

ダム作りを題材にした授業案の開発と実践

小暮あゆみ¹, 愛木豊彦²

小学校における図形領域の学習として、中学校で学ぶ「投影図」の導入となるような授業の開発を行った。その題材はダム作りであり、活動の中で投影図の有用性を体感できることを意図した。授業案の開発において、重視したのは投影図学習の素地の養成、仲間と交流しているいろいろな見方や考え方を取り入れて問題解決をするという体験、目的をもったもの作りの3点である。本稿では、2009年7月末に行った実践の内容と結果について報告する。

<キーワード> 投影図, もの作り, ダム, 表現する能力, 問題解決

1. はじめに

毎年、夏休みに岐阜県各務原市で開催される算数実験講座の題材や内容を検討した結果、今年度の題材を「ダム作り」(写真1)にした。参加児童は小学校5年生または6年生である。



写真1

その背景を説明する。2008年9月に改訂された中学校学習指導要領[1]において、「図形」領域に「投影図」が加わった。[1]によると、投影図の学習のねらいは、一つの方向からでなく、自分で視点を決めて観察し、分析的に考察するという見方や考え方を身につけることができること、とある。また、現在の5,6年生は、立体を表わす図に関して見取り図を第4学年から学習している。見取り図の学習は、立体図形の辺や面のつながり、それらの位置関係などについて理解できるようにする

ことをねらいとしている。小学校で見取り図を描くのは直方体、立方体、角柱、円柱など基本的な図形である。このように5年生以上であれば見取り図を学習している。

そこで、5,6年生の学習状況をふまえ、中学校で投影図を学習する上での素地を養うことを講座のねらいとした。ここでは、投影図を描く必要性を感じられることを素地ととらえている。従って、本講座における活動を通して、中学校で身につける見方や考え方の素地が養えるように、投影図を描く必要性を感じられることをねらいとして、授業案を作成した。今回のダム作りでは、実験を行う。その実験によっては、ダムの形が残らないこともある。それゆえ、自分の作ったダムの形を説明するためには、図や写真が必要になる。ここで、図といっても、ダムは曲面でできているため、見取り図を描くには、形が複雑である。それに対し、投影図ならば簡単に描くことができる。また、上から見た図や横から見た図を描くことは、投影図の学習のねらいにもつながる。

授業案の作成において、次に重点をおいたことは、問題解決の過程を体験できるように

¹岐阜大学大学院教育学研究科

²岐阜大学教育学部

することである。身近なことから生じる問題は数多くある。それを講座の題材とした場合、最初は解決できないが、ある程度の時間や試行錯誤を経た後、それが解決できるように問題設定の詳細を決めなければならない。2節で述べるが、これを実現できるように問題を設定することが、教材作りで苦労した点である。

また、ダム作りという題材を選んだのは、作ったものの良さを数値で評価することが容易だということも、その要因の一つである。土で作ったダムの目的は水を溜めることである。従って、壊れずに水を溜めておける時間が長いほど、良いダムということになる。そのためには、ダムの形にもこだわる必要がある。このように、目的が明確なため、問題解決に向かって、自ら考え積極的になれろと考えた。

そして、問題解決の過程において、仲間との交流を活用することにした。交流からいろいろな見方や考え方を知ることによって自分の考えを深め、問題を解決したという経験はとても重要だと考えている。さらに、その交流の中で自分の考えを表現する力も養えろと考えた。

2. 授業について

2.1. 題材

今回の講座において、児童に「壊れないダムを作ろう（15分以上）」という目標を示すことにした。子ども達が集中し続けられること、実験にかけられる時間、達成感を得られそうなことなどから、目標時間を15分とした。そして、ダム作りの実験をする上で、次のようなルールを設定した。

- ダムを作るときに、使っていいものは、水、土（真砂土）、ストロー（放水するため）、ビニールテープ（ストローを固定するため）（写真2）
- 必要な長さに切ったストローをケースの底の両端と真中に1本ずつ付ける。

- 下流の部分はあけて、ダムを作る。
- 斜面をつける。
- 底に穴をあけた計量カップを用いて、一定の割合で水を流し続ける。
- 水を流し始めたら、時間をはかる。

これらのルールを図に表すと写真2のようになる。

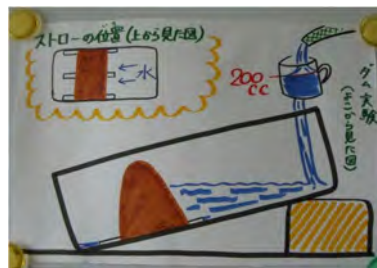


写真2

上で述べた設定は、子どもたちが試行錯誤の結果、15分以上壊れないダムを作ることができるように予備実験を重ねて決めたものである。

特に工夫したのは、計量カップを用いて水を流すことと、ストローの数を3本にしたことである。「15分以上壊れないダムを作ろう」という目標を全体に示した以上、ダムに入れる水の量を全ての班で同じにする必要がある。そこで、写真2にあるように、水道の蛇口にホースをつけて、そこから底に穴の開いた計量カップを通して、水を入れる。ただし、ここで、計量カップ内の水の量が200ccになるように蛇口を調節しながら入れる。このことより、水の流入量が一定となる。

次に、付けるストローの数である。ダムを傾けずに水平に設置すると、工夫することなく作ったダムでも長い時間壊れない。そこで、実物のダムに立ち返った。実物のダムは川にあり、上流から下流へという水の流れができています。それを再現することもねらい、ダムを傾け、水がダムに向かって流れるようにした。このことで、ダムを傾けると水位が上がりやすくなり、短時間でダムの上から水が越

えてしまう。このようにダムを傾けることにより、ダムが壊れやすくなったが、このままでは、ダムの形状をどのように工夫してもダムは10分以内に壊れてしまう。そこで、15分以上壊れないようにするためには、放水すればよいと考えた。問題は放水する位置と量である。この2つを児童が決めていいことにすると、水が溜まらないダムになったり、放水しているのに壊れてしまったりという様々な問題が出てくる。本物のダムのように水をたくさん溜めることができ、壊れにくいダムでなくてはならない。そこで、実験を繰り返す中で、ストローをケースの底に3本設置した上で、形状を工夫すれば15分以上壊れないダムを作れることが分かった。

また、予備実験の結果、一番壊れにくかったダムの形は、図1のような形である。

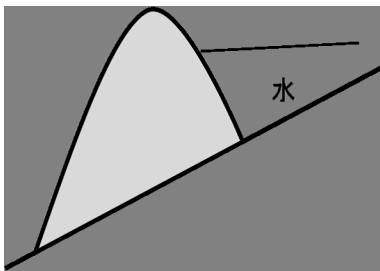


図1

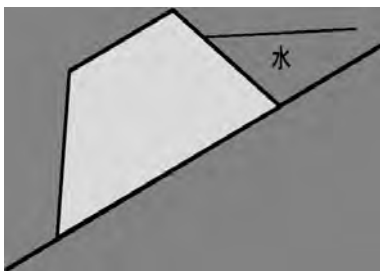


図2

この形が強かった考えられる理由は、図2のような形と比べると、

①水に触れる面の面積が小さいので、水が染み込みにくい。

②水がたくさん溜まるので、水圧が底面に強くかかり、ストローから出る水の量が多い。ということである。

2.2. 授業のねらい

ここまで述べたことをふまえ、授業のねらいを次の3つとした。

- (a) 1つの目的に向かって、自ら考え積極的に取り組むことができる。
- (b) 自分の考えを仲間と交流することによって、いろいろな見方があることを知り、考えを深めることで問題を解決することができる。
- (c) ダムの形を考えることを通して、立体をいろいろな角度から見たり、表現したりできる。

2.3. 授業の流れ

(1) ダムのある場所や放水について説明し、「壊れないダムを作ろう(15分以上)」という目標を提示する。その後、実験に関する映像を見せながら実験の方法を説明する。

(2) ダムを作り1回目の実験をする：2人1組になり、どのような形のダムが作りたいのかを考え、相談しダムを作る。ダムに水を流して、ダムの様子を観察する。特に、どこから壊れるのかに注目する。

(3) 班交流：(2)の実験結果について班の中で交流する。どのようなダムを作ったのか黒板に図を描いて説明する。そして、それがどのように壊れていったのかを交流し合い、次はどうしたらいいのかをみんなで考える。

(4) 2回目・3回目の実験をする：班で交流したことを参考にして、新しいダムを作る。

(5) 発表会：自分たちの作ったダムの写真を提示し、それを見ながら、記録と工夫したところを発表する。

3. 実践結果

場所：岐阜県各務原市立中央小学校

日程：平成21年7月29日(水)

対象：各務原市内の小学校 5,6 年生 59 名

3.1. 活動の様子

はじめは、土を触ることに抵抗を持っている児童もいたが、同じ班の仲間が楽しく取り組んでいる姿を見て、積極的になっていった児童もいた。

1 回目に作ったダムは、すべて 15 分以内に壊れてしまった。しかし、2 回目、3 回目になると慣れてきて、作りたい形をうまく作れるようになった。さらに、班で考えた対策を活かして作っていたので、ほとんどの班で 15 分以上壊れないダムを作ることができた。活動の中で、一緒にダムを作っている仲間やグループで「もっとこうした方がいい」というような会話を聞くことができた。話し合いの時間だけでなく、児童たちが自分自身で仲間に交流を求めている姿がたくさん見られた。

壊れないダムを作る上で、班交流をもとにどのように工夫したのかいくつか紹介する。



班交流前



班交流後

- ・ 下から水が染み込んだり、上から水が超えたため、高く厚いダムにした。
- ・ 水がたくさん溜まるように、水が溜まる側を広く作った。



班交流前



班交流後

- ・ 上から水が越えてしまったので、高さをつけた。
- ・ 土台から順に固めていった。



班交流前



班交流後

- ・ 高さが足りなかったなので、高さをつけた。
- ・ 水が溜まる方が斜めだと水が登りやすいので、上流側を急に、下流側を斜めに作った。

大きく分けてこの 3 種類の形があった。予備実験では 3 つ目の写真の形が一番強かったが、児童はそれ以外にも強い形を見つけて、目標を達成していた。

3.2. 講座終了後の児童の感想

- ・ ダムを作るのに、どんな形がいいか、高さはどれくらいがいいかと頭をたくさん使って楽しく作れてよかった。
- ・ 初めて会った友達ばかりだったけど、すぐ仲良くなれたし、ダム作りの時、協力してできてよかったです。
- ・ ダム作りはとても楽しかったです。どうしたら成功するかと考えるのも楽しかったです。
- ・ 今日はダム作りをして、ダムが 15 分もたずに壊れてしまったので、壊れないダムを作るのは大変だなあと思いました。でも、みんなと協力してダムを作れたので楽しかったです。今度作れたらもっと丈夫なダムを作りたいです。
- ・ 15 分間崩れないダムは思っていた以上に難しく、いろいろな工夫をしないとダムは 15 分間もちませんでした。だけど、2 回目の実験ではダムが 15 分間もったのでよかったです。

4. 考察

本授業のねらいの達成度について考察する。

(a) 1 つの目的に向かって、自ら考え積極的に取り組むことができる。

ほとんどの児童が提示した目標を意識しながら、ダム作りに取り組んでいた。児童の学

習プリントにも、作りたいダムの図がしっかり描いてあり、一人一人が自分の考えを持って描いていたことが分かる。また、ペアでダムを作っているときも、お互いに「もっとこうしよう」などというように自分たちの意見を出し合いながら取り組んでいた。さらに昼休み中にもかかわらず、自分たちから主体的に活動を始める姿も見られた。これらのことから、ねらい(a)は達成できたと考える。

(b)自分の考えを仲間と交流することによって、いろいろな見方があることを知り、考えを深めることで問題を解決することができる。

ダムを作っている最中にペア同士で話し合う姿や他のグループのダムを見て「すごいね! あんなふうにしたらいいのかなあ」という声などが聞こえた。話し合いの時間だけでなく、児童たちが自ら仲間の考えや意見を取り入れて、行動していたと考えられる。また、2回目、3回目のダムが15分以上壊れなかったのは、児童たちが実験から分かったことをみんなまで交流し、さまざまな対策を立てることができたからだと考えられる。よって、ねらい(b)は達成できたと考える。

(c)ダムの形を考えることを通して、立体をいろいろな角度から見たり、表現したりできる。

児童の学習プリントを見ると、写真3のようにほぼ全員の児童が上から見た図や横から見た図を描いてダムの説明をしている。

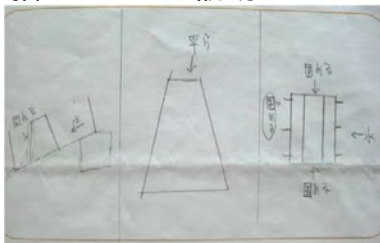


写真3

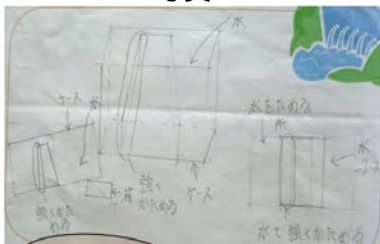


写真4

また、中には、写真4のように立体的に図を描いている児童もいる。

班交流のときも、黒板に図を描いて説明したので、立体を図に描くことに関して意識していたと考えられる。よって、ねらい(c)は達成できたと考える。

5. 今後の課題

まずは、今回の実験から分かった図1のような形が強いということを数理的に示すことを考えている。そのため、現在、[2]や[3]をもとにダムの数理について調査中である。

次に、本授業では、算数的な要素は、図を使うことと、はっきりはしていたが、児童たちがそれを感じられたかどうかは疑問である。児童たちの感想には「ダム作りが楽しかった」とたくさん書いてあった。楽しいと感じられるのが一番であるが、算数的な要素についても児童たちがより実感できるようにしたほうがよかったのではないかと考える。また、ダム作り熱中している子どもの姿からこのように自分のアイデアを生かし、その結果がすぐ分かるような知的な遊びを求めているように感じた。従って、今後も、児童・生徒たちが楽しめ、さらに「算数・数学はおもしろい」「算数・数学が好きになった」と思えるような算数・数学的要素が分かりやすい題材についても考えていきたい。

引用文献

- [1] 文部科学省, 2008, 中学校学習指導要領解説数学編, 教育出版株式会社.
- [2] 松岡元, 1999年, 基礎土木工学シリーズ土質力学, 森北出版株式会社.
- [3] A.Bourgin, 1953, The design of dams, London sir Isaac Pitman Sons, Ltd.

展開案

展開	児童の活動と学習内容	チーフの指導・援助	班長の指導・援助	小グループリーダーの指導・援助
導入	<p>全 ダム作りが目標であることを知る。</p> <p>全 ダムの写真や実際に作ったダムのビデオを見る。</p> <p>全 壊れるダムを見て、気づいたことを話し合う。</p> <p>全 課題提示</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> 壊れないダムを作ろう。 (15分以上) </div> <p>全 ダム作りのルールを確認する。</p>	<p>・ダムの写真を示す。</p> <p>・何をしていたのかイメージが持てるように作ったダムのビデオを見せる。</p> <p>・失敗したダムについて話し、手がかりになるようにする。</p> <p>・ルールをまとめた紙や絵を使って、ダム作りのルールを説明する。</p>		
展開 I 午前	<p>班 教室に移動する。</p> <p>グ 2人1組で、どんなダムの形にするかをプリントに描く。</p> <p>班 外に移動する。</p> <p>組 ダムを作り始める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2人で話し合いながら作る。 <p>グ 実際にダムを作った入れ物に水を流してみる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水を流し始めてから時間を計り、どのくらい壊れないでいられるか確かめる。 ・どのようにダムが壊れていくのか観察する。 <p>個 気づいたことやわかったことを学習プリントに記入する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上から水が流れると絶対にくずれずれる。 ・水が土に染み込む。 ・端から水が染み出してくる。 <p>班 班内で、どのようなダムを作ったのかを交流し合い、壊れないダムを作るためにどんな工夫をしたらいいのか考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形を変える。 <p>組 工夫する点とそれをふまえて作りたい形をプリントに描く。</p>		<p>・作りたいダムの形をプリントに描かせる。</p> <p>・班を実験するところまでつれていく。</p> <p>・班長はリーダーが板書した絵をもとに、子どもたちにどのようにダムが壊れたのか発表させる。</p>	<p>・2人1組で実験するため、小グループの中でさらに2人1組にし、作りたいダムの形をプリントに描かせる。</p> <p>・教室に戻り、作ったダムの形を黒板に描く。(上から見た図・横から見た図)子どもが、描けなかったらリーダーがかく。</p>

<p>展 開 II 午 後</p>	<p>班 工夫したらよいことをもう一度確認する。 班 外に移動する。 組 ダム作りを始める。 ・班内で出し合った工夫する点を取り入れて、土を形づける。 グ 水を流して、ダムがどのくらい耐えられるか、時間を計る。 組 まだ壊れないダムを作れていないグループは、もう一度作ってみる。(時間的に実験は最大3回まで) グ 最後のダム作りを終えたら、プリントにまとめを書く。 班 発表会の準備をする。 ・壊れなかったダムは、どのように工夫したのかをまとめる。 全 発表会(体育館) ・自分たちの作ったダムの写真を紹介し、その中でも、壊れなかったダムについて、工夫したところなどを発表する。 全 解散</p>	<p>・発表会の進行と班の発表の後に一言言う。</p>	<p>・午前中に考えた工夫する点をもう一度確認する。 ・発表会のとき、班長は写真をスライドにうつし、班の発表の進行をする。(写真の紹介と記録)</p>	<p>・3回目の実験を行った組はプリントの空欄のところに記録などを書くように促す。(基本的に自由に書いていい欄) ・実験が終わったグループは、教室に戻ったら、まとめをプリントに書き、発表会の練習をする。</p>
-----------------------------------	---	-----------------------------	---	--