

# 科学的な思考で追究し続ける子どもを育てる

## ～可視化することにより交流する～

西村 文成

21世紀は「知識基盤社会」の時代であると言われている。そんな時代を生きる子ども達にとって、知識・技能を習得し、活用する力をつけることの重要性が学習指導要領でも述べられている。子ども達一人ひとりが得た知識・技能を基盤とした科学的な見方や考え方を養うことで、科学的な思考力を育成していく。本研究では、「可視化による交流」にスポットを当てた。事象の理由を推論するときの予想やイメージを図に表したり、実際に見られない事象をモデル化したりするなど、可視化することを重要視した。可視化した図やモデルを基に、他者との交流をすることでより各自の思考を深められた。なお、本研究は複式学級での実践である。

キーワード：科学的な思考、可視化、モデル実験、他者との交流、実感を伴った理解

### 1. 科学的な思考力を育成する

一昨年度は体験的活動の充実を図ることを、昨年度は単元構成と発問の工夫をすることを中心に研究してきた。これらの研究は、科学的な思考力を育てることを目的としていた。新学習指導要領においても、よく「習得」や「活用」という言葉が出てくる。理科の学習指導要領においても理科改訂の趣旨、(i)改善の基本方針(イ)で、「理科の学習において基礎的・基本的な知識・技能は、実生活における活用や論理的な思考力の基盤として重要な意味をもっている。」と書かれている。また、同じ項目の(ウ)には「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、学年や発達段階、指導内容に応じて、例えば、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動を充実する方向で改善する。」とも書かれている。つまり、科学的な思考とは知識・技能を基盤として、より多くの人々に認められる客観性をもった考えということができよう。もっと簡単に言い換えれば、「根拠のある考え」「筋道立てた考え」といえるのではないだろうか。このような力を理科の学習を通して育成していく事が本研究の目的である。

#### 1. 1. 体験的活動の充実

子ども達が関心や意欲をもって学習に取り組むには、対象となる事象と深く関わられるようにすることが大切である。できるだけ対象にふれる機会を多くもてるように体験的活動の充実が必要である。一人1つの対象物を準備し、見て触って感じられるようにすることが

初めの第一歩であろう。とにかく物を準備する。準備できなければそれに近い体験ができるよう工夫することが、子ども達の関心や意欲を高めることにつながるのである。

このことが、一昨年度の研究により実証されている。本年度1学期にとったアンケート結果から理科好きの子が多いという実態から考えてもうなずける。

#### 1. 2. 単元構成と発問の工夫

上記のように、体験的活動を充実させるだけでは、理科好きな子どもには育っても、科学的な思考力は育成できたとはいえない。事実、考察や説明する場面では弱さを感じる事が多い。だから、体験的活動の充実により子ども達の関心や意欲を高めつつ、そこから問題意識を醸成するような工夫が必要となってくる。昨年度研究した単元構成や発問の工夫が重要となってくる。それとともに、子ども達の問題意識に対応できるだけの深い教材研究も必要になってくる。

このように、体験的活動の充実により知識・技能を習得し、科学的な思考力を育てられる発問が大切であることが2年間の研究により分かった。

#### 1. 3. 可視化による対話の深まり

子ども達一人ひとりが理科の楽しさ・面白さ・不思議さを大切にする事はもちろん、得た知識・技能を基に科学的な思考で追究し続ける子どもを育てることがねらいである。

単元構成や発問の工夫も確かに重要であるが、今年度は違った角度から科学的な思考力の育成をねらうことにした。本校の本年度理科教科提案より「可視化」というキーワードを焦点化して研究を進めることにした。具体的には、子どもの思考をイメージ図や予想図

## 6年生「ヒトや動物の体のつくりと働き」

5年生の「メダカの誕生」、6年生の「ヒトや動物の体のつくりと働き」、どちらの単元も「生命」について取り扱う単元である。複式学級では異学年が一つの教室で過ごしているため、お互いの学習していることが目にふれる機会が多い。5年生が飼っているメダカを6年生が去年のことを思い出しながらか観察したり、6年生の学習範囲として魚の呼吸やメダカの血流観察で役立てたりすることで、複式の良さを活かすよう心掛けた。目に見えるということは、とても重要なポイントである。

5年生の単元導入では、まずメダカの飼い方に関する知識を得るため、図書室から持ち寄ったメダカについての資料(図書)を読み、わかったことをノートにかくことからスタートした。そして、調べたことを共有するために、全体の場で発表し合った。雄と雌の違いを調べたり、水草のことにについてノートに絵を描いたりしていた。

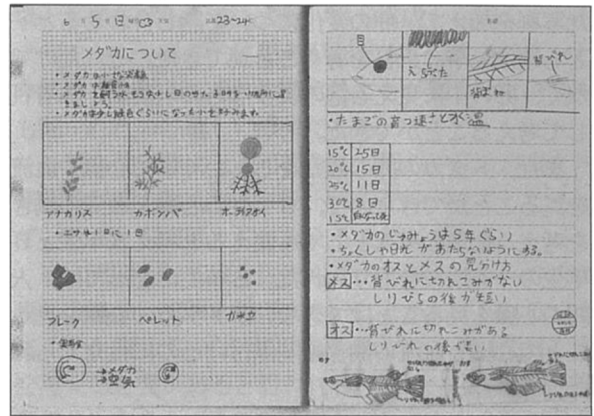


図1：メダカについて調べたことをまとめる

それ以外にも、子ども達はメダカの飼い方や、温度と卵が産まれるまでの日数との関係などを調べていた。

ひとつおりの知識を得たところで学習計画を立てるため、メダカを飼ってどうしたいのかをたずねると、「観察する」「卵を産んでほしい」「増やしたい」「赤ちゃんを見たい」という意見が出された。

そして、「えさ」に着目してみた。「自然の中でのいるメダカは、何を食べているのだろうか?」とたずねると、「プランクトン」「イトミミズ」「ミジンコ」という意見が出された。調べ学習をしているので、すんなり正答が出た。そこで、「プランクトンって何?」と問いかけると曖昧な答えであったので、辞書を引いて確認した。やはり導入の段階で、メダカについての調べ学習をし、交流させておいたことで学習がスムーズに進められた。ある程度の知識が子ども達の中に入っていることで、観察が知識の確認と一歩踏み込んだ学びへと導いてくれた。知れば知るほど興味が出てきて、知らないことにも気付いていくという感じであった。

「自然の中にいるメダカは何を食べているのだろうか

としてかき表したり、考えや学習したことをノートにまとめたりすることで可視化する。また、実験や観察が困難な自然現象をモデル化して実験や観察することで可視化することも含めたい。可視化することにより、子どもどうしの交流がより活発になり、自他共に対話が深まると考えている。特に、単元構成の中で、常に可視化するような場を設定し、他者と交流できるようにしたい。

そして、科学的な思考でさらなる追究が起こるかを検証していく。

## 2. 可視化による交流

「可視化」と「交流」の二つの部分に分けて考える。

「可視化」とは、「見えるようにする」ということであると考えている。特に、今回の研究においては、「思考の可視化」と「モデル実験による可視化」の二つのとらえ方で研究を進めていきたい。

「交流」については、本研究が複式学級であるため、同学年による交流だけでなく、異学年間での交流も考えている。話し合いや発表などを中心としたやりとりでの検証を進めたい。

### 2. 1. 思考の可視化

個人思考の場面での「思考の可視化」が考えられる。話すことが苦手な子どもにとっては、ノートへ自分の考えを絵や図、文などにかき表してから伝えることができるので、安心して発言できるだろう。また、話すのが得意でもかき表すことが苦手な子どもにとっても、上手なかき表し方を見る良い機会となるはずである。

それに、単元最後に学びのまとめをノートにかき表すことで思考を可視化し、思考の整理や、新たな疑問点を見つけることにもつながると考える。

### 2. 2. モデル実験による可視化

子ども達が学習している教室では、実験や観察することが困難な自然の事象がある場合もある。写真や図で見ただけでは、立体的に捉えられなかったり、動的に捉えられなかったりして、イメージも広がりにくいであろう。しかし、そんなときに自然の事象をモデル化することで、実験や観察ができるようになり、子ども達も立体的な捉え方や動的な捉え方ができ、イメージも広がりやすくなるはずである。イメージの広がりが子どもどうしの交流を活発にし、科学的な思考力の育成につながると考える。

## 3. 授業の実際

### 3. 1. 「生命のひみつをさぐれ!」より

#### 5年生「メダカの誕生」

か？」という課題をしっかりと確認し、本校の校庭で子ども達とつかまえてきたプランクトンを顕微鏡で見てみることにした。顕微鏡の使い方が初めてなので、各部の名称を全体で（6年生も交えて）確認し、プレパートの作り方も説明した。（6年生は復習となったはずである）「教科書に出ているプランクトンを探してみよう！」と言うと子ども達は「うわっ！何これ！気持ち悪い」「これミジンコや！」「これ何やろ？」などと、顕微鏡のレンズの向こうに見えるプランクトンをとても興味深そうに見ていた。

解剖顕微鏡を使って、メダカの卵を観察した。解剖顕微鏡の使い方を確認してからメダカの卵の観察を行った。そして、それを記録することで、ふり返りや交流のときに役立てることができた。特に子ども達の着眼点を、絵から読み取ることができた。子ども達は、絵に描くことで細かなことにまで気付くことができていた。一人ひとりの可視化された観察記録をもとに交流することで、他の子との相違点や類似点にも気付くことができた。これらの観察記録にデジカメで記録した写真を加えて、卵の変化について話し合わせると子ども達は見事に正答を導くことができた。それだけでなく、卵の中に見える泡のようなもの（油滴）に着目して考えることができた。

また、メダカの卵の観察をしていく中で心臓や血流を見ることのできたので、6年生の心臓と血液の働きを考える授業の導入としても使えると考え5年生と6年生の一斉授業を取り入れた。6年生にとっては、人間の心臓を見ることはできないがメダカの心臓を見ることで心臓と血流の働きを関係付けるのに役立てられた。

6年生の本単元は、実際に見ることのできない部分が多くなる単元である。それだけに可視化できる部分を工夫して作り出していかなければならない。

呼吸の働きに関しては、吸う息と吐く息の酸素と二酸化炭素を気体検知器で測定し、比較した。子ども達は、吸う息と吐く息の違いを調べる実験について話し合い、ビニール袋に息を吐いて閉じ、気体検知管で測定することにした。結果は、吸う息の酸素は20%で二酸化炭素は0.04%、吐く息の酸素は9%で二酸化炭素は3%となった。この結果から、呼吸は酸素を体内に取り入れ二酸化炭素を出していることを確認することができた。しかし、子ども達の思考は、「酸素はどうして必要なのか？」「なぜ二酸化炭素を出すのか？」という疑問となっていく。そこで、図書資料を利用して調べ学習をすることで疑問を解決していった。

酸素と二酸化炭素の濃度を数値化することで可視化し、肺の働きについて推論した。子ども達は実際の目で酸素や二酸化炭素の変化を見ることで、肺は呼吸によって酸素を体内に取り入れ、二酸化炭素を出していることを実感できたようだ。

心臓と血液の働きを学習する場面において、子ども達は心臓が鼓動していることは知っていたが、それが血液を流す働きをしているということとつながっていなかった。そこで、ポンプとビニール管を使い心臓と血管をモデル化したものを作って血液が流れている様子のモデルを見せた。握る部分を押しした子は、「意外と力があるな」と心臓の力強さを実感することができていた。そして授業の終わりには、心臓が鼓動しポンプのような働きをすることで血液を流していることを理解できたようであった。



図2：心臓のモデル化

### 3. 2. 「水と大地のひみつ」より

5年生「流れる水のはたらき」

6年生「大地のようすと変化」

実際に川原の見学に行ったり、化石掘りを体験したりすることから単元導入した。



図3：川原の見学



図4：化石掘り体験

実際に見学したり体験したりすることは、子ども達にとって楽しく、実感を伴った理解につながったようだ。発見した化石は、いつまでも眺めている子が多いことから興味関心を高められていることが伺える。

5年生は「地面を流れる水のひみつをさぐるよう！」という課題で学習を進めていった。まず3枚の写真（普段の川・大雨の川・大雨の後の川）を比較することから始めた。「大雨のとき水の量が多い」、「大雨になると濁っていて川の流れる速そう」、「大雨のときは川幅が広がっている」、「大雨の後の川は草が倒れている」などの意見が出された。その後、主発問となる「流れる水にはどんな働きがあるのだろうか？」と問いかけてみた。すると「けずる働き」、「運ぶ働き」、「おし固める働き」、「積もらせる働き」、「岩をけずる働き」、「土の硬さを変える働き」という意見が出された。おし固める働きという意見は、泥団子を作った経験や畑の土が硬くなっているという経験から考えた意見であった。その後、土を大きな木箱に入れ山と川をつくり水を流すモデル化した実験を行った。何度も繰り返し見ることができるようビデオも撮っていた。子ども達はモ

デル化された水の流れる様子を食い入るように眺め、流水の働きを確認していた。「これ大洪水みたいな水の流れやな」というつぶやきも聴かれ、モデル化した実験からも大自然とつなげて考えていることが伺えた。また、本当の川の様子をインターネット上の航空画像でも確認した。川の外側が削られ内側に川原ができている様子を見ることができた。

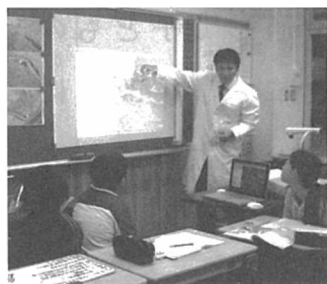


図5：航空画像の利用



図6：川のモデル化

#### 4. 授業の考察

過去2年間の研究に基づき、今年度もできるだけくさんの実験を行い、たくさんものを準備した。子どもたちは実験や観察が大好きである。実験や観察があるから理科が好きと思っている児童はたくさんいる。理科の授業前には、「今日は実験やるの?」と興味津々に尋ねてくる。この気持ちを裏切らないためにもできるだけたくさんの実験・観察を用意しておきたいと感じている。単元の初めに行う調べ学習や自由試行的な実験は、その後の理科学習をより知的に深めてくれることが前述した授業実践から確認することができた。単元はじめに調べ学習や自由試行的な実験により、かなりの知識と経験が内部情報として蓄積され、疑問を生んだり、より深い交流となったりしていた。これは科学的な思考をする礎が、調べ学習や自由試行的な実験によりできたと考える。

さらに、5年生と6年生が同じ領域を同時期に学習することで、同じ領域の実験道具や資料が子ども達の目に触れる機会が増える。これは可視化ではないが、子ども達に視覚的に与える効果は大きいであろう。実際、5年生は6年生の学習内容である化石や地層のでき方にとっても興味を抱いていた。また、6年生も5年生の学習内容であるメダカの卵の観察したことを懐かしく思い起こすことができていた。同じ教室内に観察対象物や実験道具を置くことで、自然と子ども達の目にふれることになる。そのことが子どもたちの関心を高めたり、子どもどうしの交流を深めたりしているのは間違いないといえるだろう。

思考の可視化については、予想の段階でイメージ図などにかくことが多くなるのだが、学習課題に対する知識や情報をどれだけもっているかによりイメージの膨らみ方が違っていた。資料などを使って調べ学習をしている場合や身近な学習課題である場合など、子

も達の内部情報が多いほどイメージも膨らみややすい。知れば知るほど疑問も増えるのであろう。

モデル化による可視化が、子ども達の思考を活性化していることが今回の実践で明らかになってきた。心臓のポンプによるモデル化した実験や、川の流れのモデル化した実験により、子ども達は目の色を変えて実験に食いついてきた。そして、子ども達が既にもっている知識を刺激し、友達との交流が盛んになり、より深い考え方をつぶやいたり、本質をつく疑問が出されたりした。子ども達にとっては、モデル化されたものであっても実際に見て、触って、感じられる実験が科学的な思考を促すことがわかった。

#### 5. 成果と課題

思考を可視化することで、かなり交流の場が生まれた。自分の考えに自信をもてるようになったという子どももいた。また、友達のノートを見せてもらうのはすぐ参考になると言う意見が多かった。その上、子ども達のノートがかなりきれいになってきたことも成果としてあげられる。また、単元構成と発問の工夫により、かなり科学的に思考ができる子が増えてきたように感じられる。それに考えることが楽しいという声も聞かれたのは嬉しい成果である。

モデル化実験による可視化も、関心や意欲が高まり発言数が増えたり、ノートへの記録が充実したりしていたことも成果として捉えることができる。

逆に課題としては、先にも述べたがノートへのかき表し方において個人差が大きいことがあげられる。うまくかき表せていないのは極少数なので個別に対応策を考える必要があると思われる。また、一つ一つの検証がしっかりとできているかということも今後の課題としてあげられる。アンケートや見取りをより充実したものにし、しっかりと裏付けされている研究にしていかなければならない。思考力というはつきりとさせにくいテーマであるだけに、より綿密な研究が必要となる。

#### 参考文献

- ・ 文部科学省 (2008). 『小学校学習指導要領解説 平成20年3月告示』.
- ・ 和歌山大学教育学部附属小学校紀要 第33集 (2010). 和歌山大学教育学部附属小学校.
- ・ 和歌山大学教育学部附属小学校紀要 第34集 (2011). 和歌山大学教育学部附属小学校.
- ・ 佐藤学・和歌山大学教育学部附属小学校 (2009). 『質の高い学びを創る授業改革への挑戦』. 東洋館出版社.
- ・ 小林幸雄 (2009). 『「教えて考えさせる」理科授業の改革』. 明治図書.
- ・ 日置光久 (2007). 『「理科」で何を教えるか これからの理科教育論』. 明治図書.