

分数学習における「もと」の認識に関する実証的研究： Lamonによる研究を理論的視座とする Reasoning up and down の分析

升谷 有里

要約

本研究の目的は、分数学習における子どもの「もと」の認識を捉えるにあたり、有効となる理論について明らかにすること、分数学習にみる子どもの「もと」の認識の実態及び、「もと」を捉えていく過程の様相を示すことの二点であった。また、目的遂行に向けて下位課題を三点定めた。それらの課題を遂行するなかで、Unitizing・Norming・Partitioningが「もと」の認識を捉えるにかなう分析枠組みであることを理論的・事例的に示したり、分数学習における子どもの「もと」の認識の実態及び、「もと」を捉えていく過程の実態を事例とともに示したりした点が本研究の成果である。

キーワード：分数学習、「もと」、Reasoning up and down, Unitizing, Norming, Partitioning

1. 研究の背景と目的

算数・数学において、分数を理解することは重要なものである (e.g. Lamon, 2020)。ただし、それを理解することは、学習者にとって困難性を伴うものであることも、長年指摘され続けている (e.g. 能田, 1991 ; 国立教育政策研究所, 2025)。以上を踏まえ本研究は、算数科において子どもが分数に係る概念をより円滑に形成できるようになることを目指し、より良い分数カリキュラムの在り方を志向するものである。そこで、分数に着目した先行研究を概観したところ、分数学習において「1」にあたるものを捉えることに困難性を抱える様子が確認された (e.g. 吉田, 2005)。また、分数を理解していくうえでは、分数の大きさに対する「1」へと意識を転向させることが重要である点に言及する様子も確認される (Lamon, 2020)。子どもの実態及び本指摘を踏まえると、分数学習では「1」にあたるものを適切に掌握していくことが肝要になると考えられる。さらに、算数科では「1」にあたるものが「もと」という語を伴って表現されることも多い。実際に、分数単元においても「もとの大きさ」といった語が用いられる様子を確認することができる (e.g. 寺垣内他, 2023)。そして、

この「もと」を捉えていくことは、分数学習に限らず、割合学習においてもその重要性が指摘されている (熊倉他, 2022)。この点からは、「もと」を適切に把握することは、算数・数学全般で重要となる点も示唆される。ただし、分数学習における「もと」の着目した研究は管見の限り確認されない。また、そこで子どもが「もと」をどのように認識しているかといった視点からの研究も見当たらない。

そこで本研究の目的として、次の二点を設定した。第一に、分数学習における子どもの「もと」の認識を捉えるにあたり、有効となる理論について明らかにすること。第二に、分数学習にみる子どもの「もと」の認識の実態及び、「もと」を捉えていく過程の様相を示すこと。

そして、目的遂行に向けた下位課題として、以下の三点を設定した。

- (1) 分数学習における「もと」を研究対象とするものの必要性について検討する。
- (2) 分数学習における子どもの「もと」の認識を捉えるうえでの分析枠組みについて検討する。
- (3) 分数学習における子どもの「もと」の認識の実態及び、「もと」を捉えていく過程を実

態とともに示す。

以上を踏まえ本稿では、成果報告書に基づくことから、上述の課題遂行を志向して実施された本研究の概要及び、そこでの成果を示す。

2. 成果報告書の章構成

執筆した成果報告書の章構成は、以下の通りである。

序章	本研究の目的と方法
【第Ⅰ部】	算数科の分数量学習における「もと」を研究対象とすることの必要性
第1章	算数科における分数量学習の重要性と課題
第2章	分数量学習にみる「もと」の認識への着眼
【第Ⅱ部】	算数科の分数量学習にみる「もと」の認識を捉える理論枠組みの追究
第3章	分数量学習における「もと」の認識を捉える理論的視座の検討
第4章	「もと」の認識を捉える分析枠組み Unitizing・Partitioning・Norming の援用可能性の検討
【第Ⅲ部】	算数科の分数量学習にみる「もと」の認識に係る調査分析
第5章	分数量学習における Unitizing・Norming の様相
第6章	Reasoning up and down の過程にみる「もと」の認識の様相
終章	本研究のまとめと今後の課題
参考文献・資料・謝辞	

本研究の成果報告書は、3部による6章構成で執筆された。なお、各部は2章ずつで構成され、それらに序章と終章を加えることとした。

3. 成果報告書の概要及び成果

本章では、成果報告書の内容に基づき、各章の概要及び、そこでの成果を示す。

3.1 第Ⅰ部:算数科の分数量学習における「もと」を研究対象とすることの必要性

・第1章:算数科における分数量学習の重要性と課題

第1章では、まず分数に着目したいくつかの研究をもとに、分数の興り及び実用性について考察した。そこでは、分数は実用的価値や数としての柔軟性を有するものであるうえに (e.g. 石川, 1997; Lamon, 1994), そのような実用的価値のある分数を学習することは、算数科に留まらず数学の発展にも寄与することが確認された (e.g. Lamon, 2020; Vergnaud, 1983)。また、これまでの分数教育の歴史的変遷を整理した研究を概観することから、分数単元の開始時期や各学年で扱われる「分数の機能」は一律ではなく、カリキュラムの在り方自体が定まりきっていない様子が確認された (e.g. 石川, 1998)。さらに、現行の算数科教科書の分析を通して、分数量学習のよりよい在り方を志向するうえでは、第一義と第二義をつなぐ学習指導の在り方を模索していく必要性が示唆された。しかし、第一義としての分数であっても、その理解には困難を伴う様子が確認されているため、まずは第一義としての分数概念を円滑に形成していくことが喫緊の課題である点を指摘した。その後、分数量学習にみる困難性を整理するなかで、本研究では分数量学習における「1」に着目することを明示した。

・第2章:分数量学習にみる「もと」の認識への着眼

第2章では、分数量学習における「もと」に着目することの重要性や必要性について検討した。そこでまず、算数科教科書における用語「もと」の使われ方について分析及び考察を行った。その結果、算数科教科書にみる用語「もと」は大きくは3種類に分類されることや、第2学年の分数単元において初めの (original) という意味での「もと」を重視した学習指導の必要性が示唆された (升谷・下村, 2025a)。ただし、ここでの分析対象は「もと」という語であり、それが

示す対象の重要性までは考察できていなかったため、先行研究を概観することから、分数学習における「もと」の重要性について整理した。そこでは第1章と同様に、分数の大きさに対するもとの大きさを特定することの重要性が示唆された(e.g. Lamon, 2020)。そしてここまでの知見を踏まえ、第2学年の分数学習を対象に、「もとの大きさ」に対する認識の実態を捉えることを意図した調査を実施し、そこでの子どもの様相を分析することから、もとの大きさに対する認識の特徴を3点指摘した(升谷他, 2024)。

第I部に関する研究課題及び、そこでの成果は以下の通りである。

○研究課題1：分数学習における「もと」を研究対象とすることの必要性について検討する。

○課題1に対する成果：分数学習にみる困難性が様々に確認されるなかでも、分数学習における「もと」に着目することの必要性及び重要性を明示できた点が、本課題の遂行するなかでの成果である。また、第2学年の分数学習を対象とした調査を実施することから、重要性が確認された「もとの大きさ」の認識の実態を示したことも成果の1つである。

3.2 第II部：算数科の分数学習にみる「もと」の認識を捉える理論枠組みの追究

・第3章：分数学習における「もと」の認識を捉える理論的視座の検討

第3章では、分数学習にみる「もと」の認識を捉えるにかなう理論枠組みについて検討した。そこでまずは、諸外国にみる分数に関する研究を概観することから(e.g. Robert et al., 2011), Susan J. Lamonの研究に着目することを示した。また、氏による研究のいくつかを概観し、氏の研究関心の推移や分数に係る論考について整理した(e.g. Lamon, 1994; 1996; 2007; 2020)。そして、本研究とLamonの研究との関連について考察することを通して、氏の研究を本研究の理

論的視座とすることの妥当性を示した。その後、Lamonの提唱する、Reasoning up and downに着目し、「もと」への意識化を図る学習指導への示唆を得ることを試みた。そこでの算数科教科書にみるReasoning up and downの要素を含む問題の扱いに係る分析結果からは、1が明示的でない状況下におけるReasoning upの過程を含む教材を開発することや、Reasoning up and downに従事することのできる教材について検討する必要性が示唆された。さらに、Lamonの研究に基づき「もと」の認識を捉えるにかなう理論枠組みについて検討した(e.g. Lamon, 1994; 1996)。その結果、Unitizing・Norming・Partitioningは、問題解決過程にみる「もと」の認識を捉えるにかなう分析枠組みであることが示唆された。

・第4章：「もと」の認識を捉える分析枠組みUnitizing・Partitioning・Normingの援用可能性の検討

第4章では、分数学習における「もと」の認識を捉える分析枠組みとして、Unitizing・Norming・Partitioningの援用可能性について事例的に検討した。そこでまずは、第2学年の分数学習を対象に「もとの大きさ」を見いだすことを重視した実験授業Iを計画、実施した。そして、Unitizing・Normingを枠組みに、抽出児童らの「もとの大きさ」を見いだす様相の分析を行うことから、それらが「もと」の認識を詳細に記述できる枠組みである点が示唆された。また、分析結果をもとに、もとの大きさと分数の大きさとの関係を捉えたりする局面で重要となるUnitizing・Normingの特徴も指摘した(升谷, 2024a; Masutani & Shimomura, 2024)。次に、Partitioningの援用可能性を検討することを目的に、第3学年の分数学習を対象とした実験授業IIを計画、実施し、Unitizing・Partitioningを枠組みとした分析を行った(升谷・下村, 2025b)。その結果、Unitizing・Normingと同様にPartitioningも、問題解決過程にみる「もと」の認識を詳細に記述することの

できる枠組みである点が示唆された。以上の分析結果をもとに、Unitizing・Norming・Partitioningは分数学習における「もと」の認識を捉えるにかなう分析枠組みであることを示した。

第Ⅱ部に関する研究課題及び、そこでの成果は以下の通りである。

- 研究課題2：分数学習における子どもの「もと」の認識を捉えるうえでの分析枠組みについて検討する。
- 課題2に対する成果：Lamonの研究を視座とすることから、Unitizing・Norming・Partitioningが「もと」の認識を捉えるにかなう分析枠組みであることを理論的に示した。また、援用可能性が示唆された枠組みを用いて分数学習における子どもの様相を分析するなかで、それらが分数学習における「もと」の認識を捉えるにかなう分析枠組みであることを事例とともに示した。

3.3 第Ⅲ部 算数科の分数学習にみる「もと」の認識に係る調査分析

・第5章：分数学習における Unitizing・Norming の様相

第5章では、Unitizing・Norming及びそこでの「もと」の認識をより詳細に捉えるために、まずはUnitizing・Normingを能力とみなすことの妥当性やその価値について検討した。そこでは、Lamonの研究にみるUnitizing・Normingの捉えを紐解くことから、それらを能力とみなすことの妥当性を理論的に示すとともに、能力とすることによりその伸長や段階性を示すことができる可能性があることを示した(Lamon, 1994)。また、Unitizing・Norming能力の実態及び、そこでの「もと」の認識を詳細に捉えることを意図した実験授業Ⅲを計画、実施し、子どもの様相を分析することから、Unitizing・Norming能力A(下位単位単一ユニット型)とUnitizing・Norming能力B(下位単位複合ユニット型)の存在(図1)及び、そこには段階性がみ

られることを示した(升谷他, 2025)。

Unitizing・Norming能力A(下位単位単一ユニット型)

- 活動1：対象内の1目盛をもとにするものと設定するUnitizing
活動2：活動1で認めたもとにするものを基準に、対象全体を解釈するNorming

Unitizing・Norming能力B(下位単位複合ユニット型)

- 活動1'：複数あるものをもとにするものと設定するUnitizing'
活動2'：活動1'で認めたもとにするものを基準に、別の対象を解釈するNorming'

図1 実験授業Ⅲの問題解決過程における Unitizing・Norming 能力(升谷他, 2025)

・第6章：Reasoning up and down の過程にみる「もと」の認識の様相

第6章では、分数学習におけるReasoning up and downにみる「もと」の認識を捉えることを目的に、Reasoning up and downの過程にみる子どもの様相についての事例分析を行った。そこでまず、小学校第6学年を対象とした実験授業Ⅳを計画、実施し、小学校最終学年にみるReasoning up and downの様相の実態を捉えることとした。そこでは、抽出児童OtとTyにみるReasoning up and downの様相を比較することから、問題解決過程にみるUnitizing・Norming・Partitioningの特徴及びそれらの関連について考察した。その結果、問題解決過程にみるUnitizing・Norming・Partitioningの特徴やUnitizingがPartitioningやNormingに伴って発揮されていることを指摘した(升谷, 2024b)。他にも、問題解決過程にみるUnitizingには、問題解決に向けてもとにするものを都度適切に定める適切性が必要となる点も指摘した(升谷, 2024b)。さらに、第2学年を対象としたReasoning up and downにみる「もと」の認識を捉えることを意図し、実験授業Ⅴも実施した。その結果、Reasoning up and downでは、まずReasoning upを遂行できること及び、問題状況に整合する適切なUnitizing

が重要となること、Reasoning up から down に至るうへでは、他者の Partitioning と接することが重要となることが確認された（升谷, 2025）。

第Ⅲ部に関する研究課題及び、そこでの成果は以下の通りである。

○研究課題 3：分数学習における子どもの「もと」の認識の実態及び、「もと」を捉えていく過程を実態とともに示す。

○課題 3 に対する成果：調査Ⅲ及び調査Ⅳ、調査Ⅴの分析を通して、分数学習における子どもの「もと」の認識の実態及び、「もと」を捉えていく過程の実態として、以下の 3 点を指摘した。

・ Unitizing・Norming 能力には、Unitizing・Norming 能力 A（下位単位単一ユニット型）と Unitizing・Norming 能力 B（下位単位複合ユニット型）が存在すること（図 1）。また、そこには段階性もみられること。（調査Ⅲ）

・ Unitizing が Partitioning や Norming に伴って発揮されていること。また、問題解決過程にみる Unitizing には、問題解決に向けてもとにするものを都度適切に定める適切性が必要となること。（調査Ⅳより）

・ Reasoning up and down では、まず Reasoning up を遂行できることと問題状況に整合する適切な Unitizing が重要となること。Reasoning up から down に至るうへでは、他者の Partitioning と接することが重要となること。（調査Ⅴより）

3. 今後の課題

前章にて示した通り、本研究の遂行により様々な成果が得られたものの、以下の三点は今後の課題として残されている。

第一に、発達段階にみる「もと」の認識の実態を捉える追調査を行うことである。本研究の調査では、対象学年が限定的であったうへに、Unitizing・Norming 能力については、第 2 学年の分数学習の様相の考察に留まっている。他学

年の分数学習にみる「もと」の認識及び、そこでの Unitizing・Norming 能力を測定することができれば、新たな示唆を得られる可能性もある。

第二に、他者との相互作用を捉えることのできる枠組みについて検討することである。本研究では、「もと」の認識の変容過程において、他者による影響が一定確認された。ただし、この点については偶発的なものである可能性が拭い切れない。何より、他者との相互作用による影響を捉えることのできる枠組みがあれば、「もと」を認識するに至るうへでの新たな重要点を指摘できる可能性もある。

第三に、分数カリキュラムの再考に向けて、他の困難性やカリキュラムの在り方自体について検討することである。分数学習における様々な困難性のうち、本研究では「もと」に関する困難性に特化した考察を行ってきた。また、カリキュラムの改善に向けては、第一義・第二義といったより大局的な視点に基づきカリキュラムを眺めていくことも必要となるであろう。

以上の諸点について検討することが、今後に残された課題である。

本研究に関わる研究業績

下村早紀・升谷有里・下村岳人 (2022). 算数科におけるもとにするもの見方に関する分析：第 2 学年「分数」の事例より、日本科学教育学会研究会研究報告, 37(4), 51-54, 明治学院大学（口頭発表）。

升谷有里 (2023). 算数科における用語「もと」の使用に関する調査研究、日本数学教育学会第 56 回秋期研究大会、日本数学教育学会第 56 回秋期研究大会発表収録, 616, 静岡大学（ポスター発表）。

升谷有里 (2023). 第 2 学年分数の事例分析にみる「もとの大きさ」を見いだす学習指導の検討、近畿数学教育学会第 74 回例会、和歌山信愛大学（ポスター発表）。

升谷有里 (2023). 「もとの大きさ」を見いだすことを重視した学習指導の検討：第 2 学年「分数」の事例分析を通して、近畿数学教育学会第 73 回例会、大阪総合保育大学（ポスター発表）。

升谷有里 (2024a). 第 2 学年分数の学習場面にみる「もとの大きさ」を見いだす過程に関する事例分析：Lamon, S, J にみるユニット化、ノルム化を分析の視点として、近畿数学教育学会誌, 37, 23-32. 【査読付】

升谷有里 (2024b). 分数概念の発展における Norming 能力の

- 特徴に関する一考察：Lamon の例示する Norming の問題を事例として，日本数学教育学会，第 57 回秋期研究大会発表集録 第 2 巻（口頭発表の部），81-88，香川大学（口頭発表）．【審査付】
- 升谷有里・下村岳人 (2024). 分数学習における Unitizing・Norming・Partitioning 能力の関連に関する一考察，全国数学教育学会第 61 回研究発表会，関東学院大学（口頭発表）．
- 升谷有里・梶谷典弘・下村岳人 (2024). もとにするものの認識に関する調査研究：第 2 学年「分数」を事例として，近畿数学教育学会第 76 回例会，神戸大学附属小学校（口頭発表）．
- 升谷有里・下村早紀・下村岳人 (2024). 小学校第 2 学年の分数学習にみる「もとの大きさ」に関する調査研究：T 字型を「もとの大きさ」と認める過程の分析，科学教育研究，48(4)，442-450．【査読付】
- 升谷有里・下村岳人 (2024). 算数科における Norming 能力の育成を目指した教材の開発，2023 年度第 6 回日本科学教育学会研究会（中国支部大会），日本科学教育学会研究会研究報告，38(6)，43-46，島根大学（口頭発表）．
- Masutani, Y., & Shimomura, T. (2024). Analyzing Aspects of Finding the “Original Size” in a Fractions Lesson: Lamon Unitizing and Norming as a Clue, ICME-15 (15th international Congress on Mathematical Education), International Convention Centre in Sydney, Australia（口頭発表）．【審査付】
- 升谷有里 (2025). 第 2 学年「分数」にみる Reasoning up and down の分析：Lamon の理論枠組みを視座とする事例分析を通して．日本数学教育学会，第 58 回秋期研究大会発表集録（口頭発表の部），281-288，筑波大学（口頭発表）．【審査付】
- 升谷有里・梶谷典弘 (2025). もとにするものを見いだす Partitioning に関する一考察，近畿数学教育学会第 77 回例会，奈良教育大学（口頭発表）．
- 升谷有里・梶谷典弘・下村岳人 (2025). 問題解決過程における Unitizing・Norming 能力の調査研究：第 2 学年「分数」を事例として，近畿数学教育学会会誌，38，19-27．【査読付】
- 升谷有里・下村岳人 (2025a). 算数科における用語「もと」の使用に関する調査研究：算数教科書にみる「もと」の使われ方の分析を通して，科学教育研究，49(3)，257-264．【査読付】
- 升谷有里・下村岳人 (2025b). 問題解決過程にみるもとにするものを見いだす Partitioning の様相に関する一考察：小学校第 3 学年「2m 問題」の事例分析をもとに，島根大学教育臨床総合研究，24，99-113．
- Masutani, Y., & Shimomura, T. (2025). An Analysis of Student' Focus on the Relationship between Original Size and Fractions: A Case Study of 2nd Grade Lessons on “Fraction”, ICMI-EARCOME9 Proceedings, Vol.3-1, 226-230, Seoul National University（口頭発表）．【審査付】
- 升谷有里・高島駿・下村岳人・岡部恭幸 (2025). 分数の意味の分類に基づく分数学習の再検討：分数の第一義・第二義・割合を表す分数を枠組みとした教科書分析を通して，日本科学教育学会第 49 回年会，日本科学教育学会年会論文集，49，421-424，広島大学（口頭発表）．
- に見た分数の歴史，愛媛大学教育学部紀要 第 I 部 教育科学，44(1)，111-133．
- 石川廣美 (1998). 分数教育に関する史的研究 (III)：分数教育の思潮（その 2），愛媛大学教育学部紀要 教育科学，45(1)，113-130．
- 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 報告書【小学校】算数. https://warp.ndl.go.jp/web/20250801094550/https://www.nier.go.jp/25chousakekkahoukouku/report/primary_math.html（最終参照日：2025 年 1 月 9 日）．
- 熊倉啓之・國宗進・松元新一郎・早川健・近藤裕 (2022). 小学生の割合の理解に関する研究，静岡大学教育実践総合センター紀要，32，127-134．
- Lamon, S. J. (194). Ratio and Proportion: Cognitive Foundations in Unitizing and Norming. The Development of Multiplicative Reasoning in the Learning of Mathematics, 89-120, State University of New York Press, Albany.
- Lamon, S. J. (1996). The Development of Unitizing: Its Role in Children's Partitioning Strategies. Journal for Research in Mathematics Education, 27, 2, 170-193.
- Lamon, S. J. (2007). Rational Numbers and Proportional Reasoning: Toward a Theoretical Framework for Research, (In Lester, F. (Ed.), Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, Information Age Publishing, Charlotte, NC, 629-668).
- Lamon, S. J. (2020). Teaching Fractions and Ratios for Understanding: Essential Content Knowledge and Instruction Strategies for Teachers 4th Edition, Routledge, UK.
- 能田伸彦 (1981). 子どもの分数学習に関する研究：指導前と指導後における分数理解の調査を中心に，数学教育学論究，37，1-29．
- Siegler, R. S., Thompson, C. A. & Schneider, M. (2011). An Integrated Theory of Whole Number and Fractions Development. Cognitive Psychology, 62(4)，273-296．
- Vergnaud, G. (1983). Multiplicative Structures, (In Lesh, R. & Landau, M. (Eds.), Acquisition of Mathematics Concepts and Process, Academic Press, Orlando, FL., 127-174)
- 吉田香織 (2005). ヴィゴツキー理論に基づく「分数概念の素地となる子どもの生活的概念」に関する日米比較調査：分数概念の構造と原理の同定，数学教育研究，11，115-129．

引用文献

石川廣美 (1997). 分数教育に関する史的研究 (I)：算数教育的