

「ずれ」によって外化を促す算数の授業づくり

教職実践応用領域 授業づくり履修モデル
長田 絵里香

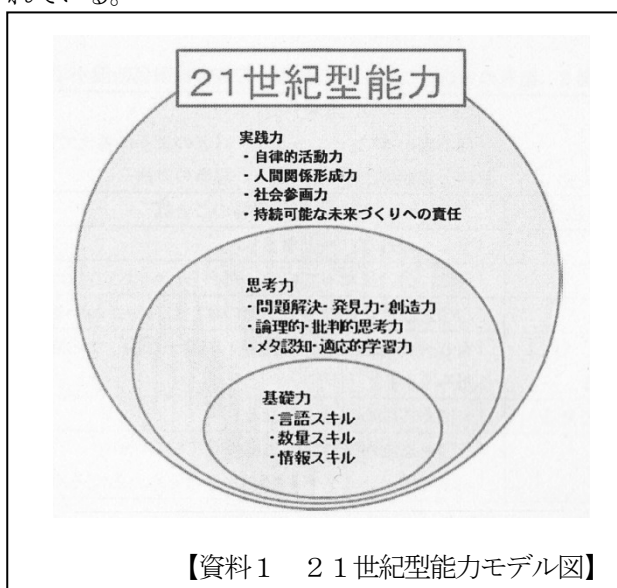
1 研究主題設定の経緯

(1) これからの子どもたちに必要な学力とは

21世紀は、新しい知識・情報・技術が政治・文化をはじめ社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増す、いわゆる「知識基盤社会」の時代であると言われている¹⁾。このような変化の激しい社会を生き抜く資質を育むことが今日の教育の重要な課題である。

国立教育政策研究所のプロジェクト研究の報告書には、「21世紀型能力」が提案されている²⁾。「21世紀型能力」とは、学力の三要素（基礎的・基本的な知識・技能の習得、知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等、学習意欲）を「課題を解決するため」の資質・能力という視点で再構成し、さらに、「確かな学力」と「豊かな心」、「健やかな体」の育成という現行学習指導要領が目指す知・徳・体を総合的に関連付けて捉えた上で、これからの学校教育の中で身に付けさせたい資質・能力として示したものである²⁾。

「21世紀型能力」は「思考力」「基礎力」「実践力」から構成されている。中核には思考力が位置付けられ、問題解決・発見力・想像力、論理的・批判的な思考力、そしてメタ認知から構成される。これらの力が統合されることによって、思考力が獲得されていくと考えられている。



それぞれの力を統合していく過程において、力を発揮するのがメタ認知であると考えられる。自分自身の学習状況を把握し、必要であれば修正を加えながら、自ら

学習を進めていく原動力となり得る。学習の中で児童がメタ認知を働かせ、自ら学習を進めていくことができるようにしていくことが学習指導において重要であると考えられる。

算数科の目標の中にもこの考えが位置づけられている³⁾。

算数的活動を通して、数量や図形についての基礎的・基本的な知識及び技能を身に付け、日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考え、表現する能力を育てるとともに、算数的活動の楽しさや数理的な処理のよさに気づき、進んで生活や学習に活用しようとする態度を育てる。

見通しをもち筋道を立てて考えるとは、つまり学習を計画し、その考えが正しいかどうかをメタ認知を働かせながら根拠を明らかにして進めていくことであると考えられる。算数科においても、メタ認知を働かせて学習を進めていくことが必要になってくる。

(2) 教育現場の課題から

本年度担当している6年生は全国学力学習状況調査において、算数A、算数Bのどちらとも全国平均を上回る結果が出ている。しかし、質問紙の調査の「算数の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えますか」という設問に対して、約4割の児童がどちらかといえばいいえ、いいえと答え、全国平均を下回った。

また、4月に学級の児童に算数に関するアンケート調査を行ったところ、28人中10人、クラスの3分の1以上の児童が「算数は楽しくない」と感じていることが分かった。また、「算数は楽しくない」と答えた10人の学力を見てみると、10人中7人の児童は算数の学習において一定の成績を収めることができている比較的学力の高い児童であった。楽しくないと感じる理由については、学力が下位の児童が「難しいから」「頭がこんがらがらるから」と答えているのに対して、学力が上位の児童は「面白くないから」「もう分かっているから」などがあつた。

授業の様子を見ても、答えが出ればそれでよいという考えの児童が多く、他の児童がどのように考えたのかに興味をもったり、学習したことを他の問題や生活に生かそうしたりする様子はありません。

これらのことから本学級の児童は学力は比較的高いが、算数に対して楽しさを感じておらず、「算数は答

えを出すことができればそれでよい。」「算数は授業の中だけで用いられればよい。」といったように算数に対して否定的なメタ認知をもっている。このような児童に対して、どのような授業を行えば、児童自身がメタ認知を働かせながら自ら学習に臨むことができるようになるかを考えていく必要があると考えた。

2 メタ認知と学習との関わり

(1) メタ認知とは

メタとは「高次の」という意味である。メタ認知とは、自分の行動や思考についての認知をより高い視点から認知すること、つまり自分の認知そのものを認知することである。

三宮(2008)は、学習場面においてメタ認知を働かせる意義について「学習におけるメタ認知を促進することは、きわめて効果的な学習支援法と考えられる。それは、単に学習法を教えるといった狭い意味合いのものではなく、学習に対する基本的な姿勢や考え方、感じ方、動機づけなどに働きかけ、学習者が自分の意思と選択によって学習に積極的にかかわることを可能にする。」と述べている⁴⁾。メタ認知を働かせることで、その時の学習課題の解決だけにとどまらず、その後の学習全般に関わる態度を育てることができると考える。

重松(1987)は認知の中での知識と技能に対応させて、メタ認知的知識とメタ認知的技能に分けてメタ認知を定義している⁵⁾。

〈メタ認知的知識〉

認知作用の状態を判断するために蓄えられた環境、課題、自己、方略についての知識をいう。

環境に関するメタ認知：環境の状態が認知活動にどのように影響するかに関する知識

課題に対するメタ認知：課題の本性が認知活動にどのように影響するかに関する知識

自己に対するメタ認知：自己の技能、能力が認知活動にどのように影響するかに関する知識

方略に関するメタ認知：認知活動をよくするための方略に関する知識

〈メタ認知的技能〉

メタ知識に照らして認知作用を直接的に調整するモニター、自己評価、コントロールの技能

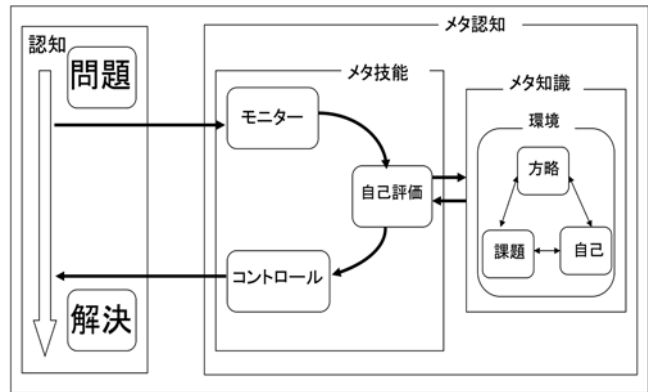
モニターに関するメタ技能：認知活動の進行状況を直接的にチェックする技能

自己評価に関するメタ技能：認知活動の結果をメタ認知的知識と照合して直接的に評価する技能

コントロールに関するメタ技能：評価に基づいて認知活動を直接的に制御する技能

認知活動を行う際にはメタ認知的知識とメタ認知的技能が関連し作用している。

次の図はこれらの関連を重松がモデル化したものである。



【資料2 メタ認知モデル図】

メタ認知的技能の3要素が一連の作用として認知活動に働き掛けている。メタ認知を作用させるためには、まずは、自分の認知活動の進行状況を児童自身が認知すること。つまり、自分の認知状況をモニターすることができるようになることが必要であることが分かる。

(2) 認知過程を外化すること

児童自身や教師が、自分の認知状況を把握するためには「外化」させる必要がある。「外化」とは、内部で生じる認知過程を観察可能な形で外界に出すことであり、発話、メモ、図、ジェスチャー、文章化、モデル化、シミュレーションなど多様な手段がある⁶⁾。授業内においても自分の考えを音声言語で他の児童に伝えたり、記述言語でノートに自分の考えを書き表したりすることで「外化」できる。

児童が学習場面においてメタ認知を働かせることができるようにするためには、まずは認知過程の外化を促し、自分自身の認知過程をモニタリングさせる必要があると考える。また、外化を促すことによって、教師も児童の認知過程を把握することができ、児童の考えを大切にしたい授業展開を構成することができると考える。

3 研究に関わる先行研究

(1) ふきだしを用いたメタ認知等の外化

児童自身や教師がメタ認知の状況を把握するためには、認知過程を外化させる必要がある。外化の方法として着目したのが、亀岡正睦氏が提唱した「ふきだし法」である。

ふきだし法は漫画のようなふきだしを活用して思考過程を記述表現させる指導法である。亀岡(1999)はふきだし法の指導的意義として以下の三点を挙げている⁷⁾。

- ① 思考過程において生成される表象を言語表象に結びつけて記号化していく際の心理的抵抗や抑圧を軽減する役割を果たす。
- ② 個人にとっても集団にとっても、問題解決能力の育成に最適な学級内相互作用が引き出され、個人及び集団の発想や考え方がさらに深ま

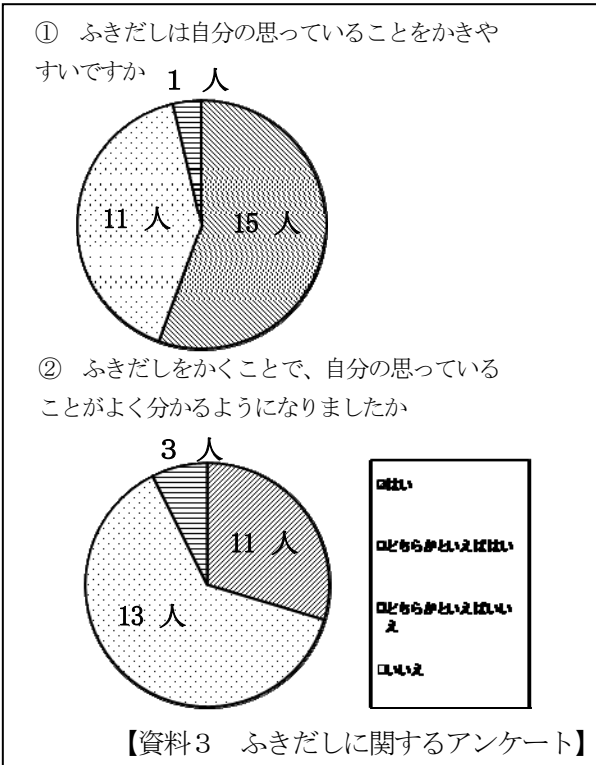
る装置として機能する。

- ③ 内言的な記号操作の前段階に自己中心言語である『つぶやき』を意図的に促すことで、より記号的操作への移行を円滑にする。

ふきだしを用いることは、児童にとっては漫画等なじみがあり、思いや考えを書きやすいと考える。自分の思いや考えを表現すること、つまり外化をすることが苦手な子にとって、ふきだしは有効な外化の手段になるのではないかと考えた。本研究では、このふきだしを用いて児童のメタ認知を含めた認知過程を外化させ、ふきだしの現れ方によって、教材や教師の働きかけが児童の認知過程の外化を促し、メタ認知を働かせることに有効であったかを検証していくことにする。

(2) 予備実践における成果と課題

予備実践において、ふきだして認知過程を外化させる場面を設けた。下のグラフは予備実践後のふきだしに関するアンケートである。



アンケート結果から、ふきだしを使うことによって、児童自身が自分が考えたことを外化しやすいと実感したり、自分の認知過程を認識しやすくなったりしたことが分かった。よって、外化をさせる手段として、ふきだしは有効ではないかと考える。

しかし、授業の様子を見てみると、ふきだしをかくことができない児童がクラスの2割ほどいた。これは、ふきだしをかきたいという気持ちを喚起させるような授業内での感動が少なかったからではないかと考える。また、外化したふきだしをどのように授業内で生かすのか、その方法についても課題が残った。

予備実践で明らかになった課題から、まずは児童一人一人が認知過程を外化することができるようにすることが必要であると考えた。そのためには、どのように授業内で児童に働きかければ、児童に認知過程の外化を促すことができるのかを明らかにしていきたいと考えた。

(3) 「ずれ」を生み出す授業展開

児童の認知過程に働き掛けるための授業内での工夫を考える上で着目した先行研究が、志水廣氏の「ずれ」の研究である。志水(2003)は子どもの学びにおける意識の不整合の場面を「ずれ」と呼んでいる。ずれとは子どもが教師・友達・教材と関わり合う場面に存在し、教師とのずれ、友達とのずれ、教材とのずれの3つがある⁸⁾。

児童が教師・友達・教材と関わり合って、「あれっ？」を感じた瞬間がずれの発生であり、「あっ、そうか！」という瞬間がずれの修正である。このずれの発生と修正の価値について以下の2点が挙げられている。

- ずれの発生と修正によって、子どもの追求エネルギーに変動を与えることができる。
- 子どもの概念を広げたり高めたり深めたりすることができる。

ずれが発生する時とずれが修正される時には児童の認知が促進されていると考える。ずれが生じたときに外化を促していけば、児童は認知過程を外化し、メタ認知を働かせることができるようになるのではないかと考える。そこで授業内で意図的に児童がずれる場面を仕掛けていくことによって、認知過程の外化を促していきたいと考えた。

(4) 「ずれ」を発生させるための仕掛け

志水の先行研究では、ずれを学習に生かすための指導法として、以下のような5つの指導法が有効であると述べられている⁸⁾。

- ・ 意図的なしかけ
- ・ 復唱法の活用
- ・ Whatで問う
- ・ 問題場面に戻る
- ・ 図で振り返る

本研究では、特にこの中の「意図的なしかけ」を授業内に取り入れることで、ずれを発生させていく。

また、どのような学習活動でずれを仕掛けることができるかを、ずれを発生させる授業の事例を考察することで考えた。その結果、以下のような学習活動で仕掛けることができるのではないかと考えた。

- ①未習と既習の違いの明確化
- ②操作活動や思考の過程の比較
- ③既習の論理の拡張
- ④考えや説明の曖昧さの顕在化
- ⑤問題や発言をとらえる視点の変換

①の未習と既習の違いの明確化は、未習と既習の問題を比べさせることで、「あれ、今までと違う。」とい

うように既習との違いが明らかになることによって発生するずれである。②の操作活動や思考の過程の比較は、児童によって答えにたどりつくまでのプロセスが違くと、具体物の操作活動や説明の仕方に違いが出てくる。その結果、「あれ、友達と違う。」と他の児童の考えの違いが明らかになったときに発生するずれである。③の既習の論理の拡張は、既習の問題の数値や条件を変えて、「ではこの場合はどうなるのか」と拡張することで生まれるずれである。④の考えや発言の曖昧さの顕在化は、児童の曖昧な発言に対して教師が切り返すことで生まれるずれである。⑤の問題や発言をとらえる視点の転換は、問題に対して教師が「もし」と新たな視点を提示することで生まれるずれである。

これらを問題提示の工夫、発問や切り返しなどの教師の働きかけなどを通して、授業の中にずれを生み出すように意図的に仕掛ける場面を設けることで、児童の認知過程に働きかけ、外化を促すことができるように授業構想を考えていく。

4 研究の目的

本研究では、メタ認知を働かせながら学習を行うことができるようにするために、まずは認知過程を外化することに焦点を当て、外化を促す授業の在り方として「ずれ」に着目し、ずれを基にした授業の在り方を明らかにしていくことを目的とする。

5 研究の構想と方法

(1) 研究の仮説と仮説に迫るための手だて

本研究の仮説と仮説に迫るための手だてを次のように設定した。

研究の仮説

授業の中にずれを生み出す場면을意図的に仕掛けることで、児童が問題に対して試行錯誤し始め、その結果、認知過程の外化を促すことができるであろう。

仮説に迫るための手だて

〈手だて①〉 認知過程の外化を促すためのずれを仕掛けた授業展開

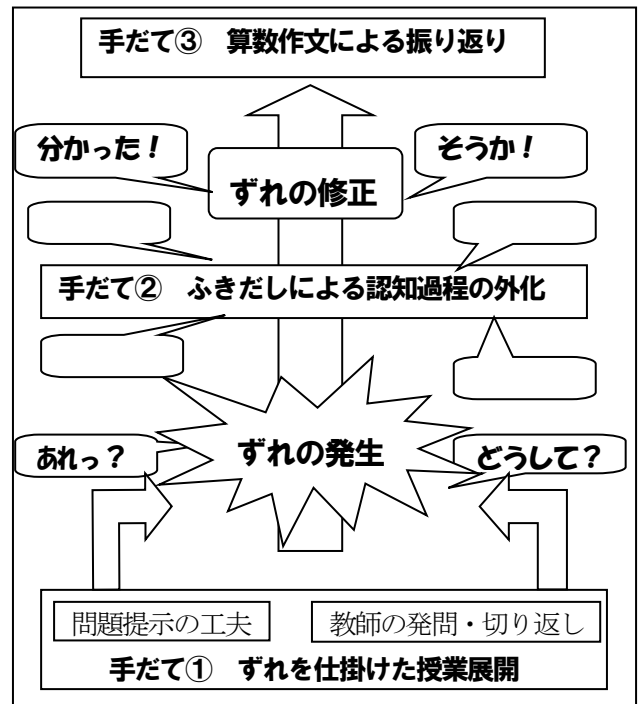
児童の認知過程の外化を促すために、問題提示の工夫や発問等でずれを意図的に仕掛ける。

〈手だて②〉 ふきだしを用いた認知過程の外化

教師と児童の両者が認知過程を認識することができるようにするために、そのとき思ったことをふきだして記述表現させる。

〈手だて③〉 算数作文による振り返り

授業の終わりに本時の学習の内容や、自分が授業内にどのようなことを思ったのかについて振り返ることで、本時の自分の学習に対するメタ認知を働かせることができるようにする。



【資料4 研究構想図】

本研究では、ふきだしの量や書かれた内容、算数作文の記述などから、ずれを発生させるために意図的に仕掛けた教師の仕掛けが、児童の認知過程に働きかけることができ、外化を促すことにつながっているかどうか、外化させたふきだしを用いて、児童がメタ認知を働かせ、本時の学習の振り返りを行うことができているかを検証していく。

6 これまでの研究経過と学び、実践、調査など

- (1) 研究対象 N市立Y小学校6年生28人
- (2) 実践例1

- ① 単元「比とその利用」(本時1/8)
- ② 本時のねらい

2つの量の大きさの割合を比で表すという単元のねらいをつかみ、比の意味とその表し方を理解する。

③ 本時で仕掛けるずれ

本時で、児童は問題文に書かれている数量関係を比で表していく。児童は、問題文に書かれている数量をそのままの順番、そのままの数で機械的に比に表せばよいと考えていることが予想される。

そこで、フラッシュカードで習熟を図る場面を設ける。その際に問題文と比の順序が対応していない問題や単位の違う問題を混ぜて提示することで「あれ、違うぞ」と児童の今までの問題に対する認識と本時の問題との間にずれを発生させる。フラッシュカードで瞬間的に問題を提示することによってさらにずれが発生しやすくなるを考える。

その後、問題を解いて思ったことをふきだして外化させ、それらを振り返ることで、「言葉と比の順番はそろえよう」「単位がそろっていないときには気を付けよう」などのメタ認知を促すようにする。

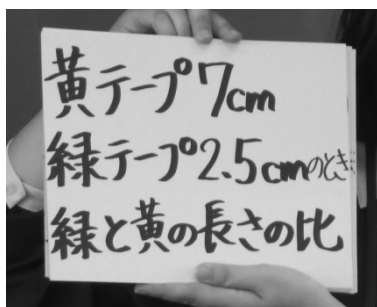
小単元	学 習 内 容	教師の仕掛け・支援	ずれの発生	ずれの修正
比と比の値	<ul style="list-style-type: none"> 2つの量の大きさの割合を比で表すという単元のねらいをつかみ、比の意味とその表し方を理解する。 	比は問題文に出てきた順番でそのまま並べれば良いと思っているであろう児童に対して、問題文と比の順序が対応していない問題や単位がそろっていない問題をフラッシュカードで提示する。	T: (フラッシュカードを提示して) これは、 C: 30 : 50 T: じゃあこれは C: 60 : 1.5 C: あれ、違う気がする	C: そうか、単位が違うから、そのまま比に表したらだめだ。 C: 単位をそろえれば表せるよ。
	<ul style="list-style-type: none"> 比の値の意味を理解し、比の値を求めることができる。 小数、分数の比の値の求め方を理解するとともに、部分と全体の比と比の値について理解する。 	比の値は割合の考えであることをおさえた後、割合との関連性を更に意識させるために、関係図と教科書の図を比べ、似ている所や違う所を調べさせることで、比の値の意味について、さらに深く理解させる。	T: 割合の勉強をしたときに関係図を使ったけど、関係図と比って関係がないのかな。 C: 似ているけどちょっと違う。 C: 全部反対だ。 C: なんでだろう。	C: 比は、関係図と違って。もとにする数が右に来るんだ。 C: 比の値も割合を表しているんだね。
等しい比	<ul style="list-style-type: none"> 比が等しいことの意味や等しい比の性質が分かり、それを使って、等しい比をみつけることができる。 	3 : 4と4 : 5を比べて、差が等しい時は、比が等しいと言えるかどうかを考えさせ、なぜ違うのかを比の値や同じ数でかけたり割ったりしたら同じ数になるかどうかで説明できるようにさせる。	T: 3 : 4と4 : 5は等しい比ですか？ C: 違う T: なぜ違うの。どちらも右から左を引いたら1になって同じだよ。	C: 差が一緒だけど、比の値が違う。 C: 比の値が一緒じゃないときは、他のことが等しくても、比が等しいとはいえない。
	<ul style="list-style-type: none"> 比を簡単にすることの意味とその方法を理解する。 	比を簡単にする時には、最大公約数で割ればできる。しかし、分数の場合には最大公約数を見付けることが難しい。その難しさを先に感じさせ、その後、比の値に着目させる。	T: じゃあ、次は分数の比を簡単にしてみよう。 C: あれ、これって最大公約数はいくつなの。 C: えっ、難しい・・・	T: 等しい比は比の値も等しかったよね。 C: 比の値を求めてから、比に戻せばいいんだ。
練習				
比を使った問題	<ul style="list-style-type: none"> 比を使って、比べる量ともとにする量の求め方を理解する。 	線分図を使って、比の1つ分を求める方法と、比の値を使って求める方法を学習した後、適応題において、問題文と線分図が対応しているかどうか確認する場を設ける。	T: じゃあ、この問題の線分図を書いてみよう C: あれ、友達のと自分の線分図が違う。どこが違うのかな。	C: 比と数の組み合わせが逆になってた。 C: 線分図にかくときに気を付けなといけないうね。
	<ul style="list-style-type: none"> 全体の数量を決まった比に分けることを考える。 	教師がわざと間違えた線分図を提示して前時の問題との相違点を見つけさせる。	T: この問題の線分図はこうなりますね。 C: あれ、何か違う気がする。	C: 今回分かってるのは全体だからこの図ではないよ。 C: 比の値で求めるといいよ。
	<ul style="list-style-type: none"> 学習内容の自己評価 			

【資料5 比とその利用 単元構想図】

④ 授業の実際

【ずれを仕掛けた授業展開】

比の意味や表し方について学習した後、定着を図るためにフラッシュカードで問題を提示した。その中に、問題文と比の順序が違ったり、単位が違ったりする問題を混ぜて児童に示した。



【資料6 フラッシュカード】

T1: じゃあ、練習問題をカードで出します。みんな
で答えを言って下さい。

カード①赤テープ83cm、青テープ42cmのとき、
赤と青の長さの比

C1: 83 : 42

T2: オッケー。では次行くよ。はい。

カード②黄テープ7cm、緑テープ2.5cmのとき、
緑と黄の長さの比

C2: 2.5 : 7

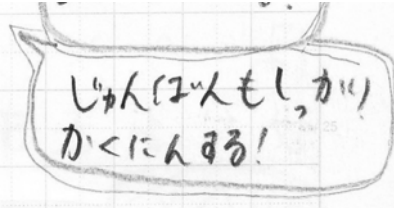
T3: みんなすごいね。さっきの問題と違うところが
あったでしょ。何が違った？

C3: 問題で最初にきてるものが、比だと後ろにきて
います。

【資料7 実践例1 授業の様子①】

【認知過程の外化】

このフラッシュカードの問題については、迷う児童がほとんどおらず、ずれの発生は起こらなかった。しかし、気を付けなければいけないと思った児童が多く、A児も「順番をしっかりと確認する」といった内容のふきだしを書いていた。



【資料8 A児のふきだし】

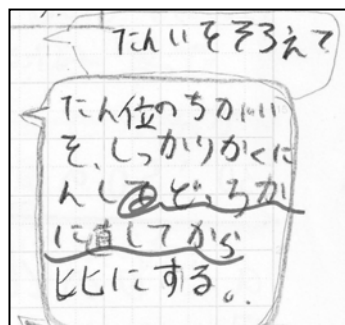
T4: じゃあ、次はこれ。
 カード③縦60cm、横1.5mの長方形の縦と横の長さの比
 C4: 60:1.5
 C5: ああ、ちがう150だ。
 C6: あー!
 C7: しまった!
 T5: みんなさっき60:1.5って言ってたけど違うの?
 C8: 60はcmだけど、1.5はmになっている。
 C9: 1.5mをcmに直して150cm。
 T6: そうすると何:何になるの?
 C10: 60:150
 T7: このように単位をそろえるとできるね。

【資料9 実践例1 授業の様子②】

次に単位のそろっていない問題が書いてあるフラッシュカードを提示した。最初はほとんどの児童が単位が違っていることに気付かず答えていたが、C5のような発言が出たため、合っていると思って発言している児童とC5の発言との間にずれが発生した。しかし、その気付きがクラス全体に広がり、単位をそろえるとよいというずれの修正ができた。

この活動の後で書いたふきだしには、クラスの児童の大半がA児のように単位が違う問題は、単位をそろえて比を表さなければいけないことについて記述をしていた。

この後、ふきだしにかいたことを意識しながら適用問題を解かせた。「ジュース7.5dL、牛乳5dLあるときの牛乳とジュースの量の比」といった、問題文の順番を入れ替えた問題も、「縦60mm、横5cmの長方形の縦と横の長さの比」といった単位が揃っていない問題も、28人中26人の児童が間違えずに問題を解くことができた。



【資料10 A児のふきだし】

⑤ 成果と課題

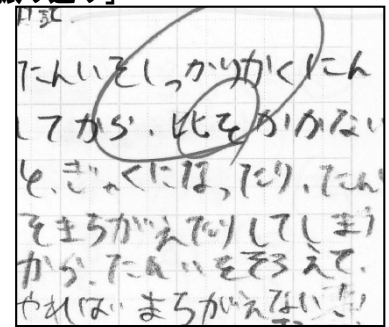
単位をそろえて比を表す	24人
順番に気を付ける	15人
整数と同じように考える	9人
文章をきちんと読む	8人
(類題を記述している)	7人
比を表すときは単位はつけない	2人
1.5m=150cmと記述する	1人
1:2は時刻みたい	1人

【資料11 ふきだしの内容とかいた人数】

上の表は、クラスの児童がかいたふきだしの内容と書いた人数の表である。ほとんどの児童が「比を表すときは単位をそろえる」と記述していた。同じように提示した問題文と比の順番を変えた問題に関するふきだしより数が多いのは、ずれが大きく、ずれか修正できたときの時の感動もより大きかったからではないかと考える。

【算数作文による振り返り】

右はA児の算数作文である。授業中に書いたふきだしを見て本時の学習を振り返り、「単位をそろえてやれば間違えない。」というメタ認知を記述していた。他の児童も同様にこのことに関する記述が多かった。



【資料12 A児の算数作文】

これらのことから、ずれの大きさとメタ認知は関わりが深いことが分かった。児童にとって適度な難易度のずれを教師側が意図的に仕掛けることで、ふきだしによる外化を促し、児童のメタ認知に働き掛けることができると考える。

(2) 実践例2

- ① 単元「図形の拡大と縮小」(本時2/11)
- ② 本時のねらい

方眼上にかかれた図から、「大きさは違うが、形は同じ」の意味をとらえ、拡大、縮小の意味を理解するとともに、この単元の学習をしようとする意欲を起こす。

③ 本時で仕掛けるずれ

元の図形の縦や横の長さの比を変えた図形を規則的に並べる活動を行い、縦横どちらも3倍にした図形がどこに並ぶかを考えさせる場面を設ける。他の図形と同じように並べることができないことに気付き、教材と児童との間に「縦と横どちらも3倍にした図形はどこに貼ればいいのか」というず

れが発生すると予想される。

また、教師がわざと違う場所に図形を並べることで、「何か違うぞ」と教師の操作と児童の思考との間にずれを発生させることができると予想される。正しい位置を説明させて、ずれを修正することで、児童から図形の拡大や縮小の意味に関するキーワ

ードを引き出すことができると考える。

この2つのずれを仕掛けることで、図形を拡大ということや縮小するということは、縦にも横にも同じように伸ばした同じ形ということについての理解を深めていく。

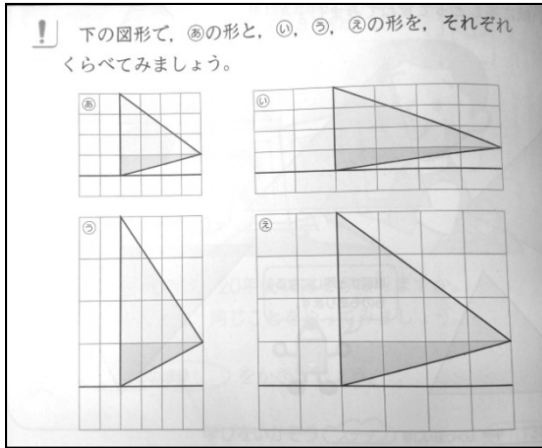
小単	学習内容	教師の仕掛け・支援	ずれの発生	ずれの修正
拡大図と縮図	<ul style="list-style-type: none"> 「大きさは違うが、形は同じ」という意味を知り、拡大、縮小の意味を理解する。 	作図した図形を黒板に規則的に並べていき、マス目が縦横どちらも3倍のときの図形がどこに並ぶかを考えさせる場面を設ける	T:この図形は黒板のどこに貼れないかな。 C:下 T:(すぐ下に貼る) C:あれ、そこじゃないよ。	C:このマス目は縦も横も3倍になっているから、斜めに並ぶんだ。
	<ul style="list-style-type: none"> 図形の対応する点や対応する直線を見つけ、対応する直線の長さや角の大きさを調べる。 拡大図、縮図の意味を知る。 	基の図形 あ 、2倍の拡大図 え 、3倍の拡大図 き を並べて提示し、2倍の拡大図を指して「これは拡大図ですか、それとも縮図ですか」とわざとあいまいな発問をする。	T: え は拡大図ですか、それとも縮図ですか。 C:拡大図 C:あれ、でも縮図でもあるんじゃない。	C: あ と え を比べた時は え は拡大図だけど、 え と き を比べたときは え は縮図になるよ。
拡大図と縮図のかき方	<ul style="list-style-type: none"> 方眼上の図形の2倍の拡大図や1/2の縮図をかく。 方眼を利用した拡大図、縮図のかき方を理解する。 	拡大図や縮図の書き方を理解させ、四角形や五角形などで練習させた後、円はどのように作図すればよいかを考えさせる。	T:円の拡大図や縮図はどのようにかければいいかな。 C:今まで方眼を数えてたけど、どうするのかな。	C:半径を2倍にしてコンパスでかく。 C:円は全部拡大図や縮図になるんだ。
	<ul style="list-style-type: none"> 三角形の3倍の拡大図や1/2の縮図を、辺の長さや角の大きさを利用してかく。 形が同じであることの性質を利用した拡大図、縮図のかき方を理解する。 	合同な図形と拡大図・縮図の定義や性質、かき方などを比較し、角度は同じという共通点、直線の長さの比が違うという相違点を表に整理していくことで気付かせる。そして、拡大図や縮図は合同な図形のように作図し、直線の長さを2倍すれば作図できることに気付かせる。	T:(合同な図形と拡大図・縮図を比較し)同じところと違うところはどこ。 C:角はどちらも基の図形と等しい。長さが違う。 T:方眼を使わずに作図する方法についてはどうかな。 C:角度は一緒だから・・・	C:角度は一緒だから長さを変えればいい。 C:合同な図形では3つ方法があったけど、どれも使えそう。
	<ul style="list-style-type: none"> 四角形の2倍の拡大図を、2つの三角形に分けて考えてかく。 四角形の1/2の縮図を、2つの三角形に分けて考えてかく。 	合同な図形の学習で四角形は三角形2つに分けて作図することができたことを想起させ、拡大図についても同様に考えさせる。また、分けた三角形のうち、どの三角形から作図すればよいかについても問いかける。	C:今度は四角形だ。 C:このままだと難しい。 C:どの三角形から作図するとかきやすいんだろう。	C:三角形に分けて考えればいい。 C:上からよりも下の三角形から作図するとかきやすそう。
	<ul style="list-style-type: none"> 三角形の1つの点を中心にして2倍に拡大した図を見て、拡大図のかき方を考える。 三角形の1つの点を中心にして1/2に縮小した図をみて、縮図のかき方を考える。 	三角形について行ったあと、四角形、五角形について行うことで、角を一つ重ね、対角線上に点を取ることによって作図できることに気付かせる。	C:辺を延長した線と、対角線を延長した線上で点を取ればいいんだ。 T:ここにきまりはないかなあ。三角形、四角形、五角形と増えていくと・・・	C:線が1本ずつ増えている。 C:角の数-1になっているよ。
縮図の利用	<ul style="list-style-type: none"> 縮尺1/10000の京都の地図を使って、実際の2つの地点の直線距離を求める。 縮尺1/1000の縮図をかいいて、実際の2点の間の直線距離を求める。 	修学旅行の場面を想起させ、およその距離を求めるということを確認する、その後、直線距離とは何かを実際に歩くコースとの違いを取り上げながら児童に考えさせていく。	T:直線距離ってどこになるのかな。この線かな。 C:実際に行くみたいにジグザグしてると大変だよ。 C:およそだから・・・ C:求めた数値が隣の子と少し違うけどいいのかな。	C:直線距離を使って縮図を利用すれば、およその距離が分かるようになった。 C:およその距離だから、約とつけないといけないうんだ。
	<ul style="list-style-type: none"> 測定板を使っている図を見て、木の高さのはかり方を考え、実際の木の高さを求める。 測定板を使っている図を見て、縮図をかいいて実際の木の高さを求める。 	測定板を用いて木の高さを測定する方法を確認し、どんな倍率で計算すると楽か考えさせる。また、実際に教室で実演してから、外に実際にはかりに行かせる。	T:自分で計算しやすい倍率にしてみよう。どの値が楽かな。 C:1/100にすると楽だけど大きいなあ。	C:大きさの違う縮図だけど答えが同じになった C:縮図の大きさは自分が使いやすいように決めれるんだ。
	学習内容の自己評価			

【資料13 図形の拡大と縮小 単元構想表】

④ 授業の実際

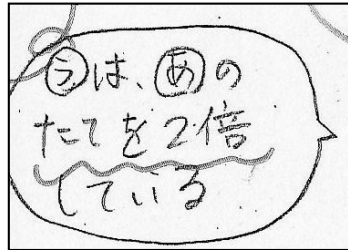
【ずれを仕掛けた授業展開】

本時の場面の教科書は以下のようになっている



【資料14 教科書の問題 (K社教科書より)】

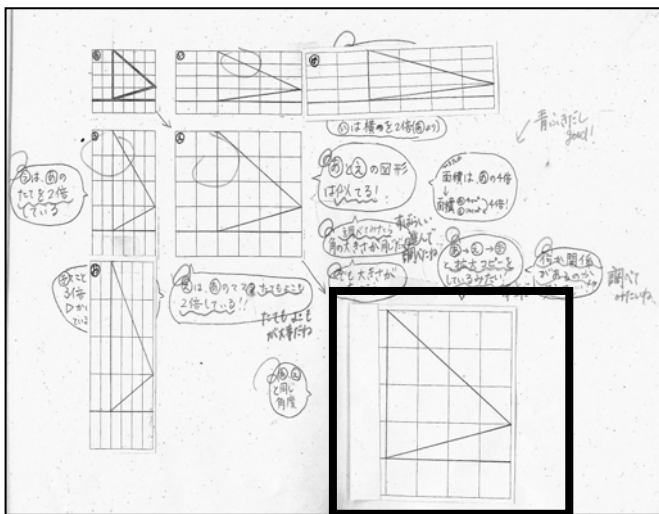
まずは、教科書の流れと同様に、縦のみ2倍したもの、横のみ2倍したもの、縦にも横にも2倍したものについて調べ、気付いたことや思ったことをふきだして記述させた。



【資料15 児童の書いたふきだし】

記述内容としては、縦に2倍になっている、横に2倍になっているといったマス目の長さに着目した記述が多かった。

教科書では2倍のときのみ取り上げられているが、今回は縦のみ3倍したもの、横のみ3倍したもの、縦にも横にも3倍したものについても拡張して取り上げ、その図形をどこに並べたらよいかをきまりを見つけてワークシートに貼る活動を取り入れた。

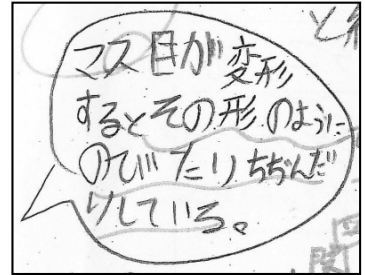


【資料16 使用したワークシート】

縦に3倍したもの、横に3倍したものについては他の図形と隣接して貼ることができるため、ほとんどの児童が並べることができていた。しかし、縦にも横にも3倍した図形については、他の図形と隣接して貼ると、規則的に貼ることができないため、「あれ、おかしいな、どこに貼るんだろう」と悩んでいる児童が見られた。この教材と児童との間にずれが生まれた。

【認知過程の外化】

3倍に拡張した後に書いたふきだしを見ると、3倍まで拡張して調べることによって、「1マスが横に長くなると、図形も横に長くなる」「マス目が変形すると、その形のようにのびたり縮んだりしている」というように、



【資料17 児童の書いたふきだし】

マス目の形と図形の形の関係に着目してふきだしを書く児童が出てきた。2倍の時と同じような内容ばかりではなく、きまりを自ら発見している姿が見られた。

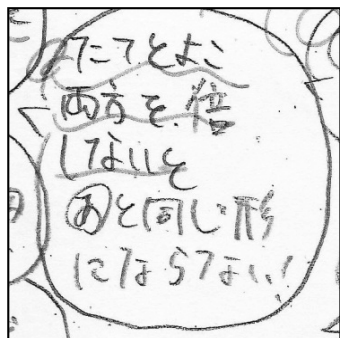
その後、全体での練り上げの場面とした。ここでは、児童にどこに貼ればよいかを聞き、児童の曖昧な表現を利用して、教師がわざと間違えることでずれを発生させ、児童の言葉を引き出して修正することで拡大や縮小についての理解を深めさせるようにした。

- T1: もう一つあったよね。これはどこに貼ればいいのかな。
- C1: ④の図形の下
- T2: (④の図形の真下には)ここかな?
- C2: もっと下。
- C3: ななめだよ。
- T3: 今なんて言ったかな。もう一度言ってみて。
- C4: ななめに置く。
- T4: (図形の向きを斜めにする)
- C5: そういうことじゃないよ。
- T5: じゃあ、どういうことなんだろう。先生はみんなの言ったとおりに置くからね。
- C6: ②の右下。
- T6: ここかな。じゃあ、④のすぐ下ではなくてどうしてここかなのか。
- C7: 縦も横も3倍だから。
- T7: なるほど、縦も3倍横も3倍だからこの位置なんだね。先ほど斜めと言ってくれた子がいたんだけど、斜めの図形を見て気付いたことはありませんか。
- C8: ああ、分かった。
- C9: 縦も横も同じように倍してる。
- C10: 形が同じで大きさが違う。

【資料18 実践例2授業の様子】

始めに指名したC1は、下という曖昧な表現をしていたため、T2のように教師がわざと間違えて正答とは違う場所に貼った。そのため、C3のように児童から「ななめ」というキーワードを引き出すことができた。そしてさらにT6のように児童をゆさぶっていくことで、C7のように斜めに置くのは縦にも横にも3倍しているからだということを確認することができた。

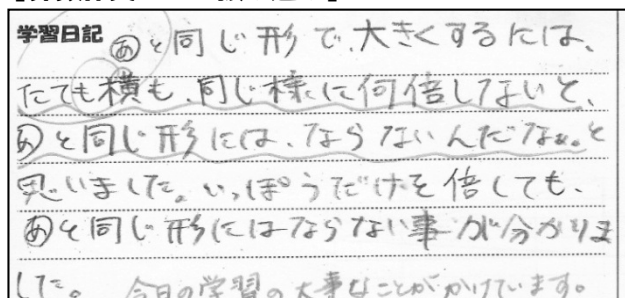
次に、斜めに並んでいる図形に着目させ、その形を考察させていくと、C10のように、斜めに並んでいる図形はすべて大きさは違うが同じ形をしていることに気が付いた、そのことに気付かせた後、拡大と縮小という言葉をおさえた。



【資料19 児童の書いたふきだし】

⑤ 成果と課題

【算数作文による振り返り】



【資料20 授業後の算数作文】

上は児童が授業後に書いた算数作文である。縦も横も3倍にした図形をどこに並べるかを考えるという活動で、ずれを発生させたことによって、拡大や縮小の特徴である縦も横も同じ割合で大きさを変えているという点について気付くことができ、28人中18人がこのことについて算数作文に記述することができた。

下の表は、教科書と同様に元の図形を2倍した図形についてのふきだしである。「縦や横が2倍になっている」など元の図形と比べて、どのように変化したかについて記述した内容が多い。

縦が2倍・横が2倍	12人
㊦は縦も横も2倍になっている	8人
縦に伸びた・横に伸びた	4人
面積が4倍になっている	3人
㊦は㊦を虫眼鏡で見た感じ	1人
片方だけ2倍しても同じ形にならない	1人
㊦の1つのマスが㊦のマスの4倍	1人
縦と横に伸びた	1人

【資料21 ふきだしの内容と書いた人数①】

また、次の表は、3倍した図形についてのふきだしの内容である。

マスの形にもなって図形の形も変わる	11人
縦も横も3倍している	8人
マスが大きいと図形も大きくなる	7人
縦に見ると、横のマスは同じで縦のマスの長さが違う（横も同様）	4人
面積が9倍	4人
同じ形は斜めにおく	4人
すべて形が変わっている	2人
㊦と同じ形になるときは、マス目が正方形になっている	2人
㊦と㊦と㊦は拡大コピーしているみたい	2人
マス目の数は同じ	2人

【資料22 ふきだしの内容と書いた人数②】

3倍のときまで拡張し、考えさせたことで、マス目の形と図形の形の関連性に気付いた児童が多くいた。また、ふきだしの数についても、全体的に2倍のときより多くふきだしが生まれている。このように先ほどの2倍した図形に加え、3倍にした図形も取り上げたことで、「きまりはないだろうか」といった学習の推力となるメタ認知が働くことにつながったのではないかと考える。

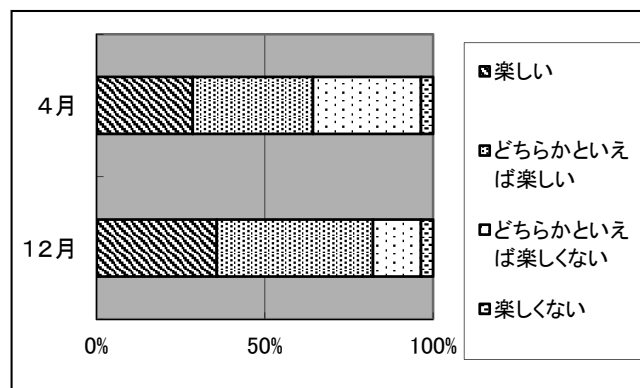
7 授業実践を終えて

授業実践を通して、以下のようなことが明らかになった。

- ずれとの出会わせ方について効果的だったものに実践例1でも用いたフラッシュカードがある。瞬間的な判断力が問われるので、学力が高い児童が多い本学級においても、どの子も集中して取り組み、ずれも生まれやすかった。また、実践例2のように条件を拡張していく活動も効果的だった。児童の中にはきまりを発見していくことが好きな子が多い。既習との相違点を発見させていく活動を通して、ずれが生まれたり、新たな発見が生まれたりした。
- ずれが発生するように、教師が意図的な仕掛けを設定することで、児童がかくふきだしの数が増えた。また、ふきだしをかいたことによって、授業後に書く算数作文において、自分がどんなことを学習したのかをメタ認知を働かせて記述することができるようになってきた。
- ずれの大きさによって、児童が記述するふきだしの量や内容に変化が見られた。学級の児童の実態に応じた難易度のずれを教材研究を通して設定して

いく必要がある。

また、児童の算数に対するメタ認知にも少しずつ変化が見られた。



【資料 23 アンケート結果比較】

4月と同様に、12月にも児童に算数に関するアンケートを実施した。その結果、算数が楽しいと答える児童が増えた。4月の際に楽しくないと答えていた10人のうち、5人が楽しいと答えるようになった。アンケート結果に変化があった5人の回答の理由を見てみると、「あれと思った問題が解けたときにすっきりするから」「みんなで問題が解けたときに楽しくなったから」など、ずれが発生した後、それを自力、もしくは学級全体で考えて修正できたときに楽しさを感じることが分かった。

8 研究のまとめ

本研究では、児童の認知過程を外化することに焦点を当て、ずれが外化を促すことに効果的であるかについて研究を進めてきた。その結果、既習と未習の違いを明確にしたり、既習の論理を拡張したりなど、授業内に児童がずれる場面を仕掛けていくことによって、ふきだしとして表れる認知過程の量や種類が増えるなど、児童の認知の外化に効果的に働きかけることができた。

今後は、外化させた内容を振り返りだけではなく、練り上げの場面においてどのように活用していくのかについても研究を進めていきたいと考える。

引用文献

- 1) 『小学校学習指導要領解説 総則』。(文部科学省 2008)
- 2) 『社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則』。(平成24年度プロジェクト研究調査研究報告書 2013)
- 3) 『小学校学習指導要領解説 算数編』。(文部科学省 2008)
- 4) 三宮真智子. 『メタ認知～学習力を支える高次認知機能』。(北大路書房 2008)
- 5) 重松敬一. 「算数教育における教師の職能成長システムの開発研究」。(2003)

6) 日本認知科学会. 『認知科学辞典』。(共立出版 2002)

7) 亀岡正睦. 「算数科における〈ふきだし法〉の指導的意義について I」。(神戸大学発達科学部人間発達学科児童発達論講座児童発達論研究第2巻 1999)

8) 志水廣. 「算数科/教師と子どもの学びのずれの研究」。(愛知教育大学教育実践総合センター研究紀要第6号 2003)

参考文献

文部科学省関連

・OECD. 『PISA2009年調査 評価の枠組み OECD 生徒の学習到達度調査』。(明石書店 2010)

・『OECD 生徒の学習到達度調査』。(文部科学省 2013)

・『第2期教育振興基本計画』。(文部科学省 2013)

メタ認知関連

・A・Lブラウン. 『メタ認知～認知についての知識～』。(サイエンス社 1984)

・重松敬一. 『算数の授業で「メタ認知」を育てよう』。(日本文芸出版 2013)

・高井吾朗. 「メタ認知の構成及び共有のための学習指導の研究—拡張したメタ認知の利点について—」. 第44回数学教育論文発表会論文集 2011)

算数教育関連

・海保博之・田辺文也. 『ヒューマン・エラー 誤りからみる人と社会の深層』。(新曜社 1996)

・亀岡正睦. 『算数科 言語力・表現力を育てるふきだし法の実践』。(明治図書 2009)

・古藤怜・池野正晴. 『Do Math の指導』。(東洋館出版社 2010)

・志水廣. 『算数科・新しい授業づくり 「ずれ」で創る算数の授業』。(明治図書 2003)

・志水廣. 「子どもの言葉で算数の授業を作る」。(愛知教育大学数学教育学会誌 イブシロン別刷 2008)

・志水廣. 『志水メソッドを生かした算数・数学の授業プラン』。(for next 2011)

・G・ポリヤ. 『いかにして問題をとくか』。(丸善出版 1954)

・長崎栄三・滝井章. 『よい算数の授業をつくる』。(東洋館出版社 2007)

付記

愛知教育大学教職大学院において、このような研修の機会を与えてくださった愛知県教育委員会、名古屋市教育委員会にお礼を申し上げますとともに、校長先生をはじめとする教職員の皆様には、研修にご理解、ご協力をいただき、心より感謝申し上げます。

また、課題実践研究の計画、実践を進めるにあたり、熱心にご指導いただいた、愛知教育大学教職大学院の志水廣先生をはじめ、諸先生方に厚くお礼申し上げます。

この教職大学院で得た学びを少しでも現場の先生方や子どもたちに還元できるように努めてまいります。