

## 割合の文章題解決を促進する図的表現に関する研究

細川 真\*・岡 直樹・前田 一誠\*\*・中岡 正弘\*\*\*

(2015年12月7日受理)

### Research on diagrams which help to solve the ratio word problems

Shin HOSOKAWA, Naoki OKA, Kazushige MAEDA and Masahiro NAKAOKA

**Abstract.** To solve the ratio word problems is one of the challenges for children. In the textbook, there are formulas to solve ratio word problems. And students was taught to use formulas when they solve ratio word problems. But the formulas are difficult for children to use (Yoshida&Kawano, 1999). So I focused on drawing diagrams. To solve the word problems, it is effective to draw diagram for children. However, there are few children who try to solve word problems by drawing diagram on their own (Uesaka, 2007). So, I consider diagrams which can be drawn easily for children. In this study, we picked up 3 types of diagrams that we call "line diagram", "4 squares diagram", "relation diagram". 265 sixth-grade students were taught how to draw line diagram, 4 squares diagram, relation diagram. And in post-test, I had students draw 3 types of diagrams for each word problem. The results of the post-test showed that relation diagram is relatively difficult for students to draw and three diagrams equally effective to solve ratio word problems.

#### 問題と目的

割合は算数科の中では理解が困難であることが数多く指摘されている。近年の全国学力学習状況調査の結果も、その課題を改めて示している。例えば、平成27年度と同調査では、「基準量、比較量、割合の関係を捉え、基準量を求めること」を調べる文章題(B2(2))が出題された。問題場面は「20%増量された洗剤が480mlで売られており、増量前の洗剤の量を求める」という、日常でも出会うことがありそうな単純な場面であった。しかしながら、この問題の正答率は13.4%であり、国立教育政策研究所(2015)は「示された情報から基準量を求める場面と捉え、比較量と割合から基準量を求めること」に課題があると指摘している。

では、教科書では割合をどのように取り上げているのだろうか。まず、割合を次のように定義している。「もとにする量を1とみたとき、比べられる量がどれだけにあたるかを表した数を、割合といいます」(藤井他, 2015)。この定義の後で、「割合=比べられる量÷もとにする量」(以下第1用法)、「比べられる量=もとにする量×割合」(以下第2用法)、「もとにする量=比べられる量÷割合」(以下第3用法)

という3種類の公式が提示されている。学校現場においてもこの公式を理解し、それを応用することが割合指導の中心となっているようである。

吉田・河野(1999)は、児童が公式に用いられている「比べられる量」、「もとにする量」、「割合」の要素を、文章題からどの程度正確に同定することができるか調査している。その結果、第1用法では64%、第2用法では48%、第3用法では36%の児童しか割合の公式を構成する要素の同定ができなかったことが明らかになった。

本来、教科書に載っている割合の公式を利用して文章題解決を行うためには、文章題の意味を理解し、数量関係を適切に把握することが必要不可欠である。しかし、この結果からも児童にとって「基準量、比較量、割合の関係を捉えること」が困難であることが分かる。

そこで本研究では児童が「比べられる量」、「もとにする量」、「割合」数量関係を捉えやすくする方略として図的表現の利用に着目した。

図的表現の利用が文章題解決に効果的であるこ

\*広島大学大学院教育学研究科, \*\*環太平洋大学次世代教育学部教育経営学科, \*\*\*東広島市立川上小学校

とはこれまでも数多く指摘されてきている。例えば、市川（1988）は教科の学習において認知的問題をかかえた学習者に対する個別的な相談と指導である「認知カウンセリング」において、学習指導を行う際のポイントの1つとして「図式的説明」を挙げている。そして、図的表現を利用することによって概念間の関係を整理することができる」と述べている。また、割合指導においても図的表現を用いる実践研究は多くなされており、石田・神田（2008）は、図的表現を描くことや読むことの指導を授業に取り入れた児童は、そのような指導を考慮しなかった児童に比べて事後テストの成績が良かったことを報告している。このように、割合の文章題解決において、図的表現を用いた指導には一定の成果が見られる。

しかし、図的表現といってもその種類は様々であり、これまでどの図的表現が割合の文章題解決により効果的なのか比較検討を行った研究は数少ない。

細川・岡・前田・中岡（2015）は、数直線図、4マス表、関係図(Figure 1)の3種類を取り上げ、児童にとって「描きやすい」、「分かりやすい」図的表現について検討している。まず、介入授業において小学6年生87名に対し、3種類の図的表現の描き方指導を行った。そしてポストテストにおいて、それぞれの図的表現が適切に描けているかどうかを検討した。その結果、関係図を適切に描くことができた児童は少なく、関係図は児童にとって描くことが難しいことが示唆された。

また、ポストテストにおいて、児童に「描きやすい」、「分かりやすい」図的表現を尋ねる質問紙調査も実施した。その結果「描きやすい」、「分かりやすい」図的表現ともに、4マス表が支持された。

しかし、細川他（2015）ではポストテストにおいて、図的表現を3種類すべて描かせた後に、文章題解決を行わせた。よって、児童がどの図的表現を用いて文章題解決を行った場合に正答率がより向上するのかが検討できていない。

そこで本研究では、以下の2点について検討する。

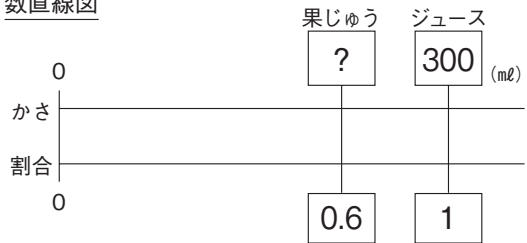
1点目は、文章題解決をより促進する図的表現についてである。そのために、介入授業において児童に数直線図、4マス表、関係図の描き方を指導し、ポストテストにおいて指定作図課題を実施する。指定作図課題は、児童に数直線図、4マス表、関係図の中から1種類を指定して描かせ、そ

の図的表現をもとに式と答えを考えさせる課題である。指定作図課題の正答率を比較することによって、割合の文章題解決を促進する図的表現について検討する。

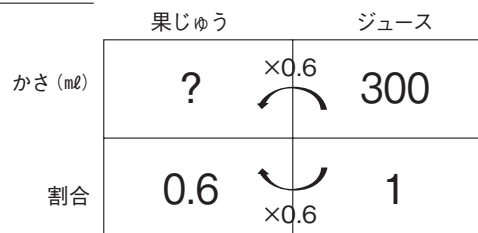
2点目は、児童に好んで用いられやすい図的表現についてである。細川他（2015）では、質問紙調査において児童にとって「描きやすい」、「分かりやすい」図的表現として4マス表が支持されていた。しかし、どの図的表現を用いて文章題解決を行ったかを問うていないため、実際に児童が4マス表をもとに文章題解決を行っていたかは明らかになっていない。そこで、本研究ではポストテストにおいて選択作図課題を実施する。選択作図課題は、数直線図、4マス表、関係図の中から1種類を選択して作図させ、その図的表現をもとに式と答えを考えさせる課題である。選択作図課題によって児童に好んで用いられやすい図的表現について検討する。

例) ジュースが300mlあります。このうち、果汁は60%です。ジュースに入っている果汁は何mlでしょう。

数直線図



4マス表



関係図

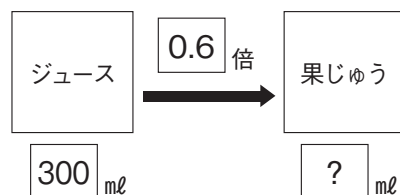


Figure 1 本研究で用いた数直線図、4マス表、関係図

## 方法

**実験計画** 2×3×2の実験計画を用いた。第1の要因は割合の文章題解決能力である。事前テストの結果(12点満点,  $M=6.78$ ,  $SD=3.85$ )から、7～12点の児童135名を文章題解決能力上位群、0～6点の児童114名を下位群とした。第2の要因は図的表現の種類である。数直線図、4マス表、関係図の3種類の図的表現で検討した。第3の要因はテストの実施時期である。介入授業から1日後の直後テストと、介入授業から3週間経った後の遅延テストの結果を検討した。

**実験参加者** 実験参加者は公立小学校3校の6年生267名であった。小学校が採用している教科書の違いによって、実験結果に偏りがでないように、実験協力校は数直線図、4マス表、関係図を掲載している教科書を採用している小学校の中から1校ずつ依頼した。児童数は、数直線図を掲載している教科書を採用している小学校は74名、4マス表を掲載している教科書を採用している小学校は125名、関係図を掲載している教科書を採用している小学校は68名であった。

**実験手続き** 実験は事前テスト、介入授業、直後テスト、遅延テストから構成した。まず事前テストを介入授業の1週間前に行った。次に介入授業では児童に数直線図、4マス表、関係図の描き方を指導した。そして2回目の介入授業を行った1日後に直後テスト、3週間後に遅延テストを行った。直後テストと遅延テストでは、割合の文章題を数直線図、4マス表、関係図のいずれかを指定して作図させる指定作図課題と、数直線図、4マス表、関係図の中から1つを選んで作図させる選択作図課題を与えた。どちらの課題においても、作図をした後に、式と答えを考えさせた。なお、実験結果の分析には、事前テスト、介入授業、直後テスト、遅延テストのいずれかで欠席した児童を除いた249名分のデータを用いた。この実験の流れをFigure 2に示す。

**事前テスト** 試験時間は30分であった。割合の第1用法、第2用法、第3用法の文章題を各2問ずつ計6問出題した。実際に用いた問題をTable 1に示した。

Table 1 事前テストで使用した問題

- (1) ひできさんは飛行機に乗っています。飛行機の定員は500人で、445人の人が乗っています。乗客の割合を求めましょう。(第1用法)
- (2) ジュースが700mlあります。このうち、果汁は85%です。ジュースに入っている果汁は何mlでしょう。(第2用法)
- (3) たくやさんは、おやつを買うために240円をはらいました。これは持っていたお金の32%です。持っていたお金は何円でしょう。(第3用法)
- (4) ゆうきさんたちのサッカーチームの昨年の成績は、9勝6敗でした。試合数に対する勝った試合の割合を求めましょう。(第1用法)
- (5) けんさんは、3600円のゲームソフトを25%引きの値段で買いました。代金はいくらか。(第2用法)
- (6) 中身の重さが20%増えて90gになったおかしがあります。中身が増える前は何か。(第3用法)

**介入授業** 介入授業は45分授業を2回行った。授業は筆者が行い、児童に数直線図、4マス表、関係図の3種類の図的表現の描き方を指導した。

1時間目では、B4版の教材プリントを2枚配布した。1枚目のプリントには、数直線図、4マス表、関係図の3種類の図的表現のモデルと、それぞれの図的表現の描き方の解説を示した。児童のプリントは、数字や言葉の入る箇所がところど



Figure 2 実験の流れ

ころブランクになっており、授業者の説明を聞きながら数や言葉を書き込むことで図的表現の描き方を習得させた。

2枚目のプリントには、割合の文章題と数直線図、4マス表、関係図の3種類の図的表現を、数字の入る箇所をブランクにして提示した。そして文章題を読みながら、必要な箇所に問題文から数字を選んで書き込むことで図的表現の描き方を定着させた。その際、授業者と実験協力者である大学生と担任の教師を含めた計6名が机間指導を行った。

2時間目では、B4版の練習プリントを1枚配布した。練習プリントには割合の第1用法から第3用法の文章題を1題ずつ計3題提示した。2時間目では児童に3種類の図的表現を自力で作図させ、授業者と実験協力者の計6名が机間指導を行い個別に評価を行った。

**直後テスト・遅延テスト** 介入授業の1日後に直後テスト、3週間後に遅延テストを実施した。割合の第1用法～第3用法の文章題各1問ずつ計3問用いた。試験時間は30分であった。直後テストと遅延テストではそれぞれ選択作図課題と指定作図課題を与えた。

**選択作図課題（10分）** 割合の第1用法～第3用法の文章題各1問ずつ計3問用意し、その中からランダムに選んで1問出題した。児童には「数直線図、4マス表、関係図の中から1つを選んで、文章題を図に表しましょう。」と教示した。その後、作図した図的表現を見ながら、式と答えを考えるよう教示した。さらに図的表現を選択した理由を自由記述させた。選択作図課題に用いた割合の文章題をTable 2に示した。

Table 2 選択作図課題で使用した問題

<p><b>直後テスト</b></p> <p>(1) ある公園の面積は400㎡で、そのうち236㎡が池です。池の面積の割合を求めましょう。(第1用法)</p> <p>(2) 300gのアイスクリームがあります。このうち水分は63%です。アイスクリームにふくまれている水分は何gでしょう。(第2用法)</p>
---

- (3) まりこさんは本を130ページ読みました。これは本全体の52%です。この本のページ数は何ページでしょう。(第3用法)

**遅延テスト**

- (1) しょうへいさんの本のページ数は300ページで、そのうち132ページを読みました。読んだページ数の割合を求めましょう。(第1用法)
- (2) みどりさんの学校の体育館の面積は500㎡で、このうちバスケットボールのコートの面積は37%です。バスケットボールのコートの面積は何㎡でしょう。(第2用法)
- (3) 西山公園の池の面積は360㎡で、これは公園全体の面積の48%です。公園全体の面積は何㎡でしょう。(第3用法)

**指定作図課題（20分）** 割合の第1用法～第3用法までの文章題を1問ずつ計3問出題した。テストは数直線図を作図させるテスト、4マス表を作図させるテスト、関係図を作図させるテストの3種類を用意し、児童にランダムに配布した。児童には「文章題を数直線図に表しましょう」というように1種類の図的表現を指定して作図するよう教示した。その後、作図した図的表現を見ながら、式と答えを考えるよう教示した。指定作図課題に用いた割合の文章題をTable 3に示した。

Table 3 指定作図課題で使用した問題

<p><b>直後テスト</b></p> <p>(1) はるとさんの学校にある本は500冊で、そのうち絵本は135冊です。絵本の割合を求めましょう。(第1用法)</p> <p>(2) みほさんの学校の児童は450人です。このうち、ボランティアをしたことがある児童は62%です。ボランティアをしたことがある児童は何人でしょう。(第2用法)</p>
---

- (3) ハイキングコースのうちの270 mを歩きました。これはハイキングコース全体の道のりの36%です。全体の道のりは何 m でしょう。(第3用法)

#### 遅延テスト

- (1) もえさんの学校でまいた花の種は450個で、そのうち252個から芽が出ました。芽が出た種の割合を求めましょう。(第1用法)
- (2) 3月に貸し出された本は650冊で、このうち、「物語」の本は42%です。「物語」の本の冊数は何冊でしょう。(第2用法)
- (3) さやかさんの学校では、虫菌のある人が120人いました。これは全校児童の16%です。さやかさんの学校の児童は何人でしょう。(第3用法)

## 結果

1. 算数の成績による群分け 事前テストは式と答えに1点ずつ与え、12点満点とした(12点満点,  $M = 6.78$ ,  $SD = 3.85$ )。その結果から、7~12点の児童135名を文章題解決能力上位群、0~6点の児童114名を下位群とした。

2. 指定作図課題の分析 直後テストと遅延テストにおいて、数直線図、4マス表、関係図の中から、1種類を指定して作図させる指定作図課題を行った。そして作図した図的表現を見ながら式と答えを考えるよう教示した。その結果について、図的表現の適切性に関する得点率と、式と答えの得点に分けて報告する。

2-1. 図的表現の適切性の分析 直後テストと遅延テストにおいて、数直線図、4マス表、関係図のうち、どの図的表現がより適切に描いていたかを比較するために、それぞれの図的表現の適切性を得点化した。しかし、それぞれの図的表現の種類が異なるので、そのまま得点化したのでは比較できない。そこでまず、それぞれの図的表現の適切性の評価基準レベルを設定した(Table 4)。この基準によると、数直線図、4マス表、関係図ともに4点満点となる。そして、それぞれの図的表現の得点をレベル数で割り、得点率を算出した。

Table 4 図的表現の適切性の評価基準レベル

例) ジュースが300mlあります。このうち、果汁は60%です。ジュースに入っている果汁は何mlでしょう。

#### 数直線図

- レベル1 同じ長さの2本の数直線を描き、それぞれの数直線に文章題中のかさ割合を表そうとしている。
- レベル2 全体を表す1を書き、百分率(60%)を小数倍(0.6)に変換している。
- レベル3 未知数を?で表し、基準量と比較量をそれぞれの割合と対応させている。
- レベル4 基準量と比較量の量的関係が数直線上に反映されている。

#### 4マス表

- レベル1  $2 \times 2$ の表を作り、文章題中の数量を表している。
- レベル2 全体を表す1を書き、百分率(60%)を小数倍(0.6)に変換している。
- レベル3 未知数を?で表し、基準量と比較量をそれぞれの割合と対応させている。
- レベル4 隣り合うマスの数量関係を矢印と比例を表す式で表している。

#### 関係図

- レベル1 「ジュース」と「果汁」という比べる2量を□に表している。
- レベル2 未知数を?で表し、ジュースと果汁のかさを記入している。
- レベル3 百分率(60%)を小数倍(0.6)に変換している。
- レベル4 ジュースの「0.6倍」が果汁であるという関係が、矢印の向きで表されている。

この評価基準レベルにより算出した、直後テストと遅延テストにおける3種類の図的表現の平均得点率をFigure 3に示した。これをもとに、2(文章題解決能力)  $\times$  3(図的表現の種類)  $\times$  2(テストの時期)の3要因の分散分析を行った結果、図的表現と文章題解決能力の主効果が有意であった(それぞれ,  $F(2, 243) = 7.39, p < .001$ ,  $F(1, 243) = 38.93, p < .001$ )。

また、文章題解決能力とテストの時期の交互作用が有意であった( $F(1, 243) = 4.94, p < .05$ )。単

純効果の検定を行った結果、文章題解決能力下位群においてテストの時期の単純主効果が有意であった ( $F(1,243) = 11.81, p < .001$ )。

さらに、図的表現とテストの時期の交互作用も有意であった ( $F(2, 243) = 3.56, p < .05$ )。単純効果の検定を行った結果、直後テストと遅延テストにおいて図的表現の単純主効果が有意であった (それぞれ、 $F(2, 486) = 10.14, p < .001$ ;  $F(2, 486) = 3.61, p < .05$ )。5%有意水準でRyan法による多重比較を行った結果、直後テストにおいて4マス表と関係図、数直線図と関係図に有意差が見られた (それぞれ、 $t(486) = 3.93$ ;  $t(486) = 3.95$ )。また、遅延テストにおいて4マス表と関係図の群間に有意差が見られた ( $t(486) = 2.57$ )。さらに、数直線図と4マス表においてテストの時期の単純主効果が有意であった (それぞれ、 $F(1, 243) = 9.56, p < .005$ ;  $F(1, 243) = 4.19, p < .05$ )。つまり、数直線図と4マス表は遅延テストにおいて得点率が下がっていた。

2-2. 式と答えの正答率の分析 直後テストと

遅延テストでは第1用法、第2用法、第3用法の文章題を1題ずつ出題した。正しい式と答えに各1点ずつ与え、6点満点とした。その結果をFigure 4に示した。この得点をもとに、2 (文章題解決能力) × 3 (図的表現の種類) × 2 (テストの時期) の3要因の分散分析を行った結果、文章題解決能力の主効果のみが有意であった ( $F(1, 243) = 85.64, p < .001$ )。

2-3. 介入授業による効果の分析 また、事前テスト、直後テスト、遅延テストにおけるそれぞれの文章題の平均点をTable 5に示した。介入授業の効果を見るために、参考までにこれらの平均点に差があるか分散分析を行った結果、有意差が見られた ( $F(2, 494) = 14.25, p < .001$ )。5%有意水準でRyan法による多重比較を行った結果、事前テストと遅延テスト、事前テストと直後テストの群間に有意差が見られた (それぞれ  $t(494) = 4.71$ ;  $t(494) = 4.56$ )。

さらに文章題解決能力上位群、下位群によって

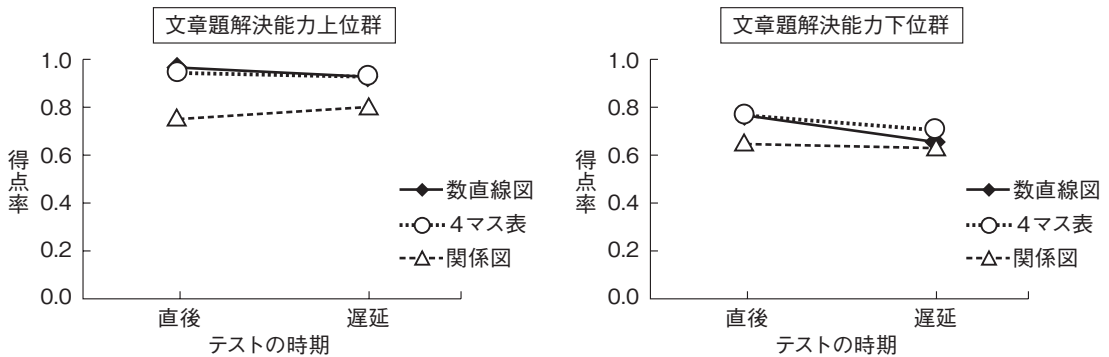


Figure 3 直後テスト・遅延テストの平均得点率

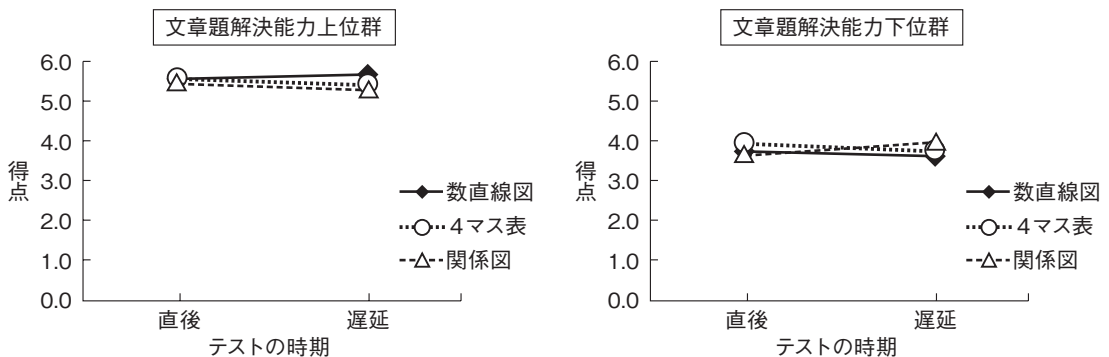


Figure 4 直後テスト・遅延テストの平均点

この傾向に差があるかを検討するために、それぞれの群ごとに、分散分析を行った。その結果、文章題解決能力上位群、下位群それぞれにおいて有意差が見られた（それぞれ  $F(2, 268) = 9.47, p < .001$ ;  $F(2, 226) = 33.91, p < .001$ ）。5%有意水準で Ryan 法による多重比較を行った結果、上位群では事前テストの方が直後テストと遅延テストよりも平均点が有意に高かった（それぞれ  $t(268) = 3.95$ ;  $t(268) = 3.56$ ）。また、下位群では直後テストと遅延テストの方が事前テストよりも平均点が有意に高かった（それぞれ  $t(226) = 7.16$ ;  $t(226) = 7.11$ ）。つまり、文章題解決能力下位群においては、事前テストよりも、直後テストと遅延テストの平均点が高く、介入授業で指導した図的表現方略が課題解決を促進したと言えるだろう。しかし上位群については、事前テストよりも直後テストと遅延テストの平均点が低かった。

3. 選択作図課題の分析 直後テストと遅延テストにおいて、数直線図、4マス表、関係図の中から、1種類の図を児童に選択させて作図させる選択作図課題を行った。そして作図した図的表現を見ながら式と答えを考えるよう指示した。その結果について、児童が選択した図的表現の種類と、図的表現の適切性に関する得点率、式と答えの得点に分けて報告する。

Table 5 テストの平均点

	事前	直後	遅延	平均
上位群	5.80	5.42	5.46	5.56
下位群	2.52	3.76	3.75	3.35
平均点	4.16	4.59	4.61	4.45

3-1. 児童が選択した図的表現の分析 選択作図課題では、児童に割合の文章題を、数直線図、4マス表、関係図の中から1つを選択して作図するよう指示した。その結果、直後テストでは Table 6 のような結果が見られた。 $\chi^2$ 検定を用いて比率の差を検定した結果、この比率には有意差が見られた ( $\chi^{2(2)} = 141.43, p < .001$ )。5%有意水準で Ryan 法による多重比較を行った結果、全ての図的表現の群間に有意差が見られた（それぞれ  $\chi^{2(1)} = 59.87, p < .001$ ;  $\chi^{2(1)} = 51.61, p < .001$ ;  $\chi^{2(1)} = 19.25, p < .001$ ）。

さらに、文章題解決能力によってこの傾向に差があるかを明らかにするため、 $\chi^2$ 検定を用いて文章題解決能力上位群、下位群の2条件の比率の差を検定した結果、有意差は見られなかった ( $\chi^{2(1)} = 1.38, p > .05$ )。つまり文章題解決能力の高低に関わらず、児童は4マス表を選択した児童は多く、数直線図を選択した児童は少なかった。

3-2. 図的表現の適切性の分析 選択作図課題において、児童が作図した図的表現を、指定作図課題と同様に評価基準レベル (Table 4) を用いて得点化したところ Figure 5 に示したような結果になった。これをもとに2 (文章題解決能力)  $\times$  3 (図的表現の種類)  $\times$  2 (テストの時期) の3要因分散分析を行った結果、文章題解決能力の主効果のみ有意であった ( $F(1, 480) = 16.94, p < .001$ )。

Table 6 児童が選択した図的表現

	数直線図	4マス表	関係図	計
上位群	12	86	35	133
下位群	8	81	24	113
計	20	167	59	246

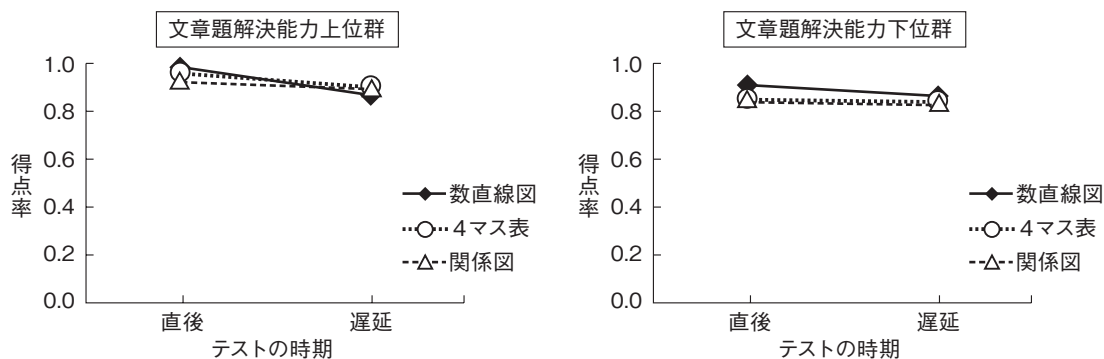


Figure 5 選択作図課題における直後テスト・遅延テストの平均得点率

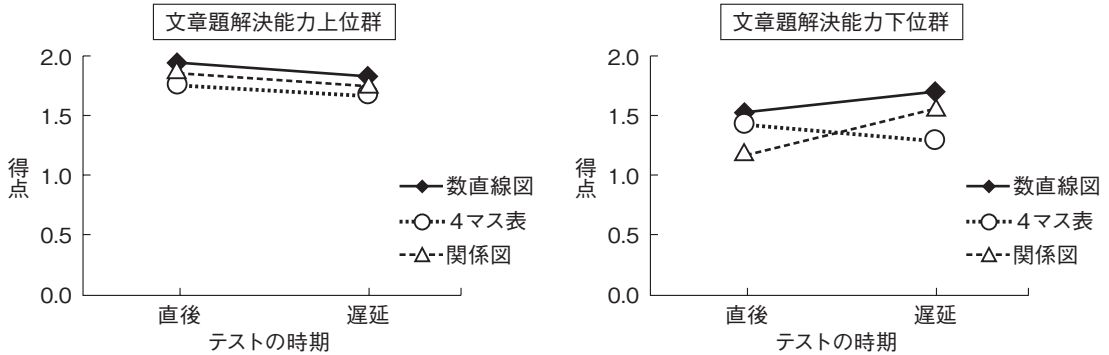


Figure 6 選択作図課題における直後テスト・遅延テストの平均点

3-3. 式と答えの正答率の分析 直後テストと遅延テストでは割合の第1用法, 第2用法, 第3用法の文章題の中からランダムに選び1題を出題した。正しい式と答えに各1点ずつ与え, 2点満点であった。その結果をFigure 6に示した。

この得点をもとに, 2 (文章題解決能力) × 3 (図的表現の種類) × 2 (テストの時期) の3要因の分散分析を行った結果, 文章題解決能力の主効果のみが有意であった ( $F(1, 480) = 22.43, p < .001$ )。

### 考 察

本研究では, 割合の文章題解決を促進する図的表現について明らかにするために, 以下の2点について検討した。

1点目は, 数直線図, 4マス表, 関係図のうち, どの図的表現を用いた場合により割合の文章題の正答率が向上するかについてである。そのために, 介入授業においては, 3種類の図的表現の描き方指導を行い, 直後テストと遅延テストでは, 指定作図課題を用いて, 児童に数直線図, 4マス表, 関係図のうち1種類を作図させ, それをもとに式と答えを考えさせた。

まず, 介入授業において指導を行ったことにより, 児童がそれぞれの図的表現をどれだけ適切に表せるようになったか分析を行った。その結果, 数直線図と4マス表に比べて, 関係図を描くことができた児童は少なく, 関係図は描くことが難しいことが示唆された。これは細川他 (2015) の結果を追認しているものである。

しかしながら, 数直線図と4マス表については介入授業の2週間後には, 図的表現の得点率が有意に下がっており, 特に数直線図においては遅延

テストにおける図的表現の得点率が関係図と変わらなくなっていた。一方, 関係図は, 直後テストにおいて, 得点率が数直線図と4マス表に比べて低かったものの, 遅延テストにおいても, 得点率が維持されていた。

この結果について図的表現を作図する際の「処理水準の深さ」という観点から考察する。Crak & Lockhart (1972) は, 記憶には浅い水準と深い水準とがあり, 深い水準で記憶された記憶は強固で忘却されにくく, 後に再生されやすいという記憶の処理水準説を提唱している。例えば, 浅い処理とは, 英単語や漢字を覚える際に, 文字形態をひたすら眺めたり, 音韻に注意して繰り返し読んだりするような「浅い」処理を行うよりも, 意味を考えたり, 自分の経験と関連づけるような「深い」処理を行う方が, その記憶の保持成績は優れたものになるというものである。つまり, 数直線図や4マス表に関しては, 直後テストよりも遅延テストにおける図的表現の作図課題の得点率が低下したことから, 数直線や4マス表の物理的な構造に注目して, 形式を記憶しただけの児童が比較的多く存在していたことが示唆される。

一方で関係図においては, 文章題中に明記されている2量の倍関係を考えたうえで, 「一方の数量がもう一方の数量の何倍にあたるか」を判断し, 矢印を書きこまなければいけない。そのため, より文章題の意味に注目して作図しなければいけないという点で, 深い処理を行っていたのではないだろうか。しかしながらこの点については, 作図の際の児童の処理の深さに関する指標がないことや, 児童の学習経験なども踏まえて今後, 慎重に検討することが必要である。



次に、数直線図、4マス表、関係図のうち、どの図的表現を用いた時に、文章題の正答率がより高くなるのかを検討するために、式と答えの得点を用いて分析を行った。その結果、図的表現の種類によって、児童の文章題解決における正答率に差は見られなかった。つまり、今回検討した3種類の図的表現については、割合の文章題解決の正答率という点に関して、その有効性に差はないことが示唆された。

2点目は児童に好んで用いられやすい図的表現を明らかにすることであった。そのために、直後テストと遅延テストにおいては、児童に数直線図、4マス表、関係図の中から1種類の図的表現を選択させて作図させる選択作図課題を行った。その結果、4マス表は児童に選択される割合が高く、児童に好んで用いられやすい図的表現であることが示唆された。

また、選択作図課題では、図的表現を選択した理由を児童に自由記述させた。その結果、図的表現の種類に関わらず「かきやすいから」という回答が全体の22%、「分かりやすいから」という回答が全体の36%を占めていた。これは植阪(2008)が述べるように図的表現を自発的に用いるためには①図的表現の有効性の認知と②図を描くことのコスト感が影響するという結果を示すものと言えるだろう。つまり、児童は自分にとって、より文章題を解くうえで有効だと感じられ、より描くための手間がかからないものを選択して作図を行ったと考えられる。

また、その他にも、児童のコメントにはそれぞれの図的表現の持つ有効性や特徴を、児童なりの言葉で捉えた記述も見られた。例えば、4マス表を選択した167名のうち69名が「式が立てやすい」からと記述していた。このことから、多数の児童は「式が立てやすいかどうか」が図的表現の持つ有効性だと捉え、4マス表を選択したのではないかと考えられる。また数直線図が0を始点として数量の連続性の概念を直線に表していることに対して、4マス表は当てはまる数字のみを抽出してシンプルに整理したものであるため、児童にとって図的表現を描くためのコスト感が低いと捉えられたのではないだろうか。しかしながら、細川他(2015)が述べるように、4マス表はシンプルで描きやすい反面、立式が形式的になりやすいという面もある。児童に導入する際には、文章題の意味と図的表現を相互に対応させながら立式につな

げるよう支援していくことが大切である。

また、その他にも数直線図であれば20名のうち7名の児童が「数の大きさの見積もりができる」や、関係図であれば、59名のうち21名の児童が「倍の関係が分かりやすい」と答えていた。今回の研究では、文章題解決の正答率という点では、3種類の図的表現に違いは見られなかった。しかしながら、これらの児童のコメントは図的表現の種類が異なれば、その図的表現から学習者が感じ取ることができる「分かりやすさ」の種類もまた異なるということを示唆している。

実際の授業においても、教師が単に「分かりやすいから」と図的表現の利用を促すだけではなく、具体的な図的表現の特徴を児童に伝えることによって、より児童に図的表現の特徴や有効性を伝えることができるのではないだろうか。今後、これらの図的表現が持つ有効性の種類を明らかにするために、より詳細な検討が必要である。

## 引用文献

- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. (1972). Levels of processing: a framework for memory research. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- 藤井齊亮他 (2015). 小学算数5年下 東京書籍
- 細川 真・岡 直樹・前田一誠・中岡正弘 (2015). 割合の文章題解決における図的表現に関する研究 *学校教育実践学研究*, 21, 97-104.
- 市川伸一 (1988). 「納得の道具」としての同型的図式表現 *数理科学*, 297, 34-39.
- 石田淳一・神田恵子 (2008). 5年生「割合」単元における関係図や線分図をかいたり、よんだりする指導に関する研究 *科学教育研究*, 32(3), 153-163.
- 河野康男・吉田 甫 (1999). 割合における構成要素の同定の困難性と問題解決 *宮崎大学教育文化学部紀要 教科教育*, 1, 25-38.
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター (2015). 全国学力・学習状況調査報告書～一人一人の学力・学習状況に応じた学習指導の改善・充実に向けて～【小学校編】 文部科学省
- 植阪友理 (2008). 認知カウンセリングによる学習スキルの支援とその展開：図表活用方略に着目して *認知科学*, 16, 313-332.