり，問題をとく」の学習方略で解き，難しい問題の時には「エ」以外の学習方略を使用する傾向が認められた。

このような方略選択に関して，Siegler（1996; Siegler & Jenkins, 1989）は，子どもは1つの問題を解く過程においても，多様な方略を選択して使用することを指摘している。Siegler（1996）によれば，方略は課題解決まで何度も生じるし，いろいろと使用して終了する。時間の経過に伴って，問題を解くために子どもの使用する形式的な方略はその効率を増し，効率の悪い方略にとって変わる。しかしながら，単純な方略も複雑な方略も共に子どもの認知のレパートリのなかにあり，どれを使うかで張り合っている。課題の特徴，学習文脈，あるいは子どもに依存して，異なる方略が異なる試行で使用されるといえる。

Siegler の方略選択の研究は，主に低年齢の算数の計算の領域で明確にされたものである。しかしながら，その結果は，本研究のように高学年の割合文章題の問題に対しても，適用の可能な内容であるといえる。本研究からは，子どもの学習方略の選択は，与えられた問題の難易，あるいは問題の意味タイプの違いによって，子どもが適応的に柔軟に行っていると指摘することができる。しかも，問題が難しくなったり，比の第3用法のような問題の意味タイプになるとき，他の学習方略の使用に比べて，正解する子どもの割合の増加する「ア　線分図をかいてからとく」の学習方略の使用が増加する傾向が見られた。

4　引用文献

Hegarty, M., Mayer, R.E., & Monk, C.A.　1995　Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87, 18-32.

Hinsley, D.A., Hayes, J.R., & Simon, H.A. 1977 From words to equations: Meaning and representation in algebra word problems. In M.A.Just & P.A.Carpenter (Eds.), *Cognitive processes in comprehension* (pp.89-106). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Mayer, R.E. 1987 *Educational psychology: A cognitive approach.* Boston: Little, Brown.

Mayer, R.E. 1992 *Thinking, problem solving, cognition.* Second edition. New York: W.H.Freeman.

日本数学教育学会（編） 1992 新訂算数教育指導用語辞典 東京：新数社

Siegler, R.S. 1987 The perils of averaging data over starategies: An example from children's addition. *Journal of Experimental Psychology: General*, **116**, 250-264.

Siegler, R.S. 1996 *Emerging minds: The process of change in children's thinking.* New York: Oxford University Press.

Siegler, R.S., & Jenkins, E. 1989 *How children discover new strategies.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

多鹿秀継 1996 算数問題解決過程の認知心理学的研究 東京：風間書房

5 付記

本研究は，平成 10 年度文部省科学研究費補助金（基盤研究（C）(2)，研究代表者：多鹿秀継，課題番号：10610107）の補助を受けて実施したものである。本研究を実施するに当たり，豊明市内と赤羽根町内の2つの小学校の校長先生，6年生の担任の先生，並びに児童の皆さんには多大のご協力を頂きました。心よりお礼申し上げます。