

互いの考えを分かち合い，論理を追究する算数科授業の創造Ⅲ —論理を構築していく子どもの学びの可視化—

前下勝信 [鹿児島大学教育学部附属小学校]

柏木康良 [鹿児島大学教育学部附属小学校]

中野嘉宣 [鹿児島大学教育学部附属小学校]

Creation of Mathematics Class to Share Each Other's Ideas and Pursue Logic:

Visualization of Learning of the Child Building Logic

MAESHITA Katsunobu, KASHIWAGI Kosuke and NAKANO Yoshinori

キーワード：新たな価値、数学的な見方・考え方、算数科の特質に応じた視点、思考方法、学びの可視化

1. 研究の目的

1.1. 研究の背景

これから到来する Society5.0 の社会では、今まで人間が行ってきた作業を人工知能（AI）やロボットが行うようになり、人々の生活はますます便利で快適なものになると考えられている。しかし、人々の生活がどんなに変わろうとも、社会を形成していく中心は人間であり、人と人が関わって生活をしていくことに変わりはない。

このような社会をよりよく生きていくためには、様々な課題に対して自分なりに試行錯誤したり、他者と協働したりしながらその解決につなげる「納得解を生み出す力」が求められている。

算数科は、論理性や抽象性をもつ教科であり、学習の過程で物事の本質を見極め、既存の物事を組み合わせたり、対話・協働したりしながら納得解を生み出す力が育まれていく特性がある。つまり、算数を学ぶことは、これからの社会をよりよく生きていくために必要な力を育むのである。

そこで、本校算数科では、本研究において、自他共に納得できるように論理を他者と分かち合う過程を重視した授業を展開していく必要があると考え、「互いの考えを分かち合い，論理を追究する算数科授業の創造」という研究主題を設定した。

今年度は、本シリーズ研究の3年目研究となる。2年間の研究の概要を述べると、1年次研究では、「納得解を生み出す」という視点から目指す子ども像を以下のように設定した。

自ら見いだした「問い」を基に、既習の知識及び技能などを根拠にして粘り強く考え、その結果、生み出された自分の考えや他者の考えを多角的に関連付けたり、統合的・発展的に考えたりして、自分や他者が納得し、数学のよさを内包した考えを創り出す子ども

そして、算数科で育成すべき資質・能力を「目指す子ども像」を基にし、表1のように設定した。

【表1】 目指す子ども像に迫るために育成すべき資質・能力

知識及び技能	思考力, 判断力, 表現力等	学びに向かう力, 人間性等
自分や他者が納得するための拠り所となる数量や図形などについての基礎的・基本的な知識及び技能	様々な視点から多角的に考え, 統合的・発展的に考察する力	数学的活動の楽しさや数学のよさに気づき, 粘り強く問題解決していこうとする態度

表1の資質・能力を育成するためには、粘り強く問題解決していく過程で、自分や他者が互いに納得する解決の筋道である「論理」を構築していく必要があると考えた。

そこで、本校算数科では、自分にとっても他者にとっても納得感のある解決の筋道である「論理」を構築することを目指し、自他ともに納得するために必要となる根拠を明らかにしながら、互いの共通点や差異点、その意味などを分かち合う過程を大切に授業を行う必要があると考えた。そして、研究主題を基に、授業像を明らかにし、「根拠が用いられる状態の明確化」や「根拠がより明確になる数学的活動の設定」を授業創造の視点として、研究を進めた。

2年次研究では、目指す授業像に迫るために、よさを実感した根拠を基に、他の問題（他領域や発展性のある問題）や場面でも自他ともに納得感のある解決の筋道を構築する必要があると考えた。つまり、「前の問題を解決するときにも使えたり、説明すると、みんなが自分の考えに納得してくれた」と考えの拠り所となる根拠の有効性を十分自覚し、「これからも使えるんじゃないか」「今後も使っていこう」と子どもが思えるような学習内容を設定することが、学びのよさを実感することにつながるのである。よって算数科で育成を目指す資質・能力を育む学習内容を「根拠の有効性を自覚する学習内容の要件」として、次の3点に整理した。

- ① 問題を解決していく過程で、これまでの学習との関連を見いだしたり、身に付けた既習の知識及び技能、数学的な見方・考え方などを、自分や他者が納得するための根拠として活用したりすることができる学習内容
- ② 問題を解決していく過程で、様々な点から多角的に考えることができ、その結果生み出された考えを様々な方法で表現することができる学習内容
- ③ 粘り強く問題解決していく過程で、数学的活動の楽しさや数学のよさ、そして、意識していなかった他領域や生活などとの関連性に気付いたり、既習を生かして考えたりするよさを子ども自身が感じることができる学習内容

また、学習内容を設定する際、大切となるのが、子どもが思考するときの「考えの視点」となる数学的な見方である。根拠の有効性を自覚する学習内容を設定する際、子どもがこれまでに獲得してきた知識及び技能とそれらを獲得するために働かせてきた数学的な見方・考え方など根拠となる学習内容を系統的に捉えたり、本題材が発展内容とどのようなつながりがあるのか関連性を明らかにしたりすることが必要である。これらを子どもの実態を含めながら明確にしていく中で子どもの学習の中での考えの視点を算数科の特質に応じて整理した。

「互いの考えを分かち合い、論理を追究する算数科授業の創造」という研究主題の下、2年間の研究や実践を行ってきたことによって次のことが明らかになった。

- 題材の系統性から明確にしたい根拠を分析し、題材の設定を行い、数学的活動を設定すること

で，子どもが分かち合いの場で，考えの根拠を明確にし，そのよさを実感している姿が見られた。

- 既習の学習内容や他題材，日常生活などの関連を明らかにし，学習内容を設定することで，子どもたちが多角的に考え，その結果，多様な考えの根拠を他者と交流し，一般性や簡潔性などから根拠の有効性を自覚する姿が見られた。
- 算数科の特質に応じた視点を基に，多様な考えを生み出すことはできていたが，考えと考えを結び付けて考えていなかったり，どのように新たな知識を獲得できたのか，その理由まで迫ることができていなかったりした子どもの姿が見られた。

1.2. 研究の方向

本校算数科は，「互いの考えを分かち合い，論理を追究する算数科授業の創造」に向けて，これまでの研究を踏まえながら以下のように焦点化して今後の研究を深めていきたいと考えた。

- ① 子どもが考えと考えを結び付けていくための思考方法を具体化する。
- ② 数学的な見方・考え方を働かせた学びの様相を可視化する。

子どもが論理を構築していく際の「どのような視点で考えを生み出し，どのように考えたのか」という自らの学びを子ども自身が客観的に捉えて，根拠の有効性をより自覚していく姿を目指すためには，論理を構築していく際の子どもの思考方法を具体化し，学びの様相を可視化していくことが必要であると考え，研究副題を「論理を構築していく子どもの学びの可視化」のように設定した。

2. 研究の内容

2.1. 算数科における思考方法とは

2.1.1. 論理を構築していく子どもの学びとは

論理とは「自分にとっても他者にとっても納得感のある解決の筋道」と本校算数科は定義している。この論理を十分に構築するためには，自分だけが納得したり，数学のよさを感じたりしている根拠を基に考えを伝え合ったりするだけではなく，「問題を解決するときにも使えたし，説明するとみんなが自分の考えに納得してくれた」と考えの拠り所である根拠の有効性を十分自覚し，「これからも使えるのではないか」や「今後も使っていこう」と子どもが思えることが大切である。

つまり，論理を構築していく子どもの学びとは，子どもが自他ともに，納得するために必要となる根拠を明らかにしながら他者と分かち合う中で，その根拠の有効性を自覚していく学びのことである。また，子どもが論理を構築していくには，授業づくりに当たって，教師が，授業を構成していく子どもの考えをどの順序で取り扱うのか，どの考えとどの考えをどのような思考方法で結び付けていくのか想定しておくことが必要であると考えた。

2.1.2. 論理を構築していく子どもの思考方法とは

算数科の学習は，物事を筋道立てて考えながら課題を解決していくという特性があることから論

理的思考力を育成していくのに適していると考える。物事を筋道立てて考えながら課題を解決していくとは、これまでに獲得してきた既習の知識及び技能を使って数学的な見方・考え方を働かせながら課題を解決していくということである。子どもは、前時までの既習の知識や他者の考えなどから獲得した知識や考えを基に、本時でも数学的な見方を視点として新たな考えを生み出し、生み出された自分の考えと他者の考えを比較したり関係付けたりしながら論理を構築していくことから、本校算数科では、算数科における思考方法を「数量や図形に着目して、比較・関係付けて考えること」と設定した。

また、子どもが論理を構築していく際にどのように比較したり関係付けたりしているのか、その思考方法を教師が具体化することで、根拠の有効性をより自覚する子どもの姿を目指すことができると考えた。なぜなら、子どもが思考する際に発揮している考え方を「どのように考えるのか」という点で具体化することで、「ここでは、この考え方が使えるね」や「今日も前習った方法で考えられるね」など子どもたち自身が知識だけでなく、どのように解決すればよいかという考え方で身に付けることができると考えるからである。

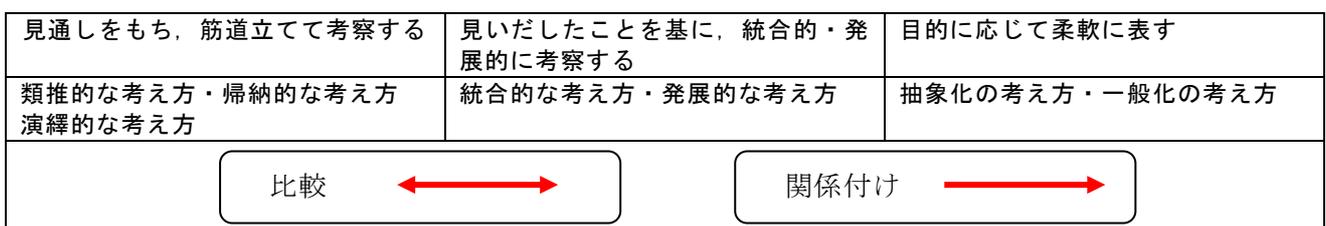
そこで、本校算数科では、子どもが「どのように比較・関係付けしていくのか」という思考方法を具体化するために、算数科における思考方法を図1のように整理した。

本校算数科は数学的な考え方を思考方法と捉えて、思考方法を明らかにするには、「見通しをもち筋道を立てて考察する」「見いだしたことを基に、統合的・発展的に考察する」「目的に応じて柔軟に表す」際の思考方法を具体化する必要があると考えた。

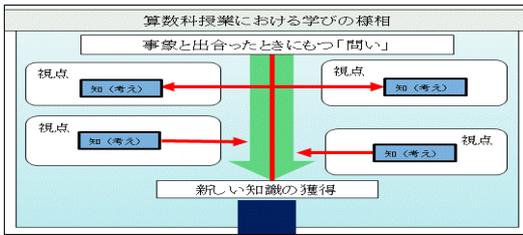
まず、「見通しをもち筋道を立てて考察する」思考方法としては、「今までの方法が使えないかな」と前時までの学びを生かして考える考え方や、「他の場合も同じかな」と考え、結論を導いていく考え方や、「～を基にすると～かな」と考え、根拠を基に正しさを証明する考え方に具体化し、それぞれ「類推的な考え方」「帰納的な考え方」「演繹的な考え方」と整理した。

次に、「見いだしたことを基に、統合的・発展的に考察する」思考方法として、「まとめてみるとどうなるだろう」と共通点に着目する考え方や「他でも成り立つだろうか」と物事を新たなものに発展させようとする考え方に具体化し、それぞれ「統合的な考え方」「発展的な考え方」と整理した。

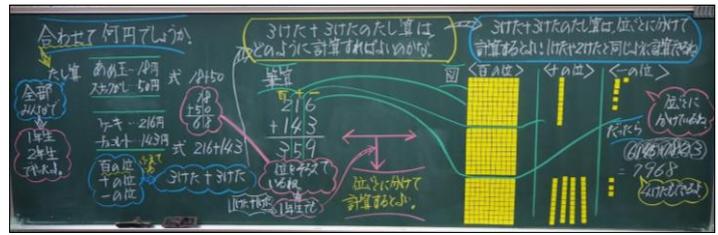
さらに、「目的に応じて柔軟に表す」思考方法としては、「ここに注目してみようかな」と性質を抽象したり捨象したりする考え方や「いつでも使えるのだろうか」ときまりや法則を導き出す考え方に具体化し、それぞれ「抽象化の考え方」「一般化の考え方」と整理した。そして、これらの考え方は、本校算数科が大切にしている論理を構築していく過程で育成される論理的思考力と結び付くものである。



【図1】算数科における思考方法



【図2】論理を構築していく学びの過程



【図3】板書による学びの過程の可視化

2.2. 算数科における学びの可視化とは

2.2.1. 論理を構築していく子どもの学びの可視化とは

算数科における学びの可視化とは，論理を構築していく子どもの学びを可視化することである。つまり，子どもが論理を構築していく中で，数量や図形に着目して生み出された考えと考えをどのような思考方法を用いて深めていくのかを視覚的に明らかにすることである。論理を構築していく学びの過程を示したものが図2である。子どもは，事象と出合ったときにもつ「問い」を原動力としながら思考していく。その際，視点を基に生み出された考えと考えを比較したり他の視点を基に生み出された考えを関係付けたりしながら考えを変容させていき，新たな知識を獲得していくのである。また，根拠の有効性をより自覚するためには，論理を構築してきた学びの過程を教師が捉えておくことや子どもが視覚的に振り返ることができるようにしておくことが大切である。図2を3位数+3位数の計算の仕方の板書で示すと図3のようになる。

また，算数科は，系統性がはっきりしている教科であるので，子どもの発達段階に合わせて学習内容が配列されている。その学習内容を子どもがどのような視点で捉え，どのような考え方を用いて解決してきたのかを振り返ることができるようにするために，板書だけでなく子どものノートでも視覚的に明らかにすることが必要である。

2.2.2. 論理を構築していく子どもの学びを可視化するよさとは

本校算数科が目指す子どもの姿は「自分や他者が納得する数学のよさを内包した考えを生み出す姿」である。この姿に迫るためにも論理を構築していく子どもの学びの可視化が重要になってくるのである。論理を構築していく子どもの学びについては，前述したが，論理を構築していく子どもの学びを可視化することは，子どもや教師にとってどのようなよさがあるのかを述べていく。

子どもにとってのよさは，「どのような視点でどのように考えたのか」という自らの学びを客観的に捉えられるとともに，次の学びに生かせる知識や考え方，いわゆる活用可能な学び方を身に付けることができるのである。さらに，授業の中で，前時やこれまでの学びを既習事項として用いたり，今後の学習に学び方を生かしたりすることができるよさがあると考えられる。

教師にとってのよさは，子どもたちが，本題材や本時で発揮していく思考方法を想定しておくことによって，既習事項を取り入れた導入や発展的な問題の提示などという働きかけができる点が挙げられる。また，板書によって本時の学びが可視化することによって，本時の学習を振り返る際の教師の発問がより明確になり，子どもたちが，本時の学び方を身に付けることにつながる。学び方

を身に付けさせることで、系統性がはっきりしている算数科授業において、一題材、一学年の学びで閉じることなく、「根拠の有効性をより自覚する」ことを題材や学年をつないで、繰り返させることができるのである。

3. 研究の実際

3.1. 実践の立場

子どもたちが、互いの考えを分かち合い、論理を追究する算数科授業において、自らの学びを可視化することによって、根拠の有効性をより自覚することができたか、次の視点で検証する。

- 教師が、子どもの視点を基にした考えや考えと考えを結び付けていくための考え方を想定し、本時の板書に可視化することで、子どもが学びの過程を自覚することにつながるのではないかな。
- 子どもが、論理を構築してきた過程を振り返ることで、獲得した知識及び技能や学び方を、次の学びに生かしていく姿につながるのではないかな。

なお、実践にあたっては、第5学年「図形の面積」を取り扱う。

3.2. 実践

3.2.1. 題材「図形の面積」の学習の位置とねらいについて

本題材では、平行四辺形、三角形、台形、ひし形などの基本図形の面積の求め方を理解することをねらいとしている。また、図形を構成する要素に着目し、基本図形の面積の求め方を粘り強く考える活動を通して、平行四辺形や三角形などの図形も1cm²の幾つ分で表せばよいという単位の考えや図形の構成要素に着目し、図形を分解したり合成したりすることで、既習の図形に帰着して考えることができ、既習の図形の面積の求め方を、他の図形の面積の求め方にまで拡張していこうとする統合的な考え方を一層深め、面積の求め方について筋道立てて考え、説明することができるようになることをねらいとしている。さらには、図形の面積の求め方を粘り強く考える過程で、見いだした考えを生活や学習に生かしながら、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。本題材の学習内容の系統性を示すと、以下の表2のようになる。

【表2】 本題材の学習内容の系統性

前題材	第4学年 面積 ・面積の意味と測定 ・面積の単位、単位関係 ・長方形、正方形の面積公式 ・L字型の面積の求め方	想定される子どもの「問い」 長方形や正方形の面積は、どのように求めればよいのかな。
本題材	第5学年 図形の面積 ・平行四辺形、三角形の面積の求め方、面積公式 ・台形、ひし形の面積の求め方、面積公式 ・多角形の面積の求め方	平行四辺形や三角形などの面積は、どのように求めればよいのかな。
次題材	第6学年 円の面積 ・円の面積の求め方、面積公式 ・おうぎ形の定義、面積 ・面積の概測	円の面積は、どのように求めればよいのかな。

3.2.2. 本題材の目標について

- 平行四辺形や三角形，台形，ひし形などの基本図形の面積は，既習の図形に変形すれば求められることを理解し，様々な図形の面積を求めることができる。
- 図形の構成要素に着目し，1 cm³の幾つ分で面積を表そうと考えたり，既習の図形に帰着して考えたりして，様々な基本図形の面積の求め方を筋道立てて考え，説明することができる。
- 様々な基本図形の面積の求め方を考えたり，公式の導き出し方を考えたりする活動に粘り強く取り組み，自分なりの「問い」を連続・発展させていこうとすることができる。

3.2.3. 指導計画について

本題材の中で，根拠の有効性をより自覚することに関連が深いと考える内容に「面積の求め方を考える」学習活動が挙げられる。この学習活動を通して，子どもたちは，図形の面積の求め方だけでなく，なぜ様々な図形の面積を求めることができたのかという学び方を獲得することが必要であると考えた。つまり，4年生の面積の学習を根拠にして，基本図形の面積の求め方を考えていくことで，自分の根拠の有効性をより自覚していくことが必要なのである。子どもの視点を基にした考えと考え方については左記に示してあるが，子どもたちが具体的にどのような考えをもち，自分の考えと他者の考えをどのように結び付けて新たな知識を獲得していくのかという学びの様相を明らかにするため，教師の立場で子どもの学びを可視化していく。例として，指導計画の第4時と第8時の学びの過程を可視化することで子どもたちがどのような知識や学び方を習得し，次の学びに生かしていくのかを明らかにしていく。

3.2.4. 第4時と第8時の可視化

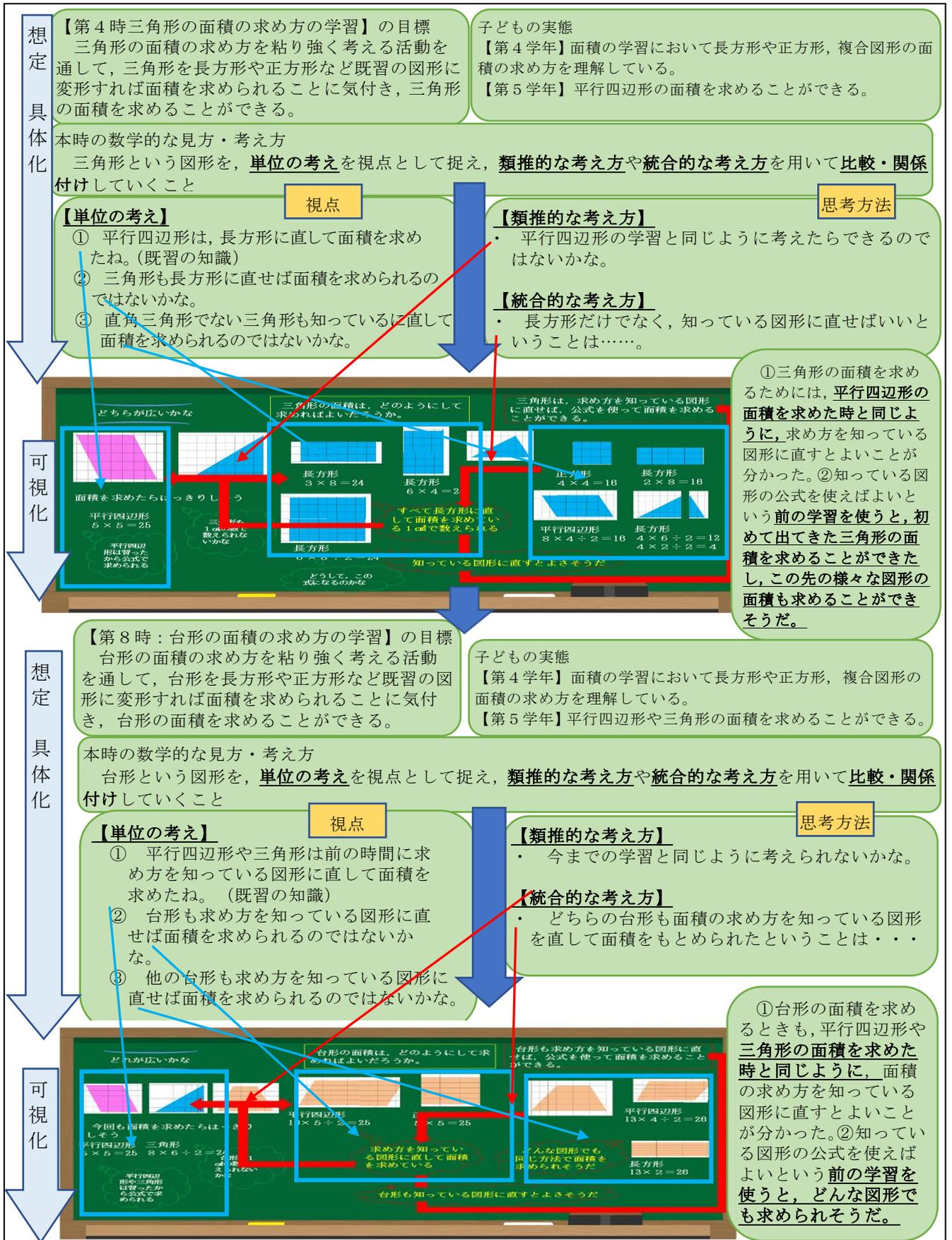
算数科は系統性がはっきりしているため，題材を通して，同じ視点から様々な考えが生み出され，同じ考え方を発揮させて，思考していく場面が多く見られる。ただ，題材が進むにつれ，発揮される考え方も成長していき，深まりをもつようになることを踏まえて，第4時と第8時における学びを全体論の可視化する手順に従って可視化していく。

まず，本時の目標及び学習内容を分析して設定する。その際，3つの資質・能力を基に，子どもにどのような資質・能力を育成することができるかどうかを検討する。

次に，子どもの実態を分析する。その際，子どもが面積の学習に対して，もっている知識を明らかにする。その既習の知識を基に，どのような思考方法を用いて，どのような考え方を発揮するのか具体的に分析できるようにする。

そして，「子どもが本時で働かせる単位の考えの視点にした1 cm³に着目したり，習った図形に直して公式で求めようとしたりする考え」と，「どのような考え方をを用いて比較・関係付けしていくのかの思考方法」を具体的に整理し，それらに照らして授業を可視化する。その際，単位の考えを視点に考えを生み出している子どもが，生み出された考えと考えを類推的な考え方及び統合的な考え方を発揮して比較・関係付けすることで，課題を解決していくことができるようにするために，教材

の工夫や発問等の教師の働きかけについて検討する。また、子どもが用いる思考方法についても子どもの言葉で具体的に想定することが大切である。第4時と第8時を可視化したものが図4である。



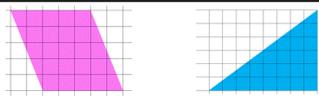
【図4】第4時と第8時の可視化

3.2.5. 本時の実際

【第4時】三角形の面積の求め方の学習 教師の発問 見いだした考えや考え方

第1課題

どちらが広いかな。



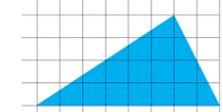
教師の具体的な働きかけ

【既習の学習を生かす教材】

子どもが、単位の考えを視点に図形を比較し、「前の学習が使えるのではないか」という類推的な考え方を発揮させるために、第1時で取り扱った平行四辺形と本時の直角三角形を並べて提示する。

第2課題

この三角形はどうか。



C: 三角形であれば、長方形に直して面積を求められるのではないかな。【単位】

類

第1課題

C: 直角三角形も長方形に直せば、面積を求められるのではないかな。【単位】

【第2課題の設定】

子どもが「三角形は、長方形だけでなく、習った図形に直せば、面積を求められる」という汎用的な知識を獲得するために、第2課題として、直角のない三角形を提示する。

第2課題

C: 4×4で求められるよ。あれ？正方形ができたよ。

C: やっぱりさっきの長方形も作れるよ。式で表すと2×8だね。

C: まだあるよ。8×4÷2は平行四辺形の公式が使えるね。

T: 式も図形も違うから考え方も違うのかな。

C: いや。求め方を知っている図形に直すところは同じだよ。

統

第1課題

C: 3×8で求められるよ。辺の長さや角度を見れば長方形に直すことができるね。

C: なんでここに図形を動かすことができるの？

C: 辺の長さが同じで、角度も同じだからだよ。

C: 合同な関係なんだね。

C: 6×4もできるよ。これも長方形に直して考えているね。

C: 6×8÷2も長方形を半分にしたんだね。

T: 式が全部違うけど、考え方も違うのかな。

C: 全部、長方形に直して考えているから同じだよ。

直角三角形も平行四辺形と一緒に、長方形に変形すればよいね。【共通点】

求め方を知っている図形に直すと、公式を使って面積を求めることができるね。(汎用的な知識)

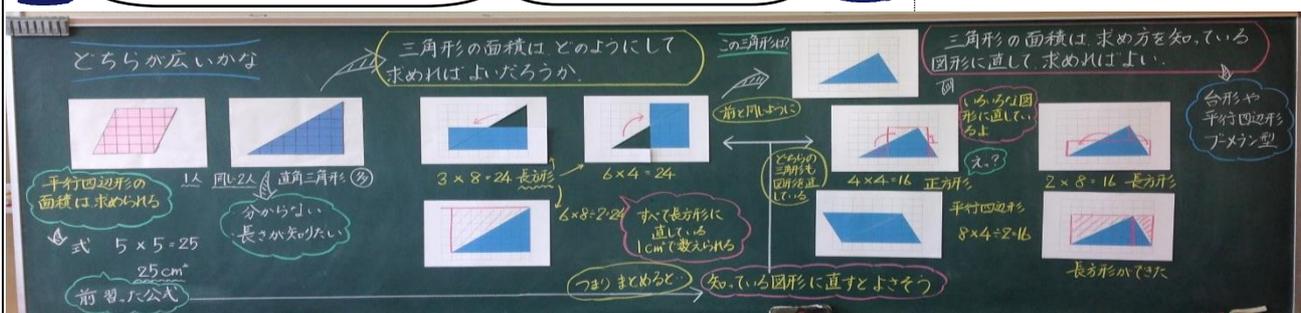
なぜ、初めて出てきた三角形の面積を求めることができたのかな。

平行四辺形の面積を求めるときも知っている図形に直したから同じようにしたんだよ。

平行四辺形や三角形の面積を求めることができたから他の図形も・・・

【学びを自覚させる発問】

板書を基に自らの学びを振り返り、学び方を自覚していくために、終末段階では、面積を求められたことを振り返るのではなく、「なぜ、三角形の面積を求めることができたのか」と問う。→振り返り①

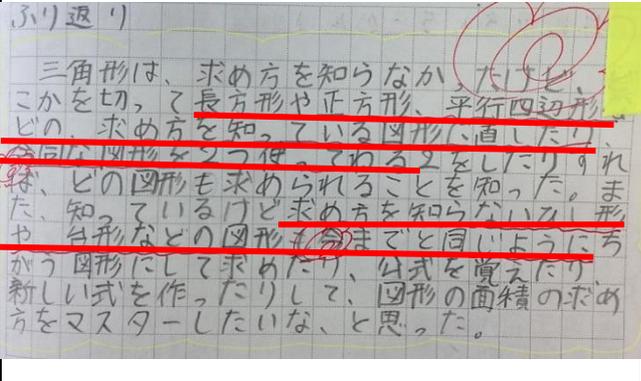
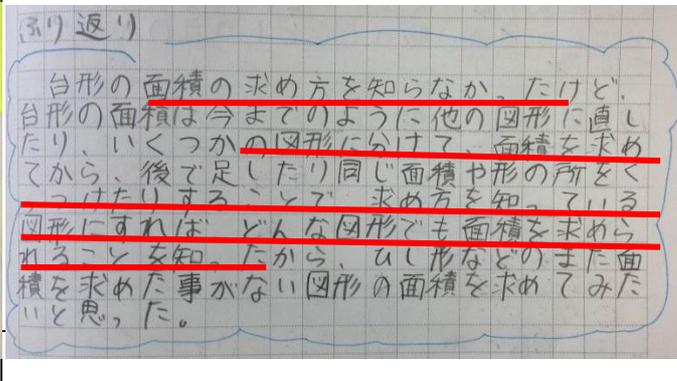


【図5】 本時の実際

4. 考察

4.1. 子どもの姿から

【表3】 子どもたちの学習の振り返り

第4時の振り返り	第8時の振り返り
 <p>振り返り 三角形は、求め方を知らなかつたけど、こかを切、て長方形や正方形、平行四辺形などの、求め方を、知っている図形に直した、<u>余りある図形をつまみ、こを切、て長方形や正方形、平行四辺形に直した、</u>、<u>どの図形も求められることを知った。</u>また、<u>知っているけど求め方を知らない図形や、台形などの図形も今までと同じように、この図形にして求めたり、公式を覚えたり、新しい式を作ったりして、図形の面積の求め方をマスターしたいな、</u>と思った。</p>	 <p>振り返り 台形の面積の求め方を知らなかつたけど、<u>台形の面積は今までのように他の図形に直したり、いくつかの図形に分けて、面積を求め</u>てから、<u>後で足したり同じ面積や形の所をく</u>っけたりする、<u>ことで求め方を、知っている</u>図形にすれば、<u>どんな図形でも面積を求めら</u>れること、<u>を知らなかつた。</u>だから、<u>ひし形などの面積を求めた事がない図形の面積を求めてみた</u>ら、<u>いいな、</u>と思った。</p>
<p>学習の過程を振り返ることで、三角形の面積は、既習の図形に変形して求めればよいという新たな知識の獲得と、まだ求め方を知らない図形にも本時で学習した求め方が使えるのではないかという次時へ学び方を生かそうとする姿が見られた。</p>	<p>平行四辺形、三角形、台形と学習してきた過程で、「今までのように」という言葉からも分かるように本題材を通して培ってきた学び方を生かしている姿が見られた。また、「どんな図形でも」と子どもが思えるようになることが、この先のひし形や6年生の円の面積の学習に生かされていく考え方としてつながっていくのである。</p>

上の表3は、子どもたちの学習の振り返りの記述である。三角形の面積の求め方を考える学習において、子どもたちが、単位の考えを視点に生み出した考えを基に、類推的に思考していくことを板書に可視化することで、「求め方を知っている図形に変形すれば三角形の面積を求められる」という新たな知識を獲得するとともに、「既習の図形に直せば、未知の図形の面積も求めることができる」という学び方も身に付けることができた。また、身に付けた学び方を台形の面積の求め方を考える学習の際にも生かし、「台形もこれまで習った図形に直せば面積を求めることができる」という新たな知識を獲得していく姿が見られた。

4.2. 教師の授業創造から

子どもが、単位の考えという視点で図形を捉え、類推的な考え方や統合的な考え方をを用いて比較・関係付けしていくという思考方法を想定していたことで、その思考を発揮させるために導入で前時の図形と並べて提示をしたり、第2課題を取り入れたりといった具体的な働きかけを行うことができた。また、板書を可視化したことで、本時を振り返る際に、求めた面積の大きさではなく、「なぜ面積を求めることができたのか」という学びの過程を振り返ることができるような発問を行うことができた。

参考文献

- 片桐重男 (2004) . 数学的な考え方の具体化と指導 明治図書
 清水美憲 (2007) . 算数・数学教育における思考指導の方法 東洋館出版
 日本数学教育学会 (1995) . 数学学習の理論化に向けて 産業図書
 文部科学省 (2018) . 小学校学習指導要領解説算数編 日本文教出版