

問題解決の過程や結果を数学的に表現する力を育成する算数科学習指導の工夫 — 問い返しの手法を取り入れた数学的活動を通して —

三原市立沼田東小学校 小林 あずさ

研究の要約

本研究は、児童が問題解決の過程や結果を数学的に表現する力を育成するための指導の工夫について考察したものである。文献研究から、数学的に表現する力を育成するためには、表現様式内や表現様式間の変換を図ることや、そのための方法として児童の表現に対して問い返しを行うことが有効であると考えた。そこで、第6学年「場合を順序よく整理して」の単元において、「どうして」「どうやって」「どういうこと」の三つの問い返しの観点を児童に提示し、教師と児童及び児童同士による問い返しの手法を取り入れた数学的活動を展開した。その結果、ノート記述や事後調査において図・表・式を組み合わせた表現への変容が見られたほか、意識調査においても、表現に対する苦手意識の軽減や、相手の立場に立った表現をするという意識の変容が確認された。このことから、本研究の手立ては問題解決の過程や結果を数学的に表現する力を育成するために有効であった。

I 主題設定の理由

小学校学習指導要領（平成29年告示）に、算数科の目標の一つとして、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり目的に応じて柔軟に表したりする力の育成が示されている⁽¹⁾。小学校学習指導要領解説（平成29年告示）算数編（以下「解説」とする。）では、「数学的な表現を用いることで、事象をより簡潔・明瞭かつ的確に表現することが可能になり、論理的に考えを進めることができるようになったり、新たな事柄に気付いたりすることができるようになる。」⁽¹⁾とされ、数学的に表現する力を育成する必要性を指摘している。

令和7年度全国学力・学習状況調査小学校算数2(4)の問題では、五角形をどこで分割するかを選択はできつつも、面積の求め方を記述できなかった児童の割合は42.2%（全国）であった。また、令和6年度同調査2(1)では、 350×16 の積を正しく答えた児童は81.0%（全国）いたが、求め方と答えを式や言葉を用いて記述できた児童は57.1%であった。

これらの結果を踏まえ、児童には問題解決の過程や結果を数学的に表現する力に課題があると考えられる。これらの実態の要因には、考察の結果や判断などについて根拠を明らかにして筋道を立てて説明したり、考えたことを目的に応じて、数学的な表現を柔軟に用いたりすることができていないことがあり、問題解決の過程や結果を数学的に表現する力の育成が必要であると考ええる。

その力の育成に向けて、集団解決の場面において、児童が問題解決の過程や結果を数学的に表現したも

のを基に、その意味や根拠、よさなどについて、児童と教師又は児童同士が対話する数学的活動を設定する。その際に、盛山隆雄（2021）の提唱する「問い返し発問」の手法を取り入れ、対話の視点を明確にする。教師が児童の図や式などの表現に対して問い返したり、児童同士で問い返しを行ったりすることを通して、問題解決の過程や結果を数学的に表現する力を育成することができると考え、本主題を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 問題解決の過程や結果を数学的に表現する力を育成する学習指導

(1) 数学的に表現する力とは

「解説」においては、数学的に表現することについて、「算数科の学習では、言葉による表現とともに、図、数、式、表、グラフといった数学的な表現の方法を用いることに特質がある。このような多様な表現を問題解決に生かしたり、思考の過程や結果を表現して説明したりすることを学ぶ。」⁽²⁾とある。

このことを踏まえて本研究では、数学的に表現する力を、「目的に応じて、言葉、数や式、図や表やグラフを用いて表す力」と定める。そして、数学的に表現する力が身に付いた児童の姿は、「問題解決に向けて的確に表現できている」とこととする。

(2) 数学的な表現とは

中原忠男（1995）は、数学教育における表現様式を五つに分類した⁽²⁾。表1は稿者が五つの表現様式

を整理したものである。

表 1 表現様式の分類

表現様式：符号化	内容
現実的表現：E1	実世界の状況、実物による表現
操作的表現：E2	具体的な操作活動による表現
図的表現：I	絵、図、グラフ等による表現
言語的表現：S1	日本語、英語など、各国の日常言語を用いた表現又はその省略的表現
記号的表現：S2	数字、文字、演算記号、関係記号など数学的記号を用いた表現

同様に、算数教育指導用語辞典〔第五版〕の「数学的表現」においても、数学的表現を分類している。各表現の特徴、効果、はたらきについて稿者が整理したものを表 2 に示す⁽³⁾。

表 2 各表現の特徴、効果、はたらき

表現	特徴、効果、はたらき
現実的表現	問題の意味を理解するために効果がある。
操作的表現	数量や図形を動的にとらえる効果や試行錯誤を繰り返すことにより自力で答えを見付けることができるというはたらきがある。
図的表現	数学的な構造を明確化したり、算数に関する知識や考え方などの内容を具体から抽象までの幅広いレベルに対応して、イメージ化・視覚化して伝えたりするはたらきがある。
言語的表現	頭の中で行う自己内対話としての思考の内容を言語によって明確化し、整理し、伝達する役割をもつ。
記号的表現	思考の過程や結果などを簡潔にしかも厳密に表現できるという特徴をもっている。

また、中原は各様式の表現体系をまとめている。図 1 は各様式の表現体系を表したものである。なお、表現様式間及び表現様式内の矢印は、表現様式の変換を表すものである。

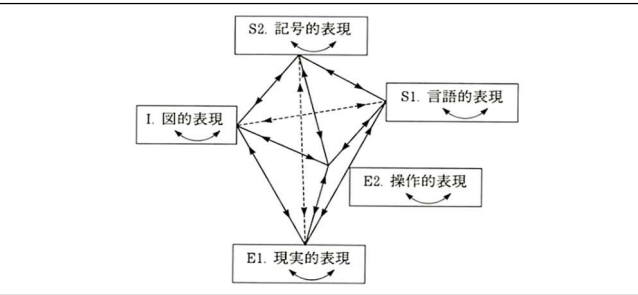


図 1 数学教育における表現体系⁽³⁾

中原は、「この表現体系を算数・数学の授業で活用しようとする場合、ある表現様式から他の表現様式へと表し変えていくことがしばしば必要となる。」⁽⁴⁾と述べている。また、「いろいろ変換ができることが当該事項の理解を深めるし、表現力や問題解決力を高めることになる。」⁽⁵⁾とも述べている。数学的に表現する力を育成するためには、同一様式内の変換や、異なる表現様式間の変換が有効であると考ええる。

2 「問い返し発問」を取り入れた数学的活動

(1) 数学的に表現する力と発問の関係

児童の数学的な表現について、田中博史（2001）は「最初から小学生の子どもがそんなにきれいに、考えたことを理路整然と表現するわけではない。（中略）このような、子どもたちの無意識な表現を教師が敏感に取り上げ位置づけていく作業が、授業そのものである。」⁽⁶⁾と述べ、授業において、児童の表現を教師が意図的に取り上げる必要性を示している。その際に用いるのが発問である。横須賀薫（1990）は、発問を「授業のなかで教師が子どもに対して問いかけること、及びその問い。」⁽⁷⁾で、「授業展開をつくりだす上では最も重要なもの」⁽⁸⁾と定義している。田中が指摘したように、児童が単元や授業の始めに表現したものは、必ずしも目的に応じた的確に表されているとはいえない。必要な言葉が不足していたり、的確でない図がかかれていたりするなど、いわゆる未洗練な表現にとどまっている可能性が大きい。そのため授業においては、教師が発問を用いて児童の表現を引き出し、より目的に応じた的確なものへと変容させていくことが必要である。したがって、本研究が目指す力の育成に向けて、発問は重要な意義を有するといえる。

(2) 「問い返し発問」について

盛山は、発問を「新規の発問」と「問い返し発問」に分類した。「新規の発問」とは、授業のねらいを達成するための発問で、教師が予め用意することができるものである⁽⁴⁾。もう一つの分類である「問い返し発問」は、「子どもの表現に対して返す発問」⁽⁹⁾であると盛山は述べている。盛山の定義によると、「問い返し発問」とは「子どもの呟き、発言、動作、記述などの様々な表現に対して、その意味や根拠、よさを問う発問」⁽¹⁰⁾である。すなわち「新規の発問」によって表された児童の表現に対して「問い返し発問」を用いて更に問うことで、児童の表現を充実・改善させることができると考えられる。表 3 に盛山の主張を基に稿者が整理した「問い返し発問」の分類と例を示す⁽⁵⁾。

表 3 「問い返し発問」の分類と例

分類	「問い返し発問」の例
意味を問う （数学的表現を引き出す）	それは、どういうことかな？
理由・根拠を問うⅠ （数学的な見方・考え方を引き出す）	どうしてそうなるのかな？
理由・根拠を問うⅡ （発想の源を引き出す）	〇〇さんはどうしてそう考えたと思う？
続きを問う （解釈を引き出す）	この続きをどう説明すると思う？
ヒントを問う （数学的な見方・考え方を引き出す）	みんなが気付くにはどこを見ればいいのか？ 何を基に考えればいいのか？
他の表現を問う （数学的表現を引き出す）	この式を図で表すとどうなるのかな？
思考や表現のよさを問う （数学的な態度を引き出す）	この図はどこがわかりやすいのかな？
否定的に返す （数学的な見方・考え方を引き出す）	それって偶然にできたんじゃない？ こちらの方がよくないかな？

これらの「問い返し発問」に含まれる言葉かけ自体は、多くの教師が経験的に行っているものである。しかし、それらを体系化した理論として捉え直す意義は、教師が無意識に行っていた発問を、児童の表現に応じた意図的な指導技術へと変換させる点にあるといえる。中村光晴（2022）は盛山の「問い返し発問」について、「問い返し発問」のない授業では、「受け身で学ぶ子どもが多く、自分の頭で思考し、自ら考えを表現できている子どもが少ない」¹¹⁾と指摘し、その必要性を述べている。さらに、中村は「「問い返し発問」は教師と子どもの間に「教師が問う」→「子どもが答える」→「子どもの反応を受けて返す」という「一往復半の対話」をつくり、思考を続ける子どもの姿を引き出す役割も果たしている」¹²⁾と言及している。

(3) 数学的に表現する力を育成する問い返しの整理

「問い返し発問」の有効性を更に高めるためには、教師主導による問い返しを基盤としつつ、児童同士の対話による表現の練り上げへとその範囲を拡大していくことが必要であると考え。そこで本研究では、「問い返し発問」のモデルを示すことで、児童同士がその問い返しの視点を獲得し、児童同士でも問い返しを行う数学的活動を構成する。なお、先述したように、発問は教師が児童に対して問いかけるものであることから、本研究では教師が児童へ投げかける「問い返し発問」と、児童同士による「問い返しを行う数学的活動」について、総称して「問い返し」とする。

中村は「問い返し発問」を理由や根拠、発想の源を明らかにするもの、方法や手順を明らかにするもの、意味や事柄を明らかにするものの三つに分類した⁶⁾。稿者は、加固希支男・中村真也・田中英海（2021）が示した算数授業における発問を基に、問い返しを一部改変して作成し、中原が示した表現様式と、中村が示した分類の二つの視点から、表4に整理した。

表4 「視点」・「様式」による問い返しのまとめ

視点	理由・根拠・発想の源 「どうして？」	方法や手順 「どうやって？」	事柄や意味 「どういうこと？」
同一の様式間	・どうして間違いがないと言えるの？ ・どうしてそうなるの？ ・本当にそうだといえる？ ・○○さんがどうしてこうしたか分かる？ ・どんなところを見て考えたのかな？	・もっとすっきりしたものに直せるかな？ ・分かりやすくまとめるのと？ ・この続き、なんて言おうとしているか分かる？	・（友達の発言を受けて）○○というのは、具体的にどうすること？ ・こんな考え方（○○さんの言ったこと）があるけれど、分かるかな？ ・何が違う／同じか分かる？
異なる様式間	・どうしてこの図から、この式が正しいと言えるのかな？（I→S2） ・数字（図）じゃなくて、言葉の式で言えるかな？（I/S2→S1）	・今の説明を、図や式に表すにはどうすればいい？（S1→I/S2） ・式だけ言ってもらえる？（S2→S1/I） ・手（操作）を使って表せる？（S1/S2/I→E2）	・この式の中の【数字】は、図のどの部分を指しているの？（S2→I） ・今の説明が、式／図のどこの部分のことか分かるかな？（S1→I/S2） ・この式の意味分かるかな？（S2→S1/I）

授業においては、「新規の発問」に対して児童の表現があった後、表4に示した問い返しを意図的に行い、問い返しのモデルを示す。また、児童に対して、表現としては的確でない架空の解答を示し、それに対して問い返しをする活動を行うことで、問い返しの視点を獲得させる。さらに、獲得した問い返しの視点を示したカードを黒板に掲示したり、リスト化したものを児童に配付したりして、問い返しの定着と活用を目指す。これらの手立てを通して、児童自らが問い返しの視点をもって数学的活動を行うようにする。

3 問い返しの手法を取り入れた数学的活動を通して、問題解決の過程や結果を数学的に表現する力を育成する授業

(1) 授業イメージ

問い返しの手法を取り入れた数学的活動を含む授業は図2のように行う。

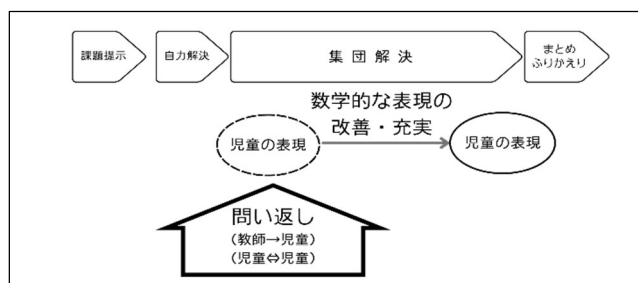


図2 授業イメージ

(2) 単元計画

研究授業を行う第6学年「場合を順序よく整理して」の単元計画を表5に示す。

表5 単元計画

時	学習内容
1	落ちや重なりがないように順序よく整理して、並べ方を調べる。
2	全体からいくつか取り出す場合の並べ方を調べる。
3	落ちや重なりがないように順序よく整理して、組み合わせ方を調べる。
4	補集合の考えが使える場合の組み合わせ方を調べる。
5	場合の重なりを分類して考える。
6	すべての場合から条件に合うものを見付ける。
7	

III 研究の仮説及び検証の視点と方法

1 研究の仮説

授業の集団解決の場面において、児童が問題解決の過程や結果を数学的に表現したものを基に、問い返しの手法を取り入れた数学的活動を繰り返し経験させれば、児童に数学的に表現する力が育成されるであろう。

2 検証の視点と方法

検証の視点と方法について、表6に示す。

表6 検証の視点と方法

	検証の視点	方法
1	問題解決の過程や結果を数学的に表現する力が育成されたか。	調査問題（事前・事後） ノート記述
2	問い返しの手法を取り入れた数学的活動を行うことで、数学的に表現することの意識が変容したかどうか。	意識調査（事前・事後）

IV 研究授業について

○ 期 間 令和8年7月1日～令和8年7月17日
○ 対 象 所属校第6学年（2学級48人）
○ 単元名 場合を順序よく整理して
○ 目 標 場合の数について、落ちや重なりのないように図や表を用いて調べたり、場合を整理して考えたりすることを通して、場合の数を求めたり条件に合う場合を見つけたりすることができるようにするとともに、生活や学習に活用しようとする態度を養う。

○ 単元計画（全7時間） 表5のとおり

1 研究授業をするに当たって

本単元の学習を始める前に、今回行う問い返しを経験する時間を設けた。事前調査で児童が解答した問題に対する架空の解答を示し、それに対する質問を、共有ツールアプリを用いて記入させた。その後、「どうして（理由）」「どうやって（方法）」「どういうこと（意味）」の三観点を示し、グループで質問を観点別に分類し、全体で共有した。その後、児童が作成した様々な形の9cmを見ながら、実際に問い返しを経験させた。グループの中で「どうしてこれが9cmなの。」や「どうやってその形を考えたの。」などの問い返しが行われていた。児童が自身で作成した問い返しを使うことで、問い返しをこれまで行っていた対話活動の延長であると捉え、学習の見通しをもつことができていた。

2 研究授業における工夫

児童が問い返しの観点を獲得できるよう、主に、二つの工夫を行った。

一つ目は、問い返しの観点をカード化し黒板に掲示する視覚化である。グループでの対話活動や集団思考の場面の際にはカードを示し、児童にどの問い返しの観点が使えるそうか、見通しをもたせた。単元が進むごとに児童は「今日は「どうして」が使えるそう。」など、問い返しの観点をもちながら対話活動を進めていった。

二つ目は教師による肯定的評価である。グループでの対話活動や、集団思考の場面で表現の変容に迫る問い返しが児童から出た際には、教師が「いい問い返しだね。」や「〇〇という問い返しが他のグル

ープから出ているよ。」と肯定的な評価を返した。

視覚化の工夫を取り入れた授業の具体を、第2時の板書を基に述べる。本時では4種類のジュースを2人が選ぶ選び方について扱った。初めは4種類全てを樹形図に表していたが、「3番目からはかかなくてよい。」という意見が出た。そこで教師がカードとともに、「どうして3番目からはかかなくてよいのかな。」と問い返した。それに対して「選ぶのは2人しかいないから。」「（3番目と4番目をかくと）問題にいない、余計な2人が出てくることになる。」と答え、問題解決に向けて適切な樹形図の表現に変容させていった。また、「全部かかなくても、3×4で分かる。」という意見が出たことを受け、「3×4ってどういうことかな。」とカードとともに問い返した。児童は、それぞれの数字の意味を、問題場面や樹形図と関連付けながら説明することができた。

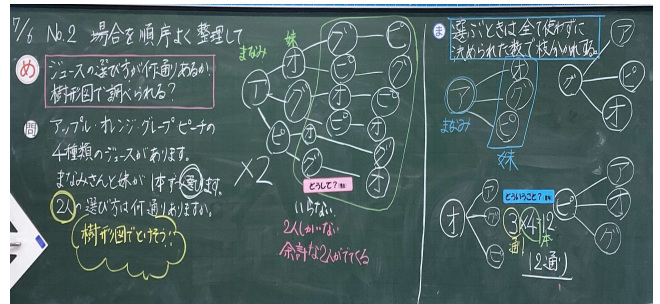


図3 第2時の板書

表7は、全7時間の授業において、教師と児童、児童同士で出された主な問い返しである。

表7 授業で出された主な問い返し

時	問い返し（教師）	問い返し（児童）
1	・どうやったら、もつとすっきり並べ方が分かるかな？ ・樹形図のどこを見たら、何通りか分かるの？ ・6×4で並べ方が分かるのはどうして？	・どうして先頭をそろえて図をかいたの？ ・どうして名前を省略してかいているの？
2	・どうして、今日の樹形図は、2つ目までで止めるの？ ・どうして全部の樹形図をかかなくても、答えが分かるの？ ・3×4ってどういうこと？（×4は何を表しているの？）	・どうして、今日の樹形図は、2つ目までしかかかなくていいの？ ・3×4ってどういうこと？
3	・どうやって6試合って分かったの？ ・どうして、樹形図の一部を消したの？ ・もつとすっきり樹形図で表せないかな？	・どうして、樹形図の一部を消したの？
4	・表の中の○（×）って何を表しているの？ ・どうして×で表すと何通りか求めやすいの？	・どうやってその表をかいたの？
5	・どうして、「18-11」、「20-11」で求められるの？ ・式の中の「11」って図だとどの部分なの？	・どうして11を2回引いていいの？
6	・どうして条件にあうまわり方が分かったの？	・どうして一番短いまわり方が2通りあるの？
7	・本当に条件に合うって言える？	

V 研究授業の分析と考察

1 問題解決の過程や結果を数学的に表現する力が育成されたか

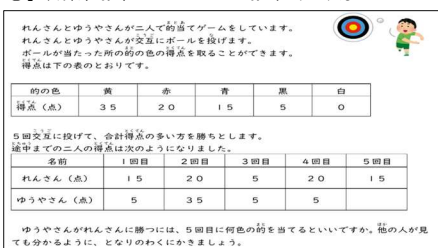
(1) 事前調査・事後調査の結果から

事前調査・事後調査を図4に示す。また、事前調

査・事後調査の解答類型とその具体を表8、類型Ⅰ及びⅡの解答の具体例を図5、クロス集計の結果を

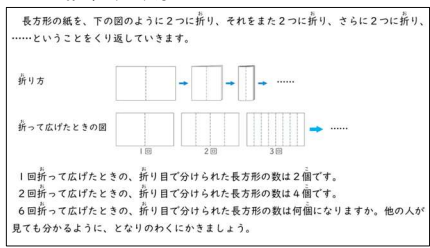
表9と表10にそれぞれ示す。

【事前調査①】言葉、数、式についての数学的な表現



【事後調査】言葉、数、式についての数学的な表現・図や表についての数学的な表現

【事前調査②】図や表についての数学的な表現



右の図は、ハイキングのコースを表したものです。点Aから出発して、点B、C、Dを全部まわって点Aに帰ってくるのに、どんな順に歩くか、かかる時間がいちばん短くなりますか。ほかの人が見ても分かるようにかきましょう。

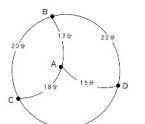
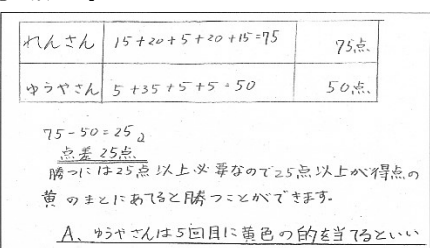


図4 事前調査問題・事後調査問題

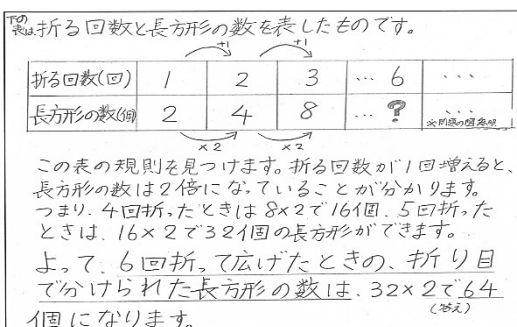
表8 解答類型とその具体

類型	表現の様子	事前調査①	事前調査②	事後調査
I	的確に、数学的な表現がされている	・数や式と言葉を組み合わせ、2人の合計点や差、必要な点数を求め、正答に至る理由を記述している。	・「折った回数」をx、「長方形の数」をyとして、表に整理し、関係を表している。	・全てのまわり方について、樹形図を用いて表している。 ・樹形図を基に、全てのまわり方の所要時間を式に表し、答えを求めている。
II	大筋は捉えており、概ね的確に、数学的な表現がされている	・「れんさんは75点です」や「 $15+20+5+20+15=75$ 」など、数や式と言葉の一方を用いて記述している。	・「折ってひろげたときの図」を6回目までかいて表している。	・所要時間を求める式や答えのみを記述している。
III	表現に不明瞭な点があり、数学的な表現に課題がある	・計算の答えに一部誤りがある。 ・主語がないなど、言葉による説明が不明瞭である。	・xとyの項目を逆に表している。 ・表の項目に不備や誤りがある。(回数、数のみや単位がかかれていない) ・表の数値に一部誤りがある。	・樹形図や計算の答えに一部誤りがある。
IV	表現に不備があり、数学的な表現に大きく課題がある	・立式の誤り、計算ミスが複数あるなど、答えが正しくない。 ・途中までしか記述されていない。	・表の数値に誤りが多くある。 ・途中までしか記述されていない。	・樹形図や式、計算ミスが複数あるなど、答えが正しくない。 ・途中までしか記述されていない。
V	主要な要素と考える数学的な表現を用いていない	・白紙(無解答)である。 ・単語や結果のみしか書かれておらず、数学的な処理や記述がない。		

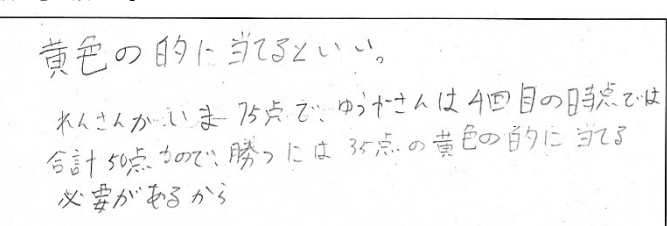
【事前調査①】 類型Ⅰ



【事前調査②】 類型Ⅰ



【事前調査①】 類型Ⅱ



【事前調査②】 類型Ⅱ

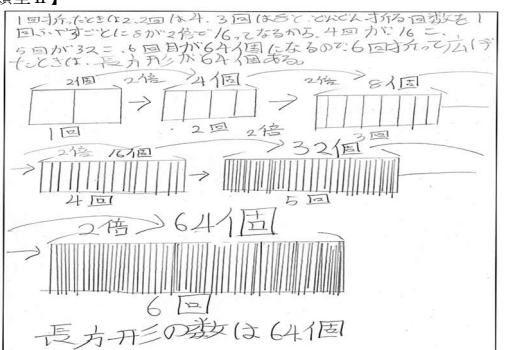


図5 類型Ⅰ及びⅡの解答の様子

表9 事前調査①・事後調査の結果

事後 事前①	I	II	III	IV	V	計(人)
I	5 児童e	0	0	1	0	6
II	8	0	1	5 児童d	1	18
III	5	3	5 児童c	4	2	17
IV	1 児童b	2 児童a	0	4	0	6
V	0	0	0	0	0	0
計(人)	19	5	6	14	3	47

表10 事前調査②・事後調査の結果

事後 事前②	I	II	III	IV	V	計(人)
I	4	0	0	1	2	7
II	4 児童a	0	0	0	0	4
III	1	0	0	0	0	1
IV	8 児童d	1 児童c	1	3	3	16
V	8 児童b, e	0	2	4	5	19
計(人)	25	1	3	8	10	47

表9及び表10の結果を見ると、事前調査と事後調査を比較して、類型Ⅰの人数が増加した。また、事前調査において、類型ⅢからⅤといった、数学的な表現に課題の大きかった児童のうち、①では23人のうち11人が、②では36人のうち18人が、事後調査で類型ⅠまたはⅡへと変容した。ここでは、事前調査①で類型Ⅳであった児童aと事前調査②で類型Ⅴであった児童bの解答を、図6と図7に示す。

児童aは、事前調査①において、式や不等式のみを用いており、式や不等式について説明をすることや、単位を明記するなどの言葉を用いた表現は見られなかった。また、答えの表現も、「何色の的に当てるとよいか」の問いに対して「35」と記述し、設問に対して適切なものではなかった。しかし、事後調査では、一部不明瞭な図や解答ではあるものの、図に対応させて順に立式したり、単位を記述したりと、概ね的確な表現へと変容した。また、設問に対する答えも、「1番短くなるのは」と記述し、適切に解答できていた。

【事前調査①】	【事後調査】
$15 + 20 + 5 + 20 + 15 = 75$ $5 + 35 + 5 + 5 = 50$ $75 - 50 = 25$ $25 > 0$ $25 > 5$ $25 > 15$ $25 > 20$ $25 < 35$ 答え 35	

図6 児童aの事前調査・事後調査の変容

児童bは、事前調査②において、問題に提示された情報を整理したのち、「 2×32 」の式のみで解決しており、解決に向けた、表現の主要な要素と考えられる表を用いていなかった。それに対して事後調査では、樹形図を用いて全てのまわり方を表現し、樹形図に沿って所要時間を立式し、問題を解決することができていた。

【事前調査②】	【事後調査】

図7 児童bの事前調査・事後調査の変容

(2) ノート記述から

次に、研究授業で行った問い返しの手法を取り入れた数学的活動が、数学的に表現する力の育成とどのように結び付いているのかについて、児童c、児童dのノートの記述から考察する。

ア 児童cのノート記述から

図8に第3時での児童cのノート記述を示す。児童cは算数に対して苦手意識をもっており、事前調査は、①は類型Ⅲ、②は類型Ⅳであった。

本時は「4チームが1試合ずつ対戦するときの試合数を求める」問題を扱った。児童cは、初めは前時までに学習した並べ方のように樹形図を表し、「12試合」と答えていた。グループでの対話活動の際に、児童cの樹形図を見た同じグループの児童に「6試合になるよ。」と言われ、「どうして(6試合になるの)?」問い返し、更に「どうしてここ(樹形図の一部)を消したの?」と問い返した。問い返された児童から「だって、このままだと何回も対戦することになるでしょ。」「A対BとB対Aは同じ試合でしょ。」と説明され、樹形図に青字で斜線やバツ印を入れていた。

その後、集団思考の場面で授業者が「どうやったら、もっとすっきり樹形図に表せるかな。」と問い返したことで、他の児童より初めから重なりを除いた樹形図が表されたことを受け、更にノートに青字で新たな樹形図を表していた。児童cは、自らの問い返しを通して、問題解決に向けて、数学的に表現する力を向上させることができたと考えられる。

--	--

図8 児童cのノート記述の様子

本時では、「A対BとB対Aは同じ試合になる。」という説明に対して、「A対BとB対Aが同じってどういうこと?」と更なる問い返しが生まれる場面が見られた。この問い返しを受けた学級の児童の表現の変換を表11に示す。

表11 問い返しに対する児童の表現の様子

表現様式	児童の表現の様子
現実的表現	二人の児童が座っている椅子を示し、「座る場所が反対になっても、隣同士なのは同じ。」
操作的表現	色の異なる2色のペンを使って、「ペンの位置が反対になっても、ペアは同じ。」
記号的表現	たし算の式を使って、「 $3+5$ と $5+3$ はたす数とたされる数が入れ替わっても答えが変わらないことと同じ仕組みだ。」

表11の表現から、問い返された児童は、相手の理解や納得を得るために、図的表現（樹形図）や言語的表現を、現実的表現（座る位置）や操作的表現（ペン）、記号的表現（加法の交換法則）と関連させながら、よりの確な表現へ向上させている姿が見られた。このことから、本時では問い返しが、問い返す側・説明する側の両者にとって数学的な表現を変容させる有効な手立てであったといえる。

イ 児童dのノート記述から

図9に第5時での児童dのノート記述を示す。児童dも算数に対して苦手意識をもっており、事前調査は、①は類型Ⅱ、②は類型Ⅳであった。

本時では、「場合の重なりを分類して考え、問題を解決する」ことを扱った。児童dは初め重なりに気付かず、「 $18-11$ 」と「 $20-11$ 」の式を見て、「どうして11を2回もひくんですか。」と自身が納得いかないことを全体に問い返した。児童dの問い返しを受け、別の児童が黒板に図を描き、要素を色分けしながら、「ここの部分が重なるでしょ、だから2回ひかないといけないんだよ。」と説明をした。児童dは色分けされた図と式の意味が結び付いたことで、「あ、そういうことか!」と重なりに気付き、式の意味に納得した上で問題を解決することができた。

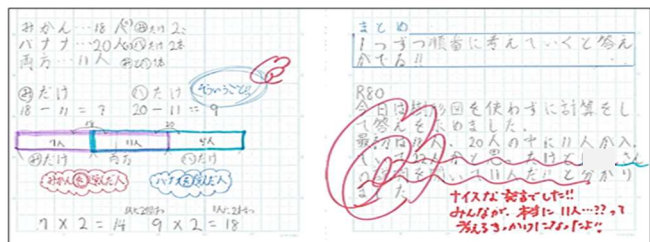


図9 児童dのノート記述の様子

ウ ノート記述のまとめ

児童cと児童dは共に、解決の初期段階では、不明瞭な樹形図や、式のみ記述など、的確ではない表現であった。しかし、問い返しの手法を用いた数学的活動をすることで、樹形図の表し方が改善したり、他の表現様式と関連付けた表現に変容したりした。つまり、児童cと児童dのノート記述から、問い返しの手法を取り入れた数学的活動が、数学的に表現する力の育成に有効であったといえる。

また、児童cと児童dの問い返しから、問い返しには問題の理解が不十分な児童に対して、解決や理解を促す役割と、問い返しを受けて説明する児童に

対して、様式を往還させながら、的確に表現する力を向上させる役割の二つがあることが明らかになった。

2 問い返しの手法を取り入れた数学的活動を行うことで、数学的に表現することの意識が変容したか

研究授業を実施する前後に、児童に意識調査を行った。数学的に表現する力に関する二つの質問項目に対して、「1 思わない」「2 あまり思わない」「3 ややそう思う」「4 そう思う」の4段階で回答及び、その理由を記述させた。

意識の変容を調査したクロス集計を図10に示す。

①言葉や数や式を使って数学的に表現することについて					
【事前】「あなたは、算数の問題を解くとき、答えと理由を言葉や数や式を使って表すことができますか。」					
【事後】「問い返しの学習をしたことで、あなたは、算数の問題を解くときに、答えと理由を言葉や数や式を使って表す力が付いたと思いますか。」					
事後	そう思う	ややそう思う	あまり思わない	思わない	計(人)
事前					
そう思う	13 児童e	3	1	0	17
ややそう思う	8	10	3	0	21
あまり思わない	4	3 児童c	2	0	9
思わない	0	0	0	0	0
計(人)	25	16	6	0	47
②図や表やグラフを使って数学的に表現することについて					
【事前】「あなたは、算数の問題を解くときに、自分の考えを図や表やグラフを使って表すことができますか。」					
【事後】「問い返しの学習をしたことで、あなたは、算数の問題を解くときに、自分の考えを図や表やグラフを使って表す力が付いたと思いますか。」					
事後	そう思う	ややそう思う	あまり思わない	思わない	計(人)
事前					
そう思う	5	2 児童e	0	0	7
ややそう思う	16	8	1	0	25
あまり思わない	9 児童c	4	0	0	13
思わない	1	1	0	0	2
計(人)	31	15	1	0	47

図10 事前・事後意識調査の結果

図10から、それぞれの質問項目について、より肯定的な回答をした児童の人数が増えていることが分かった。特に、②について、事前調査で否定的な回答していた15名の児童全員が、事後調査においては肯定的な回答に変容していた。このことから、自分の考えを図や表やグラフで数学的に表現することに苦手意識をもっていた児童に対して、問い返しの手法が有効に機能したと言える。

意識調査における児童cと児童eの記述の変容を表12に示す。事前の意識調査で児童cは、対象を関係図に限定しているが、図などを用いて表現することに対して苦手意識をもっていたことが窺える。それに対して事後の意識調査では、樹形図のかき方を理解したことに加え、問い返しをしたことで、図な

どを用いて数学的に表現することができたと捉えている。先に述べた児童cのノートの記述と併せて考察しても、問い返しが数学的に表現する力の育成に寄与し、理解を促進したと考えられる。

児童eは、算数の学習を得意としており、事前調査・事後調査においても類型Ⅰの児童である。事前と事後の意識調査においても、数学的に表現することについて肯定的な回答であったが、記述の内容に変容が見られた。事前の意識調査では「自分が得意であるかどうか」が回答の基準であった。しかし、事後の意識調査においては、「他者が納得、理解できる表現になっているか」という対話する相手を意識した記述になっていた。このことから、問い返しを通して、相手の立場に立った、的確な表現の必要性を意識するようになったと捉えることができる。

表12 児童c、eの記述の変容（下線は稿者）

	児童c	児童e
事前	図に線を書きこむときに関係図だったらどの向きに矢印をすればいいのかわからないからです。	自分は、言葉を使った答えについての証明や理由を表すのが得意であるから。
事後	樹形図という新しい図をしたらその樹形図もかけるようになってきたので表す力がついたと思います。 <u>あと問い返しをして例えば「どうやって？」を聞いて「こうやったらできるよ」とかを聞いたので、できるようになったと思います。</u>	問い返しの学習ということは、「少しわからないところがあったらそこに疑問を持たれて、なぜそうなったのかと聞かれる」ということになりました。ということはこちら側も誰もが納得できる答えと理由を書かねばならないためそこを意識していることでこのような力がついたのだと思います。

Ⅵ 研究のまとめ

1 研究の成果

- 「どうして」「どうやって」「どういうこと」の三つの観点に整理して問い返しの例を示したり、カード化して視覚的に提示したりしたことは、児童間で意図をもった対話を促し、複数の表現様式を関連付けながら数学的な表現を変容させる手立てとして有効であった。
- 問い返しを行うことで、数学的に表現すること苦手意識をもつ児童にとっては、表現の仕方についての理解が深まった。また、元々表現することが得意だと認識していた児童にとっても、問い返しを通して、相手の納得や理解を得るための表現をすることへと意識が変容した。
- 本実践の分析を通して、問い返しには解決や理解を促す役割と、表現様式を関連付けながら、的確に表現する力を向上させる役割の二つがあることが明らかになった。

2 研究の課題

- 本研究は2学級48名における質的な変容の分析が中心であり、問い返しを行わない集団との変容の比較をしていない。そのため、日常的な指導の積み重ねや児童間の人間関係といった他の影響も

考えられ、手立てそのものの効果かどうか、検証が必要である。

- 研究授業で扱った単元の特性上、図や表を用いた表現の変容を児童自身が実感しやすい授業構成となった。一方で、言葉や数や式についての意識の変容は緩やかであり、図や表だけでなく言葉や式による表現の有効性を児童自身にどう実感させるか、また他単元、他領域においても同様の成果が得られるかについての検証が必要である。

3 今後の方向性

- 三つの観点による問い返しの手法を、他単元や他領域においても適用し、単元や学年を超えた、日常的に数学的な表現を育成する対話活動として定着を図っていく。
- 児童が数学的に表現する力を十分発揮できるよう、基本的な知識・技能の定着を図る指導と、問い返しを一層関連付けた授業実践を進めていく。

【注】

- (1) 詳しくは、文部科学省（平成30年）：「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 算数編」日本文教出版pp. 21-22を参照されたい。
- (2) 詳しくは、中原忠男（平成7年）：「算数・数学教育における構成的アプローチの研究」聖文社pp. 199-200を参照されたい。
- (3) 詳しくは、日本数学教育学会（平成30年）：「算数教育指導用語辞典〔第五版〕」pp. 39-40を参照されたい。
- (4) 詳しくは、盛山隆雄（2021）：「思考と表現を深める算数の発問」東洋館pp. 16-17を参照されたい。
- (5) 詳しくは、盛山隆雄（2021）：前掲書pp. 28-29を参照されたい。
- (6) 詳しくは、中村光晴（2022）：「子どもの考えをつなぐ算数の問い返し発問」明治図書p. 54を参照されたい。

【引用文献】

- 1) 文部科学省（平成30年）：「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 算数編」日本文教出版p. 27
- 2) 文部科学省（平成30年）：前掲書p. 36
- 3) 中原忠男（平成7年）：「算数・数学教育における構成的アプローチの研究」聖文社p. 202
- 4) 中原忠男（平成7年）：前掲書p. 202
- 5) 中原忠男（2009）：「教育時評 No. 17」学校教育研究所p. 11
- 6) 田中博史（平成13年）：「子どもの思考過程が見えてくる 算数的表現力を育てる授業」東洋館p. 32
- 7) 横須賀薫（1990）：「発問」「授業研究用語辞典」教育出版p. 99
- 8) 横須賀薫（1990）：前掲書p. 99
- 9) 盛山隆雄（2021）：「思考と表現を深める算数の発問」東洋館p. 17
- 10) 盛山隆雄（2021）：前掲書p. 17
- 11) 中村光晴（2022）：「子どもの考えをつなぐ 算数の問い返し発問」明治図書p. 20
- 12) 中村光晴（2022）：前掲書p. 23