

研究論文

教員養成系大学の特徴を活かしたサイエンス・コミュニケーターの育成

真山 茂樹

東京学芸大学生命科学分野

高橋 修

東京学芸大学宇宙地球科学分野

湯浅 智子

東京学芸大学大学院

連合学校教育学研究科自然系教育講座

A Case Study of Training Students as Science Communicators in a Teaching Training College under the College System

Shigeki MAYAMA*, Osamu TAKAHASHI**, Tomoko YUASA***

*Department of Biology, Tokyo Gakugei University,

**Department of Geology, Tokyo Gakugei University,

***Division of Mathematics and Natural Science Education, United Graduate School of Education, Tokyo Gakugei University

Recently, the importance of science communication has been frequently discussed in Japan. For the popularization of science communication, several courses of science communication training have been established under the cooperation of universities, museums, journalism, etc. However, the science communicators cultivated in such courses are not sufficient for conducting nation-wide science communication activities. The principal abilities required in science communicators are a good understanding of science, an ability to teach science, and an ability to communicate corresponding to the age and developmental stage of the targeted individuals. In the curriculum of a teaching training college, students are required to master the latter two above-mentioned abilities. In the science course of a well-established Japanese teaching training college, students study pure sciences for their graduation thesis, and learn the skills of investigation as well as manipulation of scientific instruments over a long period of time. Moreover, they have practice-teaching periods thrice during their curriculum, wherein they practice the teaching methods and also the modes of communication directed toward various groups of children. We prepared opportunities, namely extramural courses, which enable students to combine their accumulated abilities. Further, a questionnaire survey indicated that these trials were effective for the promotion of public awareness of science.

Key words: Communication ability, Science communication, Teaching training college, Training university students

I. はじめに

科学技術が急速に発達した現代社会では、一般市民の科学に対する意識を、いかに向上させるかが重要な課題となっている。この問題の解決の鍵を握るのは、単なる知識の伝授でなく、多様な活動を通じてのサイエンス・コミュニケーションであり、その心得を持つ人々の存在である（ストックルマイヤーら、2003）。近年、我が国においても、サイエンス・コミュニケーションの必要性が重要視されるようになり、そのため

の人材養成を目的とする講座が、博物館や大学等で開催されるようになった。また、実社会における実施のためのシステムもさまざまなものが開発されるようになり（例えば、松川・林、2003）、良好なサイエンス・コミュニケーション実施のための条件は整備されつつある。しかし、科学意識の向上を、国民規模で実施するために、多数のサイエンス・コミュニケーターが必要なのは言うまでもない。そこで、現職理科教員にその役割を求め、彼らの再研修や研修制度の整備が提案され（渡辺・今井、2005）、そのためのプログラ

ムの構築や実施も行われるようになってきた(中山ら, 2006)。これらはいずれも、大学と博物館、教員等が連携したシステムの基に実施されるものであるが、新しい枠組みの構築にはそれなりの時間と費用そして人材が必要とされる場合が多い。しかし、もし従来の枠組みの中だけでサイエンス・コミュニケータの養成ができれば、より多くの人材を社会に送り出すことが可能となり、その分、多くの人々の科学意識の向上を図ることが可能となる。

筆者らの所属する東京学芸大学は大規模の教員養成大学であり、相当数の教員スタッフ数を大学内で揃えることができるため、学内でサイエンス・コミュニケーションの新しい方法を模索し実践することが可能である。近年、大学内の科学分野と美術分野の教員と学生の連携により、美術を入口として最終的には来場者の科学に対する意識を向上させることを試みる展示会形式のサイエンス・コミュニケーション(鉄矢ら, 2005; 古瀬, 2005; 正木ら, 2005; Mayama, 2005)が実施されたが、これは大学に所属する多様な人材を活用した一例である。

本研究では大学外部の機関と新たなシステムを構築せず、大学内部にある既存のシステムを活用してサイエンス・コミュニケータの力量を有する学生を育成する方法を探った。サイエンス・コミュニケーションでは、科学的事象についての正しさや誤りを判断できる感覚に加え、対象者を意識や気持ちなどの心理面から理解し、知識や理解などの学力面に働きかけることができる人材が必要である。このため対象者各人の持っている知識に差異があることを知り、彼らが理解できるよう発達程度や年齢に合わせメタファーを使い専門用語を控えるなど、状況に応じた最適な方法で対応できる力量をもったコミュニケータの養成が重要とされる(ストックルマイヤーら, 2003)。ところがこれらの能力のうち、対象者との関わり合いで必要とされるものは、従来の教員養成において求められているものと重なり合う能力なのである。東京学芸大学の教員養成カリキュラムでは6~8週の教育実習期間が設定されており、学生は教育的コミュニケーションに関するトレーニングを相当時間受ける。また、大学の授業では、教育学そのものや、理科教育学など教育の理論を学習し、さらには教科横断的な思考能力やスキルを高める“プロジェクト学習科目”を必修履修する。さらに、理科に所属する学生は3年次から卒業研究を

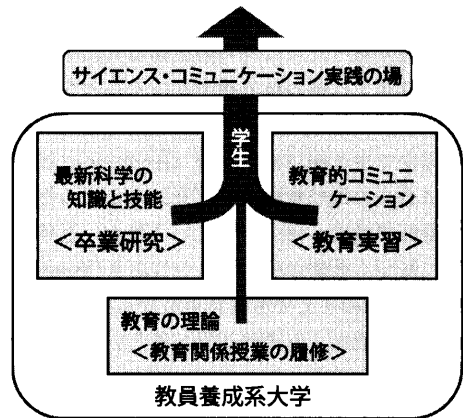


図1 教員養成系大学の理系コースで可能なサイエンス・コミュニケータの力量をもつ学生の育成

開始するが、そのテーマとして、理科教育の方法論的なものよりは、教材内容学あるいは、その基礎となる物理、化学、生物、地学そのものの基礎研究を卒業研究の対象として選ぶ学生が多い。東京学芸大学の理科教員は50名を超すため、理科に所属する学生は、自分の希望する内容の科学分野に2年間身をおき、その分野の最新の知識と技能を習得しながら、自らの科学的視野を広め科学的思考法を鍛錬する。そこで筆者らは、大学生が教育実習や授業で培った能力と、卒業研究の過程で取得する知識、技能および科学的思考力を同時に発揮できる場を設け、彼らにサイエンス・コミュニケーションを体験させることで、大学生のサイエンス・コミュニケータとしての力量を育てることが可能ではないかと考えた(図1)。本研究では、その場として公開講座を利用した。

II. 研究目的

教員養成系大学の大学生がサイエンス・コミュニケータとして活動した、中学生高校生対象の体験型公開講座が参加者に及ぼした影響を検証し、その要因を探ることで、教員養成系大学が学内組織を利用して行えるサイエンス・コミュニケータの力量をもつ学生の養成の可能性と、その問題点を明らかにすることを目的とした。

III. 実践の概要

1. 対象とした科学の内容

体験型公開講座で取りあげた科学の内容は、放散虫

と珪藻を指標とした生物学、地学、環境科学にまたがる境界の領域であった。これらの生物は共に中学校、高等学校の授業では扱われる機会がほとんどない。しかし、放散虫は6億年近い過去から化石記録が残り、現在も海洋中で生き続ける生物で (Anderson, 1983), その化石は過去の地球環境や年代を知るための指標として地学分野では広く研究されているほか、近年ではその分子に基づく系統が解明されつつあり (Yuasa et al., 2005) 生物進化のうえでも注目を浴びる生物である。一方、珪藻は放散虫より出現記録は新しいものの、今日、地球上の光合成の20~25%を担い (Mann, 1999), 海洋におけるその量は熱帯雨林におけるその量に匹敵する生物で (Armbrust et al., 2004), 生細胞および化石細胞が人間生活に幅広く利用される (Mayama, 2005) ほか、水環境の指標としても有用な生物である (Kobayasi and Mayama, 1989; Mayama, 1999)。このような子ども達にとって経験のない生物を使用することは、サイエンス・コミュニケーションが良好に行われたかを判断するためには、むしろ好都合と思われた。

2. 大学生の事前状況

サイエンス・コミュニケーション活動に関わった大学生は、すべて卒業研究として珪藻もしくは放散虫に関わる科学を研究している学生であった。公開講座実施時までに3年生は3週間、4年生は8週間の教育実習を経験し、多様な場面で子どもとのコミュニケーションを学んでいる。また、卒業研究開始後、公開講座実施時までに3年生は10ヶ月、4年生は1年10ヶ月が経過していた。3年生は2年生の3月から当該科学分野を研究するための基礎スキルとして、試料の採集や調整方法、プレパラート作成方法、顕微鏡機器の使用方法を学び、その後、6月~9月にかけて各自の卒業研究テーマを決め、それに従った実験方法や機器の扱い方を習得した。研究内容は多様であったが、各自在学中あるいは卒業後に学会発表ができるレベルを目指した (実際、体験型公開講座に関わった学生の約2/3が、その後、本人により、もしくは共同発表者として学会発表を行った)。また、毎週行われるゼミにより、これらの生物に関わる知識を習得し、討論により理解を深めていた。また合宿ゼミでは、内容を相手にわかりやすく伝える発表を目標とし、各自、プレゼンテーションや資料に工夫を行い、発表後は、その方法について討論し効果を相互確認し、スキルアップに努めた。

3. 体験型公開講座と大学生の活動

公開講座自体の主題は、ミクロの生物である放散虫と珪藻を通じて、地質年代スケールでのダイナミックな地球環境変化と、過去20年という比較的最近の身近な河川環境変化を知り、人間と環境との関わり方を参加者自らが考えることであった。2001年から2004年までの各年、東京都内の中学、高校から参加者を毎回25~30人募集した。その結果、4年間で計44校 (中学22校、高校22校) から108人の子どもが集まった。公開講座は12月の土曜、日曜もしくは祭日を利用し、2001年から2003年までは3日間、2004年は2日間通して実施した。

体験型公開講座のプログラムは野外実習と実験室内での活動から構成された。まず、野外をバスで移動し、3地点で地層の観察および化石の採集を行った。同時に河川2地点を訪れ珪藻の採集を行った。実験室へ戻り、放散虫と珪藻に関する講義を行った後、両生物の試料作りと光学顕微鏡および電子顕微鏡観察を行った。また、珪藻による河川水質判定シミュレータ "SimRiver" (加藤ら, 2004) を用いた実習後、当日採集した珪藻と20年前に同地点で採集された珪藻のプレパラートを用いて水質判定を行い、20年間における水環境の変遷を知り、その原因と今後の対応について討論した。なお、本講座の詳細なプログラムはウェブサイトを参照されたい (<http://www.u-gakugei.ac.jp/~mayama/>)。

本講座の活動の大半は5~6人による班により行われた。これは、観察、実験等の実習を効果的に行うと共に、野外での安全確保を目的としたためである。それぞれの班には大学生1名が配属され、説明と指導を行い班内を統括した。このため、大学教員が直接指導する場面は、講義とまとめ、および全体的な指導のみであり、全体を通して大学生が指導者として活躍する場面が多くを占めた。4年間の講座に関わった大学生は延べ22人であった。この他、大学生は事前の運営にも関わり、教材の作成、現地での下見調査、実験機器の点検とセッティングなどを行った。

IV. 評価方法

まず最初に、体験型公開講座全体に対する評価を参加者に対する質問紙調査から行った。次に、彼らの回答に影響したと考えられる大学生の関わり方を探ることで、研究目的の達成を評価した。

体験型公開講座最終日に子ども達に実施した質問紙

の設問は以下の通りである。なお1～3は該当する番号に○を付けさせて段階評価を求めるもので、4は自由な記述を求めるものであった。

【質問1】いつも学校で受けている授業と比べて、公開講座の内容はどうでしたか？（1. 高度だった
2. やや高度だった 3. あまり変わらなかった
4. 簡単であった）

【質問2】プログラムの内容はどうでしたか？（1. 十分に理解できた 2. おおむね理解できた 3. あまり理解できなかった 4. まったく理解できなかった）

【質問3】大学生の教え方、接し方はどうでしたか？（1. 親切で良かった 2. 普通 3. 不親切だった）

【質問4】体験型公開講座について思ったことを自由に書いてください。

また、大学生に対しては公開講座実施後1週間以内に自由記述式の感想文を書いてもらい、彼らの意識を分析することで、コミュニケータ側からも評価を試みた。

V. 結果

1. 参加者による段階評価式アンケート

回答者数は設問によって異なったが、中学生、高校生を合わせた4年間の合計は【質問1】で107名、【質問2】で108名、【質問3】で104名となった。

公開講座のレベルは中学生、高校生とも自分の学校で通常行われている授業と比較して「やや高度である」と回答したものが最も多い(図2)。また、「高度だった」と回答した子どもと合わせると、その数は全体の7割以上となり、公開講座のプログラム水準の高さが

回答に現れた結果となった。その一方、「おおむね理解できた」、「十分理解できた」と答えた生徒は、共に全体の5割弱を示し、両者を合わせると9割を超える回答数となった(図3)。

大学生の教え方、接し方についての設問では96%が「親切で良かった」と回答しており、参加者が大学生の熱意や誠意を汲み取った結果が示された。

2. 参加者による自由記述式アンケート

回答者は中学生、高校生を合わせ4年間で計98名であった。記述された文章を分析し、主語と述語で一組の短文に整形し直し、これをその後の分析のための基礎データとした。主語あるいは述語が元の文章に存在しない場合は、推定される主語あるいは述語を用いて短文を作った。また、元の文章に主語が2つ、述語が1つあるような場合は、2つの短文に作り直した。その結果、472の短文を得ることができた。自由記述のため、記述量に個人差が生じたが、中学生と高校生の4年間における一人あたりの平均短文数はそれぞれ4.6および5.0で、両者間の有意差は見られなかった($P > 0.05$)。なお、短文の元となった記述式アンケートの回答文は、すべてウェブサイトにて公開している(<http://www.ugakugei.ac.jp/~mayama/>)。

得られた短文は、それらの内容に基づき4つのカテゴリー、すなわち(1)印象的、(2)学習的、(3)発展的、(4)感謝のカテゴリーに分類することができた。分類は独立した3名の評定者が行ったが、それぞれの値に著しい違いは見られなかった(表1)。そこで、3者とも最大の値を示した「衝撃型」において、中間の値を示した評定者1の分類を本論文では用いた。

(1) 印象的カテゴリーは次の4タイプに分類された。

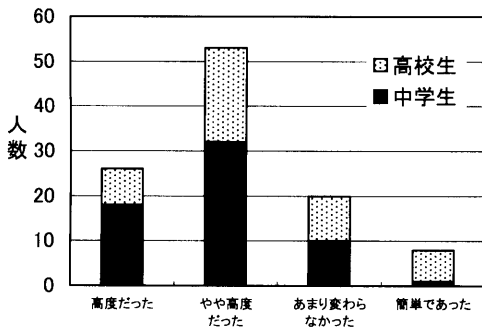


図2 学校の授業と比較した体験型公開講座の難易度 (n = 107)

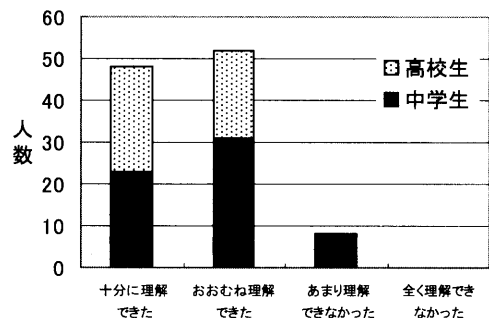


図3 参加者が感じたプログラムの理解度 (n = 108)

表1 分類された短文のカテゴリーとタイプ

カテゴリー	タイプ	中学生*	高校生*	計*	計**	計***
印象的 (小計296*)	衝撃型	81	51	132	128	138
	充実感型	39	51	90	99	94
	コミュニケーション型****	34	25	59	60	55
	不満型	9	6	15	16	17
学習的 (小計92*)	知識型	27	20	47	45	48
	理解型	10	12	22	19	18
	興味型	8	10	18	17	17
	今後型	3	2	5	6	7
発展的 (小計66*)	アンコール型	18	4	22	21	19
	思考型	8	8	16	12	9
	行動型	10	5	15	16	19
	要望型	5	5	10	11	11
	進学型	0	3	3	4	2
感謝的 (小計18)		9	9	18	18	18
計		261	211	472	472	472

* 評定者1による分類, ** 評定者2による分類, *** 評定者3による分類.

**** コミュニケーション型の省略.

「衝撃型」: “驚いた” “きれい” “面白い” といった言葉で代表される感性や知性が受けた衝撃を記述した短文を分類したグループで、これらの短文に示された対象により、参加者は強い印象を受けたと考えられる(表2)。4つのタイプ中、最も多く短文が記述されたグループである。多人数が記述した衝撃の対象は、珪藻、放散虫、あるいはその観察行為自体や観察機器であった。これらの生物は、多くの参加者にとって今まで未知の生物であり、電子顕微鏡観察も初体験であった。なお、数字上は体験型公開講座自体が最も多く記述されているが、ここには観察した生物、観察行為、観察機器などが含まれていると考えられる。

「充実感型」: “満足した” “よかった” といった言葉でまとめられたグループである。ここでは参加者が大学の機器を用いた実験観察に充実感を覚えたほか、実物の生物を観察できたこと、および知的に満足していたことが記されている。また、ここでも体験型公開講座自体を記述した回答者が多かったが、ここには上述の対象に加え、コミュニケーションに由来する充実感も含まれていると思われる。

「コミュニケーション型」: 対人関係および対人的行為に関して述べられた短文で “親切だった” “優しかった”

た” “和やかだった” “楽しかった” などの言葉でまとめられたグループである。その対象としては指導、大学生、友人、雰囲気などが記述されていた。また、それぞれの対象と、そこに記述された言葉との対応関係を図4に示した。

「不満型」: 4つのタイプ中、最も回答数が少なかったものである。“残念だった” “たいへんだった” などの言葉でまとめられるグループで、その対象として、悪天候時の野外観察・採集が最も多く記述されていた。

(2) 学習的カテゴリーで分類した4つのタイプの対象は多様であり、珪藻、環境、理科(科学)、地学、生物、化石、水質、放散虫、下水処理、地層など計19種類に及んだが、珪藻を除き、どれもが各タイプに比較的均等に分散していた。

「知識型」: “～を知った” などの言葉でまとめられたグループである。その対象として珪藻を記述した短文が目立って多かった(19短文)。

「理解型」: 体験型公開講座で知ったことと、既知のことと合わせて考え、それらを再構築した形で記述した短文よりなるグループである。

「興味型」: “～に興味を持った” などの言葉でまとめられたグループである。

表2 印象的カテゴリーに分類された短文を特徴づける5つのタイプとその対象

対 象	タ イ プ												回 答 者 中 の %					
	衝 撃 型			充 実 感 型			コ ミ ュ ニ ケ ー シ ョ ン 型			不 満 型			合 計			54人中	44人中	98人中
	中	高	計	中	高	計	中	高	計	中	高	計	中	高	計	中学	高校	計
体験型公開講座 (全般的)	18	8	26	6	12	18	0	0	0	0	0	0	24	20	44	44.4	45.5	44.9
電子顕微鏡	8	4	12	7	7	14	0	0	0	0	0	0	15	11	26	27.8	25.0	26.5
実物の観察	10	3	13	4	6	10	0	0	0	0	0	0	14	9	23	25.9	20.5	23.5
友人・雰囲気	0	0	0	0	0	0	9	9	18	0	1	1	9	10	19	16.7	22.7	19.4
指導 (方法)	0	0	0	0	0	0	10	12	22	0	0	0	10	12	22	18.5	27.3	22.4
大学の施設・機器 (電顕以外)	3	3	6	4	8	12	0	0	0	0	0	0	7	11	18	13.0	25.0	18.4
大学生	0	0	0	0	0	0	13	4	17	0	0	0	13	4	17	24.1	9.1	17.3
試料作成	6	2	8	3	2	5	0	0	0	2	0	2	11	4	15	20.4	9.1	15.3
珪藻	11	8	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	8	19	20.4	18.2	19.4
学べて・知って (生物, 水環境)	4	2	6	2	5	7	0	0	0	0	0	0	6	7	13	11.1	15.9	13.3
体験・経験 (全般的)	2	2	4	4	3	7	0	0	0	0	0	0	6	5	11	11.1	11.4	11.2
勧められての参加だったが	2	5	7	1	4	5	0	0	0	0	0	0	3	9	12	5.6	20.5	12.2
野外観察・採集	4	3	7	3	0	3	0	0	0	0	0	0	7	3	10	13.0	6.8	10.2
期間・時間・天候	1	0	1	0	1	1	0	0	0	6	2	8	7	3	10	13.0	6.8	10.2
放散虫	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6	5.6	6.8	6.1
水質判定	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	5	7.4	2.3	5.1
その他	5	7	12	5	3	8	2	0	2	1	3	4	13	13	26	0~5.6	0~4.5	1.0~4.1
合 計	81	51	132	39	51	90	34	25	59	9	6	15	163	133	296			

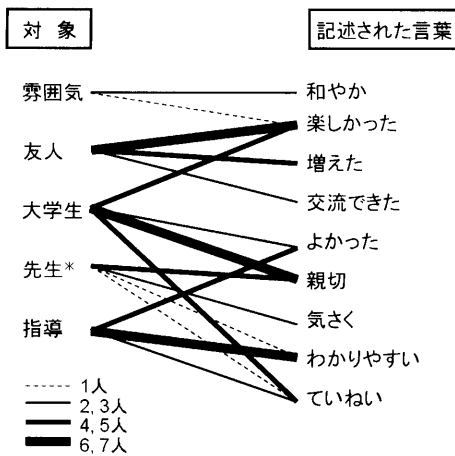


図4 アンケートに記述されたコミュニケーション関係 (n=59)

*表2で“指導”に含めたもののうち“先生”の語を伴っていたもの

「今後型」: “～は今後自分の役に立つ”などの言葉でまとめられたグループである。

(3) 発展的カテゴリーは、今後の学習や行動などへの意欲が記されたグループで、5つのタイプに分類された(表3)。

「アンコール型」: “また参加したい”などの言葉でまとめられたグループで、対象となった言葉はすべて体験型公開講座であった。

「思考型」: “もっと考えたい”などの言葉でまとめられたグループで、その対象は環境に関して多かった。

「行動型」: “やってみたい” “調べたい” “活かしたい”などの言葉でまとめられたグループで、珪藻などを使って川やビオトープなどの調査がしてみたいというものがほとんどであった。

「要望型」: “～して欲しい” “して欲しかった”などの言葉でまとめられたグループである。

「進学型」: 進学希望の記述でまとめられたものである。

毎回、公開講座初日に行った自己紹介では、自ら望んで参加していない子どもや、理科に対して苦手意識をもちながら参加した子どもの存在が、彼ら自身により語られていた。実際、アンケートには約2割の子どもが公開講座の内容に対し、参加前にネガティブ意識をもっていたことが記述されていた。当該短文は印象的カテゴリーと学習的カテゴリーに分類されているため、これらのみを抽出し分析した。その結果、公開講座参加後には、これらを記述した子どもの意識に逆転が生じていることが判明した(図5)。

表3 発展的カテゴリーに分類された短文を特徴づける5つのタイプとその対象

対 象	タ イ プ																				
	アンコール型			思考型			行動型			要望型			進学型			合 計					
	中	高	計	中	高	計	中	高	計	中	高	計	中	高	計	中	高	計			
体験型公開講座	18	4	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4	22
環境に関する意識・未来・改善	0	0	0	7	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	8
珪藻・川・本・ビオトープ・顕微鏡	0	0	0	0	0	0	4	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	7
水質汚濁に関する意識や水処理 いろいろなこと（調べたい）	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
電子顕微鏡観察	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	1	2	3
観察・コミュニケーションの期間・時間	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	2	1	3
水質判定	0	0	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3
学んだ知識（活かしたい）	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
SimRiver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2
説明（詳細な）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2
理系大学または芸芸大	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3	3
その他	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4
合 計	18	4	22	8	8	16	10	5	15	5	5	10	0	3	3	41	25	66			

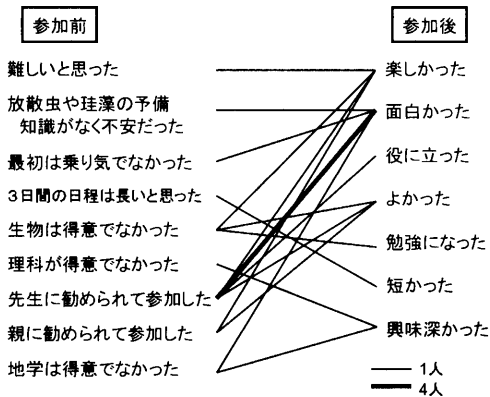


図5 アンケートに記述された体験型公開講座参加後に生じた参加者の意識の逆転 (n=18)

3. 大学生による自由記述式アンケート

22人の学生が書いたアンケートは、いずれも概ね600字前後のものであった。その内容はかなり多様であり、参加者と同様の解析方法を用いた場合、数量的に信頼できる値を得ることが困難であった。このため、フリーソフトウェアである『茶筌』(松本ら, 2000)を用いた文章の形態素解析により、使用頻度の高い名詞を抽出し、彼らの公開講座に対する意識の傾向を探った。

解析された形態素のうち、学生が使用した名詞は重複を含め合計897語であった(重複を含めないと572語)。これらのうち、使用頻度が相対的に高かった語(1%

表4 大学生がアンケートで高頻度に使用した名詞とその登場回数(897語中)および使用人数(22人中)

名 詞	回数	人数
生徒・子ども・中学生・高校生	88	22
科学・理科・サイエンス	40	22
参加	35	16
実験・作業・実習	28	15
自分	25	10
準備・事前	22	9
プログラム・講座・企画	21	7
興味	19	9
人・班	19	12
授業・指導・講義	19	5
ミクロ	18	7
機会	14	10
教育	14	9
経験	13	9
珪藻・放散虫・生物	13	8
研究・卒論	10	7
自身	10	7

以上の頻度で使用された語)と、その語を使用した学生の人数を表4に示した。なお、同義語としてまとめられる語は、一括りにして示した。“生徒”、“科学”およびその同意語は当然のことながら全文中での使用頻度も高く、全員の学生が使用していた。また、その他

の使用頻度の高い語は、そのほとんどが1/3以上の学生により使用されたものであった。

VI. 考察

体験型公開講座の目的は、珪藻と放散虫の採集と観察を通して、子どもらに過去、現在、未来の水と地球の環境変化を見つめさせることで、環境保全のための基礎となる科学的意識を向上させることであった。アンケートの集計結果は、この目的が十分達成できたことを示すものと思われる。次の文章は参加者が記した感想の一例（原文のまま）であるが、ここにおいてもその成果を読み取ることができる。

「地球の大きな環境の変化から、身近な環境の変化まで、いろいろなことを学ぶことができました。ケイソウから学んだことは、とっても大きなことです。私たちがこれから生きていく上で、環境問題はとても大きな課題です。今のうちから、いろいろなことを学び、解決していかなければならぬと思います。今回学んだことを、これからは生かしていければよいと思います。」

それでは、なぜ本体験型公開講座は良好な結果を生じたのであろうか。通常、レベルが高い授業ほど学習者は理解が困難となり、レベルが低い授業ほど理解が容易になると考えるのが自然な考え方であろう。日本学術振興会（2003）が公募し、全国の大学で実施した体験型公開講座「ふれあいサイエンスプログラム」のアンケート調査でもこの傾向は明瞭で、「高度・難解であり、理解できなかった」が11%、「やや高度であり、理解しにくかった」が58%となっている。

ところが、著者らの公開講座では、高度な内容にもかかわらず（図2）、多くの参加者はそれを理解していたのである（図3）。この異なる調査結果の主因は、大学生の経験の違いに求めることができる。他大学で実施した体験型公開講座でも学生を補助指導員として使用しているが、彼らの所属する大学は教員養成系ではない。このため彼らは科学そのものに対する知識や理解力は所持しているも、教育的観点からの対象者の見方や、コミュニケーション方法に関するトレーニングは受けていないのである。これに対し、筆者らの公開講座の大学生は、サイエンス・コミュニケーターに必要な力量を教育実習や授業の中でトレーニングされていたのである。

参加者の自由回答の文章からは、公開講座で提示した科学の内容、あるいはそれを伝えた行為が、彼らの

感性や知性に対し多くの衝撃的な印象を与えていたことが読み取れる（表2）。これは、このカテゴリーに分類された短文数の単純平均値が、中学生で1.5、高校生で1.2であったことから明らかである。また、ほとんどの中学生と高校生は充実感を示しており（表2）、衝撃的な印象との綿密な関係が示唆される。

衝撃的な印象を与えた理由として具体的に回答されたもの多くは、実際に観察した生物自身あるいは、その観察過程や機器であった。珪藻や放散虫はその詳細が中高生にほとんど知られていない生物であるが、呈示の仕方によって、参加者に十分な驚きを与えられることは、本公開講座より明らかである。近年、東京学芸大学内で行われた「ケイソウ展」では生物と美術という異分野の教員と大学生が連携作業を行うことで、珪藻について来場者に強い印象づけと興味、関心を持たせることに成功したが（Mayama, 2005）、本公開講座では観察・実験に直接指導を行った大学生の存在が参加者に影響を及ぼしていたことは言うに難くない。

実際、3段階式評価によれば、大学生は「親切でよかった」が圧倒的に多く（96%）、また、記述式アンケートからは、大学生が参加者への指導や接し方で良好なコミュニケーションを行っていたことが読み取れる（図4）。また、そのコミュニケーションから生まれた楽しく和やかな雰囲気、高度な内容でありながら、それを参加者が理解できる状況を生み出す、後押し要因となったことは十分ありえそうである。良好なコミュニケーション状態を作り出した別の要因として、参加者が公開講座で知り合った友人関係がある（図4）が、各班の活動はこの関係を含めて、大学生が統括しており、やはり彼らの役割は大きかったものと思われる。

公開講座の事前・事後で、理科に対する苦手意識や、講座に対するネガティブな意識がポジティブに変化した参加者（図5）の短文には、衝撃型、充実型の他に、必ずコミュニケーション型の記述が含まれていた。参加者全体が記述した短文数は、衝撃型>充実型>コミュニケーション型の順であり（表2）、意識の逆転が生じた参加者は、他の参加者以上にコミュニケーションの影響を受けていたことが類推される。

大学生が事前に行っていた教育実習では、教科を教えるだけでなく、子どもをよく観察すること、子どもと身近に接することで、子どもをよりよく知ることが大切と指導されている。このような教育的コミュニケー

ションの経験がサイエンス・コミュニケーションでも十分に生かされたものと思われる。

また、参加者が衝撃的な印象を感じた場面で、大学生は参加者と共に喜びを分かち合うなどして、場の雰囲気盛り立てていたことも特筆に値する。このような決して冷静すぎない、むしろ感情を前面に出す表現力も良好なサイエンス・コミュニケーションを作り出した一要因になっているのであろう。

さらに、体験型公開講座では卒業研究で扱い慣れた生物材料、採集方法、および観察方法、観察機器を使用したことで、大学生は十分な余裕をもって参加者に対応できた。この結果、きめ細やかな指導や対応が可能になったのであろう。実際、筆者は大学生が教育実習で行う授業を見ることがしばしばあるが、慣れない単元の授業を行う場合、彼らに余裕は見られず、細かな点にまで気を配ることができないのである。“大学生”が“楽しかった”、“よかった”、“親切だった”、“ていねいだった”との記述は(図4)、少なくとも指導に当たった彼らに余裕がない限り書かれない感想であろう。なお、図4の“指導”では“大学生”についての記述か“先生”についての記述かが不明であったが、参加者が直接指導を受けた時間から言えば、半数は大学生のことと考えても良いものであろう。

大学生による自由記述式アンケートの分析では、使用頻度の高い名詞ほど、その内容に対する学生全体の意識も高いと考えられる。使用語中には上位4語のように、書かれて当然と思われるもあるが、筆者らは“人・班”というコミュニケーションに関わる語を半数以上の学生が使用した点に注目したい(表4)。上述したように、参加者の分析からは、大学生が良好なコミュニケーションを作る主要因になっていたことが類推されるが、大学生の分析結果からは、そのような良好なコミュニケーションが学生達の積極的な意識によって生み出されていたことが読み取れる。相手を意識して的確に対応することは、教員養成系大学の学生にとっては、教育実習などで日頃訓練をうけていることであり、その成果がサイエンス・コミュニケーションにおいても、自然に発揮されたものと思われる。

また、約半数の学生が使用した「機会」にも注目したい。それは公開講座という機会、すなわちサイエンス・コミュニケーションの場さえあれば、彼ら自身のコミュニケーターとしての潜在能力を伸ばせられることを示唆しているからである。

本講座で指導に当たった大学生のほとんどは教員志望であった。そのため、大学生が書いた感想文は教職側の視点から述べられているものが多かったが、それらは逆にサイエンス・コミュニケーションと教員養成とが密接な関係にあることを示すものとなった。これを示す感想文に使用された語は多様であり、今回の調査人数(n=22)ではまとまった数にはならなかったが、以下はそのような関係を示す感想の例である。

「教育の難しさを感じる以上にその楽しさを味わうことができた。自分が教員となり、指導方法を考える時のヒントになると思う」

「卒業研究のテーマと教育実習の中身が全くかけ離れてしまっている感があったが、今回のように実習と研究を結びつける中間的な場の存在は非常にありがたいものだった」

教員養成系大学の大学生にサイエンス・コミュニケーションの場を与えることは、既存の大学カリキュラムの中で彼らが蓄積してきた能力を統合し、それを調節しながら対象者と向き合う機会を与えることになる。この実践的トレーニングを行うことで、サイエンス・コミュニケーターとしての心構えの形成、スキル向上および社会的役割の体得が可能になると思われた。

以上のように、体験型公開講座における大学生の活動はポジティブな面を多く見せたが、その一方で彼らが記した感想文からは、問題点も明らかとなった。

「中学生と高校生の間には、精神的、体力的な差があったのにも驚いた。そのため班の一人一人との接し方に難しさを感じるがあった」。

指導に当たった大学生は小学校あるいは中学校での教育実習体験が多かったため(特に3年生の場合)、高校生の対応に(学生によっては中学生の対応に)、当初当惑する場面があった。その結果、高校生に対するより、中学生に対するコミュニケーションがより良好に行われた傾向もうかがわれた。これは大学生とのコミュニケーションを印象深く思ったのが高校生より中学生の方が多かったことから推測できる(表2)。しかし、この問題も「始めは中高生とどのような話をして接すれば良いのか分からず、不自然な部分があったが、回数を重ねることで自然と話ができるようになったと思う」と学生が記述したように、時間の経過で解決できる問題であった。したがって、彼らが行うサイエンス・コミュニケーションを中学生以下に特化する必要はないと思われる。

また、感想文中に比較的多く使用された「準備」の語は(表4)、そのほとんどが準備不足や準備の負担について述べたものであった。実際、彼らの準備は通常の授業と毎日の研究の合間に行われたものであり、ある程度の無理強いを伴うものであったことは否めない。これは実施した体験型公開講座が正規のカリキュラムに含まれていないことに因るところが大きいと思われる。

VII. 今後への課題

本研究で行った体験型公開講座は、大学のカリキュラムに組み込まれたものではない。このため、実施後大学生の活動を評価する仕組みや、それを次回へフィードバックするシステムが存在しなかった。大学生の感想に「教員養成大学の側面からすると、今回のような形式をとる授業があってもよいと思った」とあったように、今後はサイエンス・コミュニケーション体験の場をカリキュラムに取り込むことも必要であろう。

また、今日、我が国の幾つかの大学や博物館で実施されている、サイエンス・コミュニケーター養成プログラムには、文書表現により伝えるサイエンス・ライティング能力、自分が主体となって行う企画・運営などのコーディネイト力、意義を訴え活動継続のための資金獲得の申請書を書ける能力など、著者らの大学の既存のカリキュラムでは取り扱っていない内容も幾つかある。しかし、ここではむしろ、教員養成系大学の既存のカリキュラムの中だけでも、かなりのことが実現できることを強調したい。サイエンス・コミュニケーションを促進できる人材の育成は第3期科学技術基本計画(科学技術・学術審議会, 2005)でも言及されるように、急務な課題である。教員養成系大学がその一翼を恒常的に担うための鍵は、カリキュラムの手直しもさることながら、大学生をトレーニングするサイエンス・コミュニケーションの場の確保であり、そこへの参加者、すなわち大学外部コミュニティの人間の確保である。そのための方策と環境整備が今後の重要課題であろう。

謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金特定領域研究(課題番号14022103研究項目A04)、同特定領域研究(課題番号15020101研究項目A03)および基盤研究(B)(課題番号18300262)の助成を受けて行われたものである。

引用文献

- Armbrust, E. V., Berges, J. A., Bowler, C., Green, B. R., Martinez, D., Putnam, N. H., Zhou, S., Allen, A. E., Apt, K. E., Bechner, E., Brzezinski, M. A., Chaal, B. K., Chiovitti, A., Davis, A. K., Demarest, M. S., Detter, J. C., Glavina, T., Goodstein, D., Hadi, M. Z., Hellsten, U., Hildebrand, M., Jenkins, B. D., Jurka, J., Kapitonov, V. V., Kröger, N., Lau, W. W. Y., Lane, T. W., Larimer, F. W., Lippmeier, J. C., Lucas, S., Medina, M., Montsant, A., Obornik, M., Parker, M. S., Palenik, B., Pazour, G. J., Richardson, P. M., Rynearson, T. A., Saito, M. A., Schwartz, D. C., Thamatrakoln, K., Valentin, K., Vardi, A., Wilkerson, F. P. and Rokhsar, D. S.: The genome of the diatom *Thalassiosira pseudonana*: Ecology, evolution, and metabolism, *Science*, 306, 79–86, 2004.
- Anderson, O. R.: *Radiolaria*, Springer-Verlag, New York, 1983.
- 古瀬政弘: ミクロの生物モチーフを扱う金属工芸教育の実践報告とその考察。美術分野と生物分野の連携 展覧会の報告とその考察。異分野との連携実践「ケイソウ展—珪藻、知と美の小宇宙」2, 東京学芸大学紀要芸術・スポーツ科学系, 57, 119–124, 2005.
- 科学技術・学術審議会 基本計画特別委員会: 第3期科学技術基本計画の重要政策(中間とりまとめ), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu11/houkoku/05042301.htm, 2005.
- 加藤和宏・真山茂樹・大森宏・清野聡子: 珪藻による河川の水質判定シミュレーターSimRiverの作成。日本教育工学会論文誌, 28, 217–226, 2004.
- Kobayasi, H. and Mayama, S.: Evaluation of river water quality by diatoms, *Korean J. Phycol.* 4, 121–133, 1989.
- 正本賢一・池上貴之・山田修平: 生物分野の情報を「伝える」デザイン教育実践の報告とその考察。美術分野と生物分野の連携展覧会の報告とその考察。異分野との連携実践「ケイソウ展—珪藻、知と美の小宇宙」3, 東京学芸大学紀要芸術・スポーツ科学系, 57, 125–131, 2005.
- 松川正樹・林慶一: 大学・博物館・学校にボランティアを加えた地質の野外観察支援システムの構築, 地学教育, 56 (2), 61–67, 2003.
- 松本祐治・北内啓・山下達雄・平野義隆・松田寛・高岡一馬・浅原正幸: 日本語形態素解析システム『茶筌』version 2.2.1 使用説明書第2版, NAIST Technical

- Report NAIST-IS-TR00912, 12, 2000.
- Mann, D. G.: The species concept in diatoms, *Phycologia*, 38, 437–495, 1999.
- Mayama, S.: Taxonomic revisions to the differentiating diatom groups for water quality evaluation and some comments for taxa with new designations, *Diatom*, 15, 1–9, 1999.
- Mayama, S.: A novel approach to the popularization of diatomology: An exhibition of diatoms, presented as a fusion of science and art (4), *Diatom*, 21, 61–70, 2005.
- 中山迅・山口悦司・里岡亜紀・串間研之・松田清孝・山本琢也：サイエンス・コミュニケーターの力量を有する理科教師を育てる博物館研修の事例研究, *科学教育研究*, 30 (5), 316–331, 2006.
- 日本学術振興会：大学研究への招待状：ふれあいサイエンスプログラム1999～2000実施報告書, 日本学術振興会, 2003.
- S. ストックルマイヤー他編著, 佐々木勝浩他訳：サイエンス・コミュニケーション—科学を伝える人の理論と実践—, 丸善プラネット, 2003.
- 鉄矢悦郎・真山茂樹・大隅理恵・福井奈美子・山田修平・押方和広・渡辺剛・渡邊篤史：美術分野と生物分野の連携展示会の報告とその考察, 異分野との連携実践「ケイソウ展—珪藻, 知と美の小宇宙」1, 東京学芸大学紀要芸術・スポーツ科学系, 57, 109–117, 2005.
- 渡辺政隆・今井寛：科学技術コミュニケーション拡大への取組について, 科学技術政策研究所 Discussion Paper No.39, 2005.
- Yuasa, T., Takahashi, O., Honda, D. and Mayama, S.: Phylogenetic analyses of the polycystine Radiolaria based on the 18s rDNA sequences of the Spumellarida and the Nassellarida, *Eur. J. Protistology*, 41, 287–298, 2005.

(受付日2007年6月30日；受理日2007年11月26日)

[問い合わせ先]

〒184-8501 東京都小金井市貫井北町4-1-1

東京学芸大学生命科学分野

真山 茂樹

e-mail: mayama@u-gakugei.ac.jp