

暗黙知を働かせた「割合」の素地指導

Employing tacit knowledge in basic instruction of "ratio"

井村 智史
Tomoshi IMURA

要旨

全国学力・学習状況調査では「割合」に関する問題が毎年出題されているが、その正答率は低く、「割合」に関する理解が大きな課題となっている。その原因として、「割合」の概念が抽象的で、子どもが実感として捉えにくいことが指摘されている。また、「割合」の意味を十分に理解せず、公式に当てはめて解決するなど、形式的な理解に止まってしまっていることも指摘されており、言葉や記号で定式化されたいわゆる形式知ではなく、子どもの内面で思考を動かす暗黙知に着目し、それを働かせることで「割合」の意味を本質的に理解することの大切さが提起されている。

また算数科の素地指導においては、子どもが日常生活のさまざまな体験をとおして獲得した知識であるインフォーマルな知識と呼ばれる暗黙知を働かせて新しい概念や知識を理解することの大切さが提起されている。

それらを受けて、本研究では「割合」の素地指導において、インフォーマルな知識を働かせながら新しい知識を創造的に生み出す指導過程(知識創造指導過程)について提唱するとともに、第2学年の「分数」の学習において、知識創造指導過程の「共同化」「表出化」に焦点を当てた授業実践を行った。

授業実践後に基準量を意識した分数の意味理解に関する適用問題を子どもに実施した結果、その正答率が、従来の指導後のそれと比べて高いことが統計的検定により明らかとなった。また、授業実践後に子どもにアンケートを実施した結果、「分数」における基準量の重要性を意識している感想が従来の指導より多くなった。また基準量を意識して「分数」の学習と「倍」の学習とを結びつける考えも出された。

キーワード：割合、倍概念、暗黙知、インフォーマルな知識、ナレッジ・マネジメント、SECIモデル

1. はじめに

「割合」に関する問題は、全国学力・学習状況調査でも毎年出題されているが、その正答率は低い。平成28年度の全国学力学習状況調査では、「基準量、比較量、割合の関係を正しく捉えることに依然として課題がある」、平成29年度は、「身近なものに置き換えた基準量と割合を基に、比較量を判断し、その判断の理由を記述することに課題がある」、平成30年度は、「単位

量当たりの大きさを求める除法の式と商の意味を理解することに依然として課題がある」「百分率を求めることに依然として課題がある」、令和元年度は、「単位量当たりの大きさを基に、所要時間の求め方と答えを記述し、その結果から条件に当てはまるかどうかを判断することに課題がある」、令和3年度は、「速さを求める除法の式と商の意味を理解することに課題がある」としている。そして令和4年度は、「数量が変わっても割合は変わらないことを理解することに課題がある」とし、基準量、比較量、割合の関係について理解できるようにする指導を充実することの重要性を提起している。このように、「割合」に関する子どもの理解は毎年大きな課題となっており、その指導の重要性が指摘されている。

大阪府下の小学校において、2021年5月に第5学年の子ども（35名）を対象に筆者が行った授業のはじめに、次の問題（図1）を実施した。

表1は、①と②の解答類型の相関関係を表したものである。①の正答は25名で正答率は71%であった。一方、②の正答は5名で正答率は14%であった。②の正答者5名のうち2名は①で①-2と誤答している。その2名は、②で①と同じ分数（ $\frac{2}{3}$ ）が出ているので、短絡的に同じ大きさだけ斜線を入れて、結果的には正答したものであると推測すると、分数の意味を正しく理解し②を正解したものは3人で、正答率は9%となる。

②の問題の問い方として、補助の点線が多く、それでも低い正答率であった。その理由として、子どもは、「 $\frac{2}{3}$ mは、1mの $\frac{2}{3}$ 倍の長さ」であるという理解が不十分で、基準量である「1m」に着目できていないと分析する。

上記のことから、基準量を正しく把握することが大きな課題であることが分かる。

「割合」を理解することの難しさについては、「割合」の概念が抽象的で、子どもが実感として捉えにくく「割合」の概念の理解が十分でないことや、低学年から学んでいる「倍概念」と5年生で学習する「割合」が切り離されたものと受け止められていることが大きな原因であり、低学年における「割合」の素地指導（低学年など算数入門期において算数科の各領域において基礎となる概念や操作など、算数学習の土台を築く指導）の重要性が指摘されている¹⁾。

また、上記の「割合」の概念に対する子どもの理解が十分でないため、「割合」に関する一つ一つの知識が個別的、断片的な理解に

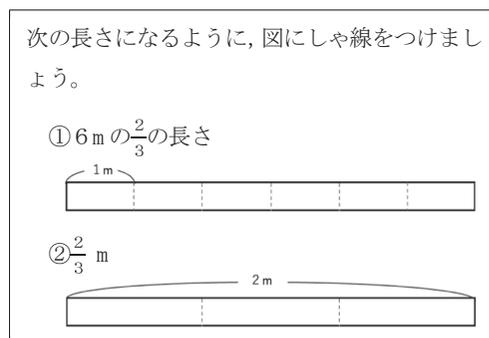


図1 実施した分数に関する問題

表1 ①と②の解答類型表

	②-1 (正答)	②-2	②-3	②-4	②-5	合計
①-1		1				1
①-2	2	1	1		1	5
①-3		1	1			2
①-4 (正答)	3	2	1			25
①-5		2				2
①-6						0
①-7						0
①-8						0
合計	5	2	3	0	1	35

<①の回答例>

- ①-1:
 ①-2:
 ①-3:
 ①-4: (正答)
 ①-5:
 ①-6:
 ①-7: その他
 ①-8: 無答

<②の回答例>

- ②-1: (正答)
 ②-2:
 ②-3:
 ②-4: その他
 ②-5: 無答

とどまり、指導に関しても、単に公式に当てはめて解決するなど形式的な指導に止まってしまっていることも指摘されている²⁾。つまり、子どもは「割合」に対して、形式的に機械的には答えが求められるかもしれないが、「割合」の概念を正しく理解して問題解決したり、日常生活に活用したりできていないのである。そこで6年間を通して「割合」の概念を形成することをめざして、低学年から「倍概念」を中心とした「割合」の素地指導の必要性を指摘している。

公式的な教育によって学習された知識というよりは、子どもが日常生活のさまざまな体験をととして獲得した知識をインフォーマルな知識という³⁾。インフォーマルな知識は小学校就学後の素地としての役割が求められており、小学校就学後の授業では子どもはインフォーマルな知識をもってスタートし、フォーマルな知識獲得をめざす。算数科の指導においてもそのことはあてはまり、教師は算数入門期の素地指導において、インフォーマルな知識をどう授業に組み入れ、活かしていくか、というインフォーマルな知識を働かせた指導が求められる⁴⁾。

インフォーマルな知識は、分離量、連続量、図形、時間などの観念と操作についての広範な知識を含んでいる⁵⁾。また内容的には「対応」「分類」「比較」「順序」「形の認識」「不変性」が挙げられる⁶⁾。

「割合」の素地指導においては、子どもが全体のことを『等分』するというインフォーマルな知識が重要となる⁴⁾。等分するという知識については、3歳後期より等分できる幼児の人数が急速に増加し、5歳後期には多くの幼児が等分できるようになると報告されている⁵⁾。そのことから、算数入門期には『等分』は、子どもの中にインフォーマルな知識として存在していることが分かる。

上記のことから、算数入門期における「割合」の素地指導においては、「等分」というインフォーマルな知識を働かせて、「割合」の概念の基礎である基準量と比較量の関係を把握することが重要となる。

山下は、教科書等に言葉で明示される客観的・論理的な知識・技能などを形式知、体験を通して内面に蓄積された情緒的・個別的・経験的な知識を暗黙知と定義し、子どもの内面で思考を動かす暗黙知に着目し、それを働かせることで算数科の知識や概念を形成することの大切さを提起している²⁾。

インフォーマルな知識は、子どもの経験に基づいた主観的な知識であり、表現伝達が可能ではあるが客観的な知識には至っていない素朴かつ曖昧な知識である。それ故、インフォーマルな知識は暗黙知の範疇に含まれるものである。

本研究では、割合の素地指導において、暗黙知の範疇に含まれるインフォーマルな知識を働かせ、それを共有しながら新しい知識・技能・考え方を創造的に生み出す指導過程（知識創造指導過程）について提唱する。

2. SECIモデル

集団が暗黙知を働かせながら新しい知識を生み出すナレッジ・マネジメントのフレームワークとしてはSECIモデルが提唱されている⁷⁾。

ナレッジ・マネジメントとは、一般企業において、仕事を通じて得たノウハウや経験などの

知的資産を組織全体で共有して、創造的な仕事につなげることを目指す手法である。そして、集団が暗黙知を働かせながら新しい知識を生み出すナレッジマネジメントの核となるフレームワークとしてSECIモデルがある。

ナレッジ・マネジメントの小学校教育への援用に関して、佐橋は「子どもたちが感じたことをみんなで共有し、学級の文化を作り出していく」ことを目的にSECIモデルを援用した。その結果、ナレッジ・マネジメントの手法が学級文化を創り上げていくことに有効であると結論づけている⁸⁾。

ナレッジ・マネジメントの手法の小学校の教科学習への援用に関して、瀧田は国語科において、児童の思考力を育む手立てとして、ナレッジ・マネジメントの手法を援用し実践をした結果、子どもが新たな知を創出できたことを述べている⁹⁾。

また佐藤・脇野は、ナレッジ・マネジメントの「ナレッジ」とは「組織経営、企業活動にとって価値があると認められる全ての知識や情報」であると述べている。そして「ナレッジ」には暗黙知（「社員一人ひとりが暗黙のうちにもっている知識、あるいは共有されている知識」）と形式知（「組織体に形となって内在する知識」）の2つがあるとし、「暗黙知をいかに表出化して、誰にも利用できるようにするかが、ナレッジ・マネジメントの技術上の要諦といえる」と述べている。そして、ナレッジマネジメントにおける「ナレッジ」と体育学習における「ナレッジ」との関連を明らかにし、企業における暗黙知や形式知に相当するものが小学校の体育学習にも対応して存在することを明示した（図2）。そしてSECIモデルを援用し、体育学習において子どもの感じたコツや感のようなものである暗黙知を活用し、子どもの動きや練習の仕方などの形式知として引き出すことを目指した実践を行った。その結果、学習者は暗黙知から形式知を獲得することができることを実証し、ナレッジ・マネジメントの手法が小学校の教科学習にも援用できることを示唆した¹⁰⁾。

算数学習における「ナレッジ」は図3のように関連付けることができる。インフォーマルな知識や、筋道立てて考える力、統合的・発展的に考察する力などの思考力・判断力が暗黙知で

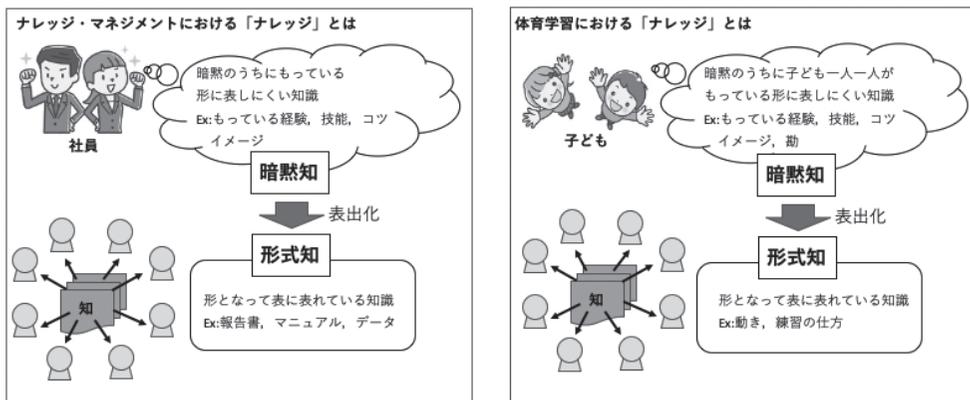


図2 ナレッジ・マネジメントと体育学習の「ナレッジ」(佐藤・脇野, 2004を修正)

あり、それを働かせて知識・技能や一般化された判断や結論が形式知である。

しかし、ナレッジ・マネジメントは一般企業において、仕事を通じて得たノウハウや経験などの知的資産を組織で創出する手法であり、企業における組織と学校における学級集団とは目的や性質が異なる。

企業における組織の目的は、営利のために必要な知識創造であり、学級集団の目標は生きる力の育成であり、「知識及び技能」「思考力・判断力・表現力など」「学びに向かう力、人間性など」の3つの柱からなる「資質・能力」を一人ひとりが総合的にバランスよく育むことである。

企業における組織の性質は、営利のための知識創造を目的としているため、上司やチームリーダーが組織を管理し、一般にはトップダウンと分業化によって進められる。しかし、学級集団は、一人ひとりの「生きる力」を育むことが目的なので、学級集団の中で、「協働的な学び」はあるが、リーダーと部下のような関係は存在しない。子ども一人ひとりが「学びの主体」である。

上記のように、企業における組織と学級集団では目的や性質が異なるので、ナレッジ・マネジメントの手法をそのまま算数科指導に適用はできない。しかし、企業における組織と学級集団の性質の違いはもう一つある。それは、学級集団には教師が存在することである。教師は、上司ではないので、子どもにトップダウンで指示したり、活動を強制したりはしない。あくまで、子どもの学習の支援をすることが教師の役割である。

算数科指導においても、ナレッジ・マネジメントの手法を活かしながら、子どもが主体的に意欲的に学べる工夫を教師が行うことにより、暗黙知から新しい形式知を創造することは可能であると考えられる。そして算数入門期の素地指導でも、ナレッジ・マネジメントの核となるフレームワークであるSECIモデルの手法を活かしながら、子どもが主体的に意欲的に学べる工夫を教師が行うことにより、暗黙知の範疇であるインフォーマルな知識から新しい形式知を創造することは可能であると考えられる。

3. 知識創造指導過程

SECIモデルは図4のように「四つの知識変換モード」から成り立っている。「四つの知識変換モード」とは、①個人の暗黙知からグループの暗黙知を創造する「共同化」、②暗黙知から形式知を創造する「表出化」、③個別の形式知から体系的な形式知を創造する「連結化」、④形式知から暗黙知を創造する「内面化」である。

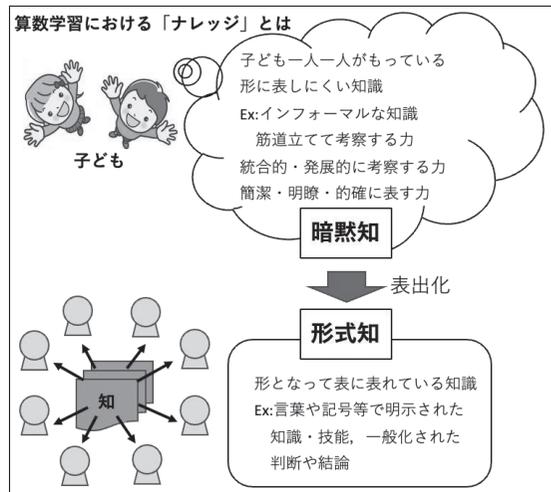


図3 算数学習の「ナレッジ」

算数科の素地指導におけるインフォーマルな知識を働かせた指導を、「四つの知識変換モード」を援用して、教師の適切な子どもへの支援のもと行う指導過程が知識創造指導過程である。

(1) 知識創造指導過程における「四つの知識変換モード」

① 「共同化 (socialization)」

「共同化」とは、子どもが持つインフォーマルな知識を学級全体で共有し、共有されたインフォーマルな知識を用いて問題解決を行おうとする動機付けを行うモードである。

上ヶ谷は、暗黙知を「いつどんな風に振る舞うかに関する相対的な知識」であるとして、そのうちの「どんな風に」の部分の方法知とし、方法知の数だけ、学習課題に対して学習者は多様な試行錯誤が可能であると述べている¹¹⁾。

算数科の素地指導においては、インフォーマルな知識が方法知として機能する。子どもが理解したり捉えたりしているインフォーマルな知識を交流しあい、理解や捉え方の違いを知るとともに、それらの共通項を学級全体で共有し合う場を教師が意図的に設定する。そのことが、問題解決の見通しにつながり、考えや捉え方の違いを認め合いながらも、協働しながら問題解決に向かおうとする雰囲気子どもたちの中に創り出すことができる。

② 「表出化 (externalization)」

「表出化」は、「共同化」において学級で共有されたインフォーマルな知識を用いて形式知を創造していくモードである。

大切なことは、新しい形式知が得られたことだけでなく、それが得られるに至った過程において共有したインフォーマルな知識を使うことで、そのインフォーマルな知識が子どもの内面でより確かなものになり深まることである。そのためには、子ども一人ひとりの自力解決の場や、子どもたちの考えを交流し合う場などを教師が設定することが大切である。

③ 「連結化 (combination)」

「連結化」とは、獲得した形式知を繋げ合わせて、1つの知識体系を創り出すモードである。

「連結化」では、獲得した形式知を「いつ」「どのようにして」繋げあわせるかを指導者が意図して、子どもの中で「連結化」がスムーズに促進するようにすることが重要である。

④ 「内面化 (internalization)」

「内面化」とは、子どもの学習体験が「共同化」「表出化」「連結化」を通じて、メンタル・モデルやノウハウと言う形で内面化され、生活や社会でその知識を活用したり、さらに高度な知識獲得への手掛かりというとなったりするモードである。

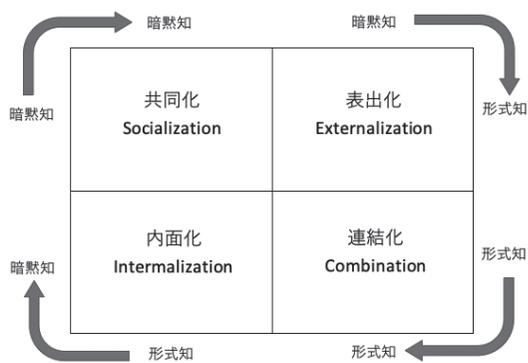


図4 SECIモデル (野中・竹内, 1996)

(2) 知識スパイラル

知識創造指導過程は、1時間の授業で完結するものではない。また知識創造指導過程は、「共同化」→「表出化」→「連結化」→「内面化」というように単純に1方向に進むものでなく、一般には、さまざまな単元の1時間1時間の授業で「共同化」及び「表出化」が行われ形式知が創造されることが繰り返される（本研究では、その1時間1時間の授業を「『共同化→表出化』授業」と呼称する）。

さまざまな単元の1時間1時間の「『共同化→表出化』授業」において創造された形式知は、適切な時点で「連結化」される。「連結化」によって、1時間1時間の授業において創造された形式知が柔軟に結び合わされる。そして共有化されたインフォーマルな知識がより確かで高度な暗黙知に高まり、知識創造指表出化された形式知も連結化により関連する他の形式知と繋がることで、より広げられ深められる「連結化」の後も、1時間1時間の授業で「共同化」「表出化」は続けられ、再び「連結化」が行われ、知識が繋がっていくという知識スパイラルが繰り返され、子どもに「内面化」される。そして「内面化」された知識が生活や社会、さらに高度な知識を生み出す（図6）。

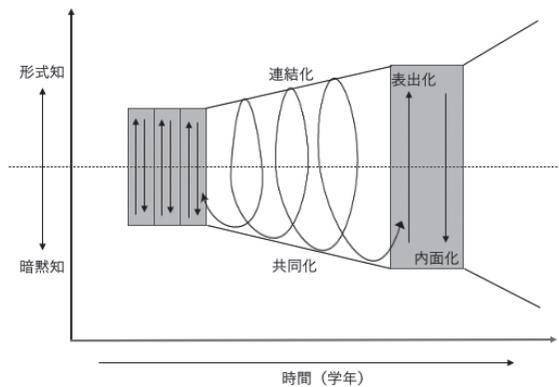


図6 知識スパイラル（野中・竹内，1996を修正）

(3) 知識創造指導過程と「深い学び」

田村は、形式知を「宣言的な知識」、暗黙知を「手続き的な知識」と表し、「宣言的な知識」がどのように繋がるのかを詳細に説明し、知識を広げたり深めたりする学びを「深い学び」とした¹²⁾。

山下は、個別の知識どうしを柔軟に結び合わせ、一つの全体としての意味や価値へと拡張させ続けることを「深い学び」とした²⁾。

中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第197号）」（2016）では「深い学び」について、「習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう」学びであるとしており、前出の田村や山下の考えと整合している。

知識創造指導過程は、インフォーマルな知識を子どもが主体的に働かせて、教室でそれを共有しあい、新しい形式知を創出しそれを知識スパイラルのもと、様々な時間や場面で結び合わせて、身の回りの生活や社会で、その知識を活用したり、さらに高度な知識獲得への手掛かり

としたりするものである。

答申の「深い学び」における「知識を相互に関連付けてより深く理解する」ことや「情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう」ことは、知識創造指導過程における「(形式知を) 様々な時間や場面で繋ぎ合わせ」ることや「身の回りの生活や社会で、その知識を活用したり、さらに高度な知識獲得への手掛かりとしたりする」ことと、それぞれ関連する。

つまり知識創造指導過程は、「深い学び」を志向した指導過程であるということができる。

(4) 知識創造指導過程を促進する要件

知識創造指導過程における教師の役割は、子どもが知識を創造・蓄積し、学級全体が活動しやすく支援し、知識創造指導過程を促進させることである。

知識創造指導過程、とくに「『共同化→表出化』授業」における指導を効果的に行うための要件について次に挙げる。

①「理解しやすい」文脈

レイヴ&ウエンガーは、子どもが将来参加する実践共同体(実社会)への橋渡しとなるべき教室コミュニティを作るべきであるとしている¹³⁾。そのためには、佐伯がレイヴ&ウエンガーの論説の後書きで述べているが、「学習者、つまり子どもをいかに本物の、円熟した実践を垣間見させて、そこへ「行ける」実感を持たせ、実践の手立てを講じてあげること」が大切である。

平林は、各々の知識には、学習者がその知識を受けとりやすくなる目的的文脈(主観的フリンジ)が存在すると指摘している¹⁴⁾。つまり、2つの問題提示があったとして、一方は理解されやすく(佐伯の表現では『そこへ「行ける」実感が持てる』)、他方は子どもには理解されにくい場合が存在する。平林は、子どもの主観的フリンジを考慮して、子どもが理解しやすく、意欲的に問題解決に取り組めるような指導を工夫することが大切であると指摘している。

子どもが理解しやすく問題解決に結びつきやすい文脈を教師が工夫し、新しい形式知を創出しやすくするような工夫を意図的に行うことが大切である。

②教師の「しかけ」

知識創造指導過程は、子どもの主体性に基づいた学習活動をもとに実行されるべきである。

それ故、算数指導における素地指導でも、学習課題に対する問題場面や問題を解決するために働かせたいインフォーマルな知識を、子ども自らが想起できるような工夫が求められる。

その点に関して、中島は、「算数や数学で、子どもにとって新しい内容を指導しようとする際に、教師が既成のものを一方的に与えるのではなく、(中略)教師が適切な発問や助言を通して仕向け、結果において、どの子どもも、いかにも自分で考え出したかのような感激をもつことができるようにする。」と述べている¹⁵⁾。また、澤井は、「教師がどのように仕向ければ、子供が「見方・考え方」を働かせるようになるのか、ときには広げたり、深めたり。養ったりするかを、教師が意図的に仕かけるわけです。…中略…子供がもともと持っている素朴な「見方・考え方」が働くように、教師が意図的に働かせることを通じて、少しずつ鍛えていく…中

略…したがって、「見方・考え方」を働かせる主体、主語には、「子供が～」と「教師が～」の双方があると考えることができます。」と述べている¹⁶⁾。

つまり、教師の『しかけ』により、子どもが問題解決に向けて働かせたいインフォーマルな知識を主体的に想起しやすくするということである。

一方で、スカーダマリア他は上記のような指導に対して、学習の主体が学習者（子ども）にあるように見せかけて、その実、教師がその手綱を握っているという批判をしている¹⁷⁾。

しかし学習指導要領において、身に付けるべき資質・能力として示されている内容を共同体の知識として捉えるならば、学校や地域社会の実践に身を投じる中で、子ども自身がその知を身に付け実践できるようにすることが肝要である¹⁸⁾。

スカーダマリア他は、学習者自らが知識を創造していく学習モデルを提案している¹⁷⁾が、そのような学習モデルを展開していく上でも、その基盤として、公教育の場である小学校において、様々な学習状況にある子どもに知識や技能を確実に身に付けさせることは大切である。それ故、中島の「教師が適切な発問や助言を通して仕向け、結果において、どの子どもも、いかにも自分で考え出したかのような感激をもつことができるようにする」ことや澤井の「子供がもともと持っている素朴な「見方・考え方」が働くように、教師が意図的に働かせることを通じて、少しずつ鍛えていく」というような教師の『しかけ』は大切である。

③効果的な「ブレイクダウン」

野中・竹内は、「単に与えられた問題の解決は、ある事前に決められた一定のやり方（アルゴリズム）に従いながら関連する情報を組み合わせるプロセスを通して見つけ出される。そのようなアプローチは、問題を定義することの重要性を無視している。」と述べ、知識創造を促進するために、創造的なカオス(creative chaos)が必要であるとしている⁷⁾。そしてウイノグラード&フローレスが提唱した「ブレイクダウン」¹⁹⁾の重要性を強調している。

「ブレイクダウン」とは、快適な習慣の状態が中断されることを意味する。

知識創造指導過程を促進させるために「ブレイクダウン」は大切である。特に、子どもが形式知を表出する時には、教師の意図のもと、子どもに既定の筋道とは違った問題を提起したり、子どもの考えに対して批判的な意見を提唱したりすることで、子どもの間にカオス（混沌）を生じさせ、そこから子どもはより深く考えるきっかけを得たり、いままで見えにくかった大切なことに気付き、理解を深めることができ、形式知の創造を助ける。

「ブレイクダウン」が毎時間の授業で必須というわけではないが、効果的な「ブレイクダウン」を設定することで、子どもが既存の前提に疑問を持って考え直すことができ、知識創造指導過程が促進される。

4. 知識創造指導過程における「『共同化→表出化』授業」の実践事例

本研究では、知識創造指導過程における「『共同化→表出化』授業」の実践事例について記述し、「『共同化→表出化』授業」の効果性について検証する。

(1) 単元について

「割合」の素地指導として、第2学年の「分数」（全5時間）の単元（単元計画は表2）の第1時である「 $\frac{1}{2}$ 」の指導における授業実践を行った。

表2 第2学年「分数」の単元計画

時	内容
1 (本時)	半分にした大きさを二分の一といい、 $\frac{1}{2}$ と書くことを理解する。
2	四半分にした大きさを四分の一といい、 $\frac{1}{4}$ と書くことを理解する。
3	3つに等分した1つ分の大きさを三分の一といい、 $\frac{1}{3}$ と書くことを理解する。
4	2つの数量の関係に着目し、倍や分数の意味について捉える。
5	学習内容の定着を確認する。

本時は簡単な分割分数「 $\frac{1}{2}$ 」について指導するが、「割合」の素地指導として、「割合」の大切な要素である「基準量」についての理解につなげることを目的とする。そのため「もとの大きさを同じ大きさに分けた1つ分が $\frac{1}{2}$ 」のように、分割分数には「もとの大きさ」が存在することを意識させ、基準量である「もとの大きさ」をもとに数量を表すことを理解できることを指導の重点とする。

(2) 検証の方法

①調査対象と授業日

大阪府下の小学校第2学年の2学級（67名）を統制群に2年1組（34名）、実験群に2年2組（33名）をあてた。授業は、統制群（2年1組）は2022年2月1日（火）、実験群（2年2組）は2022年2月3日（木）に行った。

②両群の算数の学力に関する等質性について

統制群（2年1組）と実験群（2年2組）は、4月の新学年時に第1学年の成績について考慮し、学力がほぼ等質になるようにクラス分けを行っている。

また、4月から本実践を行うまでの間に実施した算数の評価テストの統制群（2年1組）及び実験群（2年2組）の平均点はそれぞれ85点、84点であった。統制群（2年1組）の子どもの点数分布と実験群（2年2組）の子どもの点数分布について等分散性の検定をF検定で行った結果、2組の点数分布と1組の点数分布には等分散性があることが分かったので、等分散を仮定したt検定を行った結果、効果量（コーエンのd、 $\frac{2組の平均-1組の平均}{\sqrt{\frac{2組の自由度 \times 2組の分散 + 1組の自由度 \times 1組の分散}{2組の自由度 + 1組の自由度}}}$ ）は0.010、

p値は0.68であったことから統制群（2年1組）と実験群（2年2組）の算数に関する学力は同程度であるとみなせる（表3）。

「割合」の学習につながる「倍」についての理解についての等質性を検証するために、「かけ算」の学習の後（2011年12月中旬）に、統制群（2年1組）及び実験群（2年2組）において、倍に関する問題として図7の問題を実施したところ、統制群（2年1組）は34名のうち30名が

表3 算数の評価テストに関する統計的検定の結果

F-検定: 2標本を使った分散の検定

t-検定: 等分散を仮定した2標本による検定

	2組	1組
平均	85.3371377	83.786406
分散	204.946484	256.722964
観測数	33	34
自由度	32	33
観測された分	0.79831769	
P(F<=f) 片側	0.26296735	
F境界値 片側	0.55589403	

	2組	1組
平均	85.3371377	83.786406
分散	204.946484	256.722964
観測数	33	34
プールされた分散	231.233005	
仮説平均との差異	0	
自由度	65	
t	0.41732152	
P(T<=t) 片側	0.33890923	
t境界値 片側	1.66863598	
P(T<=t) 両側	0.67781845	
t境界値 両側	1.99713791	

正答、実験群（2年2組）は33名のうち28名が正答した。それをもとにフィッシャーの直接確率検定を行った結果、効果量（クラメールの連関係数、 $\sqrt{\frac{\chi^2}{N}}$ ）は0.050、p値は0.73で2組の結果と1組の結果で有意差はないことが分かった（表4）。このことから、本実践に影響する可能性のある既習の内容である「倍」や「もとにする量」についての理解の差も統制群（2年1組）と実験群（2年2組）では同程度であるとみなすことができる。

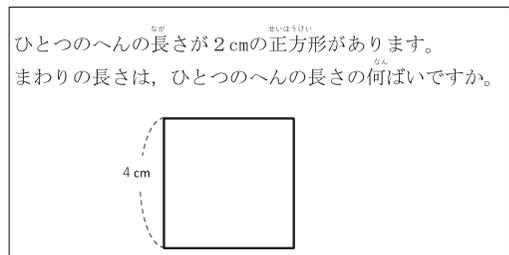


図7 倍に関する問題

②授業について

本時の授業は、統制群（2年1組）も実験群（2年2組）も筆者が行った。

〔ア〕統制群（2年1組）で行った授業

教科書の展開どおり（正方形の折り紙で実際に $\frac{1}{2}$ をつくる授業で、基準量である「もとの大きさ」を意識させるための①「理解しやすい」文脈、②教師の「しかけ」、③効果的な「ブレ

表4 倍に関する問題（図14）に対する統計的検定の結果

Contingency Tables				χ^2 Tests			
クラス	behavior		Total		Value	df	p
	正答	誤答					
2組	28	5	33	χ^2	0.165	1	0.684
1組	30	4	34	Fisher's exact test			0.734
Total	58	9	67	N	67		

イクダウン」の工夫を取り入れない。

(イ) 実験群（2年2組）で行った授業

学習課題及びまとは統制群と同じだが、授業展開は統制群とは異なり、知識創造指導過程の「『共同化→表出化』授業」を行った。知識創造指導過程の「内面化」「表出化」のモードに沿って、「割合」の素地指導として、基準量である「もとの大きさ」をもとに数量を表すことを意識した形式知と創造するための①「理解しやすい」文脈、②教師の「しかけ」、③効果的な「ブレイクダウン」を工夫して取り入れた（表5、詳細は（3）授業記録を参照）

表5 知識創造指導過程を促進する工夫（概要）

①「理解しやすい」文脈	『半分』というインフォーマルな知識をもとに考えることが主観的フリンジになると考え、『半分』をもとに考えやすいようにクイズ形式の問題場面を工夫した。
②教師の「しかけ」	子どもたちが『半分』というインフォーマルな知識を主体的に働かせて課題解決できるように問題場面の視覚的な工夫を行った。
③効果的な「ブレイクダウン」	「分数には『もとの大きさ』がある」という「割合」につながる見方に主体的に気づき、理解を深めることができるようなブレイクダウンを設定した。

③調査項目

本時の授業実施後に、基準量である「もとの大きさ」を意識した分数の意味理解を比較するために、統制群（2年1組）及び実験群（2年2組）に適用問題（図8）を実施して、その正答状況から、統計的手法により理解の差を測定した。

また統制群（2年1組）及び実験群（2年2組）に対して、授業後に「授業アンケート」（項目は表5）を実施して、その結果から、「もとの大きさ」の重要性に対する意識の差について検証した。

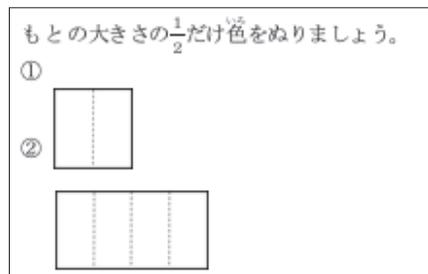


図8 適用問題

表6 授業後の授業アンケートの項目

①分数についてよく分かりましたか。 → (ア) よく分かった、(イ) 少し分かった、(ウ) 少し分からなかった、 (エ) 分からなかった、から選択
②「『を <input type="text"/> 』という』の <input type="text"/> にことばをかきましょう。」
③学習で思ったことや考えたことをかきましょう。(自由記述)

(3) 授業記録（実験群で行った知識創造指導過程の「『共同化→表出化』授業」）

以下、実験群（2年2組）で行った知識創造指導過程の「『共同化→表出化』授業」の授業記録を記述する。Tは教師、Cは子ども、CCは多人数の発話やつぶやきを示している。

①「共同化」

「共同化」では、3（4）の「知識創造指導過程を促進する要件」の「①「理解しやすい」文脈」の工夫として、『半分』というインフォーマルな知識をもとに考えることが主観的フリッジになると考え、問題場面は『半分』をもとに考えやすいように、クイズ的な問題場面を設定することで、子どもが理解しやすく、意欲的に問題解決に取り組めるようにした。

子どもは、日常生活の中で『半分』という考えをよく使っている。「半分にわかる」「折り紙を半分に折る」などがそれである。

丸山（2004）⁵⁾は『半分』などの等分配について、3歳前期では幼児の多くが等分配できないが、3歳後期から4歳前期にかけて急速に等分配できる幼児の人数が増加し、5歳後期になると幼児のほとんどが等分配をできるようになることを調査により明らかにしている。

Matthews et al.（1978）⁶⁾も、小学校就学前の幼児の中で、「『半分』というのがおおよその寸法として、よく会話で使われる」「分配については、食事の時間やケーキなどを焼いたり、材料を分けるときによくでてくる」と述べている。

つまり『半分』という考えは小学校就学前に子どもが獲得しているインフォーマルな知識である。

まず、子どもに、フリップ①を提示して、単に“あたり”か“はずれ”かを子どもに尋ねた。

T：「（フリップ①を提示して）“あたり”ですか？ “はずれ”ですか？」

CC：「“あたり” “はずれ”って何ですか？」

CC：「どうなれば“あたり”なのかな。」

子どもに“あたり”か“はずれ”か挙手させたら“あたり”が18人、“はずれ”が15人だった。

そして、フリップ①は“はずれ”であることを子どもに告げた。



図9 フリップ①

次にフリップ②を提示した。

T：「（フリップ②を提示して）“あたり”ですか？ “はずれ”ですか？」

CC：「“①が”はずれ“だったから…。」

子どもに挙手させたら“あたり”が8人、“はずれ”が25人だった。フリップ②が“はずれ”だと子どもに告げた。すると子どもから「分かった！」という声も出てきた。

そしてフリップ③を提示した。

T：「（フリップ③を提示して）“あたり”ですか？ “はずれ”ですか？」

CC：「（「もう分かったよ」という子どもが多くいた。）

子どもに挙手させたら、ほとんどの子どもが“あたり”に手を挙げた。この段階で、ほとんどの全ての子どもが、『半分』であるかど

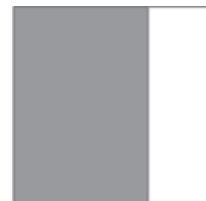


図10 フリップ②

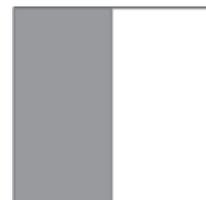
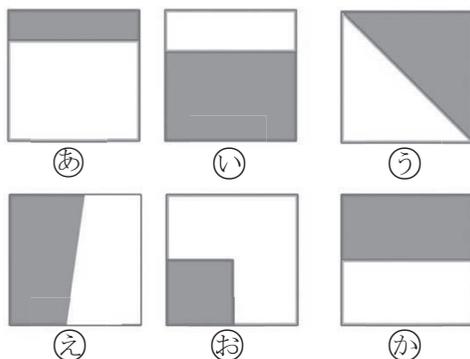


図11 フリップ③



※ 提示した(あ)～(か)の正方形の大きさは、
フリップ①②③と同じ

図12 問題A

うかが答えであることに気づいたようである。

教師は、インフォーマルな知識である『半分』を使いなさいとは言っていないが、子どもたちは『半分』という考えを主体的に想起している。これが3（4）の「知識創造指導過程を促進する要件」の「②教師の「しかけ」」である。『半分』がキーワードであるということが子ども間で共有できたのである。しかし、この段階で『半分』という考えの捉え方は子どもそれぞれであり、本当の意味で『半分』という考えが教室全体で共有できたとは言い難い。『半分』という考えは暗黙知である故に、それを言葉で言い表しにくく、子どもそれぞれで受け止め方に「ズレ」があるからである。

本当の共有のためには、『半分』という考えについて子どもどうしの対話が必要であると考え、問題Aを提示して、それぞれ“あたり”か“はずれ”かと、それはどうしてかを話し合った。そのことを通して、『半分』ということばが子どもから多く出てきたので、ここで、『半分』という考えについてさらに共有化を図るために、次の発問をした結果、多くの子どもが『半分』という考えについて発表した。

T：「『半分』とは、どういうことですか？」

C1：「折ったら重なることです。」

C2：「ハサミで切って同じ形になることです。」

C3：「大きさが同じだということです。」

T：「今、3つの『半分』が出たけど、どの『半分』が正しいですか？」

C4：「どれも正しいと思います。」

C5：「私も、どれも同じだと思います。」

T：「何が同じなのですか？」

C6：「折って重なっても、切って同じ形になっても、どちらも同じ大きさだからです。」

T：「では、切ったり重ねたりして同じ大きさになることを『半分』と言って良いですか？」

CC：「それで良いです。」

このようにして、教室で『半分』という考えが共有できた。

②「表出化」

次に教師は分数の意味を「このように、もとの大きさの半分に分けた1つ分を、もとの大きさの二分の一といい、 $\frac{1}{2}$ と書きます。」と説明して板書した。その時、ある子どもが、「どうして2が出てくるの?」とつぶやいたので、次のように分数の意味の理解を深めた。

T:「○○さんは今、「どうして2が出てくるの?」とつぶやいたのですが、誰か説明できますか。」

C7:「半分に分けたら2つになるからです。」

C8:「半分に分けた2つのうちの1つだから、 $\frac{1}{2}$ です。」

ここまでで、『半分』という考えを使って、子どもは「分数の意味」という形式知を理解した。しかし、「割合」の素地指導の要点である、分数の意味の中で「もとの大きさ」ということばがあることを子どもは意識していなかった。

そこで、子どもに「もとの大きさ」に着目させるために、問題Bを提示した。

T:「(㊸のみを提示して) 青い部分は、分数で表すとどうなりますか。」

C9:「 $\frac{1}{2}$ です。」

T:「そうですね。(㊸の横に㊹を提示して) では、これはどうですか?」

C10:「えっ…。大きくなったから…。どうなるのかな?」

子どもたちは困惑した。これが、3(4)の「知識創造指導過程を促進する要件」の「③効果的な「ブレイクダウン」」であり、子どもにカオス(混沌)を生み出すことになる。

問題Bの㊹を解決するために、近くの子たちと話し合う時間を設定した。しばらくすると、「あっ、分かった!」という声が上がった。

C11:「㊹の答えは、 $\frac{1}{2}$ です。」

T:「正解です。じゃあ、どうして $\frac{1}{2}$ なのかみんな考えてごらん。」

C12:「(黒板の分数の意味の部分の指さして)、ここに、 $\frac{1}{2}$ って『もとの大きさの半分に分けた一つ分』と書いているからです。」

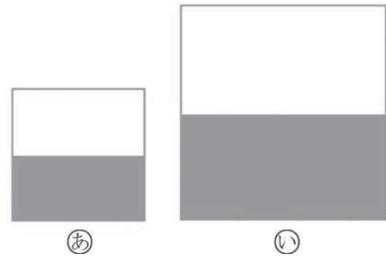
C13:「㊸と比べると㊹は大きいけど、㊹もこの大きさ(大きい正方形をなぞって)の半分だから、㊹も $\frac{1}{2}$ です。」

T:「ということは、㊸も㊹もどちらも $\frac{1}{2}$ となりますね。」

C18:「㊸も㊹もどちらも $\frac{1}{2}$ というのは、何かおかしい気がします。」

C19:「大きさが違うのに、㊸も㊹も同じ $\frac{1}{2}$ だとややこしいです。」

すると、ある子どもが発表した。



※ 提示した㊸の正方形の大きさは、フリップ①②③と同じ

図13 問題B

C20:「㊸も㊹も $\frac{1}{2}$ と言うんじゃないくて、『もとの大きさの $\frac{1}{2}$ 』と言えば良いんじゃないかな。」

C21:「それだと分かりやすいね。」

以上のように、意図的にブレイクダウンを取り入れることにより、「分数には『もとの大きさ』がある」という子どもになかなか見えにくかったが大切な見方に主体的に気付き、理解を深めることができ、「分数の意味」という形式知の創造を助けることができた。

(4) 結果と考察

①適用問題の結果と考察

授業の終末に、統制群（2年1組）と実験群（2年2組）に「もとの大きさ」を意識した分数の意味理解を問う問題として、図8（再掲）の適用問題をさせた。

表7は、適用問題に対する統制群（2年1組）及び実験群（2年2組）の解答類型の相関関係を表したものである。問題①に関しては、統制群（2年1組）、実験群（2年2組）とともに、ほぼ全員が正解し、差が見られな

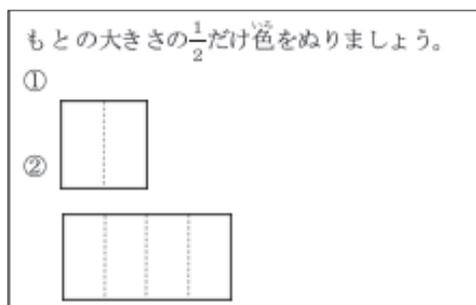


図8 適用問題

かった。問題②に関しては、統制群（2年1組）、実験群（2年2組）ともに、問題①の大きさと同じ大きさだけ色を塗るという、もとの大きさを意識できていない誤答が多かった。しかし、統制群（2年1組）では問題②の正答率が約76%だったことに対し、実験群（2年2組）では正答率が94%となった。

問題②の正答に関してフィッシャーの直接確率検定を行った結果、効果量（クramerの連関係数、 $\sqrt{\frac{\chi^2}{N}}$ ）は 0.30で、実験群（2年2組）での授業実践は効果を及ぼしていることが分かり、p 値も0.023で統制群（2年1組）の結果と実験群（2年2組）の結果で有意差があることが分かった（表8）。

以上の結果から、実験群（2年2組）に対して行った知識創造指導過程の「『共同化→表出化』授業」は、統制群（2年1組）で行った従来の授業よりも「もとの大きさ」を意識した分数の理解を確かなものにするといえる。

②授業アンケートの結果と考察

統制群（2年1組）及び実験群（2年2組）の授業後、子どもに、「分数についてよくわかりましたか?」、「学習したことをかきましょう」、「学習で思ったことや考えたことをかきましょう」の3つのアンケートを子どもに実施した。その結果を次に示す。

『分数についてよくわかりましたか』

選択肢として、「(ア) よく分かった、(イ) 少し分かった、(ウ) 少し分からなかった (エ) 分からなかった」から子どもに選ばせた。

表7 適用問題の回答類型表

<統制群（2年1組）>

	②-1	②-2 (正答)	②-3	②-4	②-5	合計
①-1 (正答)	8	24			1	33
①-2						
①-3					1	1
合計	7	25			2	34

<実験群（2年2組）>

	②-1	②-2 (正答)	②-3	②-4	②-5	合計
①-1 (正答)	2	31				33
①-2						
①-3						
合計	2	31				33

<①の回答例> ①-1 :  (正答)
 ①-2 : 
 ③-3 : 無答

<②の回答例> ②-1 : 
 ②-2 : 
 ②-3 :  (正答)
 ②-4 : 
 ②-5 : 無答

表8 適用問題に対する統計的検定の結果

Contingency Tables				χ ² Tests			
クラス	behavior		Total	χ ²	Value	df	p
	正答	誤答					
2組	31	2	33	6.21	1	0.013	
1組	24	10	34				0.023
Total	55	12	67	N	67		

その結果、実験群（2年2組）では、(ア)を選択した子どもが30名、(イ)を選択した子どもが3名で、否定的な項目を選択した子どもはいなかった。

統制群（2年1組）では、(ア)を選択した子どもが25名、(イ)を選択した子どもが7名、(ウ)を選択した子どもが2名となり、実験群（2年2組）より肯定的な項目を選択した児童が少なかった。

「『を $\frac{1}{2}$ という』のにことばをかきましょう。」

この項目は、統制群（2年1組）、実験群（2年2組）に対して、指導者が「どんなものを $\frac{1}{2}$ といいますか。 $\frac{1}{2}$ の意味をかきましょう」と言葉で添えて回答させた。

「もとの大きさの半分」という表現ができていないかを観点にすると、実験群（2年2組）では、次の結果となった。

- 「もとの大きさの半分」という表現ができていた子ども→30名
- 「半分」とは書いていたが、「もとの大きさ」と書けていない子ども→2名
- 無答→1名

一方、統制群（2年1組）では、「もとの大きさの半分」という表現ができていた子どもが24名、「半分」とは書いていたが、「もとの大きさ」と書けていない子どもが9名。無答が1名であった。

以上の結果より統制群（2年1組）も実験群（2年2組）も、「半分」については意識できていたが、統制群（2年1組）より実験群（2年2組）の方が「もとの大きさ」を子どもたちがより意識していることが分かった。

学習で思ったことや考えたことをかきましょう

統制群（2年1組）と実験群（2年2組）の子どもに自由筆記させた。（人数は、そのような内容を書いた子どもの数をカウントしている。）

実験群（2年2組）では、

- クイズをやりながらだったので楽しかった。→5人
- 授業や、分数（ $\frac{1}{2}$ ）の意味がよく分かった。→12人

等、素朴な感想もあったが、

- 「もとの大きさ」が変わると、 $\frac{1}{2}$ の大きさも変わることが分かった。→13人
- 分数では「もとの大きさ」が大切なことが分かった。→7人

等、「もとの大きさ」に着目できている子どもも多くいた。一方、

- 「もとの大きさ」が変わってから、分かりにくくなった。→2人
- 「もとの大きさ」の考えが難しい。→3人

などの感想もあった。また、

- 「もとの大きさ」は、「倍」の学習でも出てきた。→4人
- 「倍」の学習でも「もとの大きさ」が出てきたので、「もとの大きさ」の大切さが分かった。→2人

という感想もあった。

統制群（2年1組）では、「授業や、分数（ $\frac{1}{2}$ ）の意味がよく分かった（15名）」「折り紙で作ったのでわかりやすかった（8名）」などの感想も多かったが、実験群（2年2組）の感想のように「もとの大きさ」に着目した感想は3名で、3名とも、「もとの大きさの半分が $\frac{1}{2}$ だということが分かった」等、分数の意味を表記したのみだった。

「授業アンケート」の結果から、実験群（2年2組）ではほぼ全ての子どもが分数の意味について理解できているという結果となった。そのうち、理解の深さの差はあるものの、「もとの大きさ」の重要性を明確に意識している子どもが、約91%（30名）であったことも、実践の目的が達成できたと考える。

しかし実験群（2年2組）の子どもの中からは、「もとの大きさ」が変わってから、分りにくくなった」や「もとの大きさ」の考えが難しい」など「もとの大きさ」を十分理解できていないと感じている感想も出された。ブレイクダウンについては、より多くの児童の理解につながるような工夫を行うとともに、「もとの大きさ」を意識した指導を継続して行く必要がある。

また、実験群（2年2組）では、「分数」の学習を既習の「倍」の学習と結びつけた感想も6名おり、「連結化」を自然発生的に行っている子どももいることが分かった。その要因として、本実践が基準量を重点においたものであることに加え、当該学年においては「倍」の学習の際に、「もとの大きさ」を強調した指導を行っていたことが挙げられ、そのため「倍」の学習と本学習とを結びつける子どもが表れたものと考ええる。

以上のことから、実験群（2年2組）に対して行った知識創造指導過程の「『共同化→表出化』授業」は、「割合」の指導において大切な基準量について子どもに意識させることができ、「割合」の素地につながったといえる。

5. 結論

本研究では「割合」の素地指導として、第2学年の「分数」の単元の「 $1/2$ 」の指導において、知識創造指導過程の「『共同化→表出化』授業」による授業実践を行った。

その結果、「割合」の素地指導においてインフォーマルな知識を働かせた「『共同化→表出化』授業」が、①「理解しやすい」文脈、②教師の「しかけ」、③効果的な「ブレイクダウン」を工夫した指導を行うことにより、「割合」の素地指導にとって重要である基準量の大切さを捉えた形式知を創り出すことができた。

しかし、「『共同化→表出化』授業は、知識創造指導過程の「共同化」→「表出化」の2つの

サイクルのみを取り上げたものであり、今後「連結化」「内面化」を促進する授業についても実践し検証する必要がある。

「連結化」に関しては、「分数」における「もとの大きさ」と、「かけ算」の単元で既習の「倍」における「もとにする量」とを比較して、どちらも基準量が存在することに気づかせることが考えられる。例えば第3学年での倍の指導の際に、分数との共通性に触れることを通して基準量を正しく把握することの重要性についての理解を深める授業などが考えられる。

そして創造した知識を日常生活やより進んだ課題に活用するなど、「内面化」を図るための授業実践も今後の課題である。

また本研究では、「一般には、さまざまな単元の1時間1時間の授業で「共同化」及び「表出化」が行われ形式知が創造されることが繰り返される」とし、その1時間1時間の授業を「『共同化→表出化』授業」と呼び、その授業実践と検証を行った。しかし「共同化→表出化→連結化→内面化」すべてを含むような1時間の授業が創れるならば、その授業を積み重ねることにより、知識創造指導過程における知識スパイラルが実現することになる。本研究における授業実践でも、全ての子どもではないが、一部の子どもの内面では「もとの大きさ」は、「倍」の学習でも出てきた」という「連結化」と言えるものが発生している。

「共同化→表出化」で1時間の授業が終わるのではなく、子どもの内面で「連結化」「内面化」が1時間の授業の中で起こるような授業についても検証する必要がある。

引用・参考文献

- 1) 石田淳一・神田恵子 (2013) 「「学び合い」で必ず成功する！ 小学校算数「割合」の授業」, 明治図書.
- 2) 山下英俊 (2018) 「「割合」指導の3つの方略」, 東洋館出版社.
- 3) 吉田甫 (1997) 「教授・学習における子どもの知識と教授介入 (2)」, 宮崎大学教育学部紀要 教育科学 第82号, pp.23～43.
- 4) 石井康博 (2013) 「小学校算数科で利用されてきた具体物 — 子どものインフォーマルな知識および方略に与える影響」, 関西大学出版部
- 5) 丸山良平 (2004) 「幼児教育におけるインフォーマル算数習得の支援プログラムと指導法の開発」, 平成14年度～平成15年度科学研究費補助金 (基礎研究 (C) (2)) 研究成果報告書.
- 6) Geoffrey Matthews and Julia Matthews et al. (1978) “Early Mathematical Experiences” ,Addison-Wesley Publishers Limited (ジェフリー・マシューズ ジュリア・マシューズ 他 (1989) 『幼児期の数体験』 (角尾稔・永野重史 訳), チャイルド本社).
- 7) Ikujiro Nonaka and Hirotaka Takeuchi (1995) “The Knowledge-Creating Company:How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation” ,Oxford University Press.
Inc (野中郁次郎・竹内弘高 (1996) 『知識創造企業』, (梅本勝博 訳), 東洋経済新報社) .
- 8) 佐橋慶彦 (2022) 「SECIモデルを活用した学級文化の共創」, 月間生徒指導 第52巻 第9号, 学事出版, pp.34～40.
- 9) 瀧田和也 (2016). 「話すこと・聞くこと」領域における小・中の学びをつなぎ、思考力を育む指導の工夫 (第二年次) — 小中交流授業による協働的な学びを通して —, 福島県教育センター 平成28年度研究紀要, pp33～35
- 10) 佐藤勝弘・脇野哲郎 (2004) 「体育学習における「知の共有」 — ナレッジ・マネジメント理論の導入

- 第2報], 新潟大学教育人間科学部附属教育実践総合センター研究紀要 教育実践総合研究 第3号, pp111 ~ 118
- 11) 上ヶ谷友侑 (2015). 「「予想すること」に関する数学的な暗黙知の教授可能性」, 日本数学教育学会誌 第97巻 数学教育学論究 (臨時増刊), pp.25-32
 - 12) 田村学 (2018) 「深い学び」, 東洋館出版社.
 - 13) Jean Lave and Etienne Wenger (1991) “Situated Learning” ,Cambridge University Press (レイヴJ. ウェンガー E. (1993). 「状況に埋め込まれた学習：正統的周辺参加」, (佐伯胖 訳), 産業図書).
 - 14) 平林一栄 (2001) 「授業とは何か — 数学教育における認識論的授業論」, 近畿数学教育学会会誌 14, pp.34 ~ 41.
 - 15) 中島健三 (1982) 「算数・数学教育と数学的な考え方 — その進展のための考察 —」, 東洋館出版
 - 16) 澤井陽介 (2017) 「授業の見方 「主体的・対話的で深い学び」の授業改善」, 東洋館出版
 - 17) スカーダマリア,M.・ベライター ,C.・大島純 (2010) 「知識創造実践のための「知識構築共同体」学習環境」, 日本教育工学会論文誌 33 (3), pp197 ~ 208
 - 18) 後藤大二郎 (2022) 「学習環境デザインを基盤とするカリキュラム編成にむけた基礎的研究」. 佐賀大学大学院学校教育学研究科紀要 第6巻, pp.54 ~ 63
 - 19) Winograd,T. and F. Flores (1986) “Understanding Computers and Cognition:A New Foundation for Design” ,Nordwood, NJ:Ablex. (ウイノグラード&フローレス (1989). 「コンピュータと認知を理解する」, (平賀謙 訳), 産業図書).

