

理科教育における「観察」について

吉田 修久

1. はじめに

理科教育において「観察」と「実験」が重要な柱を形成していることは誰もが認めるところである。自然科学は、人を取り巻く自然や生活に関わるさまざまな現象をみて、何故だろうといった好奇心や探究心を持つことから始まった。自然科学を支える観察や実験は、ものや現象をしっかりと見て真理に近づく重要な手立てである。子どもの頃のさまざまなものへの好奇心は誰でもが持っていただろう。大人がふだん見落としているものを見ている。「なぜ？ どうして？」という疑問もその延長の探究心の発露である。

しかし、この自然を見つめる目と疑問は人が成長するに従って次第に失われていく。その喪失の原因の一つが「教育」にあるようにも思えるというのは考えすぎだろうか。教育現場で与えられた単なる知識によって、知っているつもりになり、その後その知識によってさまざまなものを実際に見る姿勢を失い、考えることにもバイアスがかかってしまうということはあることである。私たち教員は現場で、日々そうならないような工夫をしているわけではあるが、知識が増加するに伴って、子どもの、そして私たち教員でさえも、自身の好奇心と観察力を低下させ、自分の力で観て考えるという姿勢を失わせてしまっている。いま、教育には「生きる力」につながる「考える力」の養成が求められる、大学入試も変革されつつある。このよう

な状況の中でより一層、生徒自らの興味、関心をもとにした「観察」「実験」、そして自分の頭で考えてみることの大切さが求められる。

ここでは教育現場における「観察」についての考察と、私自身の授業実践を提示したい。

2. 「観察」とは何か

当たり前のように使っている「観察」という言葉であるが、改めて「観察」とは何かを、ここでは生き物の観察にしぼって考えてみたい。義務教育ではじめて「理科」という教科が出てくるのが小学校3年である。3年生の理科教科書（啓林館わくわく理科3）には、観察に関連して次のように紹介されている⁽¹⁾。

-
- ① 身の回りには、たくさんの生き物がいます。
 - ② 近づいて、じっと見たりさわったりしてみましよう。
 - ③ これまでは、気づかなかったことが、見えてくるかもしれません。
- たくさんの生き物を、
じっくりと見つめてみましよう。
-

「生き物」を学習する導入として、自然の生き物の姿をしっかりと見ようという「観察」が提示されている。「じっとみたり」、逆に「さわって」みることによって新しい気づきがあるはずである。そして今まで「気づかなかった」

ことを「見える」ようにしようとなげかけている。小学校3年理科の教科書には「観察」の本質がすべて述べられている。

この自然にまつわる「もの」「こと」の発見が「観察」というものの基本だろう。そして、もっとも重要なことは教わるのではなく、自ら気づくこと、発見することである。この自発性こそ学習活動の基本でもあるし、そのことで「感動」「喜び」を得ることもできるだろう。レイチェル・カーソンのいう「センス・オブ・ワンダー」である⁽²⁾。「観察」を通して、このような感性に磨きをかけて欲しいものである。

これは自然現象についてだけでなく、この過程によって育まれる自ら学ぶ姿勢は、教育の基本であり、さまざまな事象に関してその不思議さや疑問を自らの中に想起することは、自分を意識する際の出発点でもある。そこから自分と社会の関係を知り、その社会の中でのよりよい生き方を模索し、行動していくことになるだろう。長年、自然教育活動を実践している菅井は「観ることは行うことに通じる」「理科教育は人間教育である」と指摘している⁽³⁾。

しかし、人の成長につれて知識の蓄積が起これば、それによって自然を知ったつもりになってしまい、次第に見ようとする自発性を失ってくる。実際の自然を見ても、見えない、気づかないということになる。このような単なる知識による「知っているつもり」が、彼らをありのままの自然から遠ざけ、また先入観や思い込みによって十把一絡げに対象物を見るようになってしまう。子どもの頃に持っていた、さまざまなことに対する好奇心や疑問も次第に失われていく。あまりに当たり前のことに慣れ、なんら疑問を持たないということになる。

前述した好奇心や探究心が、学習によって失われていくということはまさにこの部分である。実は回りを見ていない自分に気づき、さまざまな思い込みにとらわれない、自分なりの発見をすることが「観察」の大切な要素である。改めて自らまっさらな目で自然を観ることが感

動をもたらし、次々とより広く、深く自然を見つめていくことにつながるだろう。

そして学校教育における「観察」には、次につながる部分がある。その個人レベルの観察をまとめ、整理し、記録、そして他の人たちに伝える発表である。そしてその現象をより深く掘り下げるために、次なる「観察」や「実験」という手順につながってくる。

前述した小学校3年の理科教科書の続きには、次のように書かれている⁽¹⁾。

 「学習の進め方」

①見つけよう

*問題を見つけよう：

しぜんを見つめて、ふしぎに思ったことや、おどろいたことから、調べることを決めましょう。

②計画しよう

*予想しよう：

調べると、どんなことがわかるか、予想しましょう。

*計画を立てよう：

調べるほうほうや、用意するものを考えましょう。

③調べよう

*かんさつしよう・じっけんしよう：

安全に注意しながら、計画したとおりに、かんさつやじっけんを進めましょう。

*きろくしよう：

調べたけっかや気づいたことを、図や文、表などで、きろくしましょう。

④ふり返ろう

*けっかから考えよう・まとめよう：

予想したことをふり返って、図や文でわかったことをまとめましょう。

*ひろげよう：

わかったことを、身の回りのことなどに、当てはめてみましょう。

※「科学の目で見てみよう！

みんなに正しくつたえるためには]

「ひまわりの大きさ」という例で、みんなが共通のイメージをもてるように、数字で表したり、みんなが知っているものと比べて伝えと、みんな同じ大きさを考えることができる。

改めて小学校の理科教科書の内容の濃さを感じる。ここには「観察」や「科学」の本質が早くも語られている。小学校の先生方に話を聞くと、現場ではこれらを遊びを交えながら実践されているという。この先生は「遊びながら」と表現したが、まさにこの頃の子どもたちにとっては、「学ぶ」ことは「遊び」にも通じていたのだろう。しかし、この後、先生方は次第に教科書の内容を知識として伝えることに追われることになる。中学校や高等学校では、もはや時間を割いての「観察授業」などはほとんど成立していないのが現状ではないだろうか。

3. 観察・実験授業のやりにくさ

小学校の3～6学年の理科では、必ずこのような「観察」とそれに関わった「実験」の項目がある。しかし、中学校、高等学校になると教科書では「導入」で書き込まれていたりもするが、ほとんどの学校では実際にこの「観察」を中心に据えた授業が展開されることはきわめて少ないだろう。今日、盛んにいわれる教員の多忙によって、観察や実験といった大切な授業が少なくなってきてしまっている。クラス内での教科書を主体とした授業展開に対して、観察や実験授業はその準備や内容の吟味など、どうしても教員に対して大きな負担を強いるものになる。

また、教育の質や平等性などの向上が叫ばれる中、複数の教員が関わる教科では、評価の平等性を持たせるために試験は「統一問題」にす

るように強く指導されるようになってきている。同じ教科書を使つての授業があまりにばらばらになってはいけないという指摘もわかるが、統一問題にすることによって、試験の内容が教科書に従った通り一遍のものになってしまっている。そして、自分の持っているクラスの平均点が他教員のクラスと比べられるため、授業内容が教科書に縛られ、教員個々の個性が出しにくくなってしまっている。試験の内容もどうしても教科書に載っている知識に重点がおかれるようになる。そして入試に対応するために、教科書をしっかり終わらせることに追われ、これも観察、実験などに時間を割きにくくなっているひとつの原因である。このような厳しい状況の中で、いかに効率よく、深みのある観察・実験を絡ませる授業を展開できるかが、各教員にかかっている。

4. 「観察」授業の展開

「理科」そしてそのまま「科学」の学習の一つの目標は、これからの社会でよりよく生きるために大切な素養を身につけることである。そのためには厳しい現状の中でも、改めて中学校、高等学校での「理科・科学教育」その根底をなす「観察」への取り組みが重要である。前述した「自ら気づくこと」と「知っているつもりの排除」に関して、私が実践してきた「観察」授業の一部を紹介する。

(1) 実は見えていないことに気づくこと

小さい頃にあったさまざまなものに対する好奇心、探究心は学習段階が進むにつれて鈍化していく。そして、単なる知識としてもっているものを「知っている」としてしまつてはいないか。中学、高校のレベルでは、まず知っているようで知らない、見えているようで見えていないということに気づくことが重要なことである。

私の経験を述べさせていただくと、学生時代にあるサークルに入って、先輩からオオイヌノフグリの小さな青い花を教わった。とてもきれいだと思った。私は生物が好きで、その方面に進んだのであるが、このときまでオオイヌノフグリは見ていなかったのである。それ以前にも私の周りで、春になればこの青い花がたくさん咲き乱れていたはずである。これが私の見ているようで見えていないという強烈な体験となった。

実践① 大根の側根

この見えていないことの「気づき」を促すことを「大根の側根」で行う。「きみたちの中で、大根を見たことのない人はいないですね。そして主根と側根という話も知っているはずですよ。では、大根の側根を描いてみてください。」こうすると多くの生徒たちは主根のまわりにまんべんなく「すね毛」のように描く。実際は対になった2方向に一直線で側根は生えている。切れていることも多いのであるが、先端が切れていても元は残っているし、その周りがややへこんでいるのでわかる。「見えていないことに気づく」一例になるはずである。このときによくでてくる感想が「…で、何なの？」である。この知識を伝えたい訳ではない。自らの発見、「知らなかった」そして「へえ～」という気持ちを出発点としたいのである。

ソクラテスの「無知の知」をあげるのは大きさかもしれないが、見ているようで見ていなかったということを自分自身で認識することが、改めて観察することの出発点になるだろう。

(2) 観ることの難しさ

レディネス：観察に向けての心の準備

「Study nature, not books」は海洋生物学者ルイ・アガシーの有名なことばである。教科

書ではなく、実際の自然を学びなさい。自然がすべてを教えてくれる。教科書だけであると、いままで述べたように、他人の目を通じて知られたことを単なる「知識」として取り入れてしまう。そこには「自ら発見する感動」もないし、広がり、そして何よりも自分自身での直接的な確認がない。しかし、教育現場や観察会で、ただ漫然と自然に飛び込ませても、こちらが期待するような学習効果はないであろう。幼い頃のさまざまな生きものに対する好奇心や興味、関心は少なくなってしまうからである。

授業で「観察」を取り入れたときに、まずはじめの時間に「なんでも良いので、自然を観察してきなさい。」と言って、紙と筆記用具を持たせて教室外に出させる。これをやると多くの生徒たちは、野草の花の絵を描いて、ほとんど写生の時間となって終了する。そこで自然の何を発見したのか、何がわかったのか。多くの生徒はこんな花が咲いていたにとどまる。もちろん、無垢な状態の小さい子、または十分に時間があるような設定では、それなりにいろいろ得るものはあるはずである。しかし、限られた時間の中では観察の目的が定まらないことが多い。何を見ようとするか「観察の対象」をはっきりさせることが大切である。「いろいろな花」や「昆虫」、または「環境と植物」「タネの移動」「クモの巣」など季節や場所、何を見つけて欲しいかという目的に応じていろいろ考えられるだろう。

そしてもう一つ大切なのは、観察しようとする気持ちにさせる心の準備＝レディネスの形成である。自分から何かを見よう、見つけようとする姿勢は、アクティブラーニングの基本でもある。私はよく「他人に伝えてへえ～と思ってもらえるような発見を集めてみよう」と伝える。小学校での観察会を先生と一緒に企画したとき、グループである花を探させることにした。その先生は「これは君たちへのミッションである！」と投げかけていた。当時はやっていたゲームの感覚を取り入れたものであった。この一言

で児童たちのテンションがあがった。

(3) 当たり前、知ったつもり(先入観)の排除

人は成長するにつれて、何げないこと、当たり前のことにはなんら疑問を感じなくなってしまう。知識のみで知ったつもりになること、そして知っていること以外では「当たり前」のこととして、何も見ない、見えない、考えないということがたくさんあるだろう。

「大陸移動説」もヴェゲナーが世界地図を見て、南米大陸とアフリカ大陸がジグソーパズルのようにつながると思ったひらめきからだという。この話をした後に、世界地図をみて同様なひらめきをもったかどうか生徒に聞いたことがある。クラスに数人は幼い頃に世界地図をみたときに、同じように思った生徒がいた。この素朴な「観察」「ひらめき」をずっと追いつけたのがヴェゲナーである。また、プリーストリーの酸素の発見(ネズミと植物を一緒に密封されたガラス容器に入れるとネズミは死なない。)も有名な実験で、高校教科書にも光合成解明の歴史で、その過程が説明されている。しかし、プリーストリーは光については何も考え

なかった。当たり前にあることについては、考えきれなかったわけである。動物と植物、そして植物が排出し動物を生かす何かについて考え続けていたので、実験室の中の明るさなど気にもとめなかったのであろう。インゲンハウスが初めてネズミが死なないのは光があるときであることに気づいた。生活の中の何気ない当たり前のことに、「なぜだろう」「何なのだろう」と疑問を導き出すことはなかなか難しい。

実践②八重桜のめしべから・・・

桃のすじ、ミカンのつぶを考える

なかなか生徒を外に連れ出す時間と機会は少ない。そこでクラスの中に観察すべき実物材料を持ち込んでいろいろ観察させることがある。その時々で教科書の流れとは関係ないものでも持ち込んで短時間でやることもある。その中で学年当初の春、1時間を使ってやっているのが「八重桜の観察」である。「見ることの難しさ」や「知ったつもりの排除」を念頭においている。

八重桜を個々に渡して観察させるのであるが、この時にも何も指示を出さないと複雑な全体をスケッチする生徒が多い。美術ではないの



図 1

八重桜のめしべ

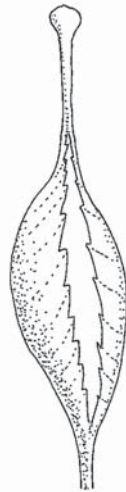


図 2

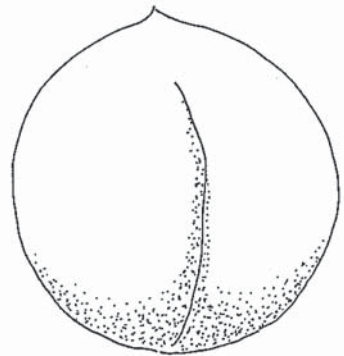


図 3

で、「全体よりも各パーツから何かを発見しなさい」と指示する。そうして観察したものを検討させるが、私が見てもらいたいのは葉のように見えるめしべである。これさえも多くの生徒たちは「緑色をしためしべ」とだけ見てしまっている。「めしべが葉っぱみたい!」と驚きをもって見つける生徒は少ない。植物が進化の過程で、有性生殖をするようになって次第に花を形成していった。その際に、それまでの葉を花に変えていったと考えられている。その痕跡がふたたび現れてしまったものであろう。葉が丸まってめしべ、子房を形成していると考えるのである。

その説明をした後に桃を黒板に描く。その際に果実のすじは描かない。そうすると「この丸い果実は何か?」という質問に対して、いろいろな答えが出てくる。しかし、そこに1本のすじを書き加えると、みんなが「もも」であると認識する。「このすじはいったい何か?」そんなことを考えてもいないというのが正直なところだろう。しかし、八重桜のめしべの姿から、そのすじは葉が丸まった際のとじ目であると説明できる。

次に「では、みんなの知っている果物で、これは考えてみれば不思議だな~と思うものは何でしょう?」という質問をする。これにはいろいろな答えが出てきてしまう。「なぜそう思った?」と、その裏付けも質問する。こうすることによって改めて果物の形を考えてみることもなる。これまでの流れで気づいて欲しい果実はミカンである。あのつぶつぶはいったい何か? 子房が葉でできているとすると、ミカン中の一房が一枚の葉で、その房の背側には葉脈を思わせるすじがたくさんある。そして、その葉についた毛に果汁が詰まったものがつぶつぶであるということになる。確かによく考えてみると不思議なつぶである。これは花と実の進化はそうように考えられるという傍証の一つであろうが、植物形態学と進化の関係を伝えることにもなる⁽⁴⁾。

(4) 実験につなげる観察

新たなものを自分の目でみつけ、自分の頭で気づくことの大切さ、その次に続くのが「つぎなる疑問」、そしてそれを解決するための「実験」である。これは通常の授業の中でやることはまず難しく、高校3年理系のクラスで「考える授業」として行った。近年の入試問題では、実験結果から引き出せるものや、その実験をどう作るかを問うものが増えてきている。これらはその問題の解答を学習してもほぼ無意味である。学習した知識をきいているのではなく、論理性を問うものであるからである。センター入試などもそのような傾向が強い。今後は論述形式の問題も考えられているが、そのために「考えること」をより重視することが大切になってくる。そこで観察をもとに、そこから引き出せる疑問、その疑問を解決するための実験を考えさせる。これは外に連れ出す実際の観察にはならないが、いくつかの観察を提示し、そこからの疑問、実験を構築させる「思考実験」である。

実践③ アリの行動

以下は、実際に私が追ってみたアリの行動観察記録である。

＝私の観察記録＝

ある暑い夏の日。コンクリートの上をアリが日陰部分から日なた部分へ歩いていました。日なたのコンクリートがかなり熱くなっていました。まっすぐ2mほど進むと右に向きを変え、これを繰り返してぐるりと回転するかんじでまたこちらの日陰部分に戻ってきました。しかし、また先ほどの方向、日なた部分に向けて進み、また2mほどで同様な転回を見せて日陰に戻ってきました。この行動パターンを3度繰り返した後、また日なたへ向かう途中で、日なたに出る前に方向を変え、日なたと日陰の境にそって

歩き続けました。

(問) この観察から、アリの行動について気づいたことを述べなさい。

(問) それぞれの知見から、行動に関する仮説を立て、それを検証する実験を組み立てなさい。

この観察から仮説、実験を組み立てるのは高校生ではなかなか難しいかもしれない。しかし、「熱さを乗り越え、どこか目的地に行こうとしている。」「同じことを繰り返すが、何度かの同じ行動の後、学習するらしい。」などの推論は出てくる。これらを検証する実験、観察は実際に行うのは授業の中ではなかなか難しいが、グループ討議などで考えさせるのも面白い。

実践④ セイヨウタンポポの開花について いつ咲いて、いつ閉じているか？

「科学の方法」は中学、高校で教科書の最初によく記載されている。自然を観察し、そこから仮説を立て、それを検証する実験を行ってさまざまな自然の仕組み、決まりを見つけ出すというものである。この具体例として「タンポポの花はいつ咲いて、いつ閉じているか」を考えさせる。これは以前の研究論集第35号⁽⁵⁾で報告させていただいたが、ここに再録させていただく。

(観察)

良く見受けられるセイヨウタンポポなどキク科の花は集合花なので、まずその話をし、集合花の開閉を質問する。「閉じているタンポポの花を見たことがありますか。」「それはいつでしたか。」実は受粉して、実を成熟させている時にも、花茎を倒して花が閉じているように見える。これを答える生徒が多いが、これは花茎を倒していることを聞いて、それではないと指摘

する。実は夜に閉じているのであるが、そのことはほとんどの生徒が知らない。夜、閉じて見えにくくなっているタンポポなどは気にもとめられていない。昼に見つけておいた花を夜見るように促す。そして「タンポポは昼開いて、夜閉じる」と言う現象を知る。小学生ではこれだけでも十分であるが、中高生では、次の間になる。「一体どんな要因で開閉するのか?」「夜と昼の違いは?」という質問である。明暗と温度などがあがる。

(仮説)

「タンポポは明暗を感じて開閉する。」という仮説を立てる。ここで「温度」を仮説にすると、それが否定され、再度仮説を立て直すというところまでできるが、時間があればそれもよいだろう。

(実験)

どんな実験をしたらこの仮説を確かめることができるかを問う。これはけっこう難しく、ありがちな答えは「暗いところに置く」である。「温度は?」と聞いて、やっと「温度などは同条件として、明るいところと暗いところを比較する。」という正解にたどり着く。生物研究でよく使われる「対照実験」の考え方である。このことは、実は小学校5年生の理科教科書でもでてくるのである。

これは思考実験としては完結するようであるが、さまざまな条件を変えられる実験室、実験箱ではなく、簡単にできる実験はどのようなものか?という問いかけでもいろいろ考えさせることができる。「タンポポがたくさん咲いている野原に出て、一部の咲いているタンポポに箱をかぶせて暗くする。」というのがよく出る答えであるが、これでは当然箱内部の温度が上がってしまう。箱に穴を開けるなどして空気の流通を確保することも考えられるが、実際にやってみると光が漏れ入ってしまい、花は閉じない。温度が高くなっても閉じれば、やはり光

が効いているとも思える。実際にやってみると、箱をかぶせたタンポポはある程度は閉じてくるが、夜のように閉じてくれない。それどころか、夕方、薄暗くなって気温が下がってくると、まわりのタンポポは閉じるが、箱に入れたタンポポは半開きであった。こうなると実は温度も影響を与えているのかもしれないと考えられてくる。また、花の周囲の気温を測定したとしても、実は花びら基部の温度がどうなっているのかもひとつの問題である。実験の方法、そしてそこから推察されるものを確定することはなかなか難しいものである。これこそ科学であろう。

その他にも生物部の活動などでは、もっといろいろできる。今はいろいろな方がやっていて有名になっている「ダンゴムシのジグザグ行動」⁽⁶⁾もその一つである。40年ほど前、教員なりたての頃に大学の恩師から教えてもらい、生物部で行動研究を行った。その研究はある科学賞をいただいたが、たまたま機会に恵まれ講談社「私の生物学—ちいさな実験」(7)という本の一部にも書かせていただいた。これは高校生にも考えさせやすい、扱いやすい実験として今は多くの方が実践されているので詳細は割愛させていただく。

また、アマガエルの体色変化もおもしろい観察、実験になると思う。しかし、これもそのカエルを人工飼育下で生かし続けるということの難しさに直面する。

5. 「観察」を語るということ

好奇心や観察力は、幼い子どもには備わっているが、すぐに飽きてしまう。好奇心が旺盛な子は将来の研究者にむいているかもしれない。教員は観察の大切さを語ることによって、そんな子の後押しをすることができるはずである。

一般の子どもたちはそうでもない。中高生になったらなおさらであろう。その生徒たちに熱く観察の大切さを説いてもあまり聞いてもらえ

ないかもしれない。しかし、なぜ観察が大切なのかを語ることはやはり理科授業で重要なことである。見ているようで、見えていない世界がある。知ったつもりでいても、個々の知識を持っていても、それらがつながっておらず単なる勉強の知識でしかない。それらの知識が普段の生活につながっていないことの方が多くはないだろうか。見えていない世界の存在を認識し、またさまざまに持っている知識をつなげて理解し、考えて行くことが、複雑な社会をよりよく生きることになるだろう。その姿勢を育むのが「観察」というものの神髄だろう。

50年ほど前、日本の高度経済成長に伴い、大規模開発や山岳地帯でのスーパー林道造成など、日本中いたるところで自然破壊が行われた。この反対運動として自然保護運動が学生運動の高まりと共に大きなうねりをつくり出していた。しかし、地方の自然破壊の現場では、その工事によって地元は潤うという感覚があり、学生らの行う自然保護運動は地元の人々に受け入れられるようなものにはならなかった。「自然保護」という言葉も、はじめの単純な「守る = Protect」であったものが、「保全 = Conservation」自然の持続可能な利用というニュアンスに変化していった。そんな状況のもと、自然保護運動に携わっていた人たちの中で、「自然のおもしろさと大切さを子ども達に知らせることが、長い目でみて自然を守ることにつながっていくはずだ。」という考えが広がっていった。自然の大切さに対する認識は、エコロジーという言葉と共に次第に広がり定着していった。これが「自然観察会」のはじまりであった。

しかし、自然観察会はいよ子子を育てるお勉強会というイメージがつきまとうことも否めない。「自然を大切にすることを養う」という目的も道徳的な側面が意識され過ぎたり、また自然に対する知識の蒐集に終始してしまう状況もある。「自ら、発見する喜び」を基本に、社会に

つながる「観察」をさせたいものである。

6. 終わりに

素晴らしい授業実践もあまたあるが、教育界全体の底上げにつながっているかというところ少々疑問である。前述したように、現在の教員の多忙や授業時間、やるべき内容の多さなど構造的な問題も大いにあるだろう。ここに書せていただいた実践記録はそんな状況の中でも、ちょっとした工夫で出来るものがあるのではないかとという一例である。

しかし、もっとも大きくこの現状を打破していくのは教員個々の姿勢であろう。素晴らしい実践の多くはサークルとして活動しているなかで生まれるようである。そこでは特定の秀でた方の実践を学ぶだけではなく、教員自らがその実践をもとに自分なりの工夫を新たに考えるという作業を、常に研究会という形で行っている。相互に刺激し合う場が、教員の意識向上につながっているのだろう。生徒たちに「観察」の面白さをつたえるためには、まず教員自身がそういった姿勢を持つことが大切である。教員自らが、子どもの頃の純真な観察眼と好奇心をどのように維持していくかにかかっている。これについてもレーチェル・カーソンの言葉を改めてかみしめたい⁽²⁾。

『見すごしていた美しさに目をひらくひとつの方法は、自分自身に問いかけてみることで。「もしこれが、いままでに一度もみたことがなかったものだとしたら？もし、これを二度とふたたび見ることができないとしたら？」すばらしい星空も、そこに住む人々は頭上の美しさを気にもとめません。見ようと思えばほとんど毎日見ることが出来るため、おそらくは一度もみることがないのです。』

謝辞

この実践報告の執筆にあたり、本学理学部長日野晶也教授、総合理学研究所客員教授の細谷浩史教授、非常勤講師の木村功先生、そして大学院生の日野岡宏一君から様々な示唆とご協力をいただきました。この場をかりて、感謝申し上げます。

【引用・参考文献】

- (1) 「わくわく理科3」啓林館 平成28年版
- (2) 「The Sense of Wonder センス・オブ・ワンダー」レイチェル・カーソン 佑学社
- (3) 「ものの見方を育む自然観察入門」菅井啓之 文溪堂
- (4) 「植物形態学入門」小林満寿男 共立出版
- (5) 神奈川大学 心理・教育研究論集第35号 「科学教育に向けて」吉田
- (6) 「ダンゴムシに心はあるのか」森山 徹 PHP 研究所
- (7) 「私の生物学 小さい実験」木原均編著 講談社
- (8) 「昭和16年文部省発行 復刊 自然の観察」農山漁村文化協会
- (9) 「科学と仮説」板倉聖宣 季節社
- (10) 「生きものを教える 中学生編」九州生物学教育研究グループ 農文教