

## つながりの中で「わたしたちの科学」をつくりだす理科学習

---

---

### 1 本校理科部における研究の経緯

本校理科部では、昨年度から、『わたしたちの科学』をつくりだすことをテーマとして、自らの科学的な見方や考え方をもとにし、科学的な知識を身につけることのできる理科学習のあり方を探ってきた。ここで言う「わたしたちの科学」とは、「教室の中で、子ども一人一人が最善と考える方法で確かめ、得られた結果を相互交流を通して検討し、納得のできる結論を見いだす状況」のことである。

そして、理科学習における「学ぶこと」を、「科学的な手続きを踏んで、新しい科学的な知識をつくりだすための方法と態度」「科学的な知識を既有知識や生活経験と結びつけながら、自分の知識体系の中に取り込むこと」とした。そのために教師が「教えること」を、「根拠となる事実や考え方を、目に見えるようにすること」「日常知を更新するような事実に出会わせること」「図鑑や教科書などに書かれた知識を問い直すこと」「一般の科学の考え方につなげること」の四点として、実践を行ってきた。具体的には、単元の学習にテーマ性をもたせながら、ものづくりや実験・観察を活動の中心に位置づけるとともに、その中で分かったことを描画法やコンセプトマップを用いて表現するようにしたのである。そして、活動中の気づきや実験の結果をもとに相互交流を行うことで、多様な事象や意見を自分の経験や活動と関連づけて考えることができた。

その一方で、子どもの中で、自分と友達の意見や考察のつながりや、事象と事象のつながりが薄いため、事象ごとの結論を出すにとどまっている様子も見られた。つまり、それらを総合的に判断してつくりだされる科学的な知識を導き出すところまでは至っていないのである。

そこで、本年度は、テーマを「つながりの中で『わたしたちの科学』をつくりだす理科学習」と設定した。これまでの実践を通して、不十分であった異なる意見や事象間の「つながり」を重視するのである。そして、この「つながり」の中から新たな「教えること」を見出し、その内容を明らかにする。さらに、そうすることにより、子どもの「学ぶこと」を見つめ直し、抽象的な部分をより具体的にとらえるようにしていくことにした。

### 2 理科学習における「つながり」とは

理科学習における「つながり」を考えたとき、「子どもと自然事象」「子どもと子ども」「子どもと科学の世界」という3つのつながりがあると考えられる。なぜなら、「自然事象」「子ども」「科学の世界」は、理

科学習における「人・もの・こと」であり、子どもとこれらの三つが互いに影響し合うことによって、「わたしたちの科学」がつくりだされると考えるからである。

ここでは、それぞれの「つながり」がどのようなものかについて述べることにする。

### (1) 子どもと自然事象のつながり

自分たちの知らない自然事象に出会ったとき、子どもたちは驚いたり、疑問をもったりする。その驚きや疑問を起点にして、子どもは、自分のこれまでの経験や日常知、理科の学習で身につけてきた学校知を活用して、目の前で起こった出来事や事象の原因を探ろうとする。その中で、自分なりに予想を立てて実験に何度も取り組んだり、何度も観察しに行ったりする。そのとき、新たな疑問を発見したり、またその原因を考えたりするであろう。その繰り返しの中で得た結果から、自分なりの考察を導き出すのである。つまり、「不思議を探ろう」「変化の原因をはっきりさせよう」とする中で、子どもは思考し、自分なりの考察をもつのである。

このように、自然事象に出会うことから考察をもつまでの活動や、その中で起こる一連の思考の流れを「子どもと自然事象のつながり」と考える。

### (2) 子どもと子どものつながり

自然事象とつながることによって、子どもは、出会った自然事象についての多様な考察をもつ。それらは、自然事象の一面をとらえたものである。その一方で、理科学習においては、自然事象を多面的に捉え、総合的な考察を導き出すことも必要とされている。

このような総合的な考察を導き出すためには、学級内での相互交流が不可欠であると考えた。相互交流の中で考察相互の共通点を見つけたり、相違点から真実を追究したりしながら内容を高め、集団の中で認められた総合的な考察を導き出すのである。そのためには、全ての子どもが、安心して自分の意見を言うことができ、肯定的にその意見を聞けるような子ども同士の関係ができていることが必要である。なぜなら、肯定的に聞いてくれるという安心感は、もっと議論に参加しようとする意欲につながるからである。

このように、個人の考察から総合的な考察を導き出すために、相互交流を行うことやその環境を作ること「子どもと子どものつながり」と考える。

### (3) 子どもと科学の世界とのつながり

これまでに見てきたような、子どもの、「個人の中で自然事象とつながり、その個人同士が集団の中でつながり、そこで共通に認識された総合的な考察が導き出される」という過程は、科学者の「新しい発見をし、それが他の科学者たちの中で認められる過程」と同じである。子どもは、自然事象と出会ってから集団の中で認められた総合的な考察を導き出すまでの様子をふり返って全体をとらえたとき、それが科学者や科学者共同体が新しい科学的知識をつくり出す過程と似ていることに気づくであろう。その時、子どもは、有名な科学者と自分の学びが同じであったり、科学という文化の中の科学者共同体に参画していたりすることを意外に思ったり、驚いたりするのである。そのことが、子どもの理科を学ぶ意識を高め、学

ぶ意義を感じることにつながる。そして、理科を楽しい、おもしろいと感じるに違いない。

このように、子どもが、自分の学びと科学の世界とのつながりに気づき、理科を学ぶ意義や理科のおもしろさや楽しさを感じるようになることを「子どもと科学の世界とのつながり」と考えるのである。

### 3 つながりの中で「わたしたちの科学」をつくりだす

上述のように、理科学習における「つながり」をとらえたとき、「つながりの中で『わたしたちの科学』をつくりだす理科学習」において、教師が「教えること」と子どもが「学ぶこと」とは、どのようなものなのか。ここでは、その内容について説明する。

#### (1) 教師の「教えること」とは

##### ○学ぶ意義を感じながら理科学習に取り組める状況を作る。

子どもが、学ぶ意義を感じながら理科学習に取り組むためには、教師が決めた内容に従って活動に取り組むのではなく、自分のもっている日常知と関連させながら「知りたい、わかりたい」と思う内容を追究する方がよい。このような学習を進める方法として、地図型学習 (map learning) を取り入れる。

地図型学習では、まず、教師がテーマ的な話題を紹介する。次に、その中から、子どもがエキスパートになろうとするトピックのある領域を選んで研究する。そして、その理解を作品に表し、発表するのである。地図型学習を用いることのよさは、二つある。一つは、研究の成果を表現することが出口となるために、見通しをもって学習を進めることができることである。成果を示すために、「何を知らないといけないのか」「そのためにどうすればよいのか」、といった追究するための道筋を一人一人が明らかにできるのである。もう一つは、くわしく学習する必然性が生まれることである。エキスパートになるということは、その領域について詳しく知っていて、周りの人を納得させる説明もできるということである。そのためには、出会った自然事象について、多くのデータを集めるために実験や観察を行ったり、結果から考察を導き出したりして、その領域を追究していく。それは、自分が選んだ領域をくわしく学習する必然性を生んでいるのである。

このように、見たとき、地図型学習での子どもの姿は、ある分野を専門的に研究している「科学者」であるといえる。つまり、地図型学習を取り入れることで、「科学の世界とのつながり」ができ、そこから子どもは、学ぶ意義を感じると考えるのである。

##### ○自由な試行を大切にす

地図型学習の流れを考えたとき、子どもがエキスパートになりたいと考える領域は様々である。そのためのアプローチの仕方も、子どもによって違う。このようなとき、研究内容に見合った実験や観察を自由に試行させることが重要になる。

これまでの理科学習では、子どもが見つけた課題を解決するために、教科書に載っている実験に取り組んだり、教師が用意した道具を用いて実験していたりすることが多く見られた。これでは、教師の教えた

い学習内容に合わせられ、子どもが本当に知りたいと思う内容とずれてしまう。また、限られた範囲の自然事象としか出会えないため、考察の多様さもなくなる。

しかし、自由な試行では、子どもは、たくさんの自然事象と出会うことができる。そこで起こる現象を見て日常知をもとに理由を考えたり、疑問に思ったことを自分なりの方法で解決したりしようとするであろう。そして、自分なりの考察をもつようになるのである。つまり、自由な試行によって、「子どもと自然事象のつながり」ができると考えるのである。

### ○学習活動の場を工夫する

上述のような方法で学習を進めるとき、それぞれの学習活動が効果的に機能するような場をつくる工夫が必要である。具体的には、「学習形態の工夫」と「科学ならではの文化的設定」という二点を考える。

「学習形態の工夫」とは、学習形態を学習活動の内容に合わせて意図的に組み込むことである。また、「科学ならではの文化的設定」とは、「〇〇博士になる」「学会で発表する」「〇〇の不思議展をひらく」といった科学の世界を意識した活動を単元の出口に設定することである。

五年生の「生命のつながりを研究しよう～種子編～」では、「発芽の不思議学」という学問を仮に設定し、単元の出口を「発芽の不思議学会」で発表することとした。課題を追究する時には個人や同じ課題の子ども同士で、一時間の活動をふり返る時には、違う課題に取り組む子どもで構成するグループで、というように場面や活動内容によって学習形態を意図的に変えた。それによって、自分なりの方法で追究できたり、周りの子の多様な考えにふれて自分の実験に生かしたりすることができた。

そして、「発芽の不思議学会」において追究を通して得た考察を学級全体の中で発表し、意見交流をする機会をもった。この意見交流によって、「発芽には水は必要だが、その量は種子によって違う」、「肥料はあってもなくても発芽する」といった学級全体で認められた考察を導き出すことができた。

この実践から、学習活動の場を工夫することで、上述の三つの「つながり」ができると考えるのである。

### (2) 子どもの「学ぶこと」とは

以上のように、教師の「教えること」ととらえたとき、子どもが理科学習において「学ぶこと」は、科学者や科学者共同体の営みを模倣、追体験することを通して、「科学」という文化を学ぶことであるといえることができる。具体的には、「実験・観察の方法」「科学的思考」「コンセンサスを得るための方略」という三つであると考えられる。これら三つの「学ぶこと」を、次頁の表1に記すとともに、五年生の「水溶液の不思議展へようこそ」の実践から具体を述べることにする。

### ○「実験・観察の方法」を学ぶ

「砂糖は、水にどのくらい溶けるか」を研究している子どもが、ビーカーの水の量を一定にして、入れる砂糖の量を変えたり、入れる砂糖の量を一定にしてビーカーの水の量を変えたりして実験していた。その結果、砂糖はいくらでも水に溶ける、という結論を導き出した。しかし、周りにいた子から、水の量が一定の時と砂糖の量が一定の時と条件が二つあることを指摘されたので、それぞれを分けて実験した。そ

して、砂糖が水にどのくらい溶けるか、についての自分なりの考察を導き出したのである。このとき、自分なりの考察を導き出すために「条件制御」という実験や観察の方法を学んだのである。

表1 子どもの「学ぶこと」と具体的な内容

子どもの「学ぶこと」	「学ぶこと」の具体的な内容
実験・観察の方法	「条件制御」や「条件統一」「対照実験」といった、実験・観察の方法。これらは、科学特有の方法であり、科学とつながることによって実感を伴って学ぶことができる。
科学的な思考・思考の方法	テーマを決めて自由に試行することから結論を導き出すまでの過程で行われる科学的な思考と、科学的な思考を行うために行う「事象の予測」や、「データや事実の分析」、「日常知とつなげる」といった方法である。
コンセンサスを 得るための方略	取り組んだ内容を絵や図を使って説明したり、表やグラフを用いながら数値化したりして、より客観性の高い発表を行うこと。その中には、「たとえを用いる」といった表現の仕方や「順序立てて話す」といった話し方も含まれる。

### ○「科学的な思考・思考方法」を学ぶ

「水に食塩・砂糖・ミョウバンを溶かすと、どれが一番よく溶けるか」を研究している子どもは、水の量を三種類用意してそれぞれに、三種類の溶質を葉さじで同じ量ずつ入れて溶かし、その結果を比べていた。そのとき、予想と違う結果になったので、溶質を葉さじで入れるのではなく、電子天秤を用いて溶質をより正確に量り取り、同じ実験を行った。結果は、一回目と同じになり、自分の予想が違ったことに気づいた。そして、その結果を比較し「砂糖が最もよく溶ける」という結論に達した。

一連の活動の中で、「正しく比べるために三種類の溶質を同量溶かす」、「入れた溶質の量を比べる」「料理作りで失敗した経験から、電子天秤に変える」といった方法を用いて、「溶ける量が一番多かった砂糖が水によく溶ける。」という考察を導き出した。こういった活動の中で子どもは、科学的な思考を行っているのである。

### ○「コンセンサスを得るための方略」を学ぶ

単元の終わりに、子どもは、「水溶液の不思議展」で自分が取り組んだ成果について発表をした。

発表に向けて絵や図、実験の結果を数値化して表にまとめたりした資料をつくったり、発表の順番を考えたりして、相手によりよく伝えるための方法を検討していた。そして、自分の考えた方法で話す練習をしたり、周りの子に聞いてもらって意見をもらったりしていた。

このように、発表を単元の出口に設定することで、子どもは聞いている人を納得させ、発表内容が集団の中でコンセンサスを得られるようにするのである。「科学ならではの文化的設定」や集団での相互交流の場の設定によって、コンセンサスを得る必然性が生まれ、子どもはその方略を学ぶのである。

以上のように「学ぶこと」を述べてきたが、それぞれを「学ぶため」には、子どもの活動だけで学べるわけではない。(1)で述べた教師の「教えること」に加えて、教師が子どもの「学び」に意味づけや価値づけを積極的に行い、子どもの「学び」を促進させることも必要である (伊田 隆, 藤本 将宏)