算数の問題解決学習における
児童の表現様式に着目した数学的活動の促進に関する実践研究

五泉市立村松小学校（H20 年度）
小黒　大介

〈主張〉
問題解決学習では，児童自身が操作・図・式などの表現を手掛かりに数量関係を捉え，思考を再構成する過程を通して数学的活動が促進される。

1　はじめに

算数科における問題解決学習では，児童が問題状況に含まれる数量やその関係を捉え，数学的に思考しながら解決に向かう過程が重視されている。しかし実際の授業では，問題状況の把握が不十分なまま，早期に立式や計算処理へ移行する児童の姿が多く見られ，操作や図といった表現を用いて数量や関係を考察する数学的活動が十分に展開されない場合がある。

そこで本研究では，授業の導入段階における児童の表現に着目し，操作や図を用いて思考する数学的活動を促進する授業を設計・実践し，その過程を分析することによる授業改善を繰り返し行った。

2　問題解決学習における数学的活動と表現様式

(1)　問題解決学習

問題解決学習は,「問題提示と問題把握」「自力解決」「解決の練り上げ」「振り返り／評価問題」の各相から構成される（溝口，2012)。本研究ではまず，問題把握の相に着目し，児童が問題状況における困難性を認識し，学級全体の学習の方向性として学習課題が構成される過程を分析対象とする。なお，本研究では，問題把握の過程で児童が表出した困難性や気付きを「課題」，それらを教師が整理し学級全体で共有したものを「学習課題」とする。

児童が問題を自力解決するためは,「見通し」をもつことが重要である。阿部（2023）は見通しをもつ視点として,「活用できる既知は何か」,「既知をどのように活用するのか」が「なぜ分からないのか」という課題の認識とつながることが重要としている。

(2)　数学的な考え方と数学的活動

「数学的な考え方」や「数学的活動」は，論者によって様々な捉え方がなされている（例えば,片桐（1988）や島田（1977))。先行研究ではそれらの概念を包括的に捉えているが，本研究では具体的な教材において，児童がする思考や活動について,「数学的な考え方」や「数学的活動」を捉えることとする。

また「数学的な考え方」と「数学的活動」の関係について，本研究では,「数学的な考え方」を児童の内面において営まれる過程,「数学的活動」を内的な思考が外化された活動として捉える。すなわち，児童が問題解決の過程で数学的に思考し，操作，図，式等を用いて表現された活動を数学的活動と捉える。

(3)　表現様式

思考と表現の関係について，清水（2015）は，表現を「思考の結果であると同時に，その表現を手がかりとして再び思考が促されるもの」とし，思考と表現が互恵的関係にあることを指摘している。本研究では，この関係を踏まえ，児童の数学的思考を促進する手段として表現を位置付ける。特に，Bruner（1977）の EIS 原理に基づき，操作的（Enactive)，図的（Iconic)，記号的（Symbolic）表現が相互に往還することによって，思考が精緻化される点に着目する。さらに，中原（1995）が示す算数授業における表現体系の考え方を参照し，表現様式間の変換や往還が，問題解決過程における思考の再構成に果たす役割に注目する。

3　研究仮説

本研究では，問題解決学習における問題把握および自力解決の過程において，操作的・図的・記号的な表現を用いて数量や数量関係を捉え，表現を手掛かりとして考えを修正・発展させる活動を位置付けることで，数学的活動が促進されると考えた。

具体的には，児童が問題状況を表現する中で生じる困難性や気付きに着目し，操作や図による表現から数量関係を捉え，さらに式や言葉による表現へと関連付ける過程を意図的に設定することで，既有の知識との関連付けや新たな数量関係の発見が促されると考えた。

以上より，本研究の仮説を以下のように設定する。

問題解決学習の導入段階において，操作・図・式等の表現を手掛かりとして数量や数量関係を捉え，表現様式を往還しながら自力解決する場を設定することで，児童の数学的活動が促進されるであろう。

4　教師の操作的な問題提示による問題把握の過程に着目した授業実践（R６年度後期）

(1)　本実践の目的と設計方法

本実践では，問題解決学習における「問題提示」および「問題把握」の過程に着目し，教師が動的に操作（Enactive）しながら問題を提示する授業を設計・実践した。それによって，児童が問題状況を把握し，数学的に思考しながら自力解決できる，という仮説のもとに授業を設計した。

(2)　実践Ⅰ「かけ算(2)」の授業設計

第２学年「かけ算（2)」では，九九の構成が求められる。本実践は「6 の段」で行う。

＜問題提示・問題把握＞

本実践では，問題提示場面で，操作的・図的表現を起点として，数量関係を捉える場面を設定した。具体

的には,「袋に 6 個ずつチョコレートが入っています。3 袋では全部で何個でしょう」という問題場面を文章で提示し，教師がドット図を 1 列，2 列，3 列と順次増やしながら動的に示すことで,「6 ずつ増える」という数量の構造を捉えられるようにした。

さらに問題把握の過程では，「なぜ 18 になるのか」と発問し，児童の気付きや困難性を表出させ，動的な提示と関連付けながら,「6 ずつ増える」「6 をたす」といった考えを学級全体で共有し，学習課題へと再構成できるように設計した。

＜見通し・自力解決＞

「この後はどうなるか？」と発問することで,「6 ずつ増える」ことを操作的・図的に捉えた場面を基に，式へと移行し，6 の段を構成できると考えた。

(3)　授業の実際

2024 年 10 月，公立小学校第 2 学年「かけ算（2)」単元第 1 時を実施(児童数 21 名)。授業データは後方から撮影したビデオ，および IC レコーダーの音声データ，ノートの記述を基に，学級全体での発話記録と活動の様子を記録した。

＜問題提示・問題把握＞



図 1:動的な図の提示

教師が「チョコレートがあります。袋に〇個ずつ入っています。チョコレートの数を調べましょう」と問題文を黒板に提示した。実際に何個あるかを児童に問うと,「5 個」「10 個」「6 個」などと発言があった。6 個であることを確認した後，教師が順々に 1.2 列目まで図を提示すると(図 1)，児童は「6 個ずつ」と発話し，指で数えながら「1，2，3，4，5，6 個ずつ」と確認した。児童が 6×2＝12 と式化した後，教師が「この後どうなるか」と問い，3 列の図を提示すると，「増える」「18」「ろくさん 18」などの反応があった。教師の「なぜ 18 と分かったの」の発問に対して，児童は，「6＋6＋6」「12＋6」「6 の段は 6 ずつ増えるから」と反応していた。

これらの考えを黒板に「かけ算のきまり」として整理し，「6 の段の続きはあるか。2 年生でも作れるか」という学習課題を設定した。

＜自力解決＞

児童は「6×4＝24」以降の 6 の段の作成に取り組み，半数以上が式と答えのみをノートに記述していた。教師が活動を一時中断し，「式だけで，なぜ 24 と分かったか伝わるか」「言葉や〇を書いてもよい」と問い掛けると，「6 ずつ増えている」，「＋6」を書き加える児童や，かけ算のきまりを用いて説明を補足する児童，〇を用いて数量関係を表そうとしていた。

自力解決時間内に，6 の段が完成しなかった児童は 5 名であった。またドット図を描いたりブロックを操作したりして考える児童は少数であった。多くの児童は式中心の記述であり，発話記録においても数量関係の説明より計算結果に関するものが多かった。

(4)　授業の考察

問題提示・問題把握および自力解決の各場面について，児童の表現と数学的活動の様相を，EIS 原理を枠組みとして分析し，教師からの動的な問題提示が，児童の数学的活動を促進したのかを考察する。

＜問題提示・問題把握＞

問題把握の場面で，児童は「6 ずつ増える」ことを捉えていた。このことから，教師による操作的・図的表現を用いた問題提示は，問題状況に含まれる数量関係を把握する上で一定の効果があったと考える。

＜自力解決＞

自力解決の場面で，多くの児童（16 名）は 6 の段の九九が構成できた。教師の「なぜ 18 になるのか」との発問に，「6＋6＋6」「12＋6」などの考えが出された。

しかし，多くの児童は，式と答えのみを記述しており，操作的・図的表現を用いて数量関係を説明したり，それらを手がかりに試行錯誤したりする行為は限定的であった。

(5)　本実践の成果と課題

本実践では，教師の動的な問題提示によって，一定の理解はなされたが，多くの児童は操作的・図的表現を用いて数量関係を説明する数学的活動は行っていなかった。これは，教師による操作的な問題提示では表現の主体が教師であり，思考の主体である児童自身が操作したり図をかいたりしたわけではないことが要因であると考える。また，児童は，提示された表現を確認したり，推測したりする内容が中心であり，操作的・図的・記号的な表現を行き来し，試行錯誤する活動は，少なかった。このことは，表現の主体が教師ではなく，児童である必要性を示唆しており，この点に課題がある。

5　児童の表現活動による問題把握の過程に着目した授業実践（R７年度前期）

(1)　本実践の目的と設計方法

本実践では，問題把握の過程において，児童が図や具体物で表現する場を設定することで，その表現を手がかりに試行錯誤できると考えた。操作・図・式といった表現様式を往還することで，数量関係の捉え方を再構成できる，という仮説のもとに授業を設計した。

(2)　実践Ⅱ「たし算とひき算（1)」の授業設計

第 2 学年「たし算とひき算（1)」では，一対一対応で数える図(図 2)から，数量全体の関係に着目する図（図 3）への転換が求められる。

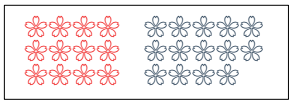

図 2:数える図

＜問題提示・問題把握＞

問題は，赤いおはじき□個，青いおはじき□個と数量を伏せた形で提示する。その後，「赤いおはじきが 12 こ，青いおはじきが 14 こあります。ぜんぶでなんこありますか」と示すことで，式での計算に直ちに移行することが難しい状況を設定する。児童が具体物を操作したり，数える図を描いたりしながら，問題状況を捉えようとする表現活動が生起すると考えた。

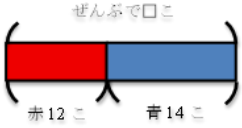

図 3:数量全体の関係に着目する図

問題把握の過程では，「この問題文の様子をどのような図で表すとよいか」「赤と青をどのように表すと分かりやすいか」と発問し，児童が図的に表現する場を設定する。その際，「一つ一つ並べると時間が掛かる」「どこまで数えたか分かりにくい」といった表現上の困難さを学級全体で共有し，数量関係を構造的に捉える表現へと自ら再構成する場を設定する。

(3)　授業の実際

2025 年 6 月，公立小学校第 2 学年「たし算とひき算(1)」単元第 1 時を実施（児童数 22 名）。授業実践の様子は，教室後方および抽出児童前方に設置したビデオカメラ，教室左側の IC レコーダーにより記録した。得られた映像・音声データをもとに逐語録を作成し，児童および教師の発言・行動を記述した。

＜問題提示・問題把握＞

教師は「赤いおはじきが□こ，青いおはじきが□こあります。ぜんぶでなんこありますか」と問題文を提示し，その後の児童の「これでは分からない」といった反応が出たあと，赤 12 個・青 14 個の実物を示した。児童は指さし数唱で「12 個」「14 個」と確認し，「26」「36」と相談する姿が見られた。教師が答えを確認し「26 こ」と板書した後，「この問題文を図で表すとどうなるか」と発問した。児童は丸や四角で一つずつかく図を作成し(図 4)，「分かりやすい」と発話していた。授業者が「数が増えたらどうか」と問い返すと，「大変」「疲れる」との発言があり，その発言を共有して学習課題「丸やおはじきをかくのはたいへん。どんな図をかくとよいかな。」を設定した。



図 4:多くの児童が描いた図

＜自力解決＞

多くの児童が，丸や四角を一つずつ描いて数える図を用いて考えていた。一方で，少数の児童は，「四角を一つ描いてまとめる」「長四角の真ん中に線を引く」といった，数量をまとめて表していた。また，数える図を用いていた児童の中にも，図を描いては消し，描き直す様子が繰り返し見られ，数え方や表し方について他の表現を模索している姿が見られた（図 5）。しかし，最終的には多くの児童が数える図に戻り，数量関係全体を表す図を用いていなかった。

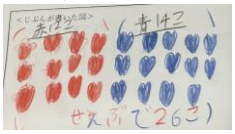

図 5:児童が描いた図

(4)　授業の考察

問題提示・問題把握，自力解決の各相における，児童の表現と数学的活動の様相を，EIS 原理を視点として考察する。

＜問題提示・問題把握＞

児童は，問題状況を操作的表現（E）で表していた。これは，数量を伏せた問題提示や実物操作が機能していたと考える。問題把握の場面では，丸や四角を一つずつ描く数える図を用いた表現が多く見られ，操作的表現（E）から図的表現（I）への移行が確認された。その結果，児童は描くことの大変さを認識し，課題が構成できた。

＜自力解決＞

自力解決の場面では，「四角を一つにまとめる」「長四角の中を区切る」といった，数量のまとまりに着目した図的表現を試みる児童が少数いた。これらの児童は，具体物を見直したり図を書き直したりしながら，操作と図を往還して表し方を考える様子が確認された。一方で，多くの児童は丸や四角を一つずつ描く数える図を用いた表現にとどまり，数量のまとまりや関係を表す図には至らなかった。

(5)　本実践の成果と課題

本実践では，操作的・図的表現を手掛かりとした問題把握の過程を位置付けたことで，児童が数える図の困難性を認識できた。さらに操作と図とを往還しながら試行錯誤していた。しかし，数える図から数量関係を表す図には，多くの児童が至らなかった。

このことから，児童が解決の見通しを持てるような授業構成の必要性が示唆された。

６　対比的な問題提示と操作活動を位置付けた見通し形成の授業実践（R７年度後期）

(1)　本実践の目的と設計方法

本実践では，問題把握の場面において，児童が図や具体物で表現する場を設定するだけでなく，既有知識が適用できる場面と，そのままでは適用できない場面とを対比できる場を設定する。この対比によって，児童が操作や図，既有知識をもとに，自力解決のための見通しが持てる，という仮説のもと授業を設計した。

(2)　実践Ⅲ「分数」の授業設計

第 2 学年「分数」では，分割分数について学習する。本時は，形の違う 1/2 が，同じ大きさであることを理解することが求められる。

＜問題提示＞

「兄弟 2 人でチーズ 4 個と食パン 1 枚を分ける」という生活場面を提示し，4 個と 1 枚の状況の比較ができる状況を設定する(図 6)。その際，食パンを折り紙(半具体物)に変換し，折る・重ねる操作ができるようにする。

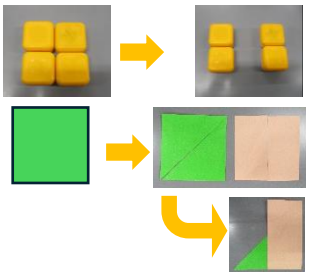

図 6:問題提示で提示する教具

＜問題把握＞

児童は 4 個と 1 枚を分ける場面を比べ，1 枚はそのままでは等しく分けられず，折り紙を折る・重ねるといった操作で分け方を考える。この過程で，形が異なっても「半分」と言えるのか，という困難性を認識すると考えた。

＜見通し＞

形が異なっていても，元の 1 枚を等しく 2 つに分けたものであれば 1/2 といえるかどうかが課題となる。そのためには，見た目の形ではなく，それぞれの部分が元の全体とどのような関係にあるのかを確かめる必要がある。しかし児童は，形の違いに着目して(図 7)，「なぜ半分と言えるのか」の

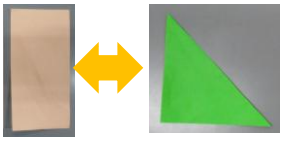

図 7：形の違う 1/2

判断が難しいと考える。これに対して，重ねたり合わせたりする操作によって，全体と部分の関係に着目し，理由を説明するための見通しがもてる場を設定する。

(3)　授業の実際

2025 年 6 月，公立小学校第 2 学年「分数」単元第 1 時を実施（児童数 22 名）。授業実践の様子は，教室後方および抽出児童前方に設置したビデオカメラ，教室左側の IC レコーダーにより記録した。得られた映像・音声データをもとに逐語録を作成し，児童および教師の発言・行動を記述した。

＜問題提示＞

教師は，チーズ 4 つを 2 人に分ける場面を設定し，1 名の児童が代表で操作した後，「折り紙を同じ大きさ 2 つに分けるにはどうすればよいか」と発問し，直線をかいて考える活動を行った。児童は，縦・横・斜めに線を引き（図 8），それぞれの分け方を黒板で共有した。共有の過程で，斜めの引き方には 2 通りあることや，縦と横の分け方が同一であるとの発言があった。また，教師が折る操作をすると，「自分でも確かめたい」と複数の児童が発言した。

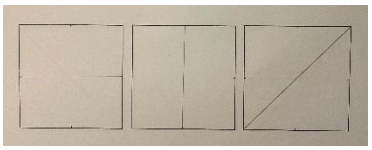

図 8：児童が記した直線

＜問題把握＞

折り紙配付後，児童は折る・切る・重ねる操作により，2 つの部分が同じ大きさかを確かめていた。縦に切った場合と斜めに切った場合を比較した際，一部児童が「大きさが違う」と発言した。これを受けて全体に問い返すと，大きさが「異なる」と答えた児童が 16 名であった。その後，ペアでの話し合いをし，「同じ」と答える児童が 15 名になった。この結果の違いから，学習課題「三角形と四角形は同じ大きさ？ちがう大きさ？」を設定した。

＜見通し＞

教師が「どうやって確かめたらいいかな」と発問すると，児童から「重ねれば分かるのではないか」「折り直して確かめたい」といった発言があり，全体で共有された。

＜自力解決＞

複数の児童は，折り紙を折る・切る・重ねる操作をしながら，大きさの関係を確かめようとしていた。また，縦・斜めのそれぞれの切り方について，切り取った部分を重ねて確かめていた。2 つの部分を合わせて元の正方形にしている児童もいた。

(4)　授業の考察

問題提示における比較場面と操作活動の位置付けが，授業の実際において，児童の見通し形成にどのような影響を与えたのかという観点から考察する。

＜問題提示・問題把握＞

児童は，数で等しく分けられる場面と，形が異なる場面との違いを認識し，「三角は小さい」「形が違う」といった発言をしている。折り紙配付後には，折る・切る・重ねる操作によって，大きさを確かめようしており，縦と斜めの切り方の違いによって判断が分かれる場面も生じた。このことから，比較場面の設定は，既知の「（自然数の）数が等しい」という判断基準に対して，新たな基準の必要性を認識する手だてになったと考える。

＜見通し＞

児童は，形による判断が難しいことを認識し，操作を手がかりに基準を明確にしようとしていた。

＜自力解決＞

児童は，折る・切る・重ねる操作を繰り返しながら，大きさを確かめようとしていた。二つを合わせて元の正方形に戻す児童もいた。

このことから，折り紙の操作は，部分と全体との関係を基準に判断しようとする思考を支える手だてとして機能していたと考える。

(5)　今後の方向性と課題

本実践では，既有知識が適用できる場面と適用しにくい場面とを対比させ，操作活動を位置付けることで，児童が見通しをもてることをねらった。授業においては，形では判断が難しい中で，「重ねれば分かる」といった発言があったり，折る・切る・重ねる操作を通して大きさの関係を確かめたりしていた。これらのことから，対比的な問題提示と操作活動の設定は，判断基準を問い直し，見通しを形成する契機として機能したと考える。一方で，その判断基準を言葉や記号で表現し，学級全体で共有・議論することに課題がある。

7　総合考察

本研究では，算数の問題解決学習において，児童が操作的・図的・記号的表現を用いながら思考する過程，特に「問題提示・問題把握」，「自力解決」の相に着目して実践的に検討した。その結果，操作や図といった表現が，数学的活動を促進する場面が見られた。一方で，表現自体が目的化されると，表現を振り返り，思考を変容させることが難しいことも分かった。

以上より，問題解決学習において重要なのは，表現様式を往還させることそのものではなく，表現を手掛かりに思考を整理し，変容する過程をいかに成立させるかにある。今後は，集団討議や練り上げの過程に着目し，個々の児童の思考と表現がいかに関連付けられ，知識が構成されうるのかを検討する必要がある。

＜引用参考文献＞

阿部好貴「数学的な見方から考える算数 授業」，授業支援冊子『先生と子どものための 算数数学Letter』第１号. 啓林館. 3-5. 2023.

ブルーナー，J. S.（田浦武雄・水越敏行訳）『教授理論の建設』黎明書房. 1977.

片桐重男『数学的な考え方の具体化』明治図書. 1988

小山正孝『算数教育における数学的理解の過程モデル』聖文新書. 2010

溝口達也『算数・数学教育概論』鳥取大学数学教育学研究室. 2012.

溝口達也（編）『新しい算数教育の理論と実践』ミネルヴァ書房. 2021.

中原忠男『算数・数学教育における構成的アプローチにおける研究』聖文社. 1995.

中原忠男（編）『算数・数学科　重要用語300の基礎知識』明示図書. 2000.

ポリア. G.（柿内賢信訳）『いかにして問題をとくか』丸善出版. 1957.

島田茂『新訂　算数・数学科のオープンエンドアプローチ―授業改善への新しい提案』東洋館出版社. 1995.

清水邦彦「数学的な表現の主体的な活用における数学的にかくことと真実感の接点の一考察―数学的な表現の移行の考察を念頭において―」全国数学教育学会誌 『数学教育学研究』 第21巻 第2号. 61-71. 2015.