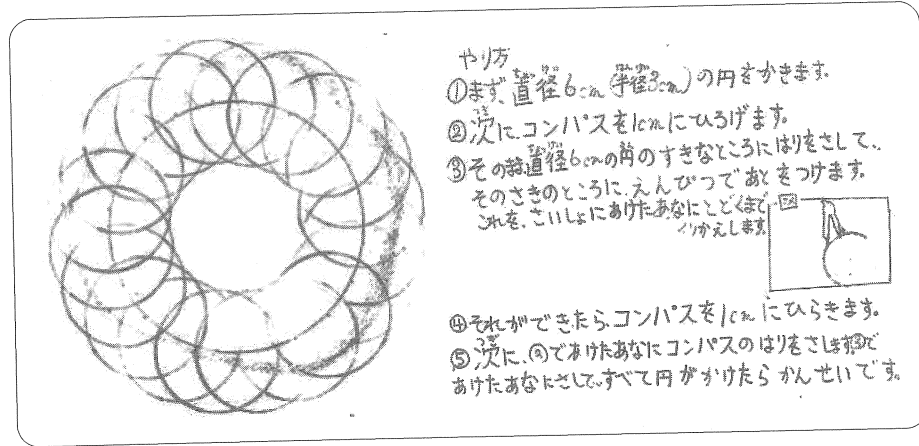


作図の仕方を、筋道を立てて思考・判断・表現することで学び合う算数授業の展開

— 小学4年「うでのいい設計士をめざそう！～垂直と平行～」の実践から —

1 授業の構想

(1) 子どものとらえについて



左は昨年度末に「円」の学習した時に、児童Mが「これを見てください。」と持ってきたものである。授業では意見を述べることに積極的ではなく、自分から私に話しかけてくれることがあまり多くない児童Mが、目を輝かせて突然私の方に来たので、よく覚えている。

1枚の白い紙に、コンパスを用いてできた円を組み合わせた図がきれいにかかっている。私は「よく考えてかいてきたね。コンパスを使って模様を発明したんだね。」と言うと、特に言葉は返ってこなかったが喜んでいることは表情から明らかであった。他の子どもたちから「Mちゃん、すご〜い。」などと認める声上がり、このかき方を習ったり、他の模様挑戦したりなど、主体的な集団での追求活動が発展していった。

たった1枚の図であるが、児童Mはこれを完成させるまでに、授業での学習によって興味をもち、学習内容を生かしてたくさん模様を試行錯誤してかいたことであろう。そうして生み出されたこの模様の美しさ、できた時の喜びを他の人に伝えたくて、また、その方法を忘れることなく残したくて、こうして持ってきたのではないか…。話して伝えることが上手でない児童Mが一生懸命にかいて伝えようとしていた願いを感じ、これは大切な学習の証しであるという重みをひしひしと感じた。

ここでは、既存の数学的な考え方や技能・知識などを活用しながら、自分の力で主体的に考え、表現しながら追求していく子どもの姿が体現されている。そして、一人ひとりの追求の過程を、言葉や文章、絵、図、数、式など、その子に合う方法で自由に出し合い、共有しながら深めていく。そんな学び合う姿が、学級の中でできつつある。

(2) 本単元の目標や内容と算数・数学科で考える思考力・判断力・表現力の育成との関わりについて

平面図形については小学3年までは構成要素に着目してきたが、本単元からは新たに直線の位置関係に着目して考察していくことをねらいとする。具体的には直線の垂直・平行の関係を取り上げる。子どもたちにとって関係という抽象的なものにとらえ、表すことは図形の学習において初めてである。その理解においては、「算数的活動」を通して、思考・判断と表現を駆使した試行錯誤の中から新規事項を見出し、視点を広げて多面的に物事を見る力を身につけていくことが大切となる。

そこで、「家の設計図をかく」活動を題材として取り入れる。様々な条件下での垂線や平行線のかき方について思考・判断を繰り返して作図してみる。学び合いの場では、自分の思考・判断を動作や言葉、図などで表現し、数学的表現に結びつけていきながら、その表現を通して話し合うことで考えを共有し、結果を確かめたり、深めたり、広げたりしていく。こうした一連の追求過程において、数学的思考力・判断力・表現力が育成されると同時に、算数を学ぶ意義や楽しさ、喜びを、感じるができるようになる。

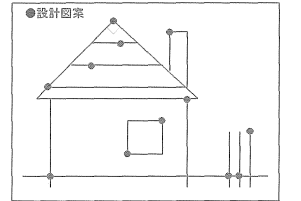
ここでの体験は、中学校における図形の要素に着目した作図、包摂関係を伴う分類、論証などの推論や演繹的な考え方を育てる素地になる。

(3) 11年間で育てる思考力・判断力・表現力の育成に関する学び合う場面の構想について

本単元では、身の回りに多く存在している垂直・平行を題材とすることで、直線の交わり方を意識し、特別な位置関係を利用しているものを実感できるようにしていく。その上で家の設計図のかき方について、その見通しや計画、実際の結果の検討などを学び合う場面において取り上げる。

導入は、普段生活している校舎を写真で観察し、その構造について気がついたことを出し合いながら、柱が地面に垂直に立っていること、各階の天井が地面の線に平行であることなどに気づくようにしていく。これまでの体験上の言葉と数学的表現をつなげていくことで、直線の交わり方としての「垂直・平行」の定義づけをしていく。垂直・平行による安定感にも気づかせ、今後の作図する上での問いやねらいをもたせていく基盤とする。

第2次では、直線の位置関係を理解した上で「家の設計図を作図する」算数的活動を行う。本題材の対象となる設計図は、次の点に留意して作成している(右図)。



- ①垂線は、基準の直線上に点がある場合とない場合を用意する(柱)。
- ②垂線を複数並べ、効率よく引く必要があるようにする(柵)。
- ③平行は、垂線の利用ができるようにする(天井)。
- ④垂直を利用しなくても平行線の作図できるようにする(屋根)。
- ⑤直接地面に交わってなくても、垂直・平行な直線を作図できるようにする(煙突・窓)。

まずは、柱の線を地面の線から正確に垂直に引くことが課題となる。三角定規やものさし、分度器やコンパスなどこれまで算数で使った道具を自由に使い、「地面に対して傾いていない線」(垂線)を引く方法を考え、実際に試してみる。こうして垂直の定義を明確にし、実感できるようにする。続いて、地面の線に平行な天井の線、そして屋根の線をかく。柱の垂直の線を活用できるし、しなくても作図ができる。多様な方法を引き出し、子どもたちの言葉を使いながら平行の定義を明確にしていく。

いずれの作図方法の追求段階においても、自分の考えた方法を、動作や言葉、図などで表現し、話し合うことで様々な方法とその特徴を明確にすることができる。これにより、場合に応じたよりよいかき方をスパイラル的に学び合い、追求していくことができる。

第3次では、第2次までの学び合いを有意義なものとして生かすことができるように、自由に建物の設計図をかく時間を取る。多くの方法から判断して、意欲的に、垂直・平行の直線を正確に作図しながら、自分の納得いく設計図を夢中になって追求する姿の実現を期待している。

2 展開計画

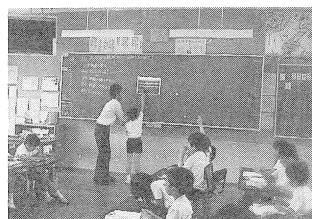
次	主な学習	時	具体的な学習・内容(◇印は、学級全体の学び合いの場面)
1	北校舎を観察しよう	1	◇写真や設計図で北校舎を観察し、柱や天井の様子について図や言葉で表し、垂直・平行について知る。
2	家の設計の仕方を考えよう(修行編)	2 3 4 5 6 7	<ul style="list-style-type: none"> ・示された家の設計図をどうしたら正確にかくことができるのか、まずは垂直な直線のかき方(柱)について、その方法を考える。 ◇地面に対して垂直になる直線部分のかき方について話し合い、垂直についての理解を深める。 ◇平行な直線のかき方(天井)の方法を、かきながら考え、話し合う。 ◇垂直に交わる直線が記されていない、平行な直線(屋根)の複数本のかき方について考え、話し合うことで、平行についての理解をより深める。 ・その他の直線部分も含めて作図を行い、完成する。
3	自分の家を設計しよう(一人前編)	8 9	<ul style="list-style-type: none"> ・自分で設計したい家の設計図を考え、取り組む。 ・これまでの学習を生かして、正確な設計図を完成する。(・設計図を掲示し、自分の設計士としての工夫をPRする)

3 授業の実際

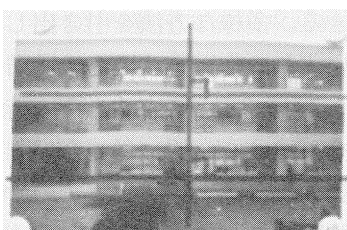
(1) 自分の生活上の言葉を、“数学的表現”に結びつけていく

本単元の導入（第1時）では、北校舎の写真を掲示し、校舎のつくりについて気がついたことを出し合うことにした。各個人で思ったことを自由にノートに記述した後、話し合う時間を設定した。

T : 誰か、校舎のつくりについて、気がついたことがある人? (※ Tは教師)
 児童B: 校舎が傾いている。
 児童 : え〜、こわくない? 傾いていたら大変だ! (※ 無記号は不特定の児童)
 児童B: (指で各階の廊下部分の線をたどりながら) だって、左側から右側へ少し上がっている。
 児童C: それは、写真が傾いているからでしょ。廊下はきちんと平らになっている。
 T : 前に出て、説明して。
 児童C: (写真を、廊下部分の線が水平になるよう貼り直して) こうすると、きちんと平らになる。
 T : “こうすると”って、どうすること?
 児童C: 廊下の線を全部、平らに見えるようにすること。
 T : 校舎以外で他に平らになっている部分はないかな。
 児童 : 下の線。地面の線。
 T : 地面の線を基準にすると、校舎は平らになっているね。
 児童D: 校舎が平らと同じことだけど、廊下の線が平らになっている。
 児童E: 2階も3階も屋上も、全部が平らになっている。
 児童F: Dさんは、廊下の線を言ったけれど、柱の線はまっすぐになっている。
 T : まっすぐになっているってどういうこと?
 児童F: (指でたどりながら) 上にまっすぐに伸びている。
 児童G: 縦にまっすぐ。
 児童H: 傾かず立っている。
 児童I: 直角に立っている。
 T : どこに直角が見えますか?
 児童I: (前に出て指す。教師が直角の印を記入する。)(右写真)
 児童H: 柱は、全部、地面に直角に立っている。

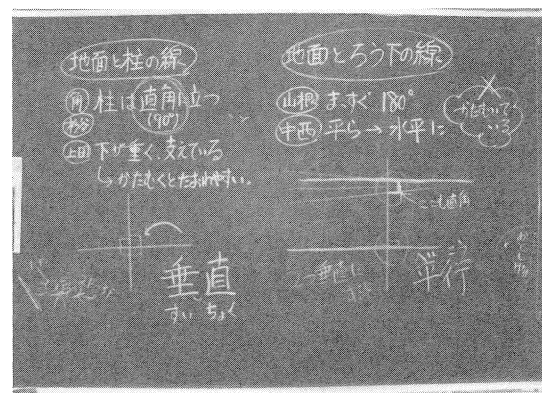


「廊下の線が平らになっている！」



直角を記入して垂直の関係が見えてきた校舎

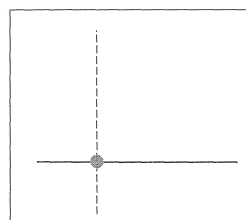
校舎のつくりについて気がついたことを自由に出し合う中で、校舎が垂直や平行で構成されていることに気がついてきている。しかし、それを言葉で思うように表せず、全体で試行錯誤している様子が見て取れる。そして、児童Iが「直角」という算数の既習事項を活用して表現したことで、その簡潔・明確さに誰もが納得することとなった。こうして、北校舎を地面の線、柱の線、廊下の線といった構成要素に着目した学び合いによって、その関係を、直角を視点にして表すことで、垂直・平行の定義・用語へとつながっていくことができた(右写真は板書)。



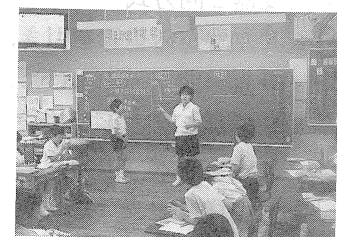
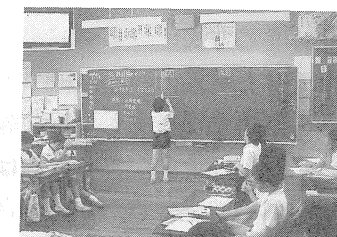
(2) 学習の中から生まれた数学的思考と関わる“問い”を大切にす

前単元の角度の作図で、正確に図形をかくことについての態度は高まっていた。そこで、家の設計図を示し、自分で作図することを提案した。第2・3時では右図を配布し、地面から柱をかくことに絞った。

自力解決の時間に試行錯誤した後、それぞれの方法を実際に行いながら発表し、正確にかくことができているのか話し合った。以下はその様子の一部である。



T : 柱の線をどのようにして引いたのか、実際に黒板でやって見せてください。
 児童D: ものさしを使ってやりました。(前に出て実演しながら)ものさしを点の上に置いて、まっすぐに引きました。
 児童 : 質問があります(多数)。
 児童A: それは、ただものさしを置いて、まっすぐ引いているだけだから、正確ではない。ゆがんでいる。
 児童D: ゆがんでいない。まっすぐだよ。
 児童A: ちょっとのずれがある。もし、ものさしが(前でものさしをわざと傾かせ)こんなふうに傾いていたら、正確ではない。
 児童J: 線はまっすぐでも、傾いていないようにしなくてはならない。
 T : 傾いていないようにするってどういうこと。
 児童J: 昨日勉強したけれど、垂直でないとこんなふうに(板書に垂直でない黄色い線を引いて)柱が傾いてしまって、正確でないといけない。
 児童B: 見た目では、本当に垂直かどうかわからない。正確に直角になっていないといけない。
 T : どこが直角になればいいの?
 児童K: (前に出て地面の線と柱の線の交差している部分にLの記号を入れる。)ここです。
 児童L: ここが直角になるように線を引かないといけない。
 T : どうしたら正確な垂直の線を引くことができるだろう。
 児童L: 分度器を使ったら…。

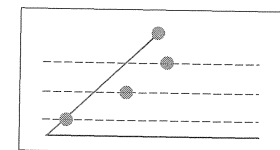


児童Dがものさしを使って柱の線を地面から引いて見せると、児童A、児童Jを中心に「これでは正確ではない」と意見が出る。その意味を、図や言葉、実際の操作によって説明し合い、「正確に垂直でなくてはならない」ということを確認できた。これにより設計図の作図の作業から「正確に垂直の線を引くにはどうしたらよいか」という“問い”を明確にすることができ、主体的かつ具体的に解決しようとする姿勢へとつながることができた。この問いはこの後、「早く引く」という課題を加えて、本単元を貫くものとなった。

(3) 自分たちの考えたことを伝え合い、理解を広げて、多様な考えを活用していくことができるための“学び合い”の場を設定する

先述した“問い”をもつことで問題解決の必要感を生み出し、その解決にあたって思考・判断したことを数学的に表現し理解を広げ、深めていくために、思考・判断と表現が一体化された学び合いの場を設定し、単元においてスパイラル的に行ってきた。

第5・6時は、屋根の直線、つまり垂線が示されていない天井の直線と平行の直線を、どうすれば正確に引くことができるのか取り組んだ。そこで、ワークシート(右図)を配布して自力解決の場を取り、その後、かき方について話し合った。



話し合いの形態は、それぞれの考えた方法を実演しながら言葉で説明し、その言葉を教師は板書で簡条書きにして記録した。発表する順番は、これ以前の話し合いと同様に、使った道具の種類で分類した順とした。この分類方法は目に見えて理解しやすく、全体で考え方を共有する上で効果的であった。そして、質問を取った後、各方法の特徴を出し合った。そうして学び合った結果は次の通りとなった。

①ものさし方式

ものさしで天井から屋根の線までの長さを測り、もう一方の垂線部分に同じ長さを取ってつなぐ・ものさしだけでもできる。

・天井から垂直な線を引かなくては、傾いて正しい幅（長さ）が取れない。

②分度器方式

天井と屋根の斜めの線の角度が45度なので、分度器で45度ずつ取って線を引く。

・直角でなくても平行な線を引くことができる。

※ 同位角が等しければ平行であることについては、ここで教師から示した。

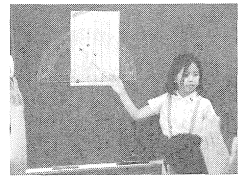
・斜め線上に点がない場合は、分度器の45度の線を点上に取るのは難しい。

③分度器2回方式

天井左端から垂線を引き、さらに点上に垂線を取って引く。

・垂直の線を一本引けば、正確にかける。

・垂直が2つで平行になることを生かしている。

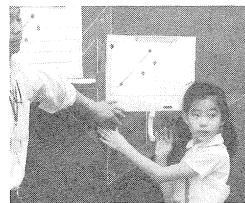


④三角定規方式（直角を使う）

③と同様に垂直な線を三角定規で引き、さらに三角定規で垂直な線を次々引いていく。

・三角定規の方が、早く垂直な線を引くことができる。

・三角定規がスライドできるので、3本の線をすぐ引くことができる。



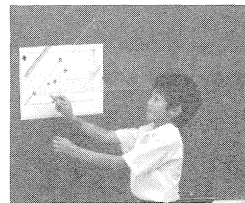
⑤三角定規方式（45度を使う）

三角定規の45度の部分を利用して、屋根の斜め線にピッタリとあて、点上に線が来るようにして引く。

・分度器方式と同じようなやり方である。

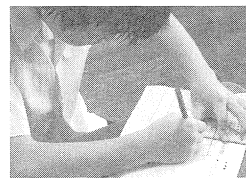
・直角がなくても、同じ角が並んでいたら、平行な直線となる。

・垂直の線がいらないし、スライドできるのですぐに引くことができる。

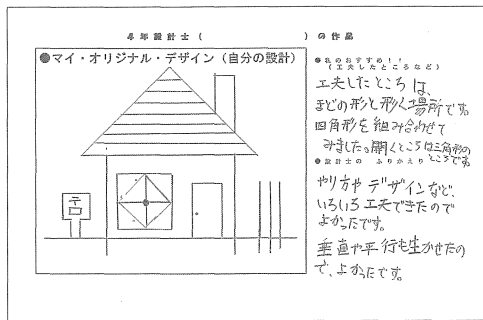


こうして、家の設計図を早く正確にかくため活動を通して、様々な条件下における垂直・平行の線を引く方法を考え、表現し合い、追求することで理解を深めていくことができた。

そして、自分でどの方法をどの場面で使うかを判断し、技能を習得するために、授業で扱っていない部分も含めて家の設計図をすべて完成する時間をもった。これまでの学習を生かし、すべての子どもが完成させた。正確にできているかどうかを教師で確認し、きちんとできた時点で設計士の認定証を渡した。



さらに発展的な学習として、一人前の設計士になって、「マイ・オリジナル・デザイン」を作成する時間を第8・9時にとった。これまで学んできたことを、自分の力で活用していく時間となった。三角定規を器用に使い、集中して取り組み、次々と自分の作品を作成し、そのおすすめやふりかえりを書いて他の友だちに紹介した。左は作品の一例であるが、垂直や平行を正確にかくことに気をつけて自分で設計できることは、子どもたちの大きな喜びとなった（右写真は一作品）。



(4) 自分の追求についてふりかえる場をもつ

本単元を終えて、子どもたちは次のようにふりかえている。

本学級児童28人による自己評価（①～④の4段階選択式，①の方がより肯定的）

●本単元の面白さについて : ①23 ②4 ③0 ④1

●本単元の自分の頑張りについて : ①7 ②16 ③3 ④2

●本単元の自分の理解について : ①17 ②10 ③0 ④1

●本単元を通して感じたこと（記述式：一部）

・三角じょうぎ一組をスライドさせると屋根に点がなくともできることがわかった。三角じょう

ぎをスライドさせるのは便利だということが発見だった。

・最初は当てずっぽうだったけれど、道具を使い分けて正しく垂直・平行がかけてよかった。

・屋根の線はむずかしかったけれど、たくさんかいているとなれて、時間がかからなくなった。設計士としてうでが上がった。

・方法を考えるのはむずかしかったけれど、でも、思ってみれば、前の勉強を考えてみればかんたん。みんなで楽しくかき方がわかって、おもしろかった。

・もっとたくさんの家を設計してみたい。

・算数が苦手だけれど、とても大好きだ。

本単元を通してのふりかえりの時間を取ることで、自分やみんなの姿の変容に気づき、既習事項をこれから生かしていこうとする主体的な姿勢を感じ、それらを発表を通じて共有することができた。そして追求の価値を確認でき、家庭学習などで別の設計図を作り教師に見せに来る子どもも多く見られるに至った。自ら楽しく算数的活動に取り組み、豊かに考え表現する学びの姿が体現されていると考える。

4 成果と課題

思考力・判断力・表現力の育成の観点から算数的活動を考え、その活動における追求の様子を学び合いの場で共有し、高め合うことをめざして単元構成を組んだ。これにより、次のような子どもの姿が授業において具現化されたことを成果としてとらえている。

○自分の追求の様子を、自分の言葉や操作活動でリアルタイムで表し、説明できる。

作図の仕方の追求を取り上げることで、操作活動と思考活動が一体化し、その手順を伝えるために、実際に行い（パフォーマンスし）ながら表現していた。【思考・判断・表現力の育成】

○単元全体を通して、他の人の意見を参考にした解釈、つけ加えや理由の説明ができる。

単元を一貫する題材設定と段階的な課題設定ができる教材のため、既習の思考・表現したことを新規の学習に生かし、系統的に学んでいた。【学びの連続性の維持】

○自分の思ったことを即座につぶやいたり、豊かに反応したりでき、発表者とともに考えの筋道を追うことができる。

操作活動自体は記録として残らないため、説明をしっかり聞き、その操作一つ一つについて感想や意見、質問などをその場で出していた。【他者への気づきの促進】

これらの成果を得るにあたって、教師が次のはたらきかけを行ったことは、効果的であった。

●前時間までの既習事項をまとめ、掲示しておく。

→ 本時以外の内容を視覚的に表すことで活用しやすくなり、単元を通しての追求が可能となる。

●「子どもたちによる言葉」をしっかり認め、使い合うことで理解し、数学的表現に結びつけていく。

→ 自分たちの言葉で表現する力や、その内容を学習集団でわかり合うことができる。

●説明を要所で区切って確認し、板書で表す。また、続きを他の子が見つないで説明する。

→ 長く説明できる子どもが増えている中で、筋道を追うための要所をとらえることを大切にでき、円滑なコミュニケーションを図ることができる。また、考えを読み取りながら、ともに筋道を追って考える姿勢が育つ。

今後、こうした学級全体の学び合いの成り立つ授業を今後も積み重ね、思考力・判断力・表現力を育成していくことは当然であるが、さらに、学び合いの授業での位置づけを個の視点で考えることが大切になってくるのではないかと。学び合いで追求した内容を集団の理解で終わるのではなく、もう一度個に返って、個で消化することを忘れないことが必要であると思われる。

そのために、学習したことを個で生かす場を単元構成の中で位置づけることが単元の構想段階で必要となる。確実な個々の習得を図り、活用する力を伸ばしていくために、学び合いで得た多面的・論理的な追求内容を自分で判断し生かしていく、そんな発展的な学習のあり方についても考えていきたい。

（文責 村上 幸人）