

神戸女学院大学での体験型実習を利用した
高校生に対する理科教育の試み

西 田 昌 司
寺 嶋 正 明

Summary

Science Education for High School Students Using Experimental Facilities in Kobe College

NISHIDA Masashi

TERASHIMA Masaaki

A variety of reports show that Japanese high school students dislike science as school subject. We also notice as college faculty that applicants to scientific department are decreasing year by year and the average understanding of freshman in science was also reduced. Therefore, we started several hands-on-seminar for high school students using our facility to inflate their curiosity toward natural science.

“A day in a Lab” is an activity spending almost a week in laboratories to experience a day in a scientific atmosphere. In this activity, while learning several experiments, high school students can communicate with college students as a role model. “Experience in Science” is an activity in which they can survey a frontier of modern science including ecology and life science. We also joined “Science Partnership Project” by Ministry of Education and Science and were running a series of life science experiments. This project was designed to facilitate sustainable relationship between high school and college so as to help high school students be sufficiently trained in science.

Through these trials, high school students, even in literature course, became familiar with natural sciences. Some of them changed their direction and entered into scientific departments. Therefore, scientific activity in college for high school students can prevent them from departure from natural science.

(1) 背景

1) 高校生の「理科離れ」

高校生の「理科離れ」が進んでいるといわれ始めてから久しいⁱ。しかし、「理科離れ」に関しては様々な立場からの検討がなされており、明確な定義がなされているわけではない。例えば、文部省（現文部科学省）教育科学研究所は理科に対する興味を対象として調査を行い、小学校5年生の時には80%以上の生徒が「理科は面白いと思う」と回答したのに対し、学年が上がるに従って理科に対する興味が減少し、中学3年生では60%台、高校3年生では50%台の生徒が理科に興味を持っているに過ぎず、理科離れが起こっていると報告している。また、国際教育到達度評価学会（IEA）の国際数学・理科教育動向調査（2003年）では、中学2年生で「理科が好き」、「理科の勉強が楽しい」、「理科は生活の中で大切」「将来、理科を使う仕事がしたい」と答えた生徒は国際的な平均値を大きく下回っている（表1）ⁱⁱ。一方、大学においては、理系学部・学科への入学志願者の減少や入学者の基礎的な科学知識の欠如が問題として議論されているⁱⁱⁱ。いわゆる地方の理系国公立大学においては定員割れも生じ、従来の学力試験以外の入試制度の導入が積極的に図られつつある。本学においても、入学者の高校における理科履修の科目数が減少し、履修範囲も限定されつつあることが問題となっている^{iv}。実際に大学での理科教育を行う上での支障も生じており、本学では、2006年度より大学入学後の早期に、新たに数学、生物、化学の導入教育を開始している。このように、大学から見た理科離れには、高校生が進路としての理系を選択するか否かの問題と、興味を持って授業科目としての理科を履修しているか否かの問題がある。

2) 進路としての理科離れ

進路として理科を選択する高校生が減少している原因の一つとして、進学や職業選択に当たって理系の具体的なイメージが高校生には思い浮かばないことがある。理系の職業像として明確なイメージがあるのは医師、薬剤師、管理栄養士、臨床検査技師などのいわゆる資格が関連する領域で、この分野への進学率は高く、さらに新規の学部も設置されている。また、大学卒業後に、再度、これらの資格を取得するために専門学校や大学に再入学したり、大学在学中にダブルスクールとして専門学校で修学したりする学生もいる。

一方、目に見える理系の成果としては、様々な形で社会に還元された科学技術がある。しかし、20世紀後半から21世紀にかけて、科学技術は様々なほころびを見せ始めている。科学技術の進歩による工業化社会は、大気や河川、海水の汚染、地球温暖化などをもたらし、また、原子力発電や交通システム、通信網などの巨大科学は、人間のコントロールを逸脱した故障や事故を繰り返し起こしている。従って、理系分野は破綻した科学技術と結びついた負のイメージを持って語られることが多く、一般的には理系志願者の減少をもたらす原因となっている^v。

表1 理科に対する態度の国際比較

国・地域	理科が好き	理科の勉強が楽しい	理科は生活の中で大切	将来、理科を使う仕事がしたい
イラン	93	93	89	80
シンガポール	92	90	93	61
タイ	90	87	96	79
クウェート	89	87	92	72
コロンビア	87	94	97	79
イギリス	78	82	81	47
スコットランド	78	81	80	49
スペイン	73	69	87	56
ベルギー	71	77	80	42
アメリカ	71	73	80	50
キプロス	70	77	81	41
香港	69	68	77	35
カナダ	68	71	80	46
ニュージーランド	68	71	75	39
アイルランド	67	69	71	40
ノルウェー	67	75	78	36
スイス	67	59	67	29
オーストラリア	60	62	71	39
イスラエル	59	67	64	38
韓国	59	40	74	26
日本	56	53	48	20
国際平均	73	73	79	47

3) 授業科目としての理科離れ

個々の高校生に直接話を聞くと、決して理科への興味が減少したのではないことがわかる。たとえば、「文系」クラスに在籍する生徒でも、小学校での理科の自由研究や中学校での理科研究の発表会について熱心に体験を語る生徒が多数存在する。しかし、実際には、先に述べたように理科を面白いと感じる生徒の割合は学年が進むにつれて減少し、高等学校で「理系」クラスに進んだり、幅広く理科科目を履修する生徒数は減少している。

その原因の一つとして、理科の授業時間数の変化が挙げられている。学習指導要領によると、1970年までの理科授業時間数を100%としたときの相対時間数は改訂ごとに減少し、1990年代は小学校で67%、中学校で80%前後、2000年代にはいと小学校で56%、中学校で69%となっている（表2）。授業は必要な知識を履修させることに先ず充てられるため、授業時間数の減少は実験時間の減少となって現れている。実験によってのみ理科への興味が増大するわけではないが、身近な自然現象とふれあう機会が減少してしまった現代において、数少ない自然現象を体験する機会としての実験の役割を考えると、理科離れにおける理科時間数減少の影響は、無視することは出来ない。

表2 学習指導要領の改訂による理科授業時間数の変化

年度	小学校（6年間）		中学校（3年間）	
	時間数	%	時間数	%
1969	628校時	100	420校時	100
1992	420校時	67	315～350校時	75～83
2002	350校時	56	290校時	69

- 校時：小学校45分、中学校50分
- %：1969年度に対するパーセント表示

4) 女子高校生の理科離れ

それでは、理科離れにおいて男女差は認められるであろうか。前述したように資格に関連した管理栄養士分野では女子の進学者が減少して居らず、薬剤師養成課程では新学部が設立されている。また医学部では、全入学者に占める女子学生の割合が1960年代には10%台であったものが、1997年には30%を越えるに至っている。それにもかかわらず、一般的な理科離れの傾向は男子高校生に比べて女子高校生において特に顕著となっている^{vi}。

一方、生活の中での理系の知識、理系の思考の重要性は21世紀に入ってますます重要性が高まると考えられる。環境問題は研究レベルから政策レベルへとより具体的な取組がなされるようになり、地方選挙や国政選挙における投票行動にも深く関わるようになってきた。さらに、今後、様々な観点から問題点が出現する可能性のある遺伝子組み換え食品の安全と安心に関しては、食生活や食文化の担い手である女性が、これからも重要な役割を果たす必要がある。単に職業選択のために理系分野に進学するのは異なり、生活者として科学技術を読み解くための理科知識（サイエンスリテラシー）を身につける必要があり、女子生徒の理科離れは憂慮すべき状態にあると考えられる^{vi}。

(2) 大学の施設を利用した理科教育

このような高校生の理科離れの背景や現状を考えると、資格とは関連しない理系分野の進路や職業選択とは異なるリベラルアーツとしての理系の楽しさを高校生に理解してもらうことが、理科離れを解消する有効な手段になると考えられる。そのために環境・バイオサイエンス学科では、大学の研究施設を利用し、理系学科での学習や研究の具体的なイメージをつかんでもらう取組を行っている。特に、本学科の学生との交流を通じて、女子の理系分野での進路に対する新たな視点を身につけてもらうための様々な試みにも重点を置いている。

1) 「研究室体験」と「サイエンス体験」

まず、2000年度の夏期休業中に二名の女子高校生を試験的に研究室に招待し、一日をかけて先端の実験機器、実験手法の体験や大学生との交流を行ったところ好評を得た。そのため、2001年度より、「研究室体験」として組織的な取組を開始した。この取組は、研究室での「滞在型」の実習を体験することで実際の理学研究の時間の流れを理解してもらうと共に、女子大

学生を含めた理系研究者との身近な交流を通して理系分野に対する視野を広げてもらうことを目的としている。

表3に示すように、2001年度は3日間に渡って応用生命科学体験コース、健康医学体験コースを開催するところよりスタートした。実習の内容は、大学での実習や卒業研究と関連した実験を行い、各研究室での卒業研究生が実験の補助にあたった。2002年度には環境科学体験コース、2003年度には生態学体験コースを増やし、開催日数もそれぞれ4日間、5日間とほぼ一週間で研究室で過ごす事が出来る実習を企画した。参加者数も、2002年度は延べ18名、実質15名、2003年度は延べ20名、実質14名となった。参加者への聞き取りでは、参加者の大半は高等学校のいわゆる「文系」コースに在籍していたが、「理科」への興味を持っており、大学進学後の「理系」での学習内容や履修の可能性を確かめるために「研究室体験」に参加していた。実際、「研究室体験」参加者の多くは、その後、理系への進学を志望するようになり2002年度には5名、2003年度には4名が環境・バイオサイエンス学科に入学し、高校生の理科離れを防ぐという所期の目的は達成することができたと考えられる。

一週間にわたる「研究室体験」は、実際の研究室での時間の流れを体験してもらうと共に理系の各分野についての幅広い理解を深めてもらうために有効であった。しかし、その一方で、高等学校での授業時間の短縮などの影響で学事日程や補習が夏休みにも行われることが多くなり、また、塾や予備校での夏期講習に参加する生徒が増加したことから、夏期休業中に長期間にわたって大学での実習に参加することが困難な生徒が多くなった。その結果、「研究室体験」に参加する高校生は一部のコースだけを選択することとなり、本来の理系の研究室を体験する目的から外れた単発のデモンストレーションと同様の取組となる結果を招いてしまった。そのために、環境科学専攻から環境・バイオサイエンス学科への組織改編を控えた2004年度からは、新たな学科の枠組みで理系の研究室を体験してもらうため、生命科学と環境科学の二分野に集約して、2日間の研究室体験を開催している(表3)。2004年度には延べ28名(実質19名)、2005年度には延べ延べ25名(実質17名)の参加者を得ており、参加者の増加と共に、半数の生徒が二日間にわたって研究室体験に参加した。また、短期間であっても大学の研究室や実験に触れる機会を提供することも「理科」に対する理解を深める一助になると考え、2004年度からは12月に、理系の各分野を一日で体験出来るように日程を工夫した「サイエンス体験」を開催するようになった(表3)。

2) サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト

このように「研究室体験」と「サイエンス体験」を通して高校生に「理系」のイメージを具体的に体得してもらい、理科に対する興味を高めることが可能となった。しかし、これらの取組では高校生の基本的な理科知識の低下を補い、大学入学後の履修に役立つ体系だった知識の伝達を行うことが出来ない。参加者の中には新たな項目を含む実習には繰り返して参加する生徒が見受けられ、一般的な「理科」のイメージ作り以上の知識の蓄積を、大学での実習に求めていることが伺われる。系統的な履修計画に沿った理科体験を大学で行うことが出来れば、高

表3 環境・バイオサイエンス学科における「研究室体験」、「サイエンス体験」

年度	コース	開催日
2001	応用生命科学体験	8月7日、8月10日
	健康医学体験	8月9日
2002	環境科学体験	8月5日
	健康医学体験	8月8日
	応用生命科学体験	8月6日、8月9日
2003	環境科学体験	7月28日
	応用生命科学体験	7月29日、8月1日
	生態学体験	7月30日
	健康医学体験	7月31日
2004	バイオサイエンス体験	8月3日
	環境科学体験	8月5日
	サイエンス体験	12月23日
2005	バイオサイエンス体験	8月2日
	環境科学体験	8月4日
	サイエンス体験	12月10日
2006	バイオサイエンス体験	8月1日
	環境科学体験	8月2日
	サイエンス体験	12月23日

等学校での理科授業時間の削減等のために減少している理系の基礎知識を補完し、大学入学後に行っている導入教育を、多少なりとも軽減することが可能になる。

高校生に対する体系的な履修を計画するには、生徒個人に対する取組とは異なり、高等学校との連携を密にして履修課程へ組み込むことにより、更に充実した履修計画を組むことが可能となる。文部科学省は、平成14年度から、科学技術・理科、数学教育を重点的に行う高等学校を「スーパーサイエンスハイスクール」として指定して、理数系教育に関する教育課程の改善に資する研究開発を始めた^{vi)}。しかしこのような一部の高校のみに重点化した取組は、エリート校の養成や差別化であるとの批判がある^{vii)}。一方、科学技術、理科・数学（算数）教育を充実させるための科学技術・理科大好きプラン」の一環として、同じく平成14年度から、大学などの研究機関の施設を用いて高校の理科教育を行う「サイエンス・パートナーシップ・プログラム」（平成18年度より、「サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト」独立行政法人科学技術振興機構）が開始された^{ix)}。この取組は大学が複数の高等学校と提携して複数回の体験型の理科教育を行うものであり、高大連携の下で大学での体系的な取組を高等学校の教育課程に組み込むことが可能となる。我々は、2006年度のサイエンス・パートナーシップ・プロジェクトに参加し、兵庫県下の二つの高等学校と提携し、従来とは異なる形式での研究室体験を開始した（図1）。

今回の取組では体系的な取組を目的とするために、生命科学を中心に実習を構成した。生命科学の研究では、マクロレベルの生体観察から細胞レベル、さらには分子レベルでの検討まで

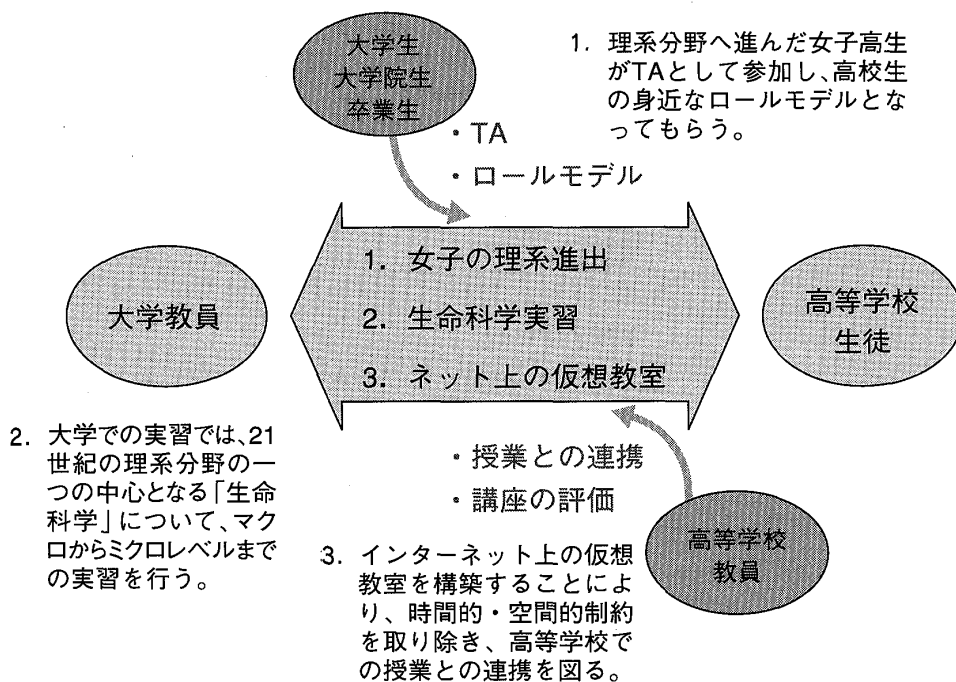


図1

を重層的に行うところに面白さがある。従って、実習は脊椎動物の系統解剖、細胞を用いた機能実験、および、遺伝子解析からなる三回の講座を連続して開講することにより、包括的な生命科学に対する知識と興味を持たせるように構成した。また、進路の決定には、生徒が将来の自分のイメージを描けることが重要となる。そこで、今回の実習では大学生、大学院生、卒業生をティーチングアシスタントとして活用し、高校生が身近で具体的なロールモデルを持てるように配慮した。

このような体験型学習をより継続性のある取組とするためには、実習のための大学への来校時以外にも学習の機会を与える必要がある。本取組では、ネットワーク上の仮想教室である「ブラックボードシステム」を用い、提携校での学習との関連を深めることを試みた。本システムはインターネットからの利用が可能であり、高等学校の授業としてのアクセスのほか、自宅からもアクセスすることが可能である。今回はレジメのアップロードにのみ用いることとなったが、本取組の事前学習、事後学習を行うことにより深い学習の定着を図ったり、将来的には通常の学校教育における学習と有機的に連携させたりすることも考慮中である。

3) チャレンジキャンペーン

このような大学での「体験型」の実習によって高校生に理科の面白さを伝えていく取組は、対象となる高校生の範囲を限定している可能性がある。参加者の多くは、高等学校では文系クラスを選択しながらも実験に対して違和感が無く、逆にこれまでの学習経験から実験の楽しさを知っている生徒である。一方、文系クラスに属する多くの生徒は、理系に対する興味を持ちつつも実験をすることへの不安や抵抗感を持っている。特に、女子生徒の場合には、グループでの実験に際して男子生徒がリーダーシップをとることも多く、積極的に実験に参加する生徒

が少数であると指摘されている^{vi}。このような生徒の理科離れを防ぐには、実験や実習を用いずに具体的な理系のイメージを高校生に与える多面的なアプローチが必要となる。内閣府では女子生徒、女子学生の社会進出を進めるチャレンジキャンペーンを行ってきたが、平成17、18年度は、女性の理系分野への進出が少ないことから「理工系分野への選択」を主題としたキャンペーンを行っている^x。このキャンペーンでは「先輩からのメッセージ」として、実際に理系分野へ進学した女子大生や理系分野で活躍する女性から、将来の進路についてのアドバイスや体験談を身近に聞くことの出来る機会を提供している。環境・バイオサイエンス学科も、女子大学の中の理工系学科という特徴から、このキャンペーンに共催団体として参加した。

この取組では、「先輩からのメッセージ」の一環として、環境・バイオサイエンス学科へ進学した女子学生がロールモデルとして女子高校生と接することにより、具体的な理系進学後のイメージを持たせる事を目的とした。本学科に進学した女子学生にとっての「理系」とは、理科的な知識・技術と思考法を身につけ、それを理系の職業に就いて発揮することと共に、リベラルアーツとしての「理科」を生活の中で役立てる（楽しむ）ことも挙げられる。特に、近年は科学技術の進歩と共に日常生活の中に様々な科学技術の成果が取り入れられているが、技術の先端化によりそれらはブラックボックスとなっている。そのために科学技術に対する不信感や理科離れも生じると考えられている。従って、理系の出身者は正確な知識を自ら持つと共に、広く社会に情報を伝達し還元する必要があるとされている。このような「科学を読み解く力(サイエンスリテラシー)」の涵養とその流布(サイエンスコミュニケーション)も、理系進学者のアイデンティティーとして新たな位置を占めると考えられる。

このような観点から、本学科では、「遺伝子組み換え食品」を取り上げて、その安全性に関する市民対象のシンポジウムを実施してきた。この取組では、女子学生が大学での学習を元に調査・研究した成果を、シンポジウム形式で市民に発表し討論する。遺伝子組み換え技術に関する正確な知識を持ちながらも専門の研究者とは異なる視点からの発表は、聴衆にとって「啓蒙」としてではなく「共感」と「親しみ」を持って受け入れられていることがアンケート調査で明らかとなった。今回、チャレンジキャンペーンへの共催を機に、広く高校生にもこの取組を紹介し、参加を呼びかけた。理系女子大生の活躍、特に新たなサイエンスコミュニケーション分野での活躍を実際に体験することで、理系分野への興味の喚起と理系進学へのさらなる動機付けになることを期待している。

(3) まとめ

以上のように、環境・バイオサイエンス学科では、理系志願者の減少、基礎的な理科知識の欠如など、大学において直面している高校生の理科離れへの対応策として、大学の施設を利用した各種の「理科」体験プログラムを行ってきた。その結果として、いわゆる文系課程の生徒のなかからも理系へ進学する者が現れ、その効果は上がりつつあると言える。また、大学で必要とする基礎学力の低下を防ぐために、科学振興財団の「サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト」に参加し、複数回の連続する体験型学習からなるプログラムも開始している。こ

の取組は、本年度から開始したばかりでありその成果は未だ明らかではないが、今後も取組みを継続してその効果を検証して行きたい。また、大学の施設で実験・実習を行うことだけが、特に女子高校生の場合には理科離れの解決に役立つのではないと考え、内閣府男女共同参画室の「チャレンジキャンペーン」に参加し、ロールモデルとしての女子の理系進学者と女子高校生との交流を図っている。しかし、このような取組を継続して企画・遂行していく上で、大学教員の負担は大きいと言わざるを得ない。たしかに高校生の理科離れに対する取組は、理系学部・学科での教育を成り立たせる上で重要な役割を果たしている。しかし、本来は高等学校で行うべき教育を大学が肩代わりしている側面があり、また、大学教員にとっては本来の研究、教育業務とは無関係の仕事として取り組んでいる場合がある。高校生の教育現場である高等学校との連携を強化した取組や、取組の成果を正規の大学教育に取り込んでいく仕組みが必要である。そのためには、大学の特色を生かした実験・実習などのカリキュラムを高等学校の教育課程に沿った形で整備すると共に、大学での単位認定をも視野に入れた継続的な取組を考えて行く必要がある。

この取組の一部は、2006年度神戸女学院大学研究所総合研究助成（代表者 出口 弘）を得て行った。

注

- i 理科離れの真相 安齋育郎、板倉聖宣、滝川洋二、山崎孝 朝日新聞社（1996）
- ii 国際教育到達度評価学会（IEA）国際数学・理科教育動向調査の2003年調査（TIMSS2003）http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/16/12/04121301.htm
- iii 算数ができない大学生—理系学生も学力崩壊 岡部恒治、戸瀬信之、西村和雄 東洋経済新報社（2001）
- iv 環境・バイオサイエンス学科におけるリメディアル教育の必要性と Blackboard システム利用の試み 西田昌司神戸女学院大学論集 52(3)：49-63、2005
- v 本学科への入学を希望する学生は、ゴミ問題や環境汚染、絶滅危惧種、遺伝子組み換え食品の安全性などのどちらかといえば理系の負のイメージをきっかけに、逆に理系への興味を持った学生が多く見受けられることは興味深い。
- vi 理科離れしているのは誰か—全国中学生調査のジェンダー分析村松泰子（編）日本評論社（2004）
- vii スーパーサイエンスハイスクール 文部科学省 http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/daisuki/04070904.htm
- viii スーパーサイエンススクール—理系離れをくい止める新しい学校教育への挑戦 井上徳之、毛利衛 数研出版（2003）
- ix SPP（サイエンス・パートナーシップ・プログラム）—大学、公的研究機関、民間企業等と教育現場との連携の推進— 文部科学省 http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/daisuki/03072301.htm
- x チャレンジキャンペーン —女子高校生・女子学生の理工系分野への選択— 内閣府男女共同参画局 <http://www.gender.go.jp/c-challenge/>

（原稿受理 2006年12月6日）