

解決の根拠を明確にもち、新たに生かそうとする算数科授業の在り方

伊藤 優一郎 [鹿児島大学教育学部附属小学校]

Arimethic classes that explore the basis of solutions, a new approach

ITO Yuichiro

キーワード：根拠、数学的な見方・考え方、算数科授業、思考力・判断力・表現力、説明できる子ども

算数科の授業研究を進めるにあたり、鹿児島県下の先生方と授業の様々な課題について話し合う機会があった。そこで、算数科の授業における課題には共通したものがああり、それに焦点化を図って研究を進めることで県下の算数科の授業の充実寄与できるのではないかと考え、この研究を進めることにした。

1. 鹿児島県の課題とその要因

(1) 鹿児島県の課題

鹿児島県における算数科の実態を把握するにあたり、全国学力・学習状況調査をもとにして、児童の実態を把握することにした。すると、以下のような特徴がみられた。

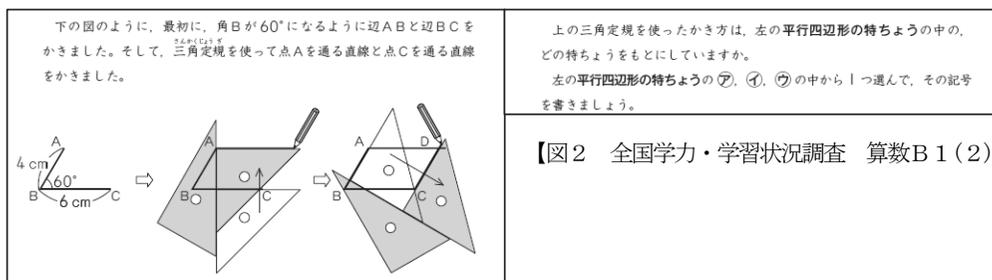
まず、1つ目に下の図1の問題は、全国の正答率が74.3%だったのに対して本県は、69.3%の正答率だった。これは、小数のたし算という計算の形式的な処理だけに授業の内容理解がとどまり、小数そのものの意味や仕組みについて、十分に理解されていないことが分かる。

次に、図2の問題は、全国の正答率が54.7%に対して、鹿児島市が50.0%の正答率だった。これは、平行四辺形の作図の仕方から、その特徴を尋ねる問題となっている。作図そのものの理解は、できているが、平行四辺形の定義や定理の理解については、十分でなく、全体の半数の児童しか正答できていない実態が分かった。以上のような結果を踏まえて、子どもの姿から、自分で解決方法を選び、手順や仕方を説明することはできている。一方で、解決するに至った理由(なぜそれが使えるのか)や事実(何をもとにしているのか)という根拠を説明することができていない。また、解決に用いた根拠を、新たな場面に、生かすことができていないことも明らかになった。

(2) $5.21 + 0.7$ を、 0.01 をもとにした式に表します。
 5.21 と 0.7 は、それぞれ 0.01 を何個集めた数になりますか。
下の $\textcircled{ア}$ 、 $\textcircled{イ}$ に入る数を書きましょう。

5.21	$+$	0.7
↓		↓
$\textcircled{ア}$	$+$	$\textcircled{イ}$

【図1 全国学力・学習状況調査 算数A1(2)】



【図2 全国学力・学習状況調査 算数B1(2)】

(2) 課題の要因

このような課題が生じている要因として次のようなことが考えられる。

まず、教師が、授業の中でどのような根拠を引き出すべきか明確にできていない。児童のつぶやきの中には、本時の根拠となる内容が含まれる場合があるが、教師がそれに気付かず、詳しく聞き逃したり、板書をしなかったりしてしまうことがある。また、教師が、学び合いを通して、どのようにして根拠を引き出させるのかという指導に難しさを感じている場合がある。根拠を想定していても、子どもたちがそれを発表するための手立てや、ノートに記述するための課題の内容について、分析できないのである。それから、せっかく授業の中で根拠が表出されても、解決に用いた根拠を、新たに生かしたくなるような場面の充実が図られていない場合もある。そのため、子どもたちは一場面での根拠の有用性を感じながらも、他の場面で試されないため、根拠が大事であることに気付かず、他の問題でも生かさなくなる。

以上のような実態から、鹿児島県の算数科の授業において、課題となる部分とその要因が明確になった。

2. 授業を改善するにあたってのポイント

(1) 授業のポイント

そこで、授業を改善するにあたってのポイントとして次のようにまとめた。

- 学び合いの場における根拠を引き出すための働きかけ
 - ・ 学び合いを通して根拠が引き出されるように、引き出すべき根拠を明らかにし、その根拠が表出しやすい表現を想定して働きかけを行う。
- 解決に用いた根拠を振り返らせるための働きかけ
 - ・ 解決に用いた根拠を新たな場面で生かしたくなるように、次のように根拠を見直す場を設定し、振り返らせる。
 - ア 用いた根拠の一般性や汎用性に気付く場
 - イ 用いた根拠を修正したり、付加したりする場

3. 授業のポイントの基本的な考え方と具体化例

(1) 学び合いの場における根拠を引き出すための働きかけ

ア 学び合いの場における根拠を引き出すための働きかけの基本的な考え方

私たちは、根拠を主に考えの拠り所となる「何を基にしているのか(事実)」や「どうしてそのように考えたのか(理由)」と捉えている。この根拠が含まれた説明では、解決の方法の事実や理由が明らかとなり、筋道立

ったり納得しやすくなったりする。

学び合いの場では、しばしば「どのような計算で解いたのか」、「どのような公式を用いて解いたのか」という方法について子どもたちが説明したり、話し合ったりすることがある。しかし、このような根拠が含まれる説明がなされた学び合いは、よりよい考えを生み出し、理解につながっていく場になる、と考える。

だが、子どもたちにとって根拠を述べることは容易なことではない。例えば、言語表現による学習課題が提示された場合、抽象的な表現から事象のイメージを十分にもてず、事実が読み取れなかったり、見方や考え方（理由）を操作や言葉で表せなかったりするからである。

そこで、私たちが、根拠を引き出す1つの手段として注目したのが、「別の表現に置き換える」ことによって支援することである。なぜなら、新たな別の表現に置き換える中に個人や全体のとらえた根拠が込められることになり、子ども自身にとって学習課題や解決の方法を理解しやすく、伝えやすい整理された状況になると考えるからである。なお、その表現には、次の5つがあり、相互に置き換えることで、根拠が表出しやすい状況を生み出すことにつながる。

現実的表現：実物を用いて、現実に即した操作や実験を行う表現

操作的表現：おはじき等の半具体物をモデルとして操作する表現

図的表現：絵、図、グラフ等による表現

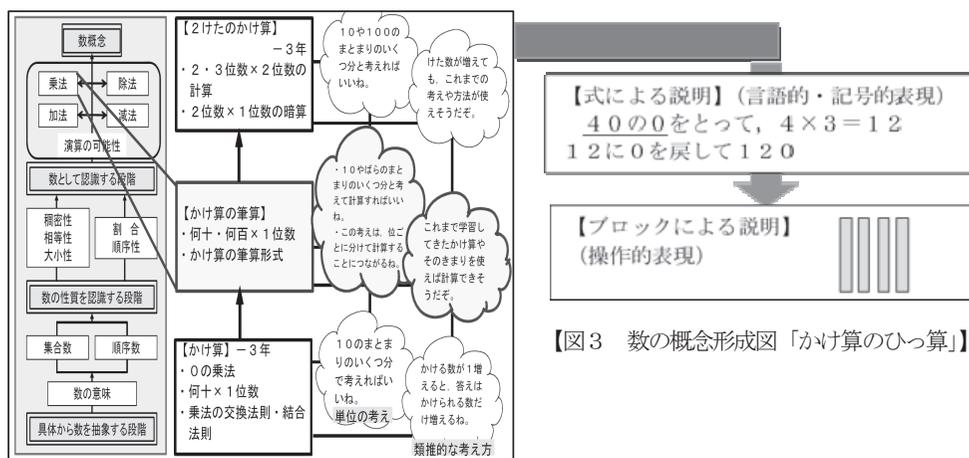
言語的表現：日常言語による表現

記号的表現：算数で使う記号等（数、式等）を中心とした表現

イ 学び合いの場における根拠を引き出すための働きかけの具体化例

第3学年題材「かけ算のひっ算」で、「 40×3 」の計算の仕方を考える場面を例にする。

まず、引き出すべき根拠の想定を行う。そのために、「数と計算」領域の概念形成過程、内容の系統、そこにつながる数学的な見方や考え方を整理する。（図3）そして、「10のまとまりの幾つ分（理由）」という根拠を想定する。次に、授業で考えられる子どもたちが発言しそうな場面を想定する。おそらく「 4×3 にして12に0をつければいいよ。」という方法の説明をすることが予想される。そこで、根拠を引き出すための表現を用いた支援を考える。形式的でなく、それぞれのまとまりを意識しやすくなるように、10のまとまりのブロックを用いる。その操作をもとに「40の0をとったのは…」、「12に0を戻すのは…」、ともに「10のまとまりの幾つ分で見えていたから」という根拠が引き出される、と考える。



【図3 数の概念形成図「かけ算のひっ算」】

(2) 解決に用いた根拠を振り返る場の設定

ア 解決に用いた根拠を振り返る場の設定の基本的な考え方

子どもたちに、表現をもとに引き出された根拠を、新たな場面で生かしたいという思いをもたせることが大事である。なぜなら、子どもたちが、引き出された根拠をもっと別の場面で用いてみたい、もっとよりよいものにしたいなどと思ったとき、根拠を生かし、新たな場面に臨めると考えるからである。だから、このような思いをもたせるために、解決に用いた根拠を振り返り、生かそうとする場を設定する。

振り返る際は、感想や気付きなどの言語によるまとめも考えられるが、ここでは、根拠そのものを振り返らせる場を設定する。具体的には、次のような場である。

- ア 用いた根拠の一般性や汎用性に気付く場
- イ 用いた根拠を修正したり、付加したりする場

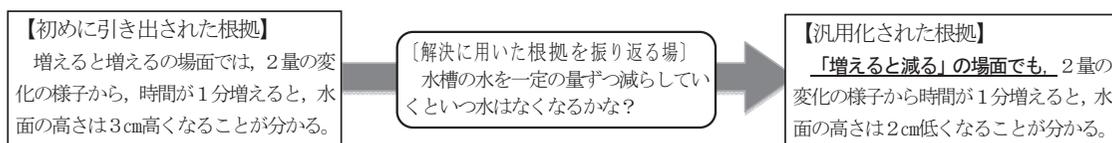
アは、学習課題とは異なる場面を設定し、用いた根拠をもとに解決することで、他の場面でも用いることができるのか、どのような場面で用いることができるのか、子どもたちが実際に試しながら、実感することをねらいとしている。このことにより、子どもたちは、用いた根拠の一般性や、汎用性という側面に気付き、次に生かそうとすると考える。

イは、類似の問題を解くことで、自ら用いた根拠を明確にしたり、曖昧さを感じた根拠に修正や付加する必要感を感じさせたりすることをねらいとしている。このことにより、子どもたちは、用いた根拠をより正確にし、次に生かすためのよさに気付くことができる。

また、このように用いた根拠を試したり、見直したりすることは、鹿児島県の課題である根拠を過不足なく説明することができるようにするための改善策にもつながるものと考えられる。

イ 解決に用いた根拠を振り返る場面設定の具体化例

第4学年題材「ともなって変わる量」で、水槽に水を入れた時の入れる時間と、入れた水の量の変化を考える時間を例にする。ここでは、根拠を引き出すための表現として、表を想定する。そして、表を用いた支援の結果、「表から2量の変化の様子をみることで、時間が1分増えると、水面の高さは3cm高くなることが分かる」という根拠が引き出される。



【図4 根拠を振り返る場の具体例】

そうすることによって、子どもたちはともなうて変わる2量の中で、「増えるが増える」という関係から、「時間が1分増えると、水面の高さは3cm高くなる」とより詳しく2量の間をみる見方を身に付けることができる。そこで、さらに、「増えるが減る」の関係では、同じように表に整理することで、2量の間を詳しくみることができないだろうか？と汎用性を子どもたちに考えさせたい。そこで、解決に用いた根拠を振り返る場として、次のように設定する。

ア 用いた根拠の一般性や汎用性に気付く場

具体的には、水槽から一定量水を抜いていく場面から変化の様子を考えさせる。そして、「さっきの問題と違うところは・・・」、「同じ表を用いようと思ったのは・・・」、という学び合いから『増えるが減る』の場面でも表から2量の変化の様子をみることで、時間が1分増えると水面の高さが2cm低くなることが同じように分かる」という他の場面でも汎用化された根拠として、引き出されると考える。

4. 実践

(1) 第2学年「たし算のひっさん」第1時

○ 位置とねらい

これまでに子どもたちは、具体物や半具体物の操作を通して、和が10以下の加法や繰り上がりのある加法の意味を理解し、式に表したり、計算したりすることができるようになってきている。また、繰り上がりのある加法では、10のまとまりをつくって計算しようとする単位の考えや、和が10以下の加法の計算を、繰り上がりのある場合や簡単な2位数の計算にまで拡張していこうとする統合的な考え方を深めてきている。このような活動を通して、子どもたちは、数を合成・分解したり相対的に捉えたりしながら、数についての感覚を豊かにしたり、加法の計算の仕方を用いて解決しようとする姿が見られる。

そこで、本題材では、2・3位数の加法の計算の仕方を考える活動を通して、2位数の加法が用いられる場合についての理解を深めながら、計算の仕方や筆算の形式について理解したり、正しく計算したりできるようにすることをねらいとしている。また、十の位で10が10個集まると百の位に繰り上がる単位の考えや、位が2桁になっても1桁の時と同じように計算を進めようとする統合的な考え方を一層深めようとするものである。さらには、加法の場面から読み取った自他の考えを伝え合いながら、自分なりの「問い」を連続・発展させていこうとする態度を育てることもねらいとしている。

○ 指導の基本的な立場

加法とは、二つの集合を合わせた集合の要素の個数を求める演算であり、その演算では、数の合成という基礎的な経験をもとにして、課題の場面と加法が用いられる場合とは同じであることを理解させることが必要である。

そこで、本題材では、単に課題の中にあるキーワードとなる言語的表現から、加法という演算決定をさせるだけでなく、実際に場面の様子をブロックなどの操作活動によって表させる過程に重点を置くことが大切である。そして、その中で、十の位や一の位ごとに数字で表すことができたり、10のまとまりによって繰り上がったたりする十進位取り記数法に気付かせる。さらに、ブロックで表した操作的表現を数字に置き換えさせることで、子どもたちが、自然と筆算を用いるよさを実感できると考える。さらには、繰り上がりのある加法の場合や和が3位数になる場合でも、操作活動から同じようにして計算すればよいことに気付かせることで、単位の考えも深めることができると思う。

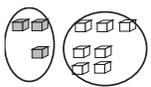
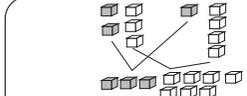
○ 本時について

① 目標

答えの正しさをブロックを操作して調べる活動を通して、位ごとに分けてたし算をすればよいことに気付き、それを説明したり正しく計算したりすることができる。

② 本時の展開に当たって

本時の指導では、単に2位数の加法の数的な処理で終わるのではなく、十の位と一の位に分けて位ごとに計算するよさを共有させることが大切である。そこで、学習課題にある言語的表現の数字をブロックを用いて操作的表現に置き換えさせて、2位数の加法では位ごとに分けて計算するという根拠を確かにするための学び合いを設定して、展開していく。上記のねらいに基づき、二つの授業のポイントについて、本時で次のような手立てを講じる。

<p>○ 引き出すための働きかけ</p>	<p>○ 学び合いの場における根拠を</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>本時で引き出させたい根拠：2桁のたし算では、位ごとに縦に置いて計算するとよい ㉑</p> <p>この根拠を引き出すためには、「10のまとまりとばらで集めるとよい㉒」という根拠と能率性という視点で比較させる必要があります。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>㉑に基づくブロック操作</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>㉒に基づくブロック操作</p> </div> </div> <p>そこで、操作させたり、それを図式化したりしながら「どうして㉑のように縦に置こうと思ったのか」と尋ねる。</p> </div>
<p>○ 返らせるための働きかけ</p>	<p>引き出された根拠を他にも生かしてみたいと子どもたちが思うためには、根拠に基づいたブロックの操作が、「他にも使えるな、使いやすいな」という実感させる必要がある。</p> <p>そこで、第2課題として「34 + 53」という数字の課題を提示し、子どもたちにブロックを縦に置かせ操作をさせ、計算のしやすさを実感させる。</p>

5. 成果と課題

(1) 表出した子どもの姿

(学び合いの場における根拠を引き出すための働きかけ)

- 多様な表現を用いて、根拠を引き出させることによって子どもたちが、よりはっきりと、ねらいに沿って自分の解決方法の理由を述べる姿が見られるようになった。
- 教師が、表現を用いて、本時に引き出せたい根拠を明確にもつことによって、授業でねらいたい子どもの姿や発言、授業の成果がはっきりと見えるようになった。

(解決に用いた根拠を振り返る場の設定)

- 解決に用いた根拠を振り返る場面で、様々な言語を用いてまとめさせることで、子どもたちが、より明確に自分の考えをまとめることができるようになった。
- 振り返る場面でのより高まった根拠を教師が想定することにより、まとめが形式的にならず、子どもたちが主体的に取り組む姿勢を促すことができた。

(2) 課題

- 子どもたちに根拠を引き出させる際に、表現は欠かすことができないものであるが、表現の精選にあたっては、学習内容や系統性、発達段階により取り扱う表現の種類や数を吟味する必要がある。
- 引き出された根拠には、事実や方法、理由に基づくものの他に、概念に基づくものもある。そのような根拠の質的な内容について、学習内容や系統性とどのように関係があるのか、検討の余地がある。

6 付記

本報告は、鹿児島大学教育学部附属小学校平成25年～平成28年度研究紀要で発表した研究内容等に基づき、算数科について研究をさらに発展させ、その研究成果をまとめたものである。

7 参考文献

- 文部科学省「小学校学習指導要領解説 算数編」 (東洋館出版社 平成20年)
- 附属小学校「個の確立を目指す授業の創造Ⅲ～探究的な学習の実現～」 (平成27年)
- 中原 忠男「算数・数学教育における構成的アプローチの研究」 (聖文社 平成13年)

