

令和 2 年 6 月 1 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K04766

研究課題名(和文) 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

研究課題名(英文) The development of curriculum to acquire application competency of ratio at secondary school level

研究代表者

熊倉 啓之 (Kumakura, Hiroyuki)

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号：00377706

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、特に中学校・高等学校数学科の指導に焦点を当て「割合」の理解を深め活用力を育成する指導のあり方を追究し、「割合」指導のカリキュラム開発への示唆を得ることである。研究成果として、次の4点を明らかにした。

中高数学科で単元を設けて割合指導しているフィンランドでは、日本では扱っていないIP/Pタイプ、%ポイント等を扱っていること、日本の中高生は、割合の活用力が不十分であること、将来小学校教員を目指す日本の大学生は、中高生に比べれば活用力は身につけているものの、理解が不十分な部分もあること、日本の中高数学科で、割合に関わる実験授業を複数回行い、カリキュラム開発への示唆を得たこと。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果の学術的・社会的意義は、次の2点にある。

小学校算数科で学んでいる「割合」の理解や活用力に関して、中学生・高校生・大学生(小学校教員を目指す)を対象にそれぞれ1000人を超える調査を実施し、割合の理解や活用力が必ずしも十分でない実態を、データをもとに明らかにしたこと。

中学校・高等学校数学科において、割合に関わる実験授業を複数回行い、それぞれの授業を通して、割合の理解を深め活用力を高める指導の在り方について、有益な示唆を得ることができたこと。

研究成果の概要(英文)： Purpose of this study is to pursue teaching for understanding and applying the ratio at secondary school level and to get suggestions about development of ratio's curriculum. We clarified as follows.

(1) "P/P type" and "%-point" are taught in Finland at secondary school, but there are not taught in Japan, (2) Japanese secondary school students don't acquire application competency of ratio, (3) university students who will be primary school teacher in the future acquire application competency of ratio compared to secondary school students, but some parts are not well understood, (4) we practiced some lessons for acquiring application competency of ratio at secondary school and got suggestions about development of ratio's curriculum.

研究分野：教科教育

キーワード：数学教育 割合 フィンランド カリキュラム

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

小6 対象の 2015 年度全国学力・学習状況調査算数 B2(2)に、次の「割合」の問題が出題された。

せんざいを買います。家で使っているせんざいが、20%増量して売られていました。増量後のせんざいの量は 480mL です。増量前のせんざいの量は何 mL ですか。

「比の第3用法」に分類される基本問題であるが、正答率は 13.4%と、予想を超える低い結果であった。「割合」の問題ができないことは、60 年以上も前から指摘されてきたことである。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」問題の正答率は 10.6%であった。このような実態から、「割合」指導のあり方について、これまでに多くの研究とそれに基づく実践が行われてきた(例えば、寺岡他, 1983; 中村, 2002)。しかしそれにも関わらず、上記結果に見られるように、未だに改善がほとんど見られない。それどころか、高校生になっても「割合」の活用力が十分に身に付いていない実態がある(国立教育政策研究所 2013)。「割合」の指導は、小5 で行われる。それが故に、これまでの「割合」指導の研究は、小学校算数科での指導場面に限られていたといえる。実際、中学校以降の学習では、「割合」は既習を前提として、「割合」を題材とした問題に限られた場面で扱われる程度である。例えば、中学校の方程式の応用問題の中に「割合」に関する問題が登場するが、指導の際に中学の授業者から聴こえてくる声は、「中学生は、割合を題材とした応用問題が苦手だ」「理解が十分でないので、小学校の割合の復習を行った」というものにとどまる。

一方、これまでの先行研究(熊倉, 2013)から、フィンランドでは、小学校に限らず、中学校、高等学校いずれの教科書にも、「割合」に関する興味深い複数の問題があることがわかった。このような実態を踏まえると、日本においても、対数に限らず、関数や図形、統計領域を含め、中学・高校の様々な単元の中で「割合」に関連付けた教材を開発して、それらを系統的に並べて指導することの可能性が示唆される。すなわち、算数科における指導ばかりではなく、これまで焦点を当ててこなかった中学校や高等学校の数学科における「割合」指導を、積極的に、かつ系統的行うことで、「割合」の活用力を育成することが期待できると考える。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、特に中学校・高等学校数学科の指導に焦点を当て、これまでの研究成果をもとに、「割合」の理解を深め活用力を育成する指導のあり方を追究し、実践を通してその有効性を検証するとともに、小・中・高を一貫した「割合」指導のカリキュラム開発への示唆を得ることとする。

### 3. 研究の方法

本研究では、次の点を明らかにして研究を進める。

- (1) フィンランドの中学校・高等学校教科書等の「割合」の活用育成に関わる問題の分析
  - (2) 中学生・高校生の「割合」の理解と活用力に関する実態把握
  - (3) 小学校教員を目指す大学生の「割合」の理解と活用力に関する実態把握
  - (4) 「割合」の理解を深め活用力を育成する教材の開発と実践
  - (5) 小・中・高を一貫した「割合」指導のカリキュラム開発への示唆
- (2)は、教材を開発しカリキュラム開発への示唆を得る上で、中学生・高校生の「割合」の理解と活用力に関する実態を把握しておくことが必要であると考え調査を実施する。

### 4. 研究成果

- (1) フィンランドの「割合」指導に関する分析(熊倉, 2019)

日本の割合指導と比較したときに、フィンランドの割合指導の特徴として、次の3点が挙げられる。

#### 小～高で割合をスパイラルに指導

日本では、小5で割合(パーセント)の指導が行われるが、それ以降は、特に割合の理解を深めたり活用力を高めたりすることを主目的とした指導は行われず、「文字と式」や「連立方程式」の活用場面で、割合を題材とした問題が扱われる程度である。一方、フィンランドでは、日本の小6、中2、中3、高1(文系のみ)に相当する4学年で、それ以前の学年の復習も含めながら、スパイラル的に割合の理解を深め活用力を高める指導が行われていて、この点は日本と大きく異なる。

#### 子どもの理解を踏まえて体系的に指導

第1～3用法の中で最も難しいとされる第3用法について、フィンランドでは6学年で扱わず、8学年で初めて扱う。同様にして、全体部分型や増減型に比べ難しいとされる対比型の問題も、8学年で初めて扱う。また、日本ではほとんど扱われていないPPタイプ(割合の割合を考える)、日本で全く扱われていないP/Pタイプ(割合をもとにした割合を考える)の問題を高1で扱っている。このように、フィンランドでは、子どもにとって難しいとされるタイプの問題は、後の学年で指導するように配慮されていて、この点は日本と異なる特徴である。

#### %、%pt を指導

日本では扱っていないパーミル(‰)やパーセントポイント(%pt)を、フィンランドではそ

れぞれ8学年,高1で指導している。パーミルは,パーセントほど社会で使用されているわけではないが,それでも鉄道線路やトンネルの勾配などで使われている。また,パーセントポイントも,例えば「支持率が10ポイント上昇」などのようにニュース等で目にすることが少なくない。パーセントポイントは,前述のP/Pタイプの問題と一緒に扱うことで,その意味をより深く理解できるように配慮されている。

日本とフィンランドのカリキュラムを比較すると,次の表1の通りに整理できる。

表1 日本とフィンランドの割合指導の比較

学校種	日本	フィンランド
小学校	【用法】 第1 第2 第3 【問題場面】 全体部分 増減 対比	【用法】 第2 第1 【問題場面】 全体部分 増減
中学校 7~9 年	なし	【用法】 (第1・2 ) 第3 【問題場面】 (全体部分・増減 ) 対比 混合 【用語・記号】‰
高等学校	なし	【タイプ】 PP P/P 【用語・記号】%pt

以上の特徴から,日本でも,中学校・高等学校数学科で割合指導を行うことを検討すること,特に日本で扱っていないPPタイプ,P/Pタイプの問題や%pt,‰を扱うことを検討することが示唆される。

(2) 中学生・高校生の割合の理解の実態に関する分析(熊倉他,2019)

調査問題の作成

先行研究や教科書の分析結果を踏まえて,調査の観点を次のア~エに定め,これらの観点に沿って,以下の通り調査問題①~⑥を作成した。これらの問題を理解し解決できることが,研究者らの目指す「割合の深い理解」に相当すると考える。

- ア 第2用法の問題(①)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(②(1)(2))。
- イ 対比型の問題を理解し解決できるか(③)。
- ウ PPタイプの問題を理解し解決できるか(④,⑤)。
- エ P/Pタイプの問題を理解し解決できるか(⑥)。

<p>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。〔ア〕</p> <p>② 次の問題について考えます。〔ア〕</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>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。</p> </div> <p>(1) 昨年までの内容量の求め方と答えを書きなさい。</p> <p>(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。</p> <p>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。〔イ〕</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>フィンランド</td> <td>日本</td> </tr> <tr> <td>34(万km<sup>2</sup>)</td> <td>38(万km<sup>2</sup>)</td> </tr> </table> <p>(1) 日本の国土面積を基準にするとき,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。</p> <p>(2) 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。</p> <p>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。〔ウ〕</p> <p>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。〔ウ〕</p> <p style="margin-left: 20px;">ア 増えた イ 変わらない ウ 減った</p>	フィンランド	日本	34(万km <sup>2</sup> )	38(万km <sup>2</sup> )
フィンランド	日本			
34(万km <sup>2</sup> )	38(万km <sup>2</sup> )			

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。〔工〕

#### 調査の概要

調査対象は表 2 の通りである。対象校は静岡県内の公立中学校 5 校、県立高校 4 校(3 校は中堅校、1 校は進学校)である。調査は 2018 年 1～3 月に、質問紙調査と合わせて 25～30 分で実施した。

表 2 調査対象数

校種	1 年	2 年	3 年	計
中学校	368	368	396	1132
高等学校	656	536	75	1267

#### 調査結果と考察

問題 1～6 の正答率と平均正答数は、表 3 の通りである。

調査結果から、全体を通して次の 5 点を指摘できる。

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実態を考慮すると、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。

表 3 1～6 の正答率(%)

問題	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
1 第 2 用法	73.1	75.8	81.4	87.1	95.4
2(1) 第 3 用法	23.1	25.3	44.9	58.2	74.0
3 対比型	38.1	47.3	54.3	60.3	69.9
4 PP タイプ	40.8	40.6	58.1	64.6	73.0
5 PP タイプ	21.5	24.1	33.9	50.8	61.2
6 P/P タイプ	14.0	16.2	22.6	32.2	41.6
平均正答数	2.2	2.4	3.0	3.6	4.2

### (3) 小学校教員を目指す大学生の割合の理解に関する実態の分析

#### 調査の概要

中学生・高校生を対象に実施した調査問題と同一の問題を使って実施した。調査対象は、北海道から九州までにある 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 1022 人である。調査時期は 2018 年 4～11 月に、質問紙調査と合わせて 25～30 分で実施した。

#### 調査結果と考察

問題 1～6 の中学生、高校生と比較した大学生の結果は、表 4 の通りである。

調査結果から、全体を通して次の 3 点を指摘できる。

ア いずれの問題の正答率もまた平均正答数も、大学生の正答率は中高生の正答率よりも高かった。単純な比較はできないものの、中学から大学まで、学年進行とともに正答率が上昇傾向にある。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

表 4 中高生と大学生の正答率(%)と平均正答数

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

昔よりも苦手意識が減った気がした。」という記述もあり、中高生調査での考察と同様に、中学から大学までを含めて、生活経験や他領域での学習経験を通して、割合の理解は少しずつ深まっていると推察される。

イ ①と②(1)の正答率を比較すると、大学生の結果も、中高生の結果と同様に②(1)の正答率が低かった。このことから、大学生にとっても、第3用法は第2用法に比べて難しいことがわかる。

ウ ⑥は、大学生でも他の問題に比べて正答率が低く、45%にも満たなかった。P/Pタイプの問題を学校で扱わないばかりでなく、日常場面の中でも、必ずしも頻りに登場しないことが要因として考えられる。

#### (4) 「割合」の理解を深め活用力を育成する教材の開発と実践（熊倉他，2020）

フィンランドの割合指導の分析結果、および中学生・高校生・大学生の割合の活用力調査の分析結果を踏まえて、日本の現在の教育課程において中学校・高等学校数学科で扱うことが可能な教材を開発し、表5の通り、7つの実験授業を2017～2019年度に実施した。

表5 割合に関する実験授業

教材	単元 (学年/科目)	問題 タイプ
【授業1】食材の廃棄率をもとに発注量を求める	1次方程式 (中1)	第3用法
【授業2】買い物の定価を求める	1次方程式 (中1)	第3用法
【授業3】買い物の割引価格を比べる	文字式 (中2)	PPタイプ
【授業4】来年度の中学校の男女の生徒数を求める	連立方程式 (中2)	PPタイプ
【授業5】買い物の割引価格を比べる	1次不等式 (数)	PPタイプ
【授業6】家庭学習時間とメディア使用時間の変化を評価する	データの分析 (数)	P/Pタイプ
【授業7】新幹線の指定席と自由席の乗車率を求める	データの分析 (数)	混合型

これらの実験授業の観察を通して、次の3点を指摘できる。

ア 第3用法の授業では、基準量と比較量を逆にとらえて、答えを求める典型的な誤答が授業中に見られたが、図などを用いて協働的に学習する活動を通して、最終的には解決に至ることができた。

イ PPタイプ、P/Pタイプの授業では、基準量が異なる2つの割合を、勝手に足したり引いたりする誤答が授業中に見られた。ここでも、第3用法の授業と同じように、図や表などを用いて協働的に学習する活動を通して、最終的には解決に至ることができた。

ウ 混合型の授業では、基準量が異なる2つの割合の相加平均を求めたりする誤答が授業中に見られた。ここでも、第3用法やPPタイプ、P/Pタイプの授業と同様に、図や文字式等を用いて協働的に学習する活動を通して、最終的に解決に至ることができた。

#### (5) 小・中・高を一貫した「割合」指導のカリキュラム開発への示唆

4.(1)～(4)の研究成果を踏まえて、カリキュラム開発への示唆として次の3点があげられる。

ア 日本の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、算数科のみならず、中学校数学科でも、方程式の活用場面等で積極的に扱うことが、割合の理解に有効である。

イ 日本ではほとんど扱われていないPPタイプの問題を、中学校数学科でも、方程式や文字式の指導の場面で積極的に扱っていくことが、割合の深い理解につながる。

ウ 日本では全く扱われていないP/Pタイプの問題を、中学校数学科や高等学校数学科で、%ポイントと合わせて扱うことが、割合の深い理解につながる。

#### <引用文献>

- 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)」報告書, 100-105.
- 熊倉啓之(2013)「第3章算数・数学の教科書」熊倉啓之編著『フィンランドの算数・数学教育』明石書店, 57-100.
- 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, No.29, 80-89.
- 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要旨集, No.43, 177-180.
- 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, No.30, 49-58.
- 中村亨史(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.
- 寺岡利幸他(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.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 熊倉啓之・國宗進・松元新一郎・早川健・近藤裕	4. 巻 30
2. 論文標題 中学校・高等学校における割合指導に関する研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 静岡大学教育実践総合センター紀要	6. 最初と最後の頁 49-58
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi/10.14945/00027105	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 熊倉啓之・國宗進・松元新一郎	4. 巻 29
2. 論文標題 中学生・高校生の割合の理解に関する調査研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 静岡大学教育実践総合センター紀要	6. 最初と最後の頁 80-89
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi/10.14945/00026356	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 熊倉啓之
2. 発表標題 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
3. 学会等名 第43回日本科学教育学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 熊倉啓之・國宗進・松元新一郎・早川健
2. 発表標題 中学生の割合の理解の様相に関する研究
3. 学会等名 第42回日本科学教育学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 熊倉啓之・國宗進・松元新一郎
2. 発表標題 中学校・高等学校数学科における割合指導の必要性と可能性
3. 学会等名 第52回日本数学教育学会秋期研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 熊倉啓之・國宗進・松元新一郎・早川健
2. 発表標題 中学生・高校生の割合の理解に関する研究
3. 学会等名 第51回日本数学教育学会秋期研究大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松元 新一郎 (MATSUMOTO SHINICHIRO) (40447660)	静岡大学・教育学部・教授  (13801)	
研究分担者	早川 健 (HAYAKAWA KEN) (40585387)	山梨大学・大学院総合研究部・教授  (13501)	
研究分担者	近藤 裕 (KONDO YUTAKA) (80551035)	奈良教育大学・数学教育講座・教授  (14601)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	鈴木 直  (SUZUKI TADASHI)	藤枝市立瀬戸谷中学校・教諭	
研究協力者	坂本 健司  (SAKAMOTO KENJI)	静岡県静西教育事務所・指導主事	
研究協力者	沢田 佳史  (SAWADA YOSHIHUMI)	掛川市立大浜中学校・教諭	
研究協力者	永野 翔一  (NAGANO SHOICHI)	焼津市立和田中学校・教諭	
研究協力者	和田 勇樹  (WADA YUKI)	静岡県立清水南高等学校中等部・教諭	
研究協力者	梅田 英之  (UMEDA HIDEYUKI)	静岡県立科学技術高等学校・教諭	
研究協力者	谷川 尚  (TANIGAWA TAKASHI)	静岡県立藤枝東高等学校・教諭	
研究協力者	田開 伯幸  (TABIRAKI NORIYUKI)	静岡県立富士宮北高等学校・教諭	



## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	富田 真永  (TOMITA MASATO)	静岡県立静岡西高等学校・教諭	