

要 旨

本研究は、根拠を明らかにして表現する力を育成するために、図を解釈して自分の考えを良くする算数的活動を取り入れた学習指導の在り方を探ったものである。広げ深める段階において、問題解決のためにかいた図を解釈して立式し、その式の意味を検討する活動に取り組むことで、児童は、考えを伝えるために必要な表現を図に記入したり、立式の根拠を図から見いだしたりした。その結果、言葉、数、図、式を関連付けて式の根拠を説明することができた。そして、解決方法を表す文や根拠となる言葉を使って根拠を明らかにした記述へと変容することができた。

<キーワード> ①図を解釈する ②式の意味を検討する活動 ③言葉、数、図、式の関連付け
④根拠を説明する

1 研究の目標

根拠を明らかにして表現する力を育成するために、図を解釈し、自分の考えを良くする算数的活動を取り入れた学習指導の在り方を探る。

2 目標設定の趣旨

学習指導要領の算数科の教科目標は、「算数的活動を通して、数量や図形についての基礎的・基本的な知識及び技能を身に付け、日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考え、表現する能力を育てる……」⁽¹⁾とある。また、吉川成夫は「解決の過程で、児童が自分の思考を図、言葉、操作、式で簡潔明瞭に表しているときに『数学的な考え』が育ったと考える。……論理的に表現する力をつけていることが、『数学的な考え』が育っていることである」⁽²⁾と述べている。

本県の児童の実態を平成29年度佐賀県小・中学校学習状況調査〔4月調査〕で見ると、「数学的な考え方」の評価観点では「おおむね達成」を小学6年生では5.7ポイント、小学5年生では7.1ポイント下回り、特に、示された式の中の数の意味を表と関連付けながら正しく解釈して記述する問題の正答率が低かった。

これまでの私の授業実践を振り返ると、児童同士が自分の考えを説明し合う活動を設定してきたが、言葉、数、図、式の意味を解釈させて根拠を明らかにさせる手立てが不十分であった。そのために、自分の考えを図や式に表せない、立式はできてもその根拠を説明できない点が見られたと考える。

村上幸人は、算数科における言語活動の在り方として「文章で思考内容を表すと手間がかかるし、イメージしにくい。だからこそ、図、数、式など数学的表現を用いて考える。……そして、話し合いにおいて言語を大切に思考を引き出し、数学的表現に収束してつないでいく」⁽³⁾と述べている。

これらのことから、本研究では、「根拠を明らかにして表現する力」が育まれた児童の姿を「言葉、数、図、式を関連付け、根拠を説明している姿」と捉え、自分や友達の考えたことを図や式に表現したり、その意味を説明したりする活動を充実させる。

具体的には、広げ深める段階において、問題解決のためにかいた図を解釈して立式し、その式の意味を検討する活動を仕組むことで言葉、数、図、式を関連付け、根拠を説明する力を育成する学習指導の在り方を探りたいと考え、本目標を設定した。

3 研究の仮説

広げ深める段階において、問題解決のためにかいた図から考えを解釈して立式し、その式の意味を検討する活動を取り入れれば、言葉、数、図、式を関連付け、根拠を説明できる児童が育つであろう。

4 研究方法

- (1) 根拠を明らかにして表現する力の育成及び指導方法に関する理論研究
- (2) 数学的な表現力に関する意識調査，図の表現や式の意味を説明する活動に関する実態調査
- (3) 検証授業を通じた手立ての有効性の考察及び仮説の検証

5 研究内容

- (1) 根拠を明らかにして表現する力及び指導法に関する文献や先行研究を基にした理論研究を行い，言葉，数，図，式を関連付けて説明する活動についての効果的な指導の在り方を明らかにする。
- (2) 質問紙による意識調査及び児童の根拠を明らかにして表現する力についての実態調査を実施し，結果を分析して有効な手立てを明らかにする。
- (3) 所属校の3年生における単元「べつべつに，いっしょに」を用いた授業実践を行い，仮説を検証し，手立ての有効性を示す。

6 研究の実際1(実践化への手立て)

- (1) 文献等による理論研究

笠井健一は、自分や集団の考えを発展させる授業の在り方として「算数が苦手な子供でも意味が分かる図などを学級全体に前もって示しておくことが大切である。学級で、同じ図を根拠に説明することができるからである。」⁽⁴⁾と述べている。また、中原忠男は、数学教育における表現様式を現実的表現，操作的表現，図的表現，言語的表現，記号的表現に整理し、「よりわかりやすく，より深い理解を与える授業の創造」のために表現様式を「相互変換的に捉える方がより有効で多様な活用が可能になる」⁽⁵⁾と述べている。そして，その表現様式の相互変換を示したものを図1のように示している。本研究においては，図的表現から記号的表現への変換を図から解釈したことを立式へつなげること，記号的表現から図的表現への変換を式の根拠を図にかえて考えること，記号的表現から言語表現の変換を式の根拠を数学的な言語表現を使って説明すること，言語表現から記号的表現の変換を数学的な言語表現を立式へつなげることと捉えた。

そこで，本研究では広げ深める段階において，まず，友達が自力解決時にかいた図を複数提示して比較させることで図の表現の違いに気付かせる。次に，グループの友達の図から考えを解釈して立式させることで図から式への変換，式の意味を検討させることで式とその根拠となる言葉の相互変換をさせ，その経験回数を増やし，言葉，数，図，式を関連付けて根拠を明らかにさせる。

また，本研究では「自分の考えを良くする」とは，「他者に伝わるように解決の根拠となる言葉を使って表現すること」と捉える。清水紀宏は「思考力・表現力の育成という観点からは，自分で考えるための自分なりの表現を振り返り，それを他者に伝わるような表現に洗練することも大切である」⁽⁶⁾と述べている。そこで，児童がよい表現方法自体を知って，それを活用しながら話し合い，明らかになった根拠の言葉を使って自分なりの表現を良くする経験が必要であると考えた。

以上を踏まえ，広げ深める段階において，図に表現された考えを解釈して立式し，その式の意味を検討する活動を取り入れれば，言葉，数，図，式を関連付けて考え，根拠を説明することができるであろうと考えた。

- (2) 具体的な手立て

グループの友達の図から解決方法を解釈して立式し，その意味や図と式の対応について検討させ

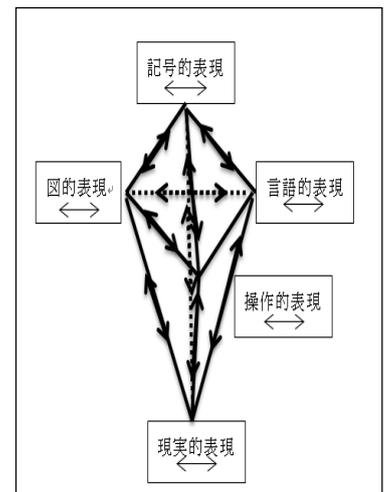
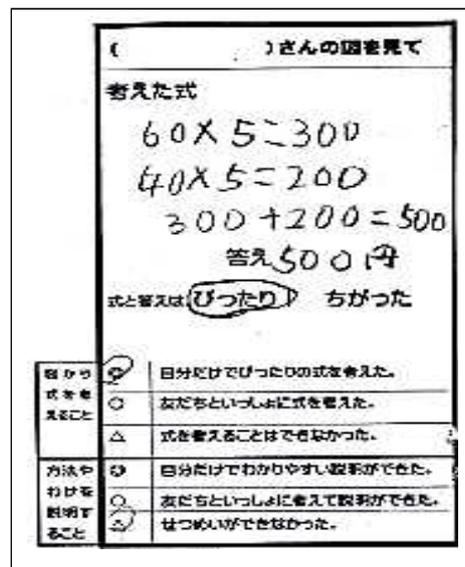


図1 中原忠男による数学教育における表現体系

ることで、図から式への変換や式とその根拠となる言葉の変換の経験を増やして言葉、数、図、式を関連付け、根拠を説明する力の高まりをねらう。まず、グループメンバーの一人が図だけを見せ、他のメンバーはその図の表現から解決方法を解釈して立式し、「これかなカード」(資料1)に書く。次に、解釈して立てた式と図を見せたメンバーの式を比較し、式の意味を説明したり、図と式の対応について検討したりする。つまり、友達の図から変換した式の妥当性を検討する中で、式や図から根拠となる言葉を見だし、根拠となる言葉を吟味する回数を増やすことで、根拠を明らかにして説明することができる。そして、自分の立式と友達の図との対応やその式の解決方法、根拠の説明について自己評価する。



資料1 「これかなカード」

(3) 児童の根拠を明らかにして表現する力を高める学習過程

根拠を明らかにして表現するために広げ深める段階に重点を置いた学習過程を図2に示す。

広げ深める段階の初めに児童が自力解決時に描いた図の中から表現が違う図を複数提示し、その比較を通して、自分とは違う解決方法があることを捉えさせる。

次に、グループの友達の図から解決方法を解釈して立式させ、言葉、数、図、式を関連付けながら式の根拠を説明させる。そして、自分の記述を振り返り、図と式の対応ができているか確認し、根拠となる言葉を色ペンで加除修正することで自分の考えを良くさせる。

また、根拠を明らかにすることを児童に意識させ、他者に伝わる表現にしていくために説明の視点を示したガイドブックを作成して、活用させる。ガイドブックには、説明の4つの視点(①解決することを明確にする, ②根拠を明確にする, ③式を明確にする, ④結論を明確にする)を示す(資料2)。

(4) 検証の視点

ア 図から考えを解釈して立式し、その式の意味を検討することによる言葉、数、図、式の関連付けについて

【検証の視点Ⅰ】

友達の図から解釈して立てた式を「これかなカード」に書き、その式の意味を検討する活動に取り組んだことが、言葉、数、図、式を関連付けることにつながったか。

イ 根拠を明らかにして説明することについて

【検証の視点Ⅱ】

言葉、数、図、式を関連付けたことが根拠となる言葉を使って記述することにつながったか。

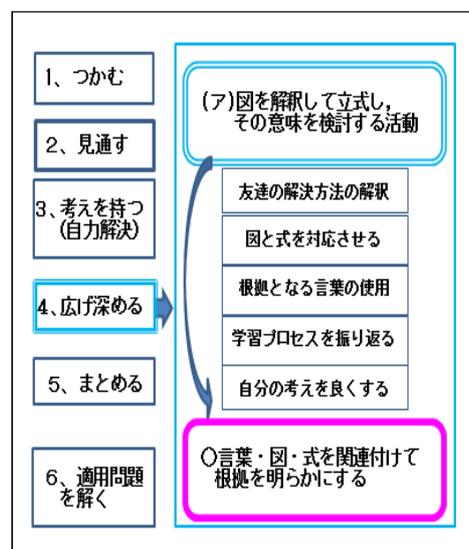


図2 根拠を明らかにして表現する力を高める学習過程

内容① もとめること 解決することを明確にする	これは、～をもとめる問題です。
内容② とく方法、分かっていること 根拠を明確にする	～の方法で考えました。 ～を使うと…とわかります。
内容③ 計算の式 式を明確にする	～なので式は～になります。 (まず、～次に～)
内容④ けつろん(答え) 結論を明確にする	だから、～(答え)は、～になります。

資料2 ガイドブックの4つの説明内容

7 研究の実際2（授業実践を通しての結果）

(1) 授業の位置付け

1月17日、18日、19日に単元「べつべつに、いっしょに」（全3時間）においていろいろな買い物の場面を設定し、加減と乗法を組み合わせた4要素の問題をまとめて考える検証授業を行った。

検証授業（1/3）では、加法と乗法を組み合わせた問題において品物を「種類のまとまりにして考える」方法と「一人分にして考える」方法の2通りの考え方ができることをつかませた。

検証授業（2/3）では、2通りの解決方法で解いて式の計算を比べさせることにより「一人分にして考える」方法が演算の回数が少なく、計算も簡潔であるというよさを話し合わせた。

検証授業（3/3）では、減法と乗法を組み合わせた問題を2通りの解決方法から選んで解き、友達の図から解決方法を解釈して立式し、その式の意味や図と式の対応について話し合わせた。

(2) 授業の実際

ア 単元名 「解き方を図に表して説明しよう」（啓林館3年下「べつべつに、いっしょに」）

イ 単元の目標

加減と乗法を組み合わせた4要素の問題をまとまりを考えて解くことができる。

ウ 本時の目標

加法と乗法を組み合わせた問題場面を理解し、自分なりの考え方で進んで解こうとしている。

【算数への関心・意欲・態度】

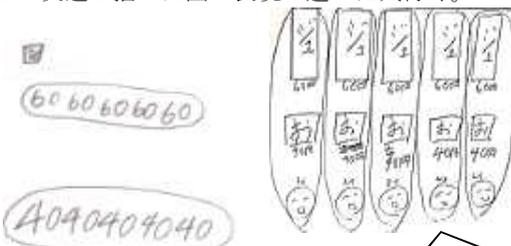
加法と乗法を組み合わせた問題について、「べつべつに考える」方法と「まとまりを考える」方法の2通りの考え方があることに気付くことができる。

【数学的な考え方】

エ 授業記録

検証授業（1/3）の授業記録を表1に示す。

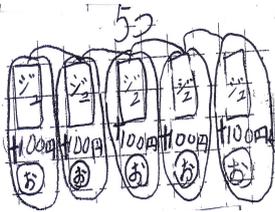
表1 検証授業（1/3）の授業記録

学習活動	指導・支援（発問・発話記録）
<p>1 本時の学習問題を知る。</p> <p>いちこさんは、5人でのお楽しみ会をするために1本60円のジュースを5本、1こ40円のおかしを5こ買います。何円はらえばよいですか。</p> <p>2 既習の図から数量関係や解き方を想起する。</p> <p>3 本時の学習課題を知る。</p> <p>図をかいていろいろな考え方で解こう。</p> <p>4 問題文を読み取り、絵や図を描き、立式する。</p> <p>5 友達が描いた図の表現の違いに気付く。</p>  <p>品物の種類に着目して解決方法を表す囲みを記入した図</p> <p>一人分の代金に着目して解決方法を表す囲みを記入した図</p>	<p>○挿絵を話の順に細分化して提示する。</p> <p>○題意をつかむために問題の数量や解決の手掛かりとなる言葉に印を付けて整理させる。</p> <p>○既習の図を提示し、図の描き方や解き方を想起させる。</p> <p>○ワークシートには、式だけでなく図や文をかき、解き方の説明をすることをおさえる。</p> <p>○念頭操作が難しい児童には、ジュースとおかしの絵カードを渡し、操作させることで解き方を引き出していく。</p> <p>○考えの表現に戸惑っている児童にはガイドブックを活用させる。</p> <p><2つの図を提示し、囲みの違いに気付かせる></p> <p>T: 友達が描いた図のうち2つ見せます。どんな違いがあるでしょう。</p> <p>A児: (左は) 60と40という数字。右は「ジュース」の「ジュ」、「おかし」の「お」です。</p> <p>T: 60という数字は何の値段でしょうか？</p> <p>B児: 60はジュース(の値段)、40はおかし(の値段)です。</p> <p>T: 2つの図のどちらもジュースとおかしと分かりますね。他に違いはないですか？</p> <p>D児: 囲み方が違います。</p> <p>E児: 左は横にぐるっと(囲み)だけど、右は縦にぐるっと(囲み)です。</p> <p>T: グループでもこの2つと同じ囲みがあるかもしれませんね。囲みの意味から式のわけを考えてグループの話合いをしましょう。</p>

6 友達の図を見て式を考える。



グループの友達の図を見て、式を考える。



C7が自力解決時に描いた図（一人分の数量に着目した縦囲み）

- ・言葉、数、図、式を関連付けて根拠の言葉を使って説明する。
- ・図に表現された解き方と式の対応、根拠の言葉を確認する。
- ・べつべつに考える方法と組みにして考える方法の2つの解決方法の名前をつける。

- 7 グループやクラス全体での話し合いを基に自分の記述を見直し、自分の記述を良くする。
ポイント（方法と式の根拠を書いているか）を基に図や文の記述を隣の友達と確かめた後に自分の記述を良くする。

<隣の友達と確かめるポイント>

- ①方法は書いているかな？
（図に囲み、文に～方法を表す言葉があるかな？）
- ②式のわけは書いているかな？
（図に数字や言葉、文に式のわけを表す言葉があるかな？）

- 8 本時のまとめを話し合う。
- 9 適用問題を解く。
- 10 本時を振り返り、学習感想を書く。
- 11 次時は、図や2つの考え方を使って解いて説明する学習であることを確かめる。

<言葉、数、図、式を関連付けるやりとりの様子（3班）>

- C7: ぼくがかいた図はこれです。どんな式でしょう。
（グループの友達には、図だけを見せ、式は見せない。）
- C9: 縦囲みだ。わかった。
（グループの児童は、図の囲みから解決方法を解釈して立式し、「これかなカード」に書いた。）
- C9: これですか。（ $60+40=100$
 $100 \times 5 = 500$ 答え 500円と立式していた。）
- C7: 正解。（C7は「これかなカード」の「ぴったり」に印をつけた。）
- C9: 説明します。これは、何円はらえばいいかを求める問題です。
60円のジュースと40円のおかしをたします。
- C7: 「たす」だったら全部たさないといけないよ。
- C9: あっ、そっか。
60円のジュース1本と
40円のおかし1こをたすと
100円です。
それを5こ買ったので、
100円と5をかけます。
 $100 \times 5 = 500$ 。だから答えは500円です。 いいですか。
- C7: いいです。
- べつべつに考える方法と1組にして考える方法の式は違うが、答えは同じであることを確かめる。
○図や式のまとまりの意味を考えさせる。

C9の説明では図から解釈した式にならないことを指摘する発話

【解決方法と式の根拠】
C7の図における縦囲みの解釈と式の根拠

【根拠となる言葉】
100×5の根拠となる言葉

<図の囲みを方法の名前として意味付けする>

- T: 図の囲みには意味がありましたね。
- F児: 囲みで式が違いました。
- T: 明日からも図に囲みをかいて問題を解きます。
みんながわかりやすいように、囲みの名前、例えば、「～方法」のように自分たちで考えてみましょう。
横囲みはどんな意味がありましたか？
- G児: ジュースのまとまりとおかしのまとまりでした。
- H児: 種類が違うね。「しゅるいまとまり方法」にしたらどうかな。
- I児: いいと思います。縦囲みは何方法にしようかな。
- J児: 一人分のものだから・・・
- K児: 「一人分方法」にしたらどうかな？
- L児: そうしよう。

- 自力解決時にかいた図や式、説明の文を振り返り、解決方法や式の根拠となる言葉を色ペンで記述させる。
○「わかったこと」「自分や友達の考えのよさ」「これからやってみたいこと」を視点に学習を評価させる。

(3) 考察

ア【検証の視点I】 図から考えを解釈して立式し、その式の意味を検討することによる言葉、数、図、式の関連付けについて

(ア) 図の囲みと立式をつなげ、根拠を明らかにするやり取りの様子（グループでの交流における発話記録の分析）

図から立式し、その意味をグループで検討する様子をICレコーダーやビデオによる発話記録から分析した。友達の図に記入された解決方法を表す囲みへの気付きやその有無、囲みが表す解決方法について説明する発話を「囲みが表す解決方法に関する発話」、立式について根拠を

説明する発話を「根拠に関する発話」、グループの友達の説明に質問や承認、友達の立式やその根拠について正誤を判断した発話を「質問・承認・正誤に関する発話」として児童の発話を3つに分類する。それぞれの発話数をまとめたものを表2に示す。

表2 検証授業(1/3)におけるグループでの式の意味を検討する活動での発話の数

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	合計	平均
囲みが表す解決方法に関する発話	4	3	2	5	2	5	5	6	4	4	2	3	4	4	5	2	3	4	67	3.72
根拠に関する発話	4	7	3	4	3	8	8	6	7	6	5	2	7	6	5	5	3	6	95	5.27
質問・承認・正誤に関する発話	6	5	5	6	5	10	9	9	8	8	5	11	6	6	7	8	7	4	125	6.89

囲みが表す解決方法に関する言葉：友達の図に表現された囲みへの気づきやその有無、囲みの解釈についての発話
 根拠に関する言葉：囲みの解釈からの立式について根拠を説明する発話
 質問・承認・正誤に関する発話：友達の説明に質問や承認、友達の立式やその根拠について正誤を判断した発話

囲みに関する発話として、品物を「種類のまとまりにして考える」方法か「一人分にして考える」方法なのかに気付き、囲みが表す解決方法の意味について検討する発話が見られた。

根拠に関する発話として、図に数量を種類ごとにまとめて考えた囲みの記入がある場合は、 $60 \times 5 = 300$ $40 \times 5 = 200$ $300 + 200 = 500$ と立式し、「ジュース5本分だから」「おかし5個分だから」という式の根拠となる発話が見られた。一方、図に一人分の数量をまとめて考えた囲みの記入がある場合は、 $60 + 40 = 100$ $100 \times 5 = 500$ と立式し、「ジュース1本分とおかし1個分をあわせて」「その5人分」という式の根拠となる発話が見られた。式の意味を検討し、根拠を発話する過程で前頁表1のC7のように、根拠が不十分であることを指摘する場面が見られた。その後、C9のように、図にかえて考え、説明を修正しながら式の根拠となる発話が続く場面が見られた。また、友達の式や説明を正しいと判断した場合は、承認の言葉を発話した後、友達の根拠に付け加える発話や根拠の発話を繰り返して確認する発話が多く見られた。

これらの結果から、友達の図から考えを解釈して立式し、その式の意味を検討する活動は、正誤の判断やその妥当性を説明しようとする中で図の表現に着目した発話、図の表現が表す解決方法や立式の根拠となる発話、根拠をより確かにしようとする発話を促したと考える。

(イ) 図と式をつなげる抽出児の発話の様子

抽出児の発話、手立て前、手立て後における図や式の表現、図と式の対応について分析する。抽出児C8とC12のプロフィールを表3に示す。

表3 抽出児C8とC12のプロフィール

抽出児C8のプロフィール	抽出児C12のプロフィール
授業場面では、問題文の数量関係を把握して、正しく立式できる。しかし、考えの説明では、根拠の言葉が足りないことがある。事前テストでは、問題文の条件を正しく図に表し、それに対応した立式はできたが、その根拠となる言葉の記述が不十分だった。	授業場面では、数量関係を把握できず、問題文に出た順番そのままに数値を入れて立式することがある。考えを言葉で表すことに苦手意識を持っている。事前テストでは、問題文の条件を図に正しく表すことができず、立式の根拠となる言葉の記述がなかった。

抽出児C12の手立て前後の記述とC12とC8の発話記録を次頁資料3に示す。

手立て前のC12が描いた図では、「ジュース」を表す「ジ」の横に値段を表す「60」の数字が5つ、「おかし」を表す「お」の横に値段を表す「40」の数字が5つ並んでいるが、解決方法を表す囲みの記入がなかった。また、式の正答は $60 \times 5 = 300$ $40 \times 5 = 200$ $300 + 200 = 500$ の3式だが、手立て前のC12の記述は2式だけだった。

抽出児C12と抽出児C8の発話記録を分析する。手立て前のC12の図を見たC8から「囲んでないから分からない」と言われたC12は、「囲まなくてもいいじゃないか」と発言した。しかし、図を見たC8の立式が自分と違い、再びC8から「あー、(式が)ちがった。だって、囲んでないから分からなかった」と返されることで、C12は自分の図に赤ペンで横囲みを、式の数値に「円」「本分」「こ分」を加え、式を「 $60円 \times 5本分 = 300$ $40円 \times 5こ分 = 200$ $300 + 200 = 500$ 」と修正

した。これは、C12が自分の解決方法を伝えるために囲みを記入する必要性や2つの囲みの記入によってジュース5本分の代金とお菓子の5個分の代金の合計金額を求める式(300+200=500)を書く必要性を感じたためと考える。

また、C8は自力解決段階では、図は横囲みを記入し、式は縦囲みによる式を立てていた。しかし、C12の図を解釈し、式の意味を検討する活動を行うことで再び自分の図と式の対応について吟味し、図に合った式へと修正することができた。これらは、図の表現から立式した式の妥当性を検討する中で根拠が明らかとなり、C12は式に変換できる図へと、C8は図に対応した式へと改善した結果であると考えられる。

しかし、グループメンバーの4人全員が図に同じ囲みを記入し、立式も同じ場合では、式の意味を検討することはできたが、同じ根拠の言葉によるやり取りが続いた。

式の意味を検討する活動を機能させるには、自分とは違う図の表現を見てその意味を説明したり、根拠となる言葉の違いから図や式の意味の妥当性を検討したりすることが有効であると考える。そのために、交流前に複数の図を提示する際は、図の表現の違いに気付かせるだけでなく、その気付きを式の意味を検討する活動へつなげる必要がある。また、式の意味を検討する活動において、図や根拠の表現の違いを活かしたグループ構成や交流のさせ方など手立ての工夫を考えていく必要がある。

(ウ) 数量関係の把握と図と式の対応についての分析

まず、検証授業(1/3)の手立て前後のワークシートの図の表現と式の記述から手立てが図の表現に合った立式をすることにつながったかを検証する。

検証授業(1/3)における手立て前(表4)、手立て後(表5)の図と式についてのマトリクス表を右に示す。

図の数値に囲み(縦囲みか横囲み)の記入有りを数量関係の把握ができていないとして縦軸に、図に記入した数値の囲みに合った立式を図と式の対応ができていないとして横軸とした。検証授業(1/3)の結果、手立て前(表4)では、数量関係の把握はできたが、図と式の対応ができなかった児童が3名(16.7%)、数量関係の把握も図と式の対応もできなかった児童が5名(27.8%)だった。しかし、手立て後(表5)は、全員が数量関係の把握も図と対応した立式もできた。

次に、本研究の手立てを2回行った後の検証授業(3/3)における手立て前のマトリクス表を示す(次頁表6)。検証授業(3/3)では、児童は、減法と乗法を組み合わせた問題を解いた。検証授業(1/3)の手立て前(表4)では、数量関係

【手立て前のC12の図と式】

式の不足。正答はこの2式に合計金額を求める式を加えた3式。

【C12とC8の発話記録】

C12:「どうぞ」
 C8:(C12の図に囲みの記入がないことに気付く)「囲んでないから分からないよ。」
 C12:「囲まなくてもいいじゃないか。」
 C8:「え、それだったら分からないよ。」
 (C8は、立式した式を見せる。
 [80+40=100 100x5=500]
 C12から「これかなカード」の「ちがった」に印をつけられる。)
 C8:「あー、ちがった。だって、囲んでないから分からなかった。」
 C12:「ぼくはこの計算はしていないよ。」

【C12の手立て後の図と式】

資料3 C12の手立て前後の図と式、C12とC8の発話記録

表4 検証(1/3)手立て前のマトリクス表

数量関係把握	できている	<table border="1"> <tr> <td>8</td> <td>11</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td colspan="3">(3人)</td> </tr> </table>	8	11	15	(3人)			<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>17</td> <td colspan="2">(10人)</td> </tr> </table>	1	2	3	6	7	9	10	13	16	17	(10人)	
	8	11	15																		
(3人)																					
1	2	3	6																		
7	9	10	13																		
16	17	(10人)																			
できていない	<table border="1"> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td>12</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td colspan="3">(5人)</td> </tr> </table>	4	5	12	14	18	(5人)														
4	5	12	14																		
18	(5人)																				
	できていない	できている																			
	図と式の対応																				

表5 検証(1/3)手立て後のマトリクス表

数量関係把握	できている	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> <td colspan="2">(18人)</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	(18人)	
	1	2	3	4	5																	
6	7	8	9	10																		
11	12	13	14	15																		
16	17	18	(18人)																			
できていない																						
	できていない	できている																				
	図と式の対応																					

の把握も図と式の対応もできなかった児童は5人いたが、検証授業（3/3）では、自力解決時において図に解決方法を表す囲みを全員が記入することで図に根拠を表すことができた。そして、囲みに対応した立式ができた児童は検証授業（1/3）の手立て前（前頁表4）では10人（55.6%）であったが、検証授業（3/3）の手立て前では13人（72.2%）に増えた。これは、友達に考えを伝えるためには図に解決方法を表す囲みを記入する必要があることを児童が感じ、囲みの意味を理解して囲みと立式をつなげることができたためと考える。

表6 検証（3/3）手立て前マトリクス表

数量関係把握	できている	4 10 12 14 18	1 2 3 5 6 7 8 9 11 13 15 17 18
	できていない	(5人)	(13人)
		できていない	できている
図と式の対応			

これらのことから、図から考えを解釈して立式し、その式の意味を検討する活動を通して、児童は自分の考えを伝えるために必要な表現を図に記入したり、立式の根拠を図から見いだしたりすることで言葉、数、図、式の関連付けができ、図と式の対応ができたと考える。

イ 【検証の視点Ⅱ】 根拠を明らかにして表現する力の育成について

(ア) 解決方法を表す文や根拠となる言葉を使って根拠を明らかにした記述となっているか

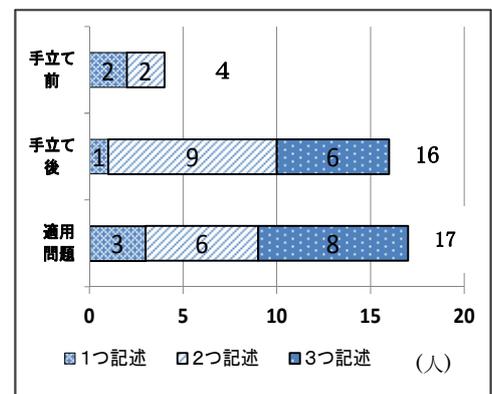
ワークシートの手立て前と手立て後、適用問題での記述から図と式の対応、解決方法を表す文の有無、式の根拠となる言葉の数を表7に示す。

表7 検証授業（1/3）手立て前後、適用問題における図と式の対応、解決方法と根拠の言葉の数

番号	1			2			3			4			5			6			7			8			9								
	前	後	適用																														
図と式の対応	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○			
解決方法	無	○	○	無	無	○	無	無	無	無	○	○	無	○	○	無	○	○	無	○	○	無	○	○	無	○	○	無	○	○			
根拠となる言葉	無	2	1	2	2	3	無	1	1	無	2	1	無	2	2	無	3	3	2	2	3	無	2	3	無	3	3	無	3	3			
番号	10			11			12			13			14			15			16			17			18								
	前	後	適用	前	後	適用																											
図と式の対応	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○
解決方法	無	○	○	無	無	○	無	無	無	無	○	○	無	○	○	無	無	○	無	○	○	無	○	○	無	○	○	無	○	○	無	○	○
根拠となる言葉	無	3	2	無	無	2	無	無	無	1	2	3	無	2	2	無	3	2	1	3	3	無	2	2	無	3	3	無	3	3			

○:正答 ×:誤答 3:式の根拠3つ記述 2:式の根拠2つ記述 1:式の根拠1つ記述 無:無記入

まず、検証授業（1/3）の手立て前、手立て後、適用問題において、根拠となる言葉の記述の数を図3に示す。本研究では、「60円のジュースが5本分だから」のように立式の理由について記述している言葉を根拠となる言葉として捉え、ワークシートの記述を分析した。

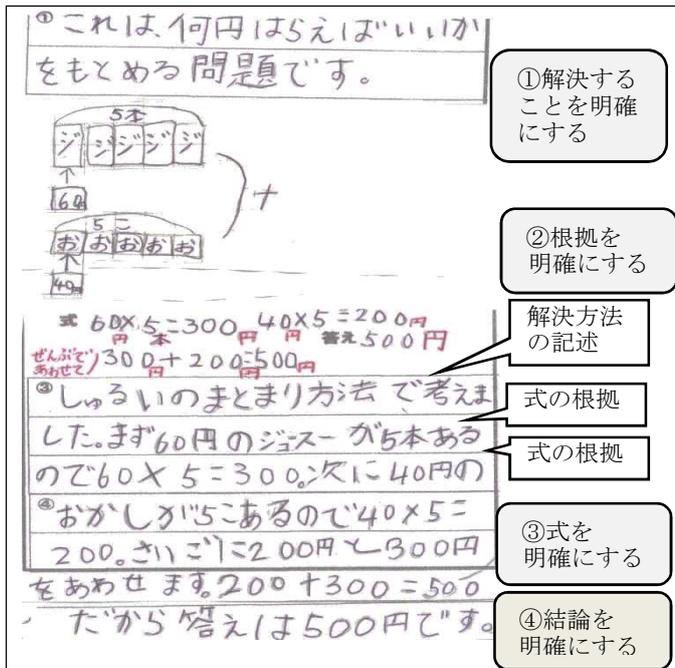


その結果、検証授業（1/3）の手立て前では、根拠となる言葉を記述できた児童は計4人（22.2%）だったが、手立て後では計16人（88.8%）、適用問題では計17人（94.4%）と増えた。これは、式を検討する活動を通して明らかになった式の根拠を記述できたこと、さらに、適用問題においても問題場面を読み取って自力で言葉、数、図、式の関連付けを行って立式し、式の根拠を適切に記述できたことを示していると考えられる。

図3 根拠となる言葉の記述

C9の手立て後の記述を次頁資料4に示す。これは、自分の記述を振り返り、解決方法や根拠となる言葉を付け加えて適切な表現へ改善できたことを示している。

次に、根拠に関する発話の数と適用問題における根拠となる言葉の記述に相関関係があるか分析をした。検証授業（1/3）での図から立式した式の意味を検討する話し合いにおける根拠に関する発話の数を横軸に、検証授業（1/3）での適用問題における根拠となる言葉の記述の数を縦軸にした散布図を次頁図4に示す。その結果、散布図が右上がりの形であり、相関関数（r :



資料4 手立て後の記述

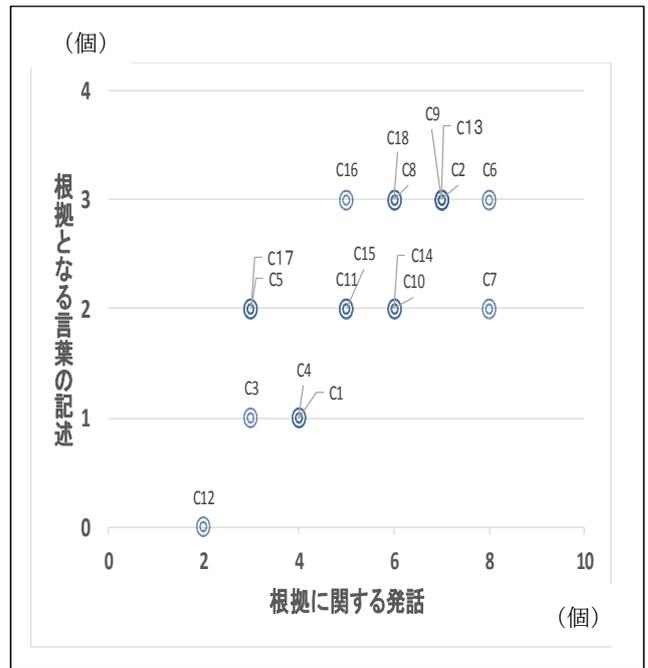


図4 根拠についての発話と言葉の記述の数

ピアソンの積率相関係数) を求めると $r \approx 0.74$ であった。西田雄行による相関の強さの分類によると $0.7 < |r| \leq 1$ は高い正の相関があるとされ、 $r \approx 0.74$ はこの範囲にあることから、根拠に関する発話と根拠となる言葉の記述には高い正の相関が認められた。つまり、式の意味を検討する活動での根拠に関する発話が多い児童は、適用問題において根拠となる言葉の記述を数多く記述することができたといえる。

さらに、手立て後と適用問題における根拠となる言葉の記述の数の変化を前頁表7と図4を用いて分析する。図4の右上に位置するC2、C13は根拠に関する発話が7語、C7は根拠に関する発話が8語あり、3人とも根拠となる言葉の記述が手立て後の2つから適用問題では3つに増えていた。この結果は、根拠に関する発話を多くやりとりすることで根拠がより確かなものとなって定着を促し、適用問題においても根拠となる言葉を多く記述できたためと考える。

反対に、図4の右下に位置するC1とC4は、根拠に関する発話が4語しかなく、根拠となる言葉の記述は手立て後2つから適用問題では1つに減っていた。この結果は、グループでの式を検討する活動において根拠となる言葉を増やした児童であっても、根拠となる言葉の吟味が自らの発話によって増えなければ定着につながらないことを示していると考えられる。

(イ) 事前・事後の意識調査の変容

検証授業前(11月)と検証授業後(1月)に質問紙による意識調査を行った。

質問項目「図に数字や言葉を書き入れているか」に対する児童の回答結果を図5に示す。図に、数字や言葉を書き入れていることに「そう思う」という回答は事後の方が事前より27.8ポイント高まっている。この結果は、図に数字や言葉を書き入れることで立式へつなげやすい点や図を使うことで根拠を明らかにしながら説明することができる点など図を活用する意識へと変容した表れであると考えられる。

また、「式の答えだけでなく、なぜこの式にしたのかという理由も話している」の質問項目において「そう思う」と

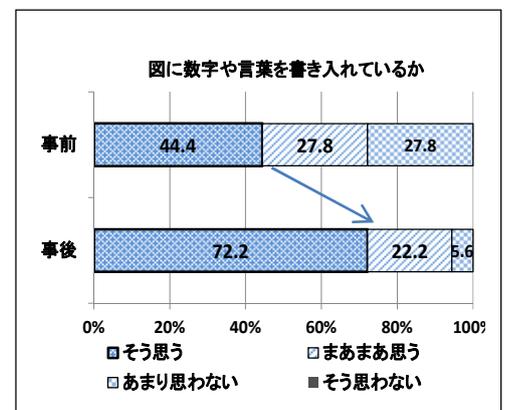


図5 図に関する意識調査(事前・事後)

の回答が事前より44.4ポイント高まった(図6)。この結果は、友達との交流が互いの式と答えだけを確認することにとどまらず、式の根拠となる言葉を表出しながら検討することができた表れであると考え。

以上のことから、事後意識調査において図に数字や言葉を書き入れていると回答する児童や式の根拠も説明していると回答する児童の割合が事前意識調査より増え、児童の意識の変容が見られたことから、根拠を明らかにして説明するために本研究の手立ては有効であったと考え。

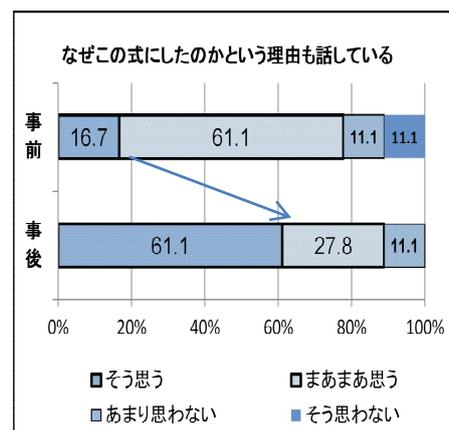


図6 根拠の説明に関する意識調査(事前・事後)

8 研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

本研究では、広げ深める段階において、問題解決のために描いた図から考えを解釈して立式し、その式の意味を検討する活動を取り入れることによって、言葉、数、図、式を関連付けて根拠を説明する力の育成を目指した。本研究を通して、次のことが明らかになった。

- ・グループの友達の図を解釈して立式し、その意味を検討する活動によって、図に合った式になっているかという妥当性の検討がなされ、児童は自分の考えを伝えるために必要な表現を図に記入したり、立式の根拠を図から見いだしたりして言葉、数、図、式を関連付けて図と式を対応させることができた。
- ・式の意味を検討することで、立式の根拠となる言葉の表出を促し、手立て後や適用問題において根拠となる言葉を記述する児童が増えた。また、根拠に関する発話と根拠となる記述の数には高い正の相関があり、根拠に関する発話が多い児童は適用問題において言葉、数、図、式を関連付けて根拠を明らかにすることができた。

(2) 今後の課題

- ・式の意味を検討する活動における図や根拠の表現の違いを活かしたグループ構成や交流のさせ方など手立ての工夫。

《引用文献》

- (1) 文部科学省 『小学校学習指導要領』 平成20年 p.43
- (2) 吉川 成夫, 小島 宏 『小学校算数「数学的な考え方」をどう育てるか』 2011年 教育出版株式会社 p.48
- (3) 村上 幸人 『言語活動の評価 なぜ、今「話す」「書く」を重視するのか』 平成23年8月 東洋館出版 p.145, p.147
- (4) 笠井 健一 「算数科における自分や集団の考えを発展させる学び合いの授業」『初等教育資料』 2015年5月 東洋館出版社 p.15
- (5) 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』 平成7年6月 聖文社 p.267, p.268
- (6) 清水 紀宏 「振り返りの捉え方とそのねらい」 『算数授業研究会 vol.110』 2017年 東洋館出版社 p.7

《参考文献》

- ・西田 雄行 『学校現場における実証的な教育研究の進め方と論文の書き方』 1986年 東洋館出版社