

教育に関する概要と考え

主に学部学生への教育、大学院生への教育、教育全体に関する概観、さらにより広い意味の教育に関する思いという4つに分けて以下に記す。

(1) 教育業績の概要 1(経歴 1)：ここでは主に学部学生に関し行った教育の経歴を記す。学部の時から教職課程をとり中学・高校の理科の教員資格を取得し、高校教員の採用試験に合格したことがあるが、当時は研究優先で教育は二次的なものと感じていた。大学院生の時は、研究の合間に生活費のため、学習塾のアルバイトで中学生の数学の講義や物理学実験（当時の日本歯科大学新潟歯学部）の担当をした経験もあるが、決められた時間内で効率よく教育していたと思う。

学位取得後、新潟大学工学部では学部内の数学と物理の教育を行う共通講座に職を得た。ここでは、学部2,3年生の物理工学(解析力学・電磁気学・量子物理学・熱統計物理学)の講義、大学院修士課程の学生(主に情報工学系)の物理工学特論A(カオスの入門)物理工学特論B(量子力学/統計力学)などを担当した。当時は、週3コマの講義(各コマ約100人の学生)の準備と効率よく専門的知識の伝達をすることに情熱と労力を費やしており、現在のアクティブラーニングとはかなり異なるスタイルといえる。その後、学科の改組などで、工学部の機能材料工学科の所属となるとともに、学部1年生から大学院生までの学科内の学生への講義や指導が中心になり、講義科目や教育への関わり方は大きく変わった。講義名は様々だが、解析力学・電磁気学・量子物理学・熱統計物理学の講義や演習を中心にして、工学系に必要な数学(常微分方程式や線形代数)の講義も担当した。これらに加え、入学したての学生に対する少人数教育(スタディスキルズ)で高校の数学の復習と、計算機センターを使った実習(機能材料工学実験2)で、FortranやC言語などの実習も担当した。例として、2002年度の担当科目を列举すると、物理学の基礎1(機械系教養1年前期)、スタディスキルズ(教養1年前期)、応用量子物理学(3年前期)、機能材料工学実験2(Fortran, C言語、ほか)(3年前期)、応用解析力学(2年後期)、複雑系科学の諸相(教養総合科目後期)、非周期系の物理学特論(大学院後期)、物理工学特論A(大学院後期)(カオスの入門)、である。この他、研究室の4年生への技術英語、卒業研究指導、大学院生への研究指導が加わる。また、文系学生や医学部学生も含む全学の教養課程1年生を対象に「複雑系科学の諸相」の講義の一部を理学部・医学部などの教員と共に担当し、狭い学問分野にとらわれない(リベラルアーツとしての)大学初年級での教育の重要性を感じた。

新潟大学退職後の2003年から2009年までは、共同研究を通して博士課程の院生らと研究指導(一部は修士課程院生を含む)を中心に行ったが、学部の講義などは行っていない。2010年から現在まで、非常勤講師として「自然現象の数学」(日本歯科大学新潟生命歯学部1年前期・後期)や「基礎物理工学」(新潟大学工学部2年前期)などを担当している。必修科目の「自然現象の数学」の聴講性は平均年齢22歳くらいで多様な経歴の学生を含み、高校で文化系だった学生や学士入学者、留学生など高校1年レベルの数学を習得していない学生も多く、必要なのは高校レベルから説明し、要所要所で内容についてのアンケートなどを行っている。また、時に面白い話を交えたり、時に試験を利用しながらあの手この手でインタラクティブな講義を工夫を続けているが、努力が実るのはなかなか至難のことであると感じている。主な講義内

容としては、数の多様性、数列の多様性(自然現象とフィボナッチ数列と黄金比を含む)、関数の多様性(様々な自然法則からの実例)、微分法と積分法、確率・統計、などである。この講義に関するより詳しい内容や現状などは、「日本歯科大学紀要:一般教育系」にまとめてある。さらに、「基礎物理工学(電磁気学)」は工学部化学システム工学科(高校や1年生で物理を履修していない学生を含む)向けの講義のため、聴講に関する条件やアンケート及び確認テストなどを用いて、インターラクティブな講義を行うよう努力している。これに関連し、学科内の他の講義科目との連携の重要性についての意見を「大学の物理教育」などの雑誌に掲載しているが、ここではその詳細は省略する。

(2) 教育業績の概要 2(経歴 2) :ここでは主に大学院生に関して行ってきた教育の経歴を記す。これは理工系の一般的な大学院生への教育と理論物理の学位を目指す大学院生への教育とに分けられる。前者は、先の記述のように、1992年から約6年間、物理工学特論A(カオスの入門)、物理工学特論B(量子力学/統計力学)を工学部の情報系の学生に対して行った。後者は、研究室の修士課程(多くは工学部機能材料工学科の卒業生で多くても6,7人)および博士課程(多くは物理学科の卒業生で多くても3,4人)などに対し、ランダム系のセミナーなどを行った。また、直接研究につながる様な専門的内容は論文の輪講のような形で行い、その中から研究課題を模索するような進め方であった。これらにかかわる内容は、「これまでの研究概要」の(3)その他の研究の中に記してある。その際、私の研究の手伝いや補助的内容を研究テーマとして与えるようなことはせず、院生が自ずから研究したい課題を見つけ出しそれを共に共同研究するという形で(私自身も勉強しながら)進め、論文出版や博士の学位まで研究指導をした。このやり方で、新潟大学を退職後も3人の学位論文の指導や審査の副査を勤めた。また、集中講義としては、「ランダム系における局在・非局在現象その1」を立命館大学理工学部物理学科の非線形物理学研究室で行った。2016年9月には、共同研究者の大学院が立命館大学で博士の学位を取得している。一連の大学院生との共同研究の成果は学術論文として出版済みである。(具体的内容や共著者名などは業績リストを参照されたい。)

(3) 教育についての概観 :ここでは学部教育に関する概観を述べる。近年、「大衆化に伴う学力レベルの低下」や「子供の理科離れ」がよくいわれるが、そもそも、面白い、楽しい、役に立つ、効率が良いことのみを優先するあまり、「科学者や研究者の科学離れ」や「社会の知離れ」が起これ、それを子供や学生は敏感に感知することにより、このことが生じていると思う。しかし、原因はどうあれ、現実存在し毎年入学してくるモチベーションの希薄な学生などに対しても、その現状に即した教育実践をしなければならない。消費社会の真っ只中で育った今の学生に、単にほどほどの達成感を与えるような技術中心の教育のみではなく、学生の将来の人生にこそ意味があるよう、基礎的内容でも「物理のものの見方や考え方」、「考える力」、「アイデア」また「批判する力」を少しでも身に付けることを教育していきたい。また、大学院生については「自ら研究し学問の世界を築ける」ような学生を育てたい。当然、私自身も常にそれを目指して努力していきたい。それには、我々大人や科学者は例え厳しい環境や条件下に置かれても、目先の状況に惑わされず学問の本質を追及し続ける態度を維持することが、大切ではないだろうか。

「教育業績の概要」に記したことに関連した事例であるが、文系から理系または医学系のさまざまな学生に講義などを通して接していると、高校で同じ理科や数学を学んでいて同じ大学に入学しても、学部の違いや学科の違いで学生の聴講する講義に対するモチベーションや精神

性はずいぶん異なるというのが実感である。このとき、似たような講義科目名で（学問そのものは対象によらないとしても）、学生に合わせたカリキュラムや教育内容の変更のみならず、大胆な講義内容の工夫が必要になる。例を挙げると、機能材料工学科の3年生に対し「応用量子力学」という科目名で量子力学の講義を行なった場合、3－4割は高校でも（当時の）物理ⅠⅠを選択しておらず、入試でも物理を嫌い、化学を選択して入学してきた学生であったため、数式はあまり使わず量子論の本質を伝えるべく、とにかく現象として現れる「干渉効果」と「トンネル効果」を実感してもらうよう努力したが、電気系や機械系で物理や数学の習得度が高い学生が対象ならば異なった工夫が必要であろう。一方、講義の中身の本質をより伝えるための努力は必要であるが、学生に媚びてはいけないという点も注意しなければならない。その広い視野から、特に実学指向に走りがちな工学部や医療系学部の学生に対し、高校・大学間の高等教育の整合性やリベラルアーツを含む大学の教養教育の役割を強調するよう努力してきた。

（4）（物理）教育について：学生からのみならず多くの人からよくある質問・疑問として、「なぜ物理を学ぶのか？」「物理は何の役に立つのか？」というものがある。物理学者にとっては、これは物理学やその教育の意義に対する自問自答でもある。当然、「物理」を「科学」や「文学」と置き換えても成り立つ。この問いに対する解答としては、(A) 物事の原理を知り応用することができる、(B) それが直接役立たなくても、物事を論理的に考える訓練になる、(C) 物事を多方面から見る訓練になる、などが考えられる。実際に私も、高校生あるいは大学生に対してこのように答えたこともあった。しかし、別な物の見方をすれば、これらの答も簡単に反論される。(A) に対しては、(A*) 工学系の場合に限られ、うまくいけば応用で役立つ場合も稀にあるが、多くの人に直接的応用は殆ど関係ない。(B) に対しては、(B*) 全くウソとまでは言わないが視野が狭すぎる。おおよそあらゆる学問は論理的に物事を追求しようというものである。むしろ、物理（や数学）のみが論理的に考える訓練に役立つというのは論理的でない。法律や経済の方が多くの人にはより身近であり、論理的思考の訓練としてはより効率がいいとも言える。そして(C) に対しては、(C*) 例えば弁護士は、一つの事案に対してそれを多方面から検討する仕事でもあるし、歴史学は様々な立場から出来事を検証するものである。心理学もまた、しかりであろう。したがって必ずしも物理学であるは必要ない。つまり、いくらでも反論が存在し自分自身を完全に納得させられる答ですら難しいのである。これでは、(A), (B), (C) の答えも他の研究分野の中味を知らず、自らの研究分野のみを重要なものとした偏見や、保身に基づく偏った見方と受け取られかねない。もちろん、万人を納得させる説明が存在するとは思わないが、ここではより多くの人々に物理教育の「意味」を伝えるためのヒントを、全く異なる方向から眺めてみることにする。

そのひとつが、日本国における「稲作り」である。2003年の新潟大学退職後は、新潟県出雲崎町の西越地区で、素人ながらも田植えから稲刈りまで百姓として多少なりとも「米作り」に関わってきた。その過程で観たり経験したことに基づき、考察してみる。田んぼの環境はここ50年で一変した。国や農協の方針として、機械化や化学化（農薬化）が進み、百姓の労働時間が40年で1/5に短縮された一方、田んぼに関わってきた多くの小動物や虫たちが激減し、絶滅危惧種まで出てきた。さらに、グローバル化の名の下に、日本の「稲作り」は価格競争によって崩壊しかけている。「稲作り」が減びないために、やってはいけないことが二つあると思う。それは、「政府や農協のような、お上からの指導を一方的に受け入れてはいけない」そして「消費者に媚びてはいけない」ということだ。消費者は、おいしく安全な米ならば、どこで

作られたものでもいいと思いがちである。しかし、百姓自身は目先の利益のために「お上」や「消費者」に迎合してはならない。もちろん、「効率の良さ」「食味の良さ」も稲作りに関わる重要な要素であることは認めるが、それらが稲作りの「意味」の全てではない。それらは、稲作りを分析的にのみ評価した一面でしかなく、米作りの内側のみに注目したものといえる。百姓も、機械化や化学化で農作業の効率化のみを追求する体質にさせられ、米の内側のみしか観ることができなくなっている。つまり、稲作りにおいて米の外側に存在する金銭や効率には換算されない物の価値を見失っているのである。現代的なキーワードで表現すれば「環境」という言葉で考えることが一番近いが、それだけでも狭すぎる。本来の百姓は「百の職業をもつ自由で創造の民」であったはずだ。今後はその立場で「お上」や「消費者」と対峙し、社会の中での環境教育などの役割も担うべきだと思う。

もうひとつの典型例を「過疎化の進んだ日本の村づくり」に見ることができる。「お上」としての行政や地元の有力者の意向に従い道路や箱物を作成し、観光客に媚を売ることにより重きを置いた結果として、自らの存在意味を見失っている例が多い。地方の田舎に住みながら都会の生活様式に憧れ、都会のサラリーマン並の給料を得ることをステータスとする価値観横行する事態に在ってはそれも当然である。自らの存在に対する「意味」や「かけがえのない価値」は、自分自身や周辺環境を良く観察することからしか、掴み取ることができないものである。

これらの事柄を、物理教育の意義や意味と照らし合わせて考えることができる。「人づくり」である教育においても、やってはならないことは同様ではないか。「(政府や文部科学省のような)お上からの指導を一方的に受け入れてはいけない」「学生や保護者に媚びてはいけない」ということである。そのうえで、効率や経済効果の外側に位置するものも含めて、よりよく観察して、自らの存在や物理教育の意義を虚心坦懐に捉えて行くことが重要である。むしろそれ自体が、サイエンスの歴史や学問の歴史にかなったものではないだろうか。結局「なぜ物理を学ぶのか？」に対する即答は無く、日常の些細なことや自然現象における素朴な疑問などを通して、其々の個人に「なんらかの物理」を実感してもらう以外ないのであろう。そのためには、物理教育者自身が、狭い意味での物理に閉じこもるのではなく、物理の外側の価値を見つめていくことが必要だと思う。それは米作りの外側にあるもの、つまり小動物や虫たち、そして「里山に調和した景観」「田んぼの間を吹く夏の風」を実感してもらうことでしか米作りの意味を伝えることができないことと同じである。

寺田寅彦は、弟子の中谷宇吉郎ができて間もない北海道大に新任教員として赴任するとき、次のような訓を送ったという。「君、新しい處へ行っても、研究費がたりないから研究が出来ないということと、雑用が多くて仕事が出来ないということは決して云わないやうにし給え」「それから、時々根に肥料をやることを忘れないで」。これが、中谷の等身大の研究、「雪」の研究に繋がって行ったのであろう。日常の生活環境や雑務のなかで教育や研究の理念を進めていくことは至難であるが、私も自らの生き方のなかでも実践していきたい。その姿が教育そのものになることを期待する。

「米作り」「村づくり」も教育である「人づくり」で現れることや問題点は同じであると思う。最後に再び稲作りととの対比で問題提起しておきたい。米が9俵取れるが、小動物や虫などが生息できない田んぼと、米が6俵しか取れないが、小動物や虫などが数多く生息する田んぼと、どちらがいい田んぼであろうか。後者の価値は米の価格に反映されることはない。論文を多く書き、応用研究により研究費を多く獲得する物理研究者と、書く論文数はそこそこだが、身近な現象や物理学のより基礎的部分の構築しようと研究する物理研究者は、どちらが重要で

あろうか。生物多様性ではないが、開かれた構造のなかでの多様なタイプの研究者の存在こそが重要であると思う。