

問題解決の根拠を数学的に表現する子どもを育てる算数科学習指導 ～ためしの操作活動を位置付けた活動構成の工夫を通して～

要約

平成29年に告示された小学校学習指導要領解説の算数編の目標に、「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を養う」とある。つまり、図や表、式などを用いて、問題を解決するための根拠などをより分かりやすく説明できる力が求められているといえる。本学級の子どもたちにとっての実態調査の結果では、たし算やひき算の文章問題において、どのように考えたのかを図にかき表せた子どもは、全体の半数にしか満たなかった。さらに、これまでの算数科学習の指導では、教師が先にモデルを提示し、それを子どもたちが真似るような教師主導の授業になっており、図のかき方を子どもたちが自分で考える時間をほとんど確保できていなかった。これらのことから、本研究主題「問題解決の根拠を数学的に表現する子どもを育てる算数科学習指導」を設定した。

そして、導入問題において「ためしの操作活動Ⅰ」を、適用問題において「ためしの操作活動Ⅱ」を位置付ける活動構成の工夫をすることで、問題解決の根拠を数学的に表現する子どもを育てることができると考えた。

ためしの操作活動ⅠとⅡとは、以下の目的で行う操作活動のことである。

- ・ためしの操作活動Ⅰ…問題の内容を捉え、解決の見通しをもつために行う。
- ・ためしの操作活動Ⅱ…解決の方法や内容を図や言葉などで書き表すために行う。

そして、それを支えるために、右の3点に着目して、研究を進めた。

<実践1> 第1学年「ひきざん」(2/7)

<実践2> 第1学年「ひきざん」(6/7)

- ① 必要な情報を捉える工夫
- ② ペア活動
- ③ 既習操作モデルの掲示

このような実践を通して、以下の成果(○)と課題(●)が見えた。

- 問題の内容をもとに解決の方法を選ぶことができる子どもを育てるためには、自分で内容を捉え解決の見通しをもつ「ためしの操作活動Ⅰ」が有効であったと考えられる。
- 自分の考えを、図や表、グラフ、言葉などを使ってかき表すことができる子どもを育てるためには、解決の方法や内容を明確にし図で表現できるようにする「ためしの操作活動Ⅱ」が有効であったと考えられる。
- 問題解決の根拠を数学的に表現する子どもを育てるためには、「ためしの操作活動Ⅰ」と「ためしの操作活動Ⅱ」を位置付けた活動構成の工夫が有効であったと考えられる。
- 適用問題において、正しく図で表現できなかった子どもがいた。この要因は、自分がした操作と図をつなげて考えさせることができていなかったことと、図のかき方の指導が不十分だったことが考えられる。

キーワード 根拠 数学的表現 操作活動

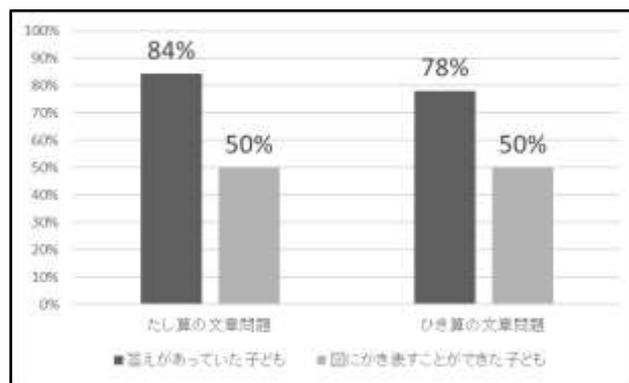
1 主題設定の理由

(1) 学習指導要領のねらいから

平成29年に告示された小学校学習指導要領解説の算数編の目標に、「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を養う」とある。つまり、図や表、式などを用いて、問題を解決するための根拠などをより分かりやすく説明できる力が求められているといえる。そのため、問題解決の根拠を数学的に表現する子どもを育てることは意義深いと考える。

(2) 子どもの実態から

図1は、検証授業前に本学級の子どもたちにとってのテストによる実態調査の結果である。約8割の子どもは、たし算やひき算の文章問題において、問題の内容から解決方法を判断し、正しく答えを導くことができた。しかし、どのように考えたのかを図2と図3のように、必要な数を○や絵、合わせるのか引くのかを矢印で図にかき表せた子どもは、全体の半数にしか満たなかった。また、図4は検証授業前に本学級の子どもたちにとっての質問紙による意識調査の結果である。「どのように考えたかを図にかくことができるか」という項目に対して、「いつもできる」「だいたいできる」と答えた子どもの割合は、6割であった。これは、問題を解決する根拠を明確にできていないことと、考えたことを図にかき表す表現力が不十分であることが原因であると考えられる。そのため、問題解決において根拠をもち、図で表現できる力を高めたいと考えた。



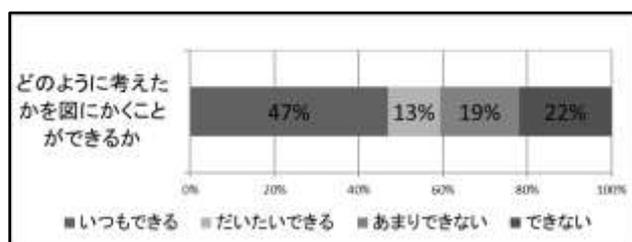
【図1 検証前の実態調査の結果】



【図2 たし算の図】



【図3 ひき算の図】



【図4 検証前の意識調査の結果】

(3) これまでの指導上の課題から

これまでの算数科学習の指導を振り返ると、問題をどのように考えたのかを図にかき表す際、教師が先にモデルを提示し、それを子どもたちが真似るような教師主導の授業になっていた。図のかき方を子どもたちが自分で考える時間をほとんど確保できていなかったため、子どもたちは同じ単元の問題なら自分でかくことができても、違う単元の問題が出ると、どの記号を使うか、どのようにかいたらいいか、わからなくなることが多くあった。そこで、問題から自分で操作の仕方を考え、どのように考えたのかを図で書き表すことができるように活動構成を工夫したいと考えた。

2 主題の意味

(1) 主題の意味

① 「問題解決」とは

問題で提示されている条件や問われている内容を捉えて、解決の方法を判断し、答えを導き出すことである。

② 「問題解決の根拠」とは

導き出した答えの理由のことである。この理由は、大きく二つある。一つは、答えを導き出すために、計算や具体物などをどのように使ったのかなどの方法のことである。二つは、言葉や数、図、表などから捉えることができる内容のことである。

③ 「問題解決の根拠を数学的に表現する」とは

理由となる方法や内容を、図や表、グラフ、言葉などを使って、かき表すことである。

そこで、「問題解決の根拠を数学的に表現する子ども」とは、以下のような子どもの姿である。

- ・ 問題解決のために、根拠となる内容を見つけることができる子ども
- ・ 内容をもとに、方法を選ぶことができる子ども
- ・ 自分の考えを、図や表、グラフ、言葉などを使ってかき表すことができる子ども

(2) 副題の意味

① 「ためしの操作活動」とは

問題の中にある言葉や数などをもとに、おはじきやブロックなどを用いて問題場面を再現することである。この操作活動には、大きく二つある。一つは、問題の内容を捉え、解決の見通しをもつために行う「ためしの操作活動Ⅰ」である。二つは、解決の方法や内容を図や言葉などでかき表すために行う「ためしの操作活動Ⅱ」である。

② 「ためしの操作活動を位置付けた活動構成」とは

1単位時間に、ためしの操作活動ⅠとⅡを仕組むことである。まず、導入の段階で、導入問題を解決するために、ためしの操作活動Ⅰを位置付ける。次に、展開の段階で、適用問題を解決するために、ためしの操作活動Ⅱを位置付ける。(図5)



【図5 ためしの操作活動を位置付けた活動構成】

3 研究の目標

小学校算数科指導において、問題解決の根拠を数学的に表現する子どもを育てるために、ためしの操作活動を位置付けら活動構成の工夫の有効性を究明する。

4 研究の仮説

小学校算数科指導において、次のような教師の支援を行えば、問題解決の根拠を数学的に表現する子どもが育つであろう。

5 研究の具体的構想

(1) 必要な情報を捉える工夫

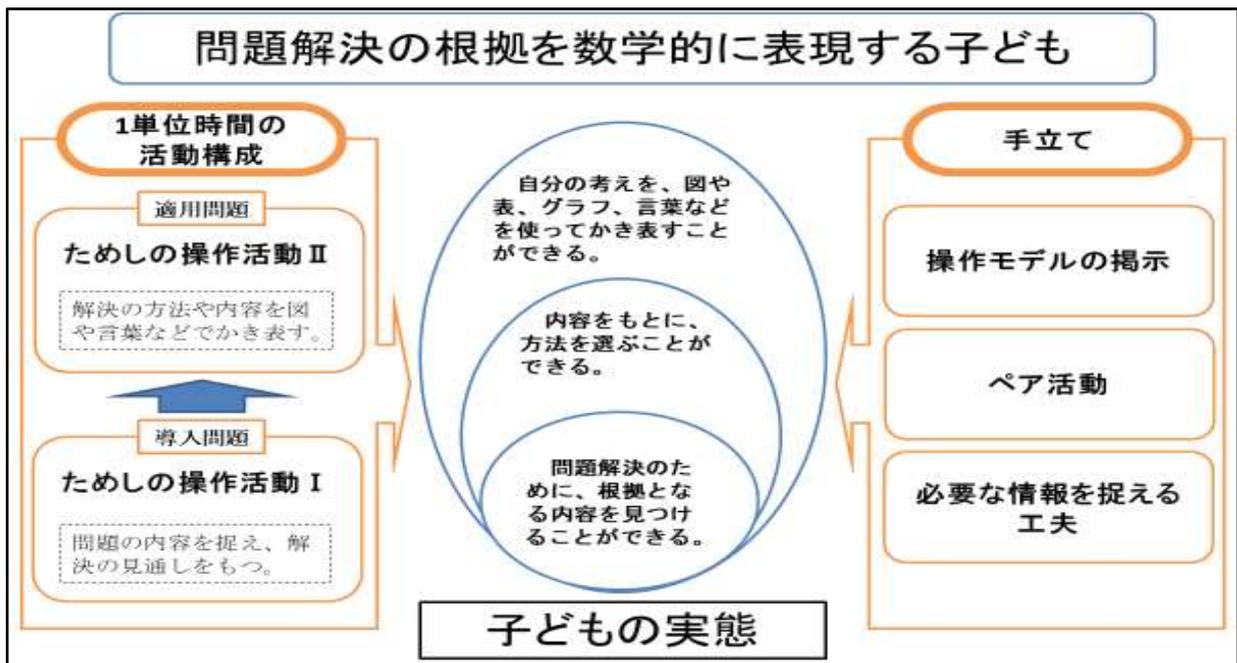
必要な情報を捉える工夫とは、問題を読みながら、ためしの操作活動において必要となる情報に印を付けていくことである。操作に必要な数は○で囲み、「あわせる」「ふえる」などのような言葉は赤の□で囲み、「わかる」「なくなる」などのような言葉は青の□で囲むなど、操作の違いによって色分けをする。このようにすることで、ためしの操作活動をする際に使う個数や、動かし方を捉えることができるようにする。

(2) ペア活動

ペア活動とは、ためしの操作活動Ⅱをもとに自分で描いた図を友だちと見せ合い、なぜそのような図になるのか教え合うことである。このようにすることで、自分の考えを強化したり、妥当性を確認したりできるようにする。

(3) 既習操作モデルの掲示

教室に、今までの学習で行った操作のモデルを掲示する。掲示されたモデルを参考にしながら、操作の仕方を取り入れたり、組み合わせたりしながら、ためしの操作活動ができるようにする。



【図6 研究構想図】

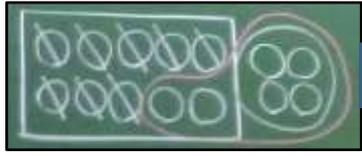
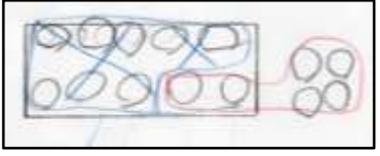
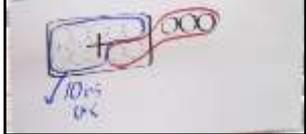
6 研究の実際

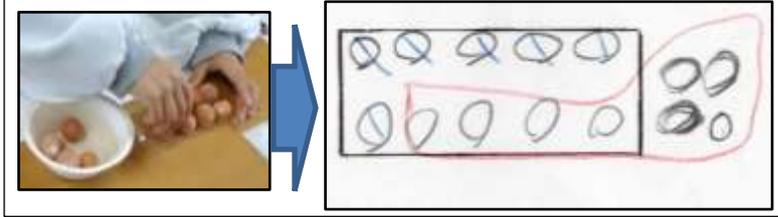
(1) 実践1 第1学年「ひきざん」(2/7)

① 本時の主眼

- 操作活動を通して、10からひく方法(減加法)でくり下がりのあるひき算を計算したり、計算の仕方を図でかき表したりすることができる。

② 展開 本時 令和元年12月6日(金) 1校時

段階	活動の実際	支援の考察
導入	<p>1 操作活動を通して、導入問題の解決の見通しをもたせた。 (ためしの操作活動 I)</p> <div data-bbox="252 600 1018 745" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>〈導入問題〉 たこやきが14こありました。くいしんぼうねずみが、パックの中から8こもっていきました。 のこりのたこやきは、なんこになったでしょう。</p> </div> <div data-bbox="252 757 1018 992" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>もんだい① たこやきが14こありました。くいしんぼうねずみがパックの中から8こもっていきました。 のこりのたこやきはなんこでしょう。</p> </div> <p>【資料1 印を付けた子どものノート】 資料1のように、問題文の数や大事な言葉に印を付けたまま読んでいた。</p> <div data-bbox="260 1137 1010 1350" style="display: flex; align-items: center;">  ➔  </div> <p>【資料3 操作活動の様子】 資料3のように、粘土の玉を必要な数出して、10個を卵パックの中に入れ、ばらの4個を机の上ののせていた。そして、8個を卵パックの10個から取り、残りの2個とばらの4個を合わせて、6個残ることを捉えていた。</p> <div data-bbox="244 1630 1026 1686" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>めあて ひき算をつかって、のこりのかずをしらべよう。</p> </div> <div data-bbox="244 1709 1026 1865" style="display: flex; align-items: center;">  ➔  </div> <p>【資料4 図の描き方を示した板書と子どものノート】 全体で、操作の方法を出し合った後、資料4のように、解決の方法を板書で確認し、自分のノートに図をかき表すことができた。</p>	<p>○ 問題文に印を付けながら読ませることで、操作に必要な粘土の玉の全体の個数や、粘土の玉をどのように動かせばいいかを捉えて、操作の見通しをもつことができた。</p> <div data-bbox="1098 880 1404 1081" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>ばらの数が足りないとき</p>  </div> <p>【資料2 既習操作モデルの掲示】</p> <p>○ 既習操作モデル(資料2)を確認できるようにすることで、前時に行った10から引く方法を想起し、操作の見通しをもつことができた。</p> <p>○ ためしの操作活動 I で自分で考えて操作させることで、ばらの数から引けないときは、10のかたまりから引いて、残りの数とばらの数を合わせればいいという解決の見通しをもつことができた。</p> <p>● 10のかたまりを図にかく際、資料3のように5個を2列でかくことができていない子どもがいた。</p>

<p>展開</p>	<p>2 操作活動をもとに、適用問題を解決し、その根拠を図で表現させた。(ためしの操作活動Ⅱ)</p> <p>〈適用問題〉 たこやきが14こありました。くいしんぼうねずみが、パックの中から6こもっていきました。 のこりのたこやきは、なんこになったでしょう。</p>  <p>【資料5 子どもの操作の様子とノート】</p> <p>資料5のように、粘土の玉を操作し解決の方法を確かめ、10から6引いて残りの4とばらの4を合わせる方法を図でかき表していた。</p>  <p>まず、14個を10個と4個に分けました。次に10個から6個ひきました。残った4個とばらの4個を合わせて、8個になりました。</p> <p>【資料6 ペア活動の様子】</p> <p>資料6のように、ペア活動で、自分でかいた図を見せ合い、どのように考えて解決したのかを教え合っていた。その後、全体で確認をした。</p>	<p>○ ためしの操作活動Ⅱで解決の方法を確かめさせることで、10から6を引いて残りの4とばらの4を合わせる方法を図でかき表すことができた。</p> <p>〈正答31人中26人〉</p> <p>● ○の数や引く数が違っているなど自分の考えが図で表現できていなかった子どもがいた。これは、図のかき方の指導が不十分だったと考えられる。</p> <p>○ ペア活動で描いた図について交流させることで、図の間違いに気づき、正しくかき直す子どもがいた。</p> <p>〈正答31人中30人〉</p> <p>● ○の数が不足し、正しく表現できていない子どもがいた。</p>
<p>終末</p>	<p>3 本時の学習で気付いたことからをまとめをして、自分がしたこと・分かったことを書かせた。</p> <p>まとめ 10からとって、ばらとあわせると、「のこりのたこやき」がわかる。</p> <p>・ パックの中から6個とってパックの残りとお皿の数をたしたから分かりました。 ・ わたしは10のかたまりからとって、残った数で計算をしました。</p> <p>【資料7 子どもの自己評価】</p>	<p>○ 資料7のように、操作活動のよさを実感している子どもがいた。</p>

③ 実践1の成果(○)と課題(●)

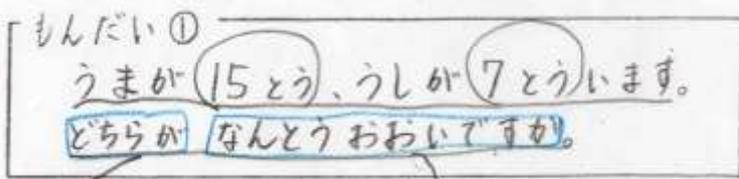
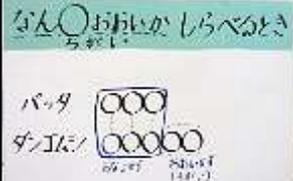
- 適用問題で、83%の子どもが自分で解決の根拠を図にかき表すことができた。これは、ためしの操作活動Ⅰによって全員が解決の見通しをもつことができ、ためしの操作活動Ⅱによって自分で解決の方法を確かめ、解決の根拠を明確にすることができたからだと考える。
- 適用問題で、自分の考えが図で正しく表現できていなかった子どもがいた。これは、ためしの操作活動Ⅰの図のかき方の指導において、自分がした操作と図をつなげて考えさせることができていなかったからだと考えられる。

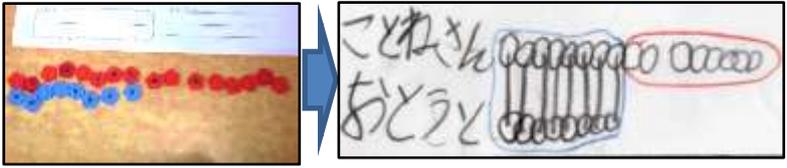
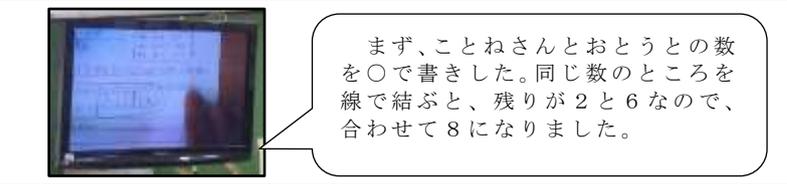
(2) 実践2 第1学年「ひきざん」(6/7)

① 本時の主眼

- 2つの数のちがいを調べるために、加減法を使ってくり下がりのあるひき算を計算したり、数量を比べてちがいを導く方法を図でかき表したりすることができる。

② 展開 本時 令和元年12月13日(金) 1校時

段階	活動の実際	支援の考察
導入	<p>1 操作活動を通して、導入問題の解決の見通しをもたせた。 (ためしの操作活動Ⅰ)</p> <div data-bbox="247 562 1018 689" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>〈導入問題〉 うまが15とう、うしが7とういます。 どちらがなんとうおおいですか。</p> </div> <div data-bbox="247 701 1018 891" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p>【資料8 印を付けた子どものノート】</p> </div> <p>資料8のように、問題文の数や大事な言葉に印を付けたまま読んでいた。</p> <div data-bbox="239 1032 1023 1245" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p>【資料10 操作活動の様子】</p> </div> <p>資料10のように、まず、おはじきを15個と7個色を分けて出し、端を揃えて並べるなどしてペアを作っていた。次に、15個の10個のかたまりからペアになった7個を引いて、残りの3個とばらの5個を合わせて、8個ちがいがあることを捉えていた。</p> <div data-bbox="247 1552 1027 1624" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>めあて ひきざんをつかって、どちらがなんとうおおいしらべよう。</p> </div> <div data-bbox="231 1648 1031 1798" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p>【資料11 図のかき方を示した板書と子どものノート】</p> </div> <p>全体でおはじきの操作の方法を出し合った後、資料11のように、図のかき方を確認し、自分のノートに図をかき表すことができた。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 問題文に印を付けながら読ませることで、操作に必要なおはじきの個数や、おはじきをどのように動かせばいいかを捉えて、操作の見通しをもつことができた。 <div data-bbox="1090 790 1390 981" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p>【資料9 既習操作モデルの掲示】</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 既習操作モデル(資料9)を確認できるようにすることで、数を並べてちがいを求める操作を想起し、操作の見通しをもつことができた。 ○ ためしの操作活動Ⅰで自分で考えて操作させることで、10からペアになった数を引いて、残りの数とばらの数を合わせればいいのかという解決の見通しをもつことができた。 ● 図にかき表す際、資料11のように15を10のかたまりとばらに分けずに、15個○をつないでかいている子どももいた。

<p>展開</p>	<p>3 操作活動をもとに、適用問題を解決し、その根拠を図で表現させた。 (ためしの操作活動Ⅱ)</p> <p>〈適用問題〉 なわとびで ことねさんは16かい、おとうとは8かいとびました。どちらが なんかいおおいですか。</p>  <p>【資料12 子どもの操作の様子とノート】</p> <p>資料12のように、おはじきを操作し解決の方法を確かめて、10から8を引いて、残りの2とばらの6を合わせる方法を図でかき表していた。</p>  <p>【資料13 描いた図をテレビに映して説明する様子】</p> <p>ペア活動で、自分でかいた図を見せ合い、どのように考えて解決したのかを教え合った後、資料13のように、図をテレビに映して全体で確認をした。</p>	<p>○ ためしの操作活動Ⅱで解決の方法を確かめさせることで、10から8を引いて、残りの2とばらの6を合わせる方法を図でかき表すことができた。</p> <p>〈正答31人中24人〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ○の数が違うことや引く数を青で囲んでいないなど自分の考えを正しく表すことができなかった子どもがいた。 ○ ペア活動でかいた図について交流させることで、図の間違いに気付き、正しくかき直す子どもがいた。 <p>〈正答31人中30人〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 引く数が示せておらず、根拠を表現できていない子どもがいた。
<p>終末</p>	<p>4 本時の学習で気付いたことからまとめをして、自分がしたこと・分かったことを書かせた。</p> <p>まとめ かずのちがいをしらべるときも、10からとって、ばらとあわせるとわかる。</p> <p>・おはじきをのせて考えました。 ・おはじきを使ったら分かりました。 ・1問目は答えが間違えたけど、2問目はできました。</p> <p>【資料14 子どもの自己評価】</p>	<p>○ 資料14のように、操作活動のよさを実感している子どもがいた。</p>

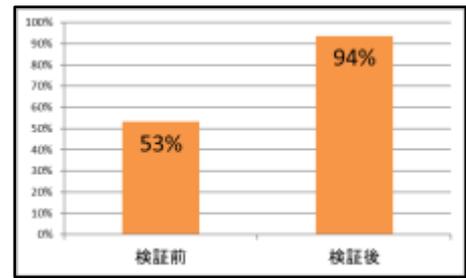
③ 実践2の成果(○)と課題(●)

- 適用問題で、96%の子どもが自分の解決の根拠を図にかき表すことができた。これは、毎時間、ためしの操作活動でしたことを図でかき表し、ペアで確かめてきたことで、操作して考えた解決の根拠を表現する力が高まったからだと考えられる。
- 適用問題で、一人の子どもは根拠となる言葉に印を付け、ひき算で答えを求めることができていたが、それを正しく図でかき表すことができていなかった。これは、図のかき方の指導が不十分であったからだと考えられる。

7 研究の考察

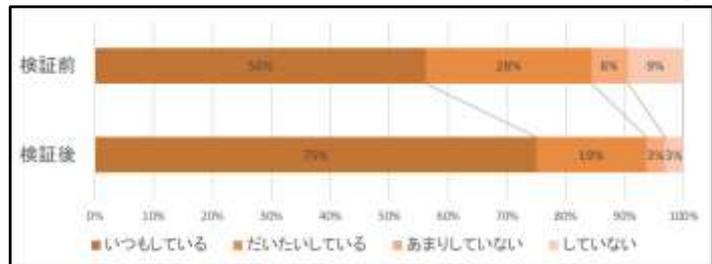
(1) 問題解決のために、根拠となる内容を見つけることができる子ども

図7は、検証授業の「ひきざん」における、検証前と検証後のテストによる実態調査の結果である。検証前に行った第1学年「のこりはいくつ」の文章問題で、ひき算で計算することの根拠となる言葉を見つけて印を付けることができた子どもの割合は53%であった。検証後に行った第1学年「ひきざん」



【図7 根拠となる言葉を見つけて印を付けることができた子ども】

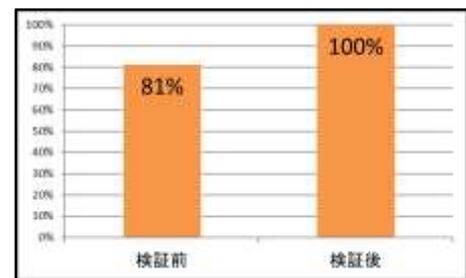
の文章問題では、同様の子どもの割合は、94%であった。検証前と検証後の割合を比べると、41%増加した。また、図8は、検証前と検証後にとった質問紙による意識調査の結果である。この結果から、「問題文を読むとき、数や大事な言葉に印をつけているか」という項目に対して、「いつもしている」と答えた子どもの割合は、56%から75%になり、19%増加した。「いつもしている」と答えたわけに、「式がひき算かたし算かが分かるようになるから」と書いている子どもがいた。これは、問題文を読むときに数や大事な言葉に印を付けたことで、問題解決の根拠となる内容を捉えることができるようになったからだと考えられる。このことにより、問題解決のために、根拠となる内容を見つけることができる子どもを育てるためには、必要な情報を捉える工夫が有効であったと考えられる。



【図8 「問題文を読むとき、数や大事な言葉に印をつけているか」】

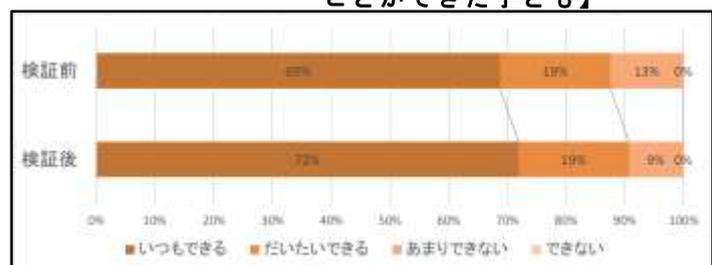
(2) 内容をもとに、方法を選ぶことができる子ども

図9は、検証授業の「ひきざん」における、検証前と検証後にとった実態調査の結果である。検証前に行った第1学年「のこりはいくつ」の文章問題では、根拠をもとにひき算を選ぶことができた子どもの割合は、81%であった。検証後に行った第1学年「ひきざん」の文章問題では、同様の子どもの割合は、100%であった。検証前と検証後の割合を比べると、19%増加した。また、



【図9 根拠をもとにひき算を選ぶことができた子ども】

図10は、検証前と検証後にとった意識調査の結果である。この結果から、「問題文の大事な言葉から、どうやって解くか考えることができるか」という項目に対して、「いつもできる」と答えた子どもの割合は、69%から72%となり、3%増加した。これは、



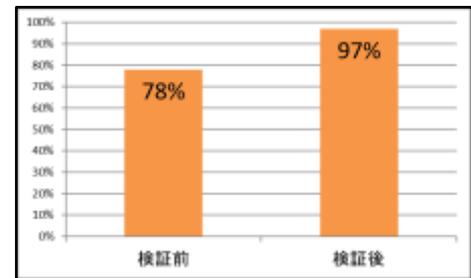
【図10 「問題文の大事な言葉から、どうやって解くか考えることができるか」】

これは、ためしの操作活動Iで問題の内容を捉え解決の見通しをもつことで、問題の内容

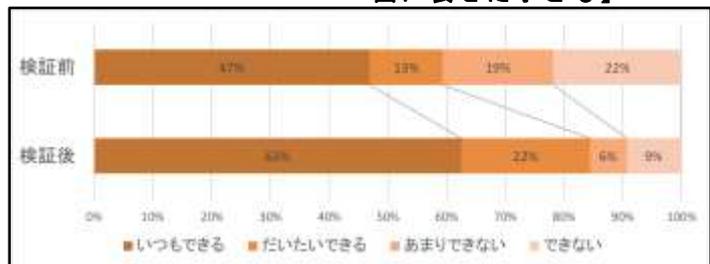
を正しく捉え解決の方法を選ぶことができるようになったからだと考えられる。このことによって、問題の内容をもとに解決の方法を選ぶことができる子どもを育てるためには、自分で内容を捉え解決の見通しをもつための操作活動Ⅰが有効であったと考えられる。

(3) 自分の考えを、図や表、グラフ、言葉などを使ってかき表すことができる子ども

図11は、検証授業の「ひきざん」における、検証前と検証後にとった実態調査の結果である。検証前に行った第1学年「のこりはいくつ」の文章問題では、どのように考えたのか、必要な数を○や絵で、引く分ける」を矢印などで図にかき表せた子どもの割合は、78%であった。検証後に行った第1学年「ひきざん」の文章問題では、同様の子どもの割合は、97%であった。検証前と検証後の割合を比べると、19%増加した。また、図12は、検証前と検証後にとった意識調査の結果である。この結果から、「考えたことを図にかくことができるか」という項目に対して、「いつもできる」「だいたいできる」と答えた子どもの割合は、60%から85%になり、25%増加した。これは、ための操作活動Ⅱで解決の方法を確かめることで、自分の考えを図でかき表すことができるようになったからだと考えられる。このことによって、自分の考えを、図や表、グラフ、言葉などを使ってかき表すことができる子どもを育てるためには、解決の方法や内容を図や言葉などでかき表すために行うための操作活動Ⅱが有効であったと考えられる。



【図11 どのように考えたのか、図に表せた子ども】



【図12 「考えたことを図にかくことができるか」】

8 研究の成果 (○) と今後の課題 (●)

- 問題の内容をもとに解決の方法を選ぶことができる子どもを育てるためには、自分で内容を捉え解決の見通しをもつ「ための操作活動Ⅰ」が有効であったと考えられる。
- 自分の考えを、図や表、グラフ、言葉などを使ってかき表すことができる子どもを育てるためには、解決の方法や内容を明確にし図で表現できるようにする「ための操作活動Ⅱ」が有効であったと考えられる。
- 問題解決の根拠を数学的に表現する子どもを育てるためには、「ための操作活動Ⅰ」と「ための操作活動Ⅱ」を位置付けた活動構成の工夫が有効であったと考えられる。
- 適用問題において、正しく図で表現できなかった子どもがいた。この要因は、自分がした操作と図をつなげて考えさせることができていなかったことと、図のかき方の指導が不十分だったことが考えられる。

《参考文献》

「小学校学習指導要領解説 算数編」平成29年7月 文部科学省 日本文教出版