

割合文章題の解決に影響する諸要因

— 正答率や誤答内容の変化に基づく検討 —

坂本 美紀
(心理学教室)

Error analysis of fifth graders' solutions to rate word problems

Miki SAKAMOTO
(Department of Psychology)

要約: 小数を扱う割合文章題を対象に、割合の用法・解決に必要なステップ数・問題の文脈の3要因が文章題解決の遂行に与える影響を検討した。被験者全体あるいは成績の上位群と下位群における、各条件での正答率や誤答内容を分析し、割合文章題の解決における誤答の原因について考察した。

Keywords: 割合文章題, 誤答分析, 問題の文脈

問題・目的

小数を扱う割合文章題は、小学校高学年で学習するが、決して易しくはない内容である。割合文章題を正しく解くには、わずかな言葉の手がかりによって数量間の関係を理解しなければならない。Rileyら(Riley, Greeno, & Heller, 1983; Riley & Greeno, 1988)は、単純な加減算の文章題を対象に、文章題の難しさが問題の意味構造や未知数の位置によって決まることを示した。たとえ使う演算が同じであっても、2集合の比較を扱う問題は、2集合の結合や変化を扱う問題よりも困難である。また、意味構造が同じであっても、 $a + b = c$ という数量関係のうち、未知数が c である場合は比較的解きやすいが、 b が未知数の場合は難しくなり、 a が未知数の場合はさらに難しくなるのである。

このことを割合文章題に当てはめて検討してみよう。割合文章題の場合、未知数の位置の違いは割合の用法に反映されており、「基準量」×「割合」=「比較量」という関係において、除算を用いて「基準量」を求める第3用法の文章題は、乗算を用いて「比較量」を求める第2用法の文章題に比べて難しいことが示されている(e.g.坂本, 1996)。割合文章題においても、未知数の位置は成績に影響するといえる。

同じ用法の問題であっても、解決に必要なステップ数が増えると、演算1回で解ける単純な問題よりも成績は低下する。例えば「はる子さんは、240ページの本を読んでいます。これまでに、本全体の0.6倍を読みました。」という状況設定において、[読んだページ数]を問う問題ならば乗算1回で解けるが、割合の明示されていない[残りのページ数]を問う問題であれば、乗算に加えて減算を実施する必要がある、その分正答率は低下すると考えられる。本研究では、解決に必要なステップ数が1である問題を単純問題、複数のステッ

プが必要な問題を複雑問題と呼ぶこととする。複雑問題では、単純問題の場合と比べて、児童の誤答の内容はどのように変わってくるのだろうか。

一方、問題の意味的な構造に関しては、割合文章題自体が、乗除算の文章題における比較の問題であるといえる。しかし詳細に見てみると、小数や分数のような有理数を扱う割合文章題の場合は、2量を比較する文脈に加えて、「全体を1としたうちの0.3」などという部分-全体の関係を扱う文脈が存在する。こういった文脈のタイプも、文章題の正答率や誤答の内容に影響を与えるのだろうか。

本研究の目的は、小数を扱う割合文章題を対象に、割合の用法・解決に必要なステップ数・問題の文脈といった要因が文章題解決の遂行に与える影響について、各条件における文章題の難易度および誤答の内容の2つの視点から検討することである。また、文章題解決の成績がよい者とそうでない者とで、これらの要因の影響のしかたが異なるのかどうかについても検討する。本研究では、これらの結果をもとに、割合文章題での誤答の原因について考察する。

方法

被験児 公立小学校の5年生80名(男子40名,女子40名)を対象として調査を行った。調査の実施時期は学年末の3月であり、小数の乗除算および割合の文章題の解き方は学習済みであった。

材料 小数を扱う割合文章題8問で、式と答えを書かせた。文章題の内訳は、演算1回で解く単純問題4題と、2回以上の演算が必要な複雑問題4題であり、複雑問題は、割合の問題で必要な乗算ないし除算に加えて、さらに加算や減算を施して解くように作成された。単純問題、複雑問題ともに、割合の第2用法にあたる

問題と第3用法にあたる問題とが、それぞれ半数ずつ含まれていた。また、文脈のタイプとして、1つの量における部分と全体の関係を扱うものと、2量の比較を扱うものとの2種類を用意した。各文章題の条件設定をTable1に示す。以下、各文章題を次のように呼ぶ。①第2単純部分、③第2単純比較、②第3単純部分、④第3単純比較、⑤第2複雑比較、⑦第2複雑部分、⑥第3複雑比較、⑧第3複雑部分。使用した問題文の一覧は資料1を参照のこと。

Table 1 使用した文章題の条件設定

問題番号	解決ステップ数	割合の用法	文脈のタイプ
①	1(×)	第2用法	部分-全体
③	1(×)	第2用法	2量の比較
②	1(÷)	第3用法	部分-全体
④	1(÷)	第3用法	2量の比較
⑤	2(×+)	第2用法	2量の比較
⑦	2(×-)	第2用法	部分-全体
⑥	2(÷-)	第3用法	2量の比較
⑧	3(÷+-)	第3用法	部分-全体

注：()内は解決に必要な演算を示す

手続き 以上の文章題をA4版の課題冊子にまとめ、担任教師の指導のもと、授業時間内にクラス単位で課題冊子を解いてもらった。

結果

結果の分析は以下の手順で進める。分析に先立って、文章題課題全体の成績の分布を検討し、それをもとに成績の上位群と下位群との分類を行う。最初に、割合の用法・解決に必要なステップ数・問題の文脈の3つの要因が文章題の難易度に与える影響を、被験者全体で、また成績上位群と下位群において、それぞれ検討

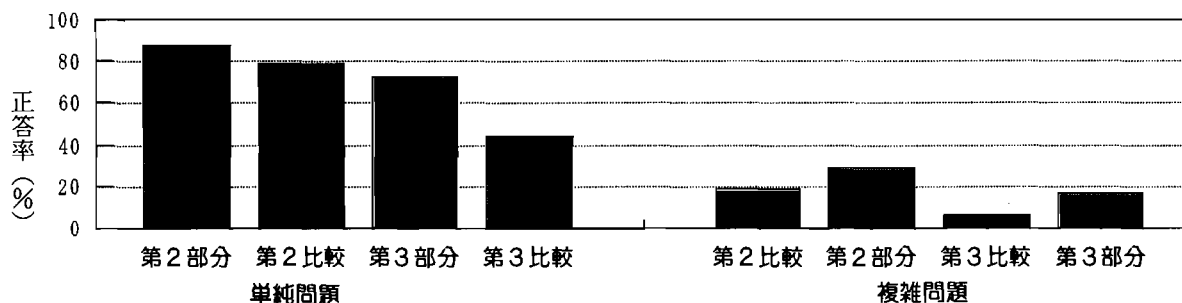


Fig. 2 各文章題における正答率

Table 2 各文章題間における正答率の差の有無

	第2単純部分	第2単純比較	第3単純部分	第3単純比較	第2複雑部分	第2複雑比較	第3複雑部分	第3複雑比較
第2単純部分	≡	>	>	>	>	>	>	>
第2単純比較		≡	>	>	>	>	>	>
第3単純部分			≡	>	>	>	>	>
第3単純比較				≡	>	>	>	>
第2複雑部分					≡	≡	>	>
第2複雑比較						≡	>	>
第3複雑部分							≡	>

注) >…問題間に正答率の差が認められた
≡…問題間に正答率の差が認められなかった

する。検討にあたってはまず、条件ごとの文章題の正答率を比較し、この結果をもとに各文章題に対する正誤のパターンを検討する。続いて、各文章題における誤答の内容を分類し、3つの要因が誤答の内容に与える影響を、被験者全体および成績上位群と下位群において検討する。

1. 文章題課題全体の成績

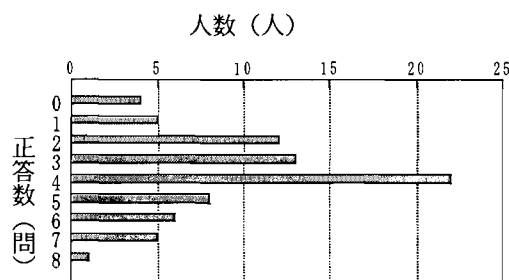


Fig. 1 文章題課題の正答数の分布

被験児全員における、文章題課題8問中の正答数をFig. 1に示す。平均正答数は3.5問 (SD=1.8)、正答数の中央値は4問であった。中央値に基づいて、被験者を成績の上位群と下位群に分類したところ、正答数4問以上の上位群が42名、下位群が38名となった。

2. 条件ごとの文章題の難易度

①正答率

被験児全体における、各文章題の正答率をFig. 2に示す。コクランのQ検定を用いて問題ごとの正答率を比較したところ、全体で有意差が認められた ($\chi^2(7) = 247.378, p < .01$)。問題ごとの正答率は、高いものから、第2単純部分、第2単純比較、第3単純部分、第3単純比較、第2複雑部分、第2複雑比較、第3複雑部分、第3複雑比較の順になっていた。各問題間で

の正答率の差を、Ryan法による多重比較を用いて検討した結果を、Table 2にまとめる。全体として、単純問題は複雑問題より正答率が高かった。しかし、単純問題の中でも、2量の比較を扱う第3用法の問題は正答率が低く、複雑問題の易しいものと差がないくらいであった。また、複雑問題の中では、2量の比較を扱う第3用法の問題の正答率が有意に低かった。これより、解決に必要なステップ数の要因に加えて、文脈

のタイプと割合の用法の要因も、それぞれ正答率に影響を与えているといえる。

ここで、文脈のタイプと割合の用法の要因が正答率に与える交互作用を検討するために、ステップ数をこみにして条件ごとの正答数を算出し(Fig. 3)、文脈のタイプ×用法の2×2の2要因分散分析を実施した。分析の結果、文脈のタイプと用法それぞれの主効果が

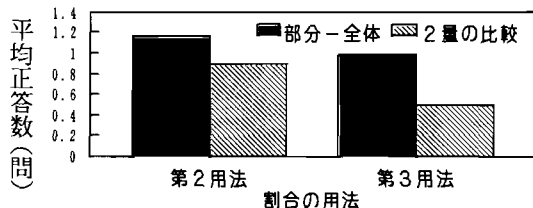


Fig. 3 文脈のタイプと割合の用法の条件別の平均正答数

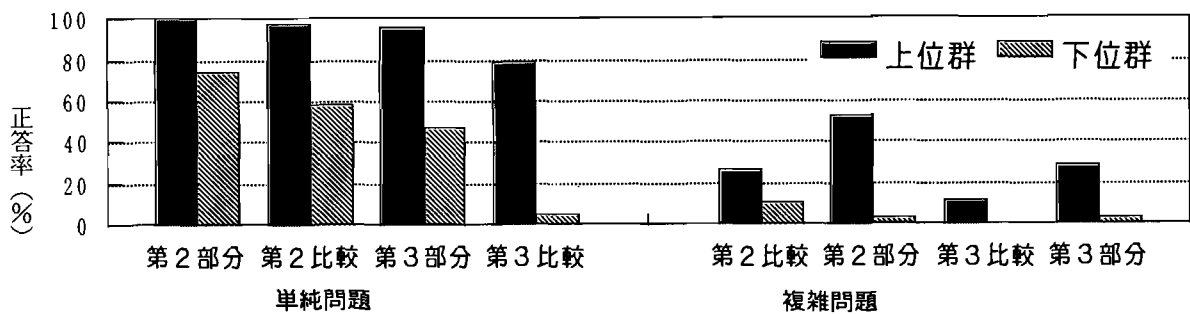


Fig. 4 上位群と下位群における各文章題の正答率

さらに、成績上位群と下位群とで、ステップ数や文脈のタイプ、割合の用法といった要因が与える影響が異なるのかどうかを検討するために、3通りの3要因分散分析を実施した。a. 成績群×ステップ数×文脈のタイプ、b. 成績群×文脈のタイプ×割合の用法、c. 成績群×ステップ数×割合の用法である。分析の結果、成績群の要因にかかわる交互作用が認められたのは、a. と c. であり、それぞれ2次の交互作用が有意であった ($F(1,78) = 16.24, p < .001$; $F(1,78) = 16.80, p < .001$)。それぞれの交互作用の下位検定より、以下のことが明らかになった。

分析a.に対応する条件ごとの平均正答数をFig.5に示す。上位群ではステップ数と文脈のタイプそれぞれの単純主効果のみが有意であったのに対し、下位群ではこれらの単純主効果に加えて単純交互作用が有意であった。これは、単純問題では部分-全体の関係を扱う問題の成績が2量の比較を扱う問題を上回っていたのに対し、複雑問題では文脈のタイプによる成績差が

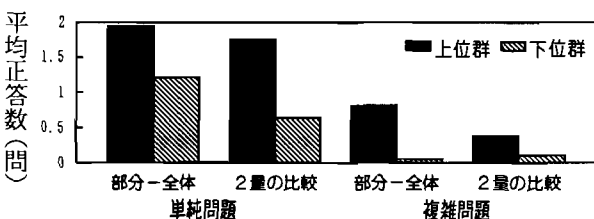


Fig. 5 各成績群における解決ステップ数と文脈タイプの条件ごとの成績

有意であった ($F(1,79) = 26.27, p < .001$; $F(1,79) = 51.52, p < .001$)。交互作用は有意傾向であった ($F(1,79) = 3.78, p < .10$)。これより、被験児全体において、2量の比較を扱う問題は部分-全体の関係を扱う問題より難しいこと、第3用法は第2用法より難しいことが、それぞれ示された。

続いて、文章題全体の成績の上位群と下位群とで、各問題の正答率を比較した。群ごとの正答率をFig. 4に示す。群ごとの正答率をフィッシャーの直接確率計算法で比較したところ、2量の比較を扱うふたつの複雑問題の傾向差 (第2用法: $p = .09$, 第3用法: $p = .06$; ともに両側検定) を含め、すべての問題で有意な群間差が認められ、上位群の正答率が下位群を上回っていることが示された。

見られなかったことによる。

分析c.に対応する条件ごとの平均正答数をFig. 6に示す。上位群ではステップ数と割合の用法それぞれの単純主効果のみが有意であったのに対し、下位群ではこれらの単純主効果に加えて単純交互作用が有意であった。これは、単純問題では第2用法の成績が第3用法を上回っていたのに対し、複雑問題では用法による成績差が見られなかったことによる。

これらの結果は次のようにまとめられる。成績上位群では、ステップ数にかかわらず、部分-全体の問題は2量の比較問題より易しく、第2用法は第3用法より易しかった。しかし下位群においては、単純問題では上位群と同様の成績差のパターンが見られたものの、複雑問題になると易しい条件の問題であっても解くことが出来なかったのである。

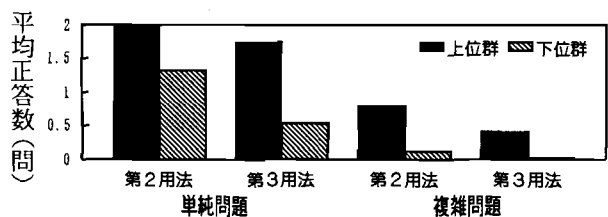


Fig. 6 各成績群における解決ステップ数と用法の条件ごとの成績

②正誤のパターン

被験者が、8タイプの文章題に対して、どのような正誤のパターンを示したかを検討した。ここでは、計

算の実行の際に誤りはしたが、立式自体は正しかった解答は正答と見なした。パターンの分類にあたっては、前項で述べたパラメトリック検定で示された文章題の難易の順番を考慮した。まず、最も難しい複雑問題が「第3複雑比較」、それに続いて困難な複雑問題が「第2複雑比較」と「第3複雑部分」、そして最も難しい単純問題である「第3単純比較」は、残る複雑問題である「第2複雑部分」と同程度の正答率であり、単純問題の中では「第2単純部分」が最も易しかった。この難易の順をもとに、次のようなカテゴリーを設定し

た。1. 全問正解、2. 最も難しい複雑問題のみ誤答、3. 最も難しい複雑問題に加え、それに続いて困難な複雑問題でも誤答、4. 複雑問題に加え、最も難しい単純問題でも誤答、5. 複雑問題と最も難しい単純問題に加え、他の単純問題でも誤答、6. 最も易しい単純問題でも誤答。以上の6カテゴリーに、7. 難易の順番と一致しないパターンを加えた計7カテゴリーを用いて、パターンの分類を行った。上位～下位の各群における分類結果をTable 3に示す。被験児全体のちょうど3/4が、難易の順番と一致した正誤のパターンを示

Table 3 文章題課題における正誤のパターンの分類結果

	全問正解	最難のみ誤	複雑誤	最難単純	単純誤	最易でも誤	不一致	計
上位群	1	2	24	3	0	0	12	42
下位群	0	0	1	9	15	5	8	38
全体	1	2	25	12	15	5	20	80

注1：最難のみ誤＝最も難しい複雑問題のみ誤答、複雑誤＝最も難しい複雑問題に加え、それに続いて困難な複雑問題でも誤答、最難単純＝複雑問題に加え、最も難しい単純問題でも誤答、単純誤＝複雑問題と最も難しい単純問題に加え、他の単純問題でも誤答、最易でも誤＝最も易しい単純問題でも誤答、不一致＝難易の順番と一致しないパターン

注2：太字は、残差分析の結果、実測度数が有意に大きかったパターンを表す

した。多く出現した誤りパターンを知るために、被験児全体における出現度数について χ^2 検定を実施したところ、有意な偏りが認められ($\chi^2(6) = 44.6, p < .01$)、残差分析より、最も難しい複雑問題と次に困難な複雑問題で誤答したパターンと、難易の順番と一致しないパターンとが、有意に多いことが明らかになった。群ごとの χ^2 検定からは、両群ともに有意差が認められ(上位群: $\chi^2(4) = 45.38, p < .01$; 下位群: $\chi^2(4) = 14.11, p < .01$)、上位群では最も難しい複雑問題と次に困難な複雑問題で誤答したパターンが、下位群では複雑問題と最も難しい単純問題および他の単純問題でも誤答したパターンが、それぞれ多いことが明らかになった。

3. 誤答内容の分類

各文章題における誤答の内容を、被験児が立てた式と答えをもとに分類した。分類にあたっては、次のようなカテゴリーを設定した。まず、大きなカテゴリーとして、1. 立てた式は正しいが計算の実行の際に誤ったもの、2. 誤った式を立てたもの、3. 回答なし、の3種類を設定した。2つめのカテゴリーでは、立式に使用した演算の数でさらに分類を行い、1) 演算1回、2) 演算2回、3) 演算3回以上の3カテゴリーに分類することとした。このうち、演算1回と2回のカテゴリーでは、使用した演算の種類を考慮して、さらに分類を行った。演算1回の立式では、a. 乗算で立式、b. 除算で立式、c. 問題文にない数字を用いて立式、の3つのサブカテゴリーを、演算2回の立式では、a. 正しい演算を含む立式、b. 両方不相当である立式、の2つのサブカテゴリーを、それぞれ設定した。以上のカテゴリーのいずれにもあてはまらない誤答は、その他として分類した。設定したカテゴリーの一覧をTable 4に示す。

Table 4 誤答の分類カテゴリー一覧

1. 計算の実行の誤り
2. 誤った立式
 - 1) 演算1回
 - a. 乗算で立式
 - b. 除算で立式
 - c. 問題文にない数字を利用
 - 2) 演算2回
 - a. 正しい演算を含む
 - b. 両方正しくない
 - 3) 演算3回以上
 - 4) その他
3. 無回答

以上のカテゴリーに基づいて各文章題での誤答内容を分類した結果をTable 5に示す。なお、第3複雑加減の文章題では、誤答の内容が他の問題よりも多岐に渡っていたため、各カテゴリーに分類された誤答内容の実態をTable 6に示すこととする。

分類された誤答タイプの偏りを検討するために、各タイプの出現数の理論度数が5を越えている文章題において、 χ^2 検定を実施した。分析が可能だったのは、部分～全体関係を扱う単純問題を除く6つの文章題であり、これらすべての文章題で誤答タイプの偏りが有意であった(第2単純比較: $\chi^2(2) = 8.90, p < .05$; 第3単純比較: $\chi^2(3) = 91.44, p < .01$; 第2複雑比較: $\chi^2(4) = 98.85, p < .01$; 第2複雑部分: $\chi^2(4) = 81.33, p < .01$; 第3複雑比較: $\chi^2(7) = 129.69, p < .01$; 第3複雑部分: $\chi^2(8) = 129.00, p < .01$)。残差分析の結果、実測度数が有意に大きかった誤答のタイプを、Table 5中に太字で示す。第3複雑部分以外の文章題では、複雑問題においても、乗算ないしは除算を用いて演算1回で立式するタイプの誤答が有意に多かった。

Table 5 各文章題における誤答内容の分類結果

	計算の誤り	誤った立式						無回答	計	
		演算1回		問題にない数字	演算2回		3以上			その他
		乗算	除算		正しい演算を含む	両方不適当				
第2単純部分	1		8	1					10	
第2単純比較	5		11		1				17	
第3単純部分	4	15		1		1		1	22	
第3単純比較	3	39		1		2			45	
第2複雑比較	1	33	26		2	2		1	65	
第2複雑部分	2	37	14				2	2	57	
第3複雑比較		24	36	2	3	5	1	2	75	
第3複雑部分	1	7	8	4	36	2	4	3	67	

注) 太字は、残差分析の結果、実測度数が有意に大きかった誤答のタイプ

一方、第3複雑部分の文章題では、正しい演算を含む演算2回の立式が多かった。このカテゴリーに分類された誤答のなかで、どのような演算の組み合わせが多かったのかを知るために、Table 6の数値を用いて分析を行ったところ、有意な偏りが認められ($\chi^2(2) = 27.67, p < .01$)、加算と除算で立式した誤りが多かったことが示された。

Table 6 第3複雑部分における誤答内容の詳細

誤答のタイプ	出現数
計算の誤り	1
演算1回	
乗算：比べる量×割合	6
乗算：割合×割合	1
除算：比べる量÷割合	7
除算：1÷割合	1
問題にない数字	4
演算2回	
正しい演算を含む：加算と除算	26
：乗算と除算	4
：その他の組合せ	6
両方正しくない	2
演算3回以上	
除算2回と加算2回	3
加算と除算の結果に比べる量を足す	1
その他	3
無回答	2
計	67

複雑問題で多かった誤答内容を見てみると、2量の比較を扱う問題では、乗算での立式と除算での立式がともに多かったのに対し、部分-全体の関係を扱う問題では、第2用法の場合は乗算、第3用法の場合は除算というように、当該の文章題の用法で必要な演算を用いた立式が多かったという傾向がうかがえる。文脈のタイプによって、割合の用法の把握が影響を受けているのではないだろうか。この点を検討するために、各文章題の誤答者を、誤答内容のタイプに関係なく、当該の文章題の用法で必要な演算が選べたか否かを基

準として分類した。選べた者と選べなかった者の出現率の偏りを検討するために、問題ごとに2項検定を実施したところ、部分-全体の問題では人数の偏りが有意であり、必要な演算が選べた者が多かったのに対し、2量比較の問題では、選べた者と選べなかった者との人数に差が見られなくなっていた。分類の結果と検定の結果をまとめてTable 7に示す。

Table 7 複雑問題における割合の用法の把握

	部分-全体		2量の比較	
	第2用法	第3用法	第2用法	第3用法
演算選択○	40	47	35	38
×	15	18	29	35
人数の偏り	$p < .01$	$p < .01$	n.s.	n.s.

注：演算選択の○×は、当該の文章題の用法で必要な演算が選べたかどうかを表す

最後に、成績の上位群と下位群とで、誤答タイプの出現率に偏りがあるかどうかを検討した結果について簡単に述べる。度数の小さいセルが多いため、文章題ごとにセルを合併してクロス表を作成し、 χ^2 検定を実施した。分析に使用した表は資料2を参照のこと。分析の結果、群間差が有意だったのは第3複雑部分の文章題のみであった($\chi^2(3) = 9.53, p < .05$ 。他は $\chi^2 < 2.5, n.s.$)。この文章題における群ごとの誤答タイプをTable 8に示す。下位群では、下位群では出現率の偏りは認められなかった。

Table 8 第3複雑部分における群ごとの誤答タイプ

	演算1回	演算2回		それ以外のタイプ
		加算と除算	他の組合せ	
上位群	6	16	2	6
下位群	13	10	10	4

考 察

1. 条件ごとの文章題の難易度

被験児全体の結果から、解決のステップ数と文脈のタイプ、割合の用法の3つの要因は、全て割合文章題の難しさに影響を与えていることが示された。交互作用が有意水準に達しなかったことより、全体として、複雑問題は単純問題より難しく、2量の比較を扱う問題は部分-全体の関係を扱う問題より難しく、第3用法は第2用法より難しいといえる。小数の割合文章題においては、解決に必要なステップ数の増加、求める量が基準量か比較量かという未知数の位置、そして2量比較か部分-全体関係かという問題の文脈が、それぞれに正答率に影響しているのである。

要因間の交互作用は、上位群と下位群の比較において示された。条件ごとの正答率を用いた分散分析の結果をまとめると、次のように言える。成績上位群では、ステップ数にかかわらず、部分-全体の問題は2量の比較問題より成績がよく、第2用法は第3用法より成績がよかった。しかし下位群においては、単純問題では上位群と同様の成績差のパターンが見られたものの、複雑問題になると易しい条件の問題であっても解くことが出来なかったのである。なお、問題ごとの正答率の比較から示されたように、条件の如何にかかわらず、上位群は下位群を上回る成績を収めている。

各成績群における正誤のパターンの偏りからも、正答率について得られた知見を支持する結果が得られている。下位群で多かったパターンは、複雑問題に加えて難しい単純問題が解けなかったというものである。これは、易しい条件であっても複雑問題は解けず、単純問題では2量の比較という文脈タイプや第3用法の問題で正答率が低かったという結果が、被験児全体だけでなく、個々の被験児のパターンとしても確認されたことを示す。同様に、上位群で多かったパターンは難しい複雑問題が解けなかったというものであるが、これは、上位群では複雑問題においても文脈タイプと用法による差が見られ、易しい条件の問題では正答率が有意に高かったという結果が、個々の被験児のパターンとしても確認されたことを示す。

次の項では、各条件によって問題解決の遂行の内容がどのように変化したのかについて考察する。

2. 誤答内容の分類

単純問題では、2量の比較を扱う問題のみにおいて、誤答内容の偏りを知るための分析が適用可能であった。これらの文章題では、演算1回で立式した誤答が多く、第2用法では除算、第3用法では乗算で立式した誤答が多かった。これより、割合の用法を正しく把握し必要な演算を選ぶことが出来なかったことが、誤答の原因になったと考えられる。

複雑問題でも、解法のステップ数が2である3問の文章題では、やはり演算1回での立式が多かった。誤答者の多くは、これらの問題が、単純問題とは異なる構造の問題であることがつかめていなかったと考えられる。さらに、2量の比較を扱う問題では、乗算での立式と除算での立式がともに多かったのに対し、部分-全体の関係を扱う問題では、乗算での立式が多かった。各文脈タイプに属する複雑問題において、割合の用法が把握できていた者と出来ていなかった者の比率を比較した結果からは、部分-全体関係の問題では、誤答した者でも、その問題が割合のどの用法にあたるのかは理解している場合が多かったが、2量の比較の問題になると用法自体が把握できない者が増えることが示された。2量の比較という文脈で正答率が低下したのは、割合の用法の理解が難しくなったためだと考えられる。

では、2量比較の文脈で割合の用法の理解が難しくなるのはどうしてだろうか。この原因の一つとして、次のようなことが考えられる。本研究で用いた2量比較の複雑問題では、与えられた割合が、基準量に対する比較量の割合ではなく、基準量と比較量との差異分の割合を表すようになっている。このことを表現する「～の0.4倍高い」といった言い回しを理解することの難しさが、用法の把握を妨げたのではないだろうか。この点を明らかにするためには、発話思考法などを用いたさらなる研究が必要である。

一方、解法のステップ数が3である第3複雑部分の問題では、演算2回での立式が多く、被験児が、問題文に出てきた3つの数値を組み合わせて解こうとしたことが伺われる。さらにこの問題では、誤答全体の中で有意に多かった「正しい演算を含む演算2回の立式」のカテゴリーのうち、「加算と除算で立式」のサブカテゴリーに属するエラーが多かった。これは、具体的には、本全体のうちの読んだ部分である0.2倍と0.4倍とを足した値で、既知量の48を除するものであり、このエラーに至った被験者は、問題をFig. 7下段のように理解していたと推測される。つまり、未知量が全体のページ数であることは把握しており、除算が必要なことは理解していた。しかし、既知量の48を、[残りのページ数]ではなく、割合が明示されている“部分”である[読んだページ数]に対応すると考えていたのである。

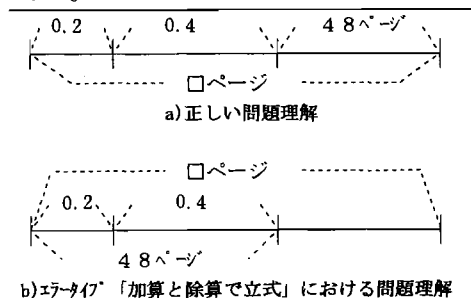


Fig. 7 第3複雑部分の文章題における問題理解

第2複雑部分の文章題でも、同様のことが言える。この問題で最も多かった誤答のタイプは、乗算1回で立式したもの、すなわち既知量の240に与えられた割合である0.6を乗じたものであった。被験者は、この問題が“全体”に対する“部分”を求める問題であることは理解している。しかし、問題で求められている[残りのページ数]が、割合が与えられていない“部分”であることに気づかず、割合が明示されている“部分”すなわち[読んだページ数]を求めることになる式を立てたのである。

これより、部分-全体関係を扱う問題での誤答について、次のことが示唆される。小学5年生では、解法のステップ数が多くても、求める量が“部分”なのか“全体”なのか、つまり割合の用法が何であるかは把握できている場合が多い。単純問題においては、問題文中で与えられた割合が、求めるべき“部分”や既知量にあたる“部分”に対応しているため、用法が把握できていれば解決に大きな問題はない。ところが、複雑問題では、求めるべき“部分”や既知量にあたる“部分”に対応する割合が、問題文中で与えられていないため、正しく解くためにはもう1ステップの計算が必要である。子ども達は、問題の構造を理解する際に、与えられた割合が全体に対する「どの」部分をにあたるのかを考慮しない（あるいはできない）ために、複雑問題では誤った式を立ててしまうのである。

また、ほとんどの問題で、誤答タイプの出現率には成績群による差は認められなかった。唯一、群間差が有意だった第3複雑部分の文章題では、下位群においては、被験児全体で多かった加算と除算での立式の出現率が、他の組み合わせや演算1回の立式と変わらなかった。下位群の誤答者では、既知量と全体との関係だけが把握できていなかった者ばかりではなく、割合の用法が把握できていない者や、問題の構造がつかめず、ふたつの数値しか関連づけられなかった者も、同じくらいの割合でいたと考えられる。

結 論

本研究は、小数の割合文章題の解決において小学5年生が立てた式を分析し、解決のステップ数と割合の用法の要因に加えて、部分-全体の関係を扱う問題か2量の比較を扱う問題かという文脈のタイプの要因も、解決の正誤に影響を与えていることを示した。本研究の眼目は、文脈のタイプの要因が与える影響を、被験児の誤答内容から検討したことにより、2量の比較の問題では、部分-全体の問題の場合と異なり、割合の用法が正しく把握できない者の割合が高くなることを示した。また、これらの要因が遂行に与える影響は、文章題解決の成績の上位群と下位群とで異なっており、成績下位群の被験児は、複数の解決ステップが必要な

問題になると、用法や文脈タイプの条件にかかわらず、問題を正しく解くことが出来なかった。このことは、正答率だけでなく、正誤のパターンの分析においても検証されている。

本研究のふたつめの眼目は、複数の解決ステップが必要な問題における誤答内容の分析にある。本研究では、出現頻度が高かった誤答内容にもとづき、複雑問題でのつまづきの多くは問題の構造がつかめなかったことによると考察した。部分-全体の問題では、与えられた割合が、全体に対する「どの」部分にあたるのか。2量の比較の問題では、与えられた割合が、基準量に対する比較量の割合を表すものなのか、それとも基準量と比較量との差異分の割合を表すものなのか。これらの点をふまえた精密な問題理解が出来なかったことが、複雑問題の正答率を低下させたのである。

本研究は、被験児が立てた式の正誤および誤答内容の変化を通して、さまざまな割合文章題での誤答の原因を、問題理解におけるつまづきによるものとして考察してきた。文章題解決における問題理解、特に、問題文の各文を理解するだけでなく、それらの情報を統合して問題の表象を作り上げる過程の重要性については、既に多くの研究が指摘している（e.g. Hegarty, Mayer, & Monk, 1995; 石田・多鹿, 1993）。本研究で考察した内容をその流れに位置づけていくためには、児童が立てた式と答え以外の指標を用いて、さまざまな割合文章題において、子ども達がどのような解決プロセスをとり、どのような問題モデルを内的に形成したのかを、詳細に検証していくような研究が必要であろう。

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.
- 石田淳一・多鹿秀継 1993 算数文章題解決における下位過程の分析 科学教育研究, 17, 18-25.
- Riley, M. S. & Greeno, J. G. 1988 Developmental analysis of understanding language about quantities and of solving problems. *Cognition and Instruction*, 5, 49-101.
- Riley, M. S., Greeno, J. G., & Heller, J. I. 1983 Development of children's problem solving ability in arithmetic. In H. P. Ginsburg (Ed.) *The development of mathematical thinking*. Academic Press.
- 坂本美紀 1996 割合文章題の解決過程における難しさ. 日本発達心理学会第7回大会発表論文集, 150.

資料1 用いた文章題一覧

単純問題：割合の第2用法

[部分-全体]

ただし君の学校の5年生全体の人数は90人です。
 ただし君の組の人数は5年生全体の0.3倍です。ただし君の組の人数は何人でしょう。

[2量の比較]

たけし君は600㎡の畑にキュウリのなえをうえました。キュウリのなえの広さは、畑全体の0.4倍でした。キュウリのなえの広さは何㎡だったでしょう。

単純問題：割合の第3用法

[部分-全体]

よしさんは細長い竹から36cmを切りとって、工作に使いました。切りとった長さは、もとの竹の長さの0.3倍にあたるそうです。もとの竹の長さは何cmだったでしょう。

[2量の比較]

赤いテープと白いテープがあります。白いテープの長さは60cmで、赤いテープの長さの0.6倍です。赤いテープの長さは何cmでしょう。

複雑問題：割合の第2用法

[2量の比較]

国語辞典のねだんは1500円です。理科図かんのねだんは、国語辞典のねだんより0.4倍高いそうです。理科図かんのねだんはいくらでしょう。

…加算と乗算の2ステップで解く

[部分-全体]

はるさんは、240ページの本を読んでいます。これまでに、本全体の0.6倍を読みました。はるさんの読んでいる本は、あと何ページ残っているでしょう。

…減算と乗算の2ステップで解く

複雑問題：割合の第3用法

[2量の比較]

市役所の高さは42mです。市役所の高さは、デパートの高さの0.3倍だけ低いそうです。デパートの高さは何mでしょう。

…減算と除算の2ステップで解く

[部分-全体]

たろう君はきのうから本を読んでいます。きのうは本全体の0.2倍を読み、きょうは本全体の0.4倍を読みました。そのため、本の残りは48ページとなりました。たろう君の読んでいる本の全体のページ数はいくらでしょう。

…加算、減算、除算の3ステップで解く

資料2 誤答内容の群間比較に用いたクロス表

○第3単純比較

	乗算1回	その他	計
上位群	9	0	9
下位群	30	6	36
計	39	6	45

○第2複雑比較

	演算1回		その他	計
	乗算	除算		
上位群	15	13	3	31
下位群	18	13	3	34
計	33	26	6	65

○第2複雑部分

	演算1回		その他	計
	乗算	除算		
上位群	15	3	2	20
下位群	22	11	4	37
計	37	14	6	57

○第3複雑比較

	演算1回		演算2回	その他	計
	乗算	除算			
上位群	11	17	6	3	37
下位群	13	19	2	4	38
計	24	36	8	7	75

○第3複雑部分

	演算1回	演算2回		それ以外	計
		加算と除算	他の組合せ		
上位群	6	16	2	6	30
下位群	13	10	10	4	37
計	19	26	12	10	67