

大学における科学基礎教育改革の視点

川 勝 博

<要 旨>

科学技術者になりたいと考えている若者の率が減少している。私たちは若者に、次の時代の科学技術社会への展望を効果的に示していない。人類は、いま時代の転換期にさしかかっている。有限の地球に無限の生産力の拡大はない。20世紀の大量生産大量消費の社会は、21世紀には持続可能な科学技術社会に変わる。この認識によると、大学レベルの科学基礎教育の改革を模索する視点は、結局次の3つに集約される。

- (1) 専門家は、科学の基礎学力の向上が必要である。
21世紀は基礎からの新しい科学・技術の創造の時代である。
- (2) 専門家の市民との対話能力は育てるべき科学の基礎学力である。
市民との対話によって新しい科学・技術が生まれる。
- (3) 市民が科学の基礎を学ぶのは、自らの人権のためである。

これらの基礎科学教育改革の視点を、諸外国と名城大学の様々な取り組みを例に論じる。

1. 学びの現状 — 未来社会への展望はあるか —

イギリスのヨーク大学を訪問した。日本学術会議が作成するすべての人々のための科学リテラシーの内容¹⁾を、海外の視点から吟味するためである。その時そこでは、科学教育の国際的転換に伴って各国ごとに、どれだけのリフォームが進んでいるのかを点検していた。

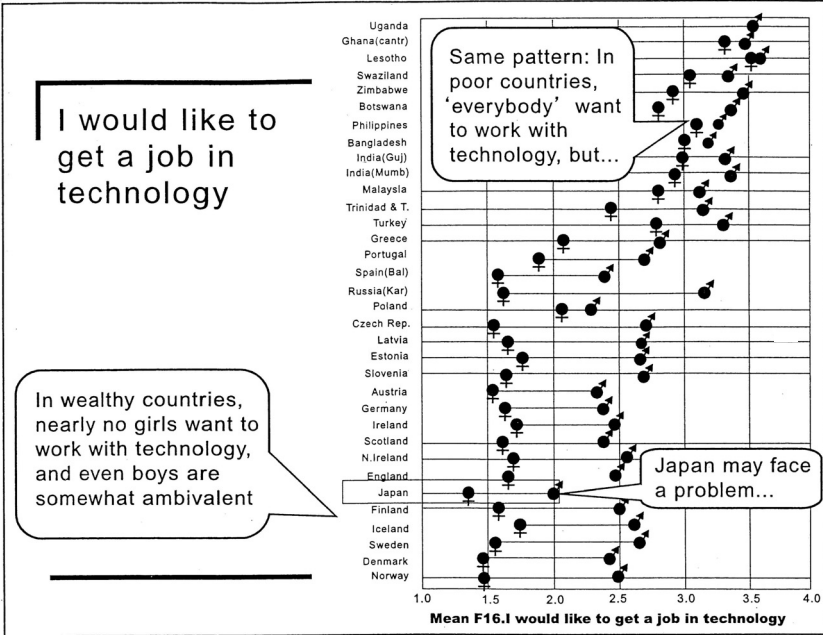


図1 Professor Svein Sjøberg, University of Oslo, Norway, project leader of Relevance of Science Education (ROSE) 2007年の調査報告より
2007年9月25日英国ヨーク大学で入手の Svein 氏の講演シートから

会議中、突然の呼びかけにびっくりしたのが、図1の報告のときである。「日本は問題に直面している」と大きな声で名指しで言われてしまった。この報告は、国ごとに若者が技術の職業に就きたいか、それを聞いた調査であった。ウガンダがトップであるが、日本はその逆で、ほとんどの子が就きたいと思わないと考えているようである。とりわけ女子は飛び離れてそう思わない。ほかの国はその中間で、ウガンダと日本の間に分布している。

確かにこれを見ると、ノルウエーの研究者が指摘するように、科学技術を見る若者の日本の現状は問題である。このままでは日本の未来は危い。なんらかの改革が急務ではないか。そう思われるデータである。

このデータでは、発展途上国はおしなべて就職希望率は高いが、発展国ではどの国も低い傾向がある。しかし科学技術の成果で著名な日本で、就職希望率がとりわけ低いのは、諸外国にとっては奇異に映るらしい。

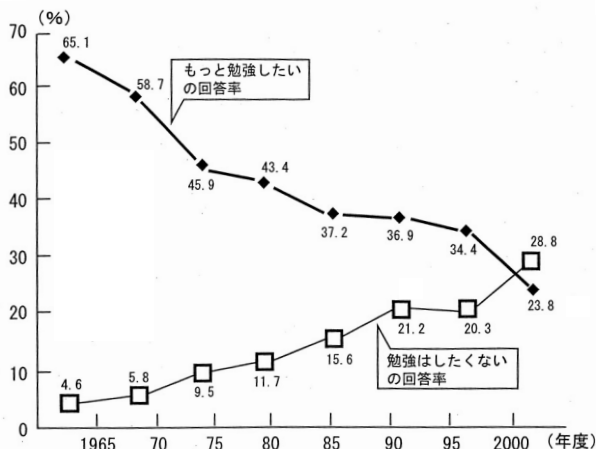


図2 最近40年間の生徒学習意欲の変遷

(神奈川県藤沢市教育委員会「学習意識調査」により作成)

(門脇厚司編著『学校の社会カーチャカラのある子どもの育て方』、朝日新聞社刊より)

しかしこれは技術に関わる職業希望の問題だけではない。図2は藤沢市の教育委員会がとった調査である。もっと勉強したいという者の率が、年を追ってどんどん下がっている。

このデータを見ると、図1の結果は、問題が単に若者の科学技術者希望率の低さだけでなく、学習全般の意欲の低さにも関わりがあるのではないか。

この若者の科学・技術分野への志望率や学習意欲の低下は、何らかの意味で社会の要請と若者の意識との間のミスマッチを想定させる。私たちは、いま若者に適切な未来への夢を与えていないのかもしれない。これは看過できない変化だろう。

もしそうなら私たちは、いまこそ新しい夢を若者に示さねばならない。何のために学ぶのか。21世紀の未来の社会像と生きがいを語る必要がある。

2. 21世紀の科学技術社会 – 持続可能な未来をつくる課題一

20世紀の後半、私たちの政治経済社会には、大きな変化がおきた。20世紀を支配した2つの超大国に、根本的な変化がうまれた。ソビエト社会主義連邦共和国は解体した。もう一つのアメリカ合衆国は、その経済システムに根本的転換を余儀なくさせられている。

有限の地球に無限の生産力の拡大はない。大量生産、大量消費の生産力の拡大を前提とした社会目標は、もはや成立し得なくなっている。これを無理に追求すれば、大幅な地球規模の環境破壊を産むか、虚偽の達成報告による腐敗の進行が進む。

1972年ストックホルムで開かれた国連人間環境会議は、すでにわれわれは時代の転換点にあることを宣言している²⁾。大量生産大量消費の経済社会は終わりを告げようとしている。

地球上の他の生き物との共存なくして持続可能な地球の未来はない。これをレイチェル・カーソンは『沈黙の春』(1962)³⁾のなかで指摘している。我々は、これから、いまを突き進むわけでもなく、元に戻るわけでもなく、別の道、を選択すべきではないか。

このとき、とりわけ注意しなければならないのは、人間はすでに、あまりにも大きな力を持ち始めてしまっていることである。私たちはこの半世紀ほどの間に、45億年の地球の歴史で想定されていない、自然の理法を越えた、大きな力、恐るべき力を、持ち始めている。

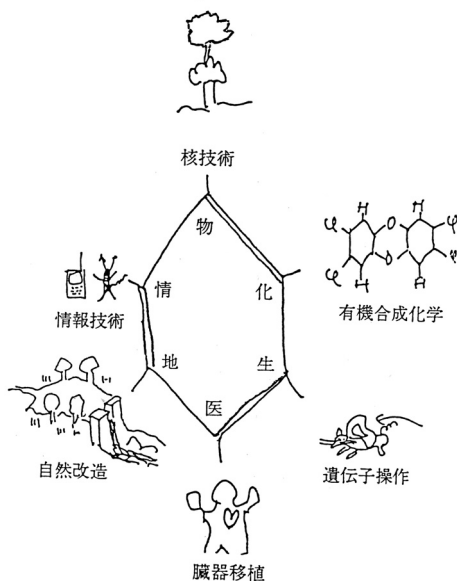


図3 この半世紀に人類が獲得した「恐るべき力」川勝博、2007年
「物理教育をすべてのものにする3つの視点—2006年物理教育国際会議招待講演」
『物理教育』第55巻第3号 p238より

図3のベンゼン核状の六角形は、私が描いた図である。物理、化学、生物、医学、地学、情報、6つの分野で、私が仮にあげてみた人類が最近獲得した、予想を超えた大きな力の例である。

(核技術)：物理分野

分子は変化する。しかし原子は変化しないはずだった。しかし原子を変換することができた。それを制限していた自然の高い壁を超えて。しかし本当にそれを人類は安全に操る技術を獲得しているか。

(有機合成化学)：化学分野

つい半世紀ほど前まで有機化合物は植物しか作ることができなかった。そのため生物は進化のなかで微小化合物を安定した生体コントロール物質として機能させてきた。だが何十万という新合成化学物質の大量氾濫は地球の生態系にどんな影響をもたらすのか。

(遺伝子操作)：生物分野

人間は新生物さえも作る。これは一昔前なら神の領域の技術である。人間の目的のために新しいいきものが大量に生産される。それは地球の生態系にどんな意味をもたらすのだろうか。

(臓器移植)：医学分野

生物の基本的防衛機能は免疫機能である。それを止めておこなわれる移植技術。生命の同一性とはなんだろう。需要と供給の間にある宿命的アンバランスに潜む社会的闇。

(自然改造)：地学分野

エジプト、アスワンハイダムの大失敗。アラル海の悲劇。十分なアセスメントが難しい大規模開発の恐ろしさ。

(情報技術)：情報分野

進化の過程でヒトを人にした多様なコミュニケーション能力。それを覆すような情報化社会の出現。

これらのあまりにも大きな力を人間が持ち始めた時代。そこでは個々の興味と利益に従い、専門家だけの判断で研究開発を進めていってよいのだろうか。それを誰が、どのようにコントロールすべきか。

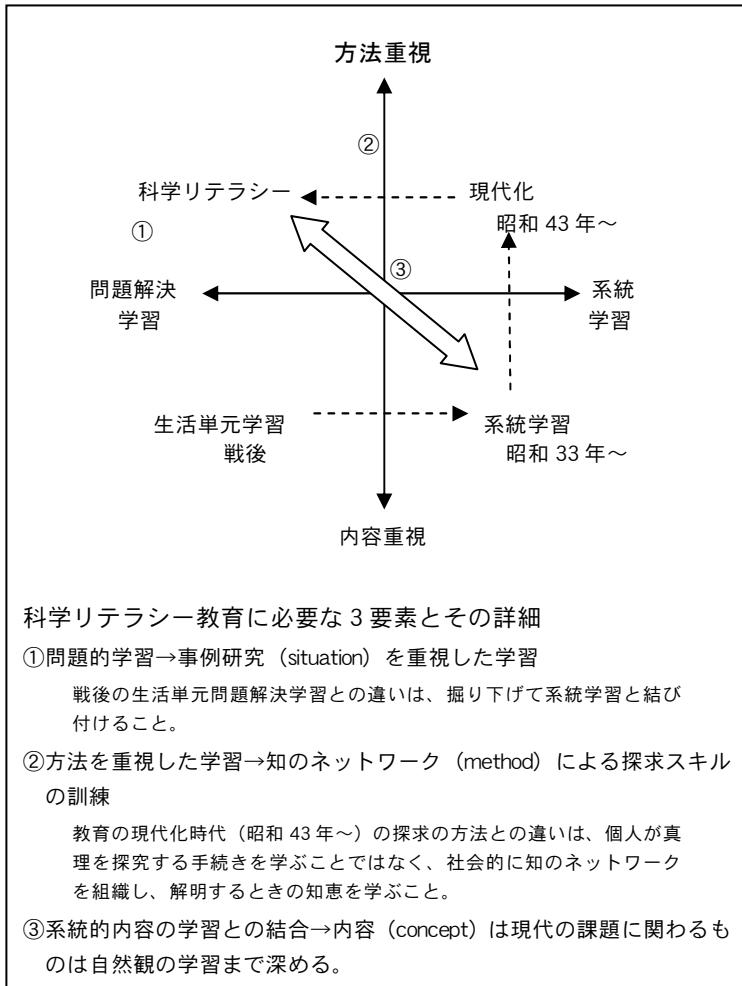


図 4 理科教育の戦後史

Millar, R. and J. Osbne, 1998, 「Science Education for the Future, Beyond 2000」, King's College London School of Education. に基づき、川勝が日本流にアレンジした。初出は、川勝博, 2002 年 11 月、中国四国理科教育研究会記念講演記録 および「理科教室」2003 年 1 月～2 月号、星の輪会

スエーデンのストックホルム会議(1972)は、各国政府に、大きな影響を与えた。それ以後、各国で環境と経済開発についての深刻な議論がおこなわれた。その 30 年後。ブラジルのリオ・デ・ジャネイロ(1992)で、各国の

100以上の首脳を直接集め、環境サミットが持たれる。

その「アジェンダ21」では、今後開発は地球環境が持続可能な限りに留められるべきこと。これからは持続可能な技術の開発をこそ目指すべきこと。それを各国共同でコントロールしあう努力を約束する⁴⁾。

そして同年、ユネスコ（パリ）で採択されたのが、以下の決議である。

“Science and Technology Literacy for All.”⁵⁾

これにより、EUやOECDの教育改革委員会は、すべての人に科学・技術の基礎教養を育てる教育のためのプランづくりを加速し始める。科学リテラシーの教育改革の始まりである(図4)。また、その評価のための調査、PISAも、当然、本格的に動き出すことになる。

20世紀には、二つの大きな社会建設の理想があった、市場経済に基づく福祉社会と計画経済による社会主義社会への道である。それがともに検討と修正が必要になっている。完全な市場経済でもなく完全な統制経済でもない。市民的コントロールと国益を超えた国際協調経済エリアでの市場経済の模索。それが始まっている。

これらの社会改革を考慮すると、大学レベルの基礎科学教育の改革の取り組みの方向が見えてくる。日本では、今日、若者の理科ばなれが指摘されている。それを克服するには、若者に新しい科学技術社会の方向を示しつつ、その建設を担う力を育てることにつながるものでなければならない。それには専門家の卵の為の新しい内容と方法をもつ科学基礎教育とともに、一般市民の科学の基礎教養（科学リテラシー）のレベルアップ。そしてそれら相互の対話能力の育成が課題になると考えられる⁶⁾。

3. 専門家の基礎学力向上策 —主体的な学習能力の育成とともに—

持続可能な科学技術社会への転換には、新しい科学技術開発がいる。それには専門家の卵の基礎学力が低いままでいいはずがない。

何をなすべきか。その第1は、まず現実的に、入ってくる学生の基礎学力を、大学生としての講義を、しっかり履修できる程度までに引き上げることである。この活動は、リメディアル教育や、補習教育として、日本のほとんどの理系大学で、おこなわれている。また欧米でも、形は多様であるが同様なことが行われている。

21世紀は、一般市民にとっても、専門家にとっても、原子論や生態系。進化や遺伝などの自然観についての内容理解や、統計分析、対照実験につ

いて等の、科学的な方法に関わる判断力が要求されている。

そしてそれに加えて専門家は、情報公開に耐える科学技術者倫理、説明責任。市民との対話能力が要求される。

しかしそれ以上に、当然のこととして、最も重要なのは、専門家には本務がある。それは持続可能な新しい科学技術の開発力である。これで21世紀の新しい社会像が決る。

石油自動車から電気自動車へ。化石エネルギーから自然エネルギーへ。安全安心の耐震構造設計。日本固有の食糧ブランド自給策。高い介護医療技術など。科学者・技術者に要求されている新しい視点の創造性は、飛躍的に高まっている。だから学生のいまの学力がたとえ低下していても、逆に相当の学力レベルアップが卒業時には必要であることは、多くの理系の大学関係者が一致して感じているところである。

そのために、学習への動機付けとして、学ぶ意義や未来の科学技術像の探索やその意味の学習をおこないつつ、また社会的政治経済政策として、未来の科学技術者の待遇改善方策も改革しつつ、しかし究極的には、教育の内容と方法の改革が大切である。

自立して思考しつつ新しい未来社会の科学や技術を生み出せるか。基礎知識から新しい先端科学・技術を建設できるか。その力の養成が、知識基盤社会における知働学力である。これを基本にしたカリキュラム作り。これが改革の大切なポイントである。だから自主的な学習意欲の喚起、まだ見ぬ未来社会を想像する、高い品位の広い学習が必要になる。

これを落している基礎学力の向上策と並行して、行わなければならない。この課題は新しい課題であるがチャレンジをしない限り21世紀の社会を切り開けない。

これをどうするか。まず問題はその基礎学力の補い方に現れる改革の理念である。将来の主体的学習意欲をどう喚起させるか。基礎の補充においてさえ、学習意欲を喪失させない工夫が必要である。

欧州諸国でも、学力が低い現実、ほとんどの国が昨今の課題として抱えている。その国の経済的政治的な問題や、国境を越えた労働力の影響もある。それがときに学生に、自分は学ぶ資格がないのではないかと感じさせ、将来の夢を失わせている。基礎学力についての自信を回復させながら、有意な人材に育てる。そんな努力や、新しいカリキュラムづくりの工夫が、各国共通の課題である。

名城大学理工学部では、これをどう克服しようとしているか。

平成 19 年度に、理工学部各科から選抜された委員によって、理工学教育推進センターが設置された。そこでまず初年時の数学と物理の学力格差をどう克服するか。それが真剣に議論された。その結果、新しい方式の補習措置が提起された⁷⁾。

このテストは、理工学部の新入生の皆さんがこれから数学関連科目の学習を始めるに際し、必要な基礎知識の習熟度を自ら把握し自主的に学習計画を立てるための参考とすることを目的として行うものです。統計的データは今後の理工学部の教育改善の参考として利用しますが、それ以外の目的には利用されません。

次ページ以降の各設問に対する自己診断点をこの冊子に記入して下さい。別のマークシートに自己診断点を転記し、

マークシートを 4 月 7 日 (月) までに
タワー 3F 学務センター前にあるレポートボックスへ

入れて下さい (ボックスは 3F 西側入り口の横です)。また、この冊子は履修登録が完了するまで保管して下さい。

集計結果の確認方法：4 月 11 日 (金) 以降、名城大学ポータルサイトかまたは学務センター掲示板で確認できるようになります。ポータルサイトで確認する場合は、まずポータルサイトにログインし、左側の項目の「お知らせ」をクリックし、そこに添付されているファイルをダブルクリックして開いて下さい。

集計結果により、理工学部開講科目の数学 I, II, III, IV の履修のための予備知識が不十分であると判断された学生は、必ず**数学基礎演習 I と II の補習コース**を履修申請して下さい。

● はじめに、設問 1 から設問 60 までの自己診断点と総合計をこの冊子の に記入して下さい。つづいて、各設問の自己診断点を提出用マークシートに転記して下さい。提出用マークシートには必ず**名前と学籍番号**を記入して下さい。(学籍番号のマーク欄は左詰めで 9 桁を記入して下さい。科目名と実施年月日は空白して下さい。)

各設問の自己診断点は 1, 2, 3 で答えて下さい。ただし、点数の基準は次の通りです。

全くわからない。	⇒	1
解く自信はないが類似の問題なら解いたことがある。	⇒	2
この問題を解くことができると思う。	⇒	3

1. $(2x^3 + x^2 - x + 2)(5x + 6)$ を展開せよ。
2. $x = \frac{1}{3 + \sqrt{2}}$, $y = \frac{1}{3 - \sqrt{2}}$ のとき、 $x^2 + y^2$ の値を求めよ。
3. 2 次方程式 $2x^2 - 6x - m = 0$ が異なる 2 つの実数解を持つように、定数 m の範囲を定めよ。
4. 関数 $y = -2x^2 + 12x - 15$ ($1 \leq x \leq 4$) の最大値と最小値を求めよ。
5. 放物線 $y = x^2 + 4x$ の頂点の位置を示し、グラフを書け。
6. $\tan 420^\circ$ の値を求めよ。
7. $A = 60^\circ$, 辺 BC の長さが 6 の $\triangle ABC$ の外接円の半径を、正弦定理を用いて求めよ。

図 5 2008 年度理工学部新入生対象数学基礎知識習熟度自己診断テスト
理工学教育推進センター

例えば、図5は初年時の数学補習の例である。もちろんわからないことを聴く相談室はある。また現実的に、習熟度別の補習クラスも用意してある。しかし大切なのは、この方式の問題点、学習意欲を喪失させる可能性を防ぐ方策である。これに知恵を絞った。希望をもって入学した学生に、差別観を持たせてはならない。主体的学習観を育て、主体的に学ぶ誇りを励ましたい。

新入生は、まず全員、図5にあるような60問の問題をみる。これは解くのではない。解くことなく、解けるかどうかを、自分で判定させる。その結果を集約する。自己採点した見込み点と、集約された得点分布と、教師の一般的アドバイスを参考に、参加すべき補習授業のレベルを、自分で決める。

「君は、このような点だから、この補習を受けなさい」そう入学直後に判定される学生の心理は、どうだろう。それを慮っての措置である。

このシステムでは、できる子でも、見込み点が甘すぎたかなと感ずるらしく、易しい補習を受けることもある。基礎で易しいことの再確認。それもまた慎重でいい。

また、ちょっと大丈夫かな、と思う子でも、アドバンスコースを受けることも多い。背のび。それもいいかもしれない。それは度を越さなければ成長の条件である。

大切なのは学生の、主体的な学びを励まし、基礎の補充をすることである。

このように、基本的には、この方式は習熟度補習クラスによる学力補充方式だが、このクラス分けは、選抜ではなく選択である。主体的な学生の自由意志によるクラス選択である。このような選択クラスは、欧米や北欧の補習でも、でもよく行われている。

この選択クラスは、学力もある程度分布する。学力ミックスクラスに近い。このクラス選択に、学生の差別感は薄い。自分の意思で選ぶからである。むしろ学びたい内容の希望レベルと充実度が、歓迎される。

このような補充学習を、地道におこないながら、専門家の新しい基礎学力の内容建設と向上策を、21世紀にふさわしいものにする研究をし、改革案を考えることが、今後の委員会での課題である。

4. 専門家が市民と対話できるか —近代科学創造の原点—

21世紀という新しい時代の到来を前に、英国のリーズ大学では、サイエンス・カフェと呼ばれる、市民との対話の場をうみだした。現在では、これが世界各国にひろまり、日本でも多くの大学で取り入れられている。

最近、英国や米国では、この形態がさらに多様化し、時間的に場所的に拡大し、ところによっては、サイエンス・デーとか、サイエンス・ウィークとかの、取り組みに広がっているところもある。

これは町全体が対話の場で、1日中、または1週間が対話の期間である。たとえば平日にその地域の学校や町全体を休業にして行われる。いわば科学のお祭、なので楽しい実験ショーもあるが、親や研究者や大学が協力して盛り上げる児童生徒の研究発表会もある。もちろんこれは小中高校の正規のカリキュラム（研究発表会）に組み込まれていることも多い。

しかしなぜ、これらのカフェ活動が大学側から出てきたのか。またカフェの活動が発展して、町ぐるみのお祭りになって定着していったのか。その教訓を学んでおきたい。

日本では、この種のサイエンス・カフェやサイエンス・ボランティア活動を、自分の研究活動の宣伝の場と考えたり、また大学の地域貢献の場と考える向きもある。それも勿論大切なことである。しかしもっと大切なことは、なぜそもそもそんな活動を専門家が関わってするかである。

サイエンス・カフェは、専門家が己の研究内容を語る場ではあるが、同時にそれは専門家が、市民から意見を聞き、その意見から専門家がその研究内容と方法について批判をくみ取る場でもある。だから耳に痛いことを語る人のところにも出向く。カフェという場で、専門家と市民の垣根をとる工夫をして、自由に語り合う。

しかしこれが現状では一部の常連の専門家同士の対話の場や、一部の常連の市民とのサロンになりがちである。それはそれで大切だが、もっとなんとかならないかと、サイエンス・デー、とかサイエンス・ウィークに発展してきた。

昔から、英国では、市民との対話の長い経験と伝統がある。市民と専門家の対話の機会を持続させようとする、昔は、実験とお酒を仲立ちにすることが多かったようだ。英国で科学がまだ市民権を得ていない100年以上まえから、市民と対話してきたときの教訓である。

例えば、演示実験を必ずともなうファラデー金曜講演会もそうである。

実験は市民や子供が喜ぶからである。魅惑的な自然の姿を、専門家は独占してはいけぬ。しかしそれとともに、この実験を通して、持続的に、市民との科学についての対話が行われる。それにはきっとコーヒーとか、お酒が大切だったのだろう。シラフでは、市民が科学者等に、ものを言うのは、当時でも容易ではなかったのだろう。

第4回科学リテラシー講演会

科学実験指導者講習会

岡山理科大学における科学ボランティアリーダー養成プロジェクト

講演：岡山理科大学 准教授 高原 周一氏

平成21年
12月13日(日)
13:00~17:00
名城大学
名駅サテライト
多目的室

岡山理科大学では、地域で科学・工作教室の講師等として活躍し、児童生徒および市民の科学リテラシー向上に寄与する「科学ボランティアリーダー」の養成を本格的に開始しました。本講演では、このプロジェクトのねらい、具体的な進め方（地域との連携、正課カリキュラムによる教育、科学ボランティアセンターによる課外活動の支援など）、現状と今後の展望について説明します。また、このプロジェクトの中で開発しつつある教材についても紹介します。



主催：なごや科学リテラシーフォーラム
名城大学総合数理教育センター
名古屋大学高等教育研究センター
後援：FD・SDコンソーシアム名古屋（予定）
定員：50名程度
参加費：無料

※電話、FAX、E-mailまたはWeb登録にて12月7日（月）までにお申し込みください。

13:00~13:10 開会の挨拶
名城大学 総合数理教育センター長 川勝 博
13:10~14:15 第1部 科学リテラシー講演会
岡山理科大学 准教授 高原 周一氏
「岡山理科大学における科学ボランティア養成プロジェクト」
14:15~14:30 休憩
14:30~16:30 第2部 科学実験指導者講習会
16:30~17:00 まとめ

お申込み先・お問合せ先

名城大学 総合数理教育センター（担当：堀見）

TEL: 052-838-2359（直通） FAX: 052-832-1171

E-mail: ocsec@ccmails.meijo-u.ac.jp

Web登録: <http://polymath.meijo-u.ac.jp/events/regist/index.html>



図6 第4回科学リテラシー講演会ポスター

そもそもガリレオ・ガリレイが新しい科学、近代科学、をつくるにあたっての著作、「新科学対話」（岩波文庫）の冒頭にも、このコミュニケーションの大切さは書かれている。

ガリレオは造船所の職人さんとの対話が、新発見にいかほど大切かを指摘している。もともと、この本そのものが、様々な人との対話で、近代科学の新しい考えが形成されていくことが語られている。

問題はそんな場はどこかである。初期のころは宮廷のサロンであった。しかし、それをもっと庶民レベルまで拡大したとき、おそらく英米のみならず日本でも、市民と科学者・技術者が心おきなく対話できる持続可能な場は、教育の場なのかもしれない。

市民と科学者技術者が、ともに未来をうむ児童生徒を育てるのを助け合う。そんな中で対話する。それはきっと、うち解けて、未来の夢やあり方を話し合える場なのかもしれない。だからサイエンス・カフェが、サイエンス・デーや、サイエンス・ウィークに発展し、持続的にあちこちで定着しているのかもしれない。

日本学術会議は、すべての市民についての科学リテラシーの内容を作成した⁷⁾。その内容は当然、市民からチェックされねばならない。そこで、その企画に関わった、学術会議委員の名古屋グループでは、その普及活動をしようとした。そのため科学リテラシーフォーラムという団体を結成し、名古屋大学、名城大学、淑徳大学、椋山大学と、名古屋 FD/SD 大学コンソーシアムの協力を得て、科学リテラシー講演会・実験指導者講習会をおこなっている。実験をしながら、市民や子供と対話し、科学技術の未来を考えたいと思ったからである⁸⁾。

この活動は、2009年の12月で、4回を数える(図6)。2009年の12月は、岡山理科大学の先生の話聞いた。岡山理科大学は、学士力・科学コミュニケーション力養成を、授業の正規の活動にも入れている先進的な大学である。

この大学では、次の時代の学生養成のため、地域の協力も得て、楽しく教える学生実験ボランティアグループ活動を支援している。市民とともに、児童生徒に楽しい科学を伝える活動をしながら、市民と対話活する研究者、技術者、教員を養成している。これは素晴らしい事で、ぜひその実践を学びたいものだ。

皆が楽しみにする場で、次の世代の科学技術の在り方を考える。それは、私たち自身の市民とのコミュニケーション能力、対話能力を磨く為である。

そしてこの活動は、なによりも、私たち専門研究自身の、研究と教育の意味と方向を、市民のなかで、問い直す活動でもある。それを忘れてはならないだろう。

5. すべての市民のための科学の基礎教養 －基礎と応用の双方向的学習から

最後に、一番大切なのは、すべての市民にとっての基礎科学教育の内容である。これはまたすべての専門家にとっての前提となる基礎科学教養でもある。この内容の建設は、科学的リテラシーの研究として、欧州でもまだ始まったばかりである。

科学的リテラシーを備えた人物とは、つぎのようなことができる人である。

- ・ 科学に関わる問題に関するメディアのレポートを読み、その本質的なポイントを理解することができる
- ・ そのようなレポートに含まれている情報とその含意について、批判的に考察を加えることができる
- ・ 日常生活に対する科学と技術の影響を認識することができる
- ・ 科学に関わる論争的問題についての議論に参加することができる
- ・ 科学の考えや洞察から喜びを得ることができる

(香川大学 笠潤平訳)

図7 「科学的リテラシー」の操作的な定義

2007年9月25日英国ヨーク大学での、英国ナショナルカリキュラムセンター長、ジョン・ホルマン氏の講演シートから

ヨーク大学で英国ナショナルカリキュラムセンターの所長をしているジョン・ホルマン教授は、その日本講演で、科学リテラシーの内容建設にあたって、それを身につけた人を、しっかり想定して作るべきことを語っている（図7）。

現代社会においては一般市民も、専門家も、社会の科学技術に関わる諸問題を適切に説明し考察し批評しうる力がある。未来の科学技術社会をコントロールするのは、もはや国や自治体、企業、専門家たちだけでは不十分になっている。人間の活動が、国境をこえ時代をこえたりリスクな活動に踏み込んでいる今、国境や歴史を見通して、責任をもってチェックする賢い市民の国際的活動力が、必要になっている。NGO 団体や、NPO 団体

が正規の政府と対等に国際会議などで議論しているのはその故である。

そのセンスと力を、国際連帯カリキュラムとして、いかにしてつけるか。そのポイントは、2つある。

(1) 現代の課題に関わる科学の説明原理と基礎知識を持つこと。

現代の課題に関わる基礎概念は、原子論・生態系などの自然観までの理解を、すべての人々に習得させるべきである。PISA2006 科学リテラシー専門委員議長バイビー氏は、そう言っている。この理解は20世紀後半までに主張されていた、全ての市民のための基礎教養より、明らかにワンランク・レベルアップである。

例えばたんぱく質分子の構造とその機能のついて考えてみる。これは、ひと昔前は、到底すべての市民の基礎教養とはいえなかった。タンパク質の形は、タンパク質がはたす酵素機能や、遺伝子転写機能を生みだす。これを利用した薬品の研究、遺伝子操作がおこなわれており、それはリスクと高利潤の見返りをもって、研究競争が激しい。そこでこれらをどう考えるか。ウイルスやその感染症をどう防ぐかを考えるうえでも、その基礎を深めることが、科学技術の基礎教育として大切になっている。それにはその対応法を理解する基本原理の理解がいる。

このように、時代は新しい基礎知識を要請してくる。しかし旧来は科学の体系的学習は、学問の体系に従って基礎を学ぶことが多い。これは学問の構造上、今でも大切である。

しかし基礎を学んでいると、いつまでたっても、現代の課題に関わる知識理解に届かない。とりわけ非専門家の科学教育ではそうである。自分の専門外の領域では、専門家教育でも、この事情は同じである。でもそれでは現代の課題を、すべての人々に判断できる教育にはならない。幅広く深い科学の基礎教養が必要になっている。

そこで、欧米では、これを覆す方式との併用が、実践されている。もちろん基本は基礎から応用へと学ぶ。しかし応用から基礎に遡る逆過程の学習も併用する。現実の問題や生活や政策的な議論から入って、その謎を深めながら基礎まで遡る。

この双方向の学習テキスト例は、たとえばケンブリッジ・オックスフォード大学の物理学科が、共同で物理学会に協力して作成した、専門家用の初年級物理テキスト、アドバンス物理⁹⁾である。

この第1巻の冒頭は、力学ではなく、波動で、超音波を使って妊婦のおなかの赤ちゃんを画像で映し出す技術の謎の解明から入っている。そして

通常の波動と医学の科学診断の基礎原理がいかにか物理を生かしているかを学習する。第2巻以降に、そのもとにある波動運動の基礎、力学を学ぶ。

この方式は、伝統的な基礎学習と、課題研究の学習の併用、つまりそれらを常に結び付ける学習が、専門家の学習でも、一般市民の基礎科学の学習でも、ともに今日では必要であることを示唆している。

(2) 現代の科学技術の課題を事例研究として議論すること。

これは自然科学教育の通常の内容を超えた学習になる。科学技術社会論の課題である。欧米の、小学校、中学校、高校などでは、携帯電話の事例研究。電磁波問題、エネルギー問題、商品偽装問題、薬害問題など、現代の自然科学と技術と社会に関わる課題を学習している。

現代の社会的論争課題を取り上げる。これなど日本の現場の教師は、いままで、ほとんど避けていた。しかし、それで適切な判断力の訓練は可能なのだろうか。例えば原子力発電の是非など、エネルギー問題を考えるのに不可欠なはずである。

よって多くの欧州の国では、小学校から大学まで、ほとんどは必修の課題で議論している。しかし日本では、中学を3年になっても、是非の論議は全く取り上げもされず、避けられている。

この科目は基礎科学の科目として扱われることが大切である。単に社会科の授業、社会学の授業のように扱ってはならないだろう。科学の周辺の学習として扱う。統計分析や、対照実験の意味を具体例の議論の中で学ぶ科目とする。科学の学問的研究と社会的問題の関わりを学ぶ学習として学ぶことが大切である。

それまでして、貴重な授業時間を割いても、この学習は必要である。それが、そもそも、科学の基礎学習として、国際的にも、何故全ての市民に必要なかが論じられているかの理解が、基礎科学教育の原点に関わる大切な認識である。

例えば、国や自治体、業者が、新たな開発を行うときに、その開発が持続可能な限りに、果たして、留められているか。新たな技術への開発動機をどう作るか。それは21世紀の市民が、責任を持たなければならない。21世紀は、その判断を、専門家だけに任せておいてはいけない。21世紀は科学技術に関わる社会問題が、人々の人権擁護に関わる時代である。

そこでは当たり前の人々が、自分自身でそれを守る力を持たなければならない。科学の基礎教育は、21世紀の人権を守る教育になってきているのである。

それはたとえば民主主義国家における、軍隊における文民統制（シビリアン・コントロール）の思想と全く同じである。

高度の専門家集団である軍隊は、秘密が保持され、専門的判断が尊重される。そのため、軍備を縮小すとか、専門家としての力を弱める判断は、ほとんど外部からはしにくい。そこでこの判断を軍事の専門家だけにゆだねると、国民の生命と安全を脅かす深刻な事態に陥ったり、軍隊が暴走を始めた歴史の苦い経験がある。

よって人の命に重大な影響を及ぼす可能性のあるリスクな組織の最高判断は、軍事に全く素人の、非専門家である文民が下す。総合的叡智によって、専門家のしがらみから抜けた人間が下す。その決定に軍隊は従う。そういうシステムを多くの民主主義国家はとっている。

同様なシステムが、あまりにも科学技術に関して大きな力を持ち始めた人間に必要なになっている。人間と地球の未来に、回復不能な影響力をもたらす可能性をもつ現代の科学技術の分野のコントロールシステムとして、どうしても新しい市民的コントロールシステムの創造が必要になってきたのである。

名城大学では、現在全学共通科目で、これらに関わることを学ぶ科目はないとはいえない。しかし到底充分ではない。その事情は他大学でも多かれ少なかれ共通していると思われる。そこで近い未来の課題として、上記の（１）や（２）を学ぶ科目を、全学共通科目として履修可能なものに充実する。それを目指すことが必要になる。

そのカリキュラム作成には、おそらくそのための専門的な研究実践スタッフが必要となろう。そこで、例えば、どこかの学科や学部または、共通の委員会などのような組織をつくり、そこで基礎科学部門の教員が中心になって（１）の内容づくりをおこない、研究し実践を提起することが必要かもしれない。

そこでたとえば、初年時に、すべての学生の共通必修科目として、先進的な諸大学が初年次教育としてすでにとりくみはじめている統合科学諸科目と、その実験を設定する。この科目群は、専門家を含むすべての学生が、物理・化学・地学・生物、４分野の基礎科学の内容を、現代の課題や技術と基礎とを結びつけ、双方向的に学習をする科目とする。

これを通して、現代の自然観を教える。原子論の形成。分子論。エネルギー論。宇宙地球生物の歴史性。多様な生態や階層性などである。この科目の実践研究の何年かの試行をすると、全ての学部の全学共通基礎科学科

目の内容をこれを参考に、計画する事も可能になる。

また同様に、科学技術社会を学ぶ科学文化部門の教員で（２）の内容を試行し実践し研究する。科学技術社会論を学ぶこの科目は、できれば、単なる社会的な科目としない。事例研究を通じて、自然科学の方法的学習を事例研究で学ぶ〈科学について〉の学習としたい。つまり拡張された基礎科学科目になると良い、と思っている。

現在、このように私は、国際的な科学技術教育の改革の動きを参考にしながら、日本独自の道を夢想し、名城大学の全学共通科目を考えたり、将来の理系の基礎科学の内容を、構想したりしている。

これが将来を含めた白日夢にならないように、可能なこと、出来ることを、積重ねて、名城大学でも、なんとか全ての市民のための科学の基礎教養を教えられる道を、探っていきたいと考えている。

注

- 1) 日本学術会議「日本人が身につけるべき科学技術の基礎教養に関する調査研究、21世紀の科学リテラシー像－豊かに生きるための智－プロジェクト」平成20年3月。
- 2) “The United Nations Conference on the Human Environment”, June 5-16, 1972, Stockholm.
- 3) レイチェル・カーソン、1962、「沈黙の春」。単行本として出版。日本語訳は1964年 書名「生と死の妙薬」 1974年 新潮文庫でやっと「沈黙の春」として出版。
- 4) “The Rio Declaration on Environment and Development”, UNITED NATIONS CONF. BRAZIL, 1992.
- 5) *Science and Technology Literacy for All* UNESCO、1992、パリ。
- 6) Bybee, 1997, “Towards an Understanding of Scientific Literacy”, Scientific Literacy: An International Symposium, Kiel, GERMANY.
- 7) 「理工学部教育推進センター活動報告書」、名城大学理工学部理工学教育推進センター、平成21年度3月。
- 8) 『平成20年度なごや科学リテラシーフォーラム活動報告書』名古屋大学高等教育研究センター、2009年3月。
- 9) “ADVANCING PHYSICS”, INSTITUTE OF PHYSICS, 2000, UK.