

小学校理科の授業研究（1）

——単元「磁石」（3年）にみる教師の教材研究と授業構想——

岩 崎 紀 子

はじめに

小学校1・2年での生活科における自然あそびやものづくりを通して、自然物の魅力、自然現象のふしぎに出会いながら、自然の生きた姿の中でたくさんの「学び」を経験してきた子どもたちは、3年生からはじまる理科の授業において、どのように自然認識を獲得していくのだろうか。その過程では、8・9歳の発達段階にある子どもたちは、科学的概念との遭遇を経て、それまでの日常生活や学習を通じて構築してきたさまざまな「素朴概念」とどのように向かい合っていくのだろうか。そして、そこで教師は、子どもたちとともにどのように「授業」を創っていくのだろうか。——これが、本研究を始めるにあたっての初発の問題意識である⁽¹⁾。

本研究では、小学校3年生という子どもの発達段階を考慮しながら、教師が理科の授業における子どもの学習活動をどのように組織化し、子どもの「学び」の実相に即した授業展開を構想・研究しているのかを、現在関わっているフィールド・ワークの中の一つの事例をもとに検討し、教師の徹底した教材研究に支えられて実践された授業において、子どもたちがどのような自然認識を獲得していくのかについて、具体的な授業場面に沿いながら分析をこころみたい。

1. 小学校3年の理科における「実験」・「ものづくり」の位置

1. 学習指導要領にみる「磁石」・「実験」活動の検討

1998（H.10）年に公布され、2002（H.14）年に全面実施される改訂学習指導要領において、小学校理科（3年生）の目標は次のように規定されている⁽²⁾ [下線は引用者。以下、同様]。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">(1) 身近に見られる動物や植物を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、生物を愛護する態度を育てるとともに、生物の成長のきまりや体のつくり、生物同士のかかわりについての見方や考え方を養う。(2) 光、電気及び磁石を働かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、光、電気及び磁石の性質についての見方や考え方を養う。(3) 日なたと日陰の地面を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、太陽と地面の様子との関係についての見方や考え方を養う。 |
|--|

この規定によれば、理科では、自然物や自然現象の比較分析によって子ども自身が問いを立ち上げ、抽出した問題を追究する活動によって授業を展開させることが示されている。特に「電気」と「磁石」の単元にかかわってみれば、「ものづくり」という活動を通じての理解の定着が目指されていることがわかる。しかし、「何に対して」電気や磁石を働かせたときの事象を取り扱うのが明確でないことから、この規定だけでは、指導のめあてが「電気」「磁石」の性質について「比較」をするということの意義に焦点化されにくい。加えて、「比較」という認識方法を採用しても、磁石や電気を「何に」作用させるかがあいまいであれば、「共通」と「ちがひ」の両者に注目した、それぞれの性質の理解という指導目標に、授業を方向づけていくことが困難となる。「もの」の性質は、それだけを見ていると認識することはできない。対象に直接向かい合い、触れ合い、働きかけ、具体的なものに即して「ちがひ」を見つける「対比」と、さらに「おなじ」を見つけていく「類比」を組み合わせながら、理科の授業に「比較」「分類」という学習活動を取り入れていくことが重要⁽³⁾であり、またそうした学び方に即した価値ある内容を学ぶことのできる教材や活動も選択されていくべきである。

ここで確認しておかなければならない点は、先の学習指導要領(2)の規定は、「金属学習」の一環として、つまり、「金属」を共通の対象として、「実験」による直接体験と「ものづくり」による「電気」と「磁石」の学習を進め、両単元を密接に関連づけながら、指導計画を構想する必要があるということである。

小学校3年生の子どもの発達段階を考慮すれば、指導論の焦点として「ものづくり」もまた大変重要な活動であり、これを通して、「もの」の理解を図ることが指導上注目される。これは、理科に限らず、1989年から実施されてきた生活科においても指導論上の重要な課題として議論されてきたところである。森脇健夫(1990)⁽⁴⁾によれば、「もの」に関わる活動の中でも、低学年の生活科との関係でみれば、「もの」を介しての直接「体験」が認識の重要な方法であるという。ここでいう「体験」とは、「具体物にふれること自体というよりも、具体物・具体的場面に関わりながら、対象のもつ性質、本質を学ぶこと」ができる活動であり、こうした取り組みをカリキュラムに組み入れる必要性を強調している。

では、子ども自身による「実験」活動と「ものづくり」とが、「もの」の性質を理解する上でどのような効果をもたらすかについて、少し考えてみたい。

理科では、子ども一人ひとりが課題を追究していく場合、「見通しをもって」実験・観察ができるようになることが目標として掲げられている。特に、小学校3年生の理科でも「電気」や「磁石」といった物理分野に該当する単元の場合、動物や植物の学習での「観察」とは異なり、対象そのものに直接的・人為的に操作を加えることで、変化する／変化しない「もの」のありようを実際に子どもの目で確かめさせ、「変化」を体感させる必要がある。そうした体感を通じての理解を土台にしないような知識の伝え聞きは、問題場面が変わったときに生きて働く力にはなり得ない。新しい場面での問題を追究していく上での理解のツールとして、それまでに学習した

内容を適用していくためには、子ども自身が「実験」活動を通じて対象に直接的に働きかけ、「ものづくり」を介して「もの」のしくみを見極めていくことで、そこに生じた事象の「意味」を発見し、「もの」の世界の「ことわり」を自身で構成していく学習が、授業過程に明確に位置づけられなければならない。そこではじめて「見通し」の意味するものが重要になってくるのである。

「見通し」をもって実験を行う上では、実験前に「予想」を立てさせるというのが指導論上、有効である。子どもたちは、それまでの学習や生活の中で獲得してきた「素朴概念」や科学的概念を駆使して、対象理解に取り組む際、「アナロジー（analogy）」を活用しながら「予想」を立てる⁽⁵⁾。「アナロジー」とは、簡単にいえば「異なった概念間に類似性を見いだす過程」であり、「イメージ形成メカニズムに直結した最も基本的な思考の方法」⁽⁶⁾である。

子どもに限らず、人間は問題解決場面においてどのような能力を発揮するのだろうか。安西祐一郎（1985）⁽⁷⁾によれば、そうした場面では、次のような特徴が見られるという。

- | |
|--|
| <p>①生きて働く記憶——アナロジーのように「目的を果たすのに都合のよいように自律的に働いてくれる記憶やイメージ」の機能</p> <p>②原因—結果、および手段—目標の関係によってものごとを理解する能力
——因果的思考やプランを立てる能力のこと</p> <p>③問題を適切に表現する能力——その問題領域に深く関係した知識を得るために、その問題領域での問題解決の経験を豊富にもっていること</p> <p>④知識のダイナミクス——自分で問題解決を行うというプロセス（理解すること、解くこと、吟味すること）を通じて、新しい知識が身につけられ、より適切なものに変えていく。そしてその知識が、また新たな場面の問題解決のためのよりどころとなっていくこと</p> |
|--|

場面ごとにこうした特徴的な能力が発揮されるように、子どもたちが立ち上げた問いに対して「予想」を立てさせ、「見通し」をもって「実験」を行わせた後、教師はそこで得られた結果を丁寧に子ども自身にふり返らせることによって、さらなる知識のダイナミクスに連動していくような学習活動を、理科の授業に的確に仕組んでいく必要がある。そのための意味ある教材の選択にあたっては、子どもの「実験」活動の内実を豊かにする基準についての検討が、「発展性」のある授業成立のための重要な鍵となる。

2. 小学校3年生（8・9歳）の発達の特性——

「ものづくり」の学習場面を通じての検討

小学校3年生の発達段階にある子どもたちは、事象に関連させながら具体的な操作ができる時期にあるといわれている。空間と時間の意識も次第に広まり、自然事象を見て、その特徴に気づいたり、それぞれの特徴を比べて単純化したり、統一的にみていくという科学的思考の土台を構築し始める。丸本喜一（1980）⁽⁸⁾によれば、3年生の発達特性は次のようにまとめられるとい

う。

- ① 行動範囲が広がり、身体を動かして積極的に事象に取り組むことができるようになる。
- ② 筋道の通った考え方が急速に芽生える。しかし見えない要因を推論することは、まだ困難なようである。このような場合、体感に訴えたり、感覚を総動員して事実を見直すという活動を組織することが大切である。
- ③ 具体的事実について、比較し類似点を見いだすことが容易となる。したがって、事物の特徴をとらえ、理解することができるようになる。
- ④ 友だちとの話し合いで、他の人の考えも入れて考えもまとめることができるようになる。思考を深める上でのグループの話し合いは重要である。
- ⑤ ことばで自由に表現できるようになる。観察したことや気づいたことを記録させるだけでなく、ことばで表現させることも重要になってくる。

こうした発達特性に即した授業展開の構想や教育内容・教材の選択が、具体的にはどのように行われていくのだろうか。生活科でよく実践されている「ものさがし」や「ものづくり」の経験との連携を図った理科における「ものづくり」の学習場面を通して考えてみよう。

井上康子(1998)⁽⁹⁾は、3年生の子どもたちの興味の方向と活動性を考慮し、「音」の単元(全9時間)の導入に「楽器をつくろう」(6時間)を設定し、つづいて「風船電話で話をしよう」(2時間)を、そして最後に「音を伝えるものさがしをしよう」(1時間)を組んだ。「輪ゴム琴⁽¹⁰⁾づくり」「輪ゴムギターづくり」の段では、「音が出ている輪ゴムがふるえていることがわかる」というねらいに到達させるべく、子どもたち一人ひとりによる楽器づくりが始まった。子どもたちは次第に「音」の「ふしぎ」に目を向けていくことになる。

教師	: 今日の楽器もふるえているところがあったかな。
子ども	: ゴムがふるえている。
教師	: ゴムがふるえているね。そのほかに気がついたことはあるかな。
子ども	: <u>わりばしの場所をかえると、音がピーンからピーンになるよ。</u>
教師	: <u>わりばしと発砲スチロールのトレイの間のゴムがどうなると、ピーンがピーンになるの。</u>
子ども	: 短くするとピーンになるよ。

教師は、このやりとりの後、それぞれ自分がつくった楽器の名前を題名にさせて、「今日やったこと」を文章にまとめさせている。その一部をみてみよう。

ギター	高井 愛由美
このがっきは、うちでやったことがあります。作り方は、トレイにわごむをとおせばできあがりです。クーラーみたいなかんじです。	
<u>わごむがゆれた。</u>	
<u>見つけたことは、こんな風にわりばしをとおして長いほうはひくい、みじかいのは高いです。ゆれる時は、<u>ならしているとおるぶるふるえます。</u>(図略)</u>	

わりばしギター

保科 はるな

(前略) 発見したことは、ぼうを動かすと、音が高くなったり、ひくくなったりする。あなから遠くすると、ひくくなる。近くすると高くなる。あなに耳をちかづけてひいてみると、音がすっごくはねかえている。でも、なぜはねかえているのかは、わかりません。しらべてみたいな。

3年生の子どもたちは、いろいろな材料を使った「楽器づくり」の活動を通して、「音が出ているときは、ものがふるえている」という、教師が設定したねらいにとどまらず、わりばしの位置によって音の高低ができることを「音あそび」の中から「発見」し、それを自分なりのことばで表現しているのである。自分がつくった楽器をもとに、試行錯誤をくり返しなが、「音」を楽しみ、「音」をつくりだしている。「音」の発生をものの振動で確かめながら、どうすれば多様な音がつくれるかを手探りで見つけ出している。「音のはね返り」については、なぜそうなるのかという原因を推論するまでには至っていないものの、「音」の「ふしぎ」に気づきはじめており、こうした子どもの「発見」をさらに次の追究活動へと発展させていくことができるだろう。

このように、子どもたちには、さまざまな「楽器づくり」「音あそび」の活動を通して、多様な「音」に触れさせながら、「音」がものを伝えることについて体感させ、「音」を感覚・知覚させ、イメージを豊かにふくらませることが、導入の段階では必要である。単元が進むにつれて、こうしたイメージを手がかりにしながら、「推理」「判断」といった思考活動へと結びつけ、次なる活動にまでつなげていくという「発展性」の追究が授業のヤマを創り出すのである。

この時期の子どもは、「音」や「磁石」そのものの魅力によって、とにかく「早くやってみよう」という気持ちを先行させることが多いため、「ものづくり」といった理科工作を授業に取り入れ、できあがった作品を使って「磁石あそび」やグループ同士での「音あてクイズ」などの活動に連続させて、「やりながらわかる」という認識の方法を採用するのが有効である。3年生では、このような「あそび」を介した活動の中で、「もの」への意識づけを維持させ、「なるほど」「やっぱりそうか」とうなずきながら、論理的に考えていく力を育てる授業の構想が求められる。さらに、子どもが直接経験したことについては、感じたままに子ども自身のことばで表現させ、その中で自然物のしくみ、自然現象に隠された原理を子どものことばから構成していく手立てにも注目したい。

II. 単元「磁石」における教師の教材研究と授業事実にみる実践知

野村治(1995)⁽⁴⁾によれば、「磁石」は、小学3年生の子どもたちにとって、彼らが日常生活において出会うさまざまな「くつつく」ものの中でも、セロテープやのりとは全く異なる次元の楽しさを秘めたものであるという。野村自身の先行実践にみる授業構想は大変興味深く、今回、氏の授業づくりを支える実践知を授業事実に即して分析すべく、単元「磁石」(全15時間)のフィールドワークに取り組むこととなった。本単元では、「磁石」の魅力を十分に生かすことによって、

子どもたちに「もの」の中の「金属」、金属の中の「鉄」という「包含関係」を「磁石」を通して豊かに獲得して欲しいというねがいの実現に挑戦している教師の授業づくりのプロセスに注目した。以下では、その単元構想、教育内容・教材研究、単元導入時の授業展開について分析をこころみたい。

1. 本単元の概要

- フィールド・ワークの調査期間：2001年2月17日～3月22日
- フィールド：京都府下の公立小学校3年1組 28名（男子13名、女子15名）
- 授業者：野村治教諭
- 単元構想：小学校3年理科「磁石」（全15時間の予定）
- 単元「磁石」の授業指導計画（→次頁の資料①を参照のこと）

本単元「磁石」の前は、単元「電気」（全11時間）が次のような授業指導計画のもとで実践されており、「金属」の性質としての「伝導性」「延展性」「光沢性」を学習し、それにつづいて単元「磁石」を学ばせるという指導計画になっている。これら2つの単元は、「金属」学習の一環として位置づけられており、＜子どもの認識の順序性＞と＜教育内容の系統性＞を配慮しての構成であると野村はいう。

＜第1次＞電球に明かりをつけよう（4h）

- ① 豆電球と乾電池をどのようにつなぐと明かりがつくかわかる。
- ② ソケットを使わずに、明かりをつけることができる。
- ③ 豆電球のつくりがわかる。

＜第2次＞電気を通すもの・通さないもの（5h）

- ① 電気の通り道にいろいろなものをはさんで、明かりがつくかをしらべる。
- ② 金属の性質がわかる。
- ③ 金属でできているものは電気を通すことがわかる。

＜第3次＞電球で明かりがつくものを作ろう（2h）

- ① 豆電球・乾電池・導線・スイッチなどを使って、工作することができる。

1・2学期を通じて、教室内での飼育・栽培活動に継続的に取り組んできた子どもたちは、動植物の生態観察を重点的に行ってきたことから、細かなからだのつくりに至るまで個々の生物独自の特徴をとらえる目を育ててきている。

野村の指導方針の根底には、「わかり方」の「質」へのこだわりがある。教科書や事典から視覚的に知ることや伝え聞くことでは、まだ「わかり方」としては一時的であり、わかるための道具として、新しい問題場面に遭遇したときに使いこなせるものにはなっていない。したがって、野村は、授業の中で具体物との直接のかかわりを最も重視している。ただし、その際、子どもにさせたい「経験」の「質」と「深さ」を問わなければ、子どもたちの活動はやりすごされてしまうだけで、認識の土台を形成するためのステップにはつながらない。ここに、教師の教育内容・教材研究と授業展開の構想が重要な位置を占めてくることになるのである。

〈資料①〉

小学校理科3年・単元「磁石」の授業指導計画（全15時間）				
教材計画	目標	実験・観察	留意点・準備物	評価
第1次（4h） 磁石にくっつく物	①磁石にくっつく物をさがすことができる。（1h）	磁石を使って、身の回りのものがくっつくかどうかを確かめる。	一人に一つアルニコ磁石を渡し、それを使って実験させる。磁石にくっつくものが、金属の仲間であることを体感させる。物の名前を、まずはとらえさせる。	磁石を使って身の回りのものに働きかけながら、金属の中の鉄が磁石にくっつくということがわかったか。
	②磁石にくっつくものに共通の性質を見つけることができる。（2h）	磁石にくっつくものは、金属の仲間の一部であることを確かめる。物の名前（ハサミ）と材質（金属・プラスチック）を区別させる。	鉄という言葉を知っている子どもがいても、ここでは使用せず、聞き流す。硬貨の活用。	
	③鉄でできた釘しか、磁石にくっつかないことがわかる。（1h）	釘が磁石にくっつくかどうか実験する。豆電球を使って、釘が電気を通すかどうか実験する。	金属の仲間分けをしながら、鉄が磁石にくっつくことがわかるように展開する。	
第2次（2h） 磁石の力	①磁石の力は、極の部分が強くなっていることがわかる。（1h）	棒磁石、ドーナツ磁石等を使って調べる。	ビニタイ、砂鉄、棒磁石、アルニコ磁石、U字磁石	磁石の力は離れていても働くこと、磁石の極の部分が磁力が強いことがわかったか。
	②磁石の力は、離れていても働くことがわかる。（1h）	クリップと糸を使って実験する。板、ガラス、手などが間にあっても、磁石の力が働くことを確かめる。	クリップ、糸。たくさんの鉛筆の上に磁石を置き、引きつけてころがしてみる。	
第3次（4h） 磁石の極の性質	①極の間に働く力（引き合う、反発しあう）の関係がわかる。（1h）	極には、N極、S極があり、異極は引き合い、同極は反発しあうことを確かめる。	棒磁石で実験する。北をさすのをN極、南をさすのをS極ということをおさえる。	磁石には極があり、極同士の相互作用がわかるとともに、小さく割っても極はなくなることがわかったか。
	②極の印のない磁石の極を調べることができる。（1h）	極がわかっている磁石を使って調べる。水に浮かべて調べる。糸につるして調べる。	自分が持っているさまざまな磁石の極を調べさせる。	
	③磁石を半分に割っても、極があることがわかる。（2h）	赤と銀の色塗りのしてある棒磁石を半分に割ってみる。ゴム棒磁石を半分に割ってみる。	小さく割っても、磁石になっていることをイメージさせる。	
第4次（2h） 磁石づくり	①磁鉄鉱は、地球が作ったことがわかる。（1h）	磁鉄鉱にも極があることを調べる。	磁石という漢字に使われている「石」の意味を教える。	磁石のでき方、作り方がわかったか。
	②磁石についている釘が、磁石になっていることがわかる。 ・鉄をこすって磁石を作ることができる。（1h）	磁石になった釘にも、極があることを調べる。	方位磁針の活用。磁石で同じ向きにこすすることを教える。	
第5次（3h） 作ってみよう	極の性質を使ったおもちゃを作る。（3h）	ドーナツ磁石を使って飛ぶ昆虫を作らせる。	糸、紙、赤ペン	工夫したおもちゃが作れたか。

本学級の子どもたちの様子を見ると、教師が提示する教材に対して非常に興味を示し、一人ひとりが直接接触して感じることを求めており、また、思いついたことや感じたことを教師や友だちに「つぶやく」子どもが多く、わかったことを文章と図でまとめる「理科ノート」にも、自分の印象に残った場面、学習を通してわかったことやまだ疑問に思う点、さらに自分が発見した「ふしぎ」などを丁寧に表現する力も技術も育っていることがわかる。

こうした子どもたちの実態を考慮して、野村は、基本的には、授業において子ども全員の直接経験を保障した活動の組織化、新たな問題場面との遭遇には意識的に「意外性（驚き）」を取り入れながら、ただし、それだけで終わることのないよう〈教育内容の系統性〉に配慮した単元指導計画を構想している。

2. 単元「磁石」における教師の教育内容・教材研究

(1) 単元「磁石」の到達目標分析と教育内容の選択・排列

野村（1995）が設定した「磁石」の到達目標は次の3つである。

- ①物に磁石を近づけ、物の性質や磁石の性質を調べることができる。
- ②磁石を近づけた時の現象をもとに、物の性質を電気の場合と比較しながら調べたり、極と極の作用を調べたりして、磁石の性質について理解することができる。
- ③磁石を近づけると鉄が磁化され、N極・S極を持った磁石になることがわかる。

この到達目標を達成するために、野村は先述のような指導計画を設定した。この時期の子どもたちの認識のありようの特徴としては、「まだまだ個別的事実の把握の段階」であり、「子どもの新鮮な脳に焼きつくようなすばらしい自然の生きた姿を見せること、このことを入り口にしながら、自然認識を豊かに深化させること」⁽¹²⁾が重要であるという。「突き出た大脳といわれる進化した手を使って、たっぷりと自然に働きかけ、五感で体感した事実を束ねながら言語化し、物の見方を培っていく中でこそ、自分自身を変容させることができる」⁽¹³⁾のであって、「知的好奇心を呼び覚ます魅力ある教材、子どもの瞳を惹きつけて離さない生きた実物を系統的に授業の中で活用し、自然科学の基礎的知識・概念・法則を体系的に学び取らせる中で生まれる」自然についての持続した意欲・関心を育てたいとねがっている。

特に、「磁石」の単元導入時においては、先の「電気」の単元との関連を子どもたちに意識的にとらえさせるための工夫がなされている。それは、「金属」の性質を確認しながら、一人ひとりに磁石を持たせて、それを使って直接子どもが対象に働きかけることによって、光沢性や伝導性をもつ金属でも磁石につかないことを発見させていくことが、「磁石」の「ふしぎ」に気づかせる糸口となるというものである。「へんだな」という疑問を持たせ、「どうしてだろう」と考えさせていくための「しかけ」が、授業内容の充実化を図る上で重要となるのである。子どもたちの認識のありようは、まさに「行きつ戻りつ」しながらのわかり方である。「磁石は鉄にくっつく」

や「磁石は離れていても力がはたらく」ということを、「鉄さがし」や「磁石あそび」の中で体験して、その原理を十分に使いこなしているように見えても、問題場面が変われば適用できないこともある。こうした状況依存的な認識の実態をふまえながら、教育内容を選択し、子どもの「つまずき方」を常にチェックして、場面ごとにゆれ戻る思考に対して的確に対処できる排列が求められるのである。

(2) 子どもの「素朴概念」をゆさぶる教材群の選択

「磁石」は、それ自体が子どもにとって魅力とふしぎの宝庫である。普段の生活場面においても、子どもたちの筆箱や教室の黒板、家の冷蔵庫などで「磁石」はよく目にしているが、せいぜい紙を貼り付ける程度のものである。こうした磁力の弱い磁石では、子どもたちの心を惹きつけたり、「磁石」に対する興味より一層湧き立たせることは難しい。そこで野村は、本単元で初めて子どもたちと磁石とを引き合わせるとき、かなり大きな強力磁石を提示した。ドーナツ型という「形」もさることながら、その「磁力の強さ」に子どもたちはかなりの驚きを味わうことになった。

磁石のもつ強い力をからだで感じさせるために、子どもたちのいすや机を持ち上げたり、教室の天井から下げられている鉄状の棒に2つの強力磁石をつなげ、それに子どもたち一人ひとりをつぶら下がらせて、自分のからだを磁石の力で持ち上げられることを体験させている。

また、もの（製品）の名前（たとえば「ハサミ」）と材質の名前（たとえば、「金属」・「プラスチック」）の区別を明確にさせて、形や色にとらわれない「もの」の性質に子どもの目を向けさせていくための教材として、「くぎ」を巧みに活用している。「くぎが磁石につく」という子どもの固定概念を打ち砕くために、アルミニウムや真鍮、銅でできたくぎを子どもたちに提供し、「くぎ」が磁石につくのではなく、「くぎ」の中の「鉄」、つまり「金属」の中でも「鉄」に磁石がつくことを自分の目で確かめさせる実験を行っていることも、子どもの「素朴概念」をゆさぶる教材の考案として注目したい。

子どもたちは、電気の学習を通じて「金属は電気を通す」ということの意味を定着させている。「伝導性」という金属の性質を生かして、「もの」の仲間分けをしていくことができるようになっていく。しかし、「電気」と「磁石」という操作性の違いは、「もの」の仲間分けの境界線のちがいとなって現れる。つまり、「電気」では「金属／非金属」のちがいを知ることができるが、「磁石」では（少なくとも小学校段階の子どもたちが目にする「金属」の中では）「鉄／非鉄」のちがいを知ることになる。この操作性のちがいを、「もの」の見分けの際に使いこなしていく認識ツールとして子どもが獲得していくまでには、「金属」の中の「鉄」という見方を確かなものにしてやる必要がある。子どもの中では「金属＝鉄」というイメージが非常に強いことを、授業の中でもひんばんに目にした。「金属」という名前がつくものは、「電気」も通すし、「磁石」にもつくと考えてしまうのである。

こうした子どもの考え方の特徴をとらえ、野村は「金属バットは電気を通すか」、そして「金属バットは磁石につくか」という問題を連続して提示した。これは、当初の指導計画の中には予定されていなかった教材と問題群であり、単元が進むにつれても、まだなお強固に残る「金属＝鉄」という子どものイメージをゆさぶるために取り入れた、子どもにとって身近な教材であった。「金属」ということばに着目させながら、「金属」と「鉄」との包含関係を意識させるために、野村は「見えないところの鉄さがし」を子どもたちに徹底的に取り組ませようとしたのである。これに対して、子どもたちは「金属」という名前がついても、磁石につかないものがあり、これまでの学習場面では、常に問題解決の際のベースとして機能させてきた考え方——「金属だから磁石につく」という発想——に矛盾を感じ始めることとなった。これは、子どもたちの目が次第に「金属」の中の「鉄」へ向けられていく上での転機となる問題場面となった。子どもにとってより身近なものであるからこそ、それまでの強固なイメージによって支えられていた予想（素朴概念）を覆すインパクトをもつだけに、この教材は、子どもたちに、「金属」の中の「鉄」をより明確に意識させ、以降につづく問題解決の際に「磁石は鉄につく」という原理を使いこなすためのワンステップとして機能していくのではないだろうか。

3. 単元「磁石」導入時にみる授業展開

——子どもと自然科学との出会いをドラマティックに創出するために——

(1) 授業方法としての「ちがいがし」（比較・分類）と「鉄さがし」

単元「磁石」の第1次一①（2001年2月17日3校時）は、教師が子どもたちにはじめて「磁石」と出会わせる場面である。野村は「私はだれでしょう」クイズをはじめた [以下の授業場面は、実際のビデオ記録を紙面の都合上、若干要約している]。

教師：「私はだれでしょう。私はダンボールを組み立てるときに使います。」
子どもたち：セロテープ？……（口々に）ガムテープだ！
教師：正解です。ガムテープはこうやってくっきますね（と言いながら、黒板にガムテープをちぎって貼り付ける）
教師：では、次。私はだれでしょう。私は植物です。私は秋に実になります。私の表面はカギ状になっています。
子どもたち：（口々に）おなもみだ！
教師：あたりー、そうです。おなもみは、こうやってくっきますね（と言いながら、黒板に下げたぞうきんをめがけて、おなもみの実を投げ、くっつける）
教師：では、最後です。私はだれでしょう（と言って、紙袋とビニール袋で二重に包まれたドーナツ型磁石を子どもたちの前に登場させ、子どもを数名ずつ指名して、袋の中に手を入れてさぐらせ、当てさせる）
子どもたち：わかんないよ。何これ？鉄でできた輪っか？……磁石だ！
教師：そうです。磁石です。よくわかったね。
教師：さて、この3つ、ガムテープも、おなもみの実も、磁石も、全部…。

子ども：くつつくー！

教師：そうだね。全部これは「くつつく」ね。じゃあ、全部「くつつく」で同じなんだけど、ちがうところはないかな。

このやりとりからもわかるように、教師は子どもに「くつつく」を共通項として意識させながらも、3つの「もの」の「ちがい」に目を向けさせていくのである。教材の登場のさせ方も、「もの」の性質や特徴から実物を連想させる「私はだれでしょう」クイズを巧みに使うなどして、子どもの好奇心を刺激しており、実際、子どもたちも身をのり出して、教師の問いかけに耳を傾け、思考をめぐらせている様子が大変印象的であった。

野村によれば、単元の導入時から対象に直接的に働きかけていく学習活動を展開する上では、「比較（弁別）」による「分類」の手法を、「使える・使いこなせる」技術として、子どもたちの身につけさせたいという。つまり、「もの」の性質を見きわめていく力を育てるために、子ども自身に「ちがい」を「発見」させることによって、授業を組織化するのである。小学校3年生という発達段階を考慮して、「比較」の際には、3つの事例を準備する必要があるという。たった1つの事例を提示しただけで「もの」の性質をとらえさせるのであっては、子どもたちの認識は「よろめく足つきで危なっかしく綱渡りをしているようなもの」であり、状況が変わって新たな問題場面が構成されたときにも「使える」技術として適用していくことは困難になるからである。3つの事例を通して「比較」し、共通点と相違点を見つけ出すことによって、ようやく対象理解の手がかりを得ることができるという。本実践では、3つの事例を提示するにあたって、子どもの認識の揺れ動きを大切にしながら、着目させたい「ちがい」に目を向けさせていく方向で行われており、指導論上、示唆に富む導入である。

また、子どもたちに「もの」の仲間わけをさせるにあたっては、子どもの発想を大切に、出された予想に寄り添って、教師の側で分類の基準を押しつけないことが重要であることを野村の実践は提起している。それは、単元「磁石」の第1次一③（2001年2月20日3・4校時）の、家庭科室での「くつつくものさがし」の授業場面でのことである。教師は各班の子どもたちに「1人3種類の台所用具を選んできてごらん」と声をかけ、「磁石にくつつける」という操作を介して、選んできた「もの」をいくつかのグループにわけよう指示した。すると、ほとんどの子どもたちが「くつつく」ものと「くつつかない」ものの2つに分類していた中で、一人の子どもが「先生、3つにわけたらあかんの？」と問いかけたのである。野村は、「おお、3つにわけてもいいぞ。その代わりに、3つにわけるときの理由もあわせて聴かせてよ」と補足したのである。その子どもは、「くつつく」もの、「くつつくところとくつつかないところがある」もの、「くつつかない」ものの3種類に分類していた。

同様の場面が、第1次一②（2001年2月17日4校時）の「硬貨の磁石しらべ」でも見られた。教師が、「今配った硬貨は、磁石にくつつくかな。くつつかないかな。それとも、くつつくとく

つかないの両方ってという意見もあるかもしれないね」と子どもたちに実験結果を予想させた場面である。この場面について野村は、次のように語った。「実験結果を二者択一の問題にしてしまうと、理由がそれほど綿密に推論できていないような段階では、単なる当てものに陥ってしまって、子どもたちに意識的に予想させることが難しくなる。したがって、○か×かという選択肢だけでなく、もう一つの考え方、つまり両方あり得るという第3の選択肢を準備しておいてやることで、子どもたちの多様な考え方を受け止めることができるのです」。

子どもたちも、この「第3の選択肢——どっちもあり得る」があることで、自分の考えを○か×かのどちらかに決定せざるを得ない状況に追い込まれることなく、3年生らしい自由な発想を表現できるようになった。たとえ、実験結果に対する予想の根拠が弱いものであっても、自分なりに考えてみたことをありのままに表現し、その妥当性を、子どもが自分で実際に実験で確かめることが重要であって、まちがっていたとしても、それがより深い理解につながっていくためのステップであることを、野村は指導上明確に意識している。小学校3年生では、まだ経験的にも「予想」すること自体に十分に慣れていないこともあって、無理にはさせないものの、子どもの思考過程には「自分なり」の理由づけや意味づけがあり、それらは小さいながらも子どもから発せられる「つぶやき」に反映されることから、野村は、そうした小さな「つぶやき」から広がる授業づくりを大切にしているのである。

ここで注目すべきは、実験結果を予想させた後の討論を無理に行ったりはしないという点である。子どもたちに予想した結果について討論させるには、それに耐え得るだけの思考のベースが必要となってくる。無理に討論をさせて、結局二者択一の選択肢に帰着させてしまったり、討論を空中戦にしてしまったりは、子どもの自由な発想を狭めてしまうことになる。したがって、予想について討論をさせる場合は、提示した問題の性質、子どもの思考の様子を的確にとらえ、指導論上、バリエーションをもたせていくことも重要である。

(2)「意外性」による「驚き」の「質」を追究する授業展開

野村は、子どもたちに「磁石」のおもしろさ、魅力をからだ丸ごとで感じさせたいというねがいから、子ども一人ひとりに実物を触らせ、おとなしい子どもにも丁寧に時間をとって全員が「経験」を共有することを大切にしている。時間の制約はあるものの、「もの」の性質に関する学習の導入場面では、子どもと教材との出会いの場をいかにドラマティックに創出するかによって、それ以降の子どもの学び方、わかり方が大きく左右されることになるという点が教師に自覚されているのは興味深い。

ただし、ここで注意すべき点は、子どもに新しい教材を提示する場合、単に子どもをあっと思わせるだけの「びっくりショー」的な方法になってしまったりは、インパクトの強さばかりが残るだけで、教師の「しかけ」の意図が発揮されないままに終わってしまうということである。野村自身もその点に関してはかなり慎重に配慮しており、「意外性」だけを追求したような子どもと

対象との出会わせ方であっても、その対象に潜む科学的な「ふしぎ」、子どもたちに追究させていきたいしぐみにまで視点を及ぼせることはできず、「なんでそうなるの?」という問いが発せられたとしても、単なる当てもので終わってしまうという。そうした教材提示は、〈子どもの認識の順序性〉だけでなく、〈教育内容の系統性〉までも崩してしまうことになりかねない。単に感性に訴えるだけでなく、自然現象の「ふしぎ」を確かな認識の入り口として、発達段階に即して位置づけていくためには、子どもが感じる「おもしろさ」の「質」にこだわり、どのようなレベルでそうした「おもしろさ」を体験させていくかが重要な視点となってくる。「珍しい教材ばかりが登場するのであれば、楽しいばかりで、後には何も残らない。派手な打ち上げ花火を一つあげるのではなく、驚きの中にも、『ふしぎだなあ。なんでそうなるのだろうか?』という子ども自身の問い」の立ち上げに導くような窓口が内包された、質の高い「驚き」を「しかけ」していく必要があると野村は語る。

単元が進むにつれて、新しい問題場面と次々に遭遇するとき、子どもはそれまでに自らが経験した事柄をもとに推論する。インパクトの強い「もの」との出会いは、それ以降につづく学習での「わかり方」を子ども自身が軌道修正する場合の「羅針盤」となるものである。教師は決して「わかり方」を強制するのではなく、子どもの学びをどう組織していくことができるかということに常に悩みながら、子ども自身に「目には見えないものを見抜いていく力」、「隠されているものに着目していく力」を育てるための「しかけ」を、特に子どもにとって印象に残る単元の導入場面で仕組んでいるのである。

こうした「驚き」「意外性」を、子どもたち自身による学びのふり返りのために、後々にまで鮮明に残るものとして位置づけていくために、野村は、子ども自身のことばでの文章と、図や絵を使っての表現を大切にしている。たとえば、磁石の同極同士がしりぞけ合うさまを見て喜ぶ子どもが「磁石がいやいやしてる!」とつぶやいたとき、野村は「いい表現だね。磁石の様子をうまくあらわしていて、とってもいいよ」と、子どもの「つぶやき」に寄り添った。子どもが、見たままのイメージをもとに表現したことばを無理に教師が言いかえることなく、ありのままの表現をくみとってやることで、より一層子どもの「つぶやき」が豊かに発せられるような教室の雰囲気も創り出しているのである。また、図や絵での表現も、描画技法の巧拙を問うのとは違って、子ども自身が印象に残る場面や、わかったこと、もののしぐみなどを感じたままに描かせる指導を重視しており、こうした指導の積み重ねによって子ども一人ひとりの「わかり方」、それぞれの学びを保障しているのである。

まとめ ——子どもの直接経験と教師の指導性の関係——

今回、小学校3年生の子どもたちが「磁石」そのものの魅力にひかれて、教師が授業過程に仕組んだ「しかけ」に目を輝かせながら直接体験をもとに自由な発想をめぐらせて、「金属」学習

の一環としての「磁石」学習に取り組んでいる姿から、多くのことを学んだ。教師は子どもに達成させたい到達目標を明確に設定し、その目標分析のもとに教育内容を選定し、子どもの興味を最大限に引き出す教材を選び出すという一連の授業構想によって、子どもの「わかり方」の多様性を生かした一人ひとりの「学び」を豊かに創り出すための徹底した「土台」づくりに取り組んでいることを知ることができた。

子どもの発達特性に即して一人ひとりの「わかり方」を充実させるための綿密な教材研究と、「計画性」と「柔軟性」を兼ね備えた授業構想は、子どもの直接経験による学習場面が増えれば増えるほど、教師にとって重要なバックボーンとなる。「意外性」のある教材との出会い、「素朴概念」をゆさぶられる「驚き」を介して、子どもの主体的な学習活動の意義をより一層深めるためには、教師の指導性が非常に重要な位置を占めること、そうした教師の指導性が十分に発揮されてこそ、子どもが自らの活動を通じて、自然の「ふしぎ」や「もの」世界の「ことわり」に触れることができるということが、本実践の分析によって明らかになった。授業中の子どもの「つぶやき」や、思いがけない発想、「行きつ戻りつ」の認識をくり返す子どものありようを敏感にとらえ、その場その場ですくい上げて授業を組織し、学級全体の学習活動に生かしていくことを可能にするのは、教師による瞬時の実践的判断と単元全体を通しての授業事実のふり返りである。的確な子どもの実態把握と、綿密な教育内容・教材研究に支えられた指導技術の実践により、教師は子どもの「学び」の経験の質をより一層高める取り組みに挑みつづける。その努力の結晶として、「授業」は、子どもたちが自らの「学び」を豊かに意味づけることのできる場として創造されていくのである。

《謝辞》

本論文における調査及び事例研究にご協力いただいた京都府下公立小学校の奥西尚子校長先生、実践者の野村治先生をはじめ、学校の職員のみなさま、そして子どもたちに、この場を借りて、厚く御礼申し上げます。

《註》

- (1) 同様の問題意識で研究したものとして、拙稿(2000)「子どもの『素朴概念』と理科の教育内容」グループ・ディダクティカ編『学びのためのカリキュラム論』勁草書房、がある。
- (2) 文部省(1998)『小学校学習指導要領』(平成10年12月)大蔵省印刷局、50頁。
- (3) 森脇健夫(1990)「生活科教育への批判と創造」大阪教育文化センター編『子どもを伸ばす生活科に——わたしたちの批判と創造——』大阪教育文化センター、21-24頁。
- (4) 森脇健夫(1990)「生活科への一つの提案——『モノ』と『モノに関わる活動』を軸に——」大阪教育文化センター編、同上書、78-80頁。
- (5) 「アナロジー」については、拙稿(2000)前掲書の127-130頁を参照されたい。

- (6) 安西祐一郎 (1985)『問題解決の心理学——人間の時代への発想』中央公論社、96頁。
- (7) 同上 (1985)、222-223頁。
- (8) 丸本喜一 (1985)『小学校 理科教育法』図書文化社、252頁。
- (9) 井上康子 (1998)「実践記録 音と楽器 (小3)」科学教育研究協議会編『理科教室』517、(1998年5月)号、34-39頁。
- (10) 輪ゴム琴、輪ゴムギターは、発砲スチロールのトレイに輪ゴムをつけ、輪ゴムとトレイの間にわりばしをはさんでつくったものを指す。
- (11) 野村治 (1995)『かがくをやさしく 理科小学校3年生 金属と電気・磁石』フォーラムA。
- (12) 同上 (1995)、40-41頁。
- (13) 同上 (1995)、2-3頁。

《参考文献》

- ・佐桑寛司 (1998)「モノにはたらきかける活動を豊かに」、佐久間徹 (1998)「ものづくりと技術の獲得」<特集：生活科10年これまでとこれから>科学教育研究協議会編『理科教室』513 (1998年1月)号、18-21.22-25頁。
- ・玉田泰太郎 (2000)「理科授業づくりと実験」<特集2：私の授業で何のために実験をするか>科学教育研究協議会編『理科教室』552 (2000年12月)号、40-47頁。
- ・河野太郎 (2001)「磁石 (小学校・実践記録)」<特集：磁石で学ぶ 磁石を学ぶ>科学教育研究協議会編『理科教室』554 (2001年2月)号、17-22頁。

(博士後期課程2年)