

Ⅲ 働きかける楽しみ

「イネの葉の先に付いた水玉に朝の光が当たり、七色に光っている」
「青空に聳える大山の日本海側の斜面に湧き出た雲が、頂を越えたところで消えていく」

こうした光景は美しいと思う。そして、「どうしてだろう」と、思い巡らすことは楽しい。しかし、ガラス玉に電灯の光を当て、イネの葉の先に付いた水玉と同じような輝きが生まれるかどうかと働きかけてみたり、雲の湧き出る地点の高さや消えていく地点の高さを推測し、その数値とのかかわりを探っていくならば、更に大きな楽しみが生まれてくる。

こうした事象に働きかけ、そのときの様子を一層詳しく観察し、さらに数量的なデータを得るための測定をしていくことは楽しいものである。それは、真実に迫っていく楽しみである。

1 磁石にくっつくもの

子どもたちは、遊びの中でいろいろな事象に気づく。そして、自分なりの考えをもち、対象に働きかけていく。次のような幼児の行動には、自ら自然の事物・現象に働きかけ、かかわっていく積極的な姿を見ることができる。

長男が3歳のころ、磁石に釘や空き缶、おもちゃの自動車などをくっつけては外し、外してはくっつけて遊んでいた。

「磁石にはどんなものがくっつくの？」

と尋ねてみた。すると、

「固いもの」

という声が返ってきた。

「固いもの？」

なるほど鉄は固いものである。このいろいろな物をくっつけてみるという遊びの中で磁石にくっつく物の特徴をとらえることができた訳である。一般的な結論を見いだしたのである。

「じゃあ、これもくっつくかな？」

と、手元にあった白い小石を渡してみた。彼は、さっそく験してみたが、これはくっつかない。

「だめか？」

ここで、新しい思考に入ったようである。

「黒いものがくっつくんだよ」

鉄は黒いもののなかまに入るのであろう。これも否定されると、

「冷たいものがくっつくんだよ。だって冷蔵庫にもくっついたもの」
こんな説明も聞かれた。

幼児にとって、明らかな物の特徴は形や色である。すなわち、最初
は物体としての物に目がいく。しかし、こうした
一連の遊びの中で、しだいに物質観に目覚めてい
くのではないか。このような幼児期における自然
への働きかけが探究する心の芽生えにつながっ
ていくのである。

中学時代の私にも磁石にかかわる体験がある。
それは、理科で、釘にエナメル線を巻き電流を流
すと磁石になることを勉強したあとのことであ
った。

早速、同級の長尾佳宣君とやってみることにし、
壊れたラジオの電源トランスを分解してエナメル
線を手に入れた。これを、炭火でなました釘の



束に巻いて、電磁石を作った。エナメル線を巻く回数を変えたり、つなぐ電池の数を変えて電流の大きさを変えたりして、くつつく釘の数を数えた。そして、コイルの巻き数や電流の大きさによって、磁石の力が強くなったり、弱くなったりすることを発見した。すごい大発見をしたような気持ちであった。

ところで、鉄釘にエナメル線を巻いて電流を流すと鉄が引きつけられるのだったら、木片にエナメル線を巻いて電流を流すと木がくつつくのではないか、米粒を試験管に入れ、これを心棒にして電磁石を作ると米粒がくつつくのではないか、空き地に広げたむしろからこぼれているもみを見ながら、私はこんなことを考えた。戦時中の配給制度がくずれ、農村に住みながら農家ではない私の家族にとって、毎日の食料の確保が大きな課題だったからこそ、こんな発想が生まれたのであろう。結果は勿論だめであった。しかし、このあとは一層、自然の不思議に魅せられたように思う。

前述のように、何も彼もが不足していた戦後まもなくのころである。18分冊に分かれている理科の教科書のうち、1年のときに手に入ったのは、第4分冊の「何をどれだけ食べたらよいか」という教科書だけであった。何でもいからお腹いっぱい食べたいという時代に、この教科書だけが手に入ったというのは何とも皮肉なことであった。

何も彼もが不足していた時代、しかし、「何もないから工夫してやってみよう」そんな気持ちだけは、誰もが持っていた、そんな時代であった。こんな気持ちが廢墟から立ち上がる気力を生み出し、戦後の発展につながっていったように思う。

今、私たちは児童生徒に多くの知識を与えることから抜け出し、自然そのものに働きかけ、験してみる、そんな生活を準備してやらねばならないのではないか。

2 この石はにせものです

「アブラナやタンポポの花のつくりを調べよう」

という学習は、花を採ってくることから始まる。どこの小学校でも、そんなふう学習が行われている。ごく当たり前のことである。しかし、最近の子どもたちの生活を見ていると、実物ばなれ、五感ばなれが一層進んでいるような気がする。すなわち、実物の花を見ようとし、先に図鑑で調べようとするのである。何も遠いところにあるものを調べる訳ではない。ごくごく身近なものが対象なのに、である。もっともっと、いろいろな場で、本物に働きかけることを大切にしなければと思う。

これは、学校だけでは駄目である。学校よりもずっと長い時間を過ごす家庭や地域で、心がけなければならない。そこで、学校だよりを使って次のような呼びかけを行った。平成5年5月28日付けの「すくすく」第53号である。

.....

私の机の上に置いてある黒っぽい石、これは白や黒の大きな結晶の様子から「センリョク岩」のように思われます。ところが、手に持ってみるとすごく軽いのです。それだけでなくフワフワで隅っこが破れています。石に見えていますが、実はスポンジなのです。

この「石もどき」（私の勝手な命名です）は、全国都道府県理科担当指導主事会議の帰りに、渋谷にある日曜大工の店・東急ハンズで買ってきたものです。これを見つけたとき、岩石標本だと思いました。手で触れてみるまで、石であることを信じて疑いませんでした。

この「石もどき」を触っていると、近畿学校視聴覚教育研究大会・奈良大会でのことを思い出します。この大会で、理科の分科会の指導助言を頼まれていた私はまとめとして、こんな話をしました。

「視覚に訴える教具といえば、掛図や紙芝居であった時代から、スライドや映画の時代、そして、OHPやテレビ、ビデオがどの教室にもある時代になりました。実物に触れなくとも、その様子を詳しく見ることができます。視聴覚教材の素晴らしい力を生かしたいものです」
そして、

「ところで、この石は何ですか」

と尋ねました。この会場に集まっていたのは理科が専門の先生たちでしたから、すぐに、

「ああ、センリョク岩ですね」

という答えが返ってきました。

「そのようですね」

と言いながら、私はこの石を会場に向かって投げました。その先生は、さっと体をよけられましたが、ずいぶん驚かれたようでした。

「えーっ、ほんとうの石ではないのですか。びっくりしました」

これが一息おいた後の言葉でした。

「目で見ること」これほど信頼できることはないと私たちは思っています。「百聞は一見にしかず」と言いますが、「目ほど信頼できないものはない」とも言えるようです。こんな例から、

「見るだけでなく、触り、嗅ぎ……といろいろな方法で物にかかわらせ、五感を生かして学ばせたい」

という話をしました。

「百聞は一見にしかず」は昔から言われていることですが、「百見は一験にしかず」と言うこともできます。特に、具体的な事物や現象を学習の対象にする理科では、そのことを大切にしなければなりません。

これは、理科の学習だけではありません。すべての教科の学習についても言えることです。それどころか日常の生活のすべてについて言

えることなのです。一目見たとき、会ったとき、聞いたときの印象だけで、「ああ、きつこうなんだ」などと誤った判断をしていないだろうかと反省し、的確な判断をしなければと思います。

.....

私たちが、手に入れる多くの情報の中では、視覚に頼っているものが多いのは確かである。そうしたことから、ついつい視覚に偏り過ぎるのであろうが、それぞれに特徴を持つ感覚、五感のすべてを大切にし、いろいろな面から本物に働きかけさせたいものである。

3 測ってみたら…

昭和 27 年 10 月、高校 2 年生のとき、父の転勤に伴って引っ越しすることになった。新しい住所から学校までは、1 日に数回の列車が止まる駅まで坂道を 8 km、途中 1 回の乗り換えに手間取り、着いた駅から徒歩半時間、往復の所要時間は 6 時間という通学である。登り坂の帰途は学校を 4 時に出ても帰宅が 7 時半になるという生活であった。

ある夜、帰宅途中の人里離れた県境のところまで来ると、押して歩いていた自転車の発電ランプの灯がスーッと消えた。一瞬後には点いたのだがすぐにまた消える。実は、その付近に墓地があり…というところと怪談じみてくるのだが、それは事実なのである。この点滅が規則正しいことに気づいたとき疑問は解けた。県境の道がぬかるんでいて、自転車のタイヤが泥に埋まり発電機がスリップして発電しなくなっただけのことなのである。理由が分かれば何もこわいことはない。もう消えるぞと予測したときに消えるのである。物事の中に潜んでいる規則性を探り出すことが 1 つの物事を正しく解釈することになるのである。

もう 1 つの例をあげてみる。昭和 34 年、私は最初の赴任校の近く

の下宿で暮らしていた。最寄りの電車の駅から1日に2回しかないバスに揺られて2時間半という山の中のことである。ここでは「狐火が出た」とか「人魂が飛んだ」といったことが人々の噂になることがあった。あるときなどは、「学校の下の〇〇さんの家の入口から出てきたのを見た」といったことが村のニュースになった。

そんなある夜、私はやり残した仕事を片づけるために夕食後、再び学校に向かった。ふと、空を見上げると雲がうすぼんやりと光るのに気がついた。光っているのはほんの僅かの時間である。一度だけではない。立ち止まって見上げていると、また同じように光るのである。数回光るのを確認してから、これが規則的なものかどうかを調べてみようと思い立った。1・2・3・4と数えながら規則正しく歩いてみると同じ時間をおいて光るようである。確認するために、そんなことを繰り返した。「もう5回目が光るころだ」と思った一瞬、体が宙に浮いたと思ったら、バシヤツという音と共に、私は田植えが終わったばかりの田んぼの中にいた。

いったいこの光の源はどこなのだろう。帰宅して地図を広げ、この地点から光の方角に何かあるかを探してみた。そこには、航空灯台の印があった。航空機を誘導する光であったらしい。今ではこうしたものはすべて電波による誘導に切り換えられたらしいが、当時はこのような航空灯台が各地にあったのである。

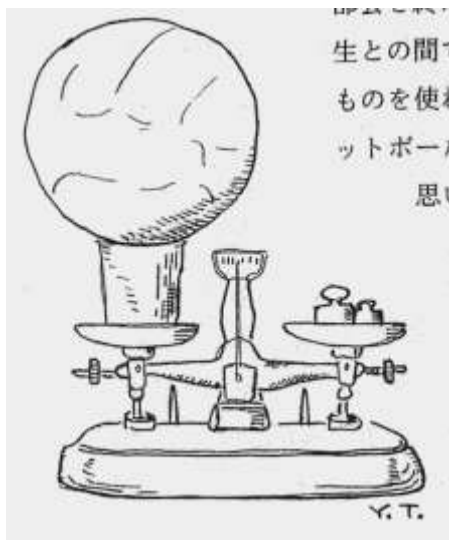
自然の事物・現象に取り組む中で重要なことの1つが、測定という操作である。測定は、自分が行った観察を数量化することによって、その結果を共有できるのである。「速いよ」「いやそうでもないよ」といった主観的な判断でなく、空間を超え、時間を超えて共有することができるのである。そして、他の事例と比較でき、その差異を明らかにすることができるのである。

4 重くなるボール

自然科学の探究は自然の観察から始まる。科学の大切な手法の1つである観察を定量的に行おうとするのが測定である。測定そのものは単純な操作であるが、その目的や意義を十分に理解したうえで行うようにさせるならば、生徒が興味をもって取り組む仕事である。中学校1年における「空気の密度を測定する実験」も、そうした実験の1つである。

当時の教科書には、空き缶に自転車のチューブの金具を取り付けたものに、空気ポンプを使って空気を押し込んで質量を測定した後、水中で空気を抜き取り、変化した質量と抜き取った空気の体積とから密度を求めるといった実験が紹介されていた。しかし、空き缶に自転車チューブの金具を空気もれがないように取り付けるというのも大変な作業である。

「何かいい方法はないのだろうか」こんなことが、生駒市中学校理科部会を終えたあとの吉田博、久保田博両先生との間で話題になった。



「そんな大層なものを使わずとも、バレーボールやバスケットボールで十分なのではないか」という思いつきを、早速ためしてみるようになった。もう薄暗くなった運動場のはずれの体育倉庫にボールを取りに出かけ、空気ポンプで空気を押し込み、質量を測ることにした。ところが、上皿天秤の皿にはバスケットボール

は大きすぎて載らないのである。皿の上に紙コップを置き、その上にボールを載せる方法などを考えだし、空気の密度の測定に成功した。

各学校に持ち帰って、生徒実験として行わせてみた。準備は非常に簡単である。生徒はごく日常的なスポーツ用具を理科の時間に用いるということで非常に興味をもち、この実験は大成功であった。

こう言うと、バレーボールよりずっと固いバスケットボールを使うにしても、そのときの圧力によって多少は体積が変化するから、空気による浮力の影響を考えなければならないといった反論も聞かれた。勿論、それも考えてみなければならないことである。しかし、そうそう大きな変化ではない。上皿天秤の精度を考え、バスケットボール内の空気の温度上昇なども無視するという程度の実験であれば、これで十分である。

それよりも、生徒が興味をもって取り組むメリットのほうが大きいのである。そのことは、この学習を終えた放課後のバスケットボール部の生徒の、

「オイ、あんまり押し込むなよ。重くなるぞ」

といった会話に現れていたと思うのである。

5 測定すること

「今朝はずいぶん寒かったが、最低気温は何度だったのだろう」

「山道を相当登ってきたが、この地点の標高はいくらだろう」

自分自身の感覚でとらえるだけでなく、客観的な測定値を得たいという思いは誰にもあるに違いない。こんな欲求は現代人のみならず古代の人たちも持っていて、両手を広げたときの両手先の間の距離を「ひる（尋）」として、いろいろなものの長さを測定し、比較したのである。「測定すること」は、知性の産物なのである。

今、この原稿を書いている机の上には物差しや分度器がある。机の右側の壁には、温度計と湿度計と気圧計がある。下の引出しを開けるとテスターがある。ずいぶん昔に買ったものであるが、これで電圧、電流、抵抗を測ることができる。その横にはオリエンテーリング用のコンパスがある。これも測定器であるし、手紙の重さを測る小さな秤も、そして時計も測定器である。身の回りには測定器がいっぱいなのである。

私の車もそうである。速度計や燃料計、エンジンの温度計など、もともと付いているもののほかに、車内と車外の気温を測ることのできる温度計や高度計を取り付けている。一時は、電圧計を付けていたし、加速や減速の様子を知ることのできる加速度計や車体の傾きを測定する傾斜計に魅力を感じたときもあった。

測定に魅力を感じさせるのは何だろう。それは、外界の環境を正しく把握する楽しみにほかならない。動物は、外界の様子を的確に感知し、それに対応した生活をすると共に食物を得てきた。そのために、感覚器を発達させてきた。小さな物音を耳の動きでとらえようとするウサギ、鋭い臭覚をもつイヌ、高いところから獲物を見つけるタカの目、レーダーの手本になったコウモリの超音波の性質を生かした感覚器などがそれである。ヒトの感覚器もまた、進化の極致にあるように思える。しかし、冷水に浸したあとの手では、温度を正確に感じ取ることはできない。あまりにも大きいものについては、感覚の枠外になり、あまりにも小さいものでは見ることもできない。

そんな中で、自ら道具を作ったり、既存の道具を生かしたりして測定の方法を考え、具体的な活動を通して精密で客観的な数値を得ることは、極めて知的な活動であり、自らの知的欲求を満足させることができるのである。

奈良学芸大学で理科に関する専門教科を学んだときも、私の測定に対する興味は持続していた。というより、一層強化されたといってよい。今とは違って備品の数も少ないころのことである。学生用の化学天秤もごく少数であった。そんな中で、私は村上光博先生がお使いになっている化学天秤を使うことを許された。学生用のそれとは精密度が違うこの天秤を使うことに大きな誇りであったことを思い出す。たった1人で受けた「無機化学特論」も強い印象がある。先生を待ちぼうけさせてしまうことのないように休むときには事前に連絡をしないといけないこの講義では単に無機化学を学だけでなく、人としての生き方といったものをも学ばせていただいた。もっとも、実践にはほど遠かったが…

4回生になって、いよいよ卒業論文に取り組むことになった。指導教官の村上光博先生の指導を受けて、「銅アンミンシアン錯塩」の組成を高周波滴定の手法で探るという課題に取り組んだ。まだ確立された方法ではなかったが、いくつかの雑誌に紹介されていることをもとに装置を自作し、測定の方法を考える日々は楽しいものであった。後になったが、この方法を簡単にいうと、高周波発振器の回路を構成しているコイルの中に挿入した試験管の中で化学反応を起こさせ、その進み具合によって生じる周波数のずれをプレート電流などの変化から読み取り、物質の生成を探ろうとするものである。「こんな成果があった」と言えるような研究ではない。しかし、そのことに熱中した1年間に理科が一層面白くなったことは確かであり、「やっぱり理科は面白い」と言える今の基礎を作らせていただいたときであった。