

算数科学習指導における思考過程を可視化する 「ふきだし法」の事例研究

Case study of “Balloon method” to visualize process of thinking in the mathematics

佐 藤 幸 江
Yukie SATO

〈要旨〉

小学校学習指導要領（文部科学省 2008）において、すべての教科における言語活動の充実と「課題を解決するために思考し、判断し、表現する力」の育成が述べられている。このことを算数科にあてはめて考えてみると、問題解決的な学習において筋道立てて問題を解決していく力を育成することであり、そのためには、その思考の過程をいかに言語化していくかという手だての問題が見えてくる。

本研究においては、児童の数学的な思考力・表現力を育成するための思考の可視化として「ふきだし法」を取り入れた授業実践について、そのふきだしの内容について4分類できることを指摘した。その上でそれらをどのような場面でどのように活用したかを分析し、数学的な思考にまで高めていく手だてとして、教師の見とり・ふきだしを書かせる場面・板書との関連化の有効性について明らかにした。

〈キーワード〉

小学校算数 ふきだし法 思考の可視化 数学的な思考力・表現力

1 はじめに

小学校学習指導要領解説算数編（文部科学省 2008）では、「算数科においては、問題を解決したり、判断したり、推論したりする過程において、見通しをもち筋道を立てて考えたり表現したりする力を高めていくこと」を重要なねらいとし、「児童が具体物を用いたり、言葉、数、式、図、表、グラフなどを用いたりして、自分の考えたことを表現したり、友達に説明したりする学習活動を取り入れること」⁽¹⁾が挙げられている。

既習事項などを活用して課題解決し、その解決の過程を明確にして説明するためには、黒板やノートに式や図などの結果だけではなく、思考の過程を残すことが必要であり、それを手がかりにすることで筋道を立てて表現することができる。その思考を可視化していく方法として、本研究において「ふきだし法」を取り入れている。

「ふきだし法」というと、これまでは国語科学習で多く取り入れられてきた。国語科においては、例えば、文学的な教材において、物語中の登場人物の心情を読み手が豊かにイメージするための学習技術として「ふきだし法」を用い、それにより読み手の興味・関心を高めることができたという事例の報告が見られる。⁽²⁾

つまり国語科においては、「読む」という学習過程に変化をもたせ、イメージを深めたり思考を活性化させたり興味を持続させたりするための手だてとして「ふきだし法」を活用しているといえよう。

算数科における「ふきだし法」は、亀岡によって開発され⁽³⁾、その活用や意義について、以下のようにまとめている⁽⁴⁾。

(1) 内言語化のもつ意味

「ふきだし法」により、つぶやきを意図的に意識化させることによって、メタ認知が形成され、あたかも自己中心的言語が内的言語と変化していくように、自発的に使える思考法として定着していく。

(2) 思考の可視化

気軽につぶやきをノートに記述することで、情意面も含めて思考が可視化され、リアルタイムに児童の内面とつながることができる。

(3) Peer Learning のツール

児童が自分の考えを自由に表出することで、内的な口論と言われる高度な精神機能を高め、可視化されることで論議が生まれ、言語力、説明力を高めていく。

つまり、算数科においての「ふきだし法」活用の意義は、ふきだしを書くことで自己との対話を促進し、他者との関

係性を作り出していくものであると捉えた。

しかし、これまでの研究では、自由に書かれた思考過程を数学的な思考にまで高めていく、具体的な指導法に関しては言及されていない。

そこで、本稿においては、児童が自己との対話を自由に記述、表出したものについての内容を分析し、話し合いを通して数学的な思考にまで高めていく有効な手だてについて言及する。

2 研究の目的

自由に書かれたふきだしの内容について分類し、それらをどのような場面でどのように活用したか分析し、数学的な思考まで高めていく有効な手だてについて明らかにする。

3 研究の方法

3-1 研究の対象

小学校第6学年「A数と計算」の「A(3)分数の乗法、除法」の授業実践を取り上げる。

この授業実践は、N教師の実践であり、N教師は、筆者の関わる現場教師を中心としたゼミにおいて、協働学習における「思考の可視化」と児童主体の「問い」の生成を授業改善のテーマにしている教師である。N教師は、これまでも「ふきだし法」を指導方法の1つとして実践を行ってきた。対象児童は、29名である。

3-2 学習のねらいとめざす数学的な思考

「分数についての理解を深めるとともに、時間について、秒から分、分から時間などの単位換算を行う際に、分数を用いるよさを感じることをねらいとしている。

ふきだしを活用して授業を展開する中で、どのような思考言語が出てきたときに、数学的な思考力が発揮されると捉えるかについて、小学校学習指導要領解説算数編より抜粋する。

(1) 分数を数として認識し、整数や小数と比較したり、日常の経験と結びつけたりしながら、その意味を理解する。

小学校では、分数について次のように学習している。

第4学年・・・ある量の大きさを何等分かした一つ分を表したり、ある量の端数部分の大きさを表したりするのに分数を用いることを知り、その表し方を理解する。

第5学年・・・分数を、二つの整数の除法の結果を表す数としてみることができるようになる。簡単な場合について大きさの等しい分数があることを知る。整数及び小数を分数の形に直したり、分数を小数で表したりする。同

母母の分数の加法、減法の計算の仕方を考え、それらの計算ができるようにする。

第6学年・・・分数の相等関係や大小関係を考え、約分や通分について理解する。異分母の分数の加法、減法の仕方を考え、それらの計算ができるようにする。分数の乗法、除法の意味を知り、それらを適切に用いることができるようにする。

「分かった」などの理解に関するふきだしの記述は、既習事項を理解し、それをもとに活用していく力を見ることが出来る。

さらに、その際に、「比較」「日常の経験との関連化」などの記述がある場合には、数学的な思考が発揮されていると見ることが出来る。

(2) 十進位取り記数法の原理によって表す小数に対し、任意の単位を作ることができる分数のよさに気づくこと。

小学校では、量について次のように学習している。

第1～3学年・・・長さ、かさ、重さについて理解し、その単位を知る。

第3学年・・・時間の単位を知る。

第4～5学年・・・広さ(面積)、角の大きさについて理解し、その単位を知る。

第6学年・・・空間的な広がり(体積)について理解し、その単位を知る。

長さ、かさ、重さは1次元の量、面積は2次元の量、体積は3次元の量であるように、学年が上がるにつれて扱う量の次元も高くなっていく。長さについては、教室、校内、地域を舞台にしながら、徐々に大きな量を扱っていく。徐々に大きな量を単位で表す際には、単位の変換をする必要が出てくる。時間においては、「秒、分、時間、日、月、年」である。子どもたちは実生活を通して「秒、分、時間、日、月、年」の単位を経験的に知っている。

これらのことから、「時間を分数で表すこと」の学習にかかわって、日常生活やこれまでの単位換算についての学習と関連づけるようなふきだしの記述や、これらを根拠にして説明している記述があった場合に、数学的な思考が働いていると見なすことができると考える。

3-3 分析の方法

- (1) 児童に自由にノートに書かせたふきだしから、どのような内容が見られたか分類する。
- (2) それら分類されたふきだしを、どのような活用場面でどのように活用したか分析する。
- (3) 数学的な思考まで高めていく過程を追ひ、その手だてを検証する。

4 研究の結果

4-1 時間を分数で表す授業の実際

本時は、次のような流れで行われた。下線はふきだしに
関する手立てを示す。

(1) 課題の提示

「 $\frac{2}{3}$ 時間=40分

時間を分数で表すことができるのだろうか」

課題の周りに、自由にふきだしを書かせる。

(2) 自力解決

自分の考えを式、図、数直線などを使って表し、その周
りに自由に説明につながるふきだしを書かせる。

(3) 練り上げ

それぞれの考えを発表し合い、練り上げていく。

ふきだしを入れた板書をしていく。

(4) まとめとして「算数日記」を書く

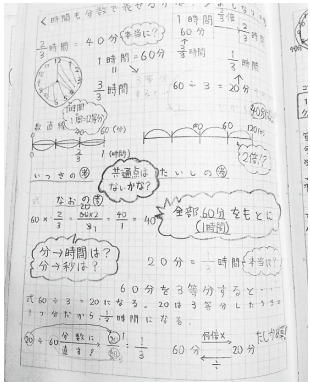
変容を記述する。

4-2 ふきだしの内容の分類

このような授業の流れの中で書かれたふきだしの内容に
ついて、例をあげて整理する。

A児は、本学習において、教師にとって理想的な思考過
程を示している。

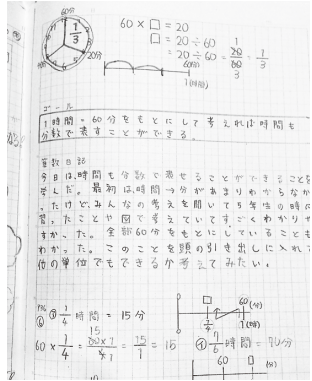
つまり、授業の導入段階においては、課題に対して「本
当にそうかな?」と、課題に主体的に関わろうというメタ
認知に関する言葉を記述している。その後、自力解決の過
程では、時計図をもとに課題解決を試みているが、算数日
記によると時計図だけでは、自信をもって論理的に説明す
ることができなかったようである。それが、線分図で考え
た児童、分数式で考えた児童の話聞くうちに「全部1時
間をもとにしている」という共通性を見出すことができ、
単位を「時間」にするためには、「60分で割ればよい」と
いう結論に達していることが分かる。〈図1〉

抽出児童／書かれたふきだし	内容の分類
A児／友だちの説明を聞くことで「1時間=60分」をもとに考えればよいという理解に達した。 	・課題に対して「本当に」というように課題に主体的に関わろうとする記述 ・「分→時間、分→秒」というように既習事項を記述 ・友達の考えの周りにふきだしが多く、そこから「みんな1時間=60分」をもとに考えているという「共通性」を見出す記述

〈図1：A児のノートの記述内容分析〉

B児は、既習事項をもとに考えを深め、さらに「小数を分数にすることができないか」という新たな問いを生成している。

自分が書いたものを他の児童と見せ合うことによって、多様なものの見方や考え方を獲得し思考を深めている。さらに、そこから新しい問いの生成ができているのも、本児の特徴である。〈図2〉

抽出児童／書かれたふきだし	内容の分類
B児／既習事項と関連づけることで理解を深め、さらに他の場面での活用を考えている。 	・課題に対して「本当に」というように課題に主体的に関わろうとする記述 ・友だちの説明を聞くうちに、「分→時間、分→秒」というように既習事項を想起したという記述 ・十進位取り記数法についても、この考えが適応できないかと考えている。「小数→分数」へと考えを拡大している記述。

〈図2：B児のノートの記述内容分析〉

N教師によると、A児・B児ともに、数学的な思考力の高い児童である。なかなかふきだしが書けない児童に関しては、教師が積極的にかかわり、既習事項を想起させた。一人平均2.4枚のふきだしが書かれた。

このように、ふきだしの内容を分類してみた結果、本学級においては、次の4点に分類された。

○メタ認知的活動

課題に対して、自分は何が分かって、何が分からないかを考えて、つぶやく記述が見られた。また、「人に説明できない。」などのつぶやきも見られている。これらは、大変に大事なつぶやきである。この後これらのつぶやきをどのように教師が拾い上げていくのかによって、価値ある思考に向かうかどうかの分岐点となるからである。

○課題に対する意欲

既習事項をもとに規則を見いだしたり、友だちの説明をもとに共通性を見いだしたりする記述が見られた。

これまでの学習内容と結びつけたり、相違点や共通点をみつけたりして課題解決に向かう意欲の表れであると判断した。

○学習手段のよさへの気づき

「たしかめ算をすればよいことが分かった。」「図をつかえば、分かりやすいことが分かった。」など友だちの説明の中に出てきた式、図、表などの活用の有効性に気づき、今後自分の自己解決に生かしていこうと考えている記述である。

○新しい問いや気づきの生成

「単位によって数が変わる。」という新しい気づきをしている児童がいた。このB児の新しい問いのつぶやきを取り上げていくと、小数とは違う分数で記述するよさや様々な身の回りの分数と単位の関係に目が向くようになる。このような関連づけも、教師がどのようにつぶやきを取り上げるかにかかってくるといえる。

次に、これらを有効に関連づけながら構成的に授業デザインをしていくことについて、言及する。

4-3 どのような場面で、どのように活用したかの検証

4-2で分類したつぶやきを、どのような場面でどのように活用したかについて、検証する。

分析の視点として、授業の流れを追いながら、(1)自分の立場をもたせる場面での活用 (2)考えの変容をもらえる場面での活用 (3)新しい問いを引き出す場面での活用について検証する。

4-3-1 自分の立場をもたせる場面

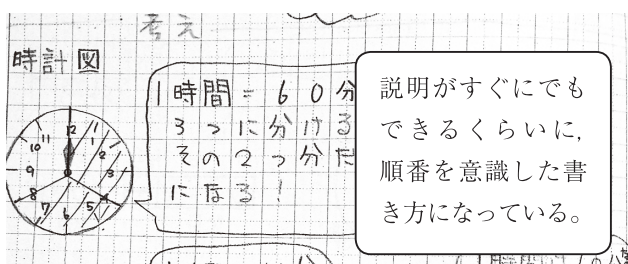
4-1の授業の実際の(1)課題提示の場面では、一人平均1.5枚のふきだしが書かれている。ふきだしの記述がこの場面に集中している。

N教師は、「発言力のある児童の思考だけに『ゆらぎ』を起こすのではなく、幅広い児童に『ゆらぎ』を起こしたいと考えた。そのことが、どの児童も教師が主導しなくても自分で様々な課題に対して深く追求していくことにつながる」と考えていることから、まずは、課題に主体的に取り組むようにふきだしを書くことを推奨しているからである。

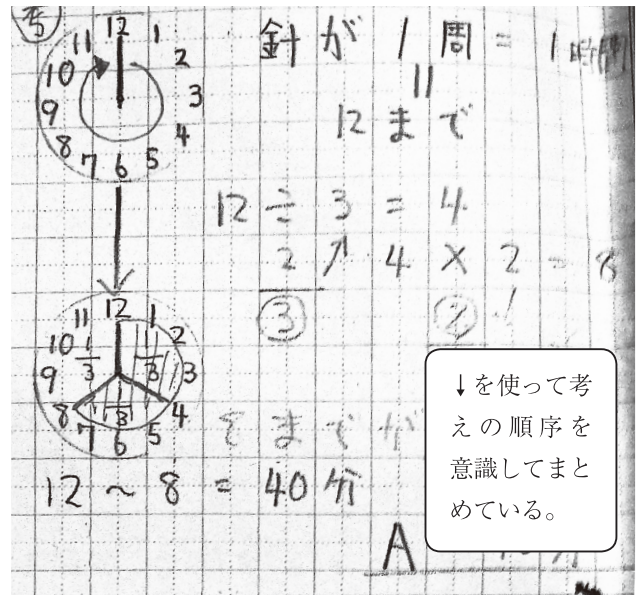
ここで、たくさんのつぶやきを出させることで、教師が、児童の思考の流れを把握するきっかけとなりうるのであり、「ふきだし法」の有効な活用の手だてであると考ええる。

次に、(2)自力解決の場面では、N教師は「年度当初であり、考えが明瞭でない子から話し合いをスタートするようにする。」というように、ここでのふきだしの記述内容を見とり、次の練り上げにつなげようとしている。

ここで1つ見えてきたのが、ふきだしという手法はとっていないが、ノートに思考過程を明確にして記述できる児童の存在である。ノートの記述を見てみると、図3のC児のように論理立てて記述してあったり、図4のD児のように「↓」などを活用して順序立てて記述したりしている。



〈図3：C児のノート〉



〈図4：D児のノート〉

つまり、本学級において、既習事項をもとに考えを発展させるような学習において、上位層の児童は、見通しをもって課題に取り組み、順序立てて思考する力をもっていると見ることができる。自力解決の場面において、ふきだしの記述数が少なくなった理由として、C児やD児のように、ふきだしの記述によらずに問題解決策の記述ができることが挙げられる。

「人に説明できない」「友だちの説明から共通点を見つけることができ、理解できた」と考える児童に対しては、ここでのふきだしの記述を多くする必要がある。それを練り上げの場面で取り上げていくことにより、順序を意識して考えをつないだり、友だちに分かりやすく説明したりすることで、より数学的に価値のある思考がみられるようになるのではないかと考える。

亀岡は、「ふきだし法」を3つのタイプ⁽⁵⁾に分類している。

○オープン型

問題の周りに思いついたことをどんどん書かせていく方法。思考順序などは関係なくいろいろ発見させたいときには最適。ふきだしに慣れさせるにもよい。

○思考順序型

オープン型と同じように問題の周りにふきだしを書かせていくが、考えた順番を入れさせていく方法。利点として、子どもも教師も思考の跡がたどれる。どの思考の後に解決に至ったのか、あるいは解決に至っていないがどこまで考えが及んだのか、どこでつまづいているのかが分かる。

○分割提示型

問題文をセンテンス毎に区切り、余白に空けふきだしを書かせていくタイプ〈1〉と、センテンス毎に問題文

を板書し考えたことを書いていくタイプ<2>とがある。タイプ<2>の場合は、子どもは最後のセンテンスにいくまでは全部の問題文が分からない。

上記のタイプから考察すると、本学級でのふきだしの活用は「オープン型」に限られているということになる。しかも、自力解決場面に入ると、せっかくの自由記述のふきだしの記述が少なくなってしまうため、練り上げのときに取り上げる児童の発言が限られたものになってしまう恐れがある。

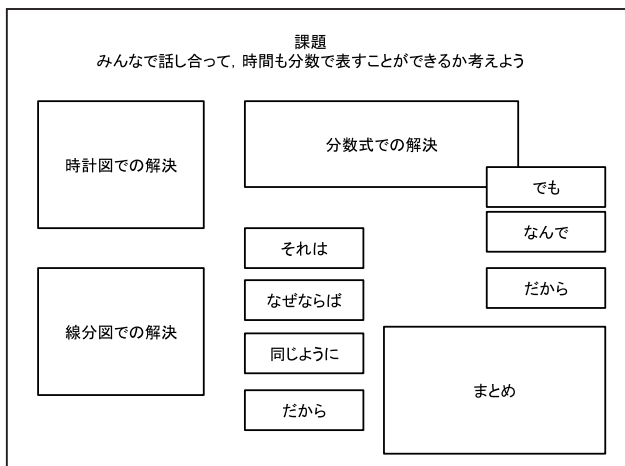
そこで、自力解決の場面では、あまり問題解決が進まない児童やつまづいている児童には「思考順序型」のふきだしを書かせ、どこまで分かっている、どこでつまづいているかが視覚的に見て検討できるようにしていく必要があると考える。

4-3-2 考え方の変容をとらえる場面

練り上げでの活用が、活用の大きなポイントである。共通性を見出したA児やB児の発言をもとに、時計図、線分図で考えても、同じように分数として表わせることに気づかせていった。

N教師は、練り上げの際に「友だちの考えを説明したり、質問や意見を述べたりすることができ、友だちの考えを取り入れて利用できる」ことをねらいとしている。

そのため、板書はその意図に合わせて、図5のように構成されている。ある児童の考えに対しての質問に「でも」「なんで」という言葉で明記したり、「なぜならば」「同じように」「だから」と考えを練り上げていったりする過程が分かるように、視覚化された板書が見られた。



<図5：思考の過程を視覚化した板書>

このように、児童のふきだしの記述をもとにした発言を構造化して示すことによって、児童は共通性に気づいたり関連づけたりしてすることがしやすくなる。視覚化された板書は、児童が思考を深めていくことに大いに役立ったと考えられる。

4-3-3 新たな問いを引き出す場面

N教師は、新たな問いを生成した際に、青のふきだしにするように指示をしている。その青のふきだしが書けたB児を取り上げ、他の児童に紹介している。他の児童に紹介されるということで、先生に取り上げてもらえる新しい問いを生成しようと思える姿が見られるようになる。

しかし、青のふきだしが書けたのは、最初はB児だけであった。これは、「新しい問いの生成」として「でも、本当に？」というモデルを教師が示してしまったために、児童は先生に取り上げてもらえるふきだしは「でも、本当に？」と書くことであると意識してしまい、自由なことばの記述を阻害してしまったのではないかと推測される。

課題の提示場面と同じように、児童に自由な記述の場を与えていくことで、新たな問いの生成にどのような影響が見られるか、今後の課題としたい。

5 おわりに

このように、日頃の授業を改善し教師力をあげていこうと努力するN教師の学級においてのふきだしの記述の分類とその活用の手だてについて検証してきた。

5-1 結論

(1) ふきだしの種類

「メタ認知的活動、課題に対する意欲、学習手段のよさへの気づき、新しい問いの生成」など、4分類の内容のふきだしを書かせていることが明らかになった。

(2) ふきだしの活用の手だて

たくさんのふきだしの中にかかれてあるつぶやきを机間指導などで見とり、まずは、考えが明瞭でない児童を見極め、その児童の考えを取り入れた。それにより、最後まで関心をもって授業にかかわらせることができると考える。

その見とりをもとに、学級全体で課題解決の見通しや課題解決の方法など説明し合ったりする活動の際には、板書とふきだしを関連化させることで、分かったつもりのことを再確認したり、友達に理解してもらうために考えを再構築して、的確に伝えられるように表現を工夫したりできる。

5-2 今後の課題

今後より数学的な思考力・表現力を育成する手だての1つとして「ふきだし法」が有用であるという前提のもと、今後の課題として、次の2点に整理した。

(1) ふきだしの内容の多様化

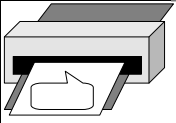
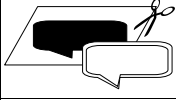
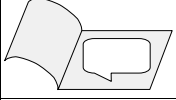
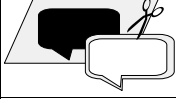
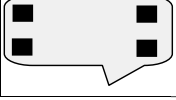
例えば、課題解決のために、どの既習事項を使って考えたらいいか、どのように考えを進めていったらいいか

の見通しをもち、根拠を明確にして数学的な表現を用いて書き表すことに自信のない児童に関しては、「思考順序型」のふきだしを書かせることも、有効な手だての1つである。また、経験と関連づけたつぶやきが見られなかった。これは、生活との関連づけを重視する上からも、今後増やしていきたいつぶやきである。さらに、提示される問題が児童の興味・関心を高めるものでなければ、ふきだしに多くを書かせることはできない。教師は、児童が多様な考えをもてるように、教材分析を深めなければならない。

(2) 順序性を意識した板書づくり

「思考の順序型」のふきだしを大事にして板書をしていく方法として図6にあるような「ふきだしカード」⁽⁶⁾の活用も検討したい。「ふきだしカード」とは、黒板用に様々な大きさや形の「ふきだし」を作ったのである。ホワイトボード用のペンで書くと消すこともできるし、書き込んだ「ふきだし」を移動することもできるという

ものである。今後、活用を検討し、どのような影響が見られたか、分析を試みたい。

1	・文書ソフトなどを使って「ふきだし」の枠を画用紙にプリント ※一太郎は、右端の「作図」のナレッジウィンドウから ※Wordは、オートシェイプから	
2	・枠が残るようにして周りを切り取る	
3	・ラミネート	
4	・周りを少し残して切り取る	
5	・裏側にマグネットのシートを貼ってできあがり	

＜図6：ふきだしカード＞

引用・参考文献

- (1) 文部科学省（2008）小学校学習指導要領解説算数編，東洋館出版
- (2) 牟田米生（1986）生き生きと活動させる教材研究法，小学校の国語科教育，明治図書pp1419
- (3) 亀岡正陸（1990）算数科教育における「ふきだし法」の理論と展開，数学教育研究第20号，大阪教育大学数学教室，pp 1-18
- (4) 亀岡正陸（2009）算数科における「ふきだし法」の指導法的意義についてⅡ～自己概念の形成・変容過程と「ふきだし法」～神戸親和女子大学『児童教育学研究』第28号『教育専攻科紀要』第13号，pp21-29
- (5) 亀岡正陸（1990）算数科教育における「ふきだし法」の理論と展開，数学教育研究第20号，大阪教育大学数学教室，pp 1-18
- (6) 秋田県総合教育センター教科・研究班研究員玉木充氏が，亀岡正陸氏のアイデアをもとに開発したもの