

The Study of Ratio's Understanding of Elementary Students

| | |
|-------|--|
| メタデータ | 言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-03-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 熊倉, 啓之, 國宗, 進, 松元, 新一郎, 早川, 健, 近藤, 裕 メールアドレス: 所属: |
| URL | https://doi.org/10.14945/00028698 |

小学生の割合の理解に関する研究

熊倉 啓之 國宗 進 松元 新一郎 早川 健 近藤 裕
(静岡大学 静岡大学 静岡大学 山梨大学 奈良教育大学)

The Study of Ratio's Understanding of Elementary Students

Kumakura Hiroyuki Kunimune Susumu Matsumoto Shinichiro Hayakawa Ken Kondo Yutaka

Abstract

A purpose of this study is to get the suggestions for making a systematic curriculum of teaching ratio in Japan. First, we made survey problems to research the understanding of ratio and investigated to 5th and 6th grade elementary students. Next, we clarified the aspects of ratio's understanding. Finally, we have gotten two suggestions for making a systematic curriculum of teaching ratio as follows;

- 1) Teaching the point of view "regarding as 1",
- 2) Teaching various methods for solving ratio's problems.

キーワード：割合，理解，第3用法，1とみる見方

1. 研究の背景と目的

子どもの割合の理解に課題があることは、60年以上前から指摘され（例えば文部省，1957），その解決のための指導のあり方について多くの研究と実践が積み重ねられてきた（例えば寺岡他，1983；中村，2002；田端，2002；早川，2003；石田他，2008；坂井他，2013；栗山他，2016；中西他，2018）。それにも関わらず、現在も、割合の理解について課題が指摘されている（例えば，国立教育政策研究所，2018）。

筆者らは、割合に関する学習内容は日常生活にも多々関係する重要なものであり、より深い理解を目指すべきであるとの立場に立ち、小中高を一貫する割合指導の体系的カリキュラムの構築を目指して研究を進めている。既に中高生及び大学生の実態を、調査を通して明らかにし、割合の理解を深める指導のあり方を追究し逐次報告してきた（熊倉他，2019；熊倉他，2020，松元他，2021）。また、海外の先行研究からみた日本の割合指導の特徴も明らかにした（熊倉他，2021a）。

本稿では、割合を学習した小学生に焦点を当て、割合に関する小学生の理解の様相を明らかにし、小中高を一貫する割合指導の体系的カリキュラム構築への示唆を得ることを目的とする。

研究の方法は、次の通りである。

- (1) 割合を学習した小5，小6を対象に、割合に関わる基本的な内容について、既に作成・実施した中高生調査の問題を踏まえて調査問題を作成し実施する。
- (2) (1)で実施した調査の結果を分析して、小学生の割合の理解の様相を明らかにする。
- (3) (2)の分析結果を踏まえ、小学校・中学校・高等学校を一貫する割合指導の体系的カリキュラム構築への示唆を得る。

2. 研究の経過

これまでに、割合の理解について、以下の通り報告してきた。

(1) 割合の理解に関する先行研究の分析

分析の結果を、次の2点に整理した（熊倉他，2019）。

ア 比の3用法の問題の中で、第2用法の問題の正答率は他に比べて高く（金井，2002；大山，2014），逆に第3用法の問題の正答率は他に比べて低い（吉田，2003）。

イ 割合の問題は、全体部分型、伸縮型、対比型の3つの型りに分類され、その中で2つの量を比較する必要性の低い対比型の問題は教科書であまり扱われず（岡田，2008），また、この種の問題の正答率は低い（金井，2002）。

(2) 中学生・高校生の割合の理解

中学生・高校生の割合理解の実態をとらえるための調査問題を作成・実施し、その分析結果を次の4点にまとめた（熊倉他，2019）。

ア 第3用法の問題の正答率は、中3でも50%に満たない。この問題を解決する方法として、中3～高2では70%以上が方程式による方法を挙げている。また、この問題をよくわからないという友達に説明するのに、算数科で扱う複線図による方法を挙げている中学生・高校生はほとんどいない。

イ 対比型の問題は、中3でも正答率は55%に満たず、「もとにする量」を逆に捉えている誤答が10～20%程度で最も多い。

ウ 割合の割合を考えるPPタイプで増減型²⁾の問題は、中3でも正答率は40%に満たず、「10%増の後」に「10%減」の状況を変化しないとする誤答が20～55%程度で最も多い。

エ 割合を基にした割合を考える P/P タイプの問題は、高 2 でも正答率は 40%に満たず、「50%から 30%への変化」を安易に 20%減とする誤答が 15~35%程度で最も多い。

(3) 大学生の割合の理解

小学校教員養成段階の大学生の割合理解の実態をとらえるために、中高生対象の調査問題と同一の問題を使って調査を実施し、その分析結果を次の 3 点にまとめた(松元他, 2021)。

ア 小学生にとって難しいとされる第3用法や対比型の問題は、いずれの正答率も80%強であり、割合の基本について概ね理解していると評価できる。その一方で、20%弱の学生は理解が不十分である。

イ 算数科では全く扱っていない増減型 PP タイプや P/P タイプの問題の正答率は、他の問題に比べると正答率が低く、「割合の深い理解」という点からみると課題があるといえる。

ウ 第3用法の問題における解決の方法や、友だちに説明するわかりやすい図については、中高生調査結果と同様な傾向がみられる。

以上の割合の理解に関する実態調査の研究成果を踏まえて、本研究を進めた。

3. 調査問題の作成と実施

(1) 調査のねらい

本調査は、中学生・高校生及び大学生を対象に実施した調査問題(熊倉他, 2019; 松元他, 2021)と同一あるいは類似問題について、中高生調査の結果と比較するとともに、割合に関わる基本的な内容の理解の様相を明らかにするために、特に以下の点に関する理解の実態を明らかにする。

- ア 整数倍、小数倍に関する理解
- イ 「1とみる」見方の理解
- ウ 文脈無と文脈有の問題の理解
- エ 小5と小6の理解の違い

(2) 調査問題

(1)を踏まえて、調査問題①~⑥を作成した。文脈有の④~⑥は、中高生調査問題を反映している。

調査問題

① 次の問題について、式と答えを書きなさい。

- (1) 5m の 3 倍は何 m ですか。
- (2) 4m の 0.6 倍は何 m ですか。
- (3) 2m は 5m の何倍ですか。
- (4) 300 円の 80%は何円ですか。
- (5) 4kg は 5kg の何%ですか。

② 次の問題について、式と答えを書きなさい。

- (1) 5mを1とみると、3にあたるのは何mですか。
- (2) 5mを1とみると、2mはいくつにあたりますか。

③ 次の問題について、求め方と答えを書きなさい。

- (1) あるロープの長さの 0.6 倍が 15m のとき、このロープの長さは何 m ですか。
- (2) ある荷物の重さの 40%が 10kg のとき、この荷物の重さは何 kg ですか。

④ 次の問題について考えます。

定価^{ていか}2000 円のケーキを 30%引きで売るとき、
割引後の価格はいくらになりますか。
わりびき^{わりびき} かかく^{かかく}

- (1) 割引後の価格を求める式と答えを書きなさい。
- (2) (1)の求め方がよくわからないという友だちに、あなたが図・表・絵などを使ってわかりやすく説明するとしたら、どのように説明しますか。下に書きなさい。ただし、図・表・絵などをすべて使う必要はありません。

⑤ ある会社のサケのかんづめは、今年からは中身の量が20%増量^{ぞうりょう}されて180gで売られています。昨年の中身の量は何gでしょうか。求め方と答えを書きなさい。

⑥ フィンランドと日本のおよその国土面積は、次の表の通りです。

| | フィンランド | 日本 |
|------|-------------------------|-------------------------|
| 国土面積 | 34 (万 km ²) | 38 (万 km ²) |

日本の国土面積をもとにするとき、フィンランドの国土面積^{わりあひ}の割合を求める式を書きなさい。ただし、答えを求める必要はありません。

①~⑥は、次の内容について理解し解決することができるかを評価する問題である。

- ① 第2用法の整数倍(1)、小数倍(2)、第1用法の小数倍(3)、第2用法の%(4)、第1用法の%(5)の基本問題(文脈無)
- ② 「1とみる」表現を使った第2用法(1)、第1用法(2)の基本問題(文脈無)
- ③ 第3用法の小数倍(1)、%(2)の基本問題(簡単な文脈有)
- ④ 第2用法(増減型)の問題(文脈有)
- ⑤ 第3用法(増減型)の問題(文脈有)
- ⑥ 第1用法(対比型)の問題(文脈有)

なお、④~⑥の中高生調査問題との相違点は、次の通りである。

④ 中高生調査では、(1)のみを出題している。

⑤ 中高生調査では、「中身の量」→「内容量」、「売られています」→「販売されています」、「昨年までの」→「今年の」のように、それぞれ少し異なる表現を用いている。また、④(2)と同じ問いを(2)として設けている。

⑥ 中高生調査では、「もとにする」→「基準にする」のように少し異なる表現を用いている。また、(2)を設けて、「フィンランドの国土面積を基準にするときの日本の国土面積の割合を求める式」を問うている。

(3) 調査の実施

調査対象は、静岡県、山梨県、奈良県の公立小学校7校の小5(646名)、小6(530名)で、調査時期は2020年度末、調査時間は20~30分である。

3 調査結果と考察

(1) 問題①~⑥の全体を通じた結果と考察

問題①~⑥の正答率(計算ミス等の準正答を含む)は、表1の通りである。なお、問題④(1)、⑤、⑥は、中高生の結果も併記してある(熊倉他, 2019)。ただし、比較に際しては、全く同一の問題というわけではない点に留意する必要がある。

表1 ①~⑥の正答率(小5: N=646, 小6: N=530)

| 問題 | 小 | |
|------|------|------|
| | 5 | 6 |
| ①(1) | 95.2 | 98.9 |
| ①(2) | 94.5 | 98.7 |
| ①(3) | 62.4 | 61.5 |
| ①(4) | 75.8 | 76.2 |
| ①(5) | 76.1 | 75.7 |

| 問題 | 小 | |
|------|------|------|
| | 5 | 6 |
| ②(1) | 71.6 | 80.0 |
| ②(2) | 61.1 | 63.9 |
| ③(1) | 70.0 | 78.8 |
| ③(2) | 63.6 | 69.6 |

| 問題 | 小 | | 中 | | | 高 | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| ④(1) | 68.3 | 70.0 | 73.1 | 75.8 | 81.4 | 87.1 | 95.4 |
| ⑤ | 26.9 | 26.0 | 23.1 | 25.3 | 44.9 | 58.2 | 74.0 |
| ⑥ | 60.4 | 55.1 | 40.5 | 47.9 | 55.3 | 61.5 | 71.0 |

※中高の④(1)、⑤、⑥の数値は、同一の中高生調査問題の正答率である。

表1から、次の点を指摘することができる。

ア ①~③の正答率は、①(3)、②(2)、③(2)を除くと70%を超えていて、概ね理解しているといえる。また、小5と小6を比較すると、②(1)、③(1)(2)を除いて、正答率の差は5%ポイント未満であり、学年間で大きな差はない。

イ ①では、(1)、(2)の正答率はどちらも90%を超えていてほとんど差がない。小5以上では整数倍と小数倍の理解に差がないといえる。また、(2)と(4)の正答率を比べると、%の問題の方が低い、(3)と(5)を比べると逆に%の問題の方が高く興味深い。これらの考察については、後述する。

ウ ②では、第2用法の問題(1)よりも第1用法の問題(2)の方が正答率が低い。また、②(1)は①(1)に対応させた問題であるが、正答率を比較すると、小5で20%ポイント以上、小6で15%ポイント以上の差がある。「1とみる」という見方は児童にとって難しいことが読み取れる。

エ ③では、(1)と(2)の正答率を比べると小数倍よりも%の問題の方が低く、①(2)(4)と同じ傾向である。オ ④~⑥の正答率は、①~③と比べると低く、より現実的な文脈が入ると児童にとっては難しいといえる。また、④(1)(第2用法)、⑥(第1用法)、⑤(第3用法)の順に低く、金井(2002)の指摘と同様な傾向である。

カ 中学生・高校生の結果と比べると、④(1)は小→中→高の順に正答率が上昇していて、学年進行とともに理解が深まっていることが推測される。

キ ⑤は、中2までは正答率に大きな差がなく、いずれも30%未満である。第3用法の理解はなかなか進んでいないことが読み取れる。

ク ⑥は、小学生よりも中学生の方が正答率が低い。中学生の場合は、表現が少し異なるとはいえ、興味深い結果である。この考察については、誤答分析を含めて後述する。

(2) 各問題の結果と考察

以下では、各問題について、児童の解答をもとに定めた解答類型とその反応率を示す。各表で、◎は正答を、○は準正答を示し、正答率は正答と準正答を合わせた数値である。

① 問題①の結果と考察

表2 ①の解答類型と反応率

| ① | NO. | 解答類型 | 正誤 | 反応率 | |
|-----|-----|----------|----|------|------|
| | | | | 小5 | 小6 |
| (1) | 1 | 5×3 | ◎ | 95.0 | 98.9 |
| | 2 | 計算ミス | ○ | 0.2 | 0 |
| | 9 | その他 | | 2.9 | 0.8 |
| | 0 | 無解答、途中まで | | 0.5 | 0.4 |
| 正答率 | | | | 95.2 | 98.9 |
| (2) | 1 | 4×0.6 | ◎ | 88.9 | 96.2 |
| | 2 | 計算ミス | ○ | 5.6 | 2.5 |
| | 9 | その他 | | 3.3 | 0.8 |
| | 0 | 無解答、途中まで | | 0.8 | 0.6 |
| 正答率 | | | | 94.5 | 98.7 |
| (3) | 1 | 2÷5 | ◎ | 58.5 | 58.9 |
| | 2 | 計算ミス | ○ | 3.9 | 2.6 |
| | 3 | 5÷2 | | 27.1 | 33.4 |
| | 4 | 5×2 | | 7.7 | 4.0 |
| | 9 | その他 | | 0.6 | 0.4 |

| | | | | | |
|-----|-----|---------------------------------|---|------|------|
| | 0 | 無解答, 途中まで | | 0.8 | 0.8 |
| 正答率 | | | | 62.4 | 61.5 |
| (4) | 1 | 300×0.8 | ◎ | 75.5 | 75.3 |
| | 2 | 計算ミス | ○ | 0.3 | 0.9 |
| | 3 | $300 \div 0.8$ | | 9.6 | 6.0 |
| | 4 | 300×80 | | 1.4 | 0.6 |
| | 9 | その他 | | 8.2 | 10.9 |
| | 0 | 無解答, 途中まで | | 3.6 | 6.2 |
| | 正答率 | | | | 75.8 |
| (5) | 1 | $4 \div 5 \times 100$ | ◎ | 57.7 | 64.2 |
| | 2 | $4 \div 5$ | ◎ | 13.6 | 8.3 |
| | 3 | 計算ミス | ○ | 4.8 | 3.2 |
| | 4 | 4×5 | | 4.6 | 2.3 |
| | 5 | $5 \div 4, 5 \div 4 \times 100$ | | 10.5 | 10.6 |
| | 9 | その他 | | 2.0 | 3.8 |
| | 0 | 無解答, 途中まで | | 5.4 | 7.5 |
| | 正答率 | | | | 76.1 |

表2から, 次の点を指摘することができる.

ア (3)の正答率は, 小5, 小6いずれも60%ほどであり, ①の中で最も低い. 誤答では, 解答類型3の $5 \div 2$ が最も多い. 基準量を逆にとらえた誤りである. 基準量の捉え方に課題があることがわかる.

イ (4)の正答率は, 小5, 小6いずれも75%を超えている. (2)と同じ第2用法の問題であるが, 小数倍よりも百分率の問題の方が正答率が低いことから, 百分率の理解が十分でない児童がいることがわかる.

ウ (5)の正答率は, (4)と同程度である. (5)は第1用法, (4)は第2用法の問題であるが, 百分率の問題では, 正答率に差がないことがわかる. 一方で, (3)の第1用法の小数倍の問題と比べると, 百分率の問題よりも正答率が高く, この傾向は(2)と(4)を比べたときの関係とは逆である点が興味深い. (3)の正答率が低くなっている原因として, 「倍」という言葉は「1より大きい」というイメージを想起して, 基準量を逆に捉えてしまったことが考えられる.

② 問題2の結果と考察

表3 ②の解答類型と反応率

| ② | NO. | 解答類型 | 正誤 | 小5 | 小6 |
|-----|-----|-------------------------------|----|------|------|
| (1) | 1 | 5×3 | ◎ | 71.1 | 79.6 |
| | 2 | 計算ミス | ○ | 0.5 | 0.4 |
| | 3 | $3 \div 5, 1 \div 5 \times 3$ | | 15.9 | 12.3 |
| | 4 | $5 \div 3$ | | 1.5 | 2.5 |
| | 9 | その他 | | 3.6 | 1.3 |
| | 0 | 無解答, 途中まで | | 5.9 | 3.8 |
| 正答率 | | | | 71.6 | 80.0 |
| (2) | 1 | $2 \div 5$ | ◎ | 59.4 | 62.8 |

| | | | | | |
|-----|---|--------------|---|------|------|
| | 2 | 計算ミス | ○ | 1.7 | 1.1 |
| | 3 | $5 \div 2$ | | 13.8 | 14.9 |
| | 4 | 5×2 | | 10.4 | 9.4 |
| | 9 | その他 | | 5.9 | 4.7 |
| | 0 | 無解答, 途中まで | | 7.4 | 7.0 |
| 正答率 | | | | 61.1 | 63.9 |

表3から, 次の点を指摘することができる.

ア ②(1)は, ①(1)と本質的に同じ問題であるが, ②(1)の方が正答率は小5, 小6とも20%ほど低い. この結果から, 「1とみると〜にあたる」という表現の理解は, 十分でないことが読み取れる. 最も多い誤答は, 解答類型3の「 $3 \div 5$ 」であり, 「1とみると〜」という表現の意味が理解できていない.

イ ②(2)は, ①(3)と本質的に同じ問題であるが, アで述べた傾向とは異なり, 正答率はほぼ同じである. このことは, 問題①の考察でも述べたように, ①(3)の正答率の低さに起因すると考えられる. さらに, 第1用法の問題では「1とみると〜にあたる」という表現を用いた方が, 基準量を正しく判断できる児童が一定数いる可能性がある. このことから, 「1とみると〜にあたる」表現について指導することの重要性が示唆される.

③ 問題3の結果と考察

表4 ③の解答類型と反応率

| ③ | NO. | 解答類型 | 正誤 | 小5 | 小6 |
|-----|-----|-------------------------------|----|------|------|
| (1) | 1 | $15 \div 0.6$ | ◎ | 49.1 | 54.3 |
| | 2 | $\square \times 0.6 = 15$ | ◎ | 12.2 | 15.1 |
| | 3 | 計算ミス | ○ | 8.7 | 9.4 |
| | 4 | 15×0.6 | | 16.3 | 11.5 |
| | 9 | その他 | | 5.1 | 3.8 |
| | 0 | 無解答, 途中まで | | 7.3 | 5.7 |
| | 正答率 | | | | 70.0 |
| (2) | 1 | $10 \div 0.4$ | ◎ | 44.9 | 38.5 |
| | 2 | $\square \times 0.4 = 10$ | ◎ | 9.3 | 11.9 |
| | 3 | その他(帰一法等) | ◎ | 6.3 | 16.4 |
| | 4 | 計算ミス | ○ | 3.1 | 2.8 |
| | 5 | $10 \times 0.4, 10 \times 40$ | | 14.7 | 9.6 |
| | 9 | その他 | | 8.4 | 8.7 |
| | 0 | 無解答, 途中まで | | 11.8 | 11.7 |
| 正答率 | | | | 63.6 | 69.6 |

表4から, 次の点を指摘することができる.

ア (1)は, 第3用法の小数倍の問題であるが, 小5で70%, 小6で80%弱の正答率である. 最も多い誤答は, 解答類型4で第2用法の問題だと捉えて乗法によって答えを求めている. 「0.6倍」というときの

基準量を正しく捉えていないと考えられる。

イ (2)は、第3用法の百分率(割合)の問題であるが、小5、小6いずれも70%未満の正答率である。(1)と比較して正答率が低くなっているのは、**1**(2)と**1**(4)を比べた時の傾向と同様であり、百分率の理解が十分でない児童がいることがわかる。

ウ (2)の解答類型3では、例えば、まず1%あたりの重さを求め、次に100%にあたる重さを求める帰一法($10 \div 40 \times 100$)による解答が見られた。この帰一法も含めて、その他の方法を用いた児童は、小5から小6で10%ポイントほど増加している。その一方で、解答類型1のわり算(公式)を用いた方法は減少していて、学年進行とともに、多様な方法が用いられていることがわかる。これらの結果から、多くの教科書で扱っているわり算の公式のみを強調する指導ではなく、多様な方法を扱うことの重要性が示唆される。

④ 問題**4**(1)の結果と考察

表5 **4**(1)の解答類型と反応率

| 4 | NO. | 解答類型 | 正誤 | 小5 | 小6 |
|----------|-----|--------------------------|----|------|------|
| (1) | 1 | 2000×0.7 | ◎ | 42.9 | 46.0 |
| | 2 | $2000 - 2000 \times 0.3$ | ◎ | 22.9 | 22.5 |
| | 3 | 計算ミス | ○ | 2.5 | 1.5 |
| | 4 | 2000×0.3 | | 13.8 | 9.4 |
| | 5 | $2000 - 0.3$ | | 2.3 | 2.1 |
| | 9 | その他 | | 7.0 | 9.4 |
| | 0 | 無解答、途中まで | | 7.3 | 8.9 |
| | 正答率 | | | | 68.3 |

この問題は、中高生調査の問題と同一である。解答類型も同一であり、中高生の反応率は表6の通りである。

表6 **4**(1)と同じ中高生調査の反応率

| NO. | 中1 | 中2 | 中3 | 高1 | 高2 |
|-----|------|------|------|------|------|
| 1 | 47.8 | 48.9 | 48.5 | 58.7 | 64.4 |
| 2 | 24.5 | 25.0 | 32.1 | 27.3 | 29.9 |
| 3 | 0.8 | 1.9 | 0.8 | 1.1 | 1.1 |
| 4 | 7.3 | 7.9 | 7.1 | 5.9 | 1.5 |
| 5 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0 |
| 9 | 10.9 | 10.6 | 7.6 | 2.7 | 2.6 |
| 0 | 8.4 | 5.4 | 3.5 | 4.0 | 0.6 |
| 正答率 | 73.1 | 75.8 | 81.4 | 87.1 | 95.4 |

表5、表6から、次の点を指摘することができる。

ア この問題(1)は、第2用法の百分率の基本的な問題であるが、正答率は、小5、小6いずれも70%前後である。最も多い誤答は、解答類型4で30%の割引分の料金を求めた解答である。これらの児童は、第2

用法を直接用いる**1**(4)はできたとしても、「割引き」の文脈を理解せずに単純に30%に相当する料金を求めているものと考えられる。

イ 小学生調査と中高生調査の結果を比較すると、正答率は学年進行とともに上昇している。この買い物場面の問題は、日常生活でも出会う文脈であり、様々な生活経験や学習経験を通して理解が深まっていくものと考えられる。

⑤ 問題**4**(2)の結果と考察

表7 **4**(2)の解答類型と反応率

| 4 | NO. | 解答類型 | 正誤 | 小5 | 小6 |
|----------|-----|-----------|----|------|------|
| (2) | 1 | 絵、絵+矢印等 | / | 7.0 | 6.7 |
| | 2 | テープ図等 | / | 12.0 | 11.1 |
| | 3 | 線分図 | / | 5.4 | 19.7 |
| | 4 | 複線図(数直線図) | / | 18.3 | 6.5 |
| | 5 | 表 | / | 4.1 | 4.6 |
| | 6 | 円グラフ | / | 2.3 | 1.6 |
| | 7 | 関係図 | / | 2.0 | 3.0 |
| | 8 | 式のみ、言葉のみ | / | 31.9 | 33.4 |
| | 9 | その他 | / | 6.1 | 3.5 |
| | 0 | 無解答、途中まで | / | 10.9 | 10.0 |

表7の数値は、問題**4**(1)で正答(準正答も含む)した小5の442人、小6の371人を対象に集計した結果である。表中の「線分図」は、線分の長さで数量を表している図、「複線図(数直線図)」は、線分に目盛りがあって目盛りの位置で数量を表した図のことである。解答類型にある解答例のいくつかを以下に挙げる。

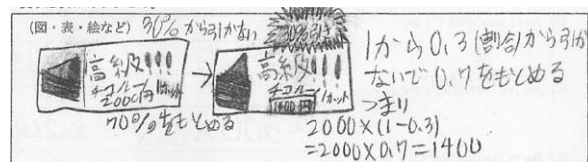


図1 解答類型1 絵(小5)

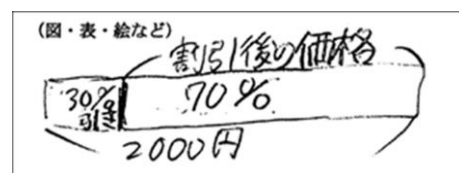


図2 解答類型2 テープ図(小6)

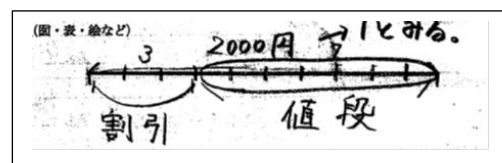


図3 解答類型3 線分図

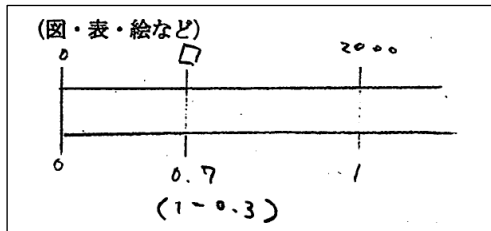


図4 解答類型4 複線図(数直線図) (小5)

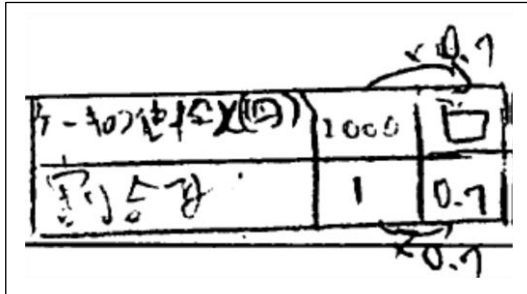


図5 解答類型5 表(小6)

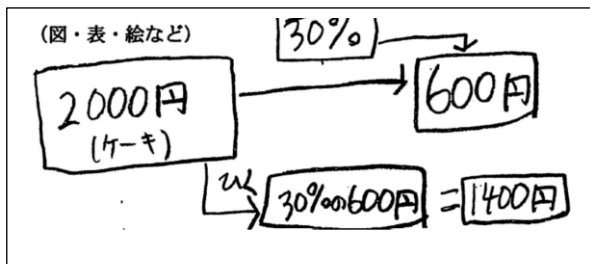


図6 解答類型7 関係図(小6)

この問題は、中高生調査の問題と同一であるが、説明の対象とした問題場面は異なっている。解答類型は同一であり、中高生の反応率は表8の通りである。

表8 4(2)と同じ中高生調査の反応率

| NO. | 中1 | 中2 | 中3 | 高1 | 高2 |
|-----|------|------|------|------|------|
| 1 | 17.8 | 29.0 | 33.7 | 28.6 | 24.2 |
| 2 | 11.9 | 8.6 | 10.7 | 28.6 | 27.7 |
| 3 | 5.9 | 7.5 | 3.9 | 5.0 | 2.5 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.3 |
| 5 | 12.9 | 4.3 | 11.8 | 5.5 | 5.8 |
| 6 | 0 | 1.1 | 0 | 1.6 | 1.0 |
| 7 | 7.9 | 14.0 | 13.5 | 12.6 | 17.9 |
| 8 | 20.8 | 25.8 | 17.4 | 11.8 | 12.8 |
| 9 | 2.0 | 0 | 2.2 | 0.3 | 0.3 |
| 0 | 5.0 | 9.7 | 7.9 | 6.0 | 7.6 |

表7, 表8から、次の点を指摘することができる。
 ア 解答類型8の「式のみ, 言葉のみ」を除くと、小5では「複線図」が18.3%と最も多かったが、小6になると反応率が6.5%に減少している。表8からは、「複線図」は、中1~高1には1人もいないことがわかる。このことから、学年が進むと、「複線図」を必ずしもわかりやすい図とはとらえていない。
 イ 解答類型8「式のみ, 言葉のみ」を除くと、小6

で反応率が高いのは「線分図」や「テープ図」である。中高生調査では、「絵等」や「テープ図」の反応率が他に比べて高い。学年が進むと、子どもはテープ図等の2次元の広がりのある図の方がわかりやすいと考えていることが推測される。

ウ 解答類型9の「その他」には、次のような解答(図7)が小5, 小6に見られた。

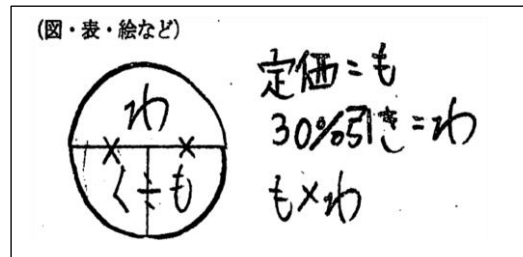


図7 解答類型9 その他(小6)

これは、第1用法~第3用法の3つの公式を覚えるための簡便図である。しかも、この図は、「く」「も」「わ」の位置がよく使われる図とは異なる点に興味深い。学校の授業あるいは塾等で学んだものと考えられる。一方、このような「く・も・わ」を用いた図は、中高生調査では見られなかった。これらのことから、「く・も・わ」についても、「複線図」同様にわかりやすい図とはとらえていないことが読みとれる。

⑥ 問題5の結果と考察

表9 5の解答類型と反応率

| 5 | NO. | 解答類型 | 正誤 | 小5 | 小6 |
|-----|-----|-----------|----|------|------|
| | 1 | 方程式(口を含む) | ◎ | 8.7 | 8.7 |
| | 2 | 比例式 | ◎ | 0.2 | 0.9 |
| | 3 | わり算 | ◎ | 16.3 | 12.6 |
| | 4 | その他(帰一法等) | ◎ | 1.5 | 3.6 |
| | 5 | 計算ミス | ○ | 0.2 | 0.2 |
| | 6 | 180×0.8等 | | 16.9 | 24.5 |
| | 7 | 180-20 | | 1.4 | 1.9 |
| | 8 | 180×0.2 | | 13.5 | 10.8 |
| | 9 | その他 | | 22.4 | 17.7 |
| | 0 | 無解答, 途中まで | | 17.6 | 18.9 |
| 正答率 | | | | 26.9 | 26.0 |

この問題は、中高生調査の問題と同一であるが、表現が一部異なる。解答類型は同一であり、中高生の反応率は表10の通りである。

表 10 [5]と同じ中高生調査の反応率

| NO. | 中 1 | 中 2 | 中 3 | 高 1 | 高 2 |
|-----|------|------|------|------|------|
| 1 | 6.3 | 12.2 | 33.1 | 43.0 | 59.1 |
| 2 | 2.4 | 1.4 | 2.5 | 5.5 | 3.7 |
| 3 | 10.9 | 8.4 | 4.0 | 6.3 | 5.4 |
| 4 | 3.5 | 3.3 | 5.3 | 3.4 | 5.6 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |
| 6 | 37.5 | 41.6 | 31.3 | 24.5 | 17.0 |
| 7 | 1.9 | 2.4 | 2.0 | 0.5 | 0.2 |
| 8 | 1.6 | 2.7 | 1.5 | 1.1 | 0.7 |
| 9 | 20.9 | 19.3 | 14.4 | 5.0 | 4.5 |
| 0 | 14.9 | 8.7 | 5.8 | 10.8 | 3.5 |
| 正答率 | 23.1 | 25.3 | 44.9 | 58.2 | 74.0 |

- 表 9, 表 10 から, 次の点を指摘することができる.
- ア 正答の中では, 解答類型 3 のわり算による方法で求めた児童が, 小 5 で 16.3%, 小 6 で 12.6% と最も多かった. 一方, この類型 3 の中 1~高 2 の結果は, 学年が進むと概ね減少している. 逆に, 方程式の考えによる方法で求めた児童は小 5, 小 6 で 8.7% であるが, 中 1~高 2 の結果は, 学年が進むと概ね増加している. わり算による方法は複数の教科書で公式として扱っているが, 学年が進むと, 方程式の考えによる方法によって解答する子どもが多いことから, 公式のみに頼らない指導の重要性が示唆される.
- イ 最も多い誤答は, 解答類型 6 であり, 20% の基準量を 180g と誤ってとらえたことによる. この傾向は中高生調査の結果と同じであり, 基準量を正しく把握することに課題があることがわかる.

⑦ 問題 [6] の結果と考察

表 11 [6]の解答類型と反応率

| [6] | NO. | 解答類型 | 正誤 | 小 5 | 小 6 |
|-----|-----|------------------------|----|------|------|
| | 1 | 34 ÷ 38, 34/38 等 | ◎ | 58.5 | 54.5 |
| | 2 | 1:x=38:34, 38x=34 等 | ◎ | 1.9 | 0.6 |
| | 3 | 基準量が逆の式 | | 17.0 | 15.8 |
| | 4 | 34-38, 38-34 | | 0.3 | 0.4 |
| | 9 | その他 | | 4.8 | 8.3 |
| | 0 | 無解答, 途中まで | | 16.4 | 20.4 |
| 正答率 | | | | 60.4 | 55.1 |

この問題は, 中高生調査の問題と同一であるが, 表現が一部異なる. 解答類型は同じであり, 中高生の反応率は表 12 の通りである³⁾.

表 12 [6]と同じ中高生調査の反応率

| NO. | 中 1 | 中 2 | 中 3 | 高 1 | 高 2 |
|-----|------|------|------|------|------|
| 1 | 38.3 | 47.9 | 50.2 | 54.3 | 60.6 |
| 2 | 2.2 | 0 | 5.1 | 7.2 | 10.4 |
| 3 | 16.8 | 17.9 | 13.6 | 11.3 | 10.6 |
| 4 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0.6 | 0.4 |
| 9 | 11.7 | 12.2 | 6.6 | 4.0 | 3.4 |
| 0 | 30.2 | 21.2 | 24.0 | 22.7 | 14.6 |
| 正答率 | 40.5 | 47.9 | 55.3 | 61.5 | 71.0 |

- 表 11, 表 12 から, 次の点を指摘することができる.
- ア 小 5 と小 6 の正答率を比較すると, 小 6 の方が若干低く, さらに中 1, 中 2 の正答率は, 小 5, 小 6 より低くなっている. 中高生調査の問題では, (2) として「フィンランドの国土面積を基準にするとき, 日本の国土面積の割合」が追加されている点, 「もとにする」と「基準にする」で表現が異なっている点で違いはあるものの, ここまで正答率が減少している (小 5 と中 1 で 20.2% ポイント差) ことは筆者らの予想に反した結果である. この要因としては, 問題の違い以外に, この問題が対比型である点を挙げることができる. 学習してそれ程期間を経っていない小 5, 小 6 は, 問題の解き方が記憶に残っているものの, 対比型の問題は 2 つの量を比較する必然性が低く日常場面で扱う機会がほとんどないため, 定着しないことが考えられる. しかし, 明確なことは不明であるので, この点についてはさらに調査する必要がある.
- イ 最も多い誤答は, 小学生, 中高生いずれも, 解答類型 3 で, 基準量を逆にした式である. これらの児童・生徒は, 正しく基準量をとらえることができなかつたといえる. しかし, それと同程度あるいはそれ以上に反応率の高かつた反応が, 解答類型 0 の「無解答, 途中まで」である. この結果は, アで述べたように, 対比型の問題の把握ができていないためと考えられる.

4 カリキュラム構築への示唆

3 の考察を踏まえて, 割合指導の体系的なカリキュラム構築に向けて, 次の示唆を得た.

(1) 「1 とみる」見方を扱う

1 と [2](1), [1](3) と 2 の比較から, 「1 とみる」見方と表現は小学生にとって決して易しくないが, 第 1 用法の問題解決では, 基準量を把握する上で有効であることが示唆された. このことから, 算数科の学習指導において, 指導順序にも配慮しながら, 「1 とみる」見方をきちんと扱うことが重要であると考えられる. 例えば, 次の 5 つは同じ意味を表していることについて, 繰り返し指導していく.

ア 2 は 5 の 0.4 倍である.

- イ 2は5の40%である。
- ウ 5を1とみると、2は0.4にあたる。
- エ 5を100とみると、2は40にあたる（百分率）。
- オ 5を10とみると、2は4にあたる（歩合）。

(2) 割合の問題解決に多様な方法を扱う

④(2)の考察から、多くの算数教科書で扱う複線図は子どもにとって必ずしもわかりやすい図とはいえない。また、⑤の考察から、第3用法の問題解決では、複数の算数教科書で扱う公式に基づくわり算の方法は、子どもにとって必ずしも簡単な方法とはいえない。以上から、中学校・高等学校段階での指導も踏まえると、算数指導においては、教科書で扱う1つの方法に限らず、様々な方法を扱うことが重要であると考えられる。例えば、第3用法の問題解決では、わり算以外に、方程式の考えによる方法や帰一法を、また問題解決のための図としては、複線図以外にも、テープ図や線分図、表、関係図等を扱うことである。

今後の課題は、本稿で得られた示唆を、授業実践を通して検証することである。

なお、本研究は、科研基盤(C)20K02761（代表者：熊倉啓之）「小・中・高を一貫した「割合」指導の体系的カリキュラムの開発」の助成を受けて行ったものである。本研究グループのメンバーは、標記の5名に加えて、以下の通りである（所属は2021年度現在）。江頭希美（浜松市立瑞穂小学校）、大川拓郎（静岡市立伝馬町小学校）、杉山俊介（静岡市立清水有度第二小学校）、平等正基（湖西市立新居小学校）、馬淵達也（浜松市立広沢小学校）、杉山智子（西遠女子学園）、永野翔一（焼津市立和田中学校）、美澤将史（藤枝市立藤枝中学校）、和田勇樹（静岡県立清水南高等学校中等部）、谷川尚（静岡県立静岡城北高等学校）、田開伯幸（静岡県立清水東高等学校）、富田真永（静岡県立静岡西高等学校）

また、本稿は、日本数学教育学会第54回秋期研究大会（熊倉他、2021b）における発表内容を、大幅に加筆し再構成したものである。

注

- 1) 2つの数量の関係が「全体と部分」「一方を伸縮したのが他方」「独立した2つ」であるとき、それぞれ「全体部分型」「伸縮型」「対比型」と呼ぶ。
- 2) 岡田が「対比型」と呼んでいる型の問題は、数量が増減する場面が多いことから、筆者らは「増減型」と呼んでいる。
- 3) 熊倉他（2019）の解答類型と若干異なり、小学生調査と同じ解答類型の反応率を再集計して掲載した。

引用・参考文献

早川健(2003). 「同じ割合」に焦点を当てた割合指導

の導入. 日本数学教育学会誌, 85(12), 23-30.

石田淳一・神田恵子(2008). 5 学年「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.

金井寛文(2002). 割合に関する児童・生徒の理解の実態についての一考察. 日本数学教育学会誌, 84(8), 3-13.

国立教育政策研究所(2018). 平成30年度全国学力・学習状況調査報告書小学校算数, 56-58.

熊倉啓之・國宗進・松元新一郎(2019). 中学生・高校生の割合の理解に関する調査研究. 静岡大学教育実践総合センター紀要, 29, 80-89.

熊倉啓之・國宗進・松元新一郎・早川健・近藤裕(2020). 中学校・高等学校数学科における割合指導に関する研究. 静岡大学教育実践総合センター紀要, 30, 49-58.

熊倉啓之・國宗進・松元新一郎(2021a). 海外の先行研究からみた日本の割合指導の特徴. 静岡大学教育実践総合センター紀要, 31, 117-126.

熊倉啓之・國宗進・松元新一郎・早川健・近藤裕(2021b). 小学生の割合の理解に関する調査研究, 日本数学教育学会第54回秋期研究大会発表集録, 261-264.

栗山和弘・吉田甫(2016). 割合概念の学習における認知的障害-等全体のインフォーマルな知識に着目して-. 教授学習心理学研究, 12, 1-9.

松元新一郎・熊倉啓之・國宗進(2021). 小学校教員養成段階における大学生の割合の理解に関する調査研究-中学生・高校生の調査結果との比較を通して-. 静岡大学教育実践総合センター紀要, 31, 137-146.

文部省(1957). 全国学力調査報告書 国語・数学.

中村享史(2002). 割合指導に関する研究の動向と今後の方向. 日本数学教育学会誌, 84(8), 14-21.

中西正治・杉井誠(2018). 割合の教授法に関する一考察. 三重大学教育学部研究紀要, 69, 195-220.

岡田いづみ(2008). 割合文章問題における介入授業の効果-分数表示方略の提案-. 教授学習心理学研究, 5(1), 32-41.

大山乃輔(2014). 算数科における割合の概念形成に関する研究. 兵庫教育大学修士論文, 9.

坂井武司・齋藤昇・高橋正・廣瀬隆司(2013). 割合についての児童の認識に関する研究. 数学教育学会誌, 53(3・4), 97-106.

田端輝彦(2002). 同種の量の割合と異種の量の割合の指導順序に関する考察. 日本数学教育学会誌, 84(8), 22-29.

寺岡利幸・横山真智子(1983). 割合指導における導入時の工夫. 日本数学教育学会誌, 65(6), 15-18.

渡辺正八(1957). 割合について. 日本数学教育学会誌, 39(8), 26-29.

吉田甫(2003). 学力低下をどう克服するか-子どもの目線から考える. 新曜社, 161-171.