

〈算数〉

数学的な思考力・表現力を育む学習指導の工夫 — アーギュメンテーションによる「学び直し」を実現する対話型問題解決の授業を通して (第4学年) —

沖縄市立美原小学校教諭 友 利 久美子

I テーマ設定の理由

知識基盤社会を生きる子どもの育成を視野に、平成20年に告示された「小学校学習指導要領解説算数編」(以下「解説算数編」と略す)では、「発達の段階に応じ、算数的活動を一層充実させ、基礎的・基本的な知識・技能を確実に身に付け、数学的な思考力・表現力を育て、学ぶ意欲を高めるようにする」と述べられ、説明し伝え合う算数的活動や理解の広がりや深まりなどの学習の進歩が感じられるようになるスパイラル型学習指導の充実等を通して、数学的な思考力・表現力を育むことが求められている。

しかし、平成24年度に実施された全国学力・学習状況調査「算数B」問題において、本県は正答率が全国平均から6ポイント下回るという結果が出ていることから、数学的な思考力・表現力の育成が課題となっている。これまでの授業実践を振り返ってみると、問題解決的な学習過程や提示する教具の工夫などによって計算技能の習熟を目指してきた。しかし、計算の方法は説明できるが、なぜそうなるのか根拠を説明できない児童が多く見られた。原因として、筋道を立てて考えさせたり、思考過程や根拠となる事柄を明らかにして論理的に説明させたりする発問の工夫が足りなかったと考える。

問題解決の方法やその根拠について説明できるようにするためには、児童が言葉や数、式、表、グラフなどを用いて筋道立てて説明したり、論理的に考えたりする学習を充実させ、演繹的な考えや帰納的な考え、類推的な考えを育む必要がある。また、知的活動の基盤となる言語に関する力を高めることも大切である。

そこで本研究では、弁証法的な対話過程を算数科の「分数」の指導に取り入れ、対話型問題解決の授業によって、児童がより高まった考えに至るような授業づくりに取り組みたい。弁証法とは、2つの考え方を対立させ、さらに高い考えに調和させるという論理学である。また、このようにして論証していく活動をOECD(経済協力開発機構)のPIISAは、「アーギュメンテーション」と呼び、その力を読解リテラシーと数学的リテラシーの両方に必要な能力としている。この過程を児童の発達段階や指導内容に適した形で算数の授業に取り入れることによって、説明し伝え合う活動を充実させることができ、数学的な思考力・表現力を育むことができるのではないかと考え、本テーマを設定した。

〈研究仮説〉

「分数」の単元において、「弁証法によるアーギュメンテーション」の考えを取り入れた対話型問題解決の授業を行い、思考・表現を促す発問と「かく活動」を連動させる授業展開の工夫を行うことで、説明し伝え合う言語活動と「学び直し」の充実が図られ、数学的な思考力・表現力が育つであろう。

II 研究内容

1 数学的な思考力・表現力について

数学的な思考力・表現力について「解説算数編」によると、「数学的思考力・表現力は、合理的・論理的に考えを進めるとともに、互いの知的なコミュニケーションを図るために重要な役割を果たすものである」と述べられている。数学的な考え方について、片桐重男(2004)は、「数学的な考え方は、それぞれの問題解決に必要な知識や技能に気付かせ、知識や技能を導き出す力である」として、考え方を3つに分類している(表1)。

表1 数学的な考え方の分類

【数学の方法に関係した考え方】		
①帰納的な考え方	②類推的な考え方	③演繹的な考え方
④総合的な考え方	⑤発展的な考え方	⑥抽象的な考え方
⑦単純化の考え方	⑧一般化の考え方	⑨特殊化の考え方
⑩記号化の考え方		
【数学の内容に関係した考え方】		
①単位の考え	②表現の考え	③操作の考え
④アルゴリズムの考え	⑤概括的な考え	⑥基本的な考え
⑦関数的考え	⑧式についての考え	
【数学的な態度に関係した考え方】		
①自ら進んで自己の問題や目的・内を明確に把握しようとする。		
②筋道の立った行動をしようとする。		
③内容を簡潔明確に表現しようとする。		
④よりよいものを求めようとする。		

第4学年の「分数」では、その意味や表し方についての理解を深め、加法及び減法の意味を理解し、それらの計算の仕方を考え、用いることができるようにすることがねらいである。これらは、教師の説明を一方的に聞くだけの学習や単なる計算練習では、目的意識を持って主体的に取り組むことが十分にできない場合があるため、育成することが難しい。従って、根拠を明らかにし、論理的に筋道立て考えたり、言葉や式、図、表、グラフ等を適切に用いて問題を解決したりするとともに、互いに自分の考えを分かりやすく説明し合う学習を取り入れることが重要である。

2 アーギュメンテーションによる対話型問題解決の授業づくりについて

児童が根拠を明らかにしながら自分の考えを説明したり伝え合ったりすることができるよう、弁証法的対話術を取り入れた、「アーギュメンテーション」による問題解決の授業づくりを行いたい。

(1) アーギュメンテーションとは

礒田正美(2009)は、アーギュメンテーションを「自ら推測した考えを他者(含む一般的他者)に数学的表現で立論していく過程で、他者と自己の結論・論拠・推論とを対比し相互の論証(含む説明)の内容・表現・質を吟味し、より一般性のある考えや論証を構成していくこと」と定義し、「弁証法的対話による知識発展、対話型立論・論証」としている。OECDによるPISAでは、数学における対話型の問題解決による学習を「数学的なアーギュメンテーション」と定義している(表2)。

表2 数学的なアーギュメンテーション

○数学的な証明とは何か、その証明は他の数学的推論とどう違うかを知る行為
○異なるタイプの複数の数学的アーギュメンテーションの系列をたどり、評価する行為
○発見法に対する感覚(何が起こりえるか、それはなぜか)を所持し、数学的なアーギュメンテーションを創造する行為

礒田は「アーギュメンテーションは、問題解決の授業を通して育成される」とし、問題解決の授業を「本時の目標の必然的達成を埋め込んだ未知の問題を子どもに課し、子どもが既習を生かして取り組み(自力解決)、それぞれの考え(解答)を発表し、よりよい解決・考えの必要を認める中で、本時の目標となる真の課題に対する考え・方法が顕著化する話し合いを進め(練り上げ)、発達の見通しを持ちつつ本時の学習内容と意義をまとめていく授業」と述べている。本研究では、既習や他者の考えを肯定的・否定的に活かす弁証法的対話の過程をPISAで提案されたアーギュメンテーションという語で表し、問題解決の授業に言語活動の充実の手立てとして取り入れ、思考・表現させていくこととする。

(2) アーギュメンテーションによる「学び直し」の授業づくりについて

アーギュメンテーションによる「学び直し」の授業づくりのポイントについて、礒田の考えをまとめ、表3の通り設定した。アーギュメンテーションの授業づくりを行う際、表3の①～⑥を踏まえて計画を立てるが、対話への意欲を喚起するために、特に「ズレ」を生じさせる発問(②)をすることが特に重要と考える。

表3 アーギュメンテーションによる学び直しの授業づくりのポイント

教師の発問の中に、既習との「ズレ」や友達の考え方との「ズレ」など、児童が討論しなくなったり、解き明かしたくなったりするようなポイントをつくることで、テーゼの考えやアンチテーゼの考えを引き出すことが容易になると考える。

①	既習の知識を確認する場を設定する。
②	新たな知識を理解させるため、既習の知識を活用すると誤った反応、「ズレ」が生じる問題を学習課題として設定する。
③	児童から反問や反例を引き出す観点変換を促す発問をする。
④	そこで明確になった「ズレ」をもとに既習の理論を振り返る対話を促す発問をする。
⑤	既習の理論を振り返ることで、構成した新理論の妥当性を探る観点変更をする。
⑥	観点変換のための問題解決を通して、新理論を振り返る対話活動を設定する。

(3) アーギュメンテーションによる対話型問題解決の授業展開と「学び直し」について

「解説算数編」では、理解の広がりや深まりなどの学習の進歩が感じられるようにする「学び直し」の機会を積極的に設けることが求められている。ここでいう学び直しとは、単に既習事項を振り返るだけではなく、思考力・表現力を身に付けさせるための学び直しでもある。例えば、他者と比較して自己の考え方を明確にしたり、互いの考え方を相手に分かりやすく説明し合いながら新しい立場をつくったりする学び直しである。礒田は、アーギュメンテーションによる授業展開の中で4つの学び直しの場を設けている。このことについて第4学年の「分数」の加法の授業展開をもとに図1にまとめた。

弁証法によるアーギュメンテーションの授業は、問題解決の指導の中でテーゼとアンチテーゼの対立を仕掛け、対話型立論・論証力の育成を図る。テーゼとは、つまり、または、まだよく説明できない段階の不十分な考えの代表で、アンチテーゼとは正答の代表である。まず、導入で本時の学習内容とつながる「既習の確認のための学び直し」を行う。ここでは、計算の意味や手続きだけではなく、本時で身に付けさせたい数学的思考に導いていくための既習の考え方や知識を掘り

学習過程	テーゼ(つまりぎの代表例)	問題と教師の発問	アンチテーゼ(正解の代表例)
① 問題提示	既習の確認のための学び直し	$\frac{1}{5} + \frac{2}{5}$	
② 求答	他者と比較・検討する学び直し $\frac{3}{10}$	「どのようにして考えたのかノートに書いて下さい」	$\frac{3}{5}$
③ 手続きや考えの根拠を説明する	$\frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{1+2}{5} = \frac{3}{5}$ 分子同士・分母同士をたしました。」	「どのようにして考えたか説明できますか」	$\frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5}$ 分母はそのままで分子同士をたしました。」
④ ズレの明確化 問いの生起	「分子だけたすのはおかしい」	「分数のたし算は分母はたさないの?」	「分母は1をいくつに等分したか表しているからたさない」
⑤ 互いの考えを読み合う	「アンチテーゼの考え方を絵や図で考えてみると、まだよくわからないな」	「それぞれどのようにして考えたのか立場を入れ替えて説明できますか」	「確かに、たし算だから...でも、分母をたすと量が減るからおかしいな」
⑥ 異表現し、根拠を説明する	「あっ なるほど!」 新たな立場を形成する学び直し	「絵や図で考えてみるとどうなりますか」	「分母はそのままにして分子だけたす」 
⑦ ジンテーゼ(高まった考え)を求める	「分母はそのままにして、分子だけたします」	「分母が同じ分数のたし算はどのように計算しますか」	「分母はそのままにして、分子だけたします」
⑧ 一般化のふりいにかける	$\frac{1}{4} + \frac{2}{4} = \frac{3}{4}$ 図にして考えると 	「他の分数でもできますか」	$\frac{2}{6} + \frac{3}{6} = \frac{5}{6}$ できる! 
⑨ 習熟に向けた練習をする	「わかった!」 使って確かめる学び直し	「練習してみましょう」	「簡単!」

図1 アーギュメンテーションの授業展開と学び直し

起こしておくことが大切である。次に、問題提示を行う(①)。提示する問題では、「ズレ」をつくり、テーゼとアンチテーゼの対立が起こるようにしたり、児童が興味・関心を喚起し、解き明かしたくなるようにしたりすることが大切である。このとき、児童の中からテーゼが出ない場合は、教師から提示することも考えられる。次に、答えとその考え方をノートにかかせ、思考の整理と説明の準備をさせる(②③)。この後、「他者と比較・検討する学び直し」を行い、互いの答えや考え方の違い(ズレ)を明確化し、問いを生起させる(④)。⑤～⑥にかけては、自分の考えを別の表現様式に置き換えて説明させたり、互いの立場を入れかえ、なぜ相手はそう考えたのか、相手の立場に立って考えさせたりして、新しい高まった考え方であるジンテーゼを作らせる。これが互いの考えの思考過程を振り返ることにつながり、「新たな立場を形成する学び直し」となる。⑦では、テーゼやアンチテーゼと異なる立場の考え方から導き出されたジンテーゼが他でも使えるか、既習事項との矛盾がないかを確かめるため「一般化のふりい」にかける。最後に、習熟に向けた問題(⑧)を行い、今日の学習で導き出した考えを使って確かめる学び直しを行う。児童が、新しい知識を構成した後で大切なことは、再構成した知識の設問を課すことである。「使って確かめる学び直し」を行うことで思考の再生化が図られ、再構成した知識の習得が図られる。アーギュメンテーションによる対話型問題解決の授業では、正答以外の児童も話し合いに参加できるよう、どの考えにも根拠があるという立場で授業を行うことが大切である。

(4) アーギュメンテーションの対話法と発問

磯田は、弁証法的対話のアーギュメンテーションを促すための発問の工夫について、以下の4つを挙げている(表4)。

表4 アーギュメンテーションを促す発問

① 共有・共感を促す発問

互いに共有し合える論拠、相手にも分かり自分にも分かる考え、共有し合える考えを探るために、なぜそのように考えたのかを聞き、共感・共有を促す。

② 結論、前提、筋道を確認する発問

相手の考えに対して、わかったことには共感の言葉を返す。わからないことがあれば、「どのようにして考えましたか」などと、相手の結論が正しいか、相手の筋道に飛躍はないか、相手の説

過程	アーギュメンテーションを促す発問	発問の具体例
導入	①共有・共感を促す発問	・「〇〇さんの言いたいことわかるかな」 ・「〇〇さんはどのように考えたと思うかな」
展開	②結論、前提、筋道を確認する発問	・「どのようにして考えましたか」 ・「もしも～だったらと仮定して考えるとどうなる」
	③相手の結論を仮に前提にすれば説明できるかを推論する発問	・「〇〇さんの考え方を絵や図で考えてみると」 ・「共通点や相違点があるかな」
	④相手の考えが成り立つ範囲を調べる発問	・「〇〇の時でも成り立つか調べてみよう」 ・「他の場合でも使えそうかな」

明の前提や根拠が正しいかを問う質問をし、相手の真意を確かめる。

③ 相手の結論を仮に前提とすれば何が言えるかを推論させる発問

相手が既存の正しいと思っていることに矛盾がおこることを反例で示す。「Aさんの考えを絵や図で考えてみるとどうかな」と相手立場で考えさせたり「立場を入れ替えて考えてみるとどうかな」と他の場合でも成り立つかどうか考えさせたりして、比較・検討しながら正答へ導く。

④ 相手の考えが成り立つ範囲を調べさせる発問

①～③によっても得心がいかない場合は、その正しくないことが他でも使えるかそのような考えを一般化して困らないか、「他の場合でも使えそうかな」と成り立つ場合を探させる。

(5) 思考力・表現力を育むノート工夫

中村享史（2008）は、「かく活動」について、「自分の考えを客観視し、深める『自己との対話』や他者の考えを取り入れたり、他者の意見によって自分の考えを見直したりする『他者の意識』を持ち合わせている」とし、「思考過程を表出させたり、深めさせることにつながる工夫の一つ」と述べている。また、磯田は「ノートに表現してこそアーギュメントできる」とし、「表現は、新しい考えを生み出す試行へ思考の挑戦過程を記録するものであり（自分のため）、自分の推論の結果が定まった上で他者に説明するためにさらにわかりやすく整理される（他人のため）のものである」と述べている。自分の考えをわかりやすく他の人に伝えるためには、自分の内にその伝えるべき事柄が筋道立てて整理されていることが必要である。また、よりわかりやすく整理するために、見えない思考が見える形、つまり視覚的に表現することで思考過程が明らかになる。自分の考えをよりわかりやすく伝えるための準備として、「かく活動」を行うことも大切である。そこで、ノート記述を6段階に分け、記述方法と内容、意図を示す（図2）。6段階とは、問題解決の情報や気づきをふき出しにしてかく（①）、自分の考え（式・答え）をかく（②）、自分の考えを②とは異なる表現（絵・図）でかく（③）、思考過程を記録する、友達の考えをかく（④）、自分と違う表現の友達の考え方からよりわかりやすい表現を選んでかく（⑤）、高まった考えを文章と式でかく（⑥）ことである。この過程の中で、自己との対話や他者に説明することを意識した記述をさせていくことで、思考を視覚的に表面化したり、ノートを考えの伝達手段として活用したりすることができ、活発な対話を図られると考える。

月 日	
めあて	
問題	
①気づき・見通し	
②自分の考え（式・答え）	
③自分の考え（絵・図）	
④友達の考え	
⑤自分と違う表現の友達の考え方からよりわかりやすい表現を選んでかく	
⑥比較・検討し高まった考え方（文章・式）	
習熟に向けた問題	
学習感想（友達の説明を聞いてわかったことや学習のキーワードを使った算数日記）	

図2 思考力・表現力を育むノートの工夫

問題解決の情報や気づきをふき出しにしてかく（①）、自分の考え（式・答え）をかく（②）、自分の考えを②とは異なる表現（絵・図）でかく（③）、思考過程を記録する、友達の考えをかく（④）、自分と違う表現の友達の考え方からよりわかりやすい表現を選んでかく（⑤）、高まった考えを文章と式でかく（⑥）ことである。この過程の中で、自己との対話や他者に説明することを意識した記述をさせていくことで、思考を視覚的に表面化したり、ノートを考えの伝達手段として活用したりすることができ、活発な対話を図られると考える。

Ⅲ 指導の実際

1 単元名 「分数」（第4学年）

2 単元目標

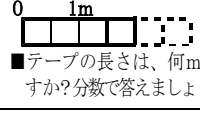
分数についての理解を深めるとともに、同分母分数の加法及び減法の計算のしかたを考え、意味について理解し、それらを用いることができるようにする。

3 単元の評価規準

観点	おおむね満足できる状況（B）
関心・意欲・態度	分数の仕組みや同分母分数の加法及び減法の計算のしかたに気づき、進んで活用しようとしている。
数学的な考え方	分数の大きさや同分母分数の加法及び減法の計算のしかたを単位分数の考えをもとに筋道立てて考え、言葉や数、式、図を用いて考え、表現している。
技能	同分母分数の加法及び減法の計算をすることができる。
知識・理解	分数の仕組みや同分母分数の加法及び減法の計算のしかたを理解している。

4 指導計画（11時間）

時間	◎ねらい ■問題	学習活動	☆アーギュメンテーションを促す発問 ○分数の指導に関する発問例	◇数学的な考え方を促す発問 【 】かく活動	評価の観点と 内容・方法
「1より大きい分数」 3時間					
◎真分数の意味を理解するとともに、1より大きい分数の表し方を考え2通りの表し方を理解する	・分母の意味を理解する。 ・1より大きい量の	☆黒板に示している $\frac{4}{6}$ テープの長さはm $\frac{4}{3}$ ですか？それともmですか？			考：分割分数と量分数の矛盾に気づき、単位分数の考えをもとに1より大きい分数の

1	 ■テープの長さは、何mですか？分数で答えましょう	表し方を考え2通りの表し方があることを知る。	◇前に学んだことを使えそうかな？（演繹的な考え方） ○分母は何を表していますか？ 【自己との対話型ノート】 ①問題解決の情報や自己の気づきをふき出しにしておく。	表し方を考えている。 【ノート・観察】
2	○真分数、帯分数、仮分数の用語を知り、意味や表し方を理解する。 ■次のかさを帯分数と仮分数の両方で表しましょう。	・かさや長さを帯分数や仮分数で表す。	○$\frac{1}{3}$ がいくつぶんて1 Lになりますか？（具体的な操作活動を通して考えさせる） ○帯分数と仮分数の表し方はどこが違いますか？ ◇これまで学習した分数とどこがちがいますか？（類推的な考え方） 【自己との対話型ノート】 ①・②自分の考えをかく。	知：真分数・帯分数・仮分数の意味や表し方を理解している。 【ノート・観察】
3	○帯分数と仮分数の関係を理解し帯分数は仮分数に仮分数を帯分数に表すことができる。 ■帯分数と仮分数の関係を調べましょう。	・1を超える量を帯分数と仮分数で表す。 ・帯分数を仮分数に仮分数を整数または帯分数に表す方法を考える。	◇仮分数・帯分数を絵や図で表すと？（表現様式の変換） ○仮分数（帯分数）はどんな分数ですか？ 【自己との対話型ノート】 ①・②・③自分の考えを②とは異なる表現（絵・図）でかく。	技：単位分数の何個分という考えをもとに帯分数を仮分数に仮分数を整数または帯分数に表すことができる。 【ノート・観察】
「分数の大きさ」 2時間				
4	○数直線を手がかりに、単位分数の大きさの関係を理解する。 ■$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9}, \frac{1}{10}$ を大きさの小さい順にならべましょう。	・数直線を手がかりに単位分数の大きさの関係を考える。	○分母は何を表している数字ですか？ ◇$\frac{1}{2}$ と $\frac{1}{10}$ はどちらが大きいですか？ ◇その理由は何ですか？（筋道の立った行動をしようとする） 【自己との対話型ノート】 ①②③・④友達の考えをかく。	知：数直線を手がかりに、分数の大きさは分母と分子の関係によることを理解している。 【ノート・観察】
5	○数直線を利用して大きさの等しい分数を見つける ■同じ大きさの分数を見つけよう。	・数直線を手がかりに、大きさの等しい分数を探す。	○数直線を利用して見つけた、大きさの同じ分数を言葉や絵、図で説明できますか？ ◇これまでに学習してきたことを使って分かりやすく説明できますか？ 【他者意識型ノート】 ①②③④・⑤自分と違う表現の友達の考え方からより分かりやすい表現を選んでかく。	関：数直線を用いて大きさの等しい分数を見つけよとしている。 【ノート・観察】
「分数のたし算とひき算」 4時間				
6 本時	○同分母分数の加法計算のしかたを考える。 ○和が仮分数になった場合の処理のしかたを考える ■$\frac{1}{5}$ Lのコーヒーと牛乳 $\frac{2}{5}$ Lを合わせてコーヒー牛乳を作ります。何Lでできたでしょうか。	・同分母分数の（真分数）+（真分数）の計算のしかたを考える。	☆どのようにして考えたのか説明できますか？ ☆分数のたし算は分母はたさないのですか？ ☆それぞれどのようにして考えたのか立場を入れ替えて説明できますか？ ☆絵や図で考えてみるとどうなりますか？ ☆分母が同じ分数のたし算はどのように計算しますか？ ☆他の分数でもできますか？ 【他者意識型ノート】 ①②③④⑤を行う。	考：同分母分数の加法の計算を、単位分数の考えをもとに、考えている。 【ノート・観察】
7	○同分母分数の加で繰り上がりのある計算のしかたを理解する。 ■$1\frac{3}{5} + 2\frac{4}{5}$ の計算のしかたを考えよう	・同分母分数の帯分数の和で、分数部分が仮分数になった場合の計算のしかたを、図を用いて考える。	☆答え $3\frac{7}{5}$ はどのようにして考えたでしょうか。（テーゼの立場に立ち考えさせる） ☆なぜ $3\frac{7}{5}$ ではいけないのか、図で説明できますか。（アンチテーゼの立場で考えさせる） ☆～さんが説明しようとした続きを説明できる人はいいますか？ 【他者意識型ノート】 ①②③④⑤を行う。	技：分数部分の和が仮分数になった場合の計算ができる。 【ノート・観察】
8	○同分母分数の真分同士の減法や帯分同士の減法の計算のしかたを考える。 ■$\frac{7}{8} - \frac{4}{8}$ $3\frac{2}{3} - 1\frac{1}{3}$ の計算のしかたを考え、言葉や式を用いて説明しよう	・同分母分数の（真分数）-（真分数）の計算のしかたを考える。 ・図を用いて、同分母分数の帯分数同士の減法の計算のしかたを考える。	☆$\frac{3}{0}$ はどのようにして考えたでしょうか。（テーゼの立場に立ち考えさせる） ☆なぜ $\frac{3}{0}$ ではいけないのですか？（アンチテーゼの立場で考えさせる） ○分数のひき算はどのように計算したらよいかわかる図で説明しましょう。 ◇～さんが説明したことを言葉で説明できますか？（表現様式の変換） 【他者意識型ノート】 ①②③④⑤を行う。	考：同分母分数の減法の計算を加法と同じように単位分数の考えをもとに考えている。 【ノート・観察】
9	○同分母分数の帯分同士の繰り下がりのある場合の計算を理解している。 ■$3\frac{2}{5} - 1\frac{3}{5}$ $3 - 1\frac{1}{4}$ の計算のしかたを考え、言葉や式を用いて説明しよう	・同分母分数の（帯分数）-（帯分数）で繰り下がりのある計算のしかたを図を用いて考える ・（整数）-（帯分数）の計算のしかたを考える。	○$3\frac{2}{5} - 1\frac{3}{5}$ はどのように計算したらよいですか？ ◇これまで学習した分数とどこがちがいますか？（類推的な考え方） ◇～さんが絵や図で説明したことを言葉と式で説明しましょう。（表現様式の変換） ☆～さんが説明しようとした続きを説明できる人はいいますか？ 【他者意識型ノート】 ①③④⑤・⑥高まった考えを文章と式でかく。	知：同分母分数の計算の仕方を説明する。 【ノート・観察】
10 11	○既習事項の理解を深める ・練習問題 ・分数新聞づくり	・文章にして分数で学習したことを新聞にまとめる。	○これまで学習してきたことを文章にしてまとめよう。	考：（知）同分母分数の加法及び減法の計算のしかたを考えそれらの計算ができる。

5 本時の学習指導

(1) 本時の目標 (6/11時)

- ① ねらい：同分母分数の加法の計算を、単位分数の考えをもとに考えている。
- ② 授業仮説：同分母分数の加法計算のしかたについて、分母同士をたして計算したつまずきを取り上げ、単位分数の考えをもとにした計算とのズレから分数の加法計算を単位分数のいくつ分という考えをもとに考えることに着目させることで、分数の加法計算の理解を深めることができるであろう。

(2) 本時の展開

〈板書計画〉

過程	学習活動	発問と予想される児童の反応〈かく活動〉	指導上の留意点・評価と方法
導入	- 既習の確認のための学び直し ①問題提示をする - 教師の具体物を用いた操作活動から児童に問題を作成させ、問題理解を図る	T) $\frac{2}{3}$ LはLが $\frac{1}{3}$ いくつ分ですか。 C) 2つ分です。 T) これから先生がやることを見て、問題文を作ってください。また、「解けそうだな」と見通しや気づいたことをきだしにしてください。 〈問題解決の情報や自己の気づきをふき出しにしてください〉	- ICTを活用して真分数をます図を用いて示し、視覚的にとらえさせ単位分数をもとに既習を振り返り考えさせる。また、数直線から単位分数の大きさの関係を押さえる。 1 Lますやコーヒー、ミルクの具体物を用いてコーヒーとミルクを実際に混ぜ合わせ、ミルクコーヒーを作り場面理解を図る。
	$\frac{1}{5}$ L のコーヒーと $\frac{2}{5}$ L の牛乳でコーヒー牛乳をつくります。何Lできるでしょうか。		
展開	②答えを求める	T) 式、答え、どのようにして考えたのかノートにかいて下さい。(自分の考え(式・答え)をかく。) T) 式をみんなで言ってみてください。 C) 五分の一たす五分の二。 T) $\frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{10}$ ですね。(アンチテーゼ) C) アレ! おかしいよ。 $\frac{3}{5}$ です。(テーゼ)	机間指導し、テーゼを取り上げるが、テーゼの児童が一人の場合やテーゼの考えが出ない場合は教師がわざとつまずいてテーゼを提示する。
	③手続きや考えの根拠を説明する	T) 先生が出した答えはどのように計算したのでしょうか。 C) 分母同士、分子同士をたした。	テーゼ・アンチテーゼの違いが分母にあることに着目させる。
	④ズレの明確化・問いの生起	T) $\frac{3}{5}$ はどのように計算しましたか。 C) 分母はそのまま、分子同士をたしました。 T) 分数のたし算は分母はたさないのですか? C) 分母は1をいくつに等分したかを表しているからたさない。 T) たし算なのに分子だけたすのはおかしいんじゃない。 C) んー。よし! 先生を納得させるぞ。	- 立場の違いや問いを生起させるためにゆさぶりをかける。 - 既習をもとに考えさせる。
	⑤互いの考えを読み合う	T) 自分の考えをノートにかいて下さい。 T) 次に、先生がどのようにして考えたの予想してノートにかいて下さい。	ノートにかくことで自分の考えを整理したり、相手の考え方を絵や図を用いて再生し共感したり矛盾に気づかせたい。
開	⑥異表現し根拠を説明する	T) $\frac{3}{10}$ となった考え方を絵や図を使って説明できますか。 C) 分母同士、分子同士をそのままたしています。でも、分母をたすと十分の三になって量が減るのでおかしいです。 T) んー。まだよく分かんないな。 C) ます図を使って説明します。1 Lを五つに等分した5が分母です。その一つ分が五分の一だから、五分の一と五分の二を合わせて五分の三になりますが、先生の考え方は、1 Lを等分した五を合わせて十になってしまったと思います。 〈いくつかの自分と違う表現の友達の考え方から、より分かりやすい表現を選んでかく。〉	テーゼから単位分数の考えをもとにした計算のしかたを説明させアンチテーゼの矛盾点に気づかせたい。
	⑦ジンテーゼ(高まった考え)	T) なるほど。じゃあ、分母が同じ分数のたし算はどのよ	評価 同分母分数の加法の計算を単位分数の考えをもとに考えている。(ノート・観察) ここではまだ「なんとなく分かった」程度の児童がいることも予想される。

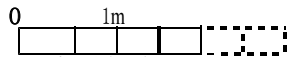
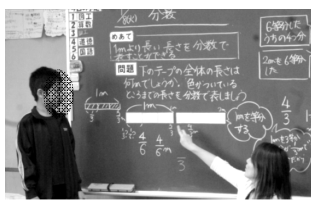
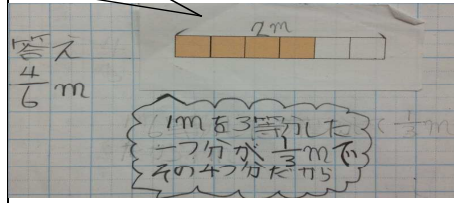
	を求める ・新たな立場を形成する学び直し ⑧一般化のふりいにかける ⑨既習に向けた練習をする ・使って確かめる学び直し	うにして計算しますか。 C) 分母はそのまま、分子だけたします。(ジンテーゼ) T) 他の分数でもできるかな。 C) $\frac{3}{6} + \frac{4}{6} = \frac{7}{6}$ を図にして考えると・・・できた！ T) 答えからこれまで習った分数と違うところはないですか。 C) 分子が分母より大きい。 T) $\frac{7}{6}$ のように分子が分母より大きい分数を仮分数と言います。 C) 図で考えてみると、1 L を6等分すると $\frac{6}{6}$ で1 L だから1 L と残りの $\frac{1}{6}$ L で $1\frac{1}{6}$ L になります。 T) そうだね。 $1\frac{1}{6}$ のように整数と真分数を合わせた分数を帯分数といいます。 T) 分数のたし算を練習してみましょう。 C) 簡単だ！わかった！ C) 発表したい！	・一般化し理解を図る。 ・既習である、分母の意味を絵や図を用いて確認し、仮分数になったときも同様の考え方ができるようにする。 ・説明活動から1 L と端数に気づき、仮分数は帯分数のに直す処理をおさえるとともに、帯分数に直すとおおよその大きさが分る利点をつかませたい。 ・問題は3問。2問は評価問題、1問は発展問題とする。
まとめ	⑩本時の学習を振り返る ・算数日記をかく。 ・ペアで説明し合う。 ・全体発表（希望者数名）。	T) 友達の説明を聞いて分かったことや学習のキーワードを使って算数日記を書いて下さい。 (自分と違う表現の友達の考え方からより分かりやすい表現を選んでかく) T) 隣同士で算数日記を発表し合ってください。	・児童の言葉で学習のまとめを行う。 ・全員が発表する場をつくる。

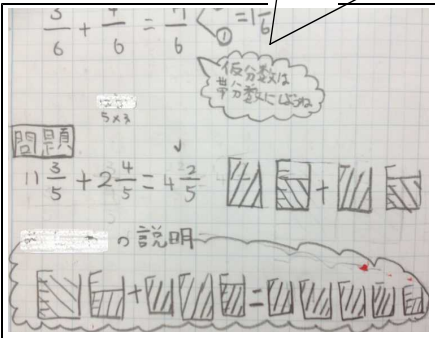
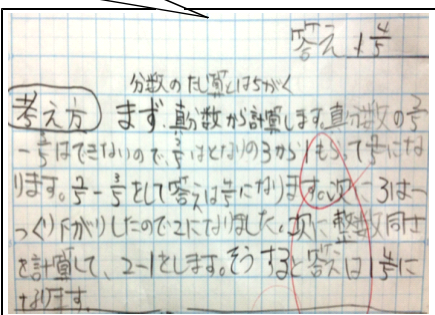
6 仮説の検証

研究仮説に基づき、「アーギュメンテーション」の考えを取り入れた対話型問題解決の授業を進めながら、思考・表現を促す発問と「かく活動」を連動させる授業展開の工夫を行った。そこで、説明し伝え合う言語活動と「学び直し」によるスパイラル型学習の充実を図り、数学的な思考力・表現力が育まれたかどうかについて検証していく。授業録画やノートにおける児童の変容、検証前後のアンケート調査や感想等の分析を基に検証を行っていく。

(1) アーギュメンテーションの場面の発話記録とノートの分析から (対象人数 33名)

全11時間中、数学的な考え方を評価した1・6・8時を取り上げる。

時	教師の発問と児童の反応 (☆アーギュメンテーション ○数学的な考え方 ◇分数指導)	アーギュメンテーションに対する児童の反応	ノート記述の変化 (発表を苦手としていたHさんのノート例) 【考察】
1	 テープの長さは何mですか？ 分数で答えましょう。 T) ☆テープの長さは $\frac{4}{6}$ m (テーゼ) ですね。 S) はい。 ※ 学び直しが不十分で既習が押さえられていないため児童はズレに気づかずアーギュメンテーションがおこななかった ※ 単元導入前にレディネステストを基に既習の学び直しを十分に行う必要があった。 T) ○分母は何を表していますか？ S) 全体をいくつに分けたか。 ※ 分割分数の考え方から量分数の考え方への拡張場面が課題と考えられる。 T) ◇前に学んだことが使えないかな？ S) 1 m を等分した数が分母だ！ ※ 課題やズレを焦点化して問い返すことでズレに気づいた。	児童の発問を問い返し、さらに詳しい説明をするよう促している。   習熟に向けた問題解決時の「使って確かめる学び直し」の場面で、説明できると举手した児童4人 (33名中)	答えはかけるが、その根拠はまだかけておらず、問題解決の情報をふきだしにしている。  【考察】 ※ノートタイムを十分とらなかったため考えを整理することができず、活発な対話ができなかった。 ※対話がうまく運ばず思考を深めることができなかった。そのため、考えをかくことができなかった。 ※考えの根拠がかかっている児童9名 ※友達の説明が分かった新たな考えに気づいた児童6名
	T) ☆ $\frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{10}$ ですね。 ・ 教師からテーゼを提示した。 S) えー違うよ！ (ほぼ全員) S) 先生を納得させるぞ！ ・ 正答は $\frac{3}{5}$ である。 S) 分母はたさないよ。 T) ☆分数のたし算は分母はたさないのですか？		【考察】 ※対話数が増え、互いの考え方共有していく中で思考が深まり、自分の考えをかくことが出来るようになってきた。 ※ノートタイムをこまめに取ったことで友達の考え方から分かりやすい表現を選んでかく等、思考・表現を深めることができた。

6	S) 分母は1Lをいくつに等分したかを表しているからたさないです。 T) ☆ $\frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5}$ はどのようにして考えたのですか？ S) 分母はそのまま、いくつ分を表す分子を合わせます。 T) ◇ もっと分かりやすく説明できる人はいますか？ S) 面積図で表すと・・・ S) 別の言葉で説明すると・・・ T) ☆ $\frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{10}$ はどうしてこのような考え方になったのか説明できる人？ T) ◇ 他のときも成り立ちますか？ S) 同じように考えればいいんだ！ S) 図にしてみると・・・できた！ ※ 分かる・できる発問を重ねながら既習の確認のための学び直しや他者と比較・検討する学び直しを行うことで活発な対話となった。	説明が途中で止まってしまった児童の続きを別の児童と一緒に説明している様子  友達の説明を聞いて、「もっと分かりやすく説明できる人？」の発問に、図や別の言葉で説明できると挙手している様子 使って確かめる学び直しの場面で説明できると挙手した児童19人(第1時より15名増)	まだ、自分の考えを文章にして表現することはできないが、友達の説明を聞いて気づいたことや分かったことをふきだしにかくことができるようになった。  ※ 考えの根拠がかかれていた児童29名 ※ 友達の説明が分かった新たな考えに気づいたりした児童21名
8	T) ☆ $\frac{7}{8} - \frac{4}{8} = \frac{3}{8}$ ですね。 (テーゼの立場を読みとらせる) ※ 教師からテーゼを提示した。 S) えー違うよ！ (ほぼ全員) S) 分母はひかないよ。 T) ☆ どうして分母をひいてはダメなんですか S) 分母は1Lをいくつに等分したかを表しているからです。 T) ☆ $\frac{7}{8} - \frac{4}{8} = \frac{3}{8}$ はどのようにして考 $\frac{7}{8} - \frac{4}{8} = \frac{3}{8}$ えたのですか？ (アンチテーゼの考え方を説明させる) S) 分母はそのまま、いくつ分を表す分子をひきます。 T) ◇ 他のときも成り立ちますか？ S) 同じように考えればいいんだ！ T) ☆ 考え方を言葉と式で表しましょう。 ※ アーギュメンテーションを取り入れた授業を重ねるごとに児童は気づきや考え方友達の説明から分かったことなどを積極的に言い合い、活発な対話となった。	「説明したい!」「やりたい!」という声をあげながら挙手する様子ペアで説明し合わなくても、すぐ全体発表の場で対話ができるようになった  使って確かめる学び直しの場面で説明できると挙手した児童28人(第1時より24名増)	筋道立てた考え方ができるようになり、文章や式を使って、自分の考え方まとめている。  ※ 他者の考えを理解し自分考えを深めた児童がみられるようになった。また、もっと分かりやすい図や言葉で説明したり具体化から抽象化へと表現の深まりもみられた。 ※ 考えの根拠がかかれていた児童33名 ※ 友達の説明が分かった新たな考えに気づいたりした児童33名

本時では、児童の実態調査から大半の児童が同分母分数の加法計算のしかたを分かっていたことから、つまずきや不十分さのあるテーゼを児童から引き出すことが難しいと判断した。また、机間指導の際、テーゼが見られなかったことから教師がテーゼを提示し、教師対児童の討論になるようにして、教師がどこでつまずいたのか、どう計算するのが正しいのかを説明させる学習活動を仕組んだ。第1時からアーギュメンテーションを継続してきた結果、対話が活発化し、第1時は「説明できる」と挙手した児童が4名であったのに対し、第6時には19名、第8時には28名と、考え方を説明するために挙手した児童が増加した。このことからアーギュメンテーションを取り入れた対話型の授業を行っていくことで活発な対話が実現し、互いの思考を共有したり深めたりすることができるようになったと考えられる。また、ノート分析から、第1時は課題解決のキーワードをふきだしにメモ程度の「自己との対話型ノート」であったのに対し、第6・8時はそのキーワードをもとに考えたことを文章化し、他者にも思考過程を伝えることができるような「他者意識型ノート」となったことが窺えた。

(2) アンケートの結果から

「ノートに自分の考え方や理由をかくことができるか」との設問に、「かくことができる」と回答した児童が検証後は11名(32%)増加し(図3)、「自分の考えをかきながら意味がわかってきた」、「分数は絵や図で書くと意味が分かりやすい」という感想がみられた。さらに、「友達の発表や説明を聞

いて、新しい考え方や別の方法などをノートにかくことができるか」の設問に「あてはまる」と回答した児童が検証後は7名(21.2%)増加し、「あてはまる」、「どちらかといえばあてはまる」と回答した児童は29名(33名中)となった。児童の中には、「最初は分からなかったけど、Hさんの説明を聞いて分かった」、「自分と違う考え方が分かった」などの感想がみられた。「あてはまらない」と回答した児童が、検証後2名(6.1%)増加しているが(図4)、この児童も自分と友達の考え方の違いをふきだしにしておくことができ、次第に学習感想も書けるようになった。また、「算数の授業でわかったことや自分の考えをみんなの前で説明できるか」の設問に「あてはまる」「どちらかといえばあてはまる」と回答した児童が8名(27.3%)増加し、児童の中には「みんなに分かるように説明できるようになった」、「算数の授業の中で、説明するときが一番楽しい」などの感想がみられた。「あまりあてはまらない」と答えた児童からは、「発表は緊張するから苦手だけど、みんなの前で説明できるようになりたい」、「前よりは説明できるようになっている」などの感想が見られた。

(3) ノートの分析から

児童のノート記述を①～⑥に分類した(表5)。検証前は、板書のみ記述していた児童(①)が検証後見られなくなり、数学的な考え方につながる④、⑤の記述を児童全員がかけるようになった。中には、進んで生活や学習に活用したいと記述をした児童が9名見られた。以上のことから、かく活動は思考力・表現力を高める手立てとして有効であったといえる。

表5 児童のノート記述の分析

段階	内容類別	児童の振り返り・感想の具体的内容	検証前	検証後
①	板書のみ		15名(45%)	0名
②	満足型(心情面) ～ができた ～が楽しかった	・最初はわからなかったけど最後はどんどんわかってきた。 ・たくさん発表できて楽しかった。 ・言葉や絵・図で説明するのが楽しかった。	0名	6名(18%)
③	知識・理解定着型(内容面) ～ができた ～がわかった	・真分数と帯分数と仮分数の意味が分かった。 ・分数も整数のように単位をそろえて計算することがわかった。 ・分数のひき算はたし算のやり方と同じようにできる。	10名(30%)	3名(9%)
④	数学的考え向上型(根拠) 自分の考え方は～ ～だから～だ。	・初めは自分の考えをもてなかったけど、今は意味も理解して自分の考えをもつことができるようになった。 ・分母は1Lを等分した数だから足さない。	9名(27%)	33名(100%)
⑤	数学的な態度向上型 友達の説明が分かった 新たな考え方があった	・みんながどんな考え方で計算しているのがわかった。 ・友達の考え方を聞いて分らなかった考え方がわかった。 ・分数は難しいけどみんなの考えがわかりやすく簡単になった。	6名(18%)	33名(100%)
⑥	関心・意欲向上型 もっと～したい 生活にいかしたい	・次は分数のかけ算やわり算に挑戦したい。 ・ケーキやジュースを分数を使って分けたい。 ・発表をして間違っても恥ずかしくない。これからも恥ずかしがらずに発表したい。	1名(3%)	9名(27%)

(4) 授業後のテスト結果から

発問の工夫とかく活動を連動させた授業展開を行った結果、検証後に実施した数学的な考え方のテストでは、30名(90%)の児童が絵か図と言葉で分数の加減法について筋道立てた考え方で説明することができた(図6)。このことから、アーギュメンテーションを取り入れ対話型問題解決学習は、思考力・表現力を育む手立てとして有効と捉えることができる。

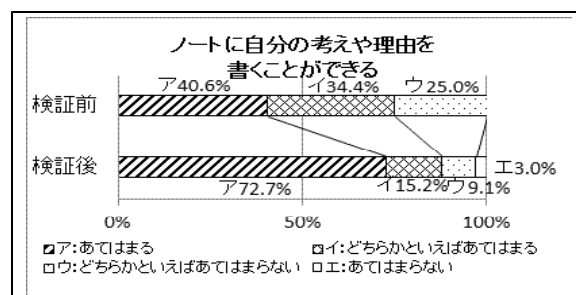


図3 自分の考えをかくことができるかの変容

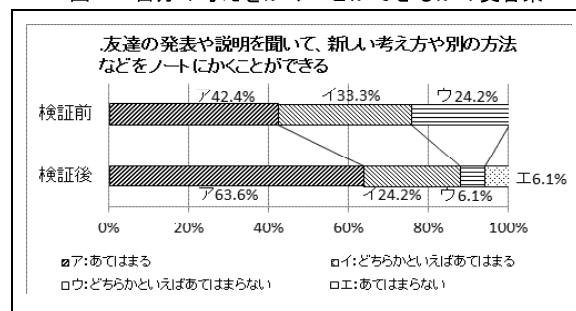


図4 友達の説明を聞いての変容

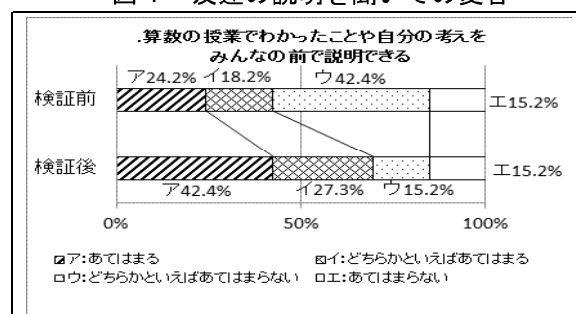


図5 説明活動の変容

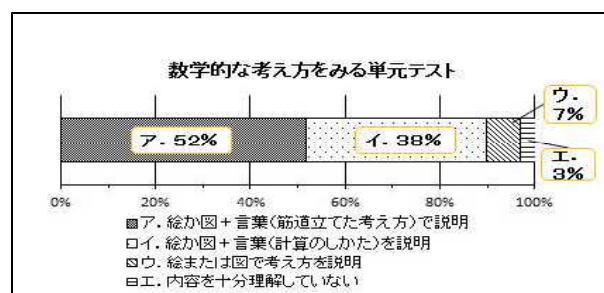


図6 単元テスト結果

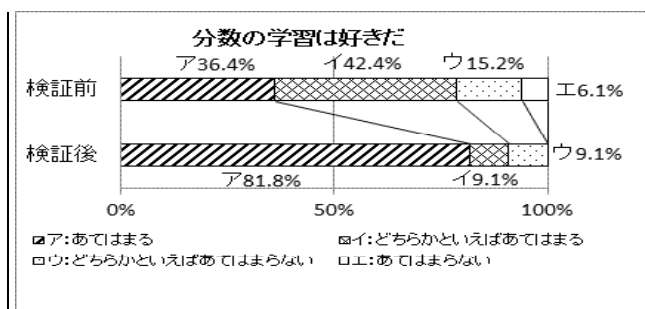


図7 学習意欲の変容

「分数の学習は好きですか」の設問に「好き」と答えた児童は検証前は10名であったのに対し、検証後は27名（81、8%）となった。好きと答えた理由に「説明するとよくわかるから」、「分数は他の教科や生活に使いそうだから」という感想がみられた。「学習したことを生活や他の教科に役立てたいですか」という設問に（図8）「あてはまる」、「どちらかといえばあてはまる」と答えた児童が31名（94%）となり、「あてはまらない」と回答した児童は見られなくなった。

単元終了時には、全員が数学的な考え方が含まれた「算数新聞」を作成することができた（図9）。単元を終えての感想から「本当の意味で授業に参加できた」、「お風呂の水かさが分数で言えるようになった」など、意欲的に学習したことや生活にいかすことができる児童も見られるようになった（図10）。

(5) 考察

アンケート、ノート、テストの結果からアーギュメンテーションを取り入れた対話型問題解決学習を行うことで、思考力・表現力を育成することができた。また、児童の意識調査や感想等から進んで生活や他の学習に活用する態度も育まれたと考察する。

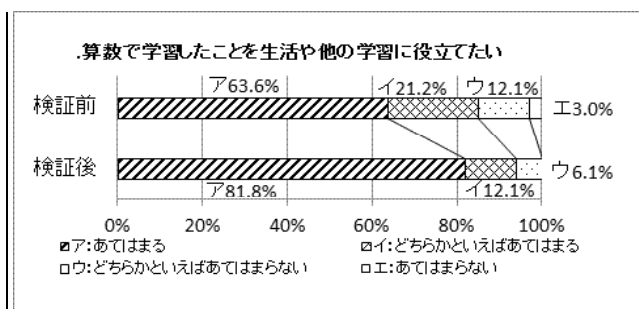


図8 意欲の変容



図9 単元のまとめにおいて作成した算数新聞例

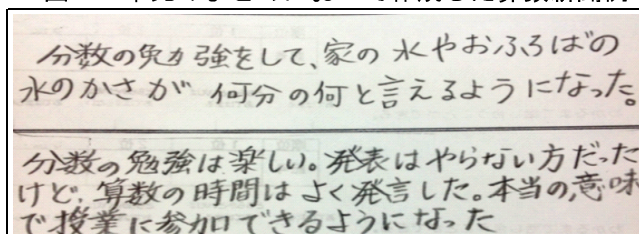


図10 学習後の感想

IV 成果と課題

本研究は、「数学的な思考力・表現力を育む学習指導の工夫」をテーマにアーギュメンテーションによる「学び直し」を実現する対話型問題解決の授業を行ってきた。その成果と課題をまとめる。

1 成果

- (1) アーギュメンテーションによる対話型問題解決学習を行うことで、言語活動の充実が図られ、数学的な思考力・表現力が育まれた。
- (2) アーギュメンテーションによる数学的な思考力・表現力が育まれたことで、学習意欲の高まりもみられた。

2 課題

- (1) 児童の実態把握を単元・授業計画前の行い、ねらいにあった既習の学び直しを行う。
- (2) アーギュメンテーションによる対話型学習の継続を図り、数学的な思考力・表現力を高める。

〈主な参考文献〉

- 文部科学省 2008 『小学校学習指導要領 算数編』 教育出版
 磯田正美 2009 『思考・判断・表現による「学び直し」を求める算数の授業改善』 明治図書
 片桐重男 2004 『数学的な考え方の具体化と指導』 明治図書