

算数科における数量関係の把握に向けた学習指導に関する研究： コモグニション論を視座とする整数倍場面のルーティン分析

中畑 茉緒子

要約

本研究はコモグニション論を視座とし、関係図のかき方にみるルーティンを分析することから、整数倍場面に関する数量関係を適切に把握することのできる学習指導のあり方を追究するとともに、その具体的な学習指導の構築を試みる。そこで本稿では、本研究の成果をまとめた成果報告書をもとに、各章における概要及びそこで得られた知見について整理する。そして、本研究で得られた成果として、整数倍場面に関する数量関係を適切に把握することのできる学習指導の要素を3点指摘する。

キーワード：数量関係の把握， コモグニション論， ルーティン， 整数倍

1. 研究の背景

我が国の算数・数学における学力は、国際的にみて高い水準にあるものの（国立教育政策研究所，2023；国立教育政策研究所，2024），全国学力・学習状況調査にみる算数の学力は、好ましい状況にあるとは言い難い（国立教育政策研究所，2025b）。また、筆者の勤務する島根県においても算数の学力に関して課題がみられ、令和3年度から全国平均を3ポイント近く下回る結果が確認されている（島根県，2025）。この現状を鑑みると、算数科における学習指導の改善が求められているといえよう。そこで、本研究では算数科の学習内容の中でも割合に着目した。割合学習は、小学校算数の中で最も難しい学習とされており（吉田，2003），その理解は依然として十分でないことが報告されている（国立教育政策研究所，2025a）。また、割合学習の重要性も指摘されていることから（岩崎，2018），割合に係る学習指導のあり方を追究することは、算数科教育の改善に資するものと考えられる。一方で、割合学習は系統的に学習されることから、関連する学習内容が多岐にわたる。そのため、割合の困難性にみる課題も複数

指摘されている（中村，2002）。この点を踏まえ、本研究では特に課題として指摘されている、基準量、比較量に係る数量関係の把握に焦点をあてることとした（e.g. 国立教育政策研究所，2015；国立教育政策研究所，2025a）。数量関係を把握することは、割合を理解するうえで重要な要素となるが、子どもたちにとっては難しいものとされる（栗山，2007）。また数量関係を適切に把握するために、言葉の式や公式に当てはめるといった学習指導が行われることもあるが、このような指導が必ずしも子どもたちにとって有用なものとは限らないとの指摘も確認される（芳沢，2019；熊倉ら，2022）。これらのことを踏まえると、子どもの理解過程，すなわち思考に着目することが、学習指導のあり方を追究するうえで肝要な点となる。そのため本研究では、思考に着目し、数量関係を適切に把握することのできる学習指導のあり方を追究するとともに、その具体的な学習指導の構築を試みる。この目的を達成するため、本研究の下位課題として以下の諸点を設定する。

-
- (1) 算数科において割合学習を行う重要性について指摘するとともに、割合学習の困

難性を整理し、本研究が対象とすべき課題を焦点化する。

- (2) 数量関係を把握する際の思考を分析するうえで、援用可能となる理論枠組みについて検討する。
- (3) 本研究で援用可能となる理論を視座に、子どもの思考を分析することから、数量関係の把握を目指した学習指導の構築を試みる。

以降では、上記で示した下位課題を踏まえ、本研究の成果報告書の構成を示すとともに、各章の概要とそこで得られた知見について整理する。

【成果報告書の章構成】

序章 本研究の目的と方法

第1章 割合学習の困難性にみる数量関係への着目

第2章 整数倍場面での数量関係の把握に係る課題の焦点化

第3章 数量関係を対象とした思考を捉えるうえでのコモグニション論の援用可能性

第4章 数量関係を把握する際に発揮されるメタ規則の特定

第5章 探究ルーティンへの変容を意図した学習指導の検討

第6章 整数倍場面に関する数量関係の把握を目指した学習指導の提案

終章 研究のまとめと今後の課題

2. 割合学習の困難性にみる数量関係への着目

第1章では、まず算数科学習指導要領の歴史の変遷にみる割合学習の位置づけを概観した。そこでは、社会情勢を踏まえた度重なる改訂が行われる中においても、学習指導要領が試案として示された昭和22年から一貫して、割合学習は学習内容として位置づけられていることが確認された。また割合学習は、割合の概念その

ものだけでなく、割合に係る見方や考え方を様々な領域と関連させながら、系統的に学習すべきものであることも明らかとなった。このような歴史の変遷にみる割合学習の役割や価値を踏まえると、割合学習は算数科における中核的な学習であるといえる。しかし、算数科において中核的な学習として位置づけられているにも関わらず、割合の理解は十分でないことが指摘されている(e.g. 国立教育政策研究所, 2025a)。これは、割合学習が様々な領域と関連していることから、困難さも多様になるためである(中村, 2002)。このことを踏まえると、割合の困難性に係る課題を明らかにしないことには、学習指導の改善は困難であると判断される。そこで、先行研究及び全国学力・学習状況調査を概観し、割合に関する課題を整理した。その結果、特に基準量、比較量に係る数量関係を適切に把握することに課題があることが明らかとなった。さらに、熊倉ら(2022)による研究を概観し、本研究が重視すべき割合の見方として、1による見方ではなく、倍による見方を重視すべきことが示唆された。これらの検討を踏まえ、本研究では数量関係を適切に把握することのできる学習指導の構築を目指すこととした。

3. 整数倍場面での数量関係の把握に係る課題の焦点化

第2章では、整数倍場面に関する数量関係の把握に焦点をあて、思考に着目した学習指導の構築を目指すことを示した。まず乗法に関して、数の拡張に伴う困難性が指摘されていることを踏まえ(高淵, 2012)、整数倍の段階から適切に数量関係を把握するための学習指導のあり方を検討すべきであると述べた。この点について、数概念の観点から考察を加えるため、整数倍を学習する小学4年生を対象とした実態調査を行った。その結果、整数での数概念の形成が小数の数概念の形成に影響を与えうることが

示唆されたため、本研究では整数倍場面に焦点をあてることとした。また、本研究が対象とする整数倍は、子どもにとって比較的理解しやすいと述べられているものの（中村，2002），今井ら（2022）の調査では、整数倍場面においても数量関係を適切に把握することの困難性が示されている。こうした困難性の背景として、これまでの数量関係の把握に関する学習指導の課題を2点指摘した。1点目は、低学年から行われる数量関係の把握に係る学習指導の課題，2点目は割合学習で用いられるもとにする量やくらべる量といった用語に関する課題である。これらの課題に加え、必ずしも図的表現が数量関係を適切に把握するうえで有用であるとは限らないという前章での指摘も踏まえ、子どもがどのように数量関係を把握するのか、その思考に着目することが学習指導を構築するうえで重要であることを示した。そこで、個人の内部で行われるとされる思考を捉えるためには、理論枠組みが必要であるとの考えから、本研究で援用可能となる理論の検討も行った。その結果、これまでの先行研究にみられる四方

（1962）や Mayer（1992）の枠組みでは、本研究が目的とする思考を捉えるには不十分であることを指摘した。また加藤・有元（2001）が述べる認知主義の新しいパラダイムである状況論についての知見から、思考を観察可能な形で捉えるには参加主義の立場に立つことが有用であることが示唆された。そこで、参加主義の立場に立つスファードの提唱するコモグニション論に着目した。次章では、このコモグニション論が本研究において援用可能であるかを検討することとした。

4. 数量関係を対象とした思考を捉えるうえでのコモグニション論の援用可能性

第3章では前章を踏まえ、数量関係を把握する際の思考を捉える理論枠組みとして、スファードの提唱するコモグニション論の援用可能性

を検討した。具体的には、スファードがコモグニション論を構築した背景や、コモグニション論における思考の定義、さらには人間の思考の複雑性に寄与する言語によるコミュニケーションについて概観した。その結果、コモグニション論は、第2章で示した Mayer を始めとする認知主義における思考の捉え方の限界点を補完する形で、思考が分析可能であることを示した。また、触知不可能な数学という対象も、自己創造的なシステムであるとの言明から、コミュニケーションという観察可能な形で捉えることができることが示された（スファード，2023）。これらの検討を踏まえ、本研究ではコモグニション論を視座とし、数量関係を把握する際の思考を捉えることとした。次に、本研究では、数量関係を対象としたコミュニケーションの様相を捉える「語り」として、関係図に着目することを述べた。関係図は、啓林館の教科書で扱われている数量関係を対象とした図である。そして、本研究のアイデアとして、コモグニション論を視座とし、数量関係を対象としたコミュニケーションの様相を関係図のかき方から分析することを提案した。ただし、このアイデアは可能性を示すにとどまっているため、調査Iを計画・実施することから、この分析方法の妥当性を検討した。その結果、コモグニション論を援用し、数量関係を対象としたコミュニケーションの様相を関係図のかき方から分析することが可能であることが示された。この結果を踏まえ、本研究では関係図のかき方を分析対象とし、その変容に寄与する要因を明らかにすることから、数量関係を適切に把握するための学習指導の示唆を得ることとした。以降の章では、この分析方法を用いて、整数倍場面に関する数量関係の把握に関する学習指導の示唆を得る。そして、その示唆をもとに、学習指導の構築を試みることにした。

5. 数量関係を把握する際に発揮されるメタ規則の特定

第4章では、整数倍場面において問題文から数量関係を適切に把握する際の行為形態に着目した。本章では、この行為形態を特徴づけている規則であるルーティンhowに関するメタ規則の特定を試みた。ルーティン how とは、「パターンを有するディスコース的行為遂行の系列を、決定する、あるいは単に制約する」(スファード, 2023: 229) メタ規則の集合である。このメタ規則を特定するため、調査Ⅱを計画・実施した。

5.1 調査Ⅱの概要

この調査における実験授業では、島根県公立小学校第4学年(計1学級)の児童25名を対象に、1時間分の算数科授業を実施した。調査内容は、「簡単な場合についての割合」の単元に関する実験授業1時間である。この調査に係る分析の手順として、まず映像記録から関係図をかく手順を表に整理し、まとめた。次に、1時間分の教室全体とグループ活動(6班分)の発話記録をまとめた。最後に抽出児童3名の関係図のかき方における特徴の相違点を踏まえ、数量関係を適切に把握した子どもに発揮されたメタ規則について分析及び考察を行った。

5.2 結果と考察

この調査の結果、数量関係を適切に把握した子どもには、大小関係を把握するというルーティンhowに関するメタ規則が発揮されることが示された。これまでの学習過程を踏まえると、子どもたちはこの大小関係を把握するというメタ規則を潜在的に有している可能性がある。このことから、このメタ規則を発揮させることが問題文から数量関係を適切に把握するための一助となると考えられる。しかし、大小関係を把握するというメタ規則を発揮させるための学習指導については、十分に追究することができていない。そのため次章では、大小関係を把握するというメタ規則が発揮されるための学習指導の示唆を得ることを目的とした調査を行

うこととした。

6. 探究ルーティンへの変容を意図した学習指導の検討

第5章では、前章で示したメタ規則が発揮される学習指導を検討するため、ルーティンwhenに着目した。このルーティンwhenとは、「ディスコース参加者が行為の遂行を適切なものと見なす状況を、決定する、あるいは単に制約する」(スファード, 2023: 229) メタ規則の集合である。本章での目的を踏まえ、ルーティンwhenの終結条件が異なる儀式ルーティン、実行ルーティン、探究ルーティンについて概観した。本研究では、適切な数量関係を表した関係図をかくこと、すなわち、承認された「語り」の生成を目的とするため、探究ルーティンに焦点を当てることとした。そして、探究ルーティンとしての「語り」が生成される学習指導を検討するため、調査Ⅲを計画・実施した。

6.1 調査Ⅲの概要

この調査における実験授業では、島根県公立小学校第3学年(計1学級)の児童20名を対象とした、1時間分の算数科授業を実施した。調査内容は、「何倍でしょう」の単元に関する実験授業1時間である。この調査に係る分析の手順として、まずワークシートに記述された関係図を表にまとめた。次に、1時間分の教室全体とグループ活動(5班分)の発話記録をまとめた。最後に抽出児童2名の関係図の変容から、探究ルーティンとしての「語り」が生成されるための学習指導の要素について分析及び考察を行った。

6.2 結果と考察

抽出した児童2名の関係図のかき方からルーティンを分析した結果、本調査における事例では、異なるディスコースの子ども同士による話し合いのみ、あるいは教員によるメタ規則の提示のみでは探究ルーティンとしての「語り」が

生成されない場合があることが示された。しかし、異なるディスコースの子ども同士の話し合いに加え、教員による大小関係を把握するというメタ規則の提示が行われることで、探究ルーティンとしての「語り」が生成されることが事例的に示された。

7. 整数倍場面に関する数量関係の把握を目指した学習指導の提案

第6章では、整数倍場面での数量関係を適切に把握することのできる学習指導の構築を試みた。前章までで得られた知見をもとに学習指導を構築し、その有用性を検証するため、調査IVを計画・実施した。

7.1 調査IVの概要

この調査における実験授業では、島根県公立小学校第4学年（計1学級）の児童21名を対象とし、2時間分の算数科授業を実施した。調査内容は、「割合」の単元に関する実験授業2時間と、プレテスト及びポストテストである。この調査に係る分析の手順として、まず、プレテスト、ポストテスト及びワークシートに記述された関係図を表に整理し、そのかき方に基づいてディスコースの分類を行った。次に、2時間分の教室全体とペア活動（10班分）、そしてインタビューの発話記録をまとめた。最後に、数量関係の把握に困難性を示していた児童2名を抽出し、関係図の変容から探究ルーティンとしての「語り」が生成されるための学習指導の要素について分析及び考察を行った。

7.2 結果と考察

実験授業で行った学習指導の有用性を検証するため、ディスコースを分類し、授業後のポストテストで探究ルーティンとしての「語り」が生成されるに至った割合を算出した。そこでは、実験授業を受けた子どものうち約9割が探究ルーティンとして「語り」を生成していることが確認された。さらに、数量関係を適切に把握するうえで有用となる学習指導の要素を明ら

かにするため、数量関係の把握に困難性を示していた抽出児童の変容について分析及び考察を行った。その結果、整数倍場面に関する数量関係を適切に把握することのできる学習指導の要素として、次の2点が有用であることが示された。

-
- ・教員が、大小関係を把握するといったメタ規則を提示すること。
 - ・コモグニティブなコンフリクトが生じたうえで、教員のメタ規則を提示するといった過程を経ること。
-

以上の2点は、前章までで事例的に示された学習指導の示唆の有用性を担保するものと考えられる。また、数量関係の把握と立式との関連についても分析及び考察したところ、数量関係を適切に把握することができれば、立式も適切に行える可能性が示唆された。本調査において構築した学習指導の有用性が示されたことは、大きな成果である。さらに、本研究における成果は、整数倍場面に関する数量関係を適切に把握することのできる学習指導のあり方について重要な示唆を与えるものと考えられる。

8. 研究のまとめと今後の課題

本研究の目的は、思考に着目することから、数量関係を適切に把握することのできる学習指導のあり方を追究するとともに、その具体的な学習指導の構築を試みることであった。そこでは、学習指導に必要な要素として次の3点が示された。

-
- ・数量関係を適切に把握するには、問題文に記載された関係を表す文から、大小関係を把握するというメタ規則を発揮すること。
 - ・大小関係を把握するといったメタ規則が承認され、発揮されるためには、教員がメタ規則の提示を行うこと。
 - ・探究ルーティンとしての「語り」が生成され

るためには、コモグニティブなコンフリクトが生起したうえで、教員が大小関係を把握するというメタ規則を提示するという過程を経ること。

このような学習指導に関する示唆が得られたことは本研究における成果である。ただし、子ども同士の話し合いによるルーティンの変容の可能性を追究すること、本研究で得られた学習指導の示唆が整数倍場面の学習についてどう位置づけられるのかを考察すること、関係図以外の図的表現における数量関係を把握する際の学習指導の追究の3点が今後の課題として残されている。

本研究に関わる学会発表等

- 中畑茉緒子 (2025). 数量関係把握の変容に寄与するメタ規則についての一考察：数量関係図のかき方に着目して. 日本数学教育学会 第 58 回秋季研究大会発表集録 (口頭発表の部), 149-156, 筑波大学 (口頭発表).
- 中畑茉緒子 (2025). 整数倍における数量関係把握の変容に関する一考察：関係図のかき方にみるルーティンに着目して, 日本科学教育学会研究会研究報告, 40 (2), 125-128, 大阪教育大学 (ポスター発表).
- 中畑茉緒子 (2025). 関係図のかき方にみる数量関係把握の様相：第 3 学年の整数倍における学習を事例として, 日本教育実践学会第 28 回研究大会, 鳴門教育大学 (口頭発表).
- 中畑茉緒子 (2025). 関係図のかき方にみるメタ規則の変容に着目した学習指導に関する一考察：整数倍の逆思考文章題における実践事例を通して, 第 78 回近畿数学教育学会例会, 龍谷大学 (口頭発表).
- 中畑茉緒子 (2024). 文章問題における算数的読み取りの変容についての一考察：第 3 学年における割合の学習を通して, 日本科学教育学会研究会研究報告, 39 (2), 87-90, 大阪教育大学 (ポスター発表).
- 中畑茉緒子 (2024). 数概念の拡張と相互作用との関連に関する一考察：第 4 学年の数の見方に関する授業を通して, 日本数学教育学会 第 57 回秋季研究大会発表集録 (口頭発表の部), 469-472, 香川大学 (口頭発表).
- 中畑茉緒子 (2024). 第 4 学年にみる数概念に係る実態調査：整数と小数の認識に焦点をあてて, 第 76 回近畿数学教育学会例会, 神戸大学附属小学校 (ポスター発表).
- Nakahata, M. (2025). A Study on Aspects of Grasping Quantitative Relations in Word Problems Involving Inverse Calculation: Focusing on the Process of Drawing the Diagram (In Kwon, O., Kaur, B., Pang, J., Noh, J., Lee, S., Han, S., Yeo, S., & Lim, M. (Eds.). (2025). Proceedings of the 9th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education, 3, 301-305), Seoul

National University (口頭発表)【審査付】.

引用文献

- 今井むつみ・楠見孝・杉村伸一郎・中石ゆうこ・永田良太 (2022). 算数文章題が解けない子どもたち：ことば・思考の力と学力不振, 岩波書店.
- 岩崎秀樹 (2018). 出版に寄せて (山下英俊 (編著), 算数教育研究チーム「ベクトル」(著), 子どもが「なるほど!」「そうか!」と納得する!「割合」指導の3つの方略, 東洋館出版社).
- 加藤浩・有元典文 (2001). 序章 アーティファクト・コミュニティ・学習の統合理論 (加藤浩・有元典文 (編著) 状況論的アプローチ 2 認知的道具のデザイン, 金子書房, 1-15).
- 国立教育政策研究所 (2015). 平成 27 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 (2023). OECD 生徒の学習到達度調査 PISA2022 のポイント, https://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pisa/pdf/2022/01_point_2.pdf (2026 年 1 月 13 日最終閲覧).
- 国立教育政策研究所 (2024). IEA 国際数学・理科教育動向調査 TIMSS2023 の結果 (概要), https://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pisa/pdf/2022/01_point_2.pdf (2026 年 1 月 13 日最終閲覧).
- 国立教育政策研究所 (2025a). 令和 7 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 (2025b). 令和 6 年度全国学力・学習状況調査 経年変化分析調査・保護者に対する調査の結果 (概要), https://www.nier.go.jp/24chousakekkahoukoku/kannren_chousa/pdf/24keinen_summary.pdf (2026 年 1 月 13 日最終閲覧).
- 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, 静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 32, 127-134.
- 栗山和広 (2007). 割合概念における構成要素の同定, 九州保健福祉大学研究紀要, 8, 9-14.
- Mayer, R. E. (1992). Thinking, Problem Solving, Cognition 2nd ed, W. H. Freeman and Co.
- 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, 84(8), 14-21.
- スファード, A. (著) 岡崎正和・山田篤史 (監訳) (2023). コミュニケーションとしての思考：人間のディスコースの成長, 数学化. 共立出版.
- 四方実一 (1962). 算数問題解決の心理, 明治図書出版.
- 島根県 (2025). 令和 7 年度 全国学力・学習状況調査 (文部科学省) 島根県 (公立) の結果概要, <https://www.pref.shimane.lg.jp/education/kyoiku/ikusei/chosa/R7gakuchougaiyou.data/R7gakuchougaiyou.pdf> (2026 年 1 月 13 日最終閲覧).
- 高淵千香子 (2012). 小数の乗法における意味の拡張に関する実践的研究, 全国数学教育学会誌, 18 (2), 139-151.
- 芳沢光雄 (2019). 「%」が分からない大学生：日本の数学教育の致命的欠陥, 光文社新書.
- 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.