

Research about Ratio' s Understanding of University Students in Elementary School Teacher Training Courses : Through Comparison with the Survey Results of Junior and Senior High School Students

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-03-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 松元, 新一郎, 熊倉, 啓之, 國宗, 進 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00027912

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—

松元 新一郎 熊倉 啓之 國宗 進
静岡大学教育学部 静岡大学教育学部 静岡大学教育学部

Research about Ratio's Understanding of University Students in Elementary School Teacher Training Courses Through Comparison with the Survey Results of Junior and Senior High School Students Matsumoto Shinichiro, Kumakura Hiroyuki, Kunimune Susumu

Abstract

The purpose of this study is to clarify ratio's understanding of university students in elementary school teacher training course. We conducted a survey of 1022 university students, using the same questions and questionnaire as the survey for junior and senior high school students in the previous study. As a result, although "the third usage of ratio" and "comparison type of two amounts" questions were generally understood, the increase / decrease PP type and P/P type questions were not enough. Based on these results, we clarified the importance of the following four points regarding the ratio's teaching for university students in elementary school teacher training course;

- (1) Ensuring a solid understanding of the basics of ratio,
- (2) Gaining a deeper understanding of PP type and P/P type,
- (3) Providing an opportunity to consider mathematics teaching method based on the learner's understanding,
- (4) Being Familiar with ratio and fostering an attitude of utilization for it.

キーワード： 割合 実態調査 小学校教員養成 大学生

1. 研究の背景と研究目的

算数教育の長年の課題の1つとして「割合の理解の困難性」が挙げられる。例えば、1956年度全国学力調査5(3)の「米の石高を、割合を使って比べる」問題（第1用法）の正答率は10.6%であった（文部省、1957）。このような実態の改善を目指して、割合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）。それにも関わらず、現在でも割合の理解について課題がある。例えば、2015年度全国学力・学習状況調査B2(2)の「20%増量後のせんざい量が480mLのときの増量前のせんざい量を求める」問題（第3用法）の正答率は13.4%であった（国立教育政策研究所、2015）。

このような実態の改善を図るために、筆者らは、小学校算数科で学習した割合の理解が、その後、中学校、高等学校、大学へと進むにつれてどの程度深まるのか、割合を活用する力がどの程度高まるのか等に焦点を当てる。

ここで、割合の理解に関する実態調査とその結果について、主なものをまとめておく。

金井（2002）は、1952年から1998年までに実施された比較的規模が大きい調査の中で、基本的な割合の問題（第1～第3用法）に焦点を当て、小5～中1を対象として、正答率の経年変化を分析した。その結果、

①比の第2用法の問題の正答率は他の用法と比べて高く、また、1980年以降安定していること、②正答率の経年変化という視点では全体的に向上していること、③「BrA」¹⁾という構造の問題は、用法に関係なく正答率は高いこと、の3点を指摘した。

大山（2014）は、小5を対象とする調査の結果から、①第2用法は文脈に関係なく正答率は安定していること、②伸縮型（後述）の問題は用法に関係なく比較的安定していること、等を指摘した。

2007年度からの全国学力・学習状況調査では、小6を対象とする算数問題に、ほぼ毎年のように割合の問題が出題されている。多くの場合に正答率が低く、割合の理解に課題があることが指摘されてきた。それらの結果を踏まえ、指導の改善・充実を要する事項として、①割合の意味についての理解、②基準量、比較量、割合の関係についての理解、③百分率の意味についての理解、④量を表す数と割合を表す数についての理解、の4点が挙げられた（国立教育政策研究所、2017）。

一方、TIMSS調査では、中学生を対象に割合の問題、例えば、TIMSS2007で次の問題が出題された（国立教育政策研究所、2009）。

【M02-05】あるコートの値段は、いつも60ゼットです。太郎さんはそのコートを、30%引きの値段

で買いました。太郎さんはいくらお金を節約しましたか。（選択肢）

〔正答率：50%（国際平均：43%）〕

しかし、報告書には、特に割合の理解についての分析や課題の指摘はなされていない。

高校生を対象とした調査には、高1対象のPISA調査や、高2対象の特定の課題に関する調査があり、例えば、次のような割合の問題が出題された。

<PISA2003>（国立政策教育研究所，2004）。

【輸出に関する問2】2000年にゼットランド国が輸出したフルーツジュースの金額はいくらでしたか。（1996年～2000年の年間輸出額を示す棒グラフと，2000年の輸出品の分布を示す円グラフ）

〔正答率：54.9%（国際平均：48.3%）〕

<特定の課題に関する調査（論理的思考）>

（国立教育政策研究所，2013）

【調査II数学A2】A町の18歳以上の人口はB町の18歳以上の人口の半分で，A町，B町の車の保有率はそれぞれ35%，20%である。

（問1）略

（問2）A町とB町が合併しC市となった。このとき，C市の車の保有率を求めなさい。

（選択肢）〔正答率：43.8%〕

この場合も，報告書には，特に割合の理解についての分析や課題の指摘についての記載はない。

大学生を対象とした調査については，例えば，日本数学会が実施した「大学生数学基本調査」（日本数学会教育委員会，2013）があるが，ここでは特に割合に関する問題は出題されていない。また，小学校教員養成課程の大学生を対象として行われた意識調査（峯村他，2018）では，「算数・数学に対する意識や考え」「算数科の教科内容に対して感じる難しさ」について調査しているものの，割合に関わる質問項目は特にない。

以上のことから，割合の理解の実態に関して，小学生を対象とした調査は多く実施され，様々な課題が指摘されている一方で，中学生，高校生，大学生等を対象とした調査は少ない。小学校で学習した割合の理解が，中学校，高等学校，大学へと進むにつれてどの程度深まるのか，割合を活用する力がどの程度高まるのか等について，データをもとに明らかにした研究は皆無といつてよい。

以上を踏まえ，本研究では，小学校で割合を学習した子どものその後について，理解の実態を明らかにし，その結果を踏まえて，体系的な割合指導の在り方を追究することを目指す。筆者らは既に，中学生，高校生（以下，中高生と記す）を対象とした調査を実施し，

割合の理解の実態を明らかにしている（熊倉他，2019）。

この研究の一環として本稿では，特に小学校教員養成段階の大学生を対象に，割合の理解の実態を明らかにすることを研究目的とする。

小学校教員養成段階の大学生を対象を絞るのは，将来，算数の授業で割合を指導する可能性が高い大学生の理解の実態を明らかにすることで，小学校教員養成段階における大学生の割合に関わる指導改善への示唆が得られると考えたからである。なお，本研究で「割合」とは，同種の2量の割合を指す。

研究の方法は，次の通りである。

- (1) 小学校教員養成段階の大学生を対象に，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する。
- (2) 調査結果を分析し，小学校教員養成段階における大学生の割合の理解の実態を明らかにして，小学校教員養成段階の大学生に対する指導改善への示唆を得る。

2. 調査問題と調査方法

(1) 割合の深い理解

「割合を理解している」とは，どのような状況を言うのであろうか。まず，筆者らは中学校・高等学校でも割合の単元を設けて指導しているフィンランドの数学教育に着目して，教科書分析を行った（熊倉，2019）。その結果，第1用法～第3用法の問題は勿論のこと，「割合の割合を考える」問題（以下，「PPタイプ」の問題という）や，「割合を基にした割合を考える」問題（以下，「P/Pタイプ」の問題という）を，次のように，高等学校数学教科書（M,Perasalo 他，2009）で扱っていた。

【PPタイプ】動物園の入場者数を5年間調査した。その結果，最初の4年間は，いつも前年の5%だけ増加したが，5年目は前年の10%だけ減少したことがわかった。結局5年間で，どれだけ変化したか。（p.111）

【P/Pタイプ】電子レンジは，1990年には52%の世帯が所有していたが，1996年には77%の世帯が所有するようになった。所有する世帯数は（世帯数が変わらないとして）何%増加したか。（p.112）

なお，日本の算数教科書（平成26年検定，以下同様）では，「PPタイプ」の問題は1社のみで扱われ，「P/Pタイプ」の問題はどの教科書でも扱われない。

筆者らは，割合に関する内容は日常生活にも多々関係する重要なものであると考えている。そこで，本研究では，小学校算数科で学習する第1用法～第3用法の理解を「割合の基本的理解」と呼び，それに加えて，PPタイプ，P/Pタイプの問題も含めた様々な割合の問

題を理解し解決できることを「割合の深い理解」と呼んで、中高生・大学生に対しては「深い理解」を目指すという立場に立っている。

(2) 調査の観点とその問題

上記の考えに基づいて、調査問題の観点を、次のア～エの通りに定めた。

観点ア	第 2 用法の問題と比べて、第 3 用法の問題をどの程度理解し解決できるか。どのように解決するか。
観点イ	対比型の問題を理解し解決できるか。
観点ウ	PP タイプの問題を理解し解決できるか。
観点エ	P/P タイプの問題を理解し解決できるか。

イの観点にある「対比型」の問題とは、2 つの量の一方を基準量、他方を比較量とする問題のことである（岡田，2008）。対比型の問題は、「全体部分型」²⁾の問題、「増減型（伸縮型）」²⁾の問題と比較して難しいとされる（大山，2014）。

上記ア～エの 4 観点到に沿って構成した調査問題は、以下の問題①～⑥である（図 1）。「割合の基本の理解」及び「割合の深い理解」については前項(1)で述べたとおりであり、前者を問題①～③によって、後者を問題④～⑥によって評価しようとして設定した。

問題の最後には、感想欄として「①～⑥の問題を解いた感想を書いてください。」を設けている。

また、割合に対する意識や態度を問う質問紙調査(図 2) も併せて実施した。

① 定価 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。求め方と答えを書きなさい。〔観点ア〕

② 次の問題について考えます。〔観点ア〕

ある会社のサケの缶詰は、今年から内容量が 20%増量して 180gで販売されています。昨年までの内容量は何 g でしょうか。

(1) 昨年までの内容量の求め方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。下書ききなさい。ただし、図・表・絵などをすべて使う必要はありません。

③ 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。〔観点イ〕

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

(1) 日本の国土面積を基準にすると、フィンランドの国土面積のおよそ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。

(2) フィンランドの国土面積を基準にすると、日本の国土面積のおよそ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。

④ A 中学校では、全校生徒の 30%が自転車通学で、そのうちの 60%は男子です。自転車通学をしている男子は、全校生徒の何%ですか。求め方と答えを書きなさい。〔観点ウ〕

⑤ A 動物園における 2015 年から 2017 年までの年間入場者数を調べました。2016 年の入場者数は 2015 年の入場者数に比べて 10%増えています。逆に、2017 年の入場者数は 2016 年の入場者数に比べて 10%減っています。2017 年の入場者数は、2015 年の入場者数と比べるとどうなりましたか。次のア～ウの中から正しいものを 1 つ選んで○を付け、その理由を書きなさい。〔観点ウ〕

ア 増えた イ 変わらない ウ 減った

⑥ A 町の全面積に対する森林の面積の割合を調べたら、10 年前は 50%でしたが、今年は 30%でした。10 年前の森林の面積を基準にすると、今年の森林の面積は何%減少したのでしょうか。求め方と答えを書きなさい。ただし、10 年前と今年で A 町の全面積は変わっていません。〔観点エ〕

図 1 調査問題

アンケート

割合に関する以下の 8 つの項目について、次のア～エの中から最も当てはまるもの 1 つを選んで、○を付けてください。

ア つよくそう思う

イ そう思う

ウ そう思わない

エ まったくそう思わない

1 割合（％）は、数学以外の教科に必要です。

2 割合（％）は、日常生活に必要です。

3 割合（％）に表すと、全体の中のどれくらいか分かります。

4 割合（％）に表すと、増加や減少などの変化の様子がわかります。

5 割合（％）に表すと、2 つの量を比べることができます。

6 割合（％）の問題を解くのは楽しいです。

7 割合（％）の問題を解くのは得意です。

8 学んだ割合（％）を活用して日常生活の問題を解いてみようとすることがあります。

図 2 質問紙調査

139

(3) 中高生の調査結果の概要

すでに調査・分析した中高生の結果の概要は、次の通りである（熊倉他，2019）。以下では、表1も参照する。

ア いずれの問題も、学年進行とともに正答率は概ね上昇傾向にあった。中学校以降、割合に焦点を当てた指導は特に行われていない状況を考慮すると、生活経験の中であるいは他の領域での学習経験を通して、徐々にではあるが、割合の理解が深まり、割合を活用する力が高まっていると推察される。

イ アの指摘にも関わらず、第3用法の問題の正答率は、中3でも正答率は50%に満たなかった。また、問題2(2)での「わかりやすい方法」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。一方で、算数科で扱う数直線図による方法を挙げている中高生は、ほとんどいなかった。

ウ 対比型（第1用法）の問題3は、中3でも正答率は55%に満たなかった。また、基準量を逆に捉えている誤答が10～20%程度で最も多かった。

エ 増減型 PP タイプの問題5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%程度で最も多かった。

オ P/P タイプの問題6は、高2でも正答率は45%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%程度で最も多かった。

カ 質問紙調査の質問1、2の「割合の必要性」に関する回答結果は、中1～高2のいずれの学年でも、肯定的な回答の割合が70～90%あり、必要性を感じている生徒が多かった。

キ 質問3～5は、割合の意味を問うものであり、中1～高2のいずれの学年も、肯定的な回答が70%を超えていた。

ク 質問6～7は、割合の問題を解くときの態度を問うものであり、中1～高2のいずれの学年も15～32%と、全体的に低かった。特に、割合を苦手（得意でない）と感じている生徒が70～80%程度いた。

ケ 質問8は、割合を活用する態度を問うものであり、中1～高2のいずれの学年も35～45%と、質問6、7に比べれば、肯定的な回答率は高かったものの、全体的には高いとは言えなかった。

(4) 大学生対象の試行調査

本調査の分析・考察に先立ち、A 私立大学の小学校教員志望学生 88 人を対象に試行調査を行い分析した（神原，2019）。その結果、中高生に比べて正答率は概ね高かったものの、特に PP タイプ、P/P タイプの問題の正答率は、他の問題に比べて低いことが明らかになっている。

(5) 調査方法

【対象】北海道から九州にある10の国立大学法人の教員養成系学部における算数科教育法の受講者（以下、「大学生」と記す）で、中学校数学免許を取得しない大学生

【調査人数】1022名

【調査時期】2018年4～11月 ※算数科教育法の授業時に、割合に関わる指導前に実施

【調査時間】質問紙調査と合わせて25～30分

3. 調査結果と考察

以下の表には、大学生とともに中高生の結果も合わせて示し、大学生の結果を中心に考察する。それによって、割合の理解がどのような発達の様相を呈するのかがとらえやすくなると考えた。ただし、対象の大学生は、ある一定以上の学力を有する選抜された者であり、中高生の結果と大学生の結果を単純には比較できないことに留意する。

(1) 問題1～6の全体を通した結果と考察

問題1～6の正答率と平均正答数は、表1の通りである。

表1 問題1～6の正答率（%）と平均正答数

学年 (人)	中1 (368)	中2 (368)	中3 (396)	高1 (656)	高2 (536)	大学生 (1022)
1 第2用法	73.1	75.8	81.4	87.1	95.4	98.6
2(1) 第3用法	23.1	25.3	44.9	58.2	74.0	80.7
3 対比型	38.1	47.3	54.3	60.3	69.9	81.9
4 PPタイプ	40.8	40.6	58.1	64.6	73.0	84.1
5 PPタイプ	21.5	24.1	33.9	50.8	61.2	73.1
6 P/Pタイプ	14.0	16.2	22.6	32.2	41.6	43.9
平均正答数	2.2	2.4	3.0	3.6	4.2	4.6

表1から、全体を通して次のことが指摘できる。

ア 割合の深い理解に関する問題1～6について、6の結果を除くと大学生は好ましい状況にあると判断できる。特に問題1～3の結果は、割合の基本の理解に関して十分により成果をあげていることを示している。

大学生の各問題の正答率や平均正答数は、中高生の結果よりも高く、中1から大学まで、学年進行とともに正答率が徐々に上昇する傾向にある。感想欄に「小学生の時は割合が苦手だったが、日常生活（割引や消費税）で使っているからか、昔よりも苦手意識が減っ

た気がした。」という記述もあり、生活経験や他領域での学習経験を通して、割合の理解が少しずつ深まっていると推察される。

イ 問題①と問題②(1)の正答率を比較すると、問題②(1)の正答率が低かった。大学生にとっても、中学生と同様に、第3用法は第2用法に比べて難しいことがわかる。

ウ 問題②(1)と問題⑤の正答率の学年進行による変化には、同じ傾向がうかがえる。両問題とも中1では20%強であったが、学年が上がるにつれて徐々に正答率が上昇し、大学生では問題②(1)が80.7%、問題⑤が73.1%であった。生活経験や他領域での学習経験がよい効果をもたらしている。

エ 問題⑥は、大学生でも他の問題に比べて正答率が格段に低く、50%にも満たなかった。P/Pタイプの問題は学校では扱われないだけでなく、日常場面の中でも、PPタイプに比べると必ずしも頻繁に登場しないことがその理由と考えられる。

(2) 各問題の結果と考察

以下では、正答率が90%を超えなかった②～⑥の各問題について、解答類型とその反応率を示し、分析結果を述べる。なお、解答類型は中学生調査と同一であり、表中の◎は正答を、○は準正答を示している。

① 問題②(1)の結果と考察

表2 問題②(1) (第3用法)の解答類型

NO.	解答類型	正答
1	方程式による方法($1.2x=180$ 等)	◎
2	比例式による方法($1.2:1=180:x$ 等)	◎
3	わり算による方法 ($180\div 1.2=150\text{g}$, $180\div 120/100=150\text{g}$)	◎
4	その他 (1～3 以外) の正しい方法	◎
5	正しい求め方であるが答えが違う	○
6	$180\times 80/100=144\text{g}$, $180-180\times 20/100=144\text{g}$ (計算ミス含む)	
7	$180-20=160\text{g}$	
8	$180\times 0.2=36\text{g}$	
9	その他 ($180\div 0.2=900\text{g}$, $180\times 1.2=216\text{g}$, $180\div 0.8=225\text{g}$, $180+20=200\text{g}$, $180\div 20=9\text{g}$ 等)	
0	無解答, 途中まで	

表3 問題②(1)の解答類型別の反応率 (%)

NO.	中1	中2	中3	高1	高2	大学生
1	6.3	12.2	33.1	43.0	59.1	54.2
2	2.4	1.4	2.5	5.5	3.7	6.7
3	10.9	8.4	4.0	6.3	5.4	18.6
4	3.5	3.3	5.3	3.4	5.6	0.5
5	0	0	0	0	0.2	0.7
6	37.5	41.6	31.3	24.5	17.0	14.1
7	1.9	2.4	2.0	0.5	0.2	0.1
8	1.6	2.7	1.5	1.1	0.7	0.2
9	20.9	19.3	14.4	5.0	4.5	2.3
0	14.9	8.7	5.8	10.8	3.5	2.6
正答率	23.1	25.3	44.9	58.2	74.0	80.7

表4 問題②(1)の求め方 (%)

NO.	中1	中2	中3	高1	高2	大学生
1	27.1	48.4	73.6	74.0	80.1	67.2
2	10.6	5.4	5.6	9.4	5.1	8.3
3	47.1	33.3	9.0	10.8	7.3	23.1
4	15.3	12.9	11.8	5.8	7.6	0.6

表4は、正答している解答のうち、どの方法(1方程式, 2比例式, 3わり算, 4その他)を用いているかの割合を示したものである。

表3, 表4から、次の点を指摘することができる。

ア 小学生にとって理解に課題があるとされている第3用法の問題に対して、大学生の正答率は80%強に達しているものの、20%弱の大学生が誤答である。特に、類型6「 $180\times 0.8=144\text{g}$ 」等とする誤答が、中学生の結果と同様に最も多く、14.1%もあった。これは、基準量を「今年の内容量」とした誤りである。

イ 表4から、類型1「方程式による方法」が67.2%で最も多い方法であり、中2～高2と同様の結果であることがわかる。一方で大学生では、中学生では少なかった類型3「わり算による方法」が23.1%あり、異なる傾向が見られる。感想欄には「小学生向けなら x を使ってはいけないと思いつつ使ってしまった」という記述もあり、この問題が小学校で学習されることを考慮して、方程式を使わない方法によって解答した学生もいたと考えられる。

② 問題2(2)の結果と考察

表5 問題2(2)の解答類型

NO.	解答類型
1	絵、絵＋矢印等
2	テープ図、ブロック図、面積図（長方形）
3	線分図
4	数直線図
5	表
6	円グラフ
7	矢印（関係図など）
8	式のみ、言葉の式のみ
9	その他（比例のグラフ、くもわ等）
0	無解答、途中まで

表6 問題2(2)の解答類型別の反応率（％）

NO.	中1	中2	中3	高1	高2	大学生
1	17.8	29.0	33.7	28.6	24.2	21.0
2	11.9	8.6	10.7	28.6	27.7	30.6
3	5.9	7.5	3.9	5.0	2.5	3.9
4	0	0	0	0	0.3	1.2
5	12.9	4.3	11.8	5.5	5.8	2.3
6	0	1.1	0	1.6	1.0	1.6
7	7.9	14.0	13.5	12.6	17.9	20.4
8	20.8	25.8	17.4	11.8	12.8	8.7
9	2.0	0	2.2	0.3	0.3	3.5
0	5.0	9.7	7.9	6.0	7.6	6.8

表5の「線分図」は、線分の長さで数量を表している図、「数直線図」は、線分が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。

また表6は、表3に基づき問題2(1)で正答した解答のみについて集計した結果である。

表6から、次の点を指摘することができる。

ア 類型2「テープ図等」が30.6%で最も多く、高校生と同じ傾向であった。また、この説明による記述は、テープ1本による説明と2本による説明に分類できた（図3）。テープ2本による説明はすべて、1本が昨年、1本が今年の内容量と割合を表している。

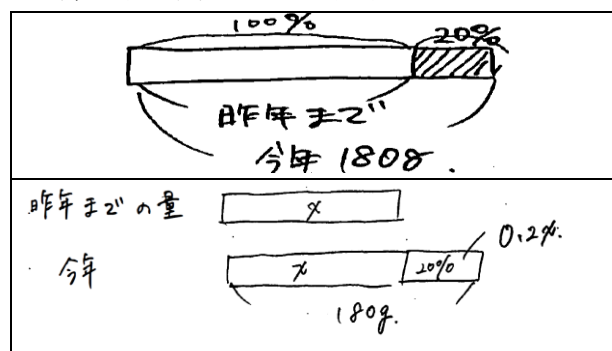


図3 テープ図による説明の例

テープ図は線分図と本質的には同じ図といえるが、量を表すのに、面積を持つ2次元のテープ図の方がわかりやすいと考えたものと推察される。

イ 類型1「絵等」、および類型7「関係図等」が、テープ図に次いで多かった。この傾向は高校生の結果とも類似している。これらの大学生は、絵で表したり、基準量と比較量の関係を矢印で示したりすることがわかりやすいと考えたものと推察される。

ウ 類型4「数直線図」をかいた大学生は、殆どいなかった。中高生の場合も同様の結果である。多くの算数教科書で扱っている図であるが、大多数の中高生・大学生は「第3用法の問題がよくわからない」という友だちに説明する方法として利用しないことが明らかになった。

③ 問題3の結果と考察

表7 問題3（対比型）の解答類型

NO.	解答類型	正答
1	(1)(2)いずれもわり算または分数式 ($34 \div 38, 34 \div 38 \times 100, 34/38$ 等)	◎
2	(1)(2)いずれも方程式または比例式 ($1:x=38:34, 38x=34$ 等)	◎
3	(1)(2)の式の種類は違うが、いずれも正しい式	◎
4	(1)(2)いずれも基にする量が逆の式	
5	(1)(2)いずれもひき算の式 ($34-38, 38-34$)	
6	(1)(2)一方のみ正しい式	
9	その他	
0	無解答、途中まで	

表8 問題3の解答類型別の反応率（％）

NO.	中1	中2	中3	高1	高2	大学生
1	35.9	47.3	49.0	53.0	59.3	70.8
2	2.2	0	4.8	7.0	10.4	11.0
3	0	0	0.5	0.3	0.2	0.1
4	14.7	17.7	13.1	10.5	10.3	9.3
5	0.8	0.8	0.3	0.2	0	0
6	3.5	1.9	1.5	1.1	1.5	0.4
9	13.0	11.4	7.1	5.2	3.7	1.3
0	29.9	20.9	23.7	22.7	14.6	7.1
正答率	38.1	47.3	54.3	60.3	69.9	81.9

表8から、次の点を指摘することができる。

ア 対比型（第1用法）の問題は、算数教科書では、6社中3社しか扱っていないにもかかわらず、問題3の正答率は80%を超えていて一定の評価ができる。一

方で、類型4「(1)(2)いずれも基にする量が逆の式」による誤答がおおよそ10%ある。大学生になっても、基準量を正しく判断することに課題がある者がいることがわかる。

④ 問題4の結果と考察

表9 問題4（全体部分型PPタイプ）の解答類型

NO.	解答類型	正答
1	全校生徒を x 人として計算 ($0.3x \times 0.6, 30x / 100 \times 60 / 100$ 等)	◎
2	割合のみで計算 ($0.3 \times 0.6, 30\% \times 0.6$ 等)	◎
3	全校生徒を 100 人等として計算	○
4	上記いずれかの方法で 0.18 (%)	○
5	正しい求め方であるが、計算ミス	○
6	$0.3 \div 0.6 = 0.5, 30 \div 60 = 0.5$ より 50%	
7	$60 - 30 = 30$ より 30%	
8	$60 \div 30 = 2, 0.6 \div 0.3 = 2$ より 2%	
9	その他 ($60 + 30 = 90\%, 60 \div 0.3 = 20\%, 60 \div 30 = 20\%$ 等)	
0	無解答、途中まで	

表10 問題4の解答類型別の反応率 (%)

NO.	中1	中2	中3	高1	高2	大学生
1	3.0	4.9	14.9	17.4	14.5	19.3
2	30.2	29.1	37.1	40.1	48.7	56.9
3	5.7	5.2	3.5	4.7	18.4	6.3
4	1.6	1.4	2.3	1.8	0	0.7
5	0.3	0	0.3	0.6	0	0.9
6	1.4	3.8	1.8	0.6	1.3	0.6
7	0.8	2.2	1.0	0.2	0.0	0.1
8	0.8	0.5	1.8	0.3	0	0.2
9	25.3	25.8	13.9	9.6	3.9	3.2
0	31.0	27.2	23.5	24.7	13.2	11.8
正答率	40.8	40.6	58.1	64.6	73.0	84.1

表10から、次の点を指摘することができる。

ア 全体部分型 PP タイプの問題4は、算数教科書では1社だけが扱い、中学校、高等学校の教科書でも扱っていない。それにもかかわらず、問題3と同様に、正答率は80%を超えていて一定の評価はできる。一方で、類型0「無解答、途中まで」が10%を超えている。感想欄には「割合に表した段階からさらに割合を求めようとする意味が分からなくなってくる」という記述もあり、これらの大学生は PP タイプの問題を解いた経験がなかったためと推察される。

イ 正答の中では、類型2「割合のみで計算」が56.9%で最も多かった。これは中高生と同様である。

「割合の割合」を考える場合は、それらの積を考えればよいことについて、他の領域の学習経験が割合の深い理解に活きていると考えられる。

⑤ 問題5の結果と考察

表11 問題5（増減型PPタイプ）の解答類型

NO.	解答類型	正答
1	ウと回答し、2年前の入場者数を x 人として計算 ($1.1x \times 0.9, 110x / 100 \times 90 / 100$ 等)	◎
2	ウと回答し、割合のみで計算 ($1.1 \times 0.9, 110 / 100 \times 90 / 100$ 等)	◎
3	ウと回答し、言葉により説明	◎
4	ウと回答し、2年前の入場者数を 100 人等として計算	○
5	ウと回答し、意味不明な理由 ($10x / 100 \times 90 / 100$ 等)、理由なし	
6	イと回答し、10%増で10%減だから、その他の理由、理由なし	
7	アと回答し、その他の理由、理由なし	
9	その他（複数を選択等）	
0	無解答、途中まで	

表12 問題5の解答類型別の反応率 (%)

NO.	中1	中2	中3	高1	高2	大学生
1	0.3	4.3	14.4	16.8	23.3	22.5
2	0.8	0.8	1.8	2.0	3.0	3.8
3	6.3	6.8	4.8	13.6	12.5	20.1
4	13.6	12.2	12.9	18.4	22.4	26.7
5	5.2	9.2	6.3	4.0	3.4	4.0
6	54.1	53.0	43.7	28.0	21.8	11.0
7	5.2	4.6	4.8	3.8	4.7	4.3
9	0	0.3	0.3	0	0	0.4
0	14.7	8.7	11.1	13.4	9.0	7.2
正答率	21.5	24.1	33.9	50.8	61.2	73.1

表12から、次の点を指摘することができる。

ア 増減型 PP タイプの問題5の正答率は70%を超えているが、問題4と比べると10%ポイント強ほど低い。この結果は、中高生とほぼ同様である。増減型 PP タイプの方が、全体部分型 PP タイプよりも中高生・大学生にとって難しいといえる。なお、算数教科書で1社が扱っている PP タイプの問題は、問題4のような全体部分型 PP タイプである。

イ 正答の中では、類型4「2年前の入場者数を 100 人等として計算」による説明が26.7%で最も多かった。

問題4では、同じ求め方である類型3「全校生徒を100人等として計算」が6.3%しかないことから、問題によって異なる求め方をしている大学生が少なくないことが読み取れる。

ウ 誤答の中では、類型6「イと回答して、10%増で10%減だから」が最も多く11%であった。この誤答は中1では54.1%もあって、学年進行とともに減少して大学生で11%になる。この大学生の中には、感想欄に「5」、6は自信がない」と記述し、確信をもって答えていない者もいたものと考えられる。

⑥ 問題6の結果と考察

表13 問題6 (P/Pタイプ) の解答類型

NO.	解答類型	正答
1	A町の面積を x として計算 ($0.3x/0.5x, 0.3x \div 0.5x$ 等)	◎
2	割合のみで計算 ($0.3 \div 0.5, 0.3/0.5$ 等)	◎
3	10年前の森林面積を x として計算 ($2x \times 0.3 = 0.6$)	◎
4	その他 (1~3 以外) の正しい方法 ($50 \times 2 - 30 \times 2, (50 - 30) \times 2$ 他)	◎
5	A町の面積を 100m^2 として計算	○
6	今年の森林率を計算して 60% ($3/5, 30 \div 50$ 等)	
7	$50 - 30 = 20$ より 20%	
8	$0.5 \times 0.3 = 0.15$ より 15%	
9	その他 ($50 \div 30 = 5/3\%, 50 + 30 = 80\%$ 等)	
0	無解答, 途中まで	

表14 問題6の解答類型別の反応率 (%)

NO.	中1	中2	中3	高1	高2	大学生
1	0	1.9	6.6	9.0	14.2	12.6
2	2.2	2.7	3.8	7.3	10.6	18.2
3	0	0	0	0.2	0.2	0.6
4	12.0	11.1	10.4	12.2	13.1	9.7
5	0.3	0.5	1.8	3.5	3.5	2.8
6	11.1	10.3	9.6	11.0	10.6	15.6
7	26.4	34.2	26.8	14.5	17.4	12.2
8	2.7	3.3	3.8	3.0	3.2	3.6
9	12.5	11.4	10.4	7.3	6.5	6.3
0	32.9	24.5	27.0	32.0	20.7	18.4
正答率	14.0	16.2	22.6	32.2	41.6	43.9

表14から、次の点を指摘することができる。

ア P/P タイプの問題は、高校までの数学の教科書で一切扱われていない。正答率は50%にも満たず、6つの問題の中で最も低かった。学校での学習経験がなく日常場面でもそれほど登場しないためか、大学生に

とっても難しい問題であることが明らかになった。

イ 正答の中では、類型2「割合のみで計算」が18.2%で最も多かった。この傾向は問題4と同じである。また、類型4「その他の正しい方法」の中で、図3のように、50%を100%に置き換えたときの今年の森林の面積の割合を求める方法が大学生でも見られた。基準となる50%が100%のちょうど半分であることから、これらの方法を採用したと考えられる。

(求め方)
10年前 A町の 50% → 100% としたとき
今年 " 30% → 60%

図4 その他の方法による解答

ウ 誤答の中では、類型6「今年の森林率を計算して60%」と、類型7「 $50 - 30 = 20\%$ 」が多く、合わせて30%弱あった。類型7の%の差の「20」は「パーセントポイント」であるが、50%が30%になったことから、単純にひき算をして求めたと考えられる。パーセントポイントは日本の算数教科書や数学教科書では全く扱われないため、このような誤答が多くなっていると推察される。類型7「 $50 - 30 = 20\%$ 」と解答した大学生の中には、感想欄に「難しくなかった」と記述している者もいて、誤答でありながら自信をもって正答と考えている。

(3) 質問紙調査の結果と考察

各質問項目の肯定的な回答(「ア つよくそう思う」と「イ そう思う」の回答の合計)の割合(以下、肯定率と記す)は、表15の通りである。

表15 質問紙調査の肯定的な反応率

NO.	中1	中2	中3	高1	高2	大学生
1 他教科に必要	74.5	81.0	79.1	85.7	80.8	94.9
2 日常生活に必要	73.9	85.6	86.6	89.4	88.5	97.6
3 全体の中のどれくらい分かる	78.6	85.0	84.8	86.7	88.7	96.1
4 増加減少の変化の様子がわかる	80.4	83.9	81.8	84.7	78.0	90.6
5 2量を比べることができる	73.1	78.0	79.5	80.5	79.5	85.9
6 問題を解くのは楽しい	27.7	31.5	28.8	25.6	30.4	44.6
7 問題を解くのは得意	18.5	21.2	20.5	17.6	23.9	32.3
8 日常生活の問題を解く	37.7	41.8	35.1	36.8	38.6	59.7

表 15 から、次の点を指摘することができる。

ア 質問 1, 2 の「割合の必要性」に関する回答結果は、肯定的な回答の割合が 90%を超え、必要性を感じている大学生が多かった。

イ 質問 3～5 は、割合の意味を問うものであり、肯定率が 85%を超えていて、調査問題のうちの基本的な理解に関わる問題①～③の高い正答率と関連していると推察できる。

ウ 質問 6, 7 は、割合の問題を解くときの態度を問うものである。「問題を解くのは楽しい」に対する肯定率は約 45%、「問題を解くのは得意」に対する肯定率は約 32%であり、中高生ほど低くはないが、必ずしも高い肯定率とは言えなかった。

エ 質問 8 は、割合を日常生活に活用する態度を問うものである。肯定率は約 60%程度であり、中高生と同様に、質問 6, 7 に比べれば肯定率は高かったが、質問 1～5 と比べると肯定率は低かった。

4. 割合指導への示唆と今後の課題

(1) 大学生に対する割合指導への示唆

以上の結果と考察から、大学生、特に小学校教員養成段階の学生に対する割合指導への示唆として、次の 4 点を挙げることができる。

① 割合の基本についての確かな理解を図る

3(2)①②で述べたように、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、今回の大学生調査で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り、感想欄にも「小学生の頃から割合の問題は苦手で、今でもよく分かっていません。(中略)ちゃんと教えられようになるまで理解を深めなければと思いました。」とある。算数科で扱う割合の基本について確かな理解を図る必要がある。

② PP タイプ、P/P タイプについての深い理解を図る

3(2)⑤⑥で述べたように、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大学生は少なくない。本調査とともに実施した質問紙調査で、質問 7「割合の問題を解くのは得意か」に対する肯定率は 32.3%しかなかったことから、割合に苦手意識を持っている大学生が多いことがわかる。

2(1)で述べたように、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、大学生に対しては「割合の深い理解」を目指すべきであるという立場に立っている。特に、将来算数を指導する可能性の高い大学生に対しては、PP タイプや P/P

タイプの問題も解決できるような深い理解を目指すべきであり、小学校教員養成段階での算数教育関連の授業において的確な指導を行うことが重要であると考える。

③ 学習者の反応を踏まえた算数指導を検討する場を用意する

学習者の反応を踏まえて授業を構想することの重要性を知ることは、教員養成の段階で学生に感得してもらいたい資質の 1 つである。3(2)①で述べたように、第 3 用法の問題の解き方では、中学 2 年生から大学生まで、「方程式による方法」が最も多かったことから、算数科での指導の際には、割り算による方法に加え、方程式と基本的に同じ「□を使った式による方法」も積極的に取り上げることが考えられる。また、3(2)②で述べたように、第 3 用法の問題のわかりやすい図として、現行の多くの算数教科書で扱われている数直線図を中学生から大学生までの殆どが利用していないという調査結果を考慮すると、算数科での指導の際には、数直線図による方法だけではなく、テープ図や関係図等も積極的に取り上げて理解の幅を広げることが考えられる。算数科で学習した内容や方法が、中学・高校、大学へと進んでいくうちにどのように定着し身につくのかにも目を向けて、学習者の反応例を踏まえた指導について検討するような的確な場を、大学での教員養成段階において用意することが重要であると考えられる。

④ 割合に親しみ活用する態度を育てる

1 で述べた算数教育の長年の課題の 1 つとしてあげられる「割合の理解の困難性」を解消するためには、指導者が割合に対して親しみをもち、積極的に活用しようとする態度をもつことが不可欠である。3(3)で述べたように、「割合(%)の問題を解くのは楽しい」に対する肯定率は約 45%、「学んだ割合(%)を活用して日常生活の問題を解いてみようとするところがある」に対する肯定率は 60%と十分であるとはいえなかった。上記の①や②の理解を図ったり、③の学習者の反応を分析したりすることを算数科教育法の授業等で扱うことを通して、割合に親しみ活用する態度を育てることが重要である。

(2) 今後の課題

① 割合の深い理解を目指して、教員養成段階における割合に関する指導の在り方を、授業実践を通して追究する。

② 教員養成段階における算数科教育法等での割合の指導内容や方法を明確にする。また、現職教員を対象とした割合の指導力向上のためのプログラムを開発する。

謝辞

調査にご協力いただいた大学生及びご担当の大学の先生に感謝申し上げます。

本研究は科研基盤(C)17K04766（代表者：熊倉啓之）「中学校・高等学校数学科における『割合』の活用力育成をめざしたカリキュラム開発研究」の助成を受けて行われた。本研究グループのメンバーは、標記の3名に加えて、以下の通りである(所属は令和元(2019)年度)。

早川健(山梨大学), 近藤裕(奈良教育大学), 鈴木直(藤枝市立瀬戸谷中学校), 坂本健二(静岡県静岡西教育事務所), 沢田佳史(掛川市立東中学校), 永野翔一(焼津市立和田中学校), 和田勇樹(静岡県立清水南高等学校中等部), 梅田英之(静岡県立科学技術高等学校), 谷川尚(静岡県立藤枝東高等学校), 田開伯幸(静岡県立富士宮北高等学校), 富田真永(静岡県立静岡西高等学校)

注

- 1) 「BrA」の構造の問題とは、問題文における数値の順序が「B（基準量）r（割合）A（比較量）」の問題のことである（金井，2002）。
- 2) 「全体部分型」の問題とは、1つの量の全体を基準量、一部分を比較量とする問題のことである。また、「増減型（伸縮型）」の問題とは、1つの量を基準量、その量の増加・減少後の量を比較量とする問題のことである（岡田，2008；熊倉他，2019）。

引用・参考文献

- 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.
- 神原一之(2019). 小学校教員志望学生の割合の理解に関する研究—「割合」指導への示唆—,日本科学教育学会年会論文集,43, 181-184.
- 国立教育政策研究所(2004).生きるための知識と技能 2, ぎょうせい,91-93.
- 国立教育政策研究所(2009).TIMSS2007 算数・数学教育の国際比較,159-172.
- 国立教育政策研究所(2013).特定の課題に関する調査（論理的思考）調査結果,100-105.
- 国立教育政策研究所(2015).平成 27 年度全国学力・学習状況調査報告書小学校算数,68-75.
- 国立教育政策研究所(2017).平成 29 年度全国学力・学習状況調査報告書小学校算数,100-101.
- 熊倉啓之(2019).フィンランドの小学校・中学校・高等学校における割合指導の分析.日本科学教育学会年会論文集,43,177-180.
- 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(2020).教科書・先行研究からみた日本の割合指導の特徴.日本数学教育学会,秋期研究大会発表収録,53,297-300.

M,Perasalo.R,Solo.S,Isotalo.H,Wuolijoki.(2009).LUKIOL AISEN MATHEMATIIKKA 1. WSOY, 111-112.

峯村恒平・藤谷哲(2018).算数科の内容と「算数」に対する意識の関係に関する一考察—小学校教員養成課程の大学生を対象にした調査結果から—,目白大学高等教育研究,24,85- 92.

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.

日本数学会教育委員会(2013).第一回大学生数学基本調査報告書.

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.

岡田いずみ(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.

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),105-108.