

算 数 科

金 岡 弘 宣
笠 松 幹 生
橋 田 真由美

1 算数科における知識創造とは

知識創造の定義

算数科における知識創造を次のように定義する。

これまでの数量や図形に関する知識を結びつけ 新たな算数的知識を構成し
発展的には場面や状況に合わせて適した知識を活用していく営み

*1 算数的知識

算数的知識は活動を反省的に思考することによって構成され、社会的相互作用などを通して、修正・洗練される。

『算数・数学教育における構成的アプローチの研究』
中原忠男 聖文社 1995

これまでの数量や図形に関する知識とは、数量や図形に関する概念や原理、法則、技能など（以下これらをまとめて算数的知識*1とする）にとらえる。この算数的知識は、子どもが授業で獲得したもののみならず、日常生活の中から経験して得たものも含めた知識である。これらの知識をいろいろな事象に当てはめて考えること、また、一つの事象に対していくつもの知識を当てはめて考えることで、場面や状況で活用される知識として再構成することを算数科における知識創造にとらえる。

子どもは、授業において、問題場面を絵で表したり、半具体物を操作したり、式で表したりなどさまざまな表現方法をする。それらには、必ずもととなる考えがある。そのもととなる考えがこれまでに獲得した知識であり、その知識を変えたり、複数の知識を併せたりして、問題場面に合うように表現していくことが、これまでに獲得した算数的知識を結びつけていることである。このようにして子どもは、新しい問題場面を通して知識を再構成し、活用の仕方を変えることで新たな算数的知識を構成していく。しかし、子ども一人一人が想起する知識は質的にも量的にも異なることが考えられ、一人では知識を結びつけることが不十分な場合もあるだろう。そんな時は、自分と異なる、または自分の気付かなかった知識に出会うことが有効である。

自分と異なる考えとの出会い

算数的知識の有意義化・活用

このように子どもが能動的に新たな算数的知識を構成していくことで、事象の構造が変わった問題場面に出会っても、事象に適した知識を選択し、活用していけるだろう。

2 算数科における「プロセスの自覚」を促す・活かすために

(1) 算数科における「よさ」

筋道を立てて自分の考えを創る

これまでの知識を結びつけ、新たな算数的知識を構成していく際に、筋道を立てて自分の考えを創ろうとすることが思考の「よさ」である。筋道立てた考えとして、演繹的な考え、帰納的な考え、類推的な考えなどの思考がある。

*2 5つの表現様式

「算数教育における表現力とは」
『新しい算数研究』中原忠男 東洋館出版社 1994 No.285

子どもにとって、上記のような思考を行う際、自分の主張したいことや考えたことを表現できることが必要である。算数科における表現を以下の5つの表現様式*2に分けてとらえ、子どもが自由に選択し、自分の考えを多様に表現していくことを学び方の「よさ」とする。

- ・ 現実的表現：実際の状況、実物による表現
- ・ 操作的表現：教具の動的操作による表現
- ・ 図的表現：絵、図などによる表現
- ・ 言語的表現：日常言語を用いた表現
- ・ 記号的表現：数学的記号を用いた表現

(2) 「よさ」の共有のための手だて

① 可視化

多様な見方・考え方からアプローチできる課題

表出した表現の意味を可視化する

有意味化に至るプロセスを可視化する

*3 評価
自己評価
相互評価

算数科では、可視化の大前提として、子どもの表出する表現の多様化を望んでいる。解が一意に定まらないオープンエンドの課題や、解は一意に定まるが多様な解決が可能である課題など、子どもが多様な見方・考え方からアプローチできる課題の工夫が必要である。また、一人一人の子どもが複数の表現をできるようにしておくことも必要である。

考えが多様に表出されていても、子ども一人一人の表出した表現の意味が全体に共通理解できていないと、「よさ」を共有することは困難である。よって、子ども個々の表現の意味を可視化する。そのために教師は、一つの表現を取り上げて、その子どもに説明させる。その際、操作的表現であれば実際に操作させながら、図的表現であれば黒板に図を書かせながら説明させる。また、他の子どもに再度説明させる。もしも説明に困れば、操作や図にもどって何度もくり返し、筋道立てた説明ができるようにし、一つの表現の意味を全体で理解する。この可視化により、子どもが自分と異なる表現の理解だけにとどまらず、自分の考えに対しても、新たな考えを付加・補強していくことを期待する。

一方、有意味化に至るプロセスの可視化のためには、子どもなりの評価^{*3}を授業中や終末または単元末にさせていく。内容は、その時点での自分の分かったことと、その根拠や追求方法である。この評価の中に、算数科における「よさ」が表れると考える。しかし、子ども一人一人の評価には、共有したい「よさ」が全て表れていないことがある。そこで、教師が再度互いの評価を聞き合う場を設けるようにする。そして、黒板や掲示物に個々の「よさ」をまとめたり算数新聞を配布したりして、全体が「よさ」を共有できるようにしていく。

② 「かかわり」

*4 数学的コミュニケーション
私たちが考える数学的コミュニケーションとは、「数理的な内容を図、数、式、または言葉などの多様な表現・表記を活用し、それを双方向にやりとりすること」である
参考文献『数学的コミュニケーション能力の育成』金本良通 明治図書 1998

子ども相互の知識の橋渡し

算数科ではこれまで、子ども相互のコミュニケーション（以下数学的コミュニケーション^{*4}）をする場を設けてきた。「よさ」を共有するために、共通点や相違点、関連性などの観点で数学的コミュニケーションさせていく。これらの観点は、可視化された異なる表現を比較検討するとき、また既習内容と新たな問題とを比較検討するとき有効に働くと考える。

この観点を明確にした数学的コミュニケーションでは、聞き手には自分の考えと比較しながら聞かせ、話し手の考えの根拠を説明させたり質問させたりする。これにより、話し手の子ども一人一人の考えは補足・修正され、筋道立てて自分の考えを創ることにつながると考える。発達段階に応じて、教師が思考の「よさ」を説明したり価値づけたりしていくことも必要であろう。また、学び方の「よさ」の共有では、より分かりやすい表現はどれ、より早くできる表現はどれなどの問いかけを通して、場面や状況にあった学び方の「よさ」を共有させていく。

しかし、子どもだけでは「よさ」を共有することが困難なことが考えられる。そのような時は、教師が式や図などの表現を提示したり、補足説明したりして、子ども相互の知識を橋渡しすることも考えられる。状況に応じて教師が積極的に働きかけていく。

③ 実践的自覚へのデザイン

「よさ」の積み重ね

「よさ」は、以降の学習や生活の中で、子ども自身がくり返し体験して自覚していく必要がある。そのために、次の点に留意していく。

- ・「よさ」をくり返し体験できる単元構成
- ・生活の中で算数を考えられる発展学習

子どもは「よさ」を積み重ねていくことで、場面や状況に合った表現を活用し、筋道立てて考えていくようになるだろう。また「よさ」を継続的に活かしていくよう、可視化や「かかわり」でまとめた掲示物などをいつでも見られるようにすることで、その都度「よさ」を確認できるようにしていく。

3 実践例 — 3年—

(1) 単元名 仲間の形～長方形と正方形～

(2) 本単元における知識創造

角の形や辺の長さなど 図形の構成要素やその性質に着目して四角形から長方形や正方形を弁別し 図形の見方を広げていく営み

日常生活において、身のまわりにはたくさんの形が見られる。子どもはノートの形をしかく、おにぎりの形をさんかくというように、具体的な対象に置き換えてとらえていることが多い。そして、その具体的な対象を抽象的な対象として図形と見るためには、その形に共通に成り立つ性質に着目した見方が必要である。第2学年では、三本の直線で囲まれた形を三角形、四本の直線で囲まれた形を四角形と、その形を囲む直線の数で、その二つの形を弁別している。そして第3学年では、角や辺という図形の構成要素に着目し、四角形から長方形や正方形を弁別し、それらの図形から直角三角形を見つけていくといった、図形としての見方についての算数的知識を構成していくことになる。

本単元では、タングラムのピースとなる図形を用い、仲間分けによって二つの集合をつくり、できた一つの集合を、また新たな見方によって仲間分けして、図形の構成要素の共通する性質に着目していく。いくつかの図形は、辺や頂点の数に着目すると、三角形と四角形の二つに分けられる。そして、その四角形は角の形（直角）の数で見ると、角の形が全部直角である四角形とそうでない四角形の二つに分けられる。さらに、角の形が全部直角である四角形は、辺の長さに着目すると、長方形と正方形の二つに分けられる。このように、仲間分けを繰り返していくことで、最後には正方形の性質が、①辺の数が四本②直角が四つ③辺の長さが全て同じであると、しだいに明確になっていくと考える。その上で、日常生活の中から図形を見つけ、それらの性質と具体的な形とを結びつけていくように促す。そうすることで、具体的な見方と抽象的な見方が行き来し、より図形の見方が概念化していくと考える。

さらに、正方形や長方形を二つの同じ三角形に切ることで、直角が一つある三角形ができることに、子どもは気づいていく。切るだけでなく、折る、並べる活動を通して正方形を長方形に、長方形を正方形に変形することで、図形の性質を見直していく。このような活動は第2学年でも行われている。しかしそれは、「○○の形」のように具体的な形をつくるものであり、第3学年では辺の長さや角の形に着目して図形をつくるのである。このように図形を切る、折る、並べることで、別の図形をつくることは後の図形の等積変形の素地にもなる。このようにして図形を多様に見ることで、図形の見方が広がり、深まっていくと考える。

(3) 算数科における「プロセスの自覚」を促す・活かすために

① 本単元における「よさ」

本単元で、子どもは図形を仲間分けする活動や図形をつくる活動を行う。そこで、図形の構成要素の性質を仲間分けを通して帰納的に考え、図形の性質に目を向けて図形を類推的に構成することを思考の「よさ」とする。また、互いに考えを伝え合う中で、思考の「よさ」を図形に位置づけ表現したり、辺や角など算数用語を用いて表現したりすることを学び方の「よさ」とする。

② 「よさ」の共有のための手だて

ア 可視化

まず、その仲間分けの活動において、一人一人が図形カードや仲間分けをするシートを使えるようにする。仲間分けによって二つの集合をつくり、その二つの集合の比較から図形の性質を見つけていく際には、図形の数が多いほど子どもは多様な見方で仲間分けをするであろう。その時カードやシートを用いることにより、子どもの個々の多様な考えが視覚的に明確になり、それにより後に自分の考えと他の考えとの共通点や相違点に気づきやすくなると考える。また、一つの図形を分割して別の図形にしたり、複数の図形を組み合わせて一つの図形にしたりする課題を設定し、多様に図形を構成する考えが子どもから出るようにする。

次に、多様な考えを出し合う際、一人の子どもが操作的表現のみで提示し、他の子どもがそれはどんな考えであるかを予想する場を設定する。そうすることで、その考えの意味を他の子どもが図形的表現や言語的表現を用いて説明していくはずである。そのように一つの考えの意味について互いに多様に表現し合うことで、共通して見出した図形の分け方から図形の性質を帰納的に考えることに結びついていくであろう。

さらに、自分の初めの考えと終わりの考えを比較するために、学習の終わりにはふりかえりを書く時間を設ける。その際には、どのような図形の見方や表現方法が新しく加わったか、どうしてそれに気づいたか、自分の考えの変化をたどりながら書くように促す。それにより、個々の有意味化にいたるプロ

セスが明確になるであろう。

イ 「かかわり」

単元を通して課題について小グループで考え合い、数学的コミュニケーションをいつでも行えるような形態をとる。この小グループでの数学的コミュニケーションを通して、互いの考えにおける共通点や相違点、有効な表現方法に気づくであろう。そのためには、何について考え合うか話し合いの観点は明確にする必要はある。その後、グループでの考えを全体で考え直す形態をとる。その際には、教師はどのグループにも共通する考えや、グループ内でも理解しあえなかった考えを取り上げる。それにより、今度はグループ間で共通して構成要素へ着目していることに気づくであろう。さらに、より分かりやすい表現方法を考えさせたりして、思考や表現の「よさ」がグループ間でも共有できるようにする。

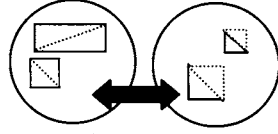
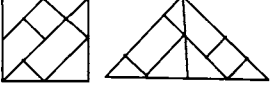
このような形態の段階をとることにより、個々が考えをくり返して他に説明することができるだけでなく、同じ考えを持つ仲間の説明を手助けできるであろう。それにより、互いの思考や表現が補足・修正され、図形の性質に目を向けて筋道を立てて話すことや、図形の見方の違いを自分の考えと比較して聞くことにつながっていくと考える。

ウ 実践的自覚へのデザイン

学習後に継続的にふりかえりを書くことで、その時間の個々の自己評価とするだけでなく、「よさ」の積み重ねとする。それにより、その「よさ」が後の学習で役立つ事につながり、プロセスの自覚を促すと考える。さらに、本単元においては、辺や角の形など、構成要素やその特徴に徐々に目を向けていく単元構成を考えていく。そして、学習における子どもの思考の流れや、図や言葉の分かりやすい表現を取りあげ、学習の流れとともに他の子どもの目にもふれるようにし、その「よさ」を広げ、必要な時に思い出し使えるようにしておく。

(4) 単元計画 (総時数 8 時間)

主な活動と内容		「よさ」の共有に関する手だてと意図
<p>1 学習の見通しを持つ①</p> <ul style="list-style-type: none"> 形がたくさんあるよ 三角形や四角形がある (2つの仲間に分けよう) 三角形と四角形に分けられるよ この2つは形の何で分けたのかな? 線の数 直線の数 3本→三角形 4本→四角形 その直線を辺 かどのところは頂点というよ <p>辺の数や頂点の数で分けると、三角形と四角形に分けられるよ</p> <p>・何で仲間に分けられるかこれから考えていくよ</p>		<p>可視化</p> <p>多様な仲間分けの操作的表現のみを提示する。それにより、子どもが自分の考えと比較しながら、図的表現や言語的表現によって説明し、何を観点に仲間分けをしたかを考えるようにする。</p> <p>「かかわり」</p> <p>多様な考えを全体で見直す場を設ける。それにより、仲間分けの共通点や相違点に気づき、ある一つの視点で8つの図形を2つの仲間に分ける仲間分けの観点に気づかせる。</p>
<p>2 角の形で仲間に分ける②</p> <ul style="list-style-type: none"> 四角形を2つの仲間に分けよう (2つの仲間に分けると?) 角の形が全部同じものとばらばらなもの aの仲間の角の形はどんな形かな ノートのかどの形みたいにたくさんあるね (かどの形はどんな形?) 身の回りにたくさんあるよ 紙を2回折ってできた形と同じだ 確かめよう こんな角の形を「直角」というよ aの仲間は角が全部直角だ <p>四角形の中には角の形が4つとも直角のものがあるよ 身の回りによくあるよ</p>		<p>可視化</p> <p>図形の角の形を、実際に図で示したり、直角を作ったり、直角を身の回りから見つけたりと図的表現や現実的表現、操作的表現と多様に表現することによって、直角の概念を共有できるようにする。</p> <p>「かかわり」</p> <p>直角をどのように表現するかをグループや全体で考えることによって、自分が気づかなかった多様な表現方法に気づかせていく。</p> <p>実践的自覚へのデザイン</p> <p>仲間分けの視点が前時と同じように構成要素に着目していることに気づかせる。それにより、構成要素に着目する見方が次にもいかされると考える。</p>
<p>3 辺の長さで仲間に分ける②</p> <ul style="list-style-type: none"> 角の形が4つとも直角の四角形を2つの仲間に分けよう (2つの仲間に分けると?) 辺の長さが4つとも同じ四角形と、2組ずつ同じ長さの四角形がある 折ったり測ったりして確かめよう aの仲間を正方形 bの仲間を長方形というよ 大きさが変わっても正方形や長方形だ <p>角がすべて同じ四角形の中で辺の長さが4つとも同じ四角形を正方形というよ それ以外の四角形は長方形というよ</p>		<p>可視化</p> <p>図形カードだけでなく、折ったり切ったりできるような紙を与え、互いの考えを視覚的に多様に表現できるようにする。それにより他の考えについて予想しやすだけでなく、操作をとまなうことで、相手に説明しやすくなると考える。</p> <p>「かかわり」</p> <p>多様な表現方法を出し合い、共通点や相違点は何かを問う場を設ける。それにより構成要素に着目していることに気づき、これまでの正方形や長方形の性質を見直すことにつながるだけでなく、より分かりやすい表現方法にも気づくと考える。</p>

<p>(〇〇形に変身させるには?) 正方形を長方形にできるかな? ・半分におればできるよ だって 長方形を正方形にできるかな? ・辺の長さを同じにすればできるよ</p> <p>長方形や正方形にするには、辺の長さを同じにすると 変形できる</p>		<p>実践的自覚へのデザイン 正方形を長方形にしたり、長方形を正方形に変形していく際に、それぞれの図形の性質を用いたり、前時の操作の方法を用いたり、前時までの考え方をを用いている場合を取り上げ、これまでの考え方をを用いていくよさに気づかせる。</p>
<p>4 三角形から四角形をつくろう ① ・はじめに三角形の仲間があったね ・よく見ると直角が一つあるよ ・この三角形が2つあれば正方形や長方形になる ・本当かな? 反対に正方形や長方形を切って確かめてみよう ・このような三角形を直角三角形というよ</p> <p>正方形や長方形をななめに半分にすると 直角三角形ができる</p>		<p>可視化 単元のはじめに三角形として仲間分けされた図形を、どうすれば正方形や長方形になるかを問う。それにより、組み合わせるという新たな表現に気づくだけでなく、それが構成要素に着目した考えであることに気づかせていく。</p>
<p>5 まとめ② ・タングラム 図形を作ろう ・形についてどんなことが分かったかな</p>		<p>可視化 これまでの学習で用いた図形を使って形を作ることで、構成要素に着目すれば形ができることを全体で気づかせていく。</p>

(5) 本単元における授業の実際と考察

学習活動は、次のように①図形を仲間に分ける活動と②図形を構成する活動に分けられる。それぞれの活動において、①では手だての観点別に、②では学習の流れに沿って、「よさ」を共有するための手だての有効性はあったかどうかについて考察し、③ではそのまとめを述べる。

① 図形を仲間分けする活動において

思考の「よさ」: 図形の構成要素に着目して 図形の性質を帰納的に考える

表現の「よさ」: 図形のどこに目を向けて仲間に分けたかを 図形に位置づけ言葉で表現する

資料1のように、子どもは前時の学習で分けた仲間のうち四角形を二つの仲間に分ける際、三通りの分け方で分けた。一人の子どもに、どんな仲間に分けたかを操作のみで提示させ、その分けた意味を他の子どもに予想させて話し合う際に、教師がとった手だてについて述べる。

まず可視化について述べる。子どもは一つの操作表現をもとに、その仲間に分けた観点を予想し合ったが、互いの考えについて共有できないでいた。そこで、子どもが図に線を書いて考えを示したことを教師が認めたり、「どこを見ているの?」と考えを図形に位置づけたりすることにより、互いの考えを可視化した。また「大きい形と小さい形」や「ななめの線がある」という考えのように、仲間に分ける観点があいまいなものも、教師が「～は～より大きい(小さい)」「(図形を回転させて)これもななめの線になるよ」と他の場合を示し、その考えを可視化した(資料1吹き出し部分)。このように子どもがうまく表現できない考えを、教師が視点を変えて可視化することで、子どもは自分の考えを見直すことになった。そして、仲間分けの観点が二つの仲間に共通するものだということや、図形の線の向きではなく角に目を向けていた事に気づくことができた。それは資料1のD児、F児、G児のふりかえりからもうかがえる。さらに、仲間分けの観点についてくり返し考え、互いの考えを多様な表現で可視化したことにより、図形の見方が構成要素に目を向けた見方へと変わったと言える。それにより、その構成要素の特徴が、図形の向きや大きさとは関係なくあることを帰納的に考えることもできたと言える。それは資料1にあるH児のふり返りに、図形の違いを筋道立て考えている様子からもうかがえる。

次に「かかわり」について述べる。この活動では資料1のA→B→Cの順に考えを取り上げて話し合った。互いに分かり合いにくい考えから取り上げることで、図や言葉で多様に表現し説明を補い合おうとする「かかわり」が生まれた。「かかわり」は可視化のために行った操作を提示した場合にも見られる。これらの「かかわり」により、子どもは互いの考えを共有できた図や言葉に、「よさ」を感じることができたといえる。それは、分けられた図に自分の考えを位置づけることや、仲間分けの観点における考えが、Aの分け方の場合だけでなくBやCの分け方の場合に活用されているからである(資料1波線矢印)。資料1のE児やG児のふり返りからも、「かかわり」によって共有できた思考の「よさ」に気づいている様子もうかがえる。Cの分け方の場合においても、子どもがこれまでの仲間分けの観点をもとに、今の場合も本当にそう言えるのかを検証しようとしている姿が見られた。「かかわり」により、互いに考えを共有できる表現に「よさ」

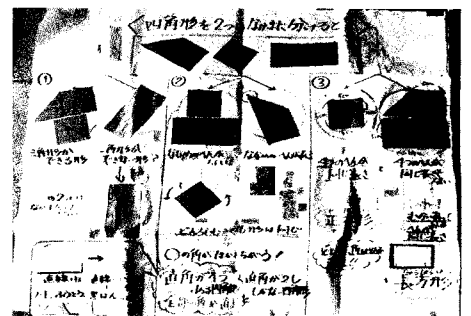


写真1 教室に掲示した学習のまとめ

を感じたことで、活用することにつながったと言える。しかし、この「かかわり」はほとんどが全体で考える場で見られたものであり、グループでは十分でなかった。グループ内では互いに操作だけを見合い、考えを交流することがなかったからである。もっとグループ内で互いの考えや表現の「よさ」を見つけ合い、個々が気づいた思考や表現の「よさ」を伝え合うような場を設けることで、一人一人が感じた「よさ」を全員の「よさ」へと広げていくことができたと考える。

次に実践的自覚へのデザインについて述べる。これまでの図形の見方を活用する際に、写真1のように学習を通して掲示していた学習のまとめを、「前の学習のこの考えを使うと・・・」と自分の説明に利用する姿も見られた。これは実践的自覚へのデザインの手だてが有効であったと考える。

分け方	A	B	C
<p>予想と検証</p> <p>予想1 左：三角形に分けられる 右：三角形に分けられない</p> <p>この形だって三角形に分けられるよ ↓ どれも三角形に分けられる×</p> <p>予想2 左：小さい 右：大きい</p> <p>T: 大きい、小さいっていうのは何かと比べているんだよね 右は大きいと言える?</p> <p>□ は □ や □ より大きいけれど、 □ は □ より大きい</p> <p>大きい小さいって何と比べるかによって変わるね ↓ 右は大きい仲間ではない×</p>	<p>予想3 左：ななめの辺がある 右：ななめの辺がない みんなまっすぐ</p> <p>T: ななめの辺ってどこ?</p> <p>T: この形もこうしたら、ななめの辺になるよ</p> <p>ここの辺がななめだと三角形みたいな角になる せまい角がある</p> <p>左：4つの角が同じ広さじゃない 右：4つの角が同じ広さ</p> <p>同じ広さの角はどんな角か? (直角の概念)</p> <p>折り紙で作ってみよう 回りにたくさんあるよ</p>	<p>予想4 左：細長い 右：小さい</p> <p>予想5 左：辺が長い 右：辺が短い</p> <p>(予想2の考えを思い出して) これも、比べるものが仲間になっている 三つの仲間じゃない</p> <p>予想6 左：切ったら四角形ができる 右：切ったら三角形ができる</p> <p>(予想1の考えを思い出して) 左も三角形が作れるし、右も四角形が作れる</p> <p>どの形も三角形や四角形を作れる</p> <p>予想7 (予想4の考えに似ているけれど・・・) 左：同じ長さじゃない 右：全部同じ長さ</p> <p>T: どの長さを見ているの?</p> <p>辺の長さを全部測ると・・・ 左：へんの長さが違う 右：全部同じ長さ</p> <p>T: 本当に? 測ってみてごらん</p> <p>本当だ右の形は辺の長さがみんな同じ 左の形は辺の長さは全部同じじゃないけど、同じ長さの辺があったよ</p>	
結論	この二つに仲間分けはできない	直角が2つある形 直角が4つある形	辺の長さがちがう 辺の長さがぜんぶ同じ
授業後のふりかえり	<p>○ぼくはAの分け方はできると思っていたけれど、できませんでした。三角形に分けてみてもだめで、四角形にも分けてみましたがだめでした。大きさは、□は□より大きいからその方法は使えませんでした(D児)。</p> <p>○Aの分け方を見たら、Bの分け方の意味がうかんだ気がしました。一つの分け方に二つの意味があったなら、またいっぱい意味がありそうです(E児)。</p>	<p>○ここを見て、ななめと思っていたけれど、見方をかえればななめはいっぱいある。そして今日分かったことは、直角が何こというので分けられることが分った(F児)。</p> <p>○Bの分け方が分かりました。私は「ももとの形で言うと・・・」言ってしまいました。でもみんなにはんたいされてやっと分かりました。どんなに三角形や四角形を動かしても形は同じということです。教えてもらえてうれしかったです(G児)。</p>	<p>○Cの分けた理由は、辺は同じ長さはあるけど、全部同じ長さのと同じ長さじゃないもので分けたと思います。そして辺の長さが全部同じ長さでないと、正方形とは言えません。向かい合っている辺が同じ長さじゃないと長方形とは言えません。長方形と正方形は仲間です。向かい合っている辺だと、正方形も向かい合っている辺が同じだから。四角形はいろいろな見方があると思います(H児)。</p>

資料1 3つの四角形の仲間分けにおける子どもの思考の流れと教師の手だて

この活動の後、子どもは長方形と正方形が似ていることに気づいたことから、今まで考えてきた四角形の特徴をすべて出し合い、その3つの形の関係を考えることにした。図形の包摂関係を考えることは、3年生にとっては難しいことだが、写真2のように「四角形→長方形→正方形」と図にまとめていくと、子どもは「正方形が一番こまかい形」「正方形は王様」という考えや「四角形の外側は何？」など、図形の関係をさらに広げて考えようとする姿が見られた。図形について一つ一つの構成要素の特徴だけでなく、その関係を可視化することにより、図形間の違いが明確になり、今度は演繹的に図形の見方を深めていけたと考える。

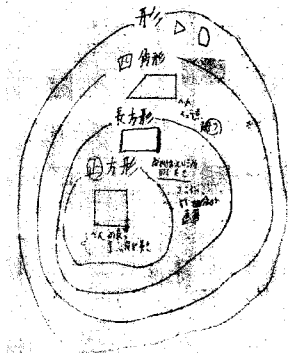


写真2 包摂関係を表す図

② 図形を構成する活動において

思考の「よさ」：図形の構成要素に着目して 図形の性質を類推的に考える

表現の「よさ」：正方形や長方形の構成要素の特徴を 操作や言葉で表現したり図形に位置づけたりする

授業では、子ども一人一人に操作できる用紙を渡し自己解決させた後、一人の子どもの操作のみによって考えを提示し、どのように形を変えたのかを予想し説明し合った(写真3)。

正方形から長方形をつくる活動における子どもの言葉から、正方形や長方形の特徴を意識して作ろうとしていることがうかがえる(資料2網掛け部分)。しかし、子どもは「ぴったりと折ることで長方形ができる」という思考の流れであった。そこで長方形の性質として4つの角が直角であることに着目させようと、教師がどこを見て形を作ったのかを問い、個々の考えを可視化した(資料2下線部分)。それにより、「ぴったりと折れば直角になる」というように、直角づくりをした活動を想起して考えられた。また、「もとの形は正方形だから、角は全部直角になるはず」「向かいの辺に合わせて折る」というようにもとの形の正方形の性質から類推的に考えて長方形の形をつくることができた。

このように、正方形から長方形をつくる操作の根拠を可視化することにより、【ぴったりと折る→長方形ができる】という思考が【辺に合わせてぴったり折る→直角ができる→長方形ができる】という思考となって共有できたと考える。

ただ、教師が子どもに問う際、構成要素に着目させるため、どこをどう見ているのかを問うことが多かった。ここで「こうして折ると長方形と言えるのがどうしてか」を問うことで、子ども自らが構成要素に着目できるだけでなく、長方形や正方形の性質に目を向けて操作の根拠を考えることにつながったのではないかと考える。

長方形から正方形をつくる活動においても、先の活動と同様に、子どもの言葉から正方形の性質に目を向けて考えていることがうかがえる(資料3網掛け部分)。そして正方形に変形するために三角形に折る考えを取り上げ、その操作の続きを考えさせることにより、その操作の根拠を可視化しようとした(資料3下線部分)。しかし、長方形をつくる時と同じように、折ることと辺の長さが同じになることに子どもは気づけなかった。そこで、グループでこの考えについて考え合う場を設けた。しかし、操作の続きを考えるにとどまり、その操作の根拠を



写真3 用紙を操作して考え(左)操作だけで提示する(右)

正方形→長方形	
T: 正方形をどうしたら長方形になるかな?	
C: こうやって(半分に折る)	
C: 三角定規の角をあててみて、すべてが直角だったら長方形だと思います	
C: でも長さも測ってみないとだめ	
T: 三角定規やものさしを使わなくてもできる?	
C: 角と角をぴったり合わせれば合わせるだけでできます	
C: くねくねの形をやった時と同じように角と角を折っただけで長方形ができる	
C: これは前のくねくねとはちがってもう直線ができていいるから、おるだけでできると思います。	
T: <u>こことここがぴったり合っていると、何ができるの?</u> (右図の矢印部分)	
C: 直角ができる	
T: <u>そうすると4つの角が直角になるのだね</u>	
C: こうやって折っても(半分ではない)できると思います	
C: さっきと同じでかどとかどをぴったりあわせてできると思います。	
C: これは正方形だから、どこでもちよっと折れば長さは変わって長方形になると思います	
C: 正方形は全部直角だから、向かいの直角に合わせていい	
C: ここの辺にそって、折ったらいい ここに辺がありますね。それを向かいの辺におつたらいいと思います	
T: <u>どこを合わせたらいいのかグループで確かめてもらってどこを合わせるというのかな?</u>	
C: <u>こことここ</u> (右図の矢印部分)	
C: この方法だったらたくさんできる	

資料2 正方形→長方形にする方法について考える思考の流れ

考えるまでには至らなかった。これは、直角をつくる学習のように、重なる部分が同じ大きさや同じ長さであることを体験した学習経験がなかったことが関係しているといえる。
子どもが【ぴったり合わせて折る→同じ長さになる】ことに気づくために教師がもっと介入し、折ったことで辺の長さは全て同じになったかどうかを問い、辺の長さに着目できるようにすべきであったと考える。

③ 2つの活動から

これらの2つの活動から仲間分けや形づくりの操作の意味を、図や言葉で可視化して明確にしていくことにより、図形の構成要素について帰納的に類推的に考えることができるといえる。そして、この操作のみを提示して考え合うことにより、「かかわり」の必要性をうみ、それを説明する多様な表現につながったといえる。

ただ、「かかわり」については課題も残る。本単元では、4人グループで学習に取り組んだことは、有効な手だてとはならなかった。それは、一人一人に操作のカードや用紙を与えたことで、個々に操作を始め、向き合っていないグループの「かかわり」とはならなかったからである。その個々の考える時間が十分でなかったため、グループ内で相手の考えを知りたいという思いにまではならなかった。そのため、全体の場でも同じグループの子どもの考えを補う姿は見られなかった。もっと自分で試行錯誤し、操作と言葉を結びつけていく時間があることで、個々が自分の考えをもてたであろうし、それによりグループで交流することや、全体で考え合うことに必要性が生まれたのではないかと考える。

(6) 単元を終えて

本単元の学習で、めざす知識創造が達成できたかという視点で成果について考察し、今度の課題について考える。


① 成果

本単元では単元の初めと終わりに、同じ形（一辺が6cmの正方形）について、どんな形か思いつくことを記述し、図形の見方がどう変わったか比較した（資料4）。学習前の自分のシートを見た子どもは「少ない!」「何を書いているか分からない」と驚いていた。そこで、自分の図形についての見方の変化を子どもが自覚できるように、何が変わったかを子どもに問うた。すると、「前よりくわしくなった」「正方形とか辺とか名前が言えるようになった」と構成要素に着目した見方ができるようになったことを自覚できたようであった。全体の結果から見ても、33人中、正方形と認識できた子どもは5人から31人、正方形の性質に着目できた子どもは、「4つの角が直角である」については1人から19人、「4つの辺の長さが等しい」については7人から29人に増えた。そして、構成要素に着目した見方が増えただけでなく、構成的に図形を見る見方をする子どもが10人から30人と大きく増えた。

さらに資料5をもとに個人に注目する。学習前は図形全体をとらえるだけにとどまっていたN児やR児、それさえも考えつかなかったK児がそれぞれ、正方形と認識できただけでなく、構成要素に着目した見方に加え、図形を構成的に見る見方もできたことが分かる。また、学習前は第2学年での学習をもとに四角形と認識し、その構成要素の数に着目していたI児や

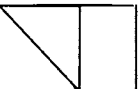
長方形→正方形

T: 長方形をどうしたら正方形になるかな?

C: 正方形と長方形を重ねて、かどとかどが合っていればいいと思います 

C: かどを調べるだけじゃ正方形とは言えない

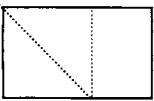
C: 正方形は全部の辺が同じじゃないと正方形とは言えないから、定規でぜんぶ確かめないといけない

T: 測らないと分からないかな? 

C:

T: ○○さんがこうやっておったよ
この続きをどうしたら正方形になるかな?
グループで相談してみてください

C: わかった!

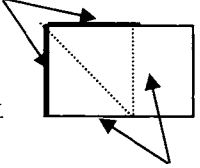
C: 最初、三角に折って、あまったところを折って広げると、正方形になる 

C: 本当だ

C: 折り紙を作るときにこの方法を使うよ

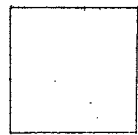
T: どうしてこう折ると、正方形ができるのだと思う?

C:

T: 三角に折った時に、こことここがぴったり重なるってことは、長さが同じになるね (右図矢印部分) 
そうすると、全部の辺が同じ長さになるね


資料3 長方形→正方形にする方法について考える思考の流れ

「どんな形?」



この図から見つけたことを書いてみよう
・四角形
・後ろの□のA-

「どんな形?」



この図から見つけたことを書いてみよう
・四角形
○正方形
○直角が4つ
○5つの点がある
○角が4つ
○角が4つ
○全部の辺が同じ長さ
○向かい合っている辺も同じ長さ
○辺が4つ
○まがった辺ではなくま、まがった

資料4 単元の始めの見方（左）と単元の終わりの見方（右）

J児、Q児は、構成要素の特徴に着目して正方形の性質をとらえていることが分かる。そして学習前から正方形の性質をほとんどとらえていたO児も、直角や向かい合う辺に着目することで、正方形の性質をくわしくとらえていることが分かる。さらに、M児やP児のように正方形を包摂関係からとらえた見方や、L児のように、その包摂関係をもとに正方形をきれいな四角形ととらえた発展的な見方も見られた。

本単元では、子どもが操作表現と図的表現、そして言語表現をとおして図形を比較しながら見方を広げ、深めていくことを、めざす知識創造とした。先述したように、単元の初めと終わりでは、同じ形でも子どもはその見方に変化があり、図形の構成要素に着目する見方や図形を構成的に見る見方が増えた。これは、まず仲間分けにより図形を比較することが、それぞれの図形の違い、つまり特徴を明確にすることにつながったのだと考える。また、一つの図形から別の図形をつくったことや、図形を組み合わせて一つの図形に操作したことが、図形を構成的に見る見方につながったのではないかと考える。よって、これまでの学習によって、多くの子どもは図形の構成要素やその性質に着目し、図形の見方を広げることができ、本単元における知識創造は概ね達成できたと考える。

	抽象的見方				
	図形全体	構成要素	その他(回転・分解・合成)		
	正方形…□ その他…■	正方形の性質…□ その他…■			
I児	四角形 正方形	■ ■	辺が4つ 角が4つ	■ ■	
	正方形 長方形 四角形 形	□ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	角が4つ 辺が4つ ちょう点が4つ 向かい合う辺が同じ長さ まわりの長さが同じ 6cmが4つ	■ ■ ■ ■ □ □ □ □	2つに分けると直角三角形が2つ 2つに分けると長方形が2つ 中心から線を8本引くと直角三角形が8こできる
J児	四角形	■	ちょう点が4つ へんが4つ	■ ■	三角形と三角形を合わせた形
	正方形 長方形にもなる	□ ■	直角が4つ 辺が4つ 頂点が4つ 全部4つ 直角とまっすぐな辺と頂点できている 辺と辺がつながっている 辺と辺の間に頂点がある 全部辺が同じ長さ	□ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ □	直角三角形を二つ以上つくれる 長方形から作れる時もある
K児	正方形 長方形じゃない 長方形かも	□ ■	直角が4つ 辺がぜんぶ同じ長さ ちょう点が4つ 角が4つ	□ □ ■ ■	半分にわると長方形にも直角三角形にもなる 三角形にわると直角が1つずつになる
L児	正方形 四角形	□ ■			
M児	正方形 長方形じゃない 長方形かも	□ ■	直角が4つ 辺がぜんぶ同じ長さ ちょう点が4つ 角が4つ	□ □ ■ ■	半分にわると長方形にも直角三角形にもなる 三角形にわると直角が1つずつになる
	ましかく	■	ちょう点が4つ 直線が4つ 同じ長さの直線がある ちょう角が4つ	■ ■ ■ □ ■	
N児	正方形 一番理由がある形	□ □	ちょう点が4つ へんが4つ 角が4つ 直角が4つ へんの長さが全部同じ	■ ■ ■ ■ □ □	三角にびったり合う形 直角がびったり合う形 直角三角形が2つ長方形が2つある形
	四角形 紙をななめに見たらバランスをとっている四角形	■ ■			
O児	正方形	□	直角が4つ ちょう点が4つ 角が4つ 辺が4つ 同じ長さの直線が4つ	□ ■ ■ ■ □	半分にしたら直角三角形が二つ 半分にしたら長方形
	正方形 四角形 どこから見ても四角形	□ ■ ■ ■	へんが4つ ちょう点が4つ 直線が4本 角が4つ 同じ長さの辺が4本 同じものがぜんぶ4つ	■ ■ ■ ■ ■ □ □	直角三角形を合わせた形
P児	正方形 長方形ともいえる	□ ■	ちょう点4つ 直角4つ 辺が4本 辺の長さがひとしい 向かいあった辺の長さがひとしい 直角辺 ちょう点も全部4つ ちょう点ははじめにある 角がはじめにある	■ □ ■ ■ □ □ ■ ■ ■ ■ ■	長方形を2つ合わせた形 直角三角形を2つ合わせた形
	四角 間四角	■ ■			
Q児	正方形 長方形ともいえる	□ ■	直角が4つ 辺が4つ 角が4つ 4つずつある 辺の長さが全部同じ	□ □ ■ ■ ■ □	どこから見ても同じ形 角と角をつないだら直角三角形が2つできる 直角三角形が2つあつまってできた形
	正方形 長方形でもある形 四角でもあるかたち 形でもある形	□ ■ ■ ■ ■	へんが4つ ちょう点が4つ 角が4つ ぜんぶ4つの形 むかいあっているへんの長さが同じ長さ	■ ■ ■ ■ ■ □	ちょう点とちょう点を合わせたら直角三角形になる形 ちょう点を合わせたら長方形としか言えない形
R児	四角い形	■	へんが4つ ちょう点も4つ	■ ■	
	四角形 正方形	■ □	直角が4つ ちょう点が4つ 角が4つ かくが4つ 全部の辺が同じ長さ 向かい合っている辺も同じ長さ 辺が4つ まがった辺ではなくまっすぐな辺	□ ■ ■ ■ ■ ■ □ □ ■ ■ ■	

* 上段(網掛け)は単元の初めの正方形の見方 下段は単元の終わりの正方形の見方

* 漢字表記やひらがな表記は子どもの記述にもとづいて表している

またこのような図形の見方の比較の後に、自分の見方の変化についてのふりかえりをした(資料6)。それから、子どもが自分の学びはどこが変わったのかをとらえるだけでなく、回りの子どもとかかわったことで見方の変化があったと感じている様子も見て取れる(資料6)。これは、「かかわり」の有用性を自覚することにつながると考える。また他との「かかわり」からだけでなく、自分自身の図形の見方の変化を自覚することが、個々の学習のプロセスの自覚となったであろう。それにより、今後の知識創造を促すことにつながるのではないかと考え、これからも継続的に取り入れていきたいと思う。

6月20日の時は、頭が真っ白になってしまって2つしか書けませんでした。だけど、7月7日はみんなで勉強したから私の知らない言葉を書けました。やっぱりみんなで勉強したほうがいろいろな事が分かりました。

6月20日はたとえが多かったけれど、7月7日はたとえは一つもありませんでした。やっぱりたとえを使わないほうがだれが見てもすぐ分かるし、自分でもわすれた時に見たら前にこんな勉強をしたと分かります。みんなで話し合ったりしたら、大発見のことがたくさん、たくさん、たくさん出てきて、そっちのほうがとびっきり楽しいと思います。

前のよりもたくさんちがうところがありました。今書いたものと前書いたものを見たら、前の自分よりも今の自分の方がよくなったように見えました。前は数が多かったけど、今は少なかったです。なぜ少ないか分かりました。理由は、前はただ「～の形」とたくさんかいていたので、たくさんあって、今はそれをまとめたやつなので少ないと思いました。前の自分と今の自分がちがうということは自分の頭がよくなったしよかったです。いつもよりいい気分です。

資料6 図形の見方の変化についてのふり返り

② 今後の課題

ア よさを共有する手だての視点から

本単元では知識創造における表出の段階での可視化が多く、有意味化にいたるプロセスの可視化の手だてが十分ではなかった。単元の初めと終わりの図形の見方を比較することは、有意味化にいたるプロセスの可視化としての手だてともなりうるが、学習がすべて終わってからしか自分の知識創造のプロセスを自覚できないことになる。本単元では1時間の授業の中で、有意味化にいたるプロセスを可視化する手だてとして、ふりかえりを書くことを促してきた。しかし、ふりかえりを書く観点が「自分」を中心に主観的に書いていることが多く、気づかなかったことに関してはふり返ることがなかった。今後は、学習のねらいにそったふりかえりとなるよう、課題とつなげた書き出しから書くことを促していきたい。また、自分が書いたふりかえりを他に伝えることによって見直すなど、有意味化にいたるプロセスを可視化できる手だてを、工夫していきたい。

また本単元では、「かかわり」が生まれるよう、単元を通してグループで向き合って学習を行ってきた。それは互いの考えを伝え合ったり質問し合ったりする場を、もっと近い距離にしたいと考えたからであった。しかし、多くの子どもは課題に対して、まず自分で考えようとし、実際にグループで考えを出し合う場面は少なかった。また、反対に自分で考えを持って、グループの他の子どもの操作をそのまま真似る子どもや、グループ内で発言力のある子にひっぱられて自分の考えを変えてしまう子どももいた。そう考えると、まず自分ならどう考えるかを、その表現の工夫もふくめ、一人一人が試行錯誤する時間を設ける場が必要であった。その上で他とかかわることが出来れば、もっと互いのよさが共有できたであろう。さらに、「かかわり」を中心にした学習展開であれば、初めからグループで課題について考え、その考えたことを他に発表する場を設けることも有効であったかもしれない。他に伝えるために、グループ内における互いの考えについての理解や、的確に伝えるための表現の工夫が必要になり、そこにグループの「かかわり」の必要性が生まれてくるのではないかと考える。そのためにも、学習のねらいや展開から個と集団のバランスを考え、必要感のある「かかわり」を工夫していきたい。

イ 知識創造の視点から

本単元では、図形を具体的に見る見方から、抽象的に見る見方を重視した。そのため、単元の終わりに正方形についての見方を比較した結果から、正方形の性質を的確にとらえていない子どもが若干いた。構成要素に着目はしているが、その数だけをとらえ、その相等関係はとらえていない場合や、直角があることはとらえていても、4つの角がすべて直角であることをとらえていない場合である。

このような結果から、仲間分けによって図形の関係ばかりに目を向けることによって、一つ一つの図形の性質について考えることが十分でなかったと考える。仲間に分けたり、紙を折ったりする操作から見つけた抽象的な見方を、実測や作図のような具体的な見方で考え直すことにより、図形の性質の理解を深めていくような手だてが必要であったと考える。これからは、子どもの実態にそって、具体的な考えと抽象的な考えを行き来し、子どもが自分の考えを見直せるような単元構成を考えていきたい。