

V 自ら科学する楽しみ

これまで、自然探究の科学としての理科の楽しみについて5つの項に分けて述べてきた。最後に、科学する心をどのように育てていけばよいのかについて、考えてみたい。

1 「これなあに？」を育てる

ことばの数が増え、親や周りの人たちとの会話が成立するようになったとき、子どもたちが連発するのが、「これなあに」である。

この質問は形を変えて、親や周りの人たちに迫ってくる。それが、「どうして」であり、「なぜなの」である。こうした言葉の発現は、身の回りの事物を観察の対象としてとらえ、これについての知識を求める子どもへの成長を意味している。

この質問には、親や周りの人たちから、分かりやすい答えが与えられる。こうして、自分の疑問に対する答えが得られる快い体験をしたことは、自分が興味をもつ対象を、身の回りのものにとどめないで、もっともっと広いものとしていく原動力となり、より深く観察し、ありのままの姿を受容しようとする力を高めていく。

「子どもというものはこんなものだ」

そう私たちは考えていた。

しかし、この考えは間違っていたのでは…と思われることがある。少なくとも最近の子どもに関しては。すなわち

「〇〇くん、これ知ってる？」

という質問に対して、返ってくる答えの多くは、

「知ってるよ。テレビで見たもの」

「絵本にかいてあった。知ってるよ」

であり、

「○○ちゃん、こんな花が咲いているよ。きれいね」

という話しかけにも積極的な働きかけをしては来ないのである。

晴れた日は、山の中を駆けめぐり、季節の果物を見つけ、これを村の子どもの共有財産として大切に扱い、その中で多くの発見をし、これを語りつぎ、知識を広げていった子ども。こんな子どもはいったいどこに行ってしまったのか。

でも、そんな子どもばかりではない。中には、自然のとりこになってしまって、毎年、「今年はどんなことについて研究しようか」と早い時期から課題を見つけ、それに取り組んでいる子どももいるのである。

2 サワガニ博士の誕生

毎年のように日本学生科学賞奈良県審査に優秀な作品を出してくる子どもの中に、吉野町立国栖小学校の林めぐみちゃん・あゆみちゃん姉妹がいた。夏休みが終わると、彼女たちは次の年の夏に研究する課題発見に取り組み始めるという。庭の草引きをしたとき、洗濯の手伝いをしたとき、冷蔵庫の中をのぞいたとき、そんな生活の場が科学研究のきっかけを生み出している。

林あゆみちゃんの研究「サワガニ」は昭和 57 年度の日本学生科学賞奈良県審査で知事賞を受け、学習研究社発行の「2年の科学」昭和 58 年 7 月号に紹介された。この研究には、「科学する心」が具体的に表れている。

彼女の研究は、裏庭でたくさんのカニを見つけ、それを採って帰ったことから始まる。そして、カニとカニが住んでいるところを詳しく観察し、独創的な実験をしている。採ったカニの数や、その様子につ

いては次のように書いている。

わたしがカニの数を数えてみると、子どもをかかえているカニもいて 65 ひきでした。

「がさがさがさがそ」と歩いているカニを見ていて『あっ』と気がつきました。大発見と思いました。それは、カニのつめの大きいのが右だとばかり思っていたのに左のつめのほうが大きいのもいるのです。だから、わけてしらべてみました。

また、お母さんガニと子どものカニについては、こう書いている。

「おかあさんガニが、つめのさきを土につけて、たかくおなかをうかしてあるいています。おなかの赤ちゃんが、こすれるからだなあ」

と思います。次に「なんびき赤ちゃんをだっこしているのかな」しらべました。

大きいカニは 38 ひき

小さいカニは 41 ひき

もう一つの小さいカニは 45 ひき

「大きなのが、お母さんガニと思っていたのに、からだ小さくても、おなかに赤ちゃんをだっこしているのです。人間と同じように親ガニでも、大きいカニも小さいカニもいることが分かりました。うちのお母さんは、あんまり大きくありません」

彼女の研究は、まだまだ続く。なにしろ 4 つ切りの画用紙が 20 枚以上にもなるのであるから。彼女をこんな研究に駆り立てる原動力となっているのは、自然とかかわり、自然の面白さを体験し、自ら科学

する楽しみを十分に味わったことによるのであろう。次の研究にも、そうした彼女の心情が表れているように思う。

では、最後にもう1つ「カニは横にしか歩けないのかなあ」という研究を見ていただきたい。

たらいに入れてあるカニは、まい日ぐるぐるまわってばかりいます。右にまわるのも、左にまわるのもいます。ぶつかるとなかまのせなかの上をのぼっていきます。

わたしが、まっすぐ歩こうと思っても歩けないのは、ぐるぐるまわって目がまわったときです。わたしは、カニさんをバケツに入れてぐるぐるまわしてはなしてみました。すると前に歩きました。目がまわって歩



いているのです。わたしは「やったあ。人間のはんたいや」といいました。

限られたページ数の中で、彼女のレポートのいくつかを紹介したのは、子どもが自然の事象にかかわり、それに疑問をもち、それに働きかけ、何かをつかみとっていく、それがきっかけとなって、次々に発展していく過程がこのレポートに見られるからである。

私は、カニが目をまわしたときの行動を知らないし、カニがどのくらいの重さのものを引きずっていくことができるのか知らない。しかし、彼女は知っているのである。いや知っているというより、自らの力でこれを見いだしてきたのである。そういう意味で、彼女は「サワガニ博士」なのである。

このようなレポートは彼女の研究に限らない。数百点の研究のほとんどが、このように自然と取り組んできたことのまとめなのである。このことは、毎年奈良県で、数百人の科学者が誕生し、それぞれ「アサガオ博士」や「氷の研究者」になり「橋の技術者」になっていることを意味している。

ただ、覚えるだけでは、進歩がない。知識の量であれば、百科事典のほうが上であろう。もっともっと、気づく力、考える力、発見する力を大切にしたいと思うのである。

3 ダム湖の赤潮を探る小学生

次に学校教育の中での取り組みを紹介しよう。「忙しい」「過密である」といった声が聞かれる昨今の学校であるが、まだまだ、学習を発展させたり、わずかなゆとりの時間を使って、ユニークな取り組みをしている学校や子どもたちがいる。

その1つが、吉野郡十津川村立二村小学校の城内史郎先生と子どもたちとの取り組みで、この研究報告書には次のように書かれている。

子どもと自然との付き合いは、これまではごく普通に行われてきました。そして、子どもたちは、その付き合いの中で自然を見つめたり、考えたりする態度を養ってきました。

しかし、最近の子どもの様子を見ると、遊んだり勉強したりすることが殆ど人工的なものに置き換えられてしまったようで、身近な自然をとおして自然を認識するといったことがなくなってきたように思います。

こんな子どもたちですが、本村にある4つの大きなダムに、最近赤潮が発生して湖の美観を損ねていることから、これらに目を向けてきたようです。

子どもたちは、両親やおじいさん、おばあさんから、ダムができたころには、こうしたことがなかったと聞き、水中の生物の学習をきっかけとして取り組んでみたいと考えたようです。

子どもたちは、これから何について調べるかを5・6年生全員で話し合っている。これは、複式の学校ではないが、小規模校の特性を生かして複数学年による取り組みが行われたもので、調査項目には次のようなことをあげている。

- ① 赤潮はどんな場所に発生するか。
- ② 赤潮の正体は何か。
- ③ 赤潮にはどんな性質があるか。
- ④ ダムにはどんなプランクトンがいるか。
- ⑤ 他のダムや池のプランクトンと同じか、どう違っているか。

これらの項目については、週1回、放課後を利用して、ダムを回って調べたほか、夏休みなども利用して研究を進めている。

このようにして調べた結果を要約すると、次のようになる。

(1) 赤潮の発生する場所

地図上で赤潮の発生したところを鉛筆で塗りつぶして、どの辺りによく発生するかを調べました。その結果、いままで、場所を選ばず発生すると思われていましたが、よく発生する場所と発生しにくい場所のあることが分かりました。ダム湖を図1（省略）のようにA～Fまでの水域に分けてみると、A、B、E、Fにはよく発生して、C、Dにはあまり発生しませんでした。このことから、子どもたちは、次のようなことを考えました。

- ① BもEもFも川が流れこんでいる場所である。川から赤潮の発生しやすいものが流れこんでいるのではないだろうか。
- ② 発生した場所に流木が浮いていたので、水の流れのゆるやかなところではないだろうか。
- ③ ダムに流れこんだ水が、底にたまった赤潮の栄養をまきあげているのではないだろうか。
- ④ 風が強く吹かない場所ではないだろうか。
- ⑤ 赤潮を食べる生物が少ないのではないだろうか。
- ⑥ 赤潮が発生するのにちょうどよい水温になっているのではないだろうか。

(2) 赤潮の正体と性質

顕微鏡とプランクトンネットをもって、風屋ダムに出かけました。初めのうちは、なかなかうまくプランクトンネットをひくことができませんでしたが、何回か行っているうちに少しずつ上手になってきま

した。採集したプランクトンを早速顕微鏡で見ると、図2（省略）のようなものがたくさん見られました。子どもたちには、予めプランクトンのプリントを渡しておいたので、そのプリントから赤潮の正体がウズオビムシはあることがすぐに分かったようでした。（子どもたちによるウズオビムシの走光性などについての調査研究も報告しているが省略する）

(3) ダム湖の水温

ウズオビムシのことを調べていくうちに、他にももっとダムのことを調べてみたいという子どもたちの希望で、ダムの水温を調べることになりました。

当日は、ダムを管理している電源開発株式会社の人たちに協力してもらって、船に乗せてもらいました。調べた季節は夏でしたが、40メートルの深さでは9.5℃という冷たさでした。夏でも、ダムの底の水はこんなに低いことに子どもたちは驚き、夏以外の季節も調べてみたいという新たな意欲をもったようでした。

(4) プランクトンについて――以下省略――

「へき地教育振興法」では、「へき地学校」を、「交通条件及び自然的、経済的、文化的諸条件に恵まれない山間地、離島その他の地域に所在する学校」と定義している。確かに、へき地にある学校は、いろいろな条件において恵まれないところに存在していることは確かである。しかし、都会では失われた貴重な自然に恵まれ、人々の作りだしてきた文化遺産が今なお継承されている。へき地の学校では、こうしたものをうまく活用して学んでいる子どもたちや先生の姿を見てきた。「これがないから…」「あれがないから…」ではなく、「こんなものがあるから…」という見方・考え方が大切なのである。

城内先生も、この研究を次のようにまとめている。

生物についていえば、へき地にはたくさんの材料がそろっていると
言えます。しかし、これを利用して今まで学習してきたことを、さら
に発展させて取り組むといったことは、あまりなされてこなかったよ
うに思います。これは、時間的な都合や自然についての知識に自信が
ないということが大きな原因ではないかと思われそうですが、身近にいっ
ぱいある自然を利用しないのはもったいないような気がします。

今回、子どもたちと調べた赤潮やプランクトンについては、私自身
ほとんど知識がなく、初めは不安をいただいていた。しかし、何回
か子どもたちと野外に出かけるうちに、赤潮のことやプランクトンの
ことが分かってきました。子どもと共に自然を学んでいこうとする教
師の姿勢がいかに大切であるかということが分かったように思いま
す。

初任者の多くが勤務するへき地の学校は、校内での教育研究が盛ん
である。こうした教育研究の高まりは、当時の十津川村教育委員会指
導主事の今奥彌志先生らのご努力によるところが大きい。私も、県教
委の指導委員としての4年間、指導主事としての8年間には、実に多
くの学校を訪問している。こうした地域の教材を生かした教育につい
て共に語り合う教育研究の場は楽しく、互いに高め合う場であった。

学校の裏山一带を「探検の森」として整備し、日々の教育に生かさ
れていた野迫川村の北股小学校の村瀬丈左衛門先生、「半径 500 メー
トル内は教室です」と地域に学ぶ大切さを語られた十津川村上野地小
学校の 大野寿男先生が思い出される。

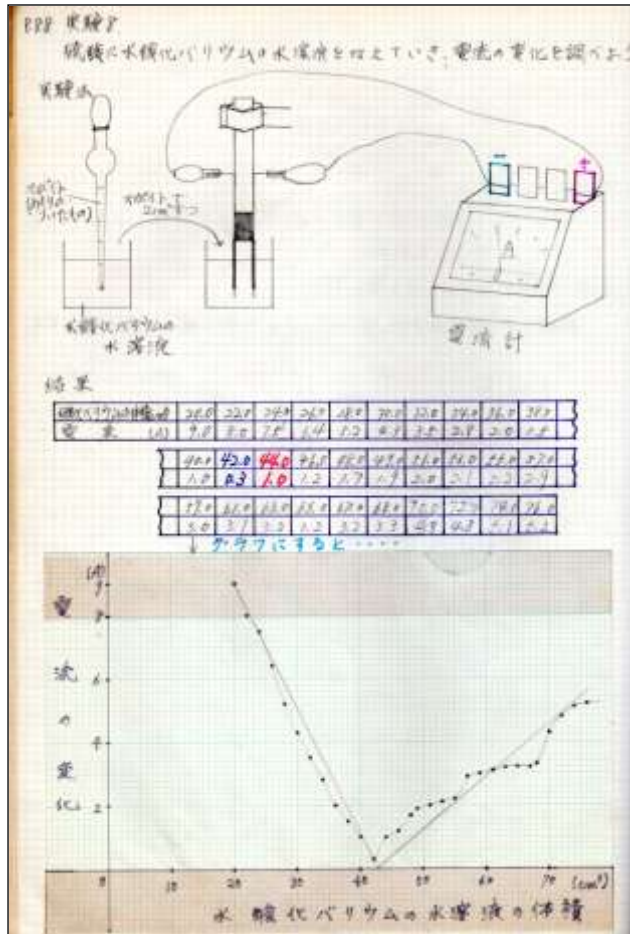
4 明智先生と小林少年の化学

私の本棚の最上段には、先輩や知人、同僚から拝受した本が並んでいる。そのどれもが、著者の生きざまが明確に分かる貴重な書物である。こうしたものに啓発された点は非常に多い。

これらの著作の中に、生駒南中学校時代に理科を受け持った今井篤子さんのノートがある。

これはノートというよりも1冊の本と言ったほうがよい。今井篤子著「中学3年生の理科」なのである。1字1字ていねいに書かれ、色や字体、大きさを換え、精細な図と分かりやすいグラフが描かれたこのノートは、まさに1冊の本である。

この本では、



「硫酸に水酸化バリウム水溶液を加えていき、そのときの電流の変化を調べよう」の学習について、詳細な実験データの記録のあと、考察したことを次のような対話でまとめている。A4判、色鉛筆やカラーペンを駆使したカラフルなこの本を、カラー印刷で紹介できないのが残念である。

※ 今回、絶版となった拙著「やっぱり理科は面白い」をホームページに載せるにあたり、彼女のノートをカラーコピーして取り入れることにした。

実験の結果について、小林少年が明智先生に質問した。

小林少年：なぜ、電流がだんだん流れにくくなったのですか？明智先生：それはだねー小林君。

〔H⁺〕が何者かによって殺されていったからなんだよ。

小林少年：じゃあ、〔H⁺〕を殺した犯人はいつい誰なんでしたか？

まとめ
 ・硫酸の濃度を薄くする
 ・この時 $2H^+ + SO_4^{2-}$
 ・水酸化バリウム水溶液

実験結果

① 電流の値が小さくなってきて、なぜか？
 これは $2H^+$ と $2OH^-$ が中和して H_2O になるから、 H^+ の数が減るから。

② 電流の値がまた大きくなってきて、なぜか？
 これは SO_4^{2-} と Ba^{2+} が結合して $BaSO_4$ (白く沉淀) となるから。 (注：硫酸バリウム)

③ 電流の値がまた大きくなってきて、なぜか？
 これは Ba^{2+} の電流をとらえていくから。

④ 中和反応
 $(H^+) + (OH^-) \longrightarrow (H_2O)$
 → 反応を中和という。
 デイオキソ酸と酸の量が同じ量で混合し、電流の値がまた大きくなる。

$H_2SO_4 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2H_2O$
 $2H^+ + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2OH^- \longrightarrow 2H_2O + BaSO_4$

中和
 H^+ の数が減る (OH⁻ によって) H_2O ができる
 OH^- の数が減る (H⁺ によって) H_2O ができる
 中和した後は電流がまた大きくなる。

よう。

明智先生：それは、水酸化バリウム〔Ba(OH)₂〕なんだよ。

なぜならば、〔Ba(OH)₂〕を入れるたびに電流が減ってきているだろう。だからさ。

小林少年：ならば〔Ba(OH)₂〕の〔Ba²⁺〕と〔2OH⁻〕のどちらが犯人なんですか。

明智先生：それはだねー。〔H⁺〕は+の電気をもっているね。+に+はくっつかない。ということは、〔2OH⁻〕ということになるではないか。小林君。

小林少年：電流が、だんだん流れにくくなったのは〔2OH⁻〕が〔H⁺〕を殺してしまったからだということは分かったんだけど。中性になってから、また電流が流れやすくなったのは、それは何イオンの仕業なのですか。明智先生。

明智先生：うーむ。それは、えっーと。

小林少年の「中性になってから、また電流が流れやすくなったのは、それは何イオンの仕業なのですか」という質問に、ちょっと分からなくなった明智小五郎先生、「中性になってから電流を流したのは…」と考え込んでしまった。明智先生と小林少年が検討している最中に突如ルパン3世が登場…

ルパン3世：明智のとつつあん。これぐらい分からないのかい。あんたそれでも探偵さんかい？ これくらいこの俺様が解いてやるから、耳の穴ほじくってよーく聞いとれよ。

明智先生：ぬぬ。

ルパン3世：中性になってから、また電流が流れやすくなった原因は…。

明智先生：原因は…。ルパンよ、じらすな。

ルパン3世：電流を流れやすくさせた原因は、 $[\text{Ba}^{2+}]$ なのである。

明智先生：そうだったのか…。でも、ちょっとおかしいぞ。

$[\text{Ba}^{2+}]$ は $[\text{SO}_4^{2-}]$ と結びついて白い沈殿になったんだけど…。

ルパン3世：君は、それでこのルパンを捕まえる気かい。つまりだね。中性になるまでは、 $[\text{H}^+]$ は $[\text{OH}^-]$ と結びついて $[\text{H}_2\text{O}]$ になり、 $[\text{Ba}^{2+}]$ は $[\text{SO}_4^{2-}]$ と結びついて、

$[\text{BaSO}_4^{2+}]$ になっていった。ところが、ビーカーの中には一定量の硫酸しか入っていない。だから、 $[\text{SO}_4^{2-}]$ には限度があるのだ。ところが、 $[\text{Ba}^{2+}]$ はどんどん入ってくる。その $[\text{Ba}^{2+}]$ が電流を流しやすくしているわけだ。

分かったかい？ とつつあんよ。

明智先生：やー。まいった、まいった。

ルパン3世：ハハハハハ…。とつつあんよ。この勝負またルパン3世がもらった。では、また会う日まで…。Good-bye

となり、この問題は頭の切れるルパン3世によって解かれたのである。

「科学する楽しみ」はいろいろである。これまで、自然に触れ自然を観察する楽しみから始まる様々な楽しみを述べてきた。そして、科学することに喜びを感じ、自らの楽しみとする子どもたちの姿を紹介してきた。今井篤子さんがノートに残した楽しみは、科学的な事実を自分なりに解釈し説明する楽しみであり、うまく説明できた喜びに包まれている。自然の事実をじっくりと見つめ、その事実をうまく説明できる現象を把握し、体系づけて考え、1つの理論を形成していくことは、知的な喜びにあふれる人間らしい活動である。

こうした体験は、「ノートに書いた。そして、これで終わり」とい

うものではない。彼女の生活の中に「思索の楽しみ」といったものがあつたに違いないと思うのである。
載がある。