研究報告
学校教育実践研究　第９巻　15頁～25頁　令和８年３月

整数倍の問題解決過程における数量関係の把握に向けた学習指導の検討
―関係図をかく過程にみるメタ規則に着目して―

中畑　茉緒子＊・下村　岳人＊＊

Maoko NAKAHATA　Taketo SHIMOMURA

Examining Instructional Guidance for Grasping Quantitative Relationships in the Process of Solving Integer Multiple Problems
―Focusing on Metarules Observed in the Process of Drawing Relationship Diagrams―

ABSTRACT

本研究はスファードのコモグニション論を援用し，関係図をかく過程に着目することから，数量関係を把握する様相を捉え，学習指導の示唆を得ることである．そこで本稿では，数学的ディスコースの進展に寄与するメタ規則に着目し，数量関係を捉えられたとする子どもに発揮されるメタ規則の特徴を指摘することを研究課題として設定した．そして，小学4年生を対象に，関係図のかき方に関する授業を計画・実施し，得られたデータについて考察した．得られた分析結果からは，数量関係を把握した子どもの特徴として，関係図をかくにあたり，左に小さいもの，右に大きいものをかくといったルーティンのどのように(how)に関するメタ規則の１つが確認された．

【キーワード：数量関係把握，関係図，コモグニション論，メタ規則】

１．研究の背景

算数科の教育現場において，文章題に対して苦手意識をもつ子どもは少なくない．特に割合に関する文章題は理解することが難しいため，子どもたちの理解の実態も好ましい状態にあるとは言い難い．例えば，令和7年度全国学力・学習状況調査では，問題場面を表す図が記載されているにも関わらず，正答率が41.3％という結果であった[1]．誤答の要因の1つとしては，増量前後といった数量関係に着目せず，問題文に記載されている10％という数値にのみ着目し割合を0.1と捉えているものと推察される．類似した問題は過去にも出題されており，平成27年度では正答率が13.4％という結果であった[2]．この問題の誤答に関して，20％といった記述から割合を0.2と捉える様子が確認される．これらの全国学力・学習状況調査に見られる誤答の要因を考察してみると，約10年経った今なお，文章題に記載されている言葉や数値にのみ着目している子どもたちの実態を確認することができる．

問題文に記載されている言葉や数値にのみ着目している様相は，上記で示した百分率に関する割合の文章題に限って見られるものではない．整数倍を対象とした問題解決過程においても同様の様相が見られ，倍という言葉から乗法であると推測し，演算決定する実態も確認されている[3) 4)]．乗法の問題解決過程において小数や分数といった数の拡張に伴い，演算の意味づけも困難になるといった高淵[5]の指摘を踏まえると，まずは整数倍において，文章題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検討する必要があると考える．

では，なぜ子どもたちは言葉や数値にのみ着目し，数量関係を適切に把握することに困難を示すのであろうか．その要因の１つとして，学習指導による影響が考えられる．片桐[6]は，小学1年生において，演算とその意味を一般化するため，加法において「合わせる」はたし算であるなど，言葉と演算の意味を一致させていくような指導を行うことがあると述べている．一方で，近藤はこのような形式的な指導が，「書かれた言葉による先入観」[7]を子どもに植え付ける指導であり，問題文中の数量関係を把握することに困難を示す要因の一つであると述べている．また数量関係を把握する学習指導として，割合学習の系統性を踏まえ，整数倍の段階から「もとにする量」や「くらべる量」といった言葉が用いられる．しかし，「もとにする量」や「くらべる量」といった用語自体が抽象的であるため，子どもたちにとって理解することが難しいとの指摘も確認される[8) 9)]．学習指導の際に用いられるこの用語解釈の難解さも相まって，子どもにおいては数量関係を把握することに意識が向かず，「形式的な指導による先入観」を頼りに演算決定を行わざるを得ないのではないだろうか．

このような学習指導による影響を考慮し，文章題から数量関係を適切に把握することのできる学習指導を追究する研究は，これまでにも様々な蓄積を確認することができる．しかしそれらは，図的表現の有用性や，既有の知識を利用することの有用性を示したものが主である[3) 5) 8)]．このように数量関係を適切に把握するための方法に焦点を当てた研究は様々に確認されるが，子どもたちがどのように数量関係を把握していくのか，その思

＊　島根大学大学院教育学研究科教育実践開発専攻
＊＊　島根大学大学院教育学研究科・教育学部小学校教育専攻

2025年８月28日受付
2026年３月２日受理

考過程を追究した研究は少ない．例えば，Mayer[10] は問題解決過程について問題表象と問題解決の大きく2つの過程があることを示している．またこの2つの過程における下位過程も示しており，問題表象には翻訳と統合，問題解決には計画・プランニングと実行があると述べている．そこでは，問題解決過程における認知の枠組みについて示されているものの，子どもたちがどのように数量関係を把握するのか，その様相については詳述されていない．このことから，子どもたちの思考過程に焦点をあてることは，数量関係を適切に把握することのできる学習指導構築に向けた一助になるものと考える．以上を踏まえ本研究は，整数倍の文章題における問題解決過程に焦点を当て，思考過程の解明をとおして，適切に数量関係を把握することのできる学習指導のあり方を追究するものである．

ただし，本研究が対象としている数量関係という言葉は関数関係を意味する場合が多いとされているが，算数科学習指導要領における多くの領域との関連も見られることから言葉そのものの不明確さがあるとの指摘もある[11]．整数倍の文章題から数量関係を把握するとは，一体どのような思考を伴うのか．そもそもこの思考過程を捉えることは可能であるのか．このことを追究するための理論的枠組みについては，次章にて詳述することとする．

2．数量関係把握の実際を捉える理論枠組み

本章ではまず，本研究が対象とする数量関係を把握する際の思考を捉えるうえで，スファードの提唱するコモグニション論が理論枠組みとして援用可能であるかを検討する．その後，数量関係を把握する思考過程の見とり方を考察するとともに，研究課題を焦点化する．

（1）スファードの提唱するコモグニション論

本研究では，人の思考を捉えるにあたり，スファードの提唱するコモグニション論に着目した．スファードは，ヴィゴツキーやヴィトゲンシュタインに影響を受けプラグマティズムの立場に立ち，人の思考を捉えるコモグニション論を構築した．コモグニションという言葉は，コミュニケーション（communication）と認知（cognition）という2つの言葉を組み合わせた造語である[12]．この言葉が示すように，個人内で行われる認知をコミュニケーションと捉えることができるのがコモグニション論の特徴である．そのためこの理論において，思考は「（個人間）コミュニケーションの個人化バージョンである」[13]と定義されている．また，「一部の個人を引き寄せ，他の一部の個人を排除する，異なるタイプのコミュニケーション，つまりコモグニション」[14] がディスコースであると説明している．すなわち，この理論ではコミュニケーションの違いをディスコースの違いと捉えている．以上のことを踏まえると，コモグニション論を援用することで，ディスコースをコミュニケーションから分析することが可能となる．

では，コミュニケーションの対象が触知不可能な数学においては，ディスコースをどのように捉えるのであろうか．このことについて，数学は自己創造的なシステムであり，話している対象それ自体がディスコース的構成物であると言及されている．さらにコモグニション論において数学的ディスコースは，言葉の使用，視覚的媒介物，語り，ルーティンの4つの性質から特徴づけられる[12]．このことから，数学的ディスコースを捉えるうえでは，この4つの特徴に着目することで分析が可能となる．そうであるならば，コモグニション論を援用し，本研究が対象とする数量関係というコミュニケーションの対象も，数学的ディスコースとして捉えることができると考えられる．

以上，コモグニション論における思考の捉えを概観すると，本研究においてコモグニション論を理論枠組みとして援用することには，その遂行過程上も齟齬はなく妥当であると判断される．そのため，本研究が対象とする数量関係を把握する際の思考をコミュニケーションから分析することとする．

（2）数量関係の把握の実際を捉える関係図

前節では，数量関係を把握する際の思考過程を捉える理論枠組みの援用妥当性を検討した．このことを踏まえ本節では，本研究が追究する思考過程をどのように見とるのかについて考察する．

ここで，数学的ディスコースを特徴づける性質の1つである語りに着目する．語りとは「対象，対象間の関係，対象を用いるプロセスに関する記述として形づくられる一連の発言」[15] とされており，言葉や図・グラフ等の視覚的手段を用いて表されたものも語りとなる．そして数学化の全体的な目標は，数学的ディスコースにおいて真とされる承認された語りを生成することであると述べられていることから[12]，適切に数量関係を把握するとは，承認された語りが生成されることと同値であると捉えることができる．すなわち，承認された語りが生成される過程に着目することで，数量関係を適切に把握する際の思考過程を捉えることができると考えるのである．このことを踏まえ，本研究で目指される承認された語りについて検討する．数量関係把握に関する語りの1つとして式が挙げられるが，数量関係を適切に表している式であっても，それが近藤[7] の指摘する先入観によって生成された語りである可能性もある．そのため，式だけで思考過程を捉えることは，限界があるであろう．そこで，より詳細に数量関係を把握する様相を捉えるため，本研究が着目するのは関係図である．関係図は，啓林館の教科書で扱われており，「2つの数量とその関係を表す」図とされる[16]．例えば，「赤の車は2m，黄の車は12m走りました．黄の車が走った長さは，赤の走った長さの何倍ですか．」という問題が提示された時には，以下のような関係図を記入する（図1）．この図が示すように，問題文に記載された「赤の□倍が黄」という数量関係を適切に捉えることが承認された語りとなる．また関係図は規範性のある図であるため，スカラー倍を示す矢印は，図1が示す向きでかかれていることが，承認された語りが生成された状態となる．

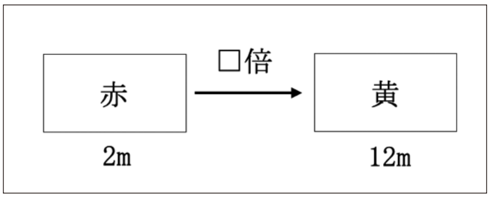


図1．関係図
（寺垣内他，2024b，p14を基に筆者作成）

またこの関係図は，「問題解決の道具としてつかわれるとともに，児童の思考過程を表現（表出）させる意味でも大きな役割をもつ.」[18] とも述べられている．思考過程を表現（表出）させるという役割に着目すると，子どもたちのかく関係図は，その子の思考の表れと捉えることができる．この役割に加えて，コモグニション論を援用すると，関係図をかく過程そのものがコミュニケーションであり，その人の数学的ディスコースとして捉えることができる．

以上を踏まえ，関係図が適切にかけた状態を数量関係を適切に把握することのできた状態とみなし，それに至る関係図の作成プロセスをもとに思考過程を追究しようというのが，本研究のアイデアである．

（3）語りの生成過程にみるルーティンのメタ規則

本節ではこれまでの考察を踏まえ，本稿で追究すべき研究課題を焦点化する．

コモグニション論において，人間のコミュニケーションはパターン制御される活動であり，そのコミュニケーションはその人のもつ規則によって制御されるという．すると本研究で着目する関係図をかく過程は，その人のもつ規則が反映されていると言える．これは，数学的ディスコースの性質の1つでもあるルーティンに関わるものである．ルーティンとは，与えられたディスコースに見られる特有の反復性のあるパターンであり[12]，「反復的なディスコース的行為を記述するメタ規則の集合」[19] と述べられている．このルーティンを形成するメタ規則は，対象レベルの規則の語りを生成し立証しようとする，ディスコース参加者のパターンを定義するものであるとされる[12]．これらの定義を踏まえると，関係図のかき方に関するメタ規則の変容に伴い，数学的ディスコースも変容する．そのため，適切な数量関係を関係図に表すには，メタ規則が影響を与えるものと考えられる．

数学的ディスコースにおけるメタ規則について着目した研究は，これまでにも確認される．例えば，山内・下村は，数直線の意味づけにおいて，他者との相互作用によってメタルールが変容し，数直線の意味づけが可能になったと述べている[20]．また，日野も中学2年生を対象とした関数の学習において，比例から関数という慣れ親しんでいない関係を捉えるうえで，メタルールが発揮されると述べている[21]．これらの先行研究からも，メタ規則が数学的ディスコースの変容に影響を与えうるものであることが示唆される．これらの知見を踏まえ，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に向けては，メタ規則の変容を促す必要があるものと推測する．そうであるならば，まずは数量関係を捉えられたとする子どもがどのようなメタ規則を発揮しているのか，この点について明らかにすることが必要となるであろう．

以上を踏まえ，本稿における研究課題を以下のように設定した．

【研究課題】関係図をかく過程に着目することから，整数倍の問題解決過程において，数量関係を把握している子どものメタ規則を事例的に示し，学習指導への示唆を得ること．

3．調査の概要と分析の手順

（1）調査概要

実施した調査内容は，島根県公立小学校第4学年（計1学級）の児童25名対象に，2024年11月13日に実施された1時間分の授業である．本調査で収集されたデータは，授業時に子どもが記述したワークシート，360°ビデオカメラ（2人に1台）と固定ビデオカメラによる動画記録（教室前方，教室後方に1台ずつ），手持ちのビデオカメラ（2台）による動画記録である．

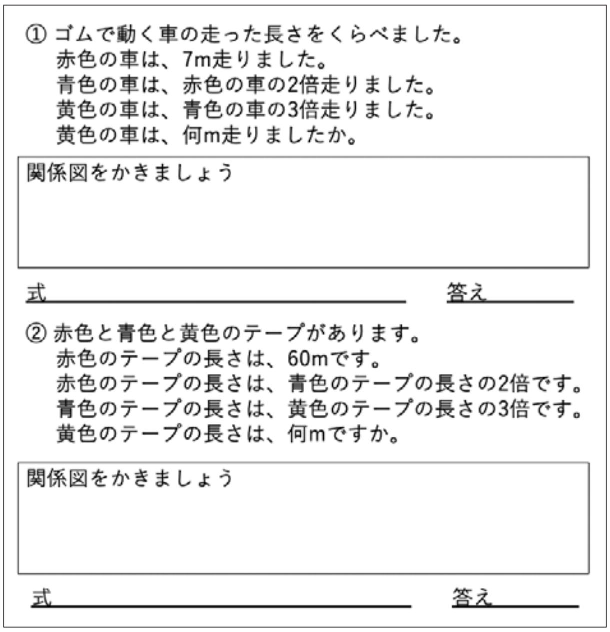
（2）授業の設計

本調査授業の目的は，関係図をかく過程に着目することから，整数倍を対象とした問題解決過程において，数量関係を把握する際に発揮されるメタ規則を特定することである．本稿が着目するメタ規則は，暗黙性といった特徴を有するものでもある[12]．そのため，数量関係を把握する際に発揮されるメタ規則を顕在化させるためには，関係図をかく過程に着目するだけでは不十分であると考えられる．そこで，ディスコースの進展において重要とされる，コモグニティブなコンフリクトに着目する．コモグニティブなコンフリクトとは「通約不可能なディスコース間を横断してコミュニケーションが生じている時に発生する状況」[22] と述べられており，ある数学的ディスコースにおいて，自身がこれまで従ってきたメタ規則とは異なるメタ規則に遭遇する際に生じるものとされている．このことを踏まえると，数学的ディスコースの異なる他者同士での話し合いにより，自身のメタ規則が顕在化されるのではないかと考える．よって，本調査授業では，他者との話し合いの時間を設定する．また，より数学的ディスコースの違いが顕在化するよう，2要素1段階ではなく3要素2段階の乗除の問題を設定することとした．なお授業で扱った問題は，基準量を求める問題に加えて，比較量を求める問題の2問である．

以上を踏まえ，本調査における授業は，筆者らによって開発されたワークシートを用いて（図2），次のような流れで行った．

活動Ⅰ：ワークシートに記載されている2問を個人で考え，関係図と式，答えを記入する．
活動Ⅱ：4人または5人のグループで，どのような関係図をかいたかを話し合う．
活動Ⅲ：活動Ⅱを踏まえ，ワークシートに記載されている2問を再度個人で考え，関係図と式，答えを記入する．

活動Ⅰでは，まず例題を提示し，関係図がどのような図であるかを全体で確認した．その際，提示した関係図は，教科書に記載されている形式に基づいたものを提示した．その後ワークシートを配付し，記載された2問の関係図や式，答えを個人で考え，記述するようにした．活動Ⅱでは，活動Ⅰでの記述を踏まえ，問1と問2の問題文の数量関係を適切に表した関係図についてグループで話し合いを行った．活動Ⅱの後，活動Ⅲでは再度活動Ⅰで取り組んだ2問について個人で考えることとした．活動Ⅲの後半では，ワークシートを回収し，問題文に適切な関係図や式，答えを全体で確認した．


① ゴムで動く車の走った長さをくらべました。
赤色の車は、7m走りました。
青色の車は、赤色の車の2倍走りました。
黄色の車は、青色の車の3倍走りました。
黄色の車は、何m走りましたか。

関係図をかきましょう

式　　　　答え

② 赤色と青色と黄色のテープがあります。
赤色のテープの長さは、60mです。
赤色のテープの長さは、青色のテープの長さの2倍です。
青色のテープの長さは、黄色のテープの長さの3倍です。
黄色のテープの長さは、何mですか。

関係図をかきましょう

式　　　　答え

図２．授業で用いたワークシート

（3）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．なお，分析結果の最終的な判断は筆者らによる協議をもとに行われたが，分析の途中の段階では，同研究室の4名と議論を重ね，分析結果の客観性・妥当性を担保するように努めた．

第一に，2人に1台ずつ設置された360°ビデオカメラ，手持ちによるビデオカメラで収集された全1時間分の映像を参照した．これらの映像を繰り返し確認し，関係図をかく手順について，授業内のワークシートとも照らし合わせながら，表計算ソフトに整理しまとめた．第二に，動画記録を参照することから全1時間分のトランスクリプトを発話に区切った．作成された発話は，一人の参加者のひとまとまりの音声言語連続を基本単位とし，他の参加者の音声言語連続やポーズ，及び内容が転換する発話の終わりを区切りとした．なお，作成されたトランスクリプトデータは，1時間分の教室全体を対象とした発話と，グループ活動（6班分）である．第三に，第一でまとめた表計算ソフトと第二を参照することから，比較量を求める問1と基準量を求める問2において数量関係を適切に把握したとされる児童Beの関係図のかき方の特徴について分析及び，考察を行った．Beと比較可能と判断したHkとKoも抽出児童として選定し，第一でまとめた表計算ソフトと第二を参照することから，HkとKoがどのように数量関係を把握しているのか，またその際の関係図のかき方の特徴についても分析及び，考察を行った．そして，BeとHk，Koにおける関係図のかき方の特徴についての相違点を踏まえ，数量関係を適切に捉えられたとするBeに発揮されたメタ規則について分析及び，考察を行った．

４．分析結果

本章では，抽出したBe，Hk，Koの3名について，関係図をかく過程に着目し，整数倍における数量関係の把握の様相について分析を行う．

（1）Beの関係図をかく過程の実際

本節では，問1と問2におけるBeの関係図をかく過程に着目し，関係図のかき方の特徴にみられる数量関係の把握の様相について，活動Ⅱでの話し合いでの発言を踏まえながら分析を行う．

①　問１におけるBeの関係図をかく過程の実際

まず本項では，問1におけるBeの関係図をかく過程に着目し，数量関係を把握する様相について分析する．活動ⅠにおいてBeは始め，左の矢印の上に2倍，右の矢印の上に3倍と書いた後，右側の枠の中に赤色の車，そして真ん中の枠の中に青色の車と記入していた．しかし，左側の枠の中を記入しようとした際，右側の枠に書いていた赤い車という言葉を消し，以下のような手順で続きの関係図を記入した（図3）．

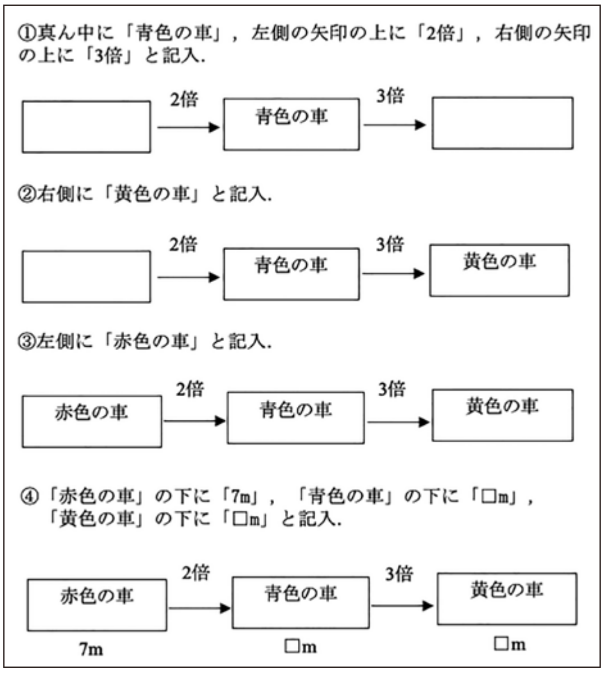


図３．活動ⅠでのBeの関係図をかく過程（問1）

赤い車を訂正した後，Beは右側に黄色の車，左側に赤色の車を記入している様子が確認された．

その後活動Ⅰで記入した関係図をもとに，活動Ⅱが行われた．Beのグループには，Beの他に3名（以下，Hk，Am，Haと示す）がいた．活動Ⅱの際には問1に関する話し合いが行われ，問1の関係図が，Beは左側から赤色の車，青色の車，黄色の車と記入していたのに対し，Hk，Am，Haは左側から黄色の車，青色の車，赤色の車と記入しており，グループの中でBeのみ，関係図のかき方が異なっていることが確認された．以下に示すのは，AmがBeに対して，問1の関係図のかき方が左側から赤色の車，青色の車，黄色の車となっている理由について質問し，その質問を受けたBeが応答している場面である．なお，本稿の発話分析で用いられる記号は次の通りである．

T：教師，C：子ども，［ ］：動作の記述

C01（Be）：でもさ，これみてよ．［問1の3行目に書かれている「青色の車は，」までを赤鉛筆で指しながら］これ，青色の車は，
C02（Be）：［関係図にかかれている青色の車という言葉を赤鉛筆で指しながら］青色の車ね．
C03（Be）：［問1の3行目に書かれている「赤色の車の2倍走りました」を赤鉛筆で指しながら］赤色の車より，多くとんでる．いや，多く走ってるんでしょ？
C04（Be）：［関係図にかかれている青色の車という言葉を赤鉛筆で指しながら］この時点で，ふつう青が先でしょ？
C05（Be）：［問1の4行目を赤鉛筆で指しながら］んで，黄色の車は青色の3倍，青の3倍ってことは［関係図に書かれている青色の車と黄色の車という言葉を赤鉛筆で指しながら］青より多く走ってるってことじゃん．

Beは，自身がかいた関係図について問題文と対応させながら説明している様子が確認された．Beは，まず，問題文の3行目の文章から，青色の車と赤色の車の走った長さを比較し，青色の車が赤色よりも長く走っているといった大小関係を見出していることが窺える（C01，C02，C03）．見出した青色の車と赤色の車の大小関係を踏まえ，関係図をかく際には青色を先，つまり，より長く走った青色の車を赤色の車より右側に記入する必要があることをBeは指摘していたものと推察される（C04）．その後，Beは問題文の4行目の文章から，黄色の車が青色の車よりも長く走っているといった大小関係についても見出し，赤色の車と青色の車の時と同様に，より長く走った黄色の車を青色の車よりも右側に表す様子も窺えた（C05）．以上のことを踏まえると，問1においてBeは問題文から大小関係を把握している様子が読み取れる．また，Beが問題文から大小関係を見出している様子は，問2においても確認された．以下に，問2におけるBeの関係図をかく過程やグループでの発話を提出する．

②　問2におけるBeの関係図をかく過程の実際

本項では，問2におけるBeの関係図をかく過程に着目し，数量関係を把握する様相について分析する．活動ⅠでBeは，以下のような手順で関係図を記入しており，枠と右向きの矢印をかいた後，右側に赤色のテープ，真ん中に青色のテープ，左側に黄色のテープと記入していた（図4）．

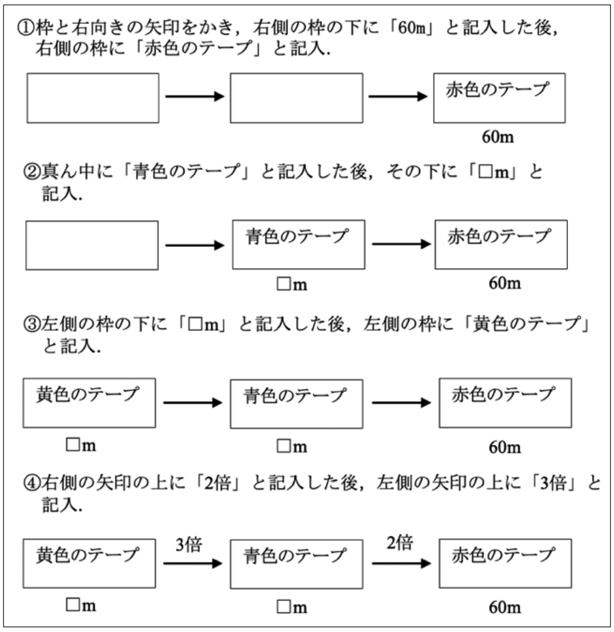


図4．活動ⅠでのBeの関係図をかく過程（問2）

問2の関係図のかき方にみる数量関係の把握の特徴を分析するため，活動ⅡのBeの様相を以下に提出する．ここでは，問1に関するBeの発言に加え，問2に関する話し合いの場面を提示する．

まず，以下に示すのは問1に関するグループの話し合いの様相である．ここでは，活動ⅠでHaが記述した関係図をもとにして（図5），教員とBeが問1の関係図に記述された対象の位置について確認が行われた．ただし赤鉛筆の記述は，以下に提出する話し合い後にHaによって書き加えられたものである．

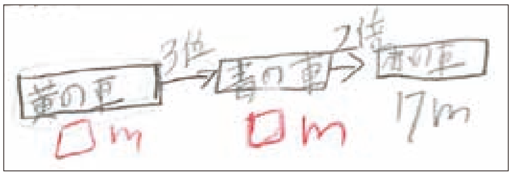


図5．活動ⅠでのHaの関係図（問1）

C06（Be）：え？でもさ，青の車は赤色の［問1の3行目を指差しながら］，赤色より長く走ったってことだから．
T07（T）：だから？どっち側にきた方がいいと思う？
C08（Be）：え，１番下．
T09（T）：下？

C10（Be）：1番下に［自身の関係図の左側を指差しながら］，左側．一番最後にきた方がいいと思う．

Beは，問1の3行目から青色の車が赤色の車より長く走っているといった大小関係を捉えている様子が確認される（C06）．その後Haの関係図を踏まえ，青色の車と赤色の車の位置をどのようにしたらよいか教員が尋ねたところ（T07），Beは下という言葉を用いて位置関係を示した（C08）．下という表現について教員が尋ねると（T09），Beは関係図の左側を指差しながら左側という表現に変更した（C10）．このBeの発言から，下という表現は，Beにとって大小関係に関わる表現であると捉えることができる．

以上のことを踏まえ，次に活動ⅡにおけるBeの様相について分析する．以下に示すのは，問2に記載されている問題文をどのように読んだかについて，BeとHkが話し合っている場面である．この場面では，Beが問2における数量関係をどのように把握しているのか，その特徴を確認することができる．

C11（Hk）：よく考えたらテープが360mになってた．やばい．
C12（Be）：え？ちゃんと問題読まないと．
C13（Hk）：読んだよ．
C14（Be）：読んだの？
C15（Hk）：赤いテープは60mです．赤色のテープの長さは，青色のテープの長さの2倍です．だから，60×2じゃないの？
C16（Be）：その時点で1番上なのは，赤でしょ．
C17（Hk）：え？

BeはHkに対して問題文をよく読むように指摘をしている(C12)．このBeの指摘に対するHkの返答から(C13)，Hk自身は，問題の文章をよく読んだと捉えているものと推測される．Hkは，問題文をよく読み，2行目にある赤色のテープが60mであるという記述と3行目にある赤色のテープが青色のテープの2倍であるという記述から，60×2という式を導いたと述べる様子が読み取れる（C15）．このHkの発言に対するBeの発言は，問1におけるBeの言葉の使用の特徴から，1番長いテープは赤色であることを指摘しているものと推察する（C16）．

本節では，Beの関係図をかく過程に着目し，数量関係を把握する様相について分析を行った．Beは，問1だけでなく，問2においても問題文から大小関係を見出している様子が確認された．さらにBeは，問題文から見出した大小関係を関係図に表している様子も確認された．

（2）HkとKoの関係図をかく過程（問2）の実際

本節では，問2におけるHkとKoの関係図をかく過程に着目し，この2名の関係図のかき方の特徴から，数量関係を把握する様相について分析を行う．

①　Hkにおける関係図をかく過程の実際

本項ではBeと同じグループであったHkの関係図をかく過程に着目し，数量関係を把握する様相について分析する．活動ⅠでHkが記入した関係図や式，答えは以下の通りである（図6）．活動Ⅰにおいて，Hkは，式を60×2＝120，120×3＝360と記入している様子が確認された．ただし図6に見られる赤鉛筆の記述は，活動Ⅱの際にHkによって書き加えられたものである．

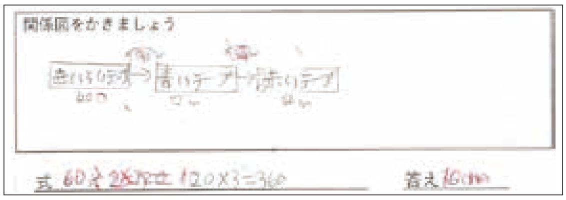


図6．活動ⅠでのHkの関係図（問2）

グループでの話し合い後に行われた活動Ⅲにおいて Hkは，以下の手順で問2の関係図を記入している様子が確認された（図7）．

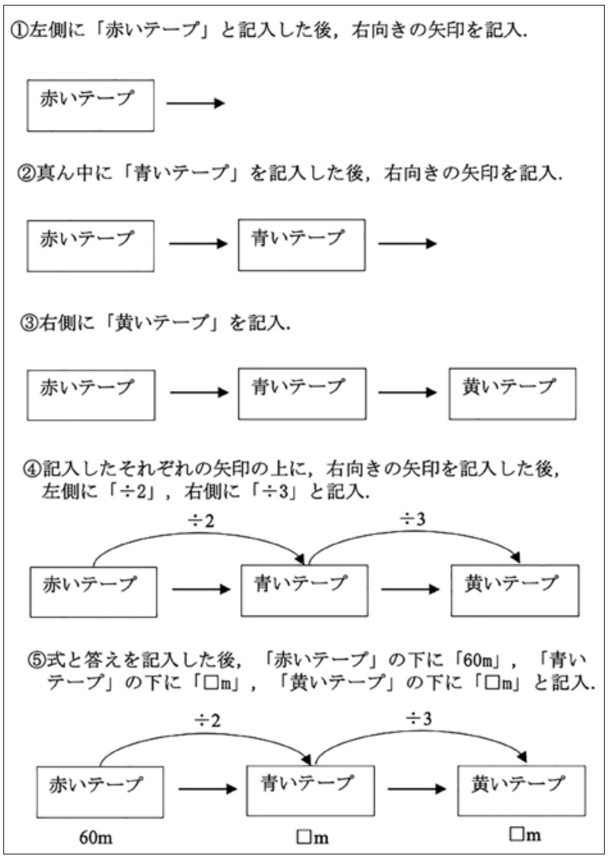


図7．活動ⅢでのHkの関係図をかく過程（問2）

活動ⅢにおいてHkは，左側から赤いテープ，真ん中に青いテープ，右側に黄いテープと関係図を記入していた．また，矢印の上には，÷2，÷3と記入している様子が確認され，活動Ⅰとは異なる関係図のかき方であることが読み取れる．

以下に提出するのは，上記で示した関係図がかかれる前の活動Ⅱにおいて行われた話し合いの様相である．この活動ⅡにおけるHkの様相を分析することから，活動Ⅲでかかれた関係図に見られるHkの数量関係を把握す

る様相をより詳細に捉えていくこととする．

活動Ⅱのグループの話し合いにおいて，Hkはまず，問2で問われている黄色のテープの長さを求める式に関する確認を行った．具体的には，Hk自身の式とBeが記述した式が異なっていたため，それぞれの適切性について確認している場面である．この場面ではBeだけでなく，同グループのAmを含めた3名で話し合いが進められた．この話し合いに参加したBeとAmの活動Ⅰにおける記述は以下の通りである．

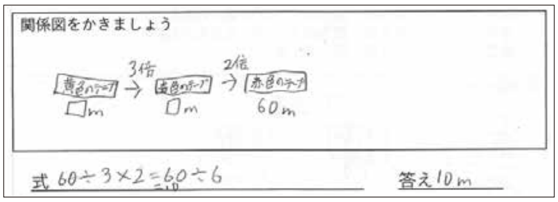


図８．活動ⅠでのBeの記述（問２）

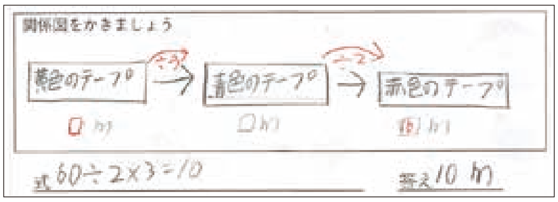


図９．活動ⅠでのAmの記述（問２）

C18（Hk）：これでさ，なんで10なの？これさ60×2でしょ？
C19（Be）：え？ 10mでしょ．
C20（Am）：60÷2×3で10じゃないの？
C21（Be）：俺も60÷2×3.
C22（Ha）：俺，書いてない．
C23（Hk）：60÷2は？［式をかく欄に赤鉛筆で60÷2と記入］
C24（Am）：60÷2×3.
C25（Hk）：［赤鉛筆で記入した60÷2の続きに×3と記入する］

ここからは，Hkが記入した式とBeの式と異なっているため困惑する様子が読み取れる（C18）．また，Hkの発言に対して，Beは計算の結果が10になることを強調する様子も確認される（C19）．その後，AmもBeの結果と一致していたため，Beの発言に同意する様子が確認される（C20）．さらに，BeとAmの発言の後，HkはAmに確認を取りながら（C23），赤鉛筆でAmが示した式を書き加える様子が確認された（C23，C25）．この話し合いにおいて，Hkは，式のみを訂正していたことが読み取れる．

次に示すのは，Hkが，Beに自身のかいた関係図が適切かどうかを確認している場面である．

C26（Hk）：［自身がかいた問2の関係図を指差しながら］うち，あってる？
C27（Be）：え？それ間違えてるよ．え？だってさ，もう1回言うよ．
C28（Hk）：÷2か．［関係図の2倍という記述を赤鉛筆で訂正しようとした］
C29（Be）：だから，［自身のワークシートに記載されている問2の2行目を赤鉛筆で線を引きながら］赤色のテープの長さは，60m．［問2の3行目を赤鉛筆で指しながら］60mより青色のテープの方が短い．赤色のテープの長さは，青色のテープの長さの2倍だから，だから，60が2こに分けられているから，違うと思います．
T30（T）：［Hkの方を見て］わかった？
C31（Hk）：［首を横にふる］
T32（T）：まだわからないって．

ここでは，Hkが問2における自身の関係図が適切であるかをBeに確認している（C26）．そして，それに対しては，Beが関係図のかき方が異なっていることを指摘している（C27）．このBeの指摘後，Hkは，自身の関係図にある2倍という記述を赤鉛筆で訂正しようとする様子が確認されたが（C28），Beが発言を始めたため，訂正は行われなかった．続けてBeは，Hkに対して，問2の2行目と3行目の文章から，青色のテープは赤色のテープより短いことを踏まえ，赤色のテープを2つに分けると青色のテープになることを説明している（C29）．この発言を踏まえ（C29），教員はHkに対してBeの説明に納得できたかどうかを確認すると（T30），Hkは首を横に振る様子が確認された（C31）．

Hkの首を横に振るという動作から，HkはBeの説明に納得できていないものと推察される．それは，問2で問われている黄色のテープを求める式の適切性について確認している場面を踏まえると，推察することができる．問2の式を訂正する際に，HkがBeやAmの発言に対して問い返さず，式のみを訂正した点（C23，C25，C28），そして式が訂正された状態でHkが÷2かと発言している点を踏まえると（C28），HkはBeの関係図に関する説明に納得はできなかったものと捉えることができる．つまり，Hkは，Beが説明した赤色のテープと青色のテープの大小関係については把握することができていなかったものと推察される．

上記で示した活動ⅡにおけるHkの様相を踏まえると，Hkは活動Ⅲの際に，問2について大小関係を把握できていない状態で，図7で示した関係図をかいたものと推測する．

② Koにおける関係図をかく過程の実際

次に本項では，BeとHkとは異なるグループであったKoにおける関係図をかく過程に着目し，数量関係を把握する様相について分析を行う．活動ⅠにおけるKoの記述は以下の通りである（図10）．

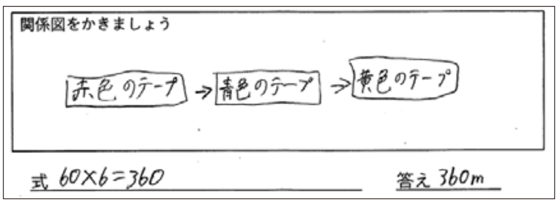


図10．活動ⅠでのKoの記述（問2）

グループでの話し合い後の活動Ⅲでは，以下のような手順で問2の関係図を記入している様子が確認された(図11)．

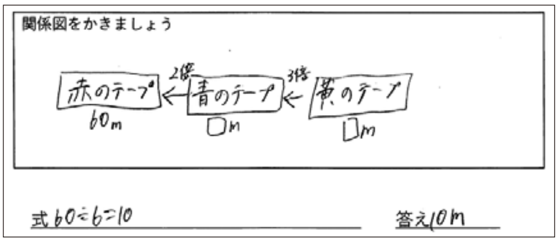


図11．活動Ⅲでの Ko の関係図（問2）

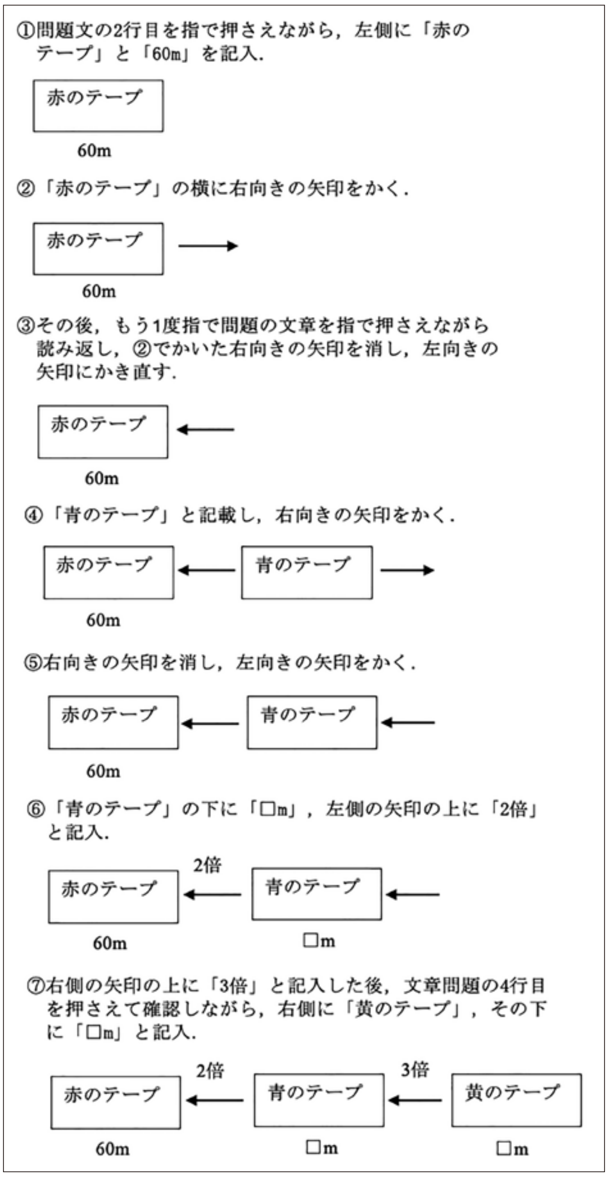


図12．活動Ⅲでの Ko の関係図をかく過程（問2）

問2においてKoは，問題に記載されている文章を1文ずつ指で押さえながら，関係図を記入している様子が確認された．KoもHkと同様に，左側に赤のテープ，真ん中に青のテープ，右側に黄のテープを記入していた．ただし，Koは矢印を左向きにしている様子が確認された．KoもHkと同様に，活動Ⅱにおける Koの様相を分析することから，活動Ⅲでかかれた関係図に見られる数量関係把握の様相を詳細に捉えていくこととする．

以下に示すのは，活動Ⅱの際にKoと同じグループのKiから，問2の関係図について指摘を受けている場面である．Kiが活動Ⅰで記入した関係図は以下の通りである(図13)．

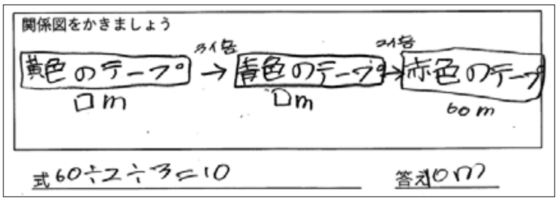


図13．活動Ⅰでの Ki の記述（問2）

C33（Ki）：[自身がかいた問2の関係図を指差しながら] 青色のテープの長さが黄色のテープの長さの3倍だから．青色のテープの方が，あれだよ．あの，青色のテープの方が，あの，長いよ．

C34（Ko）：え？どういうこと？

C35（Ko）：[自身のワークシートに記載している問2の問　題文を見た後，Ki以外の同グループ2名のワークシートの記述を確認する]

C36（Ko）：式って直す？

Kiは，問2の4行目に記載されている青色のテープが黄色のテープの長さの3倍であるという文章から大小関係を見出し，青色のテープが黄色のテープよりも長いということをKoに指摘している（C33）．Koは，Kiの指摘に困惑している様子が窺える（C34）．その後，Koは左隣と左斜め前にいる2名のワークシートの記述を確認している様子が確認される（C35）．また，Kiの指摘後のKoの発言を確認すると，話し合いの対象が関係図から式へと変容していることが読み取れる（C36）．要するに，KoはKiの関係図に関する指摘には納得していないものと推察される．この一連の話し合いの後，Koが関係図，式を訂正する姿は，確認されなかった．

Kiの指摘に納得できていなかった様子は，活動Ⅲにおける後半の発話からも確認された．以下に示すのは，教員がKoのグループに，それぞれかいた関係図がどのようなものであるかを確認している場面の一部である．

T37（T）：2番目も一緒だった？また，違うね．

C38（Ko）：え～．2番目，これじゃないの？

教員は2番目，つまり問2の関係図について，グループで一致しているかどうかを問うた後，一致してないことを確認する発言を行った（T37）．この教員の発言に対するKoの反応（C38）を見てみると，2番目，つまり問2の関係図について自身のかいたものが適切であると捉えているものと推察される．活動Ⅲの後半に見られたKoの発言を踏まえても，Kiの指摘した青色のテープと

黄色のテープの大小関係について，Koは把握することができていない様子であったことが読み取れる．

上記で示したように，活動ⅡにおいてKiから大小関係の把握に関する指摘がなされたものの，Koはその指摘には納得していない様子が確認された（C34，C38）．その状態で，式の訂正に係る発言が行われたことを踏まえると（C36），問題文に記載された対象の数量関係については捉えられていないものと推察される．すなわち，Koは活動Ⅲで問題文から数量関係を捉える際，大小関係を把握できていない状態で，図12で示した関係図を記入したものと推測される．

５．議論

本章では，第一にBeとHk，Koの関係図のかき方の相違点に着目することから，数量関係を把握した上での関係図のかき方の特徴を指摘する．第二に，その特徴をもとに，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を特定する．第三に，特定したメタ規則を踏まえ，数量関係を適切に把握する上での学習指導の示唆について議論する．

（1）数量関係を把握した上での関係図のかき方の特徴

本節では，BeとHk，Koのかく関係図の相違点に着目することから，数量関係を把握した上での関係図のかき方の特徴について考察する．

まずは，Beの関係図のかき方の分析をもとに，考察を行う．問1の関係図のかき方における様相を分析すると，Beは問題文から3色の車の大小関係を見出し，関係図をかく際には，１番小さい赤色の車を左側に，赤色の車より大きい青色の車を真ん中，1番大きい黄色の車を右側に記入したと述べていた（C01，C02，C03，C04，C05）．そしてBeは，問2の関係図に関して，左側に黄色のテープ，真ん中に青色のテープ，右側に赤色のテープを記入していた（図4）．Beは，活動Ⅰで記入した問2の関係図を踏まえ，活動Ⅱの際に赤色のテープが1番上，すなわち1番長いということを主張していた（C06，C08，C10，C16）．つまりBeは，問2の問題文に記載されている赤色のテープ，青色のテープ，黄色のテープの3つのテープの長さを比較し，大小関係を見出していた様子が読み取れる．このように大小関係を把握している様子は，問1だけでなく問2でも確認された．

以上を踏まえ，問題文から数量関係を把握する上で，大小関係を把握しているBeの関係図のかき方の特徴として，左側から順に小さいもの，そして右側にいくにつれて大きいものとなるようにかくことが示された．

次にHkとKoの関係図のかき方の分析をもとに，考察を行う．第一に，Hkの問2における関係図のかき方について考察する．活動ⅢにおいてHkは，関係図の左側に赤色のテープ，真ん中に青色のテープ，右側に黄色のテープ，加えて，矢印の上には，÷2，÷3と記入していた（図7）．この関係図がかかれる前に行われた活動Ⅱにおいて，Hkは，赤色のテープと青色のテープの大小関係に関するBeの説明に納得していない様子が，確認された（C31）．つまり，図7で示されたHkの関係図は，大小関係を把握できていない状態でかかれたものであると推察される．第二に，Koの問2における関係図のかき方について考察する．KoはHk同様，左側に赤色のテープ，真ん中に青色のテープ，右側に黄色のテープを記入していたが，矢印を左向きに記入していた（図12）．この関係図がかかれる前に行われた活動Ⅱにおいて，Kiに指摘を受けたKoは，自身の関係図が異なっていることは認識しているものの，Kiの指摘する大小関係については捉えられていない様子が確認された（C34，C38）．以上のことから，活動Ⅲで記入されたHkとKoの関係図は，一見すると，適切に数量関係を把握した上でかかれたように見える．しかし，活動ⅡにおけるHkやKoの様相を分析してみると，適切に数量関係を把握することができていない様子が確認された．

BeとHk, Koの関係図のかき方の相違点を踏まえると，数量関係を捉えられたとする関係図のかき方は，Beのように左側に小さいもの，そして右側にいくにつれて大きいものをかくといった特徴が見られる．

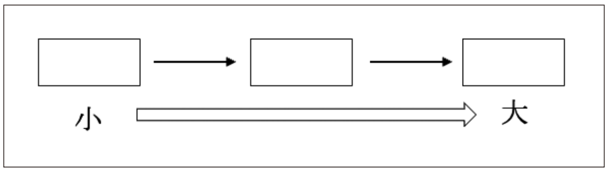


図14．数量関係を把握したとされる関係図のかき方

（2）数量関係を把握する上で発揮されるメタ規則の特定

本節では数量関係を適切に捉えられたとするBeの関係図のかき方にみる特徴に着目し，この特徴が表出する際に発揮されるメタ規則について考察する．

前節において，Beは問題文から数量関係を捉える上で大小関係を見出し，その関係を関係図に表している様相が確認された．このBeの関係図のかき方の特徴について，より詳細に考察を加えていく．活動Ⅱで見られた問1の関係図のかき方に関する発言（C06, C08, C10）や，問2の関係図のかき方に関する発言（C16）を踏まえると，Beが着目していたのは，関係図における対象の位置関係である．対象の位置関係について，問1の比較量を求める問題，問2の基準量を求める問題，どちらにも共通して見られたのは，問題文から大小関係を見出し，左側に小さいもの，そして右側にいくにつれて大きいものをかくことである．

ここで，このBeに見られる関係図のかき方の特徴から，承認された語りが生成されるに至るメタ規則についても考察する．語りが生成されるルーティンは，どのようにして（how）というメタ規則の部分集合と，いつ（when）という部分集合に分けられる．ルーティンのどのようにして（how）は，ディスコース的行為遂行の系列を決定するメタ規則の部分集合であり，いつ（when）は，行為遂行を適切なものとみなす状況を決定する，あるいは単に制約するメタ規則の部分集合である[12]．前

項で述べたBeの左側に小さいもの，そして右側にいくにつれて大きいものをかくといった関係図のかき方は，ルーティンのどのようにして（how）に関わるメタ規則の１つであると捉えることができる．

以上を踏まえ，数量関係を適切に把握したとされるBeに発揮された関係図のかき方に関するメタ規則は，ルーティンのどのようにして（how）に関するメタ規則であり，そのメタ規則は，関係図の位置関係を捉える際に発揮されるものである．具体的に述べると，左側から順に小さいもの，そして右側につれて大きいものとなるようにかくといったメタ規則である．

（3）Beにみるメタ規則を踏まえた学習指導の示唆

本節では，Beの事例にみる数量関係を把握する上で発揮されたメタ規則から，学習指導の示唆を得ることとする．

Beは整数倍における数量関係を把握する上で，大小関係を見出し，その関係を関係図に表している様子が確認された．つまり，対象の位置における関係図のかき方に関して，左側に小さいもの，右側にいくにつれて大きいものをかくといったメタ規則が発揮されていることが事例的に示された．

第1章で示したように，整数倍の数量関係把握における学習指導に関して，「もとにする量」や「くらべる量」といった抽象的な用語による困難性が懸念される．割合は，比較する際に用いられる概念であるということを踏まえると，Beに発揮されていたメタ規則が数量関係を把握する上で有用に働くのではないかと考えられる．それは，子どもたちが整数倍を学習するまでにも，長さや水のかさなどの量を比較する際に，大小関係をもとに数量関係を把握するといった学習を行ってきているためである．また生活経験においても，多い，少ないといった量の大小比較を行ってきているものと推測する．整数倍を学習するまでの子どもたちの経験を踏まえると，大小関係に関するメタ規則を有しているものと考えられる．また，コモグニション論においても，新しいディスコースは既存のディスコースを変換することによって導入されると述べられている[12]．子どもたちが円滑に，そして適切に数量関係を捉えることができるようになるためには，まずはBeのように整数倍の数量関係を把握するうえでは，大小関係で捉えていくことが必要ではないかとの結論に至る．

６．まとめと今後の課題

本稿の目的は，関係図をかく過程に着目することから，整数倍の問題解決過程において，数量関係を把握している子どものメタ規則を事例的に示し，学習指導の示唆を得ることであった．そこで，第4学年の整数倍を対象とした調査を計画，実施した．そして，調査から得られた結果をもとに，分析及び考察を行った．その結果，数量関係を把握した子どもに発揮されたメタ規則の特徴として1点示すことができた．それは，文章題の問題解決過程において，左に小さいもの，右に大きいものをかくといった関係図のかき方に関するメタ規則である．

以上のように，数量関係を適切に把握することができたとされる子どもの発揮するメタ規則について示せたことは，今後の整数倍における数量関係を適切に把握するための学習指導への示唆に富むものであり，本研究の成果と考えられる．本稿では，Beの関係図の位置関係に係る特徴からメタ規則の特定を行った．ただし，位置関係以外の関係図のかき方の特徴を分析することで，数量関係を把握する際に発揮されるメタ規則を特定できる可能性も残されている．また，HkやKoに生起されたコモグニティブなコンフリクトの場面を詳細に記述することからも数量関係を把握するうえでの学習指導の示唆が得られる可能性もある．そのため，さらなる精緻な分析を行うことが今後に残された課題である．

付記

本研究は，JSPS科研費（課題番JP23K02341）の助成を受けている．

謝辞

本研究の調査にご協力いただいた島根県公立小学校の先生及び児童の皆様に厚く御礼申し上げます．本研究の分析結果については，同研究室の院生の升谷有里さん，松本翔太さん，板垣大助さん（現松江市立朝酌小学校），箕矢明音さん（現米子市立就将小学校）に議論いただきました．ここに記し感謝申し上げます．

引用・参考文献

１）国立教育政策研究所教育課程研究センター（2025）．令和7年度全国学力・学習状況調査　解説資料　小学校算数．国立教育政策研究所．
２）国立教育政策研究所教育課程研究センター（2015）．平成27年度全国学力・学習状況調査　解説資料　小学校算数．国立教育政策研究所．
３）石田淳一・神田恵子（2007）．算数文章題解決における関係図の指導に関する研究．科学教育研究，31（4），228-237.
４）今井むつみ他（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．
５）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.
６）片桐重三(1991). 第1章　数と計算の指導内容の概観. 片桐重三・能田伸彦，新・算数指導実例講座　第2巻　数と計算［低学年］(pp. 3-41)．金子書房．
７）近藤裕（2002）．文章題解決における子どもの演算決定能力について－線分図を描く能力と演算決定能力との関係に着目して－．数学教育論文発表会論文集，35，181-186.
８）岡田いずみ（2009）．割合文章題解決における介入授業の効果－分数表示方略の提案－．教授学習心理学研究，5（1），32-41.

9）蛯名正司・佐藤誠子（2020）．算数授業における割合の問題解決を促進する教授法の効果－「比例関係」と「具体的定義」に着目して－．教授学習心理学研究，15（2），70-80.

10）Mayer, R. E.（1992）．Thinking, problem solving, cognition，2nded,W.H. Freeman and Company.

11）小西勇雄（1959）．領域「数量関係」について．日本数学教育学会誌，41（8），98-99.

12）スファード，A.（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（岡崎正和・山田篤史監訳）. 共立出版.（原著出版2008年）

13）スファード，A.（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（岡崎正和・山田篤史監訳），p.90．共立出版．（原著出版2008年）

14）スファード，A.（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（岡崎正和・山田篤史監訳），p.99．共立出版．（原著出版2008年）

15）スファード，A.（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（岡崎正和・山田篤史監訳），p.146．共立出版．（原著出版2008年）

16）寺垣内政一他（2024a）．わくわく算数３下　指導書第２部詳説　別冊２　研究資料編．啓林館.

17）寺垣内政一他（2024b）．わくわく算数３下．啓林館.

18）寺垣内政一他（2024c）．わくわく算数４上　指導書第２部詳説　別冊２　研究資料編．啓林館.

19）スファード，A.（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（岡崎正和・山田篤史監訳），p.229．共立出版．（原著出版2008年）

20）山内優果・下村岳人（2020）．分数の除法の学習における数直線への意味づけに関する一考察．日本科学教育学会研究会研究報告，35（3），117-120.

21）日野圭子(2018). 数学的談話の進展におけるメタルールの役割:中学2年生のグループ活動のコモグニション論からの考察．日本数学教育学会第6 回春期研究大会論文集，97-104.

22）スファード，A.（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（岡崎正和・山田篤史監訳），p.328．共立出版．（原著出版2008年）