「教育臨床総合研究25　2026研究」

# 欠落値問題における問題解決能力の育成に関する一考察：

## 第５学年における実験授業の分析を通して

A Study on the Development of Problem-Solving Ability in Missing-Value Problems: Through an Analysis of 5th Grade Research Lesson

矢　萩　陽　介*　　真　山　健　作**
Yosuke YAHAGI　　Kensaku MAYAMA
中　波　優　子***　　更　田　匡　史****
Yuko NAKANAMI　　Masafumi FUKETA
下　村　岳　人*****
Taketo SHIMOMURA

**要　旨**

本研究は，全国学力・学習状況調査において出題が確認される欠落値問題を起点とし，小学校第5学年の比例的推論の育成を目指した授業実践を分析したものである．本実践では，2つの解法（「帰一法」と「倍比例の方法」）を明示的に指導し，両者を往還して思考を顕在化させるツールとして二直線図を採用した．その結果，ポストテストにおいて，実験群は統制群に比べて問題の数値設定に応じて解法を柔軟に使い分け，正答率が高い傾向にあることが示された．

〔キーワード〕　比例的推論，欠落値問題，帰一法，倍比例

### Ⅰ．はじめに

令和5年度の全国学力・学習状況調査において，次に示す問題（以下,「丸いす問題」とよぶ）の出題が確認される．

> 「いす4きゃくの重さをはかると,7kgでした．このいす48きゃくの重さは，何kgですか．求め方を式や言葉を使って書きましょう．また，答えも書きましょう.」[1)]

出題趣旨は,「伴って変わる二つの数量が比例の関係にあることを用いて，知りたい数量の大きさの求め方と答えを式や言葉を用いて記述できるかどうかをみる」[2)] とあり，比例関係を用いて未知の数量を求める考え方である「比例的推論」を要する問題であることがわかる．こ

*島根大学教育学研究科　院生
**鳥取県教育委員会
***北栄町立大栄小学校
****湯梨浜町立東郷小学校
*****島根大学大学学術研究院教育学系

のような比例的推論を要する問題は，全国学力・学習状況調査においては頻繁に出題が確認される[3) 4) 5) 6) 7)]．また，学習指導要領[8)]でも，第5，6学年において，2つの数量の間に成立する比例関係を用いて問題解決する力の育成が求められており，比例的推論の育成が重要視されていることがわかる．

田端も同様に，「比例概念の形成は小学校算数の中心課題である」[9)]と述べている．また，丸いす問題のような1あたり量を示さない問題について，「乗法と除法を一回ずつ用いる二段階問題のため，乗法と除法を用いる際の根拠を問われることに必然性がある．と同時に，この問いに答えることが，暗黙のうちに用いていた比例関係を顕在化することになる．」[10)]とも述べている．これらを踏まえると，丸いす問題は児童の有する比例的推論が表出される問題であると同時に，丸いす問題を解くことができる力を育成することは，算数教育にとって重要であると捉えることができる．一方で，調査結果から，丸いす問題の全国正答率が55.8%であることが確認でき，児童の有する比例的推論に課題があることが示されている[11)]．

そこで本研究では，丸いす問題を起点として児童の比例的推論の育成をねらいとした授業実践を分析対象とすることから，学習指導上の示唆を得ることを目的とする．

## Ⅱ．研究課題の設定

本章では，丸いす問題を分析することで，児童の問題解決を妨げる困難点について考察するとともに，研究課題の焦点化を試みる．

### 1．丸いす問題とその解法の位置づけ

本節では，先行研究において丸いす問題のような問題がどのように扱われてきたのか概観する．

Leshらは，比例を扱う問題として7種類を挙げている[12)]．その中でも，未知の値を求める「欠落値問題」と2つの比の大きさを比較する「比較問題」が教科書で扱われてきたと述べている．Lobatoらも，それらに相当する「変換問題」と「比較問題」の2つを挙げ，これらを組み合わせることで，生徒が発展させた戦略や推論について洞察を得ることができると述べている[13)]（表1）．本稿で扱う丸いす問題は，問題の構造から，典型的な欠落値問題（変換問題）であるといえる．

表１：２種類の問題の具体例

| 問題の種類 | 具体例 |
|---|---|
| 欠落値問題（変換問題） | 4脚で6kgのいすがあります．このいす52脚の重さ何kgですか． |
| 比較問題 | 子どもがシートを広げて座っています．A班とB班では，どちらが混んでいるでしょうか．<br>A班：6枚のシートに24人の子ども<br>B班：4枚のシートに20人の子ども |

また，このような問題に対する解法として，田端は，「帰一法」と「倍比例の方法」を割合の三用法の観点から分析し，整理している[14]．そして，市川は，第4学年を対象とした実験授業を実践し，児童が用いた比例的推論を帰一法や倍比例のラベルによって分類している[15]．国外においても，Postらは，「Unit-Rate Method」と「Factor of Change Method」という形で，帰一法と倍比例の方法にあたる2つの方略を示し，対比している[16]（表2）．

表２：欠落値問題における，２つの解法の具体例

| 問題文の例 | 解法の種類 | 正答例 |
|---|---|---|
| 4脚で12kgのいすがあります．このいす52脚の重さ何kgですか. | 帰一法 | 12 ÷ 4 = 3<br>3 × 52 = 156　156kg |
| | 倍比例の方法 | 52 ÷ 4 = 13<br>12 × 13 = 156　156kg |

このように，先行研究においては，丸いす問題のような問題は比例的推論を用いる問題として中核的な存在であり，その解決方略としては，倍比例の方法と帰一法が取り上げられ，その質的差異が論じられてきた.

## ２．２つの解法

国立教育政策研究所は，次に示す2つの解法を正答例として示している[17].

### （1）解法A

この方法は，求めたい椅子の数（48脚）が，もとになっている椅子の数（4脚）の何倍にあたるかに着目する思考法である.

> 正答例：「いすの数は，48 ÷ 4 = 12で，12倍になります．いすの数が12倍になると重さも12倍になるので，48脚のときの重さは，7 × 12 = 84で，84kgです」[18]

### （2）解法B

この方法は，まず椅子1脚あたりの重さ（単位量）を求め，それをもとに全体の重さを計算する思考法である.

> 正答例：「1脚あたりの重さは，7 ÷ 4 = 1.75で1.75kgになります．48脚のときの重さは，1.75 × 48 = 84で，84kgです」[19]

前章1節で概観した先行研究を視座とすると，解法Aは「倍比例の方法」，解法Bは「帰一法」に該当することがわかる.

## ３．解答類型の分析による研究課題の焦点化

本節では，国立教育政策研究所が示す，丸いす問題の解答類型を分析することで，研究課題の焦点化を図る[20].

表3に示す通り，「求め方が正しく記述できていたが，誤答だった児童の割合」，つまり，演算過程で正答に至らなかった児童の割合は，解法Aと解法Bを合わせても8.1％に留まっていることが確認できる．このことから，丸いす問題の解決の可否は，解法が思いつくかどうかに

左右されているといえる．また，解法Aは正答率37.8%に対する誤答率が1.8%であるのに比べ，解法Bは正答率17.9%に対する誤答率が6.3%であることから．解法Bの方法で解こうとした児童の内，約4人に1人は，演算過程で間違えていたことがわかる．解法Bを用いて正答に至らなかった児童が，解法Bしか思い付かずに解法Bを用いたのか，それとも両方の解法を思いついた上で解法Bを用いたのかについては，調査結果からは把握することができない．しかし，この結果は，手続きの選択が最終的な正答率に影響を与えることを示唆している．これらのことから，欠落値問題においては，2つの解法を使えること，それらを使い分けることが重要であると考えられる．

表３：丸いす問題の解答類型の一部とその正答率

| | 解法A | 解法B | 合計 |
|---|---|---|---|
| 求め方が正しく記述できていて，尚且つ正答だった児童の割合 | 37.8% | 17.9% | 55.8% |
| 求め方が正しく記述できていたが，誤答だった児童の割合 | 1.8% | 6.3% | 8.1% |

矢萩は，丸いす問題に適う内容が，小学校第5学年までの教科書でどのように扱われているかを分析し，その結果として，解法A及び解法Bを扱う内容は，教科書紙面上，僅少であることを指摘している[21)]．このことを踏まえると，「帰一法」と「倍比例の方法」の柔軟な使い分けを目指すには，まず，それぞれの解法を明示的に指導する必要性があるといえる．

そこで，本稿では，丸いす問題の類似問題（欠落値問題）を扱った授業の分析を通して，2つの解法（倍比例の方法，帰一法）を柔軟に使い分ける力を育成するための，学習指導の重要点を指摘することを研究課題とする．

## Ⅲ．調査の概要

### １．収集されたデータ

実施した調査は，実験授業及びポストテストである．実験授業は，鳥取県公立A小学校第5学年の1学級（19名）を対象に実施し（実験群），ポストテストはA校の他，鳥取県公立小学校3校の第5学年（B校41名，C校56名，D校33名）を加えた児童を統制群と定めた．統制群の児童は，各校で実験群と同じ教科書を使用して後述する「単位量あたりの大きさ」の単元を学習しているが，実験授業（第5時）は受けていない．

本調査で収集したデータは，固定ビデオカメラ及び手持ちカメラによる動画記録，デジタルカメラによる静止画記録，授業時に児童が記述したワークシートである．

### ２．実験授業の計画

実験授業（本時）は，2023年11月8日に「単位量あたりの大きさ」の単元において，「与えられた2つの数量から，知りたい数量の大きさを求める」ことをねらいとした授業として計画した．単元全体の学習は，概ね次のように進めた（表4）．

表４：単元の計画と実験授業（本時）の位置づけ

| 時間 | ねらい・学習活動 |
|---|---|
| 第1時 | たたみの数と子どもの数から，それぞれの部屋の混みぐあいを調べる． |
| 第2時 | 2つの数量のうちのどちらを単位としたときが比べやすいかを考え，値段や収穫高を比較する． |
| 第3時 | 2つの県の面積と人口から混みぐあいを比べ，人口密度という用語を知る． |
| 第4時 | 燃費や仕事の速さを求めて，比較する． |
| 第5時（本時） | 与えられた2つの数量から，知りたい数量の大きさを求めて，比較する． |
| 第6時 | 練習問題 |

本単元では異種の2量を扱うが，「1単位あたりの量」を求める手続きに焦点が当てられており，それは，帰一法の一部分であると捉えることができる．その単元の終末において，単位量を求めるだけでは正答に至らない問題（帰一法を要する問題）や，1脚あたりの重さではなく，4脚あたりの重さを1とみなければならない問題（倍比例の方法を要する問題）を扱う授業を計画することで，児童の比例的推論を育成することを図る．

実験授業は，以下のように展開された．

活動①：【問題】を確認する．
　　Aのいすは4きゃくで7kg，Bのいすは6きゃくで10kgです．
　　48きゃくの重さは，どちらがどれだけ重いですか．
活動②：前時との違いからめあてを設定し，解決の見通しを持つ．
活動③：自分の考えを持つ．（自力解決）
活動④：自分の考えを発表する．（帰一法の考えでは解くことが難しいことを確認しつつ，友達の発表を聞くことで倍比例の方法の考え方があり，それを用いれば解くことができることを確認する．）
活動⑤：練習問題をする．（帰一法と倍比例の方法を使い分ける必要のある問題を出題する．）
活動⑥：学習の振り返りをする．

## ３．ポストテストの概要

単元終了後に，児童が柔軟に解法を使い分けて問題解決を図ることができるかどうかを捉えることのできるポスト問題を実施した．問題の実際と2つの解法による正答例は次の通りである（表5）．

表５：ポストテストの実際

| 番号 | 問題文 | 正答例 | | 出題の意図 |
|---|---|---|---|---|
| | | 倍比例の方法 | 帰一法 | |
| ① | 写真を5枚プリントするのに250円かかります．30枚プリントすると，代金は何円ですか． | 30 ÷ 5 = 6<br>250 × 6 = 1500 | 250 ÷ 5 = 50<br>50 × 30 = 1500 | どちらの方法も小数や分数の計算が必要ない |
| ② | 7さつで900円のノートがあります．このノートを35さつ買うと，代金は何円ですか． | 35 ÷ 7 = 5<br>900 × 5 = 4500 | 900 ÷ 7 = 128.571… | 帰一法では，分数の計算が必要となる |
| ③ | 25Lのガソリンで500km走れる車があります．40Lのガソリンでは，何km走れますか． | 40 ÷ 25 = 1.6<br>500 × 1.6 = 800 | 500 ÷ 25 = 20<br>20 × 40 = 800 | 倍比例の方法では，小数の計算が必要となる |
| ④ | 9本で15円のくぎがあります．<br>このくぎを45本買うと，代金は何円ですか． | 45 ÷ 9 = 5<br>15 × 5 = 75 | 15 ÷ 9 = 1.666… | 倍比例の方法が解きやすい（帰一法では，分数倍を用いないと割り切れない） |
| ⑤ | 4分間で400mを歩くことができます．この速さで20分間歩き続けると，何m歩けますか． | 20 ÷ 4 = 5<br>400 × 5 = 2000 | 400 ÷ 4 = 100<br>100 × 20 = 2000 | どちらの方法も小数や分数の計算が必要ない |

### ４．分析の手続き

本研究における分析の手続きは，以下の通りである．第一に，実験授業の映像，音声を参照しながら発話録を作成した．第二に，ポストテストの結果及び授業中の児童の思考プロセスを分析した．児童の思考プロセスについては，授業中の各活動における児童の様相から，代表的なものを抽出した．第三に，第二の分析結果から，児童が2つの解法を柔軟に使い分けるための指導上の重要点について考察した．分析については，筆者らで議論を重ね，分析の妥当性・客観性を担保するよう努めた．

## Ⅳ．分析結果

### １．ポストテストの結果

ポストテストの各問題に対する正答率は，表6に示す通りである．

表６：各学級のポストテスト正答率（%）

| 問題番号 | 実験群 | 統制群 | | |
|---|---|---|---|---|
| | A校（19名） | B校（41名） | C校（56名） | D校（33名） |
| ① | 94.7 | 80.5 | 77.1 | 69.8 |
| ② | 94.7 | 73.2 | 73.6 | 54.5 |
| ③ | 78.9 | 68.3 | 77.1 | 51.5 |
| ④ | 94.7 | 58.5 | 61.4 | 54.5 |
| ⑤ | 89.5 | 65.9 | 80.6 | 72.7 |

全ての問題において，実験群（本校）が高い正答率であることが確認できる．

ポストテストの②～④は，解法によって小数や分数の計算を必要とする数値を意図的に設定にしている．この3問を小数や分数の計算を必要としない方法，（②を倍比例の方法，③を帰一法，④を倍比例の方法）で解こうとした児童は，表7に示す通りである．

表７：②～④を，小数や分数の計算を必要としない方法を選択した児童の割合（%）

| A校（19名） | B校（41名） | C校（56名） | D校（33名） |
|---|---|---|---|
| 73.7% | 36.6% | 42.9 | 21.2 |

## ２．児童の様相

### （1）活動③：自力解決場面

図1は，児童Aの記述である．単位量あたりの大きさの学習をもとに，1脚あたりの重さを求め，48脚に拡張することができている．つまり，帰一法を用いて知りたい数量を求めているといえる．一方，倍比例の方法はなかなか思い付かない様子が確認される．このような児童が，19人中13人確認された．

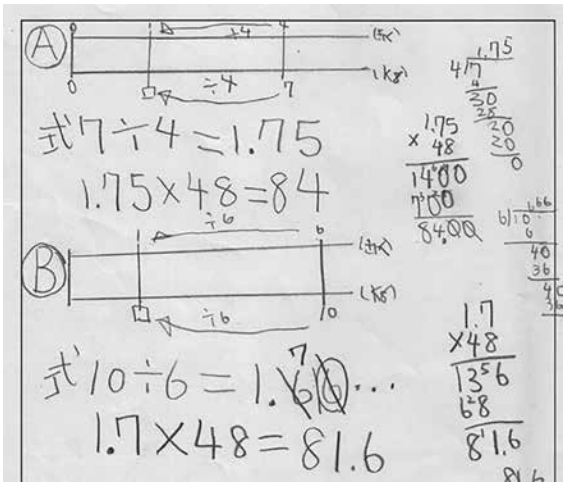



図１：児童Ａの記述

図2は，児童Bの記述である．帰一法のみを用いて問題解決を図ろうとした児童Aと異なり，倍比例の方法のみを用いて問題解決を図っている．このような児童が，19人中6人確認された．

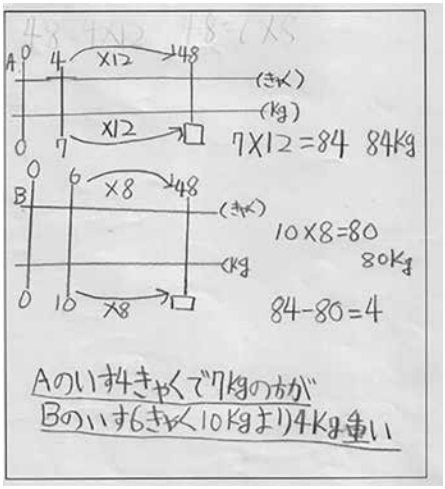



図２：児童Ｂの記述

（2）活動⑤：練習問題をする場面

図3と図4の記述は同一児童（児童C）のものである．この児童は，自力解決の場面では児童Aのように帰一法のみで問題解決を図ろうとしていた．しかし，活動④の意見交流を経て，図3に示す練習問題では，倍比例の方法を用いるようになった．また，練習問題の2問目では，再び帰一法を用いて問題解決していることが確認できる（図4）．このように，問題によって解法を使い分けている児童が19人中3人確認された．

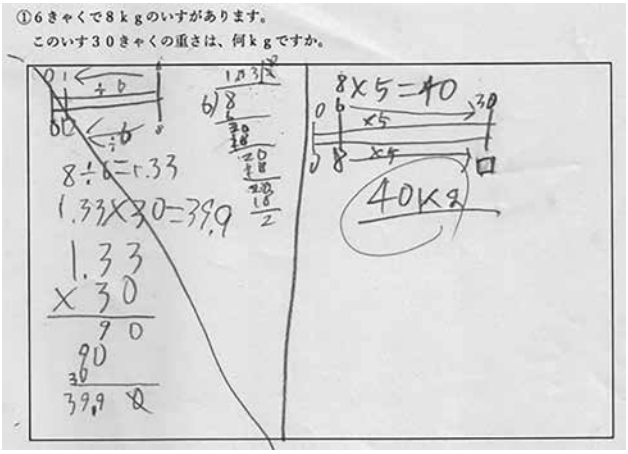



図３：児童Ｃの記述－１

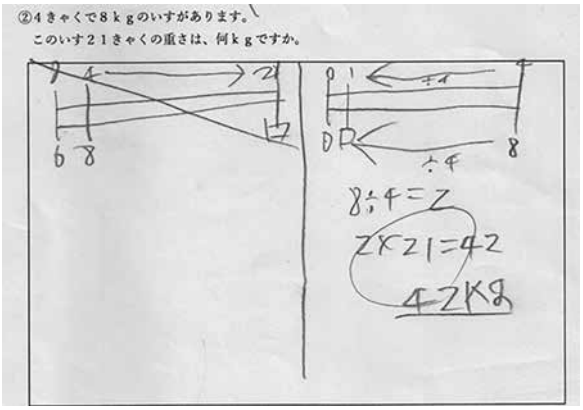



図４：児童Ｃの記述－２

## Ⅴ．考察

### １．ポストテストの結果に基づく実験授業の有効性

ポストテストの結果（表6）において，実験群（Ａ校）は全問題で統制群を上回っており，特に倍比例の方法を要する問題（問題②及び④）では94.7%という正答率を維持している．これは，統制群Ｄ校の54.5%と比較して約40ポイントもの乖離があり，顕著な差を示している．この差が生まれた背景には，2つの要因が考えられる．一つ目は，2つの解法を明示的に指導したことにより，児童が欠落値問題に対する解決方法を習得したことである．そして2つ目は，2つの解法を習得したことにより，数値設定に応じた「解法の柔軟な選択」をする児童が増えたことである．

表7によれば，小数や分数の計算を必要としない方法を選択した児童の割合は，実験群で73.7%に達したのに対し，統制群Ｃ校では42.9%，Ｄ校では21.2%に留まっている．本実践による指導では，児童に対して明示的に2つの解法を示している．これにより，数値設定において解法を選択することができるようになったと考えられる．次節では，実際の児童の記述をもとに，問題解決のプロセスに焦点を当ててその変容について考察する．

### ２．比例的推論における質的変容：帰一法から倍比例への拡張

児童のワークシートの記述を分析することで，比例的推論の質的な差異を捉える．本研究では，児童の変容を「手続きへの固執」から「戦略的柔軟性」への移行として捉え，以下の3つの類型に整理した．

児童Ａ（手続きの固執）：19人中13人に，図2のような記述がみられたことから，単位量あたりの大きさの学習を経験した児童は，欠落値問題に対して帰一法を用いることができる児童が多いということがわかる．児童Ａは帰一法に強く固執しており，割り切ることができない数値設定に対しても，「10 ÷ 6 = 1.666…」という書き込みをして，それをもとに答えを求めようとしていることがわかる．これは，帰一法を機械的に適用した結果であると捉えられる．

児童Ｂ（手続きの発見）：児童Ｂは，1あたり量を経由せずに数量間の倍率に直接着目する倍比

例の方法を用いて問題解決を図っている．倍比例の方法しか思い付かずに倍比例の方法を用いたのか，それとも帰一法も思いついた上で倍比例の方法を用いたのかについては記述から読み取ることはできない．しかし，4脚あたりの重さを1とみて数量間の関係を捉えようとする思考の表れであると捉えられる．

児童C（戦略的柔軟性）：最も特筆すべきは児童Cの変容である．児童Cは自力解決場面では児童A同様に帰一法に固執していたが，意見交流後は倍比例の方法も用いている．練習問題①（図4）では「30は6の5倍」という関係から倍比例を選択し，練習問題②（図5）では「21は4の整数倍ではない」と判断して帰一法へと切り替えている．児童Cに見られるような，特定の解法を盲信せず，問題の構造（数値設定）をもとに，解法を選択する姿こそ，本稿で目指している2つの解法（倍比例の方法，帰一法）を柔軟に使い分けている姿といえる．

### 3．学習指導上の示唆

本実践における実験授業が児童の比例的推論に及ぼした影響を分析すると，1時間の介入が，正答率を向上させ，児童が用いる解法を変容させた可能性が示唆される．本実践の成果に基づき，今後の学習指導における重要点を提言する．

| | |
|---|---|
| 解法の明示 | ：欠落値問題に対する解法として，帰一法と倍比例の方法を提示し，それぞれの理解を図る． |
| 2つの解法の活用 | ：解法によって，小数や分数の計算を必要とする問題を扱い，1つの解法に固執せずに問題解決する思考を育む． |

1時間の介入で示された児童の変容は，適切な指導があれば，児童の比例的推論はより柔軟なものへと変容しうることを示している．

## Ⅵ．おわりに

本研究では，全国学力・学習状況調査において課題が指摘された「丸いす問題（欠落値問題）」を起点とし，第5学年児童の比例的推論の育成を目指した授業実践とその分析を行った．本研究を通して得られた知見は以下の通りである．第一に、欠落値問題の解決において，「帰一法」と「倍比例の方法」の2つの解法を明示的に指導することは，問題解決能力の向上に有効である．第二に，2つの解法を習得した児童は，特定の手続きに固執する状態から脱却し，問題の数値設定に応じて計算がより容易な解法を柔軟に選択することが確認された．

以上のように，本研究における1時間の介入授業が示した通り，欠落値問題に対する適切な指導があれば，児童の比例的推論はより柔軟なものへと変容し得ることが示唆された．

### 付記

本研究は，JSPS科研費（課題番号JP23K02341）の助成を受けている．また，本研究は，鳥取県中部小学校教育研究会の承認を得て実施されたものである．

本稿は，第57回中国・四国算数・数学教育研究（鳥取）大会における以下の研究報告に加筆・修正を加え，再構成したものである．

矢萩陽介（2024）：「1」の見方の拡張－5年生「単位量あたりの大きさ」の実践を通して－

謝辞

調査にご協力いただいた鳥取県公立小学校の先生方及び児童の皆様に厚く御礼申し上げます.

引用・参考文献

1）国立教育政策研究所（2023a）：令和5年度　全国学力・学習状況調査 小学校第6学年 算数.
2）国立教育政策研究所（2023b）：令和5年度　全国学力・学習状況調査 解説資料 小学校 算数.
3）国立教育政策研究所（2021）：令和3年度　全国学力・学習状況調査 小学校第6学年 算数.
4）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 小学校第6学年 算数.
5）前掲書 1）
6）国立教育政策研究所（2024）：令和6年度　全国学力・学習状況調査 小学校第6学年 算数.
7）国立教育政策研究所（2025）：令和7年度　全国学力・学習状況調査 小学校第6学年 算数.
8）文部科学省（2017）：小学校学習指導要領（平成29年告示）　解説.
9）田端輝彦（2007）：整数の乗法における比例関係の顕在化に関する一考察－割合（比）の三用法の類型と1あたり量を示さない問題の分析を中心として－，第40回数学教育論文発表会論文集，325-330.
10）前掲書 9）
11）国立教育政策研究所（2023c）：令和5年度全国学力・学習状況調査報告書　児童生徒一人一人の学力・学習状況に応じた学習指導の改善・充実に向けて 小学校　算数.
12）Lesh, R., Post, T. R., & Behr, M.（1988）：Proportional reasoning. In M. Behr & J. Hiebert（Eds.）, *Number Concepts and Operations in the Middle Grades*. 2, 93-118. Reston, Va.: The National Council of Teachers of Mathematics.
13）Lobato, J., Ellis, A. B., Charles, R. I., & Zbiek, R. M.（2010）：*Developing essential understanding of ratios, proportions, and proportional reasoning for teaching mathematics in grades 6-8*. Reston： The National Council of Teachers of Mathematics.
14）前掲書 9）
15）市川啓（2009）：比例的推論の進展に関する考察：第4学年における「1あたり量を示さない問題」を通して，第42回数学教育論文発表会論文集，295-300.
16）Post, T. R., Behr, M. J., & Lesh, R.（1988）：Proportionality and the development of prealgebra understandings. In A. F. Coxford & A. P. Shulte（Eds.）, *The ideas of algebra, K-12* ,78-90）. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
17）前掲書 2）
18）前掲書 2）
19）前掲書 2）
20）前掲書 11）
21）矢萩陽介，下村岳人（2026）：算数科における組み立てユニット構成能力の育成に関する一考察：全国学力・学習状況調査及び算数科教科書の分析を通して，近畿数学教育学会誌，39，1-9.