

割合のインフォーマルな知識を利用した 4 年生の子どもの様相

佐藤 茂太郎

兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科院生

1. はじめに

小学校課程における割合指導は主に第 5 学年で行われる。教科書には「もとにする量」「比べる量」「割合」といった用語が登場したり、学習指導要領解説算数編（文部科学省，2017）では「%」が〔用語・記号〕として示されたりする。また、異種の二つの量の割合も学習する。

割合に関連する学習として、現行の学習指導要領解説算数編から第 4 学年で「簡単な場合についての割合」が位置付けられ、整数値で倍を用いた考え方を経験させることになった。ある教科書では、A と B の包帯の伸び具合を比較させ、元の長さと同じ長さの長さを考えて、倍で比較できるとまとめている。また、別の教科書では、イルカとクジラのうまれた時の体長と現在の体長を比べ、今の体長が元の体長の何倍になっているか比較して考えている。

子どもの割合の理解の状況について検討すると、長きにわたり全国学力・学習状況調査等の結果から理解の不十分さが指摘されている（国立教育政策研究所，2018；熊倉他，2024；文部省，1957；布川，2024）。従来から割合指導の改善に関する研究が蓄積されてきているにもかかわらず、改善している傾向が見られていない（国立教育政策研究所，2023）。

割合指導に関しては、5 年生の子どもの対象に割合の導入における比例的推論の利用

を通して、関係する 2 量について同じ割合になる数対を生成する活動を通して、2 量の関係に焦点をあてた研究がある（市川他，2022；田端，2003；高橋他，2014）。また、子どもの割合のインフォーマルな知識をもとに導入を図る試みも見られる（栗山他，2017；佐藤，2024）。本稿は、後者の立場に依拠して行った研究である。なお、本稿におけるインフォーマルな知識は、学校数学でまだ公式に学習を行っていないにもかかわらず身に付いている知識のことである。例えば、割合についての感覚や百分率などの知識を指す（山口，2007；吉田，2003）。

割合のインフォーマルな知識をもとにした研究に栗山・吉田・中島（2017）がある。この研究は、認知心理学の視点からカリキュラムを構成している。子どもの割合に関する知識において、極めて豊かなインフォーマルな知識を有していると述べている。また、日常生活の中で割合の基本となる意味を獲得していることなどについて指摘している。さらに、割合の学習を行っていない子どもでも、割合の第 2 用法に対応する問題を解決できると述べている。

栗山・吉田・中島（2017）の研究のほかには割合のインフォーマルな知識に焦点を当てた研究がある（Van den Heuvel-Panhuizen, 2003；Nunokawa, 2012；山口，2007）。これらの研究では、5 年生や 6 年生を対象とした検証を行っている。また、佐藤（2024）は

割合のインフォーマルな知識に着目し, 第 5 学年の子どもを対象に, 単元を通してインフォーマルな知識をどのように利用しながら問題解決するか検証し分析を行っている. この研究では, 10 %や 1 %のベンチマークを利用して解決していた子どもの様相, 百分率と分数とを同時に考える姿があったことなどを報告している.

割合の学習や, 割合の学習と関わりのある比例的推論の学習活動の中で, 中学年の子どもの様相に着目した研究もある(青山, 2013, 2018; 布川, 2006, 2007). これとは異なり割合のインフォーマルな知識の分析を行っている研究もある(河野・吉田, 1999). 河野・吉田(1999)は, 割合のインフォーマルな知識の分析を 4 年生~6 年生を対象に行っている. 4 年生であっても割合の意味について, 70 %の子どもが割合の意味を獲得していることを指摘している(吉田, 2003, p.111).

これと関わり, 山口(2007)は検証の対象が 5 年生であったが, 百分率の指導の前に「割合を量の視点から捉えることのできるインフォーマルな知識を所有しており, 量感覚も確かである」と述べ, 百分率のインフォーマルな知識を子どもの姿から確認している(p.105).

つまり, 5 年生で割合(百分率)を学ぶ前に多くの子どもは百分率のインフォーマルな知識を有していることが分かる. したがって, このような百分率のインフォーマルな知識を利用して, 高学年への橋渡しとなる 4 年生に焦点をあて, 割合のインフォーマルな知識を利用した学習活動をデザインすることも改善のための一つの可能性として考えられる. しかし先行研究において, 検証する対象を 4 年生として, 割合のインフォーマルな知識を利用した一斉授業を分析した研究は管見の限り見当たらない.

そこで本稿は, 4 年生における割合のインフォーマルな知識を利用した一斉授業を分析し, その中で, 子どもの様相を検討することで, 割合指導における示唆を得ることを目的とする.

2. 研究の方法及び授業の概要

本稿で取り上げる授業は, 公立小学校の 4 年生 1 クラス(出席者 26 名)で行われた. 授業者は筆者であり 1 時間(45 分間)の飛び込み授業であった. 本稿では, 授業を記録した VTR から作成した発話記録, 板書記録, 子どもが使用したワークシートをもとに分析した.

授業開始前から授業者は割合のインフォーマルな知識を表出することを意図した. 授業日は 2024 年のある 3 連休後の 6 校時であった. そのため, この時間帯における子どもの疲労度を百分率で表現してもらうことで, 子どもとの関係を作るとともに, 百分率に関するインフォーマルな知識の最初の表出をねらった.

また, 実際の授業については次のように割合のインフォーマルな知識の表出を意図した学習活動をデザインした. まず, 山口(2007)や佐藤(2024)にあるように, 容器に色水を注ぐ活動を通して, 自然に割合に関するインフォーマルな知識の表出を意図した. ここでは色水が容器全体のどの程度の割合かを考える活動であった.

次に, 様々な大きさの容器を提示し, 50 %分の色水が注がれたら挙手や合図をするように求めた. これは 50 %に関するインフォーマルな知識の表出を意図した. また, 自発的に子どもに割合を考える機会を設定した(McMullen & Hannula-Sormunen, 2014).

その際, 60 mL の 50 %, 25 %, 12.5 % 色水が入った状態をイメージできる図を描く活動を取り入れた.

連続量を選択した理由は、吉田・河野・横田（2000）が離散量で扱っていることとの相対化を図るためである。また、連続量であった場合に、比例的推論を働かせるか検討するためであった。数値設定に関して、50 %は半分であるといったインフォーマルな知識であること、25 %は半分の半分として考えることも意図したものであった。25 %に関しては、令和 4 年度全国学力・学習状況調査大問 2 の（1）で正答が 71.3 %の反応率だったことから、分数でも考えることが 4 年生でどの程度理解できるか把握するという意図があった。さらに、25 %の半分である 12.5 %に関しては、半分の系列でどの程度考えることができるか分析するため設定した。

授業の終末での活動では、60 mL の 50 %分を求めることを指示し、ここでは第 2 用法に関するインフォーマルな知識を利用することを意図した。このことに関わっては、令和 4 年度全国学力・学習状況調査大問 2 の（2）では、1000 mL の 40 %分を求める問題の正答は 64.8 %であり、第 2 用法の問題は他の用法に比べ正答率が高いことから選択された。分析対象が 4 年生ということで、基準量の 40 %よりも考えやすい 50 %を選択した。

3. 割合のインフォーマルな知識に関わる学習活動

（1）授業前における子ども疲労度の確認

教師は、子どもの疲労度の状態を確認した。Ren は「1 %」と反応した。Konosuke は「最大が 10 なら 3 か」と反応した。また他の子どもは「5 %」と反応した。次に教師は全体に対して 10 %～100 %まで順に尋ねた。子どもは自分の疲労している状態を百分率の程度で考えてそれぞれ挙手した。

河野・吉田（1999）や吉田（2003）では、4 年生について 7 割程度インフォーマル

な知識が身に付いていることが報告されたが、ここでは 7 割以上の子どもが百分率のインフォーマルな知識を有している様子であった。また、Ren のように 1 %自体を思考の対象として捉えている子どももいることが分かるが、Konosuke のように全体と部分の関係性を捉え、検討する子どもも存在した。これは割合を学習する前においても、子どもが割合の意味を、ある程度捉えられているとする先行研究の指摘と整合するものである（栗山・吉田・中島，2017）。

（2）容器に色水を注ぐ活動

授業に入り、容器に色水を注ぐ活動を行った。教師がどの程度入っているか尋ねると何人かの子どもが「1 L」「4 L, 4 L」と反応した。このことから、容器全体に対する入った色水の量の割合を検討しているのではなく、色水の量を認識し子どもは発言しているものと捉えることができる。量は、経験と具体に基づく概念であるが、この場面において子どもは容器に注がれた量と関わり判断していることが推察される（田村，1978；布川，2023）。

（3）そえぞれの大きさの容器に 50 %程度色水を注ぐ活動及び満タンは 100 %であるといったインフォーマルな知識の確認

活動を続けた際、教師がどの程度入っているか尋ねると、「3」「1」「1 L」「1/2」「1/2 L」「200」「1/200」と何人かの子どもが発言した（氏名は不明）。その後、教師は分数「1/2」の発言を取り上げて「1/2」と板書した。また、教師から「何回入れたっていう話と違う言い方ができますか？」と問うと、ある子どもが「半分」といった反応があった。この活動から、子どもは初め、色水の量や何杯分入れたかといった「量」を対象として考察していると捉えられる。

次に教師は Yukino を指名した。Yukino は「100 %のうちの 50 %」と発言した。その

後, Kanon が「もしこのペットボトルが 100 %だとたとえていたら, その満タンのうちの」と発言したところで教師は発言を止め, 全体に「待ってね (板書する) 100 %が, 今何て言ったみんな, Kanon さんなんていった?」と問うた. すると, Konosuke が「ペットボトル満タンが 100 %」と発言した.

教師は, その意味を Hidemasa に確認すると Hidemasa は「えーと, それ以上入り切らない」と発言したため「じゃあ, 最初に私がここまで入れていたのは何%なの?」と確認すると Hidemasa は「100」と反応した. 全体が 100 %であることが確認されたところで, 教師は再度 Kanon を指名し先ほどの説明の続きを発表させた.

Kanon は「100 %が満タンだとしたら, そのうちの 100 パーのうちの 50 %で, Yukino ちゃんがたとえたと思います」と述べ, その後 Konosuke は「満タンが 100 %だとしたら, 100 %のうちの 50 %」や「100 %のうちの 50 %がまあ, だいたい半分だから」といった発言をした.

これらの発言から, Yukino のように全体と部分の関係性を捉え, 百分率のインフォーマルな知識を利用して 100 %に対して色水の量は 50 %だと捉えて判断していることが分かる.

一斉指導の中では子ども同士の相互作用により, 満タンが 100 %である割合のインフォーマルな知識の確認ができた. また, 半分为全体の 50 %であるというインフォーマルな知識も確認された.

(4) 容器に色水を 10 %~90 %程度注ぐ活動

満タンは 100 %であることの確認後, 容器におよそ 10 %分色水を注ぎ, どの程度入っているか教師は子どもに尋ねた. すると「10 パー (10 %)」 「1/10」 「5 パー (5 %)」 「7 パー (7 %)」 といった反応があ

った. その際どの程度の割合の色水が入っているか数名の子ども同士で確認をさせた.

確認後教師は Marino を指名した. Marino は「10 %のうちの 3 %」と発言した. 直後に他の子どもが「100 %のうちの 30 %」や「3/10」と発言した.

教師は Marino の発言を受け, 全体にどのような意味なのか確認した. すると Miko が「多分, 100 %のうちの 30 %?」と発言した. 教師は Marino に確認をした際, Marino はうなずいている様相であった.

その後, 教師は容器に 80 %程度の色水を注ぎ子どもは「70」「80」「90」といった反応を示した. 教師は百分率 (パーセント) をなぜ知っているか問うと, 「果汁 100 %」「何%引き」「携帯の充電」といった反応があった.

この活動でも多くの子どもは, 全体に対する部分の割合を直感的に捉えて, 何%程度か検討することができた. ただし, 中には Marino のような, 全体を 10 としたときの 3 の割合を考える子どももいることが推察される.

令和 5 年度全国学力・学習状況調査大問 4 の (1) では, 割合が 30 %になるものを 2 つ選択する問題が出題され正答率 46.3 %であった. 4 年生であっても全体を 100 や 10 とした場合を考えている様相を捉えることができた.

なお, 子どもによってはフォーマルな知識である分数を表現していることがあり, 割合を検討していく際に, 百分率や分数の知識を関連付けながら指導することも検討していく可能性が示唆される (Lamon, 1999).

実際 5 年生の教科書を確認すると割合 (百分率) 単元で分数を示している場合もある (一松他, 2024). このことに関わっては, 分数を数として日常で使用していくこ

ととの関わりもあると考えられる (布川, 2022).

(5) 様々な容器に 50 %程度注ぐ活動

図 1 にあるように様々な容器に 50 %程度色水を注ぐ活動を行った. 教師は「どうして同じ 50%なのに中に入っている量がちがうのなんだろう」と問うたところ子どもから「容器がちがうから」「容器の大きさが違うから」「容器によって 50%は違うから」といった反応があった. また, ある子どもは, 「怪獣の頭の大きさと人間の頭の大きさは違うから」と比喩的な表現を用いていた. Konosuke は理由を書いたうえで具体的事例として「3 L の 50 %は 1.5 L 6 L の 50 %は 3 L」と記述していた.



図 1 : 様々な容器に 50 %程度色水が入っている様子

子どもはそれぞれの容器の 50 %を直感的に捉えて, それぞれの基準量に対してどの程度の割合の色水が入っているか考えることができていると捉えることができる. 初めは, 色水の量について考えている様相から, 徐々に全体 (基準量) と部分 (比較量) の関係として捉えていることを自覚しているものと推察される.

また, ある子どもは図 2 のように図で基準量の 50 %を表現したり「それぞれようきにとっての 50 %がすべて同じではないのは, %が L ではないから」と記述したりしている.

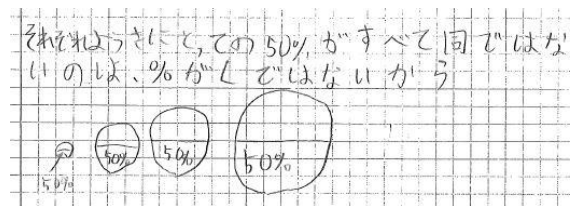


図 2 : 基準量に対して 50 %入っている状況を表現した図

これは, 子ども自身がある状況における基準量をイメージして, それぞれの 50 %分の図を示していることが分かる. また, 百分率と量が異なっていると思考している様相である. 割合と量が異なることを指摘している可能性がある.

(6) 状況を図で表現する活動と基準量の 50 %を求める活動

次にこの活動を図に表現する活動に移行した. 教師が容器に色水が 100 %注がれている様子を図で表現するように伝えと, 子どもはワークシートに表現した. 多くの子どもが同じように場面をイメージした図を表現した. そのことを代表の子どもに板書するように指名した. それが図 3 である.



図 3 : 容器に色水が 100 %注がれている図

その後, 基準量の 50 %, 25 %, 12.5 %分が注がれている状況を図に表現する活動を行った. Yusuke は半分の系列を想起して, 「6.25」といった発言をした. このような活動の中で表現したワークシートの一部が図 4 である.

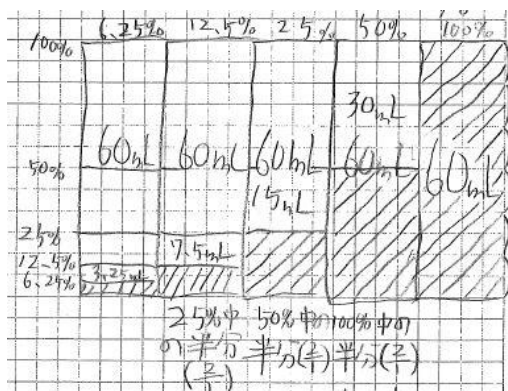


図 4：基準量に対する 100 %，50 %などについて表現した図

さらに，基準量が 60 mL の 50 %は何 mL か尋ねると多くの子どもが 30 mL であると判断していた．理由を尋ねると，「1/2」といった発言や Akio は「100 パー（100 %）の半分だから」といった理由を発言した．Ako や Ai は理由の中に全体の「1/2」といった記述があった．Ayano は図 5 のように 10 mL を単位とした 6 つ分のマルの図を示し，3 つずつ囲み，それが 50 %分を指している説明を表現している．

別の子どもは「100 %のはんぶんは 50 と いっしょで 60 のはんぶんは 30」（図 6）と記述した．

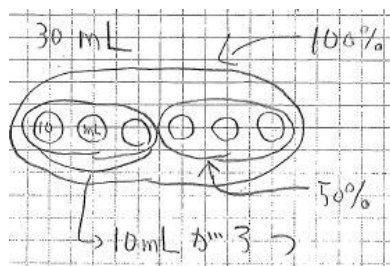


図 5：連続量を離散的に捉えた図

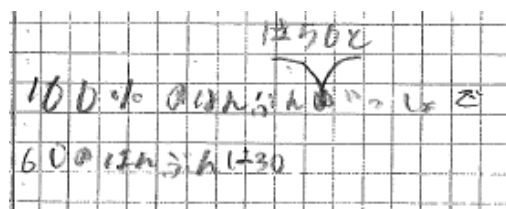


図 6：基準量に対して何%について表現した図

これらの活動から，教師からの働きかけはあったものの，子どもは問題場面の状況を想起した図を表現することができていることが分かる．検証授業は 1 時間だったため，その後の活動に活かすことができなかったが，問題の状況を参照した参照的水準（model of）で検討していると捉えることができる（Gravemeijer, 1997）．

また，基準量 60 mL に対して 50 %は 30 mL，25 %は 15 mL といった半分の系列を想起しながら活動できる子どももいることが分かる．こうした反応をする子どもがいることから，一斉授業の中で，全体で共有しながら活動を進めることも考えられる．

基準量の 50 %を求める活動が可能であることは，先行研究でも明らかにされている（河野・吉田，1999）．本研究ではその理由について，基準量の「半分」や「1/2」と考える子どももいれば，図 6 の子どものように，一方が半分であれば他方も半分であるといった比例的推論を働かせている子どももいることが分かった．

4. 割合指導における示唆及び今後に残された課題

本研究の目的は，4 年生における割合のインフォーマルな知識を利用した一斉授業を分析し，その中で，子どもの様相を検討することで，割合指導における示唆を得ることであった．

先行研究の指摘の通り百分率のインフォーマルな知識を有することができていた．また教師の働きかけがなくても，全体を 10 や 100 とみて，入っている色水の量はそのうちのどの程度の割合か判断することができていた．インフォーマルに，こうした割合の知識が身に付いているものと推察される．

第 5 学年で百分率の学習活動を行うが、それよりも前に、単にバッテリー残量のような表示で「%」を見たことがあるという知識だけでなく、全体と部分を考えてどの程度の割合か判断できることが分かった。国立教育政策研究所（2016）大問 8 は、全体と部分の関係性を問うている問題であったが正答の反応率は約 75 % であった。本稿で分析の対象とした 4 年生であっても、同程度の正答の反応ではないかと授業を通して推察された。4 年生でも、上述してきたような知識を有している。こうしたことから、この知識を活かした第 5 学年の割合指導を検討することことが示唆されるとともに今後に残された課題である。

* 本研究については、所属長、学級担任及び該当児童の保護者に許可を得た形で行っている。

引用・参考文献

青山尚司（2013）. 割合の見方・考え方を育てる指導の工夫-数直線図上で対応する数量を操作する活動を通して-. 日本数学教育学会誌, 95(10), 2-10.
https://doi.org/10.32296/jjsme.95.10_2
青山尚司（2018）. 中学年における割合指導の一考察 -異種・同種の両方で捉えることができる教材を用いた実践を通して-. 日本数学教育学会誌, 100(6), 2-13. https://doi.org/10.32296/jjsme.100.6_2
Gravemeijer, K. (1997). Mediating Between Concrete. and Abstract. In T . Nunes & P . Bryand (Eds.) *Learning and Teaching Mathematics: An International Perspective*. Psychology Press Ltd..315-345.
市川啓・高橋丈夫・青山尚司・加国希支男（2022）. 算数教材研究 割合. 東洋館出版社.

一松信他（2023）. みんなと学ぶ小学校算数 5 年下. 学校図書.
河野康男・吉田甫（1999）. 割合を学習する以前の 5 年生がもつインフォーマルな知識の分析. 宮崎大学教育学部実践研究指導センター紀要, 6. 25-38.
国立教育政策研究所（2016）. 平成 28 年度全国学力・学習状況調査報告書【小学校算数】.
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】.
国立教育政策研究所（2022）. 令和 4 年度全国学力・学習状況調査報告書小学校算数【速報版】.
国立教育政策研究所（2023）. 令和 5 年度全国学力・学習状況調査報告書小学校算数【速報版】.
熊倉啓之他（2024）. 小学生から大学生の割合の理解に関する横断的調査研究. 日本数学教育学会第 57 回秋期研究大会発表収録, 405-408.
栗山和広, 吉田甫, 中島淑子（2017）. 子どもの思考に基づいた新しいカリキュラム: 割合概念の場合. 愛知教育大学研究報告 教育科学編. 66. 69-76.
Lamon, S. (1999). *Teaching fractions and ratio for understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers*. New York: Routledge.
McMullen, J.& Hannula-Sormunen, M. M. (2014). Spontaneous Focusing on Quantitative Relations in the Development of Children's Fraction Knowledge. *Cognition and Instruction*, 32(2), 198–218.
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. 日本文教出版.

- 文部省 (1957). 全国学力調査報告書 国語・数学. 国立国会図書館デジタル版.
(調査日: 2021 年 10 月).
- 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算数教育, 84 (8), 14-21.
https://doi.org/10.32296/jjsme.84.8_14
- 布川和彦 (2006). 比例的推論の授業における小学校 4 年生の学習の様相. 上越数学教育研究, 21, 1-12.
- 布川和彦 (2007). 小学校 3 年生による比例的推論の課題の解決: 下位単位の利用に焦点を当てて. 上越数学教育研究, 22, 1-10.
- Nunokawa, K. (2012). Multi-Relation Strategy in Student' Use of a Representation for Proportional Reasoning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8 (4), 233-248.
- 布川和彦 (2022). フロントライン 教育研究 分数を数として語り続けること～量と数の観点から～. 教育課程課・幼児教育課編. 初等教育資料 令和 4 年 10 月号, No.1025. 東洋館出版社. 80-83.
- 布川和彦 (2023). 量の概念を理解し, その大きさの比べ方を見いだすこと. 新しい算数研究 №630. 10 月号. 新算数教育研究会編. 東洋館出版社. 4-9.
- 布川和彦 (2024). 割合の指導に関わる諸問題. 上越数学教育研究, 39, 1-14.
- 佐藤茂太郎 (2024). 割合のインフォーマルな知識を利用した子どもの学習過程. 上越数学教育研究, 39, 23-112.
- 田端輝彦 (2003). 同種の量の割合の導入に関する一考察. 日本数学教育学会誌, 85 (12), 3-13.
https://doi.org/10.32296/jjsme.85.12_3
- 高橋丈夫・田端輝彦・市川啓 (2014). 割合の導入期における比例関係の顕在化に関する一考察-同じ割合の数対を作ることを通して-. 日本数学教育学会誌算数教育, 96 (4), 4-15.
https://doi.org/10.32296/jjsme.96.4_4
- 田村二郎 (1978). 量と数の理論. 日本評論社.
- Van Den Heuvel-Panhuizen M. (2003). The didactical use of models in realistic mathematics education: an example from a longitudinal trajectory on percentage. *Educational Studies in Mathematics* 54(1): 9-35.
<https://doi.org/10.1023/B:EDUC.00000005212.03219.dc>
- 山口潤 (2007). 割合における児童の学習過程に関する研究-「割合のイメージを生かした表象」の効果-. 上越数学教育研究, 22, 101-112.
- 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.
- 吉田甫・河野康男・横田浩 (2000). 割合の問題解決におけるインフォーマルな知識の利用と解決方略の分析. 宮崎大学教育文化学部紀要・教育科学, 2, 123-133.