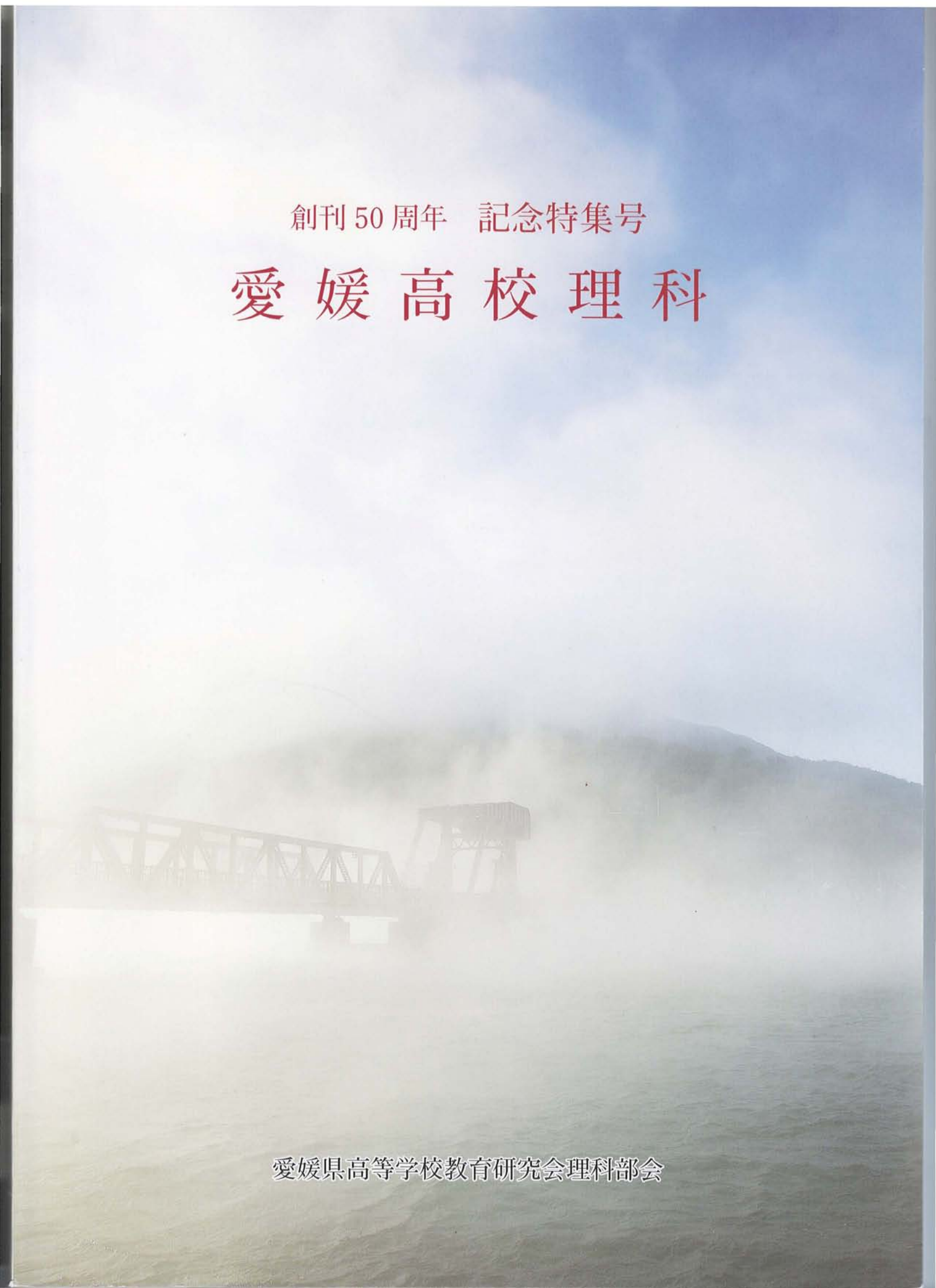


The background of the cover is a photograph of a bridge spanning a body of water. In the distance, there are mountains under a blue sky with some clouds. The overall tone is serene and natural.

創刊 50 周年 記念特集号

愛媛高校理科

愛媛県高等学校教育研究会理科部会

今、大切なこと：自然を観察すること、基礎をおろそかにしないこと、考えること

東北大学大学院生命科学研究科教授 渡辺 正 夫

(今治西高校昭和59年卒)

1 はじめに

2013年度初めに、総合教育センター・丸尾先生から今年度が「愛媛県高等学校教育研究会発足50周年」であり、理科部会での50周年記念誌編集に当たり、本稿の依頼を賜った。程なくして、生物部門長・田村先生から、40周年記念誌の目次とサンプル原稿を頂いた。目次には、「昭和59年度全国理科教育大会愛媛県大会」のことが記されていた。サンプル原稿は、今治西高・昭和46年卒、現・大阪大学大学院薬学研究科・藤岡弘道教授のものであった。何とも不思議な巡り合わせと感じた。

昭和59年は著者が今治西高校を卒業し、東北大学農学部に進学するために、愛媛県・今治市から宮城県・仙台市に移った年である。言い換えれば、大学受験で共通一次の点数が伸びず、担任の高橋(巨)先生から3つの選択肢を提示され、「2次試験の配点が1番高いので、東北大にしよう!!!」と決めた人生の大きな転機であった。当時を思い出し、感慨深かった。本稿では、著者の子供・小学校時代から現在までを振り返り、これまでの研究教育に「愛媛の理科教育」が、どのような影響を及ぼしたのか記す。また、25年余の教育研究や「アウトリーチ活動」から見てきた現代の教育問題、それらを踏まえて「教育県・愛媛」再興のヒントを記した。参考になれば幸甚である。

2 愛媛の理科教育から学んだこと(小中学校編)

著者は子供の頃から、山や川で日暮れまで遊んでいた。その遊びを通して、昭和40~50年代の今治市桜井の自然が、いろいろなことを教えてくれた。夏には、セミ・トンボ・カブトムシ・クワガタムシなどの昆虫を捕まえた。セミの幼虫を夕方、木の根元の小さな穴から掘り出した。羽化する時のすごさも感動であったが、「繰り返した」観察から、多くの不思議さに気づいた。ツバキ・レンゲの花を取り、蜜を吸って楽しんだ。チューリップの葯をつまんで、雌しべにつけると、雌しべの先端が花粉の色に染まった。紙飛行機飛ばし、たこ揚げでは、バランスの難しさ、形状の影響を試行錯誤した。これら多くの経験は「ひとり」でなく「友だち」と共有し、ヒトとのつながりも学んだ。

一方で、テレビで放映される「マジンガーZ」、「科学忍者隊ガッチャマン」のアニメには、「博士」、「教授」

が作り出すロボットなどの「科学力」に満ちていた。日々感動し、科学が生み出す「すごさ」に憧れた。また、現代とは異なり、ものがあふれておらず、毎月届く、学研の「科学」と「学習」での工作物には感嘆した。特に、初めて自作した顕微鏡で見た「ノミ」の外部形態の複雑さは、今でも忘れられない。

こうした自然観察・科学好きの多くの経験という基盤に加えて、桜井小学校時代から理科専科の馬越先生、小松先生に理科を教えて頂けたことで、理科好きの心がさらに大きくなった。自由に出入りできた理科準備室で試薬や見たこともない実験器具に触れたこと、夏休みに実験室を開放して自由研究ができたことなど、理科室に行くことそのものが楽しみであった。これが、小学校時代の著者の「理科力」の幅を広げてくれた。

また、現在でも継続されている「今治自然科学教室」。月1回、県内の様々な自然を観察・探索し、多くの博学的な先生方から学べたことで、普段の学校で学んだ理科力がさらに深化した。この今治自然科学教室のプリントをもらうたびに、会長・浮穴先生の名前があったことも忘れられない。今治自然科学教室の年間参加賞は、短い寒暖計であった。後に、仙台にも携行し、冷蔵庫以外で、終日氷点下になった外気(真冬日)を測定したことも忘れられない。

小学校前、小学校時代の詳細な記憶はあるが、桜井中学校時代の記憶が不思議とない。唯一、当時の名前で、第1分野(確か、物理、化学系)の方が、第2分野(生物、地学系)より、興味が持てたことを覚えている。

3 愛媛の理科教育から学んだこと(高等学校編)

昭和56年に今治西高校に入学し、1年生では生物Iを伊藤先生から教えて頂いた。当時の生物では、実験ごとにレポート提出があり、実験レポートがきちんとできていないと戻されて、何度も提出したのを記憶している。それくらい厳しく指導して頂いた。こうした背景に、同じ1年生の半分の5クラスを教えられていた秦先生とのコンビネーション効果があったのかも知れない。高校の頃には、記憶力が限界で、ミトコンドリア・小胞体など、いきなり難しい言葉がたくさん並ぶ生物学を、中学時代までのように突破することは容易ではなく、唯一馴染めたのが、数学的発想の「遺伝学」であった。この遺

伝学が後に人生を決めることになるとは、当時は思いもしなかった。

2年生では、理系で物理Ⅰ・化学Ⅰを履修した。物理Ⅰは安藤先生に教えて頂き、化学Ⅰは桐木先生に教えて頂いた。物理Ⅰの直線運動、ドップラー効果などを思い出すが、苦手のままであった。一方、化学Ⅰの最初の間テストが惨憺たるもので、「化学はあれほど好きだったのに、こんなはずではなかった」という思いもあり、どの様にして克服したのか記憶がないが、それ以降は得意科目にすることができた。

3年生では当時の理系のほとんどが物理・化学履修であり、著者も物理Ⅱ・化学Ⅱを選択した。物理Ⅱは、玉井先生に教えて頂き、円運動・電磁気学・核物理学などであったが、物理ⅡはⅠより満足のいく理解であった。化学Ⅱは渡部(陸)先生から教えて頂き、最後の有機化学の何がという訳ではないが、記憶に残っている。夏休み前までは、工学部の電気系・核物理系に進学し、実用レベルの核融合炉による発電を世界初で行って見たかった。2年生の頃、新書で核融合の話を読み、えらく興味を覚えたのがきっかけであった。

話はそれるが、社会は地理を履修し、1年では品部教頭先生、3年時は尾野先生に教えて頂いた。尾野先生が6月のとある授業の日に「昨日のNHK特集『謎のコメが日本を狙う』を見たものはいるか??」といわれ、誰もいなかったのもので、その番組のビデオを地理の時間に見ることになった。今でいう、日本稲と印度稲の交雑時代に現れる雑種強勢を利用した「ハイブリッドライス」の育成過程と品種改良の根幹である「細胞質雄性不稔」形質について、琉球大・農学部・新城教授が重要性、斬新さなどを語っていた。背景には「植物遺伝学」があった。「遺伝学」のおもしろさは1年時の生物で理解しており、この番組は衝撃的であった。結果、この番組視聴後、工学部志望から、農学部で植物遺伝学、植物育種学を学ぶ農学科を第1志望に変更した。将来は、種苗会社で品種改良、国・県の試験場で野菜の基礎研究をしたいと考えるようになった。

この3年間で時系列で並べたが、受験を突破する意味での理科の基礎的知識に限らず、自然現象のとらえ方、科学的考え方、論理的思考など、大学進学後、自然科学を研究する上での自然科学の基礎基盤が形成された。ここで得た「基礎」は後述の通り、大学以降にも十分通用し、人生にとって重要な3年間であった。

4 大学での研究教育に対する「愛媛の理科教育」からの影響

当時は大学にまだ教養部があり、東北大学でも1, 2年次は専門でなく、様々なことの基礎学習・実験実習であった。理科も例外ではなく、物理・化学・生物・地学を全て履修した。大学教養での物理・化学は高校で既習のことや発展系であり、ほとんどギャップなく理解できた。また、高校化学では、反応論はこうなるという表面的なことだったのが、その理論的側面を習得し、高校時代習ったことの背景を理解できた一方、大学受験はあるが、高校時代に反応論など発展的なことを学習できていればという思いもあった。その点、生物・地学はずいぶん苦勞した。農学部で農作物を研究したいと思っていたが、教養部時代は、動植物、微生物を含めた「生物学一般」であり、高校生物を復習する一方で、生物のさらなる奥深さも理解できた。地学の単位はなんとか取得したというレベルであったが、これは、小学校以来、星座盤と天体を対応付けできないことが原因かも知れない。

農学部での3, 4年次は専門であり、農学科という「農作物」に関わる様々な側面を主として生物学的、化学的観点で履修できたのは、高校時代から期待していた内容であった。特に、植物育種学、遺伝学、応用統計学という品種改良の基礎を履修した時は、なるほど、あのテレビの背景は「こうだったのだ」と感動した。また、この2年間の講義聴講・実験という基本的思考活動は、これまでに学んだ基礎の応用であり、ここでもギャップは感じなかった(図1)。



図1 大学学部時代のノート。当時、教官がしゃべる言葉も漏らさず書き、20年以上たった今でも参考になっている人生の糧であり、宝物。

困ったことは、科学論文を読む「科学英語」への対応であった。専門用語の多さに加え、科学英語独特の言い回しなど、数多くの論文を読み書きすることで何とか対応できた。同様に、「科学論文」を書くという「論理的文章構築力」も高校時代に経験がなかったことであり、多くの文章を書くことで克服できた。

学部4年次には、母校今治西高校で教育実習も経験した。その時、大学での研究は、植物遺伝学という「生物」の範疇であったが、大学受験を「物理」・「化学」で受験し、「化学」の方が得手であったことから、「化学」で2週間の教育実習を行った。単元は「ボイル・シャルルの法則」であり、自宅に保存してあった桐木先生から教えて頂いた授業ノートを参考にした。おかげでスムーズな教育実習ができた。その際、教科担当として、化学の白川先生から指導を受けた。毎時間、模擬実験を入れること、わかりやすく説明することの重要性の指導を受けた。これまでの「習う」立場から「教える」立場を経験でき、大学院生以降、後輩を教育する際に役立つ貴重な教育経験であった。また、白川先生には、教員であろうと研究者であろうと、「いかに仕事の重要性を見抜き、重要度の高いものに力点をおいて仕事することの大切さ」を教えて頂いた。これは、一社会人として、今でも仕事をする時に考える重要な観点となっている¹⁾。

東北大学卒業後、同大学院に進学し、助手、助教授、教授となり、現在に至っている。その間、一貫して「アブラナ科植物の自家不和合性現象における自他識別機構の解明」というダーウィンも着目していた研究テーマを遺伝学的手法で研究教育してきた。もちろん、高校時代に考えていた「種苗会社での品種改良」「国・県の試験場での基礎研究」という道を何度も考えた。しかしながら、研究テーマが極めて興味深いことから、大学に残ってこの道を究めることを決めた。

「愛媛で受けた理科教育」から、自分で考え、工夫し、自然を観察することに対する基礎が高校時代までに形成されたと感じている。大学では先の研究テーマを前にして、時代時代の先端技術を習得し、研究を発展させ、学生を教育できた。この25年余りの間に、100報以上の英文原著論文を書き、科学を志したものであれば一度はトライしたい、科学雑誌NatureやScienceにも5報の論文を掲載できた。また、2011年には、若手研究者に与えられる「日本学術振興会賞」を受賞できた。さらに、後述のアウトリーチ活動が評価され、2013年には「科学技術分野の文部科学大臣表彰」を受賞できたことは、何

より愛媛で受けた高校までの理科、自然、科学に対する基礎基盤があったおかげである。教えて頂いた諸先生方に感謝する。

5 「愛媛の理科教育」が著者の人生に及ぼした影響

著者が少年時代に「愛媛で受けた理科教育」がその後の人生での「研究教育」に効果的であったことの1つの要因として、自然の中で自由な発想で実験し、ないものは作るという工夫があげられる。自然の変化を意識・無意識で見えていたことで、実験時、この現象とは異なるが、類似の現象を見たことがあるというヒントのようなものが浮かぶことがあった。これは、どれだけ自然に触れて、背景にある理科学的要素を考え、指導されたかという差ではないかと思う。

「理科教育」に加えて、高校3年間、数学を教えて頂いた長井(千)先生の教えが著者の思考力形成に大きな影響を及ぼしている。それは、「基礎を大切にし、公式は必要に応じて導けばよい」というコンセプトであった。つまり、解答に至る道筋は多様な考え方があってよく、どの様に基礎的なことを組合せて考えるかという思考法が重要だということである。この柔軟な思考法が基礎基盤となり、著者の科学的思考力形成にも大きな影響を与えたと考えている。

著者の20年余りの大学教員生活で、多くの学生と接し、教育研究の問題点も見えてきた。「ゆとり教育」のもとに学習時間が削減された影響が、学力低下・思考力の低下という形で、2000年頃から見え始め、年々顕著になっている。また、大学・大学院卒業後、どのような職業に就くのかという「キャリア形成」も、多くの場合は、明確になっていない。この問題点は、後述の「アウトリーチ活動」を通じて感じたこととも共通性があることから、詳細は後述したい。

6 アウトリーチ活動～広がった教育連携の輪～

前述の通り、1991年4月に東北大学農学部助手になり、教育するのは学生・大学院生であった。それ以外の方と話をするのは、共同研究先の方々がほとんどという時代であった。2000年を超えた頃から、大学の教員が小中高校、一般社会人への講義も多くなった。これらは、出前講義、出前授業、市民講座などといわれ、まとめて「アウトリーチ活動」とも呼ばれている。著者がアウトリーチ活動を初めて行ったのは、東北大に教授として戻った2005年であった。教育実習を行ったとはいえ、わかりやすく小学生・高校生へ講義することは、想像以上の難しさがあった。具体的なエピソードは著者の拙文を

参照して頂きたい²⁾。

この前後に、今治西高校卒業・20年目の同期会があった。当時、丹原高校・園芸科学科担当の別府(和)先生から「愛媛県への出前講義はできないのですか??」という提案を頂いた。著者が行うアウトリーチ活動で、これまで愛媛県から受けた教育のお返しができるかもしれないと思い、2006年から講義に伺った。当時、今治西高校進路課には同期の小池(照)先生がおられ、オーガナイザーとして母校での出前講義を設定して頂いた。後輩に講義をできるうれしさを、教育実習以来、改めて実感した。その後、今治西高校での出前講義は生物科の稲葉先生・小野先生・河野先生がオーガナイザーを継承され、毎年講義に伺っている。2010年には文化祭・特別講演会、2012年には蛍雪記念講演会にも招待して頂いた(図2)。

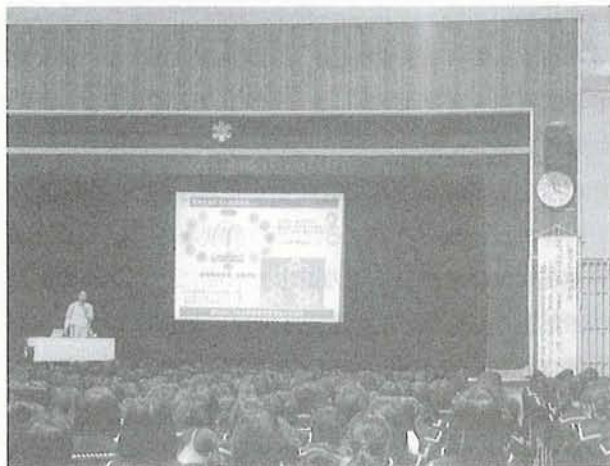


図2 2012年11月13日に開催された「愛媛県立今治西高等学校・第8回蛍雪記念講演会」

別府(和)先生には他校との連携役として、当時、県内唯一のSSH実施校・松山南高校の田中先生も紹介頂き、著者の専門であるアブラナ・ダイコンを使ったSSH課題研究の指導を現在に至るまでに行っている³⁾。稲葉先生には、香川県立観音寺第一高校の石井先生を紹介頂き、同校のSSHの発足と運営指導委員として、現在も関わっている。その石井先生には、松山北高校の矢野(裕)先生を紹介頂いた。こうした県域を越えた先生方のつながりで、アウトリーチ活動の輪が広がったことは、望外の喜びであった。これまでに全国の小中高で500回を超える活動を行い、愛媛県内での講義が多くなったことも、先生方の連携の賜物である。

実際に、2006年に開始して現在までに、愛媛県内で小学校では57回、中学校で5回、高等学校では38回、計100回の出前講義を行った。講義後、頂いた手紙・レ

ポートに対して、それぞれ個人宛のコメントを書いた手紙として、4,163通の返事を書いた。その手紙を受け取った児童・生徒、先生方から、感謝の言葉を頂いたのはこの上ない喜びであった。この活動の詳細ないきさつ、その後の展開などは著者の拙文²⁾、ホームページ⁴⁾を参考にして頂きたい。

7 アウトリーチ活動を通じて感じたこと～教育県・愛媛の再興のために～

このアウトリーチ活動を通じて、著者の高校時代と比較した時、高校教育の正と負の両面が見えてきた。正の側面として、SSH実施校では、「課題研究力の養成と論理的文章構築力の習得」「科学英語への取組」「国内外の先端大学・研究所訪問による先端科学への興味の醸成」がなされている。この先進的な取組と普段の理科教育とのよりよい融合ができれば、受験の理科教育から一歩進み、大学・その先を見すえた理科教育が高大連携、高大接続としてできるであろう。これまで30余りのSSH実施校と交流を図ってきたが、いくつかの実施校では、運営が理数科などの限定された教員であり、残念である。それに対して、理科・数学という教科に限らず、教科横断・全校的取組を強力に推進しているのが、香川県立観音寺第一高校である。21世紀の複合的な事象を解析する次世代型生徒の育成には、観音寺第一高校の取組が全国的モデルになり得る。「百聞は一見にしかず。」一度、観音寺第一高校の活動を御覧になってはいかだろうか。

負の側面として、自然科学を研究するにもかかわらず、実際の自然を知らないことが、多く見られる。昔であれば、帰り道に植物、花をとって観察し、虫取りをし、翅をちぎったこともある。もちろん、植物・昆虫にも命があり、よいことではないが、帰り道での「道草」を通して無意識のうちに「命の大切さ」を理解したのだろう。子供時代に自然に触れる大切さを再認識してほしい。インターネットというバーチャルの世界が多くなり、これだけでは、思考と心の発達に障害があるのではないだろうかと危惧している。そこで、以下に何点か気になったことを記しておく。

7-1 観察力

先述の通り、本物の自然・動植物を知らなくなりつつある。昔なら、虫の本を見て、それを捕まえて、比較し、深い観察力が身に付いた。デジカメがあるのだから、観察などと思われるかもしれないが、見る心を持って見ないと、詳細な違いはわからない。今の時代、ゲノム配列を決めるために、1日あればできる。しかし、そ

のゲノム配列の違いが表現型にどのような影響を与えているかを見つけるのは、観察力そのものである。だからこそ、観察力を再考・重要視してほしい。

7-2 幅広い論理的思考力

前述の通り、理科教育の根幹として数学の論理的思考トレーニングは重要である。著者自身、問題と答えの数値だけ書かれた「数研出版の問題集」で、どの様に解くかという思考トレーニングをしたことが、論理的思考を補強してくれた(図3)。ところが、アウトリーチ活動に同った高校の先生方から、今の問題集には解答例があり、さらに、ワークブック形式で解答が誘導型になったと同った。これでは自由な発想で、論理的に考える力を十分に高校レベルで習得できないのではないかと危惧している。現在、昔の問題集を使っている高校はないのかと同ったところ、関西の有名進学校でのみと聞いて愕然とした。あの伝説の問題集復活こそ、学力向上、論理性向上、それに伴う他教科への波及効果は計り知れないと確信している。

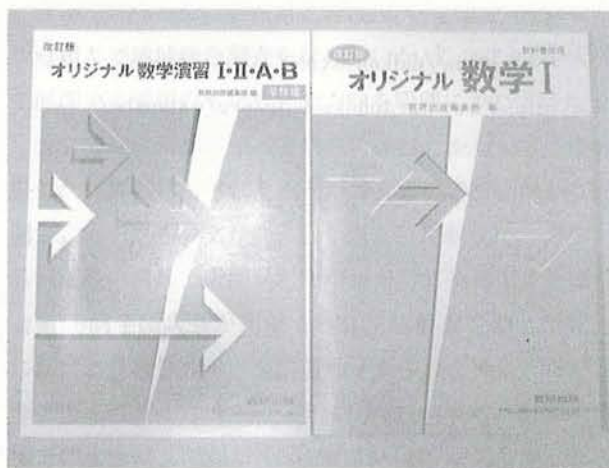


図3 現代版、数研出版からの数学問題集。
ぜひ、復活してほしい問題集。

7-3 科学英語と論理的文章構築力

先述の通り、SSH実施校では、「科学英語への取組」「課題研究力の養成と論理的文章構築力の習得」が実施されている。これは大学での研究だけでなく、広く社会でも重要な点である。昨今の教育改訂で普通科でも「課題研究」を実施する方向性にあると同っている。様々な意見はあると思うが、高大連携、高大接続を考えた時、大学での研究活動の基礎となる「課題研究」「科学英語」という観点を両者がWin-Winになる形で実施できないかと感じている。

7-4 危機管理能力

2011年3月11日、14:46の東北地方太平洋沖地震に伴う東日本大震災では、甚大な被害を受けた。津波、液状化による地盤沈下、長周期振動、福島第一原発事故など、「想定外」という言葉がずいぶん使われた。しかしながら、科学をやるものとしては「想定外」というのは失格といわざるを得ない。つまり、こうした災害に限らず、普段から小さな危険・危機はある。昔であれば、木登りをし、カッターで鉛筆を削り、危険な思いをたくさんしてきた。それが経験となり、より大きな危険・危機をあらかじめ察知し、対応できる「危機管理能力」が養成されていたと思う。今一度、昔のことを思い出し、そうした遊び、取組の重要性を再認識してはどうだろうか。

7-5 大学は通過点～その先を見ずえる力の養成～

バブル崩壊以降、右肩上がりの日本経済成長を知らない世代は、将来の夢を持ってないとよく耳にする。その影響だろうか、大学院を修了する時、博士研究員をしている過程でも、10年後の自分を明確化できない学生に出会うようになった。一方で、しっかりとした将来像を描き、大学院での研究活動を行い、学術論文を投稿し、就職する学生もいる。

つまり、今の教育で「大学へ行くこと」が人生の目標になっているのではないだろうか。もちろん、進学実績は高校教育で重要な問題である。しかし、このことを求める一方で、生徒自身が将来像を考えていない(考える時間がない)ことが、昔よく言われた「これでめしを食う」という「キャリア問題」を、先送りしているだけのように映る。大学合格が目標でなく、大学で何を習得し、社会で何をしたいのか、高校卒業時に考えさせる取組を著者自身も広げていきたい。

7-6 学級委員長の復活～統括力・連携力育成～

中学、高校では、部活動があり、部長として集団を「仕切る」ことが求められる。しかし、現在、小学校では、昔のように「学級委員長」がいらずに「まとめ」「仕切る」ことを小さい時から学べない。また、子供時代に異なる学年が遊び、下のものは上級生から様々なことを見て覚えることも少なくなった。こうした縦の連携は、雰囲気を読み取るという、観察から学習する基礎でもあったはずである。もちろん、昨今、安全な遊び場がないという社会問題から解決する必要があるが、何とか改善できないものだろうか。

7-7 土曜半ドンの復活～コミュニケーション力～

ゆとり教育の弊害がいわれ、昨今揺り戻しが始まった。ゆとり教育と同時期に始まった「土曜半ドン」の廃止は、ゆとり教育問題だけでなく、土曜の午後に落ちついて教員間でのコミュニケーションをとる時間がなくなり、生徒間での同様に交流が困難になり、「コミュニケーション」がもたらす様々な正の効果を減衰させた目に見えない遠因と思っている。さらに、このことは大学・大学院の研究でも、同様に落ち着いた時間でのコミュニケーションを困難にしている。単に、土曜日の半日の増減かもしれないが、自由なコミュニケーションの時間の消滅が、どれだけ教育研究、社会全体の活動に弊害をもたらしているか、再考が必要な時期ではないだろうか。

8 おわりに

理科・科学は、自然の摂理を理解することである。そのために重要なことは、自然を観察し、そこで起きている変化・疑問を見つけ出し、なぜそうになっているのかを考えることだと思う。そのためにも、高校までの基礎的なことをおろそかにしないで、しっかり積み上げることが、結局は近道なのではないだろうか。

愛媛高校理科50周年の祝辞の場で、厳しいことを書きすぎたのかもしれない。しかし、高校時代に「教育県・愛媛」といわれていたことを見聞してきたからこそ、現状を打破して頂きたい、様々なことを記した。もちろん、現場の先生方に「釈迦に説法」であれば、聞き流していただければ幸いである。

これからの理科教育を考えた時、先に記述した問題点に加えて、自分の分野に閉じこもらず、異分野との融合、文理融合まで見すえた観点を持った生徒になってほしい。今の大学受験体制では、困難な問題であり、大学での教養教育の充実なども含めて再考が必要である。また、先述の国際性、つまり、英語力を理科教育とどの様にリンクさせるかも、高校だけの問題でなく、高大連携、高大接続での解決が必要だろうし、最終的には、日本の教育界全体の問題なのだろう。

本稿執筆中に、現在のセンター試験を廃止し、多数回の到達度試験が議論され始めた。多くのチャンスはよいが、人生での挫折・屈辱を知らないで、長い人生を耐え、送ることができるのだろうか。大学入試だけが人生の挫折・屈辱ではないが、こうした経験は、若い時にしておく重要なポイントではないだろうか。

この拙文を読んで、何らかのヒント・同感の意を持っ

て頂けた先生方と、今後、何らかの形で連携し、よりよい愛媛県の理科教育に貢献したい。愛媛県高等学校教育研究会・理科部会の益々の御発展を祈念しつつ、筆を置く。最後に、今回このような機会を与えてくださり、長文を掲載して頂いた愛媛県高等学校教育研究会・理科部会・藤田繁治先生、愛媛県総合教育センター・丸尾秀樹先生に、感謝の意を表したい。ありがとうございました。これからもよろしくお願いします。

引用文献

- 1) 愛媛新聞・大型コラム「道標 ふるさと伝言」・「掃除と品種改良 効率的取捨選択が鍵」(11/18(日)掲載分; <http://www.ige.tohoku.ac.jp/prg/watanabe/news/2012/11/29173049.php>)
- 2) 渡辺正夫 (2013) 研究者が小中高生の理科教育にかかわるために-東北大・渡辺をモデルケースとして-, 化学と生物 51: 263-266.
- 3) 文部科学省コアSSH事業・地域の中核拠点形成(ダイコンコンソーシアムを発展させた鹿児島モデル); <http://daikon-c.com/>
- 4) <http://www.ige.tohoku.ac.jp/prg/watanabe/>

