質的心理学研究　第 6 号／2007／No.6／25-40

算数授業における図が媒介した知識構築過程の分析
──「立ち戻り」過程に支えられた子どもたち同士の足場がけに注目して

河野麻沙美　東京大学大学院教育学研究科
Masami Kawano　Graduate School of Education, The University of Tokyo

要約
本研究は，教室談話を通した課題解決学習を進める算数授業を対象に，児童の理解過程を検討したものである。教師が提供した学習を支援するための数学ツールではなく，教室談話を通して，子どもたちが作り上げた独自の絵図が互いの学習を支援し，理解深化を促した事例に即して，教室における知識構築の過程を分析した。絵図の生成過程における，教室談話と図の使用から捉えられた理解過程を検討し，数学ツール理解の様相と比較すると，図の表象が果たす役割に違いがみられた。学習を支援するはずの数学ツールは，子どもたちの理解を表象する図とはならず，絵図は，子どもたちの知識や思考スタイルの集大成となっており，さらに概念を可視化する数学的表象としての役割と，場面を表象する具体性を持ち合わせていた。Cobb らの数学理解を支援する活動の性質を捉えた「立ち戻り」概念にある共有・再共有の過程は，概念を可視化し，場面を表象するこどもたちの絵図がイメージとして機能し，また，くり返し立ち戻る過程で，子どもたちが様々な表現を用いて説明することで，子どもたちによる足場組みがなされ，子どもたちの理解深化が支えられていたことが分かった。

キーワード
立ち戻り，足場がけ，知識構築，表象理解

Title
Analysis of Knowledge Building Mediated Using a Figurative Representation in a Mathematics Class: Focus on Scaffolding and 'Cobb's Folding Back'.

Abstract
This study investigated the process of knowledge building in a mathematics class.　In this classroom activity, a picture helps students to visualize ways of thinking and understanding, which supports both individual student learning and collaborative learning and knowledge building.　The students' picture plays important roles in Cobb's 'folding back', which is the process that supports learning in a collective activity and in scaffolding the collaborative knowledge building.　Analyzing the classroom discourse, including the use of a figurative representation, this paper discusses the process of 'folding back' to support individual student's learning and collaborative knowledge building, and describes the process of collaborative understanding in a collective learning activity.

Key words
folding back, scaffolding, knowledge building, classroom discourse

問　題

算数学習では，具体的な場面を表す文章題が，教科書の導入課題として扱われ，その場面を表すような絵や図表が使用されるのが一般的である。このような絵や図表には，半具体・半抽象の図的表現が使用されることが多い。そのような図的表現の中には，タイル図や線分図のように場面を表象する図として，また，問題を解くときのツールとして学習支援を目的に開発され，汎用性が高く定型化された図的表現もある。これらは教師が説明のために使用したり，課題解決の道具として教師から学習者に提供される。しかし，その使用法には，一定の規則があるため，習得に困難を抱えることも否めない。

佐伯（1999）は，このような図的表現と学習者自身が「自分流の算数のわかり方」を図式化した「略図」とを対比させている。教師が子どもたちの発想に徹底的につき合った授業事例を取り上げて，「略図」によって学習活動が支えられ，そこで子どもたちが「数学している」ことを指摘し，従来の教室にある教師と知識の権威性について論じている。この議論を受けて，松下（1999）は，「略図」が学習者自身の「理解活動の出発点」となるという性質を持つ一方で，個々の学習者の持つ既有知識や思考スタイルに左右されやすいことを指摘した。また，教室における数学文化の性格をめぐって，正解を得るために手続きを重視した「塾の数学」と，意味の構成と一貫した論理で思考していく「探究の数学」の 2 種類の文化を挙げている。佐伯のとりあげた教室には，「探究の数学」を行う文化が根づいており，これが討論と略図による理解活動を支えていると分析している。

同じカリキュラムを経て学習してきた子どもたちが，必ずしも一様の理解や知識を持つわけではない。佐伯が取り上げた授業事例のように，教室談話を通して，課題解決に挑む算数の授業では，演算方法の習得だけでなく，意味理解も課題となる。探究の文化に支えられたこの教室では，談話による意味の交渉が，多様な理解や知識を持つ子どもたちの学習を支援していた。子どもたちの理解の変容は，説明と略図の変化に表れている。教師や教科書，知識が権威的存在として位置づけられてきた教室ではなく，「数学する」ことを目指した授業では，子どもたちは多様な既有知識や思考スタイルを持ち，教室談話に参加する。

数学の教師でもあり，研究者でもあるランパートは，仮定の検証をくり返し行うという学問としての数学に倣った「ディスコース・コミュニティ」を教室に築く実践を取り入れることで，教室談話の成立を支え，子どもたちに質の高い学習を保障している。彼女は，教室での教師と子どもの関係に，教材や学習内容といった要素を加え，この三者にある緊張関係を三角モデルで示し，これを子どもの学習過程を分析する上での基本的枠組みにしている（Lampert, 2001）。

また，コブらも数学学習を支援する教室での談話に注目している。授業の参与観察を行い，学習過程を検討しているコブらは，子どもたちが教室で課題の「イメージ」を共有することで，それが前の学習を振り返る場となり，その「イメージ」を再共有する過程が学習者の理解を支えることを「立ち戻り（folding back）」という概念で説明している。この概念は理論的に構築されているが，さらにその理論を省察的な談話によって学習を展開する授業事例を詳細に記述し，実際の学習過程から，理論の検証を行っている（Cobb & McClain, 1998）。

ランパートもコブらも，授業過程の分析を通して，学習者の理解過程を捉え，学習を支援する数学授業の在り方を検討している。教室における学習過程を分析する際に，ベライターらの個人の学習と集団による知識構築を対比して捉える視点は興味深い（Bereiter & Scardamalia, 1996）。スカーダマリアとベライターは，学習とは結果として信念や態度，スキルが変わる内的で観察できない過程であるとし，対照的に，知識構築は公的な知識の創造や修正の過程であり，他者が使用するときに役立つとしている。教具の操作やスキルの獲得に留まる典型的な学校数学に対して，ランパートやコブらの研究に見られる構成主義者のアプローチは，他者に説明するという活動を含んだ新しい学校数学に重要な示唆を与えると指摘している（Bereiter & Scardamalia, 1996）。

学習者の理解支援を検討する際に，学習における「足場がけ（scaffolding）」の概念は学習を支援する活

動の構成に重要な示唆を与える。「足場がけ」とは，一人では成し遂げられない目標や実践への参加に対して，適切な援助が与えられることで，課題達成を可能にすることを意味している。この「足場がけ」は，Wood ら（1976）によって初めて使用された用語であるが，学習科学で統一した用語と基本概念を使用する一方で，教育者たちはより複雑な使い方へとシフトしており，クラスや小グループ，ペアで課題に取り組む学習者を支援する場合では，足場がけという言葉を使用する記述の是非に関する議論もある（Davis & Miyake, 2004）。従来，「足場がけ」とは，学習を支援する教師や熟達した同僚によって行われることとして検討されてきたが，コブらやランパートの研究にもあるように，教室にある教師と子どもという二者関係以外の対象も学習過程に関与している。また，教師や教科書，知識が権威的存在として位置づけられていた典型的な学校数学に対する新しい学校数学の実践では，子どもたちも数学者が実践しているような知識構築を行うコミュニティに参加することになり，教室における知識の創造や修正といった知識構築に寄与することになる。

河野（2005）は図的表現を使用した算数授業の長期にわたる参与観察を行い，コブらの「立ち戻り」概念における「イメージ」の役割を再検討している。概念理解と課題解決の両方に使用するために開発され，教室に持ち込まれる図的表現を「数学ツール」と呼び，この数学ツールの使用を通して，概念と数学ツール（のそれぞれの理解）が相乗的に学習者の理解を促進したことを事例に即して捉え，数学ツールが「イメージ」としての役割を担い，「立ち戻り」の場として機能したことで学習者の理解を支援した学習過程を分析している。しかし，一つの教室での授業観察を通して検討された数学ツールの使用過程を分析することで，理解過程の様相を捉えることができたものの，数学ツールそのものの理解や理解支援の詳細な側面を捉えるには至っていない。

本研究では，教師によって与えられた「数直線図」という数学ツールを使用して理解を深めることが意図された授業過程で，教師の意図に反し，子どもたちが独自の絵図によって，互いの理解深化を支えた事例をとりあげる。この図は，子どもたちの理解を促す資源となっているが，教師によって持ち込まれたのではなく，子どもたち自身が，自分たちの知識と思考スタイルを集約して作り上げたものである。子どもたちは，与えられた数直線図を十分に理解できず，使用できなかったが，自分たちの知識や思考スタイルを教室に持ち寄り，互いの説明活動を支援していった。

子どもたちの活動を支えたこの図の生成過程と子どもの理解過程を照らし合わせて検討し，子どもたちが考え方を説明し合う教室談話とそこで使用され変容した図に支援された学習過程を分析することで，理解を支援する活動の様相を明らかにする。そして，図の生成過程と数直線図理解の様相を比較することで，子どもたちの数学ツール理解を支えるための視座を得ることが本研究の目的である。

方　法

東京都内公立小学校 5 年生の授業で，算数専科の教員が担当する授業を対象に参与観察を行った。1 学年 2 学級（1 学級 30 名）を 3 クラスに分けることで，少人数学級（1 クラス 20 名）を形成し，2 学級の担任と加配の算数専科の教員が授業を担当している。単元を基準に各クラスを担当する教師が替わり，一年をおおよそ半分にし，クラスを編成しなおす。分割方法は名簿順などで単純分割している。

原則として，各単元の学習は教科書に掲載されている順に行われているが，小数乗除法の学習で使用する「数直線図」を学習するための授業が，小数乗除法学習の前に行われている。本研究では，この「数直線図学習」の 2 時間と，1 学期に行われた小数乗除法学習のうち，小数×整数の小数乗法を学習した授業を対象としている[1)]。3 クラスのうち，算数専科が担当するクラスの参与観察を行い，授業の記録は，ビデオカメラによる記録と黒板や児童のノートに書かれた絵や図，式などはフィールドノートによる。

数直線図学習にみる教師の意図

教師は「数直線図」を，学習を支援するツールとし

て，子どもたちに提供する。この数直線図という数学ツールは，2 本の数直線の対応図である。これに，文章題の場面に合わせて図中に数量を書き込み，倍関係を数記号（例えば，×6，×3 など）を用いて，書き入れると，「式が浮かび上がる」という特徴を持っている。また，式を立てるという課題だけでなく，答えとなる数量を見積もることができたり，数量の関係を捉えることができるという性質がある。また，6 年生で学習する分数の乗除法や「単位あたりの量」，「比」を学習する際の理解にも役立つため，教師の「数直線図」の使用に対する期待は大きい。

教科書でも使用され，「便利な道具」として教室に持ち込まれる数直線図だが，この教室では教科書で使用されるような場面表象の道具としてだけでなく，課題解決の道具として使うことも教師は意図しているので，数直線図の使用法習得と理解を目的とした 2 時間の「数直線図学習」の時間を設けた。その後に，小数乗法の授業を展開している（表 1 参照）。

事例と考察

1　数直線図理解の様相と教師とのズレ

〈4月28日，4月30日『数直線図学習』〉

『数直線図学習』では，「1 人に色紙を 15 枚ずつ配りました。6 人に配ると全部で 90 枚になります。」という文章題から，数直線図を完成させていく課題にとりくむ。子どもたちは，あらかじめ描かれていた 2 本の数直線に，文章題から読み取った数量を書き込んでいく。自分たちで完成させた数直線図を使って，その特徴について気づいたことを発表しあい，数直線図に対する理解を深めることが意図されている。

場面 1 ：数直線図理解の様相―関係図の表す意味―（4 月 28 日）

数量がすべて書き込まれた数直線図（図 1 参照）を見て，気づいたことを言ってほしいと教師が問いかける。A くんが「当たり前のことでいいのか」とたずねると，その「当たり前のこと」を答えてほしいと教師は返した。A くんが，数直線図の端に括弧つきで単位が書かれていることを詰まりながら説明すると，教師は「正しいことです」と声をかけて，A くんの発言を繰り返す。続いて，教師は教室の端のほうに座っている Y さんにたずねると，「人数が 2 倍になったら，枚数も 2 倍になり，人数が 3 倍になったら，枚数も 3 倍になる」と数直線図からわかることを発表すると多くの子どもたちがうなずき，同意したようだった。

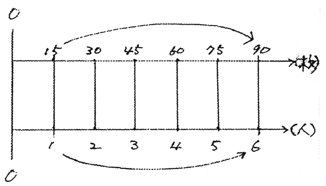
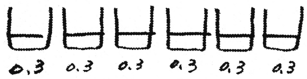
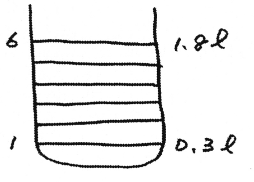
教師は，数直線図の特徴の中でも，特に倍関係を矢印で表す関係図の意味をしっかりと理解してほしいと思っていたが，子どもたちは関係図について何も言わないので，教師から矢印の意味を問いだした。教師は，Y さんが「倍」という言葉をすでに使っていたので，すぐにわかると思っていたのだが，子どもたちが「プラス」や「かける」と答えようとするので，再度問い直した。

教　師　もう一回質問しますよ，いい？　1 が 2 になるんですよ？　1 が 3 になるんですよ？　1 が 4 になるんですよ？　1 が 5 になりますよ。これも，15 が 30 になりますよ，15 が 45 になりますよ，15 が 60 になりますよ。これ，どんな風に考えたらいいですか。これから，この矢印も使うんです。数字を入れて，こうなってますよーってのを書くんですが……，K さん，どうぞ。
Ｋさん　下が 2 倍になったら，上も 2 倍になって，下が 3 倍になったら，上も 3 倍になる。

数直線図の倍関係に関する表象を捉えられたかに見えた子どもたちだが，乗除記号がまだ書き込まれていない矢印の意味を問われると，はじめは，倍関係ではなく，量が増加していることを表していると言った。確かに，上の数直線では 15 ずつ増えているが，下の数直線では，1 ずつ増えており，2 つの数直線上の数字が対応して意味をなす図なので，上下 2 本の数直線上の数量関係を共通して表す表現を使わなければならない。

教師待望の「倍」という表現は，記号で表すと［×］を使用する。子どもたちから，やっと関係図の意味を「倍」という表現を引き出せた教師は関係図に［×6］というように，数記号を書き込んだが，子どもたちにとって，その［×］は，受け入れられずにやきもきしていた「かける」であり，拍子抜けしたような表情を見せる子もいた。

表１　授業の流れ

	場面の見出し 子どもたちの様子	使用された図・発話	教師の様子・役割・意図
場面1	**数直線図理解の様相** 関係図のあらわす倍関係になかなか気づけず，また，教師がこだわる「倍」と「かける」の違いに気づけない様子だった。また，この授業で数直線図を使って立式できるようになる。		6年生の分数乗除の学習でも数直線図を使用するので，「倍」という表現を重視しているため，「かける」という表現がでても，繰り返し尋ねる。
場面2	**数直線図理解における教師と子どものズレ** 数直線図が場面を正しく表しているか尋ねられ，Aくんが「仕組み」という表現を使ったが，他の子どもたちは共感できない様子であった。	（子どもたちの使った表現から） Ｉくん；似ていること Ｉさん；同じこと Ａくん；同じ仕組み	数直線図を使えるようになった子どもたちが，質問にすぐに答えられないので，戸惑った。教師はＡくんの「同じ仕組み」という表現の巧みさに驚いていた。
場面3	**乗法の考え方①ー同数累加ー** Ｙくんは同数累加の考え方を説明する。	「なんたす，なんたす，なんたす，なんたすっていう（…略）何回も足すのを省略したのがかけざん」	小数の乗除法でも整数同様の考え方ができるかということに疑問を抱くことを意図している。
場面4	**乗法の考え方②ー「〇〇は△個分」** 「式が正しいことを説明する」課題。数直線図を使用せず，整数の乗法で使用したが「**〇〇は△個分**」**という考え方を使った。**	Ｉさん；0.3が6個ある。 Ｄくん；0.3ℓが6個ある。	ワークシートをヒントに，すぐ数直線図を利用すると思っていたが，結局教師から示すことになる。
場面5	**図を用いた説明** 「答えが正しいことを説明する」課題 教師の見せたマスをみて，Ｋくんは「**〇〇は△個分」を説明する図**を描く。	 0.3×6＝1.8	なかなか数直線図を思い出せない様子をみて，以前の学習で使用したマスを見せる。このマスにある目盛に注目して欲しいと思っている。
場面6	**同数累加の式を言葉で説明し直す** Ｋくんの図に「つけたし」を求められたＵくんは①**同数累加を式で表す**説明と②それを**言葉で説明**する。	①0.3×6 ＝0.3＋0.3＋0.3＋0.3＋0.3＋0.3 ＝1.8 ②「0.3を6回足した」	Ｕくんの考え方をノートを見て知っており，Ｋくんの「つけたし」として説明してもらおうとしている。
場面7	**行き詰まった式の変形による説明** 式を変形する方略で説明する子どもたちは，途中でうまく説明できず，話し合いが滞る。	0.3→3，3×6＝18，18→1.8 （0.3を3，18を1.8にして考える根拠を説明できない。）	話し合いが行き詰まると，再度マスを持ち出し，子どもたちの話し合いを支援する。
場面8	**再共有による図の創出** Ｉさんらは，Ｋくんの図を用いた説明とＵくんの説明をあわせて，独自の絵を作り出す。1目盛が0.3ℓという一般的でないこのマスの図が，停滞していた子どもたちの説明活動を支援した。		結果的に，数直線図と似ている図ができたことに教師は喜ぶ（が，子どもたちはそのことに気づけなかった）。

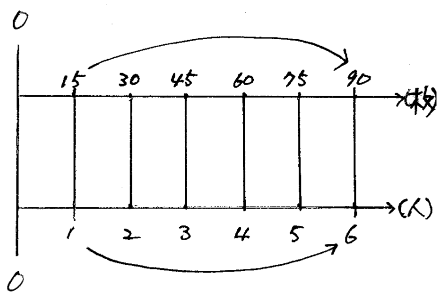


図１　数直線図学習で書かれた数直線図

この倍関係を表す関係図の理解は，小数の乗除だけでなく，分数の乗除，割合，比という 6 年生で学習する内容の理解でも重要な役割を果たすので，教師は特に注意して扱っていた。このとき，子どもたちにとって，「倍」も「かける」も同じものだったに違いない。しかし，この後の学習で，「倍」と「かける」の違いがでてくることになる。教師はそれを意識して，「倍」という表現にこだわり，子どもたちから「倍」という表現を引き出すことができたものの，その表現の重要性に子どもたちは気づいてないようだった。

場面２：理解における教師と子どものズレ―数直線図の表わす意味―（4 月 30 日）

数直線図学習 2 時間目の授業では，子どもたちが各自で文章題から数直線図を描いた（図 1 参照）。描き終わったあと､教師が，その数直線図と文章題の場面が一致しているのかと子どもたちに問い始めると，子どもたちは，何も言えずにいた。しばらくして，I くんが「似てること」と言ったので，教師が「似ていることですか」と問い直すと教室に再び沈黙が走った。問題と数直線図が違うのであれば，使うことができないと教師が訴えるように教室に話しかけると I さんが「同じ」という言葉を使って説明した。

教　師　I さんどうでしょう？
I さん　同じになってる
教　師　同じになっている。I さんは同じになってると言っていますよ。
A くん　同じことをやってる……。
教　師　同じことを書いている。
A くん　ん，同じ仕組み……
教　師　同じ問題ではないんだけど，仕組みをいっているんだから，同じことなんじゃないの？って，A くんが。
I くん　あぁ。そういう意味で言っているのか。

文章題を元にして描いた数直線図ではあるが，描かれた数直線図からの視点で文章題をみたことがない子どもたちは，同じかどうかと問われると自信がない様子を見せた。I さんに続いて言ったAくんの「同じ仕組み」という説明の巧みさに，教師はなるほどといった様子を見せていたが，子どもたちは教師ほど，この「同じ仕組み」という表現に共感していなかった。A くんの使った言葉に対する I くんの少し気の抜けた声で話す様子と，教師の感銘を受けている様子は対照的である。

このAくんの発言を受けて，曖昧な反応を見せた子どもたちが，数直線図を十分に理解していないことはわかるものの，数直線図の何を理解していないのかは，この授業では子どもたちにははっきりとわからない。それでも，この数直線図を使用して学習を進めていくことが期待されている。

数直線図は，これまで使用したことのある数記号の複合体になっており，数直線が数量の大きさや大小関係を表していることや，右端に括弧で括られた単位があること，矢印と「×」や「÷」の記号で対応関係を表す方法も教科書などでも見慣れた表現であった。数直線図をみたときに，Aくんが「当たり前のこと」といったことからも，子どもたちには，数直線図に特に目新しい記号や表現がなかったことがわかる。一方，教師はAくんや他の子どもたちから見て，「当たり

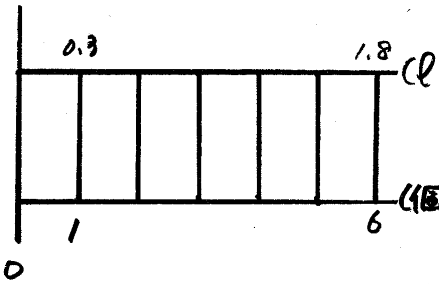


図 2　等間隔の目盛がつき正確に目盛が打たれた数直線図

前」のことを重要だと取り上げる。この場面で見られたように，教師の数直線図への期待と子どもの数直線図理解の様相には，大きなズレがあった。このズレに関しては，ノートに数直線図を書くときに見られた「丁寧に書く」ことの違いにも見られており，次のようなエピソードがある。

数直線図学習の時間に，教師が数直線図を丁寧に書くように促すと，子どもたちは定規を使って，等間隔に目盛を打ち，正確に目盛の数を打っていた（図2参照）。それが子どもたちには重要なことだったのである。目盛を等間隔に打つことは，関係図で倍関係が表されることが分かっているのであれば，不要である。同様に，目盛の数も関係図があれば，課題にあわせて正確に打つ必要はない。また，簡単な計算は必要だが，それで数量を見積もることもできるので，目盛の数と幅は関係ない。この数直線図の描写に，子どもたちの理解の様相が見えてくる。教師は，子どもたちが等間隔に目盛を打つことなどを期待していたのではなく，後で振り返るときに見るに耐えるノートであってほしいと考えていた。分数の乗除法まで使用するこの数直線図は，先々正確に目盛を取ることが困難になるという性質を持っていて，この数直線図を十分に使うためには正確に目盛をとることよりも2数の関係を表し，そこから意味を捉えることができるようにならなければならない。しかし，このときは乗数が整数になっているため，目盛を正確にとることができ，また，そのようにすることで数量を線上の点で表すことができるのである。

また，このような目盛をとる必要はないことは，この教室で既に一度話し合われており，使用していく中で目盛にこだわる子は少なくなっていったが，それでもこだわる子はいた。このように目盛をとることにこだわると，乗数が小数になる後の学習では，目盛が思うようにとることができなくなる。教師はこの目盛を書くことができなくなることを小数乗除法理解のきっかけにすることができると考え，目盛を打たないようにすることを敢えて強制していなかった。子どもたちは，立式の道具として使うのであれば，目盛は不要であるとわかっていながらも，数量の関係を捉えるために使用するとき，子どもたちは，関係図ではなく，この等間隔の目盛と数から捉えていたのである。

このエピソードの数直線図理解の様相を，場面2で見られた教師と子どものズレから検討すると，教師は数直線図から立式できる子どもたちをみて，数直線図にある関係図の表象を理解していると思っていたのに対し，子どもたちは，数直線図を使って立式ができるようになっていたが，教師の想定していたようには数直線図を理解できていなかったという不一致が生じていたことがわかる。また，子どもたちが描いた数直線図から子どもたちの数直線図理解の様相を捉えることができる。

2　概念の共有

十分に数直線図を理解していない子どもたちの理解活動を支えたのは，教師が持ち込んだ数直線図ではなく，教室にいた子どもたちが持っていた知識を融合させていく中でできた他の図であった。この図は，子どもたちの持っている知識が教室で共有される中で徐々に仕上がっていったものである。

〈5月6日『オリエンテーション』〉

これまで学習した乗除法を思い出すことがこの授業の課題である。

場面 3 ：乗法の考え方①—同数累加による説明—

子どもたちが発言し始めるまでに時間はかかったが,「かけ算九九」や「□を使った式」といったものから，筆算の仕方などもでてきた。教師が細かいことでもと声をかけると Y くんが，話し始めた。

Yくん　なんたす，なんたす，なんたす，なんたすっていうのが，そういうのが，そういうのが何回も足すのを省略したのがかけざん。

Yくんの考え方は他の子どもたちにとって，難しい考え方ではなかったし，少し拙さの残る説明がまた，より分かりやすい説明を試みようとする子どもたちの説明活動を促進していった。子どもたちは多様な表現を用いて，自分なりの説明を始める。そして，子どもたちは，それらの様々な表現を別個の考え方として受け入れていったように思われる。この後，各々の考え方を交流させていく談話を中心とした授業が続く。一度出されたと思われる考え方も，各々の言葉で説明するということが絶えず行われていった。教師は子どもたちの発言やノートから子どもたちの状況を判断し，教室談話を支援していた。

〈5月7日『小数乗除法導入』—式が正しいことを説明する—〉

『数直線図学習』と『オリエンテーション』を経て，小数乗除法の学習に入った。文章題が書かれたワークシートが使用される。この文章題は，教科書で扱われているが，教師はあえて，ワークシートを作成し，文章題の下に，数量が書き込まれていない数直線図を①の問題として，その下に，「①の数直線図を元にして，式を書きなさい」という課題が，②の問題として書かれていた。

場面 4 ：乗法の考え方②—「○○は△個分」という説明—

小数乗法の導入授業では「0.3 リットル入りのジュースが 6 個あります。全部で何リットルになりますか。」という文章題に取り組んだ。教師が予想していたように，この文章題を読んで，子どもたちは難なく式を立てることができていたので,「式が正しいことを説明する」という課題に切り替えていた。数直線図の利用を意図していた教師は，ワークシートにも「数直線図を元に」と書かれているので，子どもたちはすぐに数直線図の利用に気づくと思っていた。しかし，子どもたちはそのことには全く気づかないで，他の説明をしようとする。

Iさん　0.3 が 6 個ある。
教　師　D くん，どうです？
Dくん　0.3 リットルが 6 個あるから。あぁ……いきなりすぎる？

I さんの発言が，教師にさほど受け入れられなかった様子をみて，Dくんは「リットル」という単位をつけて説明し始めた。勢いよく話し始めたが，言い終えるころには，思っていたよりも簡潔で，I さんの説明や文章題の文とあまり変わらない自分の説明に不安な様子を見せていた。

I さんやDくんが説明した「○○が△個ある」という説明は，文章題から立式するときに必要な情報である。課題は式が正しい理由を説明するものであったが，文章題から立式する場合の説明でもあるし，乗法の式が表す意味でもある。単位をつけたDくんの考え方は，文章題の助詞を捉えて,「ことばの式」にあてはめるようなやり方を用いているか，文章題の場面を読みとっているかのどちらかであろう。このDくんの説明は，文章題と式の両方を参照できるような説明となった。

結局，教師が数直線図を使って説明することができると話し始めると，子どもたちは数直線図を知らないという様子は見せなかったものの，納得した様子でもなかった。子どもたちからしてみると，数直線図は式を立てるための道具として学習したのであって，式が正しいことを証明するための道具ではなかったようである。一方，教師は子どもたちが数直線図を立式の道具として使えるようになっていたので，このような使い方も当然のようにできると思っていた。

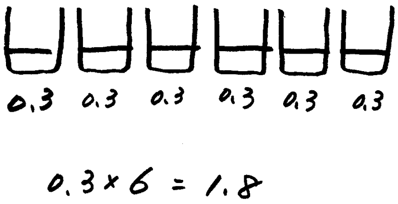


図３　Ｋくんのマスの絵

しかし，教師が提供した数直線図は子どもたちが乗法理解を支援するツールとして機能しなかった。子どもたちは，立式の道具として使うことができるようになってはいたものの，数直線図の表象を使用して説明したり，考えることができるような理解には至っておらず，この授業で目指された活動と理解を考慮すると，十分な数直線図理解ではなかったといえる。また，この時点での子どもたちは，数直線図に対する理解だけでなく，乗法の課題解決においても未熟であった。この教室にいる子どもたちは，個々に自分なりの知識や思考スタイル，方略を持っている。しかし，それは個々の学習として留まったままで，教室で説明されても，他者の理解を深める役割を果たすことができない。子どもたちが，自分たちの理解状況に見合った言葉で説明すると，周りの子たちがその説明を理解するのに困難はなかったが，ある一人の考え方として，単独で教室に存在していたといえる。

3　再共有の足場がけ

〈5月10日『小数乗除法導入』―答えが正しいことを説明する―〉

次の授業では，同じ文章題を使用して，答えが正しいことを説明する課題に取り組んだ。教師は既習内容やモノを使うことを促し，小数の性質を学習したときに使用したマスをみせているが，数直線図を使用することへの期待もある。教師は，マスについている目盛に注目してほしいと考えていた。しかし，マスは教師の期待とは異なる使い方と見方がされ，子どもたちの活動は展開されていく。

場面５：図を用いた説明

Ｋくんは 0.3×6＝1.8 という計算の答えが正しい理由を，教師の持っているマスを描いて，説明した（図 3 参照）。K くんの描いたマスは，目盛がなく，一つ一つのマスの下に，「0.3」と書かれ，「0.3 リットル入りのジュースが 6 個ある」ことを図にして説明したものである。

多くの子どもたちは教師が持つマスを，どのように説明に使えば良いのか分からない様子であったし，中には，このマスが何であるかもよくわかっていないようで，「水槽」「入れ物」などと呼ぶ子どももいた。

実際に，このKくんが描いたマスには，量を表す目盛はついていない。なかなか考えが浮かばないKくんは教師が持っている「容器」を使って説明できないかを考えていた。教師も，自分の持っている「マス」を見て考えているKくんに近寄り，「目盛付のマス」を見せていた。前に学習したことを思い出せないかと声をかけていたが，Kくんは，「マス」ではなく，水を入れる「容器」を見ていたと思われる。同じ量のジュースが入っていることを示すために，容器の大きさは大体同じで，大体同じかさを示す線が引かれていた。内容量は絵の下に補足的に書かれており，容器に入っている量は書き込まれていなかった。

自分の既有知識や思考スタイルを個々が様々な表現を用いて説明するため，子どもたちはお互いの考え方にある共通点に気づいていなかったかもしれない。Kくんは文章題の場面を具体物で描くという方法で説明したが，そこで描かれた図は場面4でDくんが乗法の基本的な考え方に基づいて説明した表現と一致している。このKくんの図によって，乗法の基本的な考え方

と文章題の場面が媒介されることになった。

Kくんの図は，概念の具体的な表象と，また文章題で表された具体的な状況の記号的・数学的表象となり，概念と記号的・数学的表象の中間的な役割を果たすことになる。Dくんの説明は，式の根拠を求める課題に取り組んでいた時のものである。一方，Kくんの説明は答えの根拠を求める課題に取り組んでいたときのものである。別の課題ではあるが，同じ文章題が使用され「説明する」という活動が展開されており，この過程で，様々な表現が理解深化を支援するだけでなく，この教室の，この活動に参加する子どもたちの理解を媒介していたといえる。Kくんの図が，これまで共有されてきた考え方それぞれの媒介となり，理解の「足場」を子どもたち自身が組み始めることになる。数直線図をこの教室に提供し，学習の中心にしようとしていた教師が持ち込んだマスという具体的なモノをきっかけに，子どもたちは自分たちなりの理解を図を用いて示すようになっていった。

場面６：同数累加の式を言葉で説明しなおす

K くんはマスの絵の下に，一つずつ 0.3 と書き，さらにその下に，［0.3×6＝1.8］という式を書いていた（図 3 参照）。これに対して，教師は U くんに「つけたし」を求めると，U くんは自分のノートに書かれてある［0.3＋0.3＋0.3＋0.3＋0.3＋0.3＝1.8］という式を読み上げた。すると，続けて教師は，U くん自身の考え方を説明するように言う。U くんは既に，自分のノートに書いたことを言ってしまったので，「今，言ったのに」とでも言いたそうな顔をしている。しばらくは何も言えずにじっとしていたが，やっと「0.3 を 6 回足した」と説明した。教師が，K くんの図を式にしたのかとたずねると，あまり納得した様子を見せなかったが，O くんがたどたどしく発言した内容から，教師が「U くんの式は K くんの図を見ると分かるよ。K 君の図は U 君の式を見ると分かるよ」と代弁するかのように聞き返すと，O くんも U くんも，大きくうなずいた。

このやりとりで，この教室では，Kくんの図は0.3が6個分を示し，Uくんの「つけたし」で，［0.3×6＝0.3＋0.3＋0.3＋0.3＋0.3＋0.3＝1.8］という同数累加を表す式でも説明され，さらに「0.3を6回足す」とみなすこともできるという式と言葉での説明が図によってつながり，教室で承認されることになる。Oくんの発言で相補的であることが指摘されると，Uくんはこの後，同数累加の式で説明するという方略をこだわって使用するようになる。これは乗数が小数になる，のちの学習では重要な意味を持つことになるので，教師も彼の考え方を大事にしていた。教師は数直線図で等間隔に，そして正確な数で目盛を打つ子どもたちに，そのような目盛を打たないように強制しなかったのも，後の学習を意識しているからであり，子どもたちのその時々の考え方を取り上げては，教室で共有する活動の中で大切にし，授業での学習活動を構成していった。

Uくんの考え方は，以前にこの教室で共有されていた説明である。場面3でのYくんの説明は，ここでUくんの式で表されることになった。Uくんの考え方がKくんの図と同じことを表すものとして，この教室で共有されたことがこの後の活動に重要な意味を持つ。Kくんの図が子どもたちの乗法概念の理解と文章題の場面理解を媒介した。さらにUくんの式での説明が新たに加わり，「0.3を6回足す」と説明し直されたことで，図と式に相補性があることが強調されると，この教室で，この図の表象が大きな役割を持つことが認識されることになる。図を用いて説明することがより説得的になったのは，子どもたちの個々に使っていた様々な表現が，この図一つで表象されていたからである。Kくんの図は，「○○は△個分」という考え方，同数累加の考え方，そして図で考えるという，どの方略もこの図を使用することで説明することができる。Oくんが指摘したのは，図と式の相補性であったが，図を式によって説明できる，もしくは式を図によって説明できるという，双方向からの説明が可能になることであった。

これ以前はことばを使用した説明であったが，このような図を使用する説明が出されたことをきっかけに，個々の考え方を別の表現を用いて説明できることを知ることができた。そして，図がこの教室にある多様な知識と思考スタイルを媒介し，個々が自分の理解を深め，学習を発展させることができたのである。また，子どもたちは図を通して，他者の理解を自分の理解深化や学習の進展の足場として使用できる。同様にして，

自分の説明が他者の理解の足場となり，教室における知識構築を支援する過程に立ち会っている。この教室では，ことばでの説明でもあったように，他者の説明を聞き，さらにそれを洗練させることでよりわかりやすい説明をする子どもたちの姿がある。このあと，さらに図によって集約された説明は，後のMさんらにも使用され，発展した図へとつながっていく（場面8）。自身がこだわって使用する考え方を持ちながらも，他者の考え方を取り入れていく中で，理解を深めていていく文化がこの教室にあった。

4　説明の限界

場面７：行き詰まった式の変形による説明

次に教師は違う考え方をしている子どもたちに説明をしてもらった。それらは，直感的な式の変形である。

Ｙさんの説明　3×6 をした。小数点をつけた。
Ｙくんの説明　最初に［0.3×］の 0.3 を 10 倍して，18 で，そしたら，3 と 18 を［÷10］にして，そうすれば 3 が 0.3 になるから，そしたら，18 を［÷10］にすると，1.8 になる。
Ｉくんの説明　0.3 をやっぱり 10 倍にして，3 にするんだけど，0.3 は小数第一位だから，左から一番目のところに小数点をつけて，18 の 1 の隣のところに小数点をつけて，18 の 1 の隣の小数点をつければできる。

Y さんらのような説明は他にも何人かいたようである。その説明を聞いて，A くんが「これじゃ，小数点を（どこに）つけるのか，わからない」とつぶやくと，周りから「わかるよ」といった声が聞こえてきたが，教師が，その発言は大切なことだと取り上げると，Y くんがさらに詳しくした説明を始めている。周りもその説明を聞き，うなずいていた。さらに I くんがより詳細に説明しようとする。この 3 者の意見を聞いて，「整数に直す」という共通の説明に子どもたちが納得していたが，教師は小数点のつけ方に根拠がないことを指摘するとその指摘に答えることが出来ずにいた様子を見て，「0.3 が 3 に，3×6 が 18 になって，1.8 になる」ということが前に出したマスを使って説明できないかとたずねた。

絵や式による説明のあとで，教師は，I くんをはじめ，多くの子どもたちに見られた式の変形による説明を取り上げる。0.3を3にするといった考え方は，数字の表す量が異なるものを同等に，もしくは混同して扱うことになる。子どもたちは数字から計算の便宜上小数点をとるということを行っているが，数量が変わることによる意味は考慮せず，同じ数字を使っているというような直感的な考え方なのである。こういった説明の在り方について，トンプソン（Thompson, 1996）は文章題が与えられ，場面が想定されていても，数字に関する言及に終始し，そこでの数の意味について論じないと指摘しており，これは表記のスキーマに依存しているためであるから，状況のイメージを与えて活動に取り組ませることで，このような課題を解決することができると主張している。実際に，この教室にいる子どもたちにも，トンプソンが指摘したような説明のあり方はよくあることであり，教室で受け入れられやすい考え方でもある。しかし，議論が深まっていくと，式を変形した本人でも途中式の説明を，十分に示すことができない場面に出くわしたり，式の変形による考え方を十分に理解できない他の子どもに対して説明ができないという状況に出くわしたりする。このような場合では，「式の変形」のみでの説明は，教室で出されていた疑問に十分に答え，理解を共有していこうとするときに限界があり，それ以上の議論は深まっていかない。この場面では，話し合いを進めるうちに，教師が小数を整数に変える理由を問うと，子どもたちは話し合いをそれ以上進めることができずにいた。

教師は子どもたちの小数を整数にして考えるという方略に注目している。教師がマスを出して，ヒントとしたのは，子どもたちのこれまでの学習過程を踏まえているからである。小数の乗除法学習の前に行った小数の性質についての学習のとき，0.1リットルと1デシリットルを単位を変えて考えた経験が，子どもたちが主張する「小数を整数にして考える」ときの説明になる。式の変形を根拠なく，説明しようとする傾向のある子どもたちに，これまでの学習内容を活用することで，筋の通った説明をするように教師は促そうとしていたのである。

確かに，式を変形することだけで，説明することができないわけではないが，子どもたちには，それには

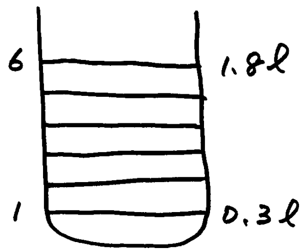


図 4　M さんらのマスの絵

より高度な数学の知識が要求されることになる。今，子どもたちが理解できる方略でこの行き詰まった討論をもう一度深めるために，教師は具体的なものであり，学習に使用したことのあるマスを引き出した。本来，数直線図を理解のためのツールとして使用してほしいと考えていた教師は，これまでの子どもたちの活動を踏まえ，十分に理解できていないだろう数直線図を使用するようにも，具体的でわかりやすいこのマスが子どもたちの理解を支えると判断したが，このあと，M さんらが作り出した図は教師の予想を超えていた。

5　再共有による図の創出：知識と思考スタイルの集大成

場面 8：教室の知識と思考スタイルの集大成―M さんらの図―

M さんと S さんは，再度教師がマスを使って考えられないかと問いかけたのに応じて，二人で話し合いながら，一つの図（図 4 参照）を完成させた。

M さん　1 目盛を 0.3 にしてー。0.3 を足すと……0.3 を足していくと 0.6 になって，それを 6 回続けると 1.8 になって，1.8 を整数にすると 18 になって，18 に小数点をつけると 1.8 になる。

本来，1 目盛は 0.1 リットルであるが，M さんらのマスは，一目盛が 0.3 リットルになっており，この課題に合わせて作り出した架空のマスの図である。A くんは，この絵が黒板に残されていた K くんの図と U くんの 2 つの説明をあわせたものであると指摘する。M さんらの説明は，後半（「1.8 を整数にすると……」以降）が十分ではないが，子どもたちはこの図を使った説明と A くんの指摘に理解を示している。

教師はこの絵図を見たときに，数直線図と非常に似たものができあがったと感じ，子どもたちがそれに気づくことを期待していたが，結局，子どもたちには，気づいた様子はまったく見られなかった。教師は数直線図を使用して理解を深めていくことを意図していたが，子どもたちは，数直線図ではなく，この図によって，曖昧だった説明から抜け出すことができた。なぜ，この図が子どもたちに理解され，学習を支援しえたのかという点について，まず，M さんらのマスが生成され，教室に受け入れられていった過程を検討し，次にそれと比較し，なぜ数直線図が教室で十分に利用されなかったのか，学習過程に見られた数直線図理解の様相から検討する。

このマスの図は，M さんらが突然教室に持ち込んだものではなく，教室で共有してきた知識や思考スタイルの集大成となっていることが考えられる。この教室に参加している子どもたちが，それぞれの考え方を説明し，共有していく過程で，曖昧な説明が洗練され，「つけたし」といった活動の中で統合された。個々の考え方が反映され，生成された図であり，統合・融合していく過程に参加している。また，マスを使って小数の性質を学習したときのように，1 目盛分の 0.3 リットルが 3 デシリットルと同量になることが図から想起されてくる。等間隔で「かさ」を表す線が引かれ，

同量のジュースが 6 個分，すなわち，18 デシリットルを表し，1.8 リットルを意味している。このようにして，「0.3 を 3 にして，その 6 倍が 18 で，それを 10 で割って 1.8 にする」という説明から，M さんらのマスの図を共有する過程を通して，「0.3 リットルは，3 デシリットルであり，その 6 倍が 18 デシリットルであるから，1.8 リットルになる」という説明にたどり着いた。

このマスの図は，子どもたちの数直線図理解の様相に見られる性質を持っているといえる。子どもたちが数直線図を「丁寧に描く」というときに，こだわった等間隔の目盛と同量であることを示すために描いた線の「かさ」，量を表す目盛数と同量が 6 個あることを示すための「かさ」の数が一致している。教師もこの形状が，子どもたちの使う数直線図と似ていると捉えていた。一方で，数直線図は横方向に，マスは縦方向に量が表されている。倒すとジュースがこぼれてしまう「マス」は，数直線図に比べると，実際にありそうな具体的なものだったかもしれない。そして，その具体性は，実際のマスを見て描いた K くんの図をきっかけに作られていったものであり，この学習過程で受け入れられている。

場面 4 の Y くんの同数累加の説明を，場面 6 で U くんが式にする。場面 4 で D くんが説明した「いくつ分」という考えは，場面 5 で K くんの図で視覚化される。U くんが自分の式を他の表現で説明しなおすと，視覚化された K くんの図と相補的な関係を持つことが明らかになり，それが教室で共有される。そして，教室にある知識を最大限に利用した M さんらの図が完成したのである（図 4 参照）。この生成過程に子どもたちは参加しており，集められていく知識や思考スタイルは一つずつ理解されたものであり，それらが図で媒介されている。また，その図が変容する過程にも参加していた。子どもたち自身は，個々の知識や思考スタイルを出し合い，共有する過程において，同じ教室に参加する他の子どもたちの理解に対して足場がけをしていたのである。

次に，数直線図が教室で十分に使用されなかったことについて検討する。M さんらの図では，数量関係を目盛の数と幅で捉えていた子どもたちの数直線図理解の様相と合致している。しかし，子どもたちは関係図と最小限の目盛しかない簡潔な数直線図を立式以外では十分に使用できなかった。この点から，教師の意図とのズレを検討することができる。教師は，関係図で示される倍関係に注目し，数直線図の理解に対する有効性を注目しているのに対し，子どもたちは，数量の関係を捉える際に目盛を重要な理解資源としていた。子どもたちが数直線図に好んで等間隔で正確な目盛を打っていたのは，丁寧に書くことで使える道具にするという意識から，自分がわかりやすいような図にしていたためと考えられる。自分たちがわかりやすい図は，自分の理解を支援する図であり，使いやすい図でなければならない。この点で，マスの図は自分たちが理解した乗法の考え方や説明を組み合わせて作られており，自分たちの理解を活かせる図であったといえる。

また，十分に理解している知識や思考スタイルが図式化され，よりわかりやすい図へと洗練され，生成していく過程に参加したことによって，具体的なモノと比べると数学的になっていた M さんらの図だったが，構成する線や記号の意味を理解できていたと考えられる。

図の生成過程を検討することで，数直線図学習における理解の様相を捉えなおすと，数直線図は完成された状態で教室に持ち込まれており，その生成過程を知っているわけではない。さらに，子どもたちにとって，数直線図はこれまで使ってきた数記号の複合体であるので，構成要素となる記号の一つ一つの意味はわかっているが，それらが組み合わされてできた数直線図の意味理解は，立式の道具として使うことができるようになっていたが，十分ではなかった。また，数直線図の表象が自分の知識や思考スタイルとどのように関わりがあるのかが自覚されていなかったと考えられる。

子どもたちが教師の意図するように数直線図を使用することができるようになるには，記号同士のつながりの理解と数直線図が表す意味と子どもたちの理解が相互につながらなければならなかったと考えられる。

総　括

1　「立ち戻り」概念の検討

コブらの「立ち戻り」概念では，課題に対するイメージを学習集団で共有し，そのイメージを再共有することが理解を支援すると考えられている。

対象とした教室には 2 種類の「立ち戻り」過程がある。一つはこの教室で作り出された図が，行き詰まっていた式の変形による説明を支援した過程である。この図が，文章題で表された具体的な場面に立ち戻るためのイメージとして機能している。具体物を想起させ，子どもたちの知識と思考スタイルを具現化する具体性と，数学的表現として，抽象性を兼ね合わせた図は，数式と文章題で表された具体的な場面を媒介する役割を持っていた。この事例で見られた学習過程では，子どもたちの図が「立ち戻り」概念の「イメージ」となり，理解をつなぐ媒介としての役割を担っていたことで子どもたちの理解深化を支援していた。この「立ち戻り」過程では，図が基盤となることで談話と談話を中心的な活動とした学習を支援しているといえる。

もう一つは，図を生成する過程に見られる小刻みの「立ち戻り」過程である。この教室では，子どもたちは自分たちの考え方を説明するという活動がくり返されている。自分の考え方を説明したり，他者の考えを聞くという活動によって，この教室には様々な考え方があることが明らかになる。これらの考え方を理解しあうことで，考え方を「共有する」ことになる。さらに，図が考え方を可視化すると，はじめは，別個に共有してきた考え方を媒介することになり，媒介する図とともに考え方を再共有することになる。この再共有の過程で，理解が深まり，新たな図を創出することになった。この「立ち戻り」過程では，談話を中心とした活動が，互いの考え方・説明の交流を促し，それによって子どもの理解に見合った図が生成され，それが子どもたちの理解・学習を支援しているといえる。

くり返される「立ち戻り」過程において，子どもたちは自らの理解を深化させているが，深化した理解も共有するという過程で，教室における知識構築につながっていく。個々の知識が教室で，単独に存在したままにならず，教室の共通の理解資源として，共有され使用されていく，「立ち戻り」に個々と教室の理解深化が促されたと言える。

コブは，教室における課題の「イメージ」を共有・再共有する過程が促す理解深化を事例に即して説明し，「立ち戻り」概念を検証している。本研究でとりあげた事例から，一つの課題に取り組む中で，子どもたちは小刻みな「立ち戻り」や複数の「立ち戻り」の過程に参加していくことによって，個々の理解深化を促しているだけでなく，学習集団としての理解深化と共有の知識構築過程を見出したことは，本研究の成果といえる。

本事例で子どもたちが教師に与えられた数学ツールを使用するのではなく，自分たちの理解に即した図を使用して，理解を深めている。十分に理解できていない数学ツールを教師によって与えられたままに使用しなかった子どもたちは教室談話を通して，探求的に課題に取り組んでいく。既有知識や自身の思考スタイルを他者と共有できるように説明するというこの教室の文化に支えられていたといえよう。

教師が提供した数学ツールは子どもたちには使用されなかったが，数直線図を使用せず，図を生成していったこの学習過程から，子どもたちの理解の様相を捉えることができた。本研究で取り上げた事例では，子どもたちは自分たちで作り上げた図と数直線図が似ていることに気づかなかったが，この後，数直線図を課題解決や説明に積極的に使用するようになっていった。また，子どもたちの学習を支援した共有・再共有の「立ち戻り」過程は教師によって支えられている。この教師の構成したこの活動が子どもたちの探求的な学習を支えていたといえる。

2　子どもたち同士の「足場がけ」

本事例の授業において，教師は学習における「立ち戻り」過程を支えている。この授業の中で，子どもたちの理解を支えていたのは，子どもたち同士が，説明するという活動の中で，たがいに「足場」を組み合っていたことによる。従来，「足場がけ（scaffolding）」の概念では，子どもたちの理解を支援する足場を組む

のは教師やより熟達した仲間であった。

本事例において，子どもたちの理解過程を検討すると，子どもたちの学習を支援したのは，教師が提供した数直線図ではなく，知識と思考スタイルを説明するという活動を通して，子どもたちが創り出した図であった。

この図は子どもたちの乗法理解の様相が抽出されて，図式化されている。また，この図が生成されていく過程でも乗法の理解が深化している。教師は子どもの持つ考え方の独自性を大切にしながら，この考え方をつなぎ，共有する活動を構成している。この図は，子どもたちが言葉や式，図を使用して説明する活動を通して，足場を組み合い，構築されたこの教室にある知識と思考スタイルの集大成と言える。

教師の提供した数直線図は子どもたちに十分理解されず，使用できなかったのに対して，図は子どもたちの活動を支え，理解を支援した。それは，数直線図が数学的で，抽象的な表現であり，図が，場面に登場するモノを模している具体的な表現であったというだけではない。図の具体性は，子どもたち同士で足場がけをし，自分たちの理解している知識や思考スタイルをつなぎ合わせたことによる。これに対して，数直線図を十分に理解できなかったのは，自分の理解している知識と数直線図中の表象を対照し，その関連を捉えることができなかったためであると考えられる。このことから，本研究の成果として，次の 2 点が挙げられよう。まず，数直線図理解の様相を，子どもたちが作りだした図の生成過程を検討することで捉えることができた。次に，子どもの理解深化を支援する際に，子どもたちの知識と理解の状況を踏まえて，数直線図の表象と子どもたちのそれらを結び付けることの重要性について具体的な課題を示すことができた。

図の表象という視点からみてみると，この図が文章題の場面表象として，子どもたちに受け入れられたことが大きい。当初，描かれた図は具体的なものがそのまま描かれていたが，この教室にある知識がかけ合わされて変化を遂げた図は数学的な表象にもなった。それによって，この図は文章題の場面と同じことを意味する，つまり「同じ仕組み」を表しているものとして理解され，また具体的な要素も持つ数学的な表象になったことが，式の変形という数学的な説明の足場がけになっているのである。

学習過程と照らし合わせてみると，この図は，以前学習した内容と課題にあった具体物の両方を想起させるものであり，その図の生成過程において，この教室で共有してきた概念的説明，可視化された表現，数学的表現のすべての要素を持ち合わせている。これが十分に説明できなかった式の変形の説明を発展させる足場がけをしていた。

実際の授業過程において，子どもたちの知識や思考スタイルが反映された図の変容過程と教室談話を分析することで子どもたち同士での「足場がけ」をしていった過程を捉え，教室で理解を共有し，それらの理解を使用することで，さらに理解を深めていく，この教室での知識構築過程を描き出したことは本研究の持つ成果といえる。

3　教師の役割：授業のファシリテーター

最後にこの学習過程において，教師が果たした役割について考察を行いたい。本事例は，教師が提示した数直線図ではなく，子どもたちが作り出していった図が子どもたちの学習を支援したという学習を支援する図的表現の効果をめぐる対立として捉えることも可能であろう。それは，子どもの学習過程を捉えることを中心的課題として記述する中で，教師の意図と子どもの図の利用に関する実状のズレもまた，捉えることができるからである。そのため，教師と子どもの不一致や理解が対照的なものであるという見方ができる。

しかし，子どもたちが使用し，発展させていった図は事例でも見られたように，教師が子どもたちの辿ってきたこれまでの学習を踏まえ，子どもたちの学習を支援するために持ち出してきたものであり，教師が子どもたちの状況を踏まえて学習を支援していた。また，教師は子どもたちが数直線図を書く際に，目盛を等間隔に描いていることを後の学習を見据えて，敢えて描かないように強制しなかったり，図を使わない考え方のときでも，同数累加の考え方をこだわって使う子どもの考えを大切にする姿が見られている。この教室にいる個々の子どもの状況を捉え，学習を構成する教師がこの図の生成に果たした役割は大きい。

ここで教師は，標準的，模範的な考え方を子どもた

ちに強制し，習得させ，権威的に存在していたのではなく，理解・学習を支援するために，次の学年での学習をも考慮して，数直線図を使用することを勧める一方で，子どもたちの学習活動にあわせて即興的にマスの実物を見せたり，話し合いの中での問題点や話し合いを滞らせている不明点を明確にするなど，教室という集団の学習の場において，ファシリテーターとしての役割を担っていた。時に，ともに学習するもののように疑問を投げかけたり，時に，算数を先に知るものとして，不十分な点を指摘する役割を果たしている。ランパート（Rittenhouse, 1998）は，数学の学習を支援する教師の教室での役割の取り方について，話しあいの中で学習者と目線を同じにし，課題解決にともに取り組む教師の働きを「step in」とし，課題解決の過程と目標を俯瞰しながら，活動を導く働きを「step out」として説明しており，教師の学習・理解支援のあり方について，この二つの役割を的確に演じることの重要性を説いている。

教室における理解の様相，理解深化の過程は，多様である。個々の学習過程と教室における知識構築の過程を検討することは，実践における個々の学習の保障と探求的な学習の成立を支える活動を理解する上でも重要なことである。本研究では，教室にいた子どもたちの理解が及ぼした知識構築の過程を描き出したが，個々の理解の変容とあわせた検討は十分にされていない。個々の学習過程と知識構築の過程との関わりを描き出し，それらを相互に支える活動のあり方を検討することを今後の課題とする。

注

1) 本研究は，小数乗除法の授業が行われた 1 学期と 2 学期のそれぞれ 2 ヶ月，計 4 ヶ月にわたる参与観察で得られたデータのうち，1 学期の授業で見られた子どもたちの学習過程に注目し，検討したものである。

引用文献

Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1996). Rethinking learning. In Olson, D.R., & Torrance, N. (Eds.), *The handbook of education and human development: New models of learning, teaching and schooling* (pp.485-513). Cambridge, MA: Blackwell Publishers.

Cobb, P., & McClain, K. (1998). The role of imagery and discourse in supporting student's mathematical development. In Lampert, M., & Blunk, M.L. (Eds.), *Talking mathematics in school: Studies of teaching and learning* (pp.56-81). New York: Cambridge University Press.

Davis, E., & Miyake, N. (2004). Explorations of scaffolding in complex classroom systems: Guest editors' introduction. *The Journal of the Learning Sciences, 13* (3), 265-272.

河野麻沙美．(2005). 授業における「数学ツール」の使用と概念理解の検討――P. Cobb の「立ち戻り」の視点から．教育方法学研究，*31*, 13-24.

Lampert, M. (2001). *Teaching problems and the problems of teaching*. New Haven and London: Yale University Press.

松下佳代．(1999).「学びの復権」とは「教えの制限か」．佐伯胖，マルチメディアと教育（pp.120-130）．東京：太郎次郎社.

Rittenhouse, P.S. (1998). The teacher's role in mathematical conversation: Stepping in and stepping out. In Lampert, M., & Blunk, M.L. (Eds.), *Talking mathematics in school: Studies of teaching and learning* (pp.163-189). New York: Cambridge University Press.

佐伯胖．(1999). 「知識」は天から降ってくるのか．マルチメディアと教育（pp.104-119）．東京：太郎次郎社.

Scardamalia, M., & Bereiter, C. (in press). Knowledge building. In *Encyclopedia of education, second edition*. New York: Macmillan Reference, USA., http://ikit.org/fulltext/inpressKB.pdf（情報取得 2006/03/19）

Thompson, P.W. (1996). Imagery and the development of mathematical reasoning. In Steffe, L.P., Nesher, P., Cobb, P., Goldin, G.A., & Greer, B. (Eds.), *Theories of mathematical learning* (pp.267-284). Mahwah, New Jersey: Lea Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Wood, D., Bruner, J.S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*, 89-100.

謝　辞

本研究にあたり，長期にわたる参与観察を受け入れてくださった小学校の先生方，5 年生の皆様に厚く御礼申し上げます。

（2006.3.31 受稿，2006.11.16 受理）