東京未来大学研究紀要 *Vol.17* 2023.3 pp.61 − 69

原著

割合についての理解と割合文章題解決過程との関連

小 林 寛 子[1)]

An Examination of the Relationship Between Understanding of the Ratio and Solving Word Problems

Hiroko Kobayashi

要 約

割合文章題の難しさは，学力調査，教育実践，また，心理学研究といったあらゆる場面で指摘されてきた。本研究の目的は，割合既習者の，割合概念の理解の仕方について明らかにするとともに，理解の程度と文章題解決との関連を検討することであった。大学生63名に，割合の意味を説明させて具体例を挙げさせる課題と，割合文章題に取り組ませた。その結果，大学生は，割合を「全体の数量に対し，その一部の数量が，どれくらいを占めているか」と理解している者が多いこと，その理解の精緻化の程度には幅があることが明らかとなった。そして，「基準量を１とみなす」という理解が明確な者ほど，基準量を求める第３用法の文章題で正答数が多く，比や倍を使う解法を取る傾向があることが示唆された。

キーワード：割合，問題解決，基準量，第３用法，大学生

問題と目的

店頭に置かれた「Sale! 30% OFF! 」の広告, ニュースから流れる「新型コロナウィルス感染者数は，先週から15％増加し，過去最多の〇人となりました」といった社会変動を伝える言葉など, 日常生活で「割合」に触れる機会は多い。小学校算数で教えられるこの概念は，しかし，学習の難しさが指摘されるものの一つでもある。本研究は，割合について，学習後に形成される理解と文章題解決力を検討するものである。

割合概念

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説算数編（文部科学省，2017）によれば，割合は「二つの数量のうちの一方を基準にする大きさ（基準量）としたときに，もう一方の数量（比較量）がどれだけに相当するのかを，比較量を基準量で割った商」と定義される。上記資料によれば，第４学年では，基準量を１とみたときに，比較量が２, ３などの整数で表される場合について扱い，第５学年で，割合が小数で表される場合や，速さや密度といった異種の二つの量の割合まで理解を広げるとされている。基準量を100として割合を表す「百分率」について学習するのも第５学年である。これらの学習は，第６学年での「比」，すなわち，二つの数量の関係を，どちらか一方を基準にすることなく，簡単な整数の組

１）小林 寛子 東京未来大学モチベーション行動科学部（Tokyo Future University）kobayashi-hiroko@tokyomirai.jp

として理解する学習へとつながっていく。なお，小数で表される割合の学習前には，小数の乗法・除法に関する学習が行われ，整数の場合と同様の決まりや性質が成り立つことを学ぶよう計画立てられてもいる。このように，割合概念は，学習内容を統合し，発展させて，漸次形成されていくものと考えられる。

学習する子どもの知識や思考といった認知構造を明らかにすることを試みた認知心理学の知見からも，割合概念は小学５年生が全く新規に学習するものではないことが示されている。たとえば，割合に関する理解の発達について研究したNoelting（1980）は，オレンジジュース問題と呼ばれる，オレンジと水を混合する状況を２種類用意し，その２種類で味が異なるかを問う問題を６歳から16歳の子どもに出題した。そして，整数倍が利用できる問題については10歳頃には正答できることを明らかにしている。また，栗山（2012）では，割合に関して学校教育以外の環境で獲得されるインフォーマルな知識を明らかにすることを目的に，基準量を100とした割合である百分率を学習する以前の４・５年生を対象とした研究を行っている。調査の結果，対象となった4・5年生は，スーパーでの割引率，ジュースの成分表示，天気予報の降水確率などで「％」を見聞きすると答えた。また，対象者の70％程度以上が，円グラフにおいて25％，50％，75％にあたる量はどの程度かを理解することができ，「30人乗りのバスの○％の人数は？」といった数値を算出する問題，いわゆる，第２用法と呼ばれる文章題にも，問われる量が50％にあたる量であれば正答できることも示された。

割合文章題解決の難しさ

以上述べてきたように，割合概念は，既習内容やインフォーマルな知識をもとに形成されていくものと考えられる。しかし，小学５年生での学習内容を終え，文章題を解く段になると，途端に理解度の低さが問題となる。

平成30年度（2018年度）全国学力・学習状況調査では，百分率を求めることができるかどうかをみるために「集まった子どもたち200人のうち80人が小学生でした。小学生の人数は，集まった子どもたちの人数の何％ですか」という問題が，小学６年生に出題された。正答率は53.1％に過ぎず，基準量，比較量，割合の関係を正しく捉えることに課題がみられると報告されている（文部科学省・国立教育政策研究所，2018）。

また，認知心理学研究においては，学習者が割合のどのようなところに困難を覚えるかを明らかにする試みが積み重ねられている。たとえば，割合は「割合＝比較量÷基準量」という式で求めることができるが，これは割合の第１用法と呼ばれる。この式を変形して得られる「比較量＝基準量×割合」は第２用法，「基準量＝比較量÷割合」は第３用法と言う。どの値を算出させる問いかによって難易度が異なることが指摘されており，小学６年生から中学３年生を対象に調査を行った吉田（2003）では，第２用法が最も易しく（ただし正答率は60％未満），最も難しい第３用法では正答率が30％程度であったことが明らかとなっている。なお，吉田（2003）の研究では，正答率に学年差がみられず，大学生を対象とした佐藤（2020）においても，第３用法の文章題で適切に立式できたのは34％であったことが報告されている。

さらに，第３用法の文章題解決の難しさに関連する認知要因についてもさまざまに検討が行われている。中でも栗山・吉田（2016）は，割合や比較量の大きさを比べる際に基準量が同じ場合と異なる場合があるが，いずれにしても各基準量を１とみなす必要があるということを「等全体」の概念と呼んで検討している。そして，割合を学習後の小学６年生であっても，基準量が異なる場合に比較量や割合の大きさを比べることが難しいこと，および，この理解の程度と第３用法の文章題で適切な立式を選択できる程度に関連があることを明らかにしている。

割合文章題解決への介入研究

こうした問題を受け，教育実践・研究において，これまでにさまざまな指導の仕方が検討されてきた。既習内容の発展という観点からは，小数倍（守屋・

進藤，2016）や分数倍（岡田，2009）と割合の対応関係を示して理解を促す方法が提案されている。

また，基準量，比較量，割合の関係を，図表を用いて視覚的に把握させる試みは多く（例として，加藤，1980；守屋他，2016；大関，2015；坂井他，2015；van den Heuvel-Panhuizen，2003など），数直線や，線に幅を持たせたテープ図は，小学校学習指導要領（平成29年告示）解説算数編（文部科学省，2017）においても利用が推奨されている。研究では，それらの表現方法が具体的に提案され，効果検証がなされており，実際の数量を表現する数直線と，それらに対応する割合を表現する数直線の２本を組み合わせる，いわゆる「２本数直線」の効果に関する研究（加藤，1980）や，テープ（bar）の下部に％を，上部に対象となる量の目盛りをつけた図の利用を提案した研究（van den Heuvel-Panhuizen, 2003）などがある。

さらに，立式の仕方についても検討が行われており，Parker & Leinhardt（1995）は，次の５種類の立式の指導がみられることを報告している。一つ目は，第１から第３用法のいずれを用いて解く問題かを判別し，それぞれの計算式で求める方法である。求める数量をxとし，第２用法の方程式を作って解く方法，または，第１用法の方程式を使って解く方法が，二つ目と三つ目となる。四つ目は，１％の数量を求めた上で問われている値について計算していく方法，五つ目は比例の関係を見出して計算していく方法である。割合文章題の難しさを検討した研究では，第２用法が最も易しいと報告されていることから，求める数量をxとし，第２用法の方程式を使って解く方法を指導することは多くの研究で提案されている（例として，守屋・進藤，2016）。

学校教育の場を対象とした研究では，先に分類して紹介してきた方法を，複数組み合わせて指導することも多い。いずれの研究でも一定の効果はみられるものの，効果の検証が短期的であったり，十分に理解できない学習者の存在が報告されていたりするなどの課題はあり，割合文章題の正答率の低さは何十年もの間，繰り返し指摘され続けている。

本研究の目的

以上述べてきたような割合に関する実践・研究状況を受け，本研究では，小学校での割合に関する学習を終えた後に，学習者はどのような理解を形成しているのかに焦点を当てる。これまでの研究では，学習前に獲得されているインフォーマルな知識が明らかにされている（栗山，2012；Noelting，1980）。学習後についても，文章題での正答率の低さを報告し（佐藤，2020；吉田，2003），さらに，文章題解決の難しさに関連する認知要因について検討した研究（栗山・吉田，2016）もある。それらの中には，栗山・吉田（2016）の等全体概念のように，割合概念の一部を取り上げているものもあるが，割合概念そのものについての理解を，その定義や具体例を尋ねて検討している研究はない。

しかし，割合が日常生活で見聞きされ，インフォーマルにも知識が形成されるものであるからこそ，学校での学習内容をどのように統合したのかを明らかにすることは重要であろう。また，算数・数学概念の理解は，文章題を解く最初の過程，すなわち，文ごとに何を言っているのかを理解し，問題全体としてどのような状況なのかを把握していく「問題理解過程」に関わる重要な要因でもある（市川他，2009）。

以上のことから，本研究では，第一に，割合に関する学習を終えた後の学習者を対象に「どのように割合を理解しているか」について定義や具体例を挙げて説明することを求め，彼らの割合概念の理解の仕方を明らかにすることを目的とする。研究にあたっては，自身の割合概念に関する理解状態について言語的な説明が可能である学習者として，大学生に協力を求めることとした。なお，割合概念の主な内容は小学５年生で学習されるものの，大学生であっても第３用法の文章題の正答率が低いことが報告されている（佐藤，2020）。さらに，本研究では，割合概念の理解の程度と文章題解決過程との関連を検討することも第二の目的とする。

方　法

対象者と手続き

都内私立A大学にて教育心理学系の１年次配当選択科目を受講した63名に，「学習の形態や概念及びその過程（問題解決）」に関する授業回で，割合に関する課題への解答を求めた。

当該授業回では，心理学における「問題解決」の定義と研究例を紹介した後に，教育場面での問題解決の一つとして割合文章題解決を取り上げ，学習者の思考過程を明らかにしたり，困難に介入したりする上で，心理学がどのように貢献しているのかについて解説した。その過程で，割合の難しさを把握することにつながる課題に解答し，自らの割合概念の理解と文章題解決の関連を確認することは必須とした。しかし，解答内容を研究データとして利用することを許可するかどうかについては，研究目的やデータの取り扱い方法，解答内容は授業成績とは無関係であることなどについて説明した上で確認をとり，許可が得られた54名を分析対象者とした。

なお，本研究は，著者の所属する大学の研究倫理審査委員会で承認を受けた後に実施された（承認番号21-021）。

課題の構成

割合概念の理解について問う説明課題と，割合概念の一部である等全体概念の理解を問う課題，割合文章題の順に解答を求めた。

割合概念の説明課題　1問目で，割合の意味を説明し，具体例を挙げるよう求めた。解答の仕方の例として，「平均」の意味を説明し，具体例を挙げる場合であれば，意味は「いくつかの数量を，等しい大きさになるようにならしたもの。いくつかの数量の合計を，その個数で割ったもの」，具体例は「算数のテストの成績がAさん90点，Bさん80点，Cさん70点のとき，この３人の成績の平均は（90＋80＋70）÷３＝80で，80点である」のように解答できることを示した。

２問目では，学校教育では，割合は基準量（基にする量）と比較量（比べられる量）との関係で説明されることを伝えた上で，割合について基準量，比較量の二つの言葉を用いて説明し，割合，基準量，比較量の具体例を挙げることを求めた。

等全体概念の理解を問う課題　割合概念の一部であり，栗山・吉田（2016）で第３用法の文章題解決との関連が指摘されている等全体概念の理解を問う課題も作成した。基準量が異なる場合は，割合が同じであっても比較量の大きさが異なることが理解できるかを問う課題である。具体的には，「みさこさんは友だちとゲームをしています。ゲームに勝つとその時点で持っている得点が50％増しになり，負けるとその時点の得点の50％を失います。１回戦で負けたみさこさんは，『次の回に勝てば，もともと持っていた得点に戻る』と考えました。みさこさんの考えは正しいか間違っているか，そう思う理由とともに答えましょう」という課題を用いた。

割合文章題　第１，第２，第３用法の文章題を３問ずつ，合計９問用意した。第３用法の例として「えりこさんはバーゲンで靴を買いました。定価の80％にあたる，4000円で買うことができました。この靴のもとの値段はいくらでしょうか」があった。

結　果

分析にはHad17_204（清水，2016）を用いた。

割合概念の理解

割合概念の説明課題１問目における対象者の記述を，KJ法（川喜田，1986）を参考に分類した。結果，Table 1に示す６つのカテゴリーが見出された。著者とは独立に，大学生１名に，対象者の記述を６カテゴリーに分類してもらったところ，一致率はκ =.71であった。不一致箇所は，評定者間の相談により分類を決定した。各カテゴリーの該当者数もTable 1に示す。

対象者の中には，「二つの量を比べるもの」が割合であると広義に理解している者もいたが，大半は「全体の数量に対し，その一部の数量が，どれくらいを占めているか」であると，基準量と比較量を，全

Table 1　割合概念の理解の種類

カテゴリー	基準	解答例	該当者数
1．不十分な記述	「割合」を言い換えただけのものや，対象を分けることと答えたもの。	説明）自分の当てはまるグループに移動してもらう 例）学校から家までの距離が5キロ以内（10人）5キロ以上（40人）	5人（9.26%）
2．全体の一部	全体の中の一部分が「割合」だと答えたもの。 例の中に数量がなく，割合と比較量の区分が不明確。	説明）全体の中の一部を表す言いかた 例）国歌を知っていた人は80%だった	9人（16.67%）
3．全体の数量に対し，その一部の数量が占める程度（不十分な点や間違い有）	全体の数量に対してその一部の数量が占める程度であると答えたもの。不十分な点や間違った記述がある。	説明）10等分したうちのいくつか 例）1000円で売っている物の3割引きの値段は700円 説明）1つのものが全体でどれだけ占めているか 例）90点なら100／90	11人（20.37%）
4．全体の数量に対し，その一部の数量が占める程度	全体の数量に対してその一部の数量が占める程度であると答えたもの。	説明）ある数量が全体の総数のうちどれだけを占めているかを数値で示した 例）車100台中，青い車は30台ある。青い車の割合は30 ÷ 100 × 100 ＝ 30%	18人（33.33%）
5．全体を1とみなしたときに，その一部の数量が占める程度	全体の数量に対して該当する数量が占める程度であると答えたもの。全体が1（10，100）と明記している。	説明）全体を1としたときにその数値が全体のどれくらいを占めているか 例）50人のクラスで男子が25人，女子が25人であると，男子の割合は50%	7人（12.96%）
6．二つの量を比べるもの	二つの量を比べるものが「割合」だと答えたもの。	説明）割合というのは二つのことを比べた関係の数のことを言う 例）10は100と比べると0.1だ	4人（7.41%）

体の数量とその一部として捉えたうえで，割合を理解していた。そして，その理解の度合いは，割合とは「全体の一部」であるとのみ答え，比較量と割合の違いが明確でないものから，その違いを把握できているもの，さらに「全体を1とみなしたときに，その一部の数量が占める程度」が割合であるというものまで幅広かった。

なお，割合概念の説明課題2問目における対象者の記述も同様の手続きで分類した。このときの評定者間一致率はκ =.73であった。分類の結果，基準量，比較量，割合の関係を正しく捉えられていたのは26名（48.15%）であった。「割合は基準量を比較量で割ったもの」と説明する間違いがみられ，「100点中90点なら割合は100 ÷ 90」のように例も間違っていたものは9名（16.67%），例は正しく挙げられていたものは7名（12.96%）であった。その他，「割合は基準量と比較量の関係を表す」という漠然とした解答が9名（16.67%）にみられ，残る3名（5.56%）は無解答であった。

割合概念の理解と割合文章題解決との関連

対象者の割合文章題の正答数を，用法ごとに算出した。そして，割合概念の理解の仕方で正答数が異なるかを比較した。参加者間一要因分散分析の結果，第1用法と第3用法の正答数に割合概念の理解の仕方の影響がみられた（Table 2）。Holm法による多重比較を行ったところ，第3用法の正答数においてのみ有意な差がみられ，「全体を1とみなしたときに，その一部の数量が占める程度」という理解を示した者の正答数は「全体の一部」（t（48）=4.18, p=.002, d=1.97）や「全体に対して，その一部の数量が占める程度（不十分な点や間違い有）」（t（48）=3.64, p=.009, d=1.65）という理解を示した者の正答数よりも多かった。

次に，対象者の割合文章題の式を分類した。対

Table 2　参加者間一要因分散分析の結果

	カテゴリー1		カテゴリー2		カテゴリー3		カテゴリー4		カテゴリー5		カテゴリー6		F値 (df = 5, 48)	η_p^2
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
第1用法	1.60	1.14	2.44	0.88	1.64	0.92	2.67	0.84	2.43	0.79	2.25	0.96	2.48*	.21
第2用法	1.20	1.64	1.33	1.22	1.73	1.10	2.11	1.02	2.29	0.95	2.25	0.50	1.28	.12
第3用法	1.60	0.89	0.44	1.01	0.82	0.98	1.61	1.33	2.71	0.49	1.50	1.00	4.32**	.31

注）**：p<.01，*：p<.05

象者の式には「第1用法」,「第2用法」,「第3用法」（いずれも最初の立式で判断した。たとえば，本稿「方法」の「課題の構成」の中の「割合文章題」で示した第3用法の文章題であれば，求める基準量をxとおき$4000=x\times0.8$とした場合は，立式方法は第2用法に分類),「1％または10％の数量を算出した上で問われている値について計算する（例：4000÷80=50，50×100=5000)」,「比や倍を使う（例：4000：x=80：100)」,「上記以外の方法で正解」,「不正解」の7つがみられた。独立に分類した2名の一致率はκ=.83であり，不一致箇所の分類は，評定者間の相談により決定した。

割合概念の理解の仕方によって正答数に差がみられた第3用法について,「全体を1とみなしたときに，その一部の数量が占める程度」という理解を示したか否かと立式に関連があるかを検討したところ，3問中2問で有意な関連が示された（1問目：χ^2（6, N=54）=10.27, p=.114，2問目：χ^2（6, N=54）=12.86, p=.045，3問目：χ^2（6, N=54）=18.00, p=.006)。残差分析の結果,「全体を1とみなしたときに，その一部の数量が占める程度」という理解を示した者には「比や倍を使う」立式が出現しやすい傾向があることが推察された。結果はTable 3，4，5に示す。

等全体概念の理解と割合文章題解決との関連

等全体概念の理解を問う課題に正解した者は42名（77.78%）であった。正解者と不正解者で割合文章題の正答数が異なるかを比較した。対応のないt検定の結果，第3用法の正答数に有意な差がみられ（t（52）=2.10, p=.041, d=0.68)，等全体概念の理解を問う課題の正解者（M=1.57, SD=1.23）の方が不

Table 3　割合概念の理解の仕方と第3用法文章題1問目の立式とのクロス集計および残差分析結果

		無解答	不正解	第1用法	第2用法	第3用法	1％の算出	比や倍	合計
カテゴリー6	度数	0	0	0	2	1	1	3	7
		(0.00%)	(0.00%)	(0.00%)	(28.57%)	(14.29%)	(14.29%)	(42.86%)	(100.00%)
	調整済み残差	−1.52	−1.60	−0.69	1.89	0.29	0.49	1.78	
その他	度数	12	13	3	3	5	4	7	47
		(25.53%)	(27.66%)	(6.38%)	(6.38%)	(10.64%)	(8.51%)	(14.89%)	(100.00%)
	調整済み残差	1.52	1.60	0.69	−1.89	−0.29	−0.49	−1.78	
合計		12	13	3	5	6	5	10	54

Table 4　割合概念の理解の仕方と第3用法文章題2問目の立式とのクロス集計および残差分析結果

		無解答	不正解	第1用法	第2用法	第3用法	1％の算出	比や倍	合計
カテゴリー6	度数	1	0	0	2	2	1	1	7
		(14.29%)	(0.00%)	(0.00%)	(28.57%)	(28.57%)	(14.29%)	(14.29%)	(100.00%)
	調整済み残差	−0.85	−1.68	−0.56	1.58	1.10	−0.04	2.62**	
その他	度数	14	14	2	4	6	7	0	47
		(29.79%)	(29.79%)	(4.26%)	(8.51%)	(12.77%)	(14.89%)	(0.00%)	(100.00%)
	調整済み残差	0.85	1.68	0.56	−1.58	−1.10	0.04	−2.62**	
合計		15	14	2	6	8	8	1	54

注）**：p<.01

Table 5　割合概念の理解の仕方と第3用法文章題3問目の立式とのクロス集計および残差分析結果

		無解答	不正解	第1用法	第2用法	第3用法	1％の算出	比や倍	合計
カテゴリー6	度数	1	1	0	1	0	2	2	7
		(14.29%)	(14.29%)	(0.00%)	(14.29%)	(0.00%)	(28.57%)	(28.57%)	(100.00%)
	調整済み残差	−1.53	−0.75	−0.56	0.74	−0.69	1.32	3.73**	
その他	度数	21	13	2	3	3	5	0	47
		(44.68%)	(27.66%)	(4.26%)	(6.38%)	(6.38%)	(10.64%)	(0.00%)	(100.00%)
	調整済み残差	1.53	0.75	0.56	−0.74	0.69	−1.32	−3.73**	
合計		22	14	2	4	3	7	2	54

注）**：p<.01

正解者（M=0.75, SD=1.06）よりも正答数が多かった。

考　察

以上の結果に基づき，小学校で割合を学習済みである大学生の割合概念の理解の仕方，および，理解の仕方と文章題解決との関連について考察し，最後に本研究の意義と今後の課題について述べる。

割合概念の理解

本研究では，大学生に，割合の意味を説明し，具体例を挙げるよう求めた。その解答から，対象となった大学生の中には，割合は「二つの量を比べるものである」と理解している者もいたが，大半は，「全体の数量に対し，その一部の数量が，どれくらいを占めているか」であると理解していることが示された。小学校学習指導要領（平成29年告示）解説算数編（文部科学省，2017）によれば，割合は「二つの数量のうちの一方を基準にする大きさ（基準量）としたときに，もう一方の数量（比較量）がどれだけに相当するか」と広く定義される。全体の数量が基準量となり，その一部が比較量となる「全体部分型」だけでなく，値下げ前後といった状況のように，時間的に前の時点での数量を基準量とし，後の数量を比較量とする「伸縮型」，二つの量の一方を基準量とし，もう一方を比較量とする「対比型」（親子の身長を比較する場合など）もある。学校でもさまざまな状況を例として学習が行われるが，学習後に割合の典型例として保持されているのは全体部分型であることが示唆された。

また，「全体の数量に対し，その一部の数量が，どれくらいを占めているか」であるとの理解の度合いは，比較量と割合の違いが明確でないものから，その違いを把握できているもの，さらに「全体を1とみなしたときに，その一部の数量が占める程度」が割合であるというものまで幅広いことも示された。比較量と割合の違いや「全体（基準量）を1とみなす」という点について言語化できていないことが，直ちに，理解できていないことと解釈できるわけではない。しかし，言語化されていないものについて特に意識していないと捉えることは可能であり，このように十分な注意を払えていないことが，割合概念を用いる場面に遭遇したときに問題となる可能性は考えられる。

さらに，本研究では，学校教育で，割合は基準量と比較量との関係で説明されることを伝えた上で，割合について基準量，比較量の二つの言葉を用いて説明し，具体例を挙げるよう求めた。基準量，比較量，割合の関係を正しく捉えられていたのは対象者の半数以下であり，対象者の約30％に「割合は基準量を比較量で割ったもの」と説明する間違いがみられた。これらのことから，基準量や比較量といった算数用語とその理解は十分に獲得，保持されていないことが明らかとなった。

割合概念の理解と割合文章題解決との関連

対象者の割合概念の理解に差があることが明らかになったところで，理解の仕方と文章題解決に関連があるかを検討した。結果，割合の「基準量を1とみなす」という点について言語化できている者は，より理解度の低い者よりも第3用法文章題の正答数が多かった。より理解度の低い者とは，特に，比較量と割合の違いが明確でない者や，全体的には「基準量に対して比較量がどれだけに相当するかが割合である」と説明しているもののどこかに不十分な点や間違いがある者（たとえば，10個のうちのいくつかという限られた場合にしか言及できない者や，具体例が間違っている者）であった。

さらに，「基準量を1とみなす」という点について言語化できている者は，第3用法文章題の解き方にも特徴があるのかについて検討を進めた。立式について分析したところ，当該対象者は比や倍を使って解くことが多いと推察された。小学校第5学年までに学習する割合概念は，第6学年での「比」の学習につながっていく（文部科学省，2017）。この比で割合文章題の問題状況を表すと，「$4000:x=80:100$」のように，基準量，比較量，割合以外に，1または100という数量が明記される。このことと「基準量を1とみなす」という明確な理解との間には何らかの

関連があると考えられる。

なお，割合概念の理解において，「基準量を１とみなす」ことへの着目が重要であることは，等全体概念の理解と割合文章題解決との関連の検討からも明らかであった。等全体概念とは，割合や比較量の大きさを比べる際に，各基準量を１とみなす必要があることを指す（栗山・吉田，2016）。この概念が理解できて解ける課題として，本研究では，基準量が異なる場合は，割合が同じであっても比較量の大きさが異なることが理解できるかを問う課題を出題したが，その正解者は，不正解者よりも，第３用法文章題の正答数が多かった。

本研究の意義と今後の課題

本研究では，小学校で割合を学習済みである大学生の割合概念について，その定義や具体例を尋ねて検討した。既学習者の割合理解に関する研究はこれまでにも行われているものの，その多くは，割合概念を分割し，その一部（例として，等全体概念）が理解できていれば解ける課題（例として，基準量が異なるものの割合が同じである場合に，それぞれの比較量は同じかを問う課題）を与えて，その正誤から理解状況を推察するという方法をとっている（熊倉他，2019；栗山・吉田，2016）。こうした方法には，対象者の言語能力の影響を統制できるという利点がある。しかし，市川（2000）は，概念の言語的記述を促す重要性を指摘する。市川（2000）によれば，特に科学や数学で用いられる概念は一種の人工概念であるから，比較的厳密に定義されたものが多く，内包的定義を明記することが可能である。その場合，言語による内包的定義を用いることで，人は極めて効率よく概念を学習したり，伝達したりできると言う。本研究では，割合概念について，その定義や具体例を言語で説明させたことにより，対象者の理解の程度がより詳細に明らかとなった。具体的には，割合の典型例として何が想定されているかということや，大別すれば「全体の数量に対し，その一部の数量が，どれくらいを占めているか」であるとの理解も，その理解の程度は幅広いことが示された。このことは，大学生の割合概念の理解の仕方を解明したというだけでなく，概念研究の手法の提案としても意味のあることと言えるであろう。

また，本研究では，割合概念の多様な理解の中で「基準量を１とみなす」という点について十分な注意を払えていることの重要性が明らかとなった。この注意を払えている者は，第３用法文章題の正答数が多かった。さらには，その解法に比や倍の使用が多いことも示唆された。先にも述べたように，比で割合文章題の問題状況を表すと，基準量，比較量，割合以外に，１という数量が明記される。これに対し，教科書に準拠した日本の割合文章題指導においては，１が数直線上では示されるものの，計算過程で現れることがないという指摘もある（守屋・進藤，2016）。割合文章題を解くためには，基準量，比較量，割合，そして「基準量を１とみなす」という関係を，数直線やテープ図といった図表を用いて視覚的に把握するにとどまらず，式においても明記することが肝要な可能性がある。現在の学習指導要領において割合の学習は比の学習につながっていくものとされており（文部科学省，2017），割合の理解を深めるような学習の展開，比の学習後の割合の再学習といった指導の順序性など，学校教育の在り方まで視野に入れて検討していくことが必要であろう。

最後に，本研究の課題について述べる。まず，割合概念について言語化させることの意義は先に述べた通りであるが，その分析において２名が独立に対象者の記述を分類した際には，一致率が十分に高くないという問題がみられた。この原因は，定義の記述と例の記述からなる対象者の説明を，２つの記述内容に矛盾が見られた際，どう判断していくかという基準が事前に評定者間で十分に共有されていなかったことにあった。このことから，まずは，対象者にとって自身の理解を言語化することは非常に難しい課題であることを前提におき，様々な手がかりのもとで説明を求めることが大切であることが示唆される。さらに，産出された説明については，それを統合的に理解していくためのより良い方法を検討

していくことが今後の課題である。

また, 対象者を, 割合を学習済みの小学生, 中学生, 高校生へと広げていくことも課題として挙げられる。特に, 割合や比を学習したばかりの小学生でも, 本研究で示されたような多様な理解の仕方があるのかを明らかにすることは, その後, 割合文章題の指導法について検討していく上でも重要である。

さらに, 指導法を検討していく際には, 割合と比の学習を関連づけて, 割合文章題の問題状況を比で捉えさせることが一つの核となる可能性がある。比以外にも,「基準量を1とみなす」という理解の形成と, その理解の文章題への活用を促す方法はあり得る。このように, 学習者の割合概念の理解の解明と関連づけて指導法を検討していくことで, 学校教育にも有益な示唆を与える提案が可能となるであろう。

引用文献

市川　伸一 (2000). 概念, 図式, 手続きの言語的記述を促す学習指導――認知カウンセリングの事例を通しての提案と考察―― 教育心理学研究, *48*, 361-471.

市川　伸一・南風原　朝和・杉澤　武俊・瀬尾　美紀子・清河　幸子・犬塚　美輪・村山　航・植阪　友理・小林　寛子・篠ヶ谷　圭太 (2009). 数学の学力・学習力診断テストCOMPASSの開発　認知科学, *16*, 333-347.

加藤　康順 (1980). 割合の指導についての一考察――2本の数直線を組み合わせた図の利用―― 日本数学教育学会誌, *62*, 223-228.

川喜田　二郎 (1986). KJ法――混沌をして語らしめる―― 中央公論社

熊倉　啓之・國宗　進・裕元　真一郎 (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.

栗山　和弘 (2012). 割合の学習以前に子どもがもつインフォーマルな知識　愛知教育大学研究報告. 教育科学編, *61*, 83-88.

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.

文部科学省 (2017). 小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説算数編　文部科学省

文部科学省・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――児童生徒一人一人の学力・学習状況に応じた学習指導の充実・改善に向けて―― 文部科学省・国立教育政策研究所

守屋　誠司・加藤　卓・進藤　聡彦 (2016). ボックス図を使った割合指導の試み――教育実験による事例的研究―― 数学教育学会誌, *57*, 211-219.

守屋　誠司・進藤　聡彦 (2016). 数直線の指導による割合問題の指導改善　数学教育学会誌, *57*, 187-197.

Noelting, G. (1980). The development of proportional reasoning and ratio concept: Part I-differentiation of stages. *Educational Studies in Mathematics*, *11*, 217-253.

岡田　いずみ (2009). 割合文章題解決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*, 32-41.

大関　正人 (2015). ICTを活用した算数科授業の研究――デジタルテープ図の有効性―― JSDT年次大会発表原稿集, 3-4.

Parker, M., & Leinhardt, G. (1995). Percent: A privileged proportion. *Review of Educational Research*, *65*, 421-481.

坂井　武司・高橋　正・齋藤　昇・広瀬　隆司 (2015). 割合に関する概念的知識と手続き的知識の統合　数学教育学会誌, *56*, 15-25.

佐藤　誠子 (2020). 大学生の割合文章題第3用法の解決にみられる演算選択――見積もりおよび制限的乗法・除法観との関連―― 日本教育心理学会第62回総会発表論文集, 151.

清水　裕士 (2016). フリーの統計分析ソフトHAD――機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案―― メディア・情報・コミュニケーション研究, *1*, 59-73.

van den Heuvel-Panhuizen, M. (2003). The didactical use of models in realistic mathematics education: An example from a longitudinal trajectory of percentage. *Educational Studies in Mathematics*, *54*, 9-35.

吉田　甫 (2003). 学力低下をどう克服するか――子供の目線から考える―― 新曜社

(こばやし　ひろこ)

【受理日　2022年12月7日】