

エコマテリアルフォーラム主催/東京理科大学サイエンス夢工房・理科大学祭実行委員会・共催/2005 年度特別企画（日時：2005 年 11 月 23 日（水）13:30-17:30、場所：東京理科大学神楽坂校舎 11 号館地下 2 階 1109 教室）

個別の学協会における環境教育を共同討議するためのラウンドテーブル」

地域で学校で“環境教育を考えよう”

東京理科大学理学研究科理数教育専攻 加納誠

「サステナビリティの科学的基礎に関する調査」報告書が、北川正恭、山本良一両座長によって昨年まとめられた。そこでは、

“近代以降における科学技術の歩みを振り返ってみると、そこに認められるのは例えば知識量の増大であり、学問領域の限りない細分化であり、地球環境問題のような複雑な問題の出現である。――中略――科学技術の研究者にとって、このような現実は、憂慮すべき事態をもたらした。知識領域の増加と共に研究者間の相互理解が難しくなり、その全体像を把握することが極めて困難になったのである。また環境問題のような複雑な問題は、一つの専門分野の知識ではとうてい解決不可能である。――中略――一般社会が、科学技術の進化発展のあり方に積極的に関与することが求められている。一般市民（個別学問領域の専門家を含めて）の科学技術リテラシーをいかに高めるか、及び科学技術者の社会的リテラシーをいかに高めるかが問題であり、それらのリテラシーを高めるために社会システムをどのように構築するかが重要である。”

と謳われている。

そう言った意味で今回の円卓会議は時宜を得たものであり、基調講演の五島政一氏を始め、各パネラーの方々及び会場からの発言は、中等高等教育の研究者、教師、市民サイド、企業サイド、学生、主婦の方々に網羅され、環境教育、広義の意味での「科学リテラシー」の緊要性は無いと主張される人は、当然のことながら一人も居られなかった。そして、ともすれば総論の記述に終始し、各論、具体策の提言が少ない報告書が多い中で、講演者、パネラー及び発言者のお陰で本報告は実施例のみならず現状への苦言、警告も含めて極めて実践的な物になったと考える。

本円卓会議実施の先駆けとして、日本 MRS（Materials Research Society）、日本金属学会）、及び日本物理学会の環境科学分野等を中心とした研究者の方々の、強力なご支援があった。

円卓会議に参画された関係各位に対し深甚なる謝意を申し上げますと共に、本報告書が今後の科学リテラシーの発展、持続可能社会実現への一助となることを心から祈って止まない。

目 次

巻頭言（加納 誠）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

1. 「アースシステム教育と地球環境」

講演：国立教育政策研究所統括研究官 五島政一・・・・・・・・・・・・・・・・

2 提言「専門領域を超えて環境教育を語る」・・・・・・・・・・・・・・・・

司会：東京理科大学理学研究科理数教育専攻 助教授 加納 誠

パネラー：(財)生産開発科学研究所 室長 奥 彬

：みどりのテーブル共同代表 小林一朗

：東京理科大学名誉教授 古谷 圭一

：フェリス女学院中学校高等学校教諭（東京理科大学大学院理学研究科理数教育専攻）冠木 英克

：諏訪東京理科大学教授 奈良松範

3. 「会場も交えた円卓会議」・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

司会：湘南科学史懇話会代表 猪野修治

編集後記・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

○座長：加納先生の挨拶

環境教育に関する円卓会議を始めます。予定の時間通りに進行しますと、10分くらい質問時間があるかと思うんですが、多分ぎりぎりです。ご質問は、第3部で湘南科学史懇話会代表の猪野さんに司会を代わりまして、その円卓会議でということになると思います。そこでいろいろ自由にご発言を御願い致します。その時のご発言にはお名前とご所属を言っていたかと有難く存じます。

それでは本日、まず最初に新進気鋭のおよそお役人には全然見えないのですが、現場の中学の先生を随分やっておられて、そこから国立教育政策研究所に移られ研究者になられた異色の経歴の持ち主にご登場願います。今回の基調講演に私としては最適の人じゃない

かということで、外国を飛び回っているお忙しい中、時間を割いて来ていただきました。今日は「アースシステム教育と地球環境」と題して、五島政一先生に基調講演をしていただきます。

1. 「アースシステム教育と地球環境」

講演：国立教育政策研究所統括研究官 五島 政一

1. はじめに

我が国では、2002年に学習指導要領が改訂され、そこで示された内容は指導されるべき最低基準であることが明確にされた。今後、理科教師は学習指導要領に記載された内容を満たすだけでなく、生徒・学校・地域の実情に応じて授業の内容を豊かにして行くことが必要になった。このため、教師は自ら授業内容を開発し、構成する能力が新たに求められることになる。

現在、理科教育において理科離れなどの問題点が指摘されているが、その原因として自然科学が細分化・高度化されていること、理科教育の内容が日常生活と遊離したものとなっていること、子どもの自然体験が不足していることなどがあげられている。これに対する一つの打開策として、高度化・細分化した自然科学の内容を、日常生活との関連を図りながら教材化し、自然体験を取り入れて、総合的に理科教育を展開する必要がある。現在、そのような理科教育の総合化の理念とその展開例が求められている。

従来行われてきた物理・化学・生物・地学など分化された専門分野の科学教育カリキュラムの開発に比べ、総合的な理科教育カリキュラム開発は、今まで中等教育段階で非常に遅れていたし、科学教育カリキュラムの中心に置かれてこなかった。持続可能な開発のための教育が国連で提唱され、2005年から2014年までの10年間、世界で展開される。この教育は地球環境やその問題と密接に関連している。今後、地球環境を総合的に理解出来るような理科教育の必要性がますます高まる。

ここでは、上の2つの課題を具体的に解決する方法として、総合的な科学教育である「アースシステム教育」を紹介する。

2. 分析的・還元的な科学の特徴と限界

物理・化学などの物質科学は、自然のプロセスや物質の研究を行うとき、分析的、還元的な方法論をとった。それは、因果律や真実を発見することを期待して、特別な条件が設定された実験環境で、プロセスや地球物質を細切れにして分析的に調査するものであった。この物質科学は、原爆や化学兵器などの製造など軍事的な道具や、コンピュータや電子機器や多様な化学製品など経済的利益を生んできたが、地域の環境破壊から地球温暖化、森林破壊、オゾン層の破壊などの地球規模の環境問題など、我々の生活に悪影響を残した。現在、それらの環境破壊や環境問題など社会的な問題を解決できる総合的な科学が必要と

されている。その具体例として、従来の地学を中心に総合的に体系化された新しい学問分野「地球システム科学」(Earth System Science Committee、1988)などが挙げられる。

3．総合的な地球システム科学

地球システム科学は、「地球は相互作用するサブシステムで構成されるシステムである」という概念で、そのシステムを研究する学問である。つまり、地球システム(Earth System)は、そのサブシステムとなる大気圏、生物圏、水圏、岩石圏などの相互作用で構成されている。そして人間は地球システムの一要素であり、地球システムも太陽系や宇宙のシステムのサブシステムであると考えている。地球システム科学は、いまや地球科学研究の主要なパラダイムの一つとなっているだけでなく、宇宙(世界)の中での人間の存在に対して哲学的な場を提供し、もはや人間は宇宙の中心ではなく、広大で複雑な宇宙の一要素であることを認識させるものである。我々人間は、これらの概念を通して、地球は人間のために作られたのではないということに気づくようになり、地球システム科学的な総合的な見方や考え方によって正しい自然観を身につけることができるようになるのである。

アースシステム科学の研究方法は、物理・化学・生物・地学など分化された専門分野のアプローチではなく、物理学者、化学者、生物学者、地質学者、そして社会科学など互いに異なった分野の科学者が、地球の各システムがどのように働き、またそれらが相互に作用しあうか、そして人間がそのシステムにどのような影響を与えるのかを理解する特別な知識や技能を用い、協力して仕事をする学際的なアプローチをとる特徴を持っている。

4．アースシステム教育

ここでは、地球システム科学(Earth System Science)という総合的な科学の学問体系に基づいた中等教育段階の新しい科学教育として、「アースシステム教育(Earth Systems Education)」を紹介する。それは、1980年代後半からのアメリカの教育改革の中で誕生したもので、1991年にアメリカのオハイオ州立大学のVictor J. Mayer氏が中心になって開発した科学教育である。アースシステム教育は、従来の物理・化学・生物・地学の分野別の科学教育ではなく、地球システム概念に基づいて体系化した総合的な科学教育で、教師自らが生徒・学校・地域の実情に応じて、7つの理解目標(次回に解説する)に基づいて、授業内容を開発し、カリキュラムを構成する方法を提供する。それは指導内容や教材については規定していないので、日本の理科教育でも実践・応用できる具体的な一つの理念である。

アースシステム教育では、身近な地域の自然はまさに地球システムの一部であり、理科学習は基本的にその地球システムについて研究することと考えている。そして、生徒が地球について主体的に調べることを通して科学的な思考力を育成していくことを目標としている。そこでは、生徒が地域の自然で課題を発見し主体的・探究的に調べていくこと、インターネットなどITを利用して地球規模の情報を集めること、学んだ知識を地球のシステ

ムに関連づけること、グループ学習など協働的な学習を行うことなどの指導方法を奨励している。アースシステム教育では、従来の物理・化学・生物・地学などの分野別の知識は、生徒にとって意味のある地球の文脈すなわち身近な地域の自然や日常生活（身近なアースシステム）と関連づけられて示されるので、理解されやすくまた忘れられにくく知識の定着率も良くなるのである。また教師主体の Top-down 的な教え込みの学習でなく、野外で生徒の主体的・探究的な活動やグループ活動を奨励しているため、自然や科学への興味・関心を深めることだけでなくコミュニケーション能力を身につけることにも繋がる。それは、日本の中学校の理科や高等学校の地学だけでなく、理科総合 A・B、理科基礎、物理・化学・生物教育にも利用できるものである。

5 . アースシステム教育 7 つの理解目標と理科の授業の展開

アースシステム教育には惑星としての地球のシステムに関連する 7 つの理解目標があり、その 7 つの理解目標はそれぞれより具体的な下位目標（紙面の都合省略するが五島政一のホームページで見ることができる）によって構成されている。

ESE 1（感性の育成）：地球はユニークで、たぐいまれな美しさを持ち、大変価値のある惑星である。（科学を理性的な理解だけでなく、感動や驚きなど感性的なものも重視する）

ESE 2（環境教育）：人間の活動は、集団的なものであれ個人的なものであれ、またそれを意識するしないにかかわらず、アースシステムに対して影響を与えている。

ESE 3（科学技術の関連と進歩）：科学的思考力や科学技術の発達は、地球や宇宙空間を理解したり利用したりする人間の能力を伸ばしている。

ESE 4（システム的な見方・考え方、関連性）：アースシステムは水、岩石、氷、大気、生命のサブシステムの相互作用で構成される。

ESE 5（時間概念）：地球は 40 億年以上の歴史があり、そのサブシステムは絶えず変化している。（現象を時間変化の中で捉える）

ESE 6（空間概念）：地球は、太古より広がる巨大な宇宙の中にある太陽系の小さいサブシステムである。（空間的な広がりでものを捉える）

ESE 7（職業や趣味）：多くの人々が、地球の起源やプロセス、進化等に興味を抱き、これらに関わる仕事に携わっている。（科学に関連する職業を紹介する）

従来の理科の授業内容にアースシステム教育を意識した内容を付加することでアースシステム教育を導入できる。ここでは、その具体例として中学 2 年化学分野の化学反応の例で説明する。

化学変化(a)「二酸化炭素が水に溶けて炭酸になる」と(b)「石灰水に二酸化炭素を吹き込むと二酸化炭素が水酸化カルシウムと反応して炭酸カルシウムが発生し白い沈殿が生じる。更に二酸化炭素を吹き込み続けるとやがて透明になる（炭酸カルシウムが炭酸水素カルシウムに変化して透明になる）。その水溶液を煮沸したりして温度を変える、また再び炭酸カルシウムが発生する」の場合：

従来の日本の中学校理科学習指導要領は、指導内容を学年毎に物理領域、化学領域、生物領域、地学領域と分化させている。具体的には、化学変化「二酸化炭素 + 水 炭酸($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$)」や「水酸化カルシウム + 二酸化炭素 炭酸カルシウム + 水($\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$)」、炭酸カルシウム + 二酸化炭素 + 水 炭酸水素カルシウム ($\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaHCO}_3 + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$)」を生徒が学習する場合、実験室で化学変化の実験を行い、その結果を科学的に理解するというものであった。つまり化学変化の内容は、化学分野の知識として理解することで完結していた。

アースシステム教育でこの化学変化を生徒が学習する場合、上のような学習だけでなく、生徒の日常生活や地球システムでのその化学反応の位置付けと一緒に学習し、総合的に理解する。つまり生徒の生活のどのような文脈で起こっているかなども一緒に学習するというものである。

具体的には、その化学変化は、自然界（地球システム）の中で大気圏と水圏や岩石圏と水圏の中に位置付けることができる(ESE4)。(a)は大気中の二酸化炭素が雨水に溶けて弱酸性の水になる。(b)石灰岩が水や酸性の水によって溶かされ鍾乳洞ができるという自然現象である。また、その化学反応で発生した二酸化炭素は大気圏に取り込まれる(ESE4)。その二酸化炭素は植物に吸収され生物圏での循環の一役を担うこととなる。その結果できた美しい鍾乳洞の景観は、長い地球の歴史の中で形成されたものである(ESE5)。そして、生徒が秋吉台のカルスト地形や鍾乳洞、中国の桂林の石灰岩地形(ESE6)なども鑑賞し、自然の美しさに興味を持つ(ESE1)ところまで学習していくのである。また、身近な日常生活でそのような化学変化の見られる現象を取り上げたりもする。現代では酸性雨(ESE2)などがより大きい影響を与えている。石灰岩はセメントの材料やビルの石材として使われ、それらの仕事に関連する人がいる(ESE3、7)。このように、物理・化学・生物・地学という枠組みを越えて、化学変化を地球システムに位置づけて理解していくのである。このような授業を受けた生徒は、学習内容「化学変化」が自分たち身近な日常生活と関連があることに気づき、多面的・総合的に理解し、そして科学や自然に対する関心を深めてゆくのである。

6. アースシステム教育の指導方法

それは、物理・化学・生物・地学の4領域の境界を取り去り、教科内相互の関連を重視する。生徒が学ぶ内容は以前の科学教育の内容より少なくし、アイディアを出したり、思考する事に重点が置かれ、専門用語の暗記することについては重点がおかれていない。科学的リテラシーを身につけることを目的とした指導法は、科学的探究の方法や科学的価値観と一貫していなければならないとしている。答えの用意されている問題よりは、ある自然現象に関する疑問や発見で学習を始め、仮説を立てて、証拠を集め、調査を行うような、生徒の興味や創造性を喚起する事に重点を置いたアプローチでなくてはならない。

1 指導法は科学的研究の性質と一貫している。

A. 自然に対する疑問で始める。 B. 生徒の活動を活発にする。 C. 証拠の収集や利用を中心に

置く。D.歴史的視点を配慮する。E.明確な表現をするよう心がけさせる。F.グループ研究を奨励する。G.知る事と発見する事を分離しないようにさせる。H.専門用語の暗記は重視しない。

2 科学の指導法は科学的価値を反映させる。

A.好奇心を歓迎する。B.創造性を賞賛する。C.疑問を持つ精神を奨励する。D.独断を避けさせる。E.美的反応を促進する。

3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。

A.課題解決に成功すること体験させる。B.道具の使用について十分なる経験をつむようにする。C.科学において女性や少数派の役割を支持する。D.グループ学習を強調する。

4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。(博物館など社会施設や人材を積極的に利用する)

5 教育には十分時間をかけるべきである。(観察・実験や野外学習など実体験を重視する)

アースシステム教育のカリキュラムモデルは、生徒の身近な自然に関するテーマ学習を中心に展開されることが多い。生徒が地域の自然(身近なアースシステム)で課題を発見し(野外学習)、その課題をグループで協力して探究する学習を展開し、その課題に関する資料や情報をインターネットで世界から収集したり、コンピュータを利用した学習などを奨励している。

7. アースシステム教育の評価方法

評価方法については正統的な評価方法を推奨している。それは、ペーパーテストだけでは評価できない生徒の多様な能力を、ルーブリック評価表による評価、概念地図による評価、生徒のレポートなど作品の評価、野外学習などグループ学習での技能・コミュニケーション能力の評価、研究発表など表現力の評価などを利用して、生徒の能力を多面的・総合的に評価しようというものである。

このようなアースシステム教育は、生徒が科学を好きになり、主体的に学習する能力を育成する理科カリキュラム開発するのに役立つ一つの具体的な教育理念である。

8. アースシステム教育で育てる科学的リテラシー「グローバルサイエンスリテラシー」

アースシステム教育(Earth Systems Education;ESE)は、科学の専門家育成のためでなく、一般市民のための科学的リテラシーを育成することを目的としている。よって、科学に対する興味・関心を深めることや、科学的な思考をして問題を解決する能力を育成することに重点を置いている。そのための具体的な能力育成の目標は以下の(1)~(3)である。

(1)アースシステム教育は「地域の自然(身近なアースシステム)の教材化」を中心に展開するという科学教育を奨励し、その理論的背景がシステム科学にあり、実践的で総合的な科学教育である。7つの理解目標(感性の育成、環境教育、科学技術の進歩、システムの

な（関連づけた）見方、時間概念、空間概念、職業）を身に付けることによって多面的・総合的な思考をする能力（リテラシー）を育成することを目指している。

(2)アースシステム教育は、子どもが地域の自然で学習を展開しインターネットなどを利用して地球規模で情報を収集し考察するという「地域で活動し地球規模で考える(Act locally and think globally)」科学教育である。学習方法として直接体験とIT（情報技術）の利用を融合させることを奨励するが、それは情報化時代において望まれている教育である。よって野外で自然を調査する能力やコンピュータなどITを利用できる能力の育成も目指している。

(3)アースシステム教育の特色は、自然を科学的に理解するだけでなく、美的な視点で鑑賞すること、つまりレーチェル・カールソン女史のいう「Sense Of Wonder」のような感性的な側面で捉える事を重視している。それは、自然の科学的な側面とは異なる芸術的な側面を導入することで、事実と想像、論理と感情（情意）（理性と感性）を混同することではない。芸術的な側面を科学教育に導入することで、自然に対する興味・関心をより深め、豊かな人間性の育成を目指している全人教育的な科学教育である。

アースシステム教育の主たる開発者である Victor J. Mayer 博士は、1996 年にアースシステム教育で育てる上に挙げた能力に、グローバル教育で育てる能力の目標である「異文化理解」や「地球規模の展望」を融合することで、ESE で育てる能力を拡張し、「グローバル・サイエンス・リテラシー」という概念を確立し、それを ESE で育成する科学的リテラシーとした。それは、科学を中心とした社会科や美術科などを融合した総合的な教育を創造する牽引となり、環境や国際理解など科学を中心とした総合的な学習を構築する時に、目標や育成する能力となるものである。

アースシステム教育は、「生物の有機的なつながりや生きている生命体である地球を認識させるような教育、我々は生きている地球の一部であるということ認識させる教育、我々はどこから来て将来どこへ向かうのかなどに答えられるような教育、ジェームス・ラブロック博士の開発したガイア理論を理解させる教育」である。その教育で育てられた児童・生徒は、自然を多面的・総合的に認識・理解するだけでなく、また地域の自然に対する愛着や共感を養うことができ、そして郷土愛をもつだけでなく、異文化に対する理解や愛着を深めていく。そして、彼らは生涯にわたって身の回りの環境を考察し、よりよい環境作りに参加していくような資質・能力を身に付けることができる。

9. アースシステム教育の教師像と人間像

私が求めるアースシステム教育の理想の教師像は宮沢賢治や寺田寅彦や南方熊楠である。彼らは、まさに総合的な科学者であり、科学を学びながら科学だけにと止まらず、学ぶことを通して人生を楽しんでいた。

宮沢賢治は、科学に止まらず、文学・美術・農学・宗教など様々な分野を科学と融合して生活を楽しんでいた。それは、日常生活と関わりのある学びを構成していくと自然と総

合的な学びになって行く例としてあげられる。

南方熊楠は、民俗学者であり、粘菌の研究を中心とした微生物学者でもあった。エコロジー思想に基づき、鎮守の森を守る自然保護運動を市民と共に起こした活動家である（鶴見,1988）。世界を歩き回り、好きなことだけを勝手に自学自習して、学問を楽しんだ「生きる力」を体得した人である。

寺田寅彦も物理学を日常生活と結びつけ、地球の大気や気象現象を茶の湯の話と関連づけたりしていた。また、随筆や短歌を作り音楽を楽しんだ。

彼らは科学を通して自分の人生を豊かに作り上げていった例として最適である。彼らと同じになることはできないかもしれないが、同じようなセンスを持った教師を育てることは可能であると思う。また、私自身、彼らのようなセンスで科学を学ぶことや人生を楽しめたらと考える。科学を学ぶ楽しさを生徒に味わせるには、日常生活と関連があり、教科横断的で総合的な科学教育を展開できる教師が必要である。

10．持続可能な開発のための教育としてのアースシステム教育

持続可能な開発のための教育（Education For Sustainable Development (ESD) from 2005 to 2014）はその柱として、従来の環境教育の他に、ジェンダー教育、平和教育、福祉教育、開発教育、人権教育、多文化共生教育などが含まれている。GSLを育成することを目標とした ESE は、日本の理科教育、美術教育・音楽教育・社会科教育の一部の目標を融合した総合的な持続可能な開発のための環境教育、また「生きる力」を育成するために導入された総合的な学習の時間に、その理念として利用できる。

アースシステム教育では、地球温暖化、森林破壊、オゾン層破壊、エルニーニョ、生物多様性、絶滅危惧種、ダイオキシンなど環境問題やバイオマスや石油・石炭・天然ガスや金属などの資源と関連した課題を扱うことが多い。これらの課題は、従来の物理、化学、生物、地学という分野別の科学によって解決されるのではなく、学際的なアプローチにより協働して解決されるものである。地球環境問題を解決するには、従来の物理学や化学の物質科学でなく、環境を配慮した環境物理や環境化学のような新しい分野が必要とされている。それらは、持続可能な開発のための科学である。地球環境問題に配慮した材料物質としてエコマテリアルのようなものは、持続可能な開発のための素材として学習の対象とすることも大切である。アースシステム教育は、環境物理、環境化学、生態学、環境地学などを網羅した教育である。

11．終わりに

我が国は、科学技術創造立国を目指し、理科教育の振興に力を入れてきた。IEA（国際教育到達度評価学会）の調査や OECD-PISA（経済協力開発機構の生徒の学習到達度調査）によると、子どもの成績や科学的リテラシーは国際的には上位にあるものの、大人になると科学的リテラシーが低いものになってしまっている。このような状況の中で、子どもたちの「知

離れ」や「理科離れ」が憂慮されて久しい。現在、新しい学力観や「生きる力」を育成することによって、自ら学び、自ら考え、主体的に判断して、行動することによって、問題をよりよく解決する力を身に付けていることが求められている。そのためには、子どもが生き生きと意欲を持って主体的に理科を学習する具体的な教育システムの開発が必要とされている。そのような理科教育は、実際の体験を重視し、生活と関連した学習を行い、そして探究的な学習を展開する為に、地域や社会の施設・人材を積極的に利用することが望ましい。アースシステム教育は、そのような目標をもった総合的な科学教育であり、我が国の目指している「生きる力」を育成する理科教育を実現するための具体的な方法を提示できる可能性を秘めている。

私が約 20 年前に理科大で履修した「物理特講」は、物理の面白さを伝えるために、身近な器具や道具で簡単な演示実験などを行い、物理を日常生活に結びつけ、体験を通して物理を理解させるすばらしい授業であった。その授業を担当していた故石川孝夫先生や鈴木清光先生、五十嵐靖先生、古屋東一郎先生から「どのような物理教育が必要であり、またどのような物理の教師が必要なのか」を学んだ。そこで学んだ先生方の工夫や熱意が、現在の私の「子どもが主体的に学び、理科好きになる教育」としてのアースシステム教育研究のベースになっている。現在、受験教育でなく、人間の教養として科学を楽しむような教育、科学的に思考することを育成する教育、科学的な文化作りをするような教育が求められている。この授業は現在、加納誠先生によって引き継がれているが、きっとすばらしい理科の教師の育成に貢献されていると思う。

私は、今までご指導頂いた先生方に感謝し、今後も「子どもが生き生きと主体的に学習する」理科教育の創造の研究や実践に努力してゆきたい。

2. 「専門領域を超えて環境教育を語る」

司会：東京理科大学理学研究科理数教育先専攻助教授 加納 誠

加納：それでは五島先生の基調講演に続きまして、第 2 部に入って専門領域を超えて各パネラーに、環境教育についてお話をしていただきたいと存じます。今回は、研究部門におられる方から市民サイドで活躍されている方々に至るまで幅広い方々に登場いただきました。時間的制約もあるので、順に各パネラーに発言していただき、その後、第 3 部として会場も交えた円卓会議にしたいと思います。京都からお越しいただいた奥先生、諏訪からの奈良先生を始め、会場にも遠方からご参加くださった方々に報いるためにも、大いに活発なご討論を御願い申し上げる次第です。

地球システム科学の学習はだれのためにあるのか

1) 地球と社会の關係に目を開こう。

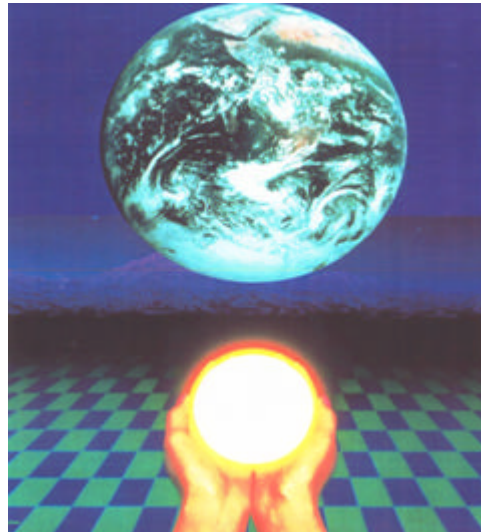
フレームに飾られた家族の写真を眺めながら子孫の幸せを願わない親はいないはずですが、でもそれがだんだん難しい状況になってきたことに気づき始めた人がどれだけいるでしょうか。

子孫の幸せの大きな基盤は社会の持続性でしょう。これまでの親が持ってきた幸福観を伝えたい、あるいは親以上の幸せを得てほしいと願うところが、その気持や社会システムの充実に反して、地球システム的な制約からむずかしいと感じることが多くなってきました。それではこの幸福観とはなんなのでしょう。その論議には時間が必要ですが、少なくとも言えることは、大半が物質・エネルギー的な幸福観であつたらうことは否定できません。そのいっぽうで、国や個人や貧富の差を越え共通する幸福観として家族への愛情、他人への思いやりがありました。

幸せとは心の持ちかたよりも、社会的な地位や物質やエネルギー消費量が与えてくれるものだと信じて、私たちは政治経済や科学技術化社会に依存し過ぎてきたのではないのでしょうか。でも、いつまでも現状が続けられるものか考え直すべき大きな転換期にさしかかっています。その原因は地球の有限性です。この壁に突き当たったことを教えてくれた教師は、皮肉にも私たち自身の生活スタイルだったのです。

図1の写真に写る手のひらに乗った輝く球体は何なのか、ちょっと考えてみてください。エネルギー? /生き物のいのち? /それとも未来への希望でしょうか? 人間のぎらぎらした欲望だとは思いませんか。

図 1



2) 何を学ばよいか。

地球システム科学 (ESSC) で学んだことを生かし、あるいは学びながら何をすべきなの

か、それは明白です。地球システムの中で人の生き方を考えることで、地球システムや地球という物理量を人間社会に奉仕させてきたこれまでの生き方を180度方向転換して、人間社会を地球システムに合わせることです。このことは多くの先人たちも、産業経済政策だけでなく個人の生活スタイルを改革することが鍵を握ると繰り返し警告してきました。それでも人々はその緊急度を深刻に考えず、他人事のように思ってきたのではないのでしょうか。

10年ほど前にはまだ環境教育をタブー視する空気が産業界に感じられました。産業界の環境意識改革が遅れていたのが大きな理由ですが、それ以外に教育の方法論もあったように思います。分野を限って発展してきた従来の学問教育は、その思考範囲で人間の存在をはるかに上回る地球という巨大な存在を論じようとしてもしよせん無理であって、境界領域で矛盾を生じて解明しきれなかったのです。地球上で反生態系的に行動しているのは人間だけですから、人間社会中心の既成学問からみれば、生態系を価値基盤とする環境教育を行うことは、反生態系的な経済活動を行っている社会発展にブレーキをかけるものと、政治経済界は思ったのでしょう。でも最近は様子が少し変わってきたように感じます。

「経済活動は人間社会のため」にあるはずですが、人間社会とはなにかが明確でないで、いまの世界は逆に「経済のための人間社会」になっていると言ってもおかしくありません。その経済も金銭的繁栄を第一にしてきたために、地球システムという大枠の中で社会の持続性を図る目標は持っていませんでした。つまり経済発展は「地球は無限」の前提に立って進められ、資本市場という非生態学的な基盤の上で個人の繁栄が尊ばれ、地球系も人間社会も経済的繁栄への奉仕者として位置づけられてきたのです。しかしこのような経済拡大はいま「地球システムの有限性」という最大の壁に突き当たっています。

これを緊急に大転換する必要があることを悟る人達が社会に増えなければ人間社会は変わりません。ここに地球システム科学(ESSc)の教育の大切さがあると思います。

3) まだこのようなことが行われている。

地球システムが有限であるにもかかわらず、社会には数多くの愚かな行為が見られます。その数例を示すことで地球システム教育の緊急性を知ってほしいのです。

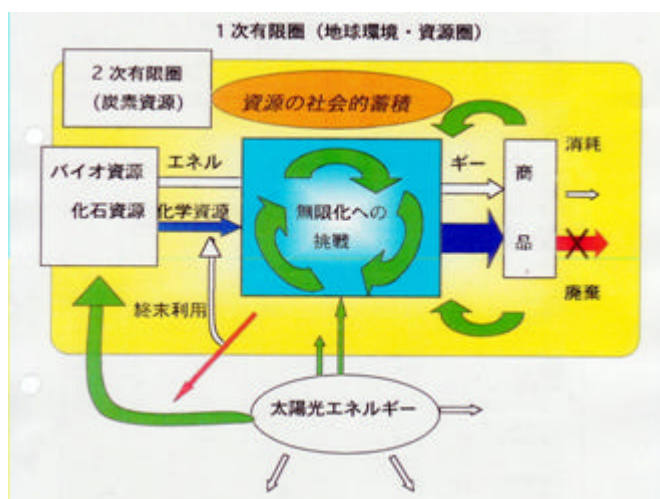
a) 宇宙旅行：もと宇宙飛行士の毛利衛さんが、「皆さんに宇宙旅行する経験をぜひ味わっていただきたい」と言ったのはいつ頃だったのでしょうか。その流れに乗って日本でも宇宙旅行が商業化されようとしていますがとてもないことです。尋常でない金銭的利益を得れば、人類の夢も個人の金で買えると考える欲望にあきれかえります。個人的な欲望を満たすためのスペースシャトル飛行で膨大な量のエネルギーと金属資源が浪費され、地球システムが細ってゆくのです。それに成層圏への放散ガスや廃棄物が地球気候へ与える影響も無視できません。

b) リサイクルの誤用：世間ではリサイクルという言葉が不要に動き回って資源の消耗をかえって早めている例が見られます。それがPETボトルです。この容器が出現した当時そ

の便利さの怖さを危ぶむ声が聞かれましたが、それが現実となったのです。繰り返し使用できるガラス瓶はすっかり姿を消して、代わって一度しか使われない PET ボトルが街に溢れています。リサイクルするからとの偽りの名で集められた廃容器からはボトルが再生されず、低品位の用途や高炉での燃料に使われています。それ以上におそろしいのは、人々が水道水ではなくボトルの水しか飲まなくなり高い容器を買い捨てしている現状です。なぜこのようなことになったのか、そこには地球システムの中で人間社会を持続させるための答えがいくつも隠されているはずですが、図2に描くリサイクル社会はどうすれば作れるのでしょうか。

図2

社会内部に資源を蓄積、資源の無限化へ挑戦



c) バイオマスの誤用： バイオマス資源は化石資源と並び、またはそれが尽きたあとの大切な有機資源ですが、それにもかかわらず、過去の大量廃棄社会からつづく誤った利用法が、バイオマス由来プラスチックの利用に見られます。

今の社会には石油由来のプラスチックが溢れ多くの石油を消費していますので、それに代わるプラスチック材料を光と水と二酸化炭素だけで育つ植物から作れば、大気中の二酸化炭素の増加は抑えられるというわけで、「畑から採れるプラスチック」と称するプラスチックの市場を広げる動きがはじまっています。でもその背景には「畑へ戻せる（捨てる）プラスチック」、つまり捨てても微生物が分解するから問題ないとする「生分解性プラスチック」としての位置づけが、大量に作って売りたい企業戦略として存在します。そこではこの重要なプラスチックも大量生産大量廃棄社会を再現する手段になり、人々の生活スタイルはスポイルされ、製造に要するエネルギーや有限な金属資源までも無駄に捨てる結果になります。これではバイオマスの健全な利用に支えられた持続社会は形成できません。

d) 二酸化炭素の海中地中貯留技術： 京都議定書以来、地球温暖化を防ぐ方策に世界中が取り組んでいます。とはいっても、地球システムの枠内でしか人間社会は存続できない事

実を無視して、経済発展を減速すべきではないという大義名分が世界を覆っています。というわけで、生産と消費から排出される二酸化炭素を減らすよりもむしろ集中的に捕集液化して、海中数百mや地殻中1km程度へ貯留（廃棄と同じ）する技術開発が国際共同研究として進められています。貯留された二酸化炭素は百年間程度大気中へ拡散してこないと見積もられ、それが正しいとしても、この技術が排出量削減の努力に水を差すことは明らかです。なぜこのような貯留技術が必要なのか、それは火力発電から、あるいは燃料電池用の水素製造から二酸化炭素が大量に排出されるので、その技術推進のために排出される二酸化炭素を大気系から遮断すればよいと考えられているからです。

水素ガスを化石資源ではなく再生可能資源のバイオマスから得る技術も開発中で、これは一つの選択肢でしょう。でも問題は水素の使いみちにあります。つまり燃料電池の製造と用途（自動車）に大変な量の資源とエネルギーが使われることを忘れてはなりません。最良の策は自動車の数と走行を減らすことしかないのです。

4) 地球システムは有限、いずれ資源は枯渇する。

有機化学を研究してきた私は有機資源に大きな関心があります。石油は2050年まで、天然ガスは2100年まで生産できるという統計値が報告され、いっぽう金属資源はさらに寿命が短いようです。そこで私たちが次世代へ資源と環境の面で負債を残すことを減らすために、1990年リオデジャネイロの世界サミット宣言が出されたのです。

ところで、この負債を減らすには科学技術や政治経済の社会システム改革だけが私たちの義務でしょうか？私はサミット宣言の中に隠された教育的パワーを積極的に表に出す必要性を確信します。大人の世界はなにしろ現存の組織と効率と金漬けで縛られていますから改革はなかなか進みません。そこで負の遺産を受け継ぐことになる次世代を確実に教育すること、つまり「back to the future」の視点をいまから身につけてもらって、現世代に対して強い提言と働きかけを行ってもらおうのです。初等中等教育の場で20人に1人がESEをしっかりと身につけることができれば、社会はかならず変わると期待することは途方もない目標ではないはずです。

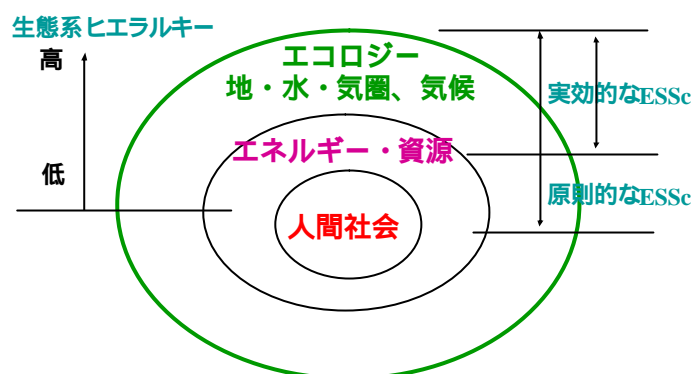
最近話題の耐震設計詐欺は、ESEの視点からメスを入れなければならない社会構造のモデルになるように思います。産業経済社会はこれまで、地球システムの無限性を前提にした金銭的利益を追い求めて経済発展してきましたが、そこには多くのからくりが隠されてきました。そこへ私たちが未来社会の設計まで任せてよいものか反省すべき時になっています。

5) 地球システム科学で人間社会を考える。

地球システムの階層と教育（ESE）の範囲を図3に描いてみました。ここではあたかも人間社会がすべての中心にあるように見えますが、そうではなくて生態系や資源・エネルギーの保護のもとに存在できていると解釈してほしいのです。

図3

有限な地球システムの殻の中にある人間社会



ここで大切なことは、西欧的な思想とはちがって、ESSc 的ヒエラルキーでは人間社会が一番下位にあると考えないと社会の持続性が確保できないことではないでしょうか。なぜなら、地球システムのなかで人間社会だけが唯一の非生態系的存在だからです。ところで、ESE では人間社会を含めた教育を行うことが望ましいのはいうまでもありません。でも初等中等教育ではそれが難しいことも多く、まずは人間社会を包んでいる外圏から勉強を始めることになるのでしょうか。

環境教育ましてや環境関連の研究ともなると、いまや従来のように学問領域の寄り集まりとしての学際領域で行う効果は薄れてきたように思います。環境を地球システムの視点から捉えて対策しないと、地球規模で急速に経済圏の拡大と地球環境破壊が進む現状に対して、先導どころか追いつくことさえ困難です。すべての学問と産業経済政策が人間社会を中心とする姿勢からではなく、それよりも上位に ESS という共通基盤を持って人間社会を考える姿勢を持たなければならない時代になったからです。

6) 資源の定義に節約精神を加える

表1は未来的展望に立った資源の新しい定義を提案したものです。これは有機資源を対象にしたものですが、金属資源などについても同じです。さて、カテゴリー1と2は従来のもと同じ化石資源とバイオマスです。実はここで新たに提案したいのはカテゴリー3と4です。

表1

有機物質資源の定義と範囲*

資源の種類	定義	対象と範囲
1.化石系資源	地殻・海底中から得られる蓄積有機物質であって、大気圏の炭素循環系から遮断されたもの	原油、石炭、泥炭、天然ガス、メタン水和物など
2.バイオマス資源	海中と地表の大気圏炭素循環系から持続的に生産される物質。またその産業的利用のあとに生じる資源性のもの	植物資源、動物資源、未利用生物資源、バイオ系廃棄物など
3.再生可能な使用済み資源	初めの使用目的が終了したあとも、物質材料としての性質および材料再生力を保持するもの、または当初からそれが保持できるように設計されたもの	一般廃棄物系および産業廃棄物系プラスチック(化石・バイオの両方)、繊維、古紙、廃木材など
4.節約の精神、知性の成熟、貪欲の排除、資源総枠の設定、	節約、「もったいない!」、吾唯足知」の実践、材料製品の長寿命化と長期使用、資源消費を防ぐ非物質的な生活習慣	産業活動、個人生活スタイル、教育的啓発活動、政治経済政策、外交政策、社会の方向性

* 本表は金属無機系の資源を除く

カテゴリー3は、廃プラスチックのように再生循環材料として使用できるものを、資源として位置づけたものです。この定義はいまでは社会に受け入れられています。

カテゴリー4はここではじめて提案する新しい定義であり、これからの持続社会に欠かせなくなった非物質的な資源です。つまり、生態系に属さない活動を続ける人間社会の中で、人間の生活スタイルにも資源性を与えたものであり、奇異に感じるとの異論があるかもしれませんが、私はとても大切な要素であると信じています。それは禅の教えにある「吾唯足知」(われただたりたるをしる)を核とする生活スタイルに資源性を与えたものです。「もったいない」や「節約」の心がけがここに加わり、その実践が無駄な資源浪費を防ぎ、その結果、新たな資源やエネルギーが生み出され蓄えられることにつながります。

7) 結び

教育で大切なことには学ぶ者に未来を落胆させないことがあります。しかし、いまの社会には変革すべきことが数多くあることを知ると不安をもってしまう危険性もあります。いまの社会が正しい方向へ導かれているのなら取り越し苦労になるでしょうが、人間社会が必ずしもそうではなかったことを歴史が証言していますから、価値基盤に ESSc を置くことは重要だと思います。この基盤を身につけたあとで人間社会を眺めると、理想と現実ともに目標を持ちやすくなります。すると現実とのギャップがあっても失望せず目標を持って学習し行動する自信が与えられるでしょう。人間社会は数多くの間違いを犯してきましたが、その多くは地球システムが無限という前提に立っていたからであり、社会的、経済

的な価値概念の揺れる幅が時代によって大きかったからだとも言えるでしょう。そこで、概念に代わって有限な地球システムという物理量的な真実を未来社会形成の基盤に置くことによって、次世代は確かな挑戦目標を与えられたこととなります。

市民派政治・市民運動分野からの視点

みどりのテーブル共同代表 小林一朗

科学に携わる人たちが環境教育について語る際、地球の物理的メカニズムや生態学に偏重していないか。環境を考える際に自然科学的観点と社会的な観点の双方が重要だが、日本では社会的な観点があまりに軽視されていないだろうか。欧州諸国に比べ、NGOの社会的地位が弱い。慈善活動とミッションの達成を目的とするNGOの活動が同列に扱われている。以前、秋田の伝統的工芸品「川連漆器」の取材をしたことがある。その際、学校給食の食器用への普及に力を入れているとの話を聞いた。資料を見せてもらうと年代別の感想にはっきり違いが現れていたことに興味をそそられた。小学校低学年の生徒からは、食器を口にあてた時の感触や美観への満足感が感想としてあげられていたが、高学年・中学生になると、片づけや手入れが面倒などの感想だ。年を経るごとに食事や器を楽しむという感覚が失われ、利便性・実用性に重きを置く傾向が顕著だ。

年代ごとに重視すべき環境教育は異なるのだろう。幼年期はとくに“感性”を養う教育を重視すべきだと思う。ファストフード業界は子どものうちに“味を覚えさせる”マーケティングをごくあたり前のように展開している。大人になってもずっとファストフードの“中毒”でい続けるように。環境活動家からの批判に対し、“勝てば官軍”と言い放った業界の雄がいたことを思い出す。口酸っぱく他人から「環境は大切だ」と教え込まれなくても、大切さを“実感”してしまうような体感型の教育が幼年期には合う。人工的な環境でしか暮らしたことの無い人は、あたかも自然現象のすべてを人間が管理できるような錯覚を持ってしまうという（しかし、公権力や巨大資本を市民が統治するという考えは希薄）。人間が抗うことができないのが自然界のはずだが。三つ子の魂百まで。原体験の有無は後々まで影響を及ぼす。

環境のメカニズムは率直に言って面白い。科学好きの者ならば環境について学び始めるといつの間にか熱中してしまうだろう。地球環境はあたかも複雑系の総元締め、環境の各分野も複雑系だ。ニュートンの体系は宇宙や地球のメカニズムのごく一部に、理想化されたモデルのみに適用できるに過ぎず、実際の現象については非平衡・非線形・不可逆といったかつては完全に無視されていた観点から考えなくてはならない。ニュートンが感じた“美

しさ”とは異なる“美しさ”を環境から感じることもあるだろう。だが、その“面白さ”や“感動”のみを環境教育が対象とするならば私には大いに違和感がある。社会的な観点が希薄になってしまうか、あえて避けられてしまう。例えば環境規制を実施する際には、科学的な見地を基礎としつつも、利害関係者のコンセンサスづくり等の社会的な取り組みが不可欠である。

「問題を解決する」その一步を踏み出した途端、社会的側面から環境を理解する必要性を実感する。外側で観察しているだけではいられなくなる。科学のような無矛盾の体系の中での議論ではなく、妥協を交えた合意点を見出さなくてはならない。

一方、社会派を自称する人たちの中に「似非科学」に陶醉してしまう人が決して少なくない現状がある。科学者からみれば付き合いたくない人たちだと思うが似非科学を環境教育で取り上げてしまうというケースを散見するので積極的に批判に乗り出してきてもらいたい。

環境教育で「里山」が頻繁に取り上げられる。現在の私たちの暮らしのような利便性はないが、自然界に人間が介入できる限界と循環のメカニズムを里山は教えてくれる。里山に惚れ込んででもそれは守れない。二次的自然は人間がそこで暮らさないと、使い続けないと維持できない。日本の中山間地域の多くが過疎により社会的機能を失い、限界集落になりつつある。放棄された棚田は崩れやすく、平野部に被害を及ぼす。荒廃した林地も同様だ。また砂防ダムで渓谷を埋めますか？国土の保全に今後いくら投じていきますか？それとも里山で人が暮らしていけるような社会に転じていきますか？このグローバルな市場競争社会で、市場至上経済でそれが可能なのだろうか。里山を守りたい、その根底には里山の生態系への感動や愛郷心が必要だ。だが、そこで留まっていたは今後も失われていく自然の観察者となることだろう。

里山と農地が強制収用され採算の合わない空港が作られる。静岡空港。地主や現地の人たちの必死のピケに環境教育の関係者は概ね冷ややかだ。天然の鮎が溯上する川にいまだに巨大なダムを作ろうとしている。川辺川ダム。現地と連帯している環境教育の関係者はいるのだろうか？環境を教えつつも、どこか箱庭的な印象をぬぐえない。

私は齢 36 になる。振り返ると小学校から大学まで、その後に環境に関する技術職に転じた後も憲法の意義や被選挙権の行使を薦める“大人”に出会ったことがなかった。両親、親戚、おそらく 100 人は越えるであろう世話になった教師、近所のおじちゃんおばちゃん、会社の上司、その誰一人として「憲法は私たちの権利を守る基礎になるんだよ」とか「私たちを取り巻く問題を解決するために選挙に立候補するという選択もあるんだよ」と語ってくれた人はいなかった。唯の一人も。環境教育の場面や生態学者からも聞いたことはない。だからこそ。やや場違いかも知れないがことさらに社会への参画や選択に対する責任を負うことの大切さについて主張することを許していただきたい。

参考 みどりのテーブル <http://www.greens.gr.jp>

みどりの会議（中村敦夫前参議院議員が代表委員）の解散後、各地のみどりの政治を目指す人たちが集い 2005 年 2 月に設立。国政にみどりの政治勢力を誕生させることを目指す。

専門領域を超えた環境教育 高等教育の場からの発題

東京理科大学名誉教授 古谷 圭一

1. はじめに

私の専門は応用化学、さらにいうと、環境分析化学の研究を当大学の応用化学科に居る時に行っておりました。それ以前は工学部で学び、研究教育をし、定年以降は本年 3 月までキリスト教系の女子大学人文学部で新しい学科人間環境学科を立ち上げ、その初めての学生たちと一緒に卒業しました。その意味では、私は、工から理、さらに人文学へうつり、その中での環境についての理念形成に参加して教育の中で自治体、市民活動、企業と接してきました。たとえば、人文系のひとびとにとっての環境学とは何なのか、また、それをどのように感じているのか、自治体では市の緑をどのようにして守っていこうとしているのか、ゴミ量の削減をどのように対処しているのか、市民は環境をどのように感じ、どのように守ろうとしているのか、企業は、たとえばポリ袋について、どのように考えているのかなど、ここ数年間の私の新しい人文学部でのあたらしいテーマでした。

2. 人間環境学科での経験

まず、理念面からお話いたします。

東京理科大学で「環境学」を考えると、無意識に理系の学問という感じがしますが、それは環境の現状がどうなっているか、それを技術でもっていかに改善していくかという点を中心となります。しかしながら、現状のように地球環境問題が話題となる底には、人間は自然をどのように考えてきたかという哲学的歴史的的思想史的問題、人間の自然利用は政治的経済的理由によっており、それを欠いた技術的対策は用いられないという問題、さらに、その社会のひとびとの意識や行動についての社会学的問題や心理学的問題があります。今後はこれらがしっかりしなければ、環境に対する自然科学的関心のみでは環境の破壊はこのまま進んでいく。理想的には環境学にはこのようなひろがりが必要は必ずです。

実際の人文系大学で教えて気がついたのは、高校時代から理系と文系と分離してクラスわけされてきた学生たちのほとんどは、「理系のことは怖い」という恐怖感がしみついています。例えば、「酸素」と言う言葉を聞いただけで、「先生、わたしは化学は嫌いなんです。」と云ってくる学生がずいぶん居ます。一方、理科大では、「自然とは何か」といった問題は、

「そんな七面倒くさいことは」という反応がかえってきますし、「文系のことは面倒くさくて役に立たない」といった反応が返ってくる場合があります。その点では、このような分別されていないはずの自然・社会・人間の問題を扱う環境学では、現状の入試制度のあり方と大学入試のみに重点をおく教育体制の問題を大学はまともに受けているといえるでしょう。この点、環境についての中等教育の教員免許の内容が理系に偏っており、その内容も工学的視点は貧困で、また、理科教育の方向も、実際の研究を行っている自然科学のわれわれが未知のものを探究し、それによって新しいものを作り出す方向となにか違う、理科教育研究者と自然科学研究者のコミュニケーションの不足を感じます。そのためでしょうか、暗記物の理科がはびこって、現象の底にひそむ法則性を発見することが科学であると理解している教育がまだまだ少ないと感じています。

つぎに、大学における高等教育は、社会人を養成する責任をもっています。具体的には、就職の問題です。人間環境学科の学生を就職させるために、社会は環境専門の学生にどのような期待を持つかが大きな課題です。それは、学部レベルで現在の環境に対する危機意識、一般生活を含めて市民としての広い教養、具体的に企業が環境対策を行う際の基礎的知識などが考えられます。それを学部カリキュラムに組み込むには、大学側も社会の側でもまだ固まっていません。

実際面についてですが、大学に入学してくる学生の環境についての意識は、総合学習がスタートして以来ばらつきが非常に大きくなりました。総合学習の対象として「環境」を学んだ学生は、偏った深い知識、場合によっては経験をもっており、すぐにでも、環境の役に立ちたいと進学してきます。多くの他の学生たちの知識と経験の差がとて大きく新たな教育上の問題が生じています。いかにこのような学生の意欲を存続させ、その関心と知識を広げさせるかが課題です。この問題は、自主的に市民運動に参加してきた学生についても同じです。その際、父親、母親の環境に対する関心がきわめて大きく関係します。日常的に家庭内で環境に対する配慮が語られ、実行されている学生はセンスとして身についたものを持っています。その点で、現状では、理系大学を卒業し、就職後、家庭に止まっている女性が環境に関心を持ちつづけることの役割は、きわめて大きいものと思います。理系女子学生の積極的意味を認識すべきと思います。市民環境教育の一番の中心は、ひとりひとりが日常的に生活の中で環境とともに生きる関心をもっている市民の数を増やすことであると思います。Act locallyのスローガンはこの部分で働くのです。

私は、義務教育以前の子供の感性の形成が、それ以降の方向を決定すると感じています。その点で、小さいときから学習塾で暗記に励ませる教育ママの熱意よりも、自然の中でおもいっきり遊ぶ(その中で、迷いながら、自分で発見し、自分で課題を創りだし、解決し、それを楽しむ)体験を与える自然派のパパやママの方がはるかに子供の将来を考えていると思います。実際に、この大学で卒業実験では知識を応用することが苦手で、すべてを準備されなければ動けない学生が年々増えていた6,7年前の私の研究室を思い出します。

3. 今後の課題

学問の専門は、本来分化していない自然や社会を深く探求するために生まれたものでした。しかしながら、専門分化によって狭い分野をまわりを見ずにこつこつ趣味的に研究するようになってしまいました。環境問題はホーリスティックな原因から生み出されるものです。別の言葉でいうならば、専門分化が生み出した危機的な課題です。そのためには、わたしたちは、ひろい関心と知識を持たなければなりません。ことに、この大学は、以前から「専門は深いけれど…」との評が聞こえます。つぎに、このような都会に生きるわたしたちは、「なまの自然との接触」を持たなければなりません。そこから本当の環境についてのセンスが生まれるのです。

高等教育としては、まず、ひろい関心と知識を追い求める学生を育てるための教員が必要です。それには、狭い専門領域が好きというだけでなく、研究や教育が「自分の生きる課題を求めること」である人間が必要です。中等教育との接点をどのようにするかの教育方法の研究も絶対に必要です。そのような学生を育てるための「環境教育教材の研究」が大学の卒業研究テーマとして持てる体制も必要でしょう。その際には、上に述べた大学の研究と中高の現場の教育学とは違った連携も必要です。最後に、実際に社会においてその一般市民に対する科学普及に忘れてはならないのは、高木仁三郎やビート・タケシの働きです。わたしたちは、彼らの市民とのつながりにもっともっと学び、実際に市民と結びつかなければ、自己満足に終わってしまうでしょう。

中等教育における環境教育の実践

～ 中学・高校の理科教育へ環境物理学の方法論を導入・展開する試みの一環として

フェリス女学院中学校高等学校教諭（東京理科大学大学院理学研究科理数教育専攻）

冠木 英克

1. 理科（物理）教育の問題

(1) 背景

従来、日本の中等理科教育は、基礎的・基本的な事項の学習に重点を置き、社会的な営みとして展開されている科学研究との関連を積極的に取り上げることはしていない。その

理由は「そもそも中高生に最先端の科学理論がわかるわけではない。」と一見、あたりまえのことかもしれない。しかし、携帯電話やインターネットなど最先端の科学技術が生活に浸透している中で、学校で教えられる知識(「学校知」と生活で体験している知識(「生活知」)が乖離していく傾向が徐々に顕著に現れてきている。このことは生徒の知的好奇心や学習能力の成長を阻害する原因の一端にもなっていると考えられる。

(2) 学習課程(curriculum)上の要因

中学生、高校生、そして大学生の「学力低下」が問題視され、その背景として様々な要因があることが議論されているが、ここでは、物理教育に関して、構造的な要因として、学習課程(カリキュラム)上の問題を取り上げたい。まず、中学の教科書から熱・加速度といった身近な物理現象を理解する上で重要な概念が消えてしまったことである。例えば、加速度に関して「斜面上の運動」や「落下運動」を現象として取り上げているものの単に速度が変化するという「表層的な説明」で留まってしまう。学習者(生徒)の学習能力を過小に見積もり、余計な配慮をし、物理現象の本質を教えない姿勢が現れている。さらに、高校では、ほとんどの学校では物理は選択科目であり、その物理を選択する高校生は少なく、中学校で習わなかった重要な物理概念を高校でも習わない可能性が大いにありえる。特に憂慮しなければならない点は高校の物理が理系進学者すなわち「未来の専門家」のみを対象にした訓練のための科目になりつつあるということである。そのため、高校では教師がどれだけ教材研究をし、実験観察を取り入れるなど、一時間一時間の授業自体が評価されることなく、試験によって「未来の専門家」を振り分けていくことに力が注がれているのが現状である。

(3) 科学的リテラシー (scientific literacy) の育成

この憂慮すべく現状を解決する手掛かりの一端として、より広い視点から考える必要がある。重要なキーワードは「科学的リテラシー (scientific literacy)」である。ご存知のように「リテラシー (literacy)」とは直訳すれば「読み書きができる識字能力」のことであるが、1980年頃から UNESCO を中心に、「リテラシー」の意味が「識字教育」を行うということから「自然と共生し、ともに人間らしく生きるために必要な科学的な内容も含めた必修の学習」へとその意味の捉え方が変わってきた。^{1) 2)}この変化を、高校の物理教育の課題へ置き換えると「未来の専門家養成のために必要な専門知識」から「一市民として必要な科学的な基礎知識」へ変化することになる。特に地球環境問題に関して、専門家まかせではなく、一市民として物理的な側面からも基本的な議論ができるような科学的素養 (scientific literacy) を高校の授業で文系理系を問わず全員に育成する必要があると感じている。

2. 環境物理学の導入・展開の可能性

(1) 環境問題への取り組み・物理学の役割

日本物理学会において「環境物理」の分野が設立される際の趣意書によると「環境問題への取り組み・物理学の役割として」次の2項目が掲げられている。

測定技術（定量化）・諸現象の解明	様々な分野が連携する上で「共通言語」の提供
------------------	-----------------------

は「問題の定量化」ということ、は「共通言語」という表現をしているが「問題解決を探るための方法論」と言えるであろう。

(2) 環境物理分野のキーワード

日本物理学会のホームページに記載されている環境物理分野のキーワードは次の7つに分類されている。³⁾

総論（方法論・熱学的考察・その他）	地球システム・物質循環・生命系
エネルギー・資源・エコマテリアル	廃棄物・環境汚染・放射線・電磁波
環境技術・環境政策	環境教育・環境史 その他

(3) 環境物理学に関する2つの典型的な見方

さらに興味深いことに「環境物理学に関する2つの見方」が次のように分類されている。⁴⁾

見解1 “Physics for Environment” 「応用物理学的な側面」
見解2 “Physics of Environment” 「基礎物理学的な側面」

それぞれの見解に、前述の「環境問題への取り組み、物理学の役割」2項目がどのように対応するのか考えてみると、完全に割り切れるわけではないが、見解1に対しての「測定技術（定量化）・諸現象の解明」が、見解2に対しての「様々な分野が連携する上で「共通言語」の提供」という項目がより密接に関連・対応すると判断できる。一般市民に物理学の方法論は認識されていないので、「固いガチガチ」のイメージの物理学にも応用的な側面があるという点だけが注目され期待される傾向が強いかと思う。このことは中等教育レベルの物理教育においても言えることで、物理は帰納的に「法則を教える」のではなく、演繹的に「法則で教える」方が生徒は理解できるという議論がある。しかし、見解1と2どちらかだけで「環境問題」を解決することはできない。

3. 環境教育の実践例

私が勤務しているフェリス女学院中学校高等学校の「理科研修」という野外観察（field work）実習の中で、実践されている一例を紹介したい。この実習は中学3年生全員（188名）

を対象にした 1 泊 2 日の学校行事である。「自然のありのままの姿を観察しましょう。」というテーマで主なプログラムは三浦半島の自然観察（天神島自然教育園での動植物観察・荒崎海岸での地形観察等）である。その中で宿泊場所である三浦ふれあいの村に隣接した長浜海岸において「ビーチコーミング」(beachcombing) が実施されている。

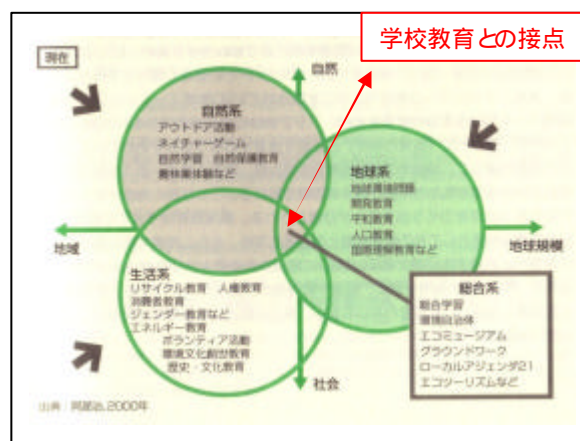
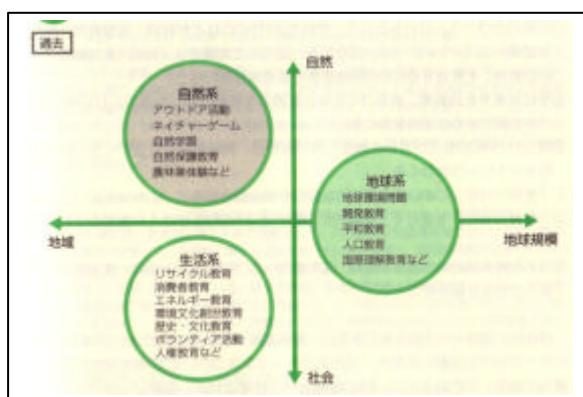
「ビーチコーミング」とは海岸漂着物の調査である。海水浴場でもある遠浅の海岸には、さまざまなものが流れ着いている。海草、流木、貝、魚といった「自然のもの」からペットボトル、ビニールの袋、プラスチック製用品の一部等、明らかに「ゴミ」といえる「人工のもの」まで、また、英語・中国語・ハングル文字等で標記された外国から流れて来たと思えるものも多い。これらを波打ち際から集め、分類し、各生徒は自分のしおりに記録していく。その際、重要なことは「どこから来たのか？」ということだけでなく、その漂着物が「これからどうなるのか？」つまり「自然に循環していくのかどうか」という「物質循環」に関する視点をもつことである。自然に還らない「人工物」のゴミは、集めた限り学校まで持ち帰らなければならない。

4．環境教育の範囲（広義）

(1) 学校における環境教育

今日、地球環境問題はますます深刻化し、多くの人々が未来に対して危機感をもっている。この危機感を少しでも解消すべく、新聞、TV、インターネット等マスメディアからは数々の新しい情報が流されている一方、学校教育の現場では理科や社会という基礎教科の中ではなく、「環境教育」という総合科目として、表層的な部分を一時的に扱うに過ぎないのが現状である。この現状は、小学校よりも中学校、中学校よりも高校になるほど「環境問題」に関するテーマを取り上げるのが困難になり、受験から解放された大学の教養科目になって初めてこのテーマに真剣に取り組むことができるともいえる。

(2) 10 年前と現在



上図は、2 つとも、環境教育の範囲（広義）を示している。⁵⁾環境教育に関するさまざまな活動を「地球系」「自然系」「生活系」という3つの集合に分類し、図の縦軸「社会～自然の広がり」と横軸「地域～地球規模の広がり」の中で位置づけている大変ユニークかつ明快なものである。左図は今から10年前の状況を示し、右図は現在の状況を示している。「10年ひと昔」とよく言うが、環境教育を取り巻く状況は「地球系」「自然系」「生活系」3つの活動内容が相互に接近し、重複領域が形成され始めている。その背景には非政府組織（NGO・NPO）を中心にした画期的なネットワークがあると思える。

この「3領域接近・重なり」の状況を学校教育は積極的に受け止め、「総合科目」として、担当教員の力量で同教員が得意とする分野や関わっている活動（「地球系」「自然系」「生活系」いずれか）のみ重視されていた環境教育の方向性を再考する必要がある。「学校」という「教育・学習の場」においてこそ散発的な内容でない蓄積のある「持続的な環境教育」が可能である。このことを踏まえて、改めて、中学校の理科教育においても次のことを問い直していきたい。

- ・「環境問題」という身近で緊急な問題に対して、果たして学校の理科教育はどのようにアプローチしてきたか？
- ・「理科離れ」を懸念する以前に、生徒（学生）が日常的に興味関心を持ち本当に知りたいことを教えてきたのか？

【参考引用文献】

- 1) UNESCO(1993)Paris: International Forum on Scientific and Technological Literacy for All, Final Report.
- 2) 川勝 博 「そもそも科学的リテラシーの教育とは」
（『楽しい理科授業』所収、明治図書、2005年6月号）
- 3) 日本物理学会 ホームページ <http://www.soc.nii.ac.jp/jps/index.html>
- 4) 日本物理学会「環境物理グループ」E.P.グループ通信No.6, 2002年）
- 5) 電通エコ・コミュニケーション・ネットワーク『環境プレーヤーズ・ハンドブック2005』
（ダイヤモンド社、2005年）p.27. 出典：阿部 治、2000年

八ヶ岳から 諏訪東京理科大学における環境教育の事例紹介

諏訪東京理科大学 奈良 松範

立地紹介

当大学は、長野県茅野市、八ヶ岳の麓に位置しており、夏には大学周辺にある蓼科や小淵沢、清里をはじめとする山麓の避暑地が、都会から涼を求めて訪れた観光客で賑わいます。また、冬にはスキー場もオープンし、雪山の風情も味わえます。一方、付近には、水質汚濁が顕著で毎年アオコの水泳大会が行われる富栄養化の諏訪湖もあります。すなわち、美しい自然と汚染された環境の両方が堪能できる場所であるともいえます。学生は地元(長野県)出身者が7割を占めており、環境への問題意識が高いことが特徴です。

環境マインド

諏訪湖周辺に住む学生は、湖の全面氷結による御神渡りを見るチャンスは少なくなった(気候変動が原因と思われる)代わりに、アオコに占領された湖、強い悪臭、そしてウンカの大発生する光景を目の当たりにするチャンスが増えています。このような環境にあって、教員と学生はともに環境問題への関心が高く、地元の方々も環境に対する興味、いや、環境保全活動への参加のモチベーションがたいへん高い状態にあります。

環境教育における教員としてのポリシー

環境問題の発生は、人間の排出する環境負荷が自然の処理能力を超えたことにあると考えています。例えば、河川は何万年も前からありましたが、河川の汚染が顕著になったのはここ数百年のことです。河川の汚染は、社会活動により排出された汚濁物量が河川の自然浄化能力を超えたことに起因します。統計的にも、世界の人口動態(時系列)を見ると、18世紀後半から急速に人口の増加と経済活動の拡大があり、これに呼応するように環境汚染が顕在化しました。すなわち、教育上の第1のポリシーは、環境への負荷量は自然の許容範囲内になければならないことを学生に認識してもらうことです。持続可能な社会を構築するための基本認識を教えています。第2のポリシーは、環境保全活動は経済システムの中で成立しなければならないということです。例えば、ISO 14001の認証を取得した組織の現状をみると、環境マネジメントを行っている部署が社内で遊離してしまっており、形式上のEMS活動を運用している状態になっている点です。この原因は、環境保全が企業の収益に寄与しないと判断されているからです。しかし実際には、環境保全活動は、企業に有形無形の寄与をするものです。ただ、それが理解されていないだけと考えます。したがって、環境を財務システムの中に取り込むことにより、その価値を顕在化する必要があります。すでに、環境会計の考え方がありますが、これも財務システムに組み込まれ

ているとはいえない状況にあります。環境を財務システムに組み込むことが重要と考えています。学生への授業の中でも、EMSを実際に体験してもらうことにより、社会に出た後もこの体験が活かせるように配慮しています。

また、本学は環境と情報技術教育に重点を置いたカリキュラムの実施、各学科に環境関連科目の教員を配置しておりますが、ちなみに、環境に関する授業科目を以下に列挙してみます。環境デザイン、地球環境学、環境マネジメントシステム、環境物理化学、環境と経済、環境開発システム論、国際環境情報論、環境エネルギー工学、環境政策論、環境と社会、環境倫理学など。

本学は理科系（システム工学部）および文科系（経営情報学部）で構成されており、工学と経営の融合を目標としています。したがって、理科系と文科系の知識の両方が良い意味で混在しており、学生は両方の授業を受けることができます。また、環境は理科系でも文科系でもなく、両方の分野に不可欠の学問であることから大学の構成は環境を学ぶものにとって好都合であるといえます。

授業紹介

1年生のフレッシュマンゼミ授業では、学内の環境調査を実施してもらうことにより、学内環境の現状認識を促進したり、さらに悪い環境を改善するための提案を行ってもらったり、環境保全活動への参加意識を高める努力をしています。環境フィールドワークの授業では、地元企業の環境保全活動および流域下水処理施設の見学・実習等を通して、実際に学ぶ環境教育を行っています。環境マネジメントシステムの授業では、学生が組織（企業等）の一員となったという想定で、イニシャルレビューに始まり、企業や大学の環境マネジメントを実際に構築し、運用してもらっています。その内容は、環境マネジメントシステムの専門家によって適切に誘導されており、学生が就職した後も有効な知識となると思われます。また、大学の校舎にソーラーパネルを建設し、集光した太陽エネルギーはリアルタイムで表示されており、学生や来校者が理解しやすいように配慮され、環境問題への興味が持てるように工夫されています。卒業研究においても、森林の空気（フィトンチッド等）を実測するとともに、これが人間の生理・心理学的側面に及ぼす影響について研究を行い、里山の健康増進利用マップの作成を行っています。このマップは茅野市の健康増進プログラムの一部として利用され、観光用にも活用されます。さらに、里山の活用（長野県および茅野市森林条例に対応した）を目的に、地元の小学生とのコラボレーションを試みています。地元との共同研究として、自然と融合した市街地のデザイン、例えば、森林の空気を市街地に送り届ける都市デザインの提案、あるいは自然エネルギーを利用した学生村の建設などが計画されています。この他にも、環境保全にかかる多くのテーマが研究されています。

教員と学生の協同作業による環境配慮型大学の構築に向けた活動

各学科の環境関連科目を教える教員が集まって「環境を考える会」を作り、大学の環境ベクトルを形成しています。また、「環境を考える会」では、1年に4回の環境フォーラムを開催し、一般の市民の方あるいは企業の方々とのコミュニケーションの場を作り、相互理解および協力関係の構築に努力しています。また、教員版「環境を考える会」は学生にも呼びかけ、学生版「環境を考える会」を作ってもらい、緊密なコラボレーションを図っています。この他にも、環境に興味ある学生が集まり、「環境デザイン研究会」を組織し、以下のような活動を行っています。ノンポイントソースの実態調査とその対策の立案、市民会館の環境デザイン、線虫を用いた環境ホルモンの影響評価、そして、活動によって得られた成果は、地域の環境保全大会等において研究発表が成されています。

大学外でも。教員と学生が一体となったボランティア活動

大学の側を流れる川辺のゴミ拾いを行う上川アダプトプログラム（一般のボランティアプログラム）へ参加しています。教員と学生がゴミ袋を持って川辺に降りてゴミを拾って歩きます。時には、小型トラック一台分のゴミが集まることもあります。この他にも周辺の里山を守る運動、森林保全運動（八ヶ岳自然を守る会）あるいはクリーンレイク諏訪の環境保全活動等に教員と学生が協力して参加しています。

以上、豊かな自然の中に共生する大学として、その地の利を十分に生かした教育が行われています。

○第2部終了後の質疑応答

加納：どうもありがとうございました。各パネラーの方々時間をきちんと守っていただいたので、時間度どおりに終わりましたので、ただ、今せっかくの内容の豊かな五つの発表をいただいたので、少し休み時間にくい込みますが、25分までですね、会場の中から今のパネラーのご発表に対して何かご質問がありましたら、この機会にお受けしたいと思うんですが、何かございますでしょうか。ご遠慮なく、どのような内容でもありましたらお受けいたしますけれども、せっかくの機会ですので。

松宮：新日本製鐵の松宮です。私の知らないことをいろいろ伺わせていただきたいと思います。それで、いくつかお話を聞かせていただきまして、気づいたこと、思ったこととお話させていただきたいと思っております。まず、あの14001が財務資本に入っていないので、なかなか差別化されてこない、というお話ありましたけれども、私も環境に対する企業努力というのが、やはり最終的には収益性に跳ね返ってこない、と継続しないというふうに思っております。そのためには例えばCO₂のエミッションが今、地球温暖化の問題になっていますけれども、それぞれの製品が作られた時に、どれだけのCO₂を出してきたものか、CO₂だけに限らず他のどのようなエミッションを出してきたことによって、

地球環境に負荷をかけるものですから、それを最終的に利用する人が利用者負担として環境税を払うというシステムを作るべきだと思っているんですね。そうしましたら、日本で作っても中国で作っても、アメリカで作ってもそういう指標があれば、どこで作ってもそれに応じた環境税を日本は環境立国？だからかけると、いうことをするとききれいな作り方をして出てくる製品を皆積極的に買うようになってきて、グローバルにはきれいな地球になってくると思っているんですね。逆に今、環境省のほうで環境税をプロダクションにかけるといっていますが、生産にかけてしまいますと、日本だけ環境税をかけますと、クリーンな作り方を日本は比較的できているんですけども、そういうクリーンな作り方をしている会社の競争力が世界的には落ちてしまって、そういう環境税をかけない、いわゆる垂れ流しで作っているところのコスト競争力がよくなって、グローバル的にはきれいになってくるという結果でいなくなってしまうので、LCAの話が最後に出てくるかとは思いますが、LCA 指標を作っているんな製品、あるいは電気とか水でも当てはまると思うんですけども、電気がどのような過程を通じて作られてきたかによって、環境に負荷を与えるのがいろいろ変わってきているわけですから、水力発電、あるいは燃料電池の発電、あるいは従来の化石燃料を使った発電というのがあるわけですけども、それらの環境に与える負荷に応じて電力にも環境税をかけたらいいんじゃないかと個人的には思っております。それからもう 1 つよろしいでしょうか。長くなって申し訳ありませんが。教育のことで、非常にその楽しんでと言いますか、自分で積極的に学べる環境で学べるという教育を実施するというのは、非常に僕は賛成なんですけど、今の日本の教育システムを見ますと、中学、あるいは高校、大学に入ってもテストがあるわけですけど、そのテストが、入試テストをクリアしなければならない力をつけるために、どうしても卑近な考え方でそちらに、いくら高校、中学で生きた教育をしてもですね、入試試験に受かるための勉強をどこかでやらなければいけないので、個人としてはお母さんとかお父さんとか、野外に行つたらん学習しているよりも、入試をパスするような勉強をなさないと、本人もそう思ってしまうと、それに傾斜してしまいますので、このシステムをどう破るか。やはり、だいたいの能力があったらまず上の学校行けて、卒業する時に絞るとというのが実現できるシステムかなあというふうに思っておりますけども、そんなことをお聞きしたいと思います。

加納：今のご意見に対して、パネラーの方から何か、ご指名がありますか、最初のほうは奈良先生で、教育の方は五島先生でお願いします。

奈良：確かに、今言われたように外国と日本とを比べると、製造プロセスに違いがあります。例えば、鉄鋼の場合、日本のメーカーはきわめて優秀であり、環境負荷の少ない製造方法を採用しており二酸化炭素の発生量は諸外国よりも少ないことは確かです。しかし、このようなプロセスにおける環境負荷低減効果を十分に評価することは難しいことも確か

です。私が日本環境協会のエコマークの審査および審査基準作りをした経験からいえば、貿易障害と見なされるようなルール作りは出来ないという点がポイントです。すなわち、海外から輸入される材料や製品を国内産のものと不当に差別すると、WTO ですが、貿易障壁だといわれるわけです。この辺はかなり神経質になります。間伐材の利用を例にとれば、我が国ではきちんと間伐すべき木を切って使っているのに、外国からは間伐材と偽って間伐ではない木が使用されることもあります。そこで、乱伐を防止しようとして、海外から輸入される間伐材はすべて出所を証明することとルール化すると、摩擦が生じます。現状では、間伐材の真偽を確かめて輸入することは困難です。先ほど、環境税の話がありましたが、グリーン購入以外にも環境税をとることにより、これを環境保全の財源に回す手がありますが、この方法はわかりやすい仕組みという点で賛成です。(・・・会場からプロダクションとプロセスの評価について追加質問あり・・・) 環境負荷の把握あるいは環境影響評価をプロダクト(製品)の段階である場合と製造プロセスの段階である場合が考えられますが、一般には、LCA といって、資源採取、材料製造、加工、製品製造、使用、維持管理、廃棄、リサイクルという一連のライフサイクルの中で評価されており、プロダクトだけの環境影響評価することは少ないと思います。すなわち、製品を評価する場合、外国における資源採取から国内で製品が廃棄あるいは再利用される時まで、すべての環境影響を総合的に評価します。製造段階だけの環境負荷を見て、その製品の環境性能を評価することはできません。つまり、プロダクション、プロセスそしてプロダクトは分離して考えず、同じ LCA の中で総合的に評価すべきであろうと考えます。

五島：ご質問ありがとうございました。実は私はですね、自分が学生時代を振り返ってみて、ほとんどは従来の入試型の勉強だったんですけども、その内に数人、自分がすばらしいと思った先生に出会えたんですね。ですから、決して昔いなかったわけではなくて、例えば、簡単に言えばアースシステム教育で求めている教師像は宮沢賢治で 100 年前に日本人にいたんですよ。ですから、そういう先生は少ないけどもいるということですね。私はどちらかという自分が現場にいたときに、そういうことで教員になったという動機付けがあるので、常にやっぱ学問は面白いんだということを伝えたかった。私自身今も楽しんでいます。一生学び続けても、し尽くすことがいっぱいあって死んでいくんだと思うんですけども、でもやっぱり、なんて言うんですか、そういう知る喜びっていうか知的な、人間っていうのは脳が大きい訳ですから、しかし、その 5%しか使ってないとかですね、アインシュタインは 11%使ってたとかいわれますけども、僕はどちらかというそういう日本の現状というのは、今日本の教育の問題になってますけども、実は日本の教育が成功してきたっていうのは、今までの受験教育というのはすごく貢献しているんですよ。ただ、より良い教育っていうのを求めていった場合、先程の市民、社会的なことを入れてかなきゃいけない。従来は理科教育は理科だけで良かったんですけども。例えば原爆を作ると、ただそれを使っていいのかどうかという問題はまさにモラルの問題ですよ。ですから、より

良い教育を求めていくと、理科教育だけじゃなく社会的な面とかいろんなものが入って来るんです。私は、割り合い日本の教育の問題については楽観的なんです。

今まで日本は受験教育については、どちらかという嫌いだけども日本の全体の知識層を上げるという意味では、世界の中で、これだけの経済力のある国を作ったのも、ある意味で今までの受験教育の良い面なんです。しかし、それには負の部分もいっぱいある。ある程度経済的なものが満たされた時に、より良いものを求めていった時には当然本当の学問の面白さとかを入れていくんであって、今までは9対1くらいだったのが、7対3とか5対5くらいになっていって、だんだん学問の面白さをいれていけばいいのかな。それで入試自体はですね、今例えばスーパーサイエンスハイスクールなんていって、そういうのを奨励する学校がピンポイントで全国に70校くらいあるんです。そういうところでは探求的な活動ばかりやってきて、受験勉強やってきた子と同じ土俵で勝負できない。AO入試のように、面接でその場で実験やらせて入学を許可される。事前に大学に授業を聴講して、大学の先生にアクセスして、その先生がこの生徒を、将来自分の研究室に入るという条件で、入学していく。少しずつですけども日本も変わってきています。教育は社会的な底上げっていう意味ではすごく成功してきたんだなと思いますね。「そう思いますね。大学の入試の時に5教科全部フルに要求していたんですよ。大変だったけれども、そのおかげで総合的な人間ができてよかったと思うですよ。…古谷先生がおっしゃってたように…」ですから、よく暗記が悪いということじゃないんですよ。暗記をやってるから日本人は後ですごく総合的な力がつく、また、そういう訓練をよりやっていく、暗記も、ある程度やって、まさにバランスの問題だと思いますね。だからこれからは、本当にそのバランスを問われる教育が、要求されてきている。僕は楽観的にというか、楽観的に思わなかったら仕事やってられない部分がありますので、今後の日本の教育のゆくえについて楽観的に思っているのです。教育のよりよい仕組みがほしいなというふうに思いますね。そうですね、本当に。徐々にですけど、もっと早くよくなったらいいと思いますけど、動きつつあります。どうもありがとうございます。

3. 「会場も交えた円卓会議」

司会：湘南科学史懇話会 代表 猪野修治

猪野：それでは時間になりましたから始めたいと思います。最後の会場を交えた討論会を始めたいと思います。司会を務めます湘南科学史懇話会の代表を務めております猪野と申します。ここの大学を私卒業しまして、教育現場に34年おりまして、最近リタイヤして市民サイドの学問活動をやっております。湘南藤沢で市民とともに科学技術や科学史を考える湘南科学史懇話会なる研究会を作ってまいりました。さきほど古谷さんからお話が出ましたけれども、1960年代後半から70年代の大学で、様々な政治的な問題や科学者の生き様とかが問われた時代に青春時代を過ごしてきました。市民的な感覚といいいますか、そう

いうものを踏まえたような科学技術論なり学問なりを考えなければならぬと思っておりますけども、今日は司会の立場ですので、この討論会を始めるにあたって簡単な自己紹介をさせていただきました。議論の進め方ですけれどもちょうど五時までですから、あまり時間がありません。私の役目はできるだけ学生さんも含め多くの方々にご発言を御願いたいと思います。会場からパネラーの方々及び講演者の五島さんに対して具体的な質問を浴びせていただき、それに対して応答いただき、また、時間的な余裕があるならば、パネラーの先生方にも質疑応答をお願いする。そういうことにしたいと思います。では、どうぞ自由にご発言いただきましたんですが、その前に冒頭で座長のほうからもお話がありましたように、簡単な所属と自己紹介をしていただきたい。それから所属のない方もいらっしゃるかと思いますが、それはそれなりのことを述べていただきたいと思います。どうぞよろしく申し上げます。では、どうぞ！

○三澤：わたしはミサワと申します。東京理科大学の理窓技術士会の会長を務めています。今、司会者から話が出ないと困るということなのでのはずれな質問をします。その他いろいろな先生方にお話いただいたんですけども、僕自身ですね、考えることがあるんです。例えば私達は科学や技術に関して、日本語で話して聞いて理解するわけですね。ですから読解力と表現力というのが非常に大事だと思うんです。ところが今の教育というのは、中学くらいまでは理科も国語も教えますが、高校くらいになると、特に、卒業間近になると、進路が決まってきて、彼は理系だ、君は文系だということで分かれてくる。大学に入ると完全に分かれちゃう。僕自身はどちらかということ、英語が嫌いで数学が大好きだったものですから理科大学に入って来たんですけども。卒業して能力不足を痛感しているいろいろと考えました。やはり人を説得するためには、人を説得する表現力が必要だと。人に理解させるにはプレゼンテーションが必要ですが、いかにうまく理解させることができるかということが必要になってくる。私は卒業してから半導体の会社に入りました。入社時代は半導体の黎明期で、アメリカの言うことは何でも信ずるという風潮で、特に上司の一部は日本の技術者の言うことを信じない。アメリカではこうだという話ばかりでした。アメリカの技術が本当に正しいのか？日本人として日本語で、日本の技術で、考えて何が悪いのかと開き直って考えました。人間というのは自分の国の言葉で考えます。そういう意味でもう少し別のスタンスで考えようということ、それでも、自分の専門のことってというのは黙っても勉強するのが当たり前なんですけども、それ以外の学問も勉強する必要があるということで、僕は雑学、私は物理なんですけども生物も化学も機械も歴史も勉強しました。特に半導体は物性論はもちろん、金属、化学、電気、機械、無機材料などを含める、各種の学問の総合の学問です。それを理解する上で、また人に説明する上で語学も必要です。それが仕事の上で本当に役立ったことを卒業してから知りました。そういう点で、理系では雑学が必要です。現在、医療の世界でいろいろな問題が出ていますけれども、やはり倫理が非常に大事だと思うんです。人間としての基本が出来ないとまずい。例えば環境物理

にしても、科学だけでなく勝手にごみを捨てるという倫理の問題があります。総合的に判断するということが、今の世の中でちょっと欠けているような気がします。例えば、森鷗外にしても、もちろん科学者であり医者であると同様によい文学者でもあるし音楽もたしなみます。そういう意味で、本当の環境学や医学をやろうとすれば、もっと原語と雑学が非常に大事だと思います。意志を伝える手段として国語という言語を勉強させた方がいいんじゃないかと、僕は体験から考えます。最近、テレビでいろいろな日本語のクイズみたいな番組をやりますね。あれ、非常におもしろいね。そのまま聞いて、「こんなことも知らなかったか」と。母国語で考えは話すことが大切だし必要だと思います。やっぱり私も理科系ですけども、考えも表現も日本語ですし、時には外国語になります。すると理系の範囲がすごく広がるんじゃないかと思っています。先生方そこら辺の教育ということ、高校の先生もいらっしゃるし、大学の先生も、高校の経験もある先生もいらっしゃるし、大学の経験もある先生もいらっしゃるし、そこら辺をちょっと今度の教育ってどうなるのかと、伺いたいと思います。言いたいことは、理系ほど語学と倫理の勉強が必要で、今のようない理系だから国語や外国語あるいは倫理学などは必要ないというのは偏った技術者や医者が出てしまうと思います。ちょっと長くなりましたけども、よろしく願います。

小林：読解力、雑学、利益なものなどのキーワードが出てたかと思うんですけど、私のほうからは、環境問題を解決していくための行動、そのときに必要とする能力をどうつけるかという点で、考えてみたいと思います。これ、別に環境問題に限らず社会問題全般に関わることだと思うんですけども、基本的に変えるための能力が低いというのが実感です。例えばごみ処理場を無理やり作るとか、原発無理やりつくるとかそういう場面では、政治力とかお金とかデータの偽装とかですね、工作活動とかあらゆる手段を行使してやられるのに、そこに対抗する側っていうかな、自分の大事にしたいものを守る側が、いい人のままで居続けてしまっている。これは悪いことではないんですけども、そのことによって騙されたり、データでの論証をしななければならないのに、それは常に外部の専門家に頼ってしまう。そういうことが往々にして起きているように思います。今「ドラゴン桜」という漫画がはやっているんですが、ご存知のかたもいらっしゃるかな。私はあれ好きなようで嫌いなようなちょっと不思議な漫画なんです。東大を目指す漫画なんですけど。ようは支配されるなというメッセージが込められているんです。支配されないためには東大に入って選択肢を広げると。東大に入るためには一定のテクニックがあればいいんだ、ということですね、その精神論と技術論を説く漫画なんですけども。読みながら感じるのは、目標設定の重要性についてです。自分の目的を設定して、それをクリアするために努力したことがある人ってというのは、何をやるにしてもですね、どうやってそれを進めるかということを考えて、目的達成をターゲットにした行動を取るように思います。ところが、残念ながら市民運動分野、環境問題に関わっている分野の方々の多くは、そういう見

方をこれまでしてこなかったんじゃないかと。これは良いか悪いかという判断は価値観の問題もありますので難しいんですが。ただ、変えたいと思うんだったら、どこかで踏み込まなければならぬことがあるんじゃないかと思っています。私の場合は政治の世界に踏み込んでしまい、足が抜けられなくなってしまったんですが（笑）。

それで問題解決をする能力っていうのは、やりたい、変えたいと思うんだったら意図的に、身につけていかなければいけないんじゃないかというふうに思っております。以上です。

古谷：今の大学といっても非常に差が大きいと思います。つまり偏差値の高い大学とそうじゃない大学はある意味では小子化の波にさらされています。そこで下のほうの大学は、高校の単位を本当に取れているのかなという状態の学生を入れないと大学が潰れちゃう状態になっています。その点、それをどう育てるかという問題が大切です。あの先程お話になられた、例えば論理的文章の問題とか、質問のしかたとか、整理して物事を書くとか、そういう事は実はビジネス書で今よく売れているんですね。ということは逆に言うと、そうやって卒業した大学生が就職になって一番困っていることが、よく売れている本になる。という大学がすっぽ抜けているという奇妙な感じがします。私はここに理科大に居たときに大学院の最初の講義で、「考える」というのはどういうことなんだろう、「勉強する」というのはどういうことなんだろう、という事をアンケートとったことがあります。それを KJ 法で並べましたら、「覚えたことをもう一回思い出す」ことが「考える」ことっていうのが四分の三以上いました。で、本当に「新しいことをこれから自分で考え出す」という、その「考える」ということがまあ理科大ですら、その後の四分の一弱で、先程から出てくる「考える」教育にマッチする形になっていました。理科大ですらそうですから、下のほうになりますと、この部分の教育をしっかりとすることが今の大部分の大学の教育で必要なのです。ということで、私は「考えることを考える」という演習を一年生の授業でやりました。そこでは、一番最初は「考える」というのはどういうことっていうことをアンケートでやるんです。その次に今度は、黒澤明の「羅生門」の映画を見させて、その前に宿題で「羅生門」のもとである、原作の芥川龍之介の「藪の中」を読ませてですね、そしてこの中で人々が言っていることはみんな違うけれど、どういうことかそれを考えさせることをやります。それから後は、今度は図書館で自分の名前の漢字を調べて辞書のおもしろさを知らせます。それからジグソーパズルで遊ばせます。そして、ジグソーパズルをやったとき、一番最初これどう思ったかを聞きます。できそうもないという子としめしめやるぞって言う子ははっきり別れます。そして少しやりだしたところで、自分今何を考えているのかを、またメモさせるんです。というような形でですね、みんながどきどきしているか、みんなが途中でできないから嫌になっちゃうのか、とうことを理解させます。それから例えばスヌーピーの四コマ漫画の吹き出しの無いものをバラバラにして渡しまして、そしてそれでもって元の話がどういう順序だったかにしなさい。その次は今度は、

バラバラにしてください。バラバラにした順序でお話を作ってください。という格好で面白がらせませす。次には、今度はあなたの車で、私みたいに年取ったおじいさんがあなたの家に行く行き方を教えてくださいとたのみませす。「まずバスに乗って」と言うから、「学校の学バスに乗るって言ったけれども、学校のバスにここからどうやっていくの。右行くの左行くの」という格好で説明させませす。自分の家まであらかじめこちらはインターネットの地図で調べておきませす、「あっ、そこのところで分からない」とかなんとか言いながら迷い迷い、私が迷った老人のふりをして説明をさせませす。というな形ですな、かなり学生たちも面白がります。しかも最後ではKJ法ませす、そして例えば今でしたらば、読売新聞、朝日新聞、それからあとゆとりがあると産経新聞だとか並べませす、例えばイラクのバグダット陥落の日の新聞、それを抜書きさせませすそれをKJ法でまとめさせませす。そしてそれをお互い比較すると、新聞によってこんなに違うのか、ということの発見をさせませす。というな形である意味では一学期全部遊ばせることでもって、「学ぶ」「考える」ことの面白さを経験させませす。最後のあたりでは、今度は私に、具体的には、いろんな依頼文だとか相談文だとか、取り消しの文とか、謝罪状だとかという、それぞれの違ったケースでもって自分の起こったトラブルを相談させる手紙を送らせませす。それは、ちゃんとした先生に対する礼儀に適った書き方だけを教えて、そして自分の家から封筒に入れて私に出させませす。このゼミはそれ以降の大学の授業を理解しやすくするのに、私は非常に有効でした。そんな形の授業は高校あたりで本来はやっといてほしいな、という感じをしてるんですが、やはり今ものすごく欠けていることだろうと思ひませす。ただし、今言ひませすような意味での、入学したばかりの学生に対して、かなりあちこちの大学でこういう考えることのカリキュラムが始まりだしてひるのが現状です。ちょっと長くなりましたけれども。

奥：一応、三澤先生のご質問は全員に向けられたものだと思ひませすお答えひませす、いまの私にはお答えする資格はあまりありません。私はほぼ四年前までは教育の現場におひませす、そのあと私大で教ひませす。そのあと私はもう教育はやめよう、研究にシフトしようと思ひませす逃げ出した人間ですから、その意味で資格がないひませす。私が現役のとき、登録学生数500人という大きなクラスを持ひませす。自然科学概論という授業でしたが、実際に出てくるのはだひませす200人、試験のひませすには400人ぐらひませすにふくれるという大変なクラスを一人を持ひませす。そこではひるんなことを工夫ひませす。あるとき出席者数が少なくなってきたので、このクラスでディベートやったら面白ひませすだろうと考ひませすてやってみひませす。課題は学生にも出させませす私も出す、合計30から40ぐらひませすの課題をならべその中から1つ選ひませすせたひませす。ディベートでは1つの問題を総合的に把握して、自分の立場、相手の立場にたひませすどひませすのように表現するひませすのかという訓練ひませすになるひませすので実施ひませすしたひませす。大きなクラスでディベートするひませすのは大変ひませす。そこではとにかく参加ひませすしたら成績に5点プラスというインセンティブを与ひませす。ディベートをするひませすまでの授業では学生ひませすの最大の

関心事は単位をとる事でしたので、私はそれに辟易していたのです。でもディベートのあとで学生の感想文を読むと、これまたディベートのことしか残っていないんですよ。ディベートは面白かった、あれは高校時代もやらなかった、大学に入ってもやってない、この大クラスでわいわいやって面白かった、横からちょっかい出す先生の印象が残っている、などまあこれでいいんじゃないかと思いました。自分で課題を選び、考え、表現する喜びを学んでもらえたんだと思っています。それから総合的に考えることに関連したこととして、私はディベートの中で変わった課題を出すんです。例えばラッピングフィルムですね。あれを洗って使うのがいいのか、それとも1回使ったら捨てるのがいいのか、というような問題を出すわけです。私の答えは洗って使うほうがよいとはっきりしています。でもある研究者によれば、ラップなど1回使ったら捨てるもので、再使用すれば洗う水のコストの方が高く、水の浄化に使うエネルギーも大きいというのです。たしかにライフサイクルアセスメント(LCA)をしたらそういう数値が出るでしょうから、一面では正しいわけですが、物事を総合的に考えるという視点からはどうでしょうか。ラップフィルムを洗う気持ちとその波及効果を大切にしないとイケません。この些細にも思えることは人の生活スタイル全てに反映されるからです。これをLCAという評価法だけで判断するのは危険です。ラップフィルムを洗うという些細な行為が全ての生活スタイルを反映していることを考えてもらいたいのです。そんなことでは儲からん、時間が無駄、エネルギーの無駄使い、いや実はそうではないんだと。

冠木：読解力や表現力の問題で、古谷先生からそういうものは高校でやってきてほしいという部分があるのは、耳が痛いことなんですが、あの～実際やっぱり話をします。中等教育で教師の間でも。そうすると、私なんか国語の先生は一体何をやっているのかな、となるんですね。で、国語の先生もいろんなタイプの方がいまして、それであの、比較的そういう科学的な文章読ませるとか、書かせるという態度で教える先生もいれば、やはり従来の非常に情緒に訴える文章とか文学作品に重きを置く方もいて、それはもうそのスタイルで致し方ないのかなぁと思います。ただ、やっぱりさっきちょっと私の発表の中でも出させていただいた、科学的なリテラシーということを見ると、やはりきちっと少なくとも大学に入る前とかあるいは中学という日本でいう義務教育の終わる段階でこういう読解力とこういう表現力、要するに科学に対するそういう学習姿勢っていうんですか、態度、そういうことを評価すべきなんだと思うんですね。ただ、それは先程のちょっと受験のことの質問とも関連するんですけど、今もそのやはり入り口、卒業して入学していく次のステップのところ非常にもう短い時間でたくさんの学生を、特に大学はそうですけれども、短い期間に選抜しなきゃいけないと。それはもう1つの予備校とかそういう産業を含んで、もう非常に安定した教育産業になってるんですね。それがもうどんどんどんどん下に下に下りてきて、もう中学受験とかさらにいうとお受験といわれている所まで来ちゃうというような、そういう状況です。で、それはもうとても崩せない壁なんですけども、ただ、

五島先生先程おっしゃたように今、特に大学はいろんな形態の入学試験をアドミッションオフィスを中心に、そのスタッフが非常に、ある意味では整ってきていろいろなことをなさってますよね。ですから、そこにやっぱり大学の先生ももちろん関わっている？と思うんですけど、もっともっと特に下の学校からの意見を聞いていただいて、教育産業にとっても立ち向かうっていうのは無理なんですけども、教育産業はまたそれに対して何かの策を出してきますから、それは本当に安定した、特に少子化の時代での非常に投資に、親は投資しますので、安定した産業になっちゃってるんですよね。でも、教育の現場にもっと、もっともっとその受験だけじゃなくて産業界が関わるといって、あまり収益性はないかもしれないけれども、そういう事例はどんどん起きてきていると思います。それは、必ずしも文部科学省が窓口になっているのではなくて、経済産業省とかそういう所にも、もっと関わりを持っていただいて、本物のものをやはり見せたいということを実現したいと思いますので。ちょっと読解力とか表現力の話から全然違う方向に行ってますけども、あのいろんな要素ありますけども、少しその科学的リテラシーのことで考えていかなければいけないのではないのかなというふうに私は思います。

三澤：外国の文献を読まなきゃいけないということで、それを理解できなきゃ困るということで、みなさんご経験があるかどうか知らないですけど、私はこの大学に入ってですね、物理の問題で英語で出たんですね。それで、非常に簡単な英語だし簡単な問題なんですけども、それが解けない、英語が読めなければひとつの解答できないっていうことがありました。たまたまそれが解答できたから入れたのかも知れないんですけども。また、先程考えないで暗記という形、古谷先生からちょっとコメント出ましたけれども、私もそういう意味ではいろんな創造性とか考えるということ、今の若い方々ほとんど考えるということないですね。自分でもって、指示してくれるとやりますという話ですけれども。僕もだいぶ前に勤めを辞めましたが、自分で会社起こしたんです。その名前がクレアックという名前にしたんです。クレアックというのは creative じゃなきゃいけないということで。ただ頭の中で creative であってもダメだから、active ということ。合成語でもって作ってあったんです。私は 25 年くらいその会社をやってまして、今もまだ存続しています。リタイアしたんですが、そういうことでもって質問させていただいたんです。

五島：あの三澤先生。私はですね、先生の質問に対して三つ言いたいことがあります。まずですね、先生言われた一番大切だっっていうのは、実は私今、常に意識している。国際会議とかですね出席する機会がありますけども、自分のですね国語力の無さを、ものすごく感じているんですね。もっと文学ちゃんとやってくればよかったなあって思うのは、英語を日本語に直すのが、日本語を英語に治すよりはるかに難しいですね。私は実は今自分で研究者として仕事をしています。教師は実践に変えればいいわけですね。そしてがんがんやる。しかし、研究者は書かなきゃいけないんですよ。書くときに日本語を吟味する力の

無さに、もっとちゃんとやって於けばよかったなっていう反省の日々です。でも必要に迫られてやるしかないのかなというのが今の現状です。ですから、まさに言葉の大切さは本当に思います。それから、先生が言われた雑学という点の大事さについては、我々は一日24時間しかないから、全部はできないんですよね。全部はできないが、自分のベースはあるわけですよ。ベースはあるけども、あとどれくらいベース以外のものを持っているかっていう人は発想の豊かさをもっていると思います。

私が自分で物理をやってきて、ここで物理やって、まあ物理を教える高校の教員になった。半年後、中学校に移って、地学にはまっていき、フィールドワークを最初にやりました。実は物理をやっている時に、『不思議な国のトムキンス』という本に出会った。著者はジョージ・ガモフというビッグバンを考えた人です。僕が東京理科大で相対性理論の授業をとった時、ぜんぜん分からなかったですね。相対性理論を幼稚園児に分かるように話してみてください。方程式は解けますよ、難しい言葉はできますよ。だけど幼稚園児とか小学生に「相対性理論を分かるように話してみてください」といわれたらできない。それができたら本当に分かることになるだろう。自分では相対性理論は分からなかった。その時、高校の物理の先生がこれ読んでみろって言って、『不思議な国のトムキンス』を見せてくれた。トムキンスっていう銀行員の主人公で、彼が相対性理論の国に行ったらどうやってなるか、「不思議の国のアリス」のタッチでガモフは語ったわけですよ。私はその時に、今まで一年間勉強してきたことが、もう目から鱗で、あ~これだったのかとわかったわけですよ。いつかこれを私は中学校で教えたい、特殊相対性理論ですよ、大学でやることですが、それをいつか教えたい。この面白い「時間が伸びたり縮んだりする」というおもしろい話を伝えたいと思った。それで物理で話す。それだけで話すとなんか特別講義になるわけですよ。特別講義で大学の内容を中学生にやさしく話す。それも面白かったんですけど、地学をやって500万年前とか古環境の話をするわけですよ。大学の先生は一露頭から500何年前を想像できるけど、子供は想像できない。だから、「不思議な国のトムキンス」が、その相対性理論の感じるロケットに乗って、昔に戻っていく。そして、三浦半島の昔はどうだったのかっていうのを説明したのがこの本です。これは物理と地学の融合です。実は私は英語が得意だったので、英語と理科を同じクラスで教えたんですね。科学的なものの考え方っていうのを理科だけで教えていたら絶対限界がある。科学的な言語学をMITのノーム・チョムスキーという教授が考えました。僕はそれにいたく感動していて、中学校で英語と理科を同じクラスでわざと教えたんです。普通は違い教科は違うクラスに教えるんですけど、同時に教えると1つのクラス週6時間から7時間行くわけですよ。英語と理科を同じクラスでもって、そこでその先生の、ノーム・チョムスキーの考えた科学的な文法と科学の授業と一緒にやったらおもしろかったですね。あまり深い話はいけません。僕は5年前、アメリカにいるときにノーム・チョムスキーと会ったんです。ノーム・チョムスキーはすごい有名な人ですから、私のアドヴァオザーのピクター・マイヤー博士が彼と会うのはクリントンに会うより難しいというわけですよ。最初にメール打った

ときに、彼の返事は、「私は一年半まで予約が入っている」ということですね。つまり忙しいから会っている時間ないですよということです。二回目のメールでなぜあなたに会いたかったの理由を、「私はあなたの議論を中学校で英語と理科と融合して1つの授業で教えた」って説明したら、「面白い、あなたは私に会う意味がある」って返事がきて、そして「私が人と会うのは火曜日と木曜日だから、あいてる日にもし時間がとれたら会ってあげる」といわれた。私は全ての予定をそれに合わせてボストンに行って会って来たんですよ。雑学的なものっていうか領域を超えたものをやると、例えば地学をやってる視点で物理学をみるとものすごく面白く思うんですよ。地学の人の精度っていうのは500万年±100万年なんですから。物理やっているときは、コンマいくつの世界で私も物理実験やらされてたわけですよ。なんと、いい加減な話と思ったんですよ。でもそれが、実はそういう時間的な内容を入れてる学問の面白さなんですよ。そういうなんていうのかな、ものっていうのは、まさに雑学っていうのはものすごい大事だと思います。ただ雑学では勝負できないと思いますね。雑学がないと発想は出てこないということです。最終的な…教育っていうことですけども、今の子供の教育で一番問題なのは、子供が遊んでないということです。遊ぶっていうことは自由な発想をいっぱい頭の中で巡らせるわけですよ。雑木林行ってこういう工夫してこういうゲームしようとかですね。こういうものでパチンコ作ろうとか、工夫するわけですよ。今の子供は管理されちゃってる、はい、塾行きなさい、はい次はピアノ、水泳、よくできますね。学校教育がすべてなんていうんですからいい気なもんです。だけど自分で無駄な時間をいっぱい使ってないから、大学に来て使えって、考えろって言われてもできないわけですよ。だけどそういうことは評価できないわけですよ。子供の頃の自由な発想っていうのは、評価してほしくないですよ。私が自由に楽しく雑木林で遊んでたのを、先生が来て、おまえ昆虫いっぱい見つけてきたから、はい5ね、木登りうまい3ね、なんて評価されたら、なんか夢もない希望もなくなってしまいますよね。今、よく評価しろ評価しろって言ってアカウンタピリティーの問題だっていうけども、教育って言うのは総合だから、ほんとにその一面しか評価できないって言うことです。そういうものをなんとなく昔の先生も知ってたんですよ、変な先生いっぱいいたんですよ、昔って毎日長靴履いて傘もって来る先生がいたんですよ。その先生は地学の先生でいつでも学校の帰りにフィールドワークができるような格好して、フィールドワークして、みんなから変人って呼ばれてましたよ。私はすごく好きでしたね、その先生が。理由はなんかステレオタイプになっちゃって、クリエイティビティも育つ場が無くなって、クリエイティビティって極めて評価できないっていう所をなんとなくみんな知っているのに、評価っていう時代の流れに押されてそれを忘れてしまっているのが今の社会じゃないかなと思います。

猪野：五島さんは変人教師の一人だったわけですね。あの時間ですが45分しかありませんので、多くの方々にご意見いただきたいと思います。どうぞ。

小野寺：小野寺と申します。理科大学の薬学に勤めております。わたしは環境科学っていうか、薬学だと、衛生、環境衛生、大学院は環境科学特論っていう、そういうところでいろいろ話をさせていただいております。今あのこうお聞きしますと、皆さんのお話、なんか理科だけがこう飛びぬけてですね、本来の哲学とかそういう環境の法律学とかそういう所が抜けてるんじゃないかという印象を受けました。自分でそういう環境物理、環境科学、環境生物学とかそういう所が強調されてるような感じがいたしました。環境地学もそうですね。もっとあのこういう話を持続させるためには、そういう哲学とかあるいは法律学とかそういうのが非常に重要じゃないかなというふうに一応感じましたもんですから。それについて何かお答えがあればなと思って、まず一点ですね。それから後、私よく大学院の講義の時に学生さんに書かせるレポートがあります。四台文明って今まで何千年も前からのお話ですが、なぜ滅びたのか。要するにメソポタミアとかエジプトとかインダスとか黄河とかそういう文明が、滅んでまたもう一回立ち上がるのか。そういうのは歴史の話が非常に欠けてるような感じがいたしまして。そういう四大文明の滅亡とそれから環境問題と、そういうテーマで実は出してるんです。僕の感じ方でちょっとみなさんに違和感があるかも知れませんが、なんか別に指定しませんので、よろしくお願いいいたします。

古谷：「人間が技術をもって、自然の奴隷状態にある人間が、人間に与えられた理性をもって自然を支配する」ということをフランシス・ベーコンが言い出したんですね。彼が言い出したその時代としてはまさにこれは、環境問題なんていう所じゃなくて、いわば天然の流行病がやはりそれから自然の災害が起こり、それに対して人間がいかにも理性をもって対処していくかという流れ、それ自体が現状ではやはりこの環境の問題のとっても大きな問題だと思うんですね。その意味で、やはりその前に実は人間にとっての技術というものをずっと追いかけて考えてましたから、必然的にそこへいったんで、あのやはり今先生がおっしゃられたそういう側面というのはどうしても必要だと思います。逆に言いますと、今の今度はこういう中で人間がこれから生きていく時の環境と技術の関係をどうとらえなおしをするかが大切です。多分これでたとえば技術を全部否定する、または科学を否定するような意見が時々出てくる。そのことに対してやっぱり人間のもってる理性的な働きと環境はどのバランスが大切かというようなことを考えるにはどうしても必要だと思います。その点でのそのいわゆるディープエコロジーなどの議論に中にあるとっても大きな欠陥ということもやはり指摘すべきだというふうに思います。

小林：ヨーロッパ型の哲学を探求することと比較して日本の農作村で培われてきたような、暮らしの中にあったもの、労働と山の暮らしとのつながりとか自然界との関わりについて再考することがたいせつなように思います。労働というより仕事ですよ。そういったものをどう人々が考え受け継いできたか、っていうことを現代から改めて復古主義ではなく徹底的に考えるということは非常に重要だと思っています。それが哲学と言えるのか

どうか分かりませんが、その中で私たちのちょっと前の世代までは人間とは何かという考えをずっと考えてきたはずですが、しかし全然考えなくなりました。とてもインスタントな人間になってしまっているというそういう怖れを感じます。四大文明については、人間が何をやったら滅びて、持続可能になるにはどうすればいいか、という条件を考えるうえで、四大文明の滅び方というのはとても参考になると思います。湯浅超男さんの『環境と文明』という本がとても参考になると思っています。

奥：五島さんがおっしゃったピクター・マイヤー教授の言葉の中に、アースシステム教育では知的美的対象として地球を捉えるという考え方がありましたね。これには大いに同感です。実は地球という対象の中には人間も入っているわけですから、人間の美的で知的な生き方を考えて演出することが大切であるということになります。これを考えるのはやはり哲学の領域でしょうね。その意味で私は西洋的な考えかたよりも仏教が面白いと思います。私の最近の愛読書は阪大名誉教授の泉美治さんが書かれた本ですが、その唯識という哲学の中で、縁とか縁起という考えが説明されています。これが地球システムや環境問題にじつによく当てはまるんです。2500年も前に仏教はすべてを見通していた、それをいまの時代に振り返ってみる必要があると思うのです。100年前までの人間はそこまで考えていたのに今の人間は忘れてるんです。観という言葉も忘れてるんです。私は環境問題の多くは資源とエネルギーの使用量、使い方、その後始末が誤っていたから生じたのだと思っています。ですから私はこの表に示すように、資源の種類の中で、四番目の資源を入れるべきだと思っています。一番目と二番目はよく知られた化石資源とバイオマス資源ですが、三番目はいわゆる使用済みの再生可能な資源です。これは松宮さんがご存じのように金属資源については当たり前になっていますが、石油化学の最大製品であるプラスチックではまだ遅れています。さらに四番目の資源についてはまだ誰も提言していません。それは節約精神の実践や知性の鍛錬を資源として加えることです。「もったいない」の心、「節約精神」、「吾唯足知」の心がその中心にあります。つまり人間の欲望をどうやって抑えて転換してゆくのかということです。欲求の方向転換が必要なことをどうやって教育するか、それが大切であり難しいことです。小野寺先生が言われるようにこれは小手先の科学技術では無理だと思います。幼いときからの教育にかかわっていますね。「もったいない」という言葉をノーベル賞授賞者のマータイ女史が使っていますが、これは日本固有の価値観であるにもかかわらずマータイさんが言い始めたあと日本であらためて注目されはじめた、これは情けないことだと私は思います。日本が育ててきたこの精神をいつ頃から忘れてしまったのか、大いに考えて反省する必要があると思います。

五島：小野寺先生ありがとうございます。まさにですね、私が、今日は科学教育、科学をベースにした会ですので科学の話から入りましたが、最後は私は文学から入る人も、科学から入る人も、宗教から入る人も、同じ問いになると思います。私が今一番尊敬して

いる人は、哲学者であり、社会学者である鶴見和子という人です。私が科学教育をやってきてですね、自分と同じ思いの人と思うものです。この間、国立教育政策研究所でアービン・ラズロと言う人を呼んで、それに対する日本人、誰当てるのかということで、いろいろな人の推薦を頂いたのです。私が最後に見つけた人は、この人（鶴見和子）でした。その人は科学の人ではなくて、社会学と哲学の研究者で南方熊楠の研究もしている人です。これだけです。どうもありがとうございます。

永添：永添泰子と申します。職業はこの飯田橋駅近くの「こころと体の元気プラザ」という総合診療所で事務員をやっています。私は実は、『Onsen] (Online Natural Science Education Network の略) というメーリングリストに入っています。そこは科学教育を子供たちや一般の人たち向けにボランティアでやっている方たちの団体です。年一回京都で、全国大会が開かれるんですけども、そこのメーリングリストで今話題になっていることは、これは韓国に何度か行ってらっしゃった方の話なんですけど、「韓国では理科の時間に国語をやる」というんです。まず聞く力を付けてから、それから理科を勉強する。そうじゃないと、読解力がないのにいくら聞いても、それは身についていかないからだということなのだそうです。私は、実は地域でごみ問題の解決を目指して何年かずっと活動をやってきました。まあなかなかそれはなかなか成果をあげて、成功してきてはいるんですけども、それもずっといろいろな壁にぶち当たってきました。今もですが。それは法律の不備だとかいろいろあるんですけど、でも一番の問題は、聞く耳持っていない。行政は聞く耳持っていないということなんです。「所沢？の話ですか。」(猪野先生の質問) はいそうです。ですから、まず両親が子供たちを育てるときに、その子の話をちゃんと聞いてあげる、で、ちゃんと親に話を聞いてもらえる子供ってというのは、人の話を聞けるようになると思うんですね。なんで聞ける ようにならなきゃならないかっていうと、聞く力というのは共感能力とか想像する力をつけることだと思うからなんです。だから、人の心の痛みとか、自分がこういうことをしたらどういう影響を与えるのか、それは人やものに対してですけど、そういう想像力とか共感能力が、あまりにも無くなってしまったから、このように環境がすごく悪化していった。というふうに私は考えているんです。ですから、とても難しいんですけども、まず最初に十分に人の話を聞くことができる、ということがまず基本にあって初めて、その環境教育というのは身についていくんじゃないかなというふうに私は考えています。先生方はどう思われているんでしょうか。日本もやはり国語教育を重視して、それから理科なり社会なりをやって、で、自分が他の人の立場に立てることをまず身に付けてほしいな、というふうに、私は母親として、環境活動家として、あと環境教育ボランティアとして思います。

山田：物質・材料研究機構で特別研究員してます山田と申します。もと企業におりました人間で、リタイアした人間ですけども、あの教育という点で今の女性の方と全く、ほと

んど同じことを別な言葉で表現した、私の感想を申し述べさせていただきますと、やっぱりその子供のときはその基礎があるんじゃないかと、だからいきなりその何か言ったって、複雑なことを言ったってどうしようもないと、私も数歳の孫がいますけども時計の見方もわかんない人間に、いろいろ環境問題説いたってしょうが無いわけで、まず時計どうやって計るの、一日 24 時間ですかとか、そんなところから始めなきゃいけないわけで、やっぱり基礎は詰め込みの部分もあるし経験のもあると。で、やっぱり興味を引くやる気にさせるための、その仕掛けもいると。ということになると、やっぱり初等教育ってのは、子供って意味ですがやっぱりもっと基礎をきちんとやりながら、同時に経験も基礎として積み込まなければいかんのかなと。それはまあ中等になって、がんがん詰め込みと総合化と考えるっていうのが、だんだん高等になると出てくるわけですけども、それで高等学校の教育は難しくなるんでしょうでけど。さらにそのやっぱりもう 1 つ考えなければいかんのが、人間の個性がどこかで分かれていくと、ほんと理科系の人間と文科系の人間とどっちも得意だけど、そのなんでもしだす人間とかいろいろ出てくる訳でして、どれがいいかっていうのはやっぱり人間いろいろで、みんないいのいいんでしょうけど、そのそのステップアップと進み方が、私もちょっと纏まんないんで、今日意見言えないんですけども、その辺が一番の課題かなというふうな感じを持ちました。それともう 1 つすみません、やっぱり人間にはそのイケイケどんどんでアクティビティでどんどん活力やるのはあるんだけど、ちょっと待てよと全体を振り返ってよく見ようという活動も必要だと。そのバランスをどう教育するかっていうのはもう 1 つあるかなと、以上二つです。

上田：NPO 法人の市民科学研究室という所の上田です。奥さんがちょっといくつか具体的に話していたことを受けて、具体的に提案してみたいことがあります。ここに集まっていらっしゃるような方々は、今のような産業がずっと今の規模で続いていくというふうには考えてらっしゃらないと思います。そういう中で科学技術を市民がどう適正にコントロールしていけるのかということが課題になってきている、ということぐらいは認識されていると思うのです。そうした観点から環境教育をとらえたいのですが、私は教育に関る方々を見ていていつも感じるのは、教える側の立場の人が自分もできないことを子供に押し付けて教えようとしているみたいな雰囲気があって、ちょっと欺瞞的だなあと感じる部分があるのです。環境教育なんかで、エネルギーの大局的な話をするのは、まあそれはそれで必要なんですけども、自分が環境負荷をかけない生活をしていないにも関わらず、そういう生活があなたも大事であるかのようにしゃべるっていうのは、結構欺瞞だなあと感じています。これは挑発的に言ってるんですけど。市民科学研究室では今、研究の一つとして、生活者から見たときにどういうふうにエネルギーの問題を捉えていけるかとか、実際に自分の生活のなかでどうコントロールしていけるかっていうことを調べています。例えば一ヶ月電気代を 1000 円に抑えるというふうに前提したとき、どういう生活ができるかを想像をしてみたいわけなんです。そういうことの中にはテレビは見ないとか、パソコン使わな

いとか、冷蔵庫を使わないとか、いろいろなことがあります。でもそれが、実際使ったときにどれくらいに電気料金に反映しているとか、どこをどういうふうに抑えていったら合理的なのかということを考えることはあまり皆やらない。ちょっと調べれば分かることなのですが。それは先程小林さんが言われたような、社会のシステムになってますから、なぜこういうふうにはできなんだということを逆に考えていくと、非常に大きな問題につながってくるわけです。ですから、私は環境教育っていうのは素材はどこにでもごろごろある、けども、その取り組みかたというのが自分の足元に引き付けて、具体的に展開していかなければ、多分変わらないだろうと考えています。教育をやってらっしゃる方というのは、往々にして将来こうなるべきだよということは語るんだけど、それを自分の問題として本当に見えるところから、やれるところから語っているのかなという気がするのです。思い切って、今提案したようなテレビ、冷蔵庫を使わないような生活を子供たちと一緒に一ヶ月実験的に体験してみたいはどうでしょう。そんなふうな提案をしてみたいなという気になりました。

古谷：私これまで大学です、省エネとかそういうような問題を話をしてですね、その後で学生たちにそれじゃそれをやれるかと聞きますし、今よりもっと節約型の生活っていうのが想像つかないって言うんです。学生たちは、想像つかないならば、今度はそれを下げるってこと自体にもすごい恐怖感があるわけですね。そこが一番今大きな問題じゃないか。私なんか戦争中、またはそれ以降の一番厳しいところを知ってますから、この野草は食べられるんだよということを使うんですけど、「え〜っ」って言うわけですよ。その辺のところのコミュニケーションが教育では必要なんだと、そんな気がします。

小林：一昨年まで市民科学研究所の運営員を僕もやらさせていただいてたんですけども、今上田さんの提起された話と関連するところで、「足元から地球温暖化を考える市民ネット江戸川」、通称「足温ネット」という団体がありますけれども、ここでやってるの非常におもしろくて、家庭電化製品の中でどれが最も消費電力を使うかというのがリストアップしていて、その消費量の多いものから対策を考えていくんですね。だいたい熱と冷蔵庫、エアコン、テレビ、このあたりが電力消費の中心になります。今、冷蔵庫はかつての三分の一どころではない消費エネが進んでいます。この先はそんなこと無いでしょう。ほぼ究極的な省エネができていて、買い替えすれば、五年分くらいの電気代で元が取れてしまいます。だけど買い換えるだけのお金の用意をするのが大変だから、融資してしまおう、という仕組みまで作ってしまっているわけですね。地球温暖化を日常からどう考えるかっていう視点から、そういう活動をやっている。エネルギーの消費量を大幅に減らすと、光発電だけで十分家庭用がまかなえてしまう。昼間の消費分だけですけれどね。社会、大きく社会を変えようということに踏み込むのはなかなか大変だけれども、日常のことでやっていこうって言った場合に、ある程度の科学的なセンスというか、科学と言うよりも調べていくと

いうセンスがあれば、またそういうトレーニングをある程度受けていれば、実際には身の回りでもかなりのことができちゃう例だと思うんですね。

今後環境制約に対してどう向き合うかというところで、非常に全世界的なストレスが生まれていこうと思われま。先程のスーザン・ジョージの本を紹介した理由は、今勝ってるものが、他の人には分配しないための仕組みを作り、かなりひどいことしますよっていうことを、その本の中にですね、シミュレーションで書いてあるからです。そうしないためにどうするかということですね。儉約は重要なんですけども、一旦に火がついてしまった欲求を抑えるのは非常に難しい。以前、梅原猛さんが今後その欲求に勝てるのは哲学だけだというお話をしていました。宗教はもう権威を取り戻せないだろうと。梅原さんを支持するかどうかは別として、その考え方は私賛成できるなと思ったんですね。要は、感情（欲求）と理性が衝突したときは、必ず感情が勝ってしまうわけですよ。感情を抑えないと、環境制約には人間は向き合うことができない。国産の輸入牛肉はなんとなくやばいなと思っていても、輸入が解禁されたら、吉野家に行く人がワッと増えてしまうわけですね。こうした行動の理由は BSE 問題についてよく知らないってことに加え、理性が感情に打ち勝つための手段として何が必要なのかということ、考えてきた機会があまりないからなのだと思います。

言い忘れないうちにもう一点。教育に携わる方は、みなさんは教育基本法は読んだことってありますよね？全員読んでいるのでしょうか？それが私はちょっと気になったんですけども。この教育基本法、今変えられそうになってますけど、この教育基本法の理念って読むと涙出てきますよ。こんなにすばらしいものを、こんなにすばらしい考え方を作っていたんだな、っていうふうに思われます。人間を大事にしているし、物事分断してないし、その人が学んで伸びていくことを期待している、というかそれ自体を喜んでいるような気持ちで、この基本法っていうのは作られたんじゃないかと私は教育基本法を読んで思うんですね。で、そういう感動が残念ながら今持たなくなっているし、教師も多分あまり読んでないし、日の丸と君が代を押し付けられて内心の自由まで奪われそうになってるし、という状況なんだと思います。最後ちょっと脱線しましたが、環境教育を総合的に捉えるというのは、なにも今改めて問い直すっていうことではなく、環境基本法をもう一度読むと思ひ起こせることがあるのではないのかなという意見です。以上です。

冠木：先程韓国のお話をしていただきまして、ちょっと私さっき言ったコメントで誤解もあるのかなと思ったのは、必ずしも、国語教育に任せなくていいと思うんですね。ですからやっぱり、中等教育までは、中学校からやっぱりこう専科とか教科別に教師は持ってますけど、でもまだ大学ほど専門的ではないですから、やはり理科教師というか物理の時間でも地学の時間でもその中でそういう読解力とか、え～表現力っていうのを鍛えられることは事実です。ただ、往々にして特に高校の教師はどちらかというと大学に近くなりますので、自分の専門的なことをどうしてもこう言いたくなっちゃって、そういう典型的な

理系人間だったりするとそういう所から離れてしまうということがありますので、多分先程頂いたコメントは、もっと初等教育っていうことも考えなきゃいけないって部分でやはり非常に大切なご指摘かと思います。

古谷：今、小学校ではかなり本を読むことは、この頃増えてきているような気がするんですが、高校に入るとぴたっと止めるんですね。で、理科大学の入試面接の時にびっくりしたのはですね、何人かのお受験生が夏目漱石の「こころ」を挙げました。受験に出る本だけを読んでますというのが答えでした。

奥：上田さんのご質問には皆さんギクッとしただろうと思います。もうグサリとね。程度の差はあっても私たちには地球に害のない完全主義の生活ができないことも確かです。それでも、みなさんは努力しておられる、少なくとも今日ここに居られる方々はそうです。そしてそれが何らかの形で伝わり残ってゆくだろうことも信じておられます。現に私の娘など見たらいい嫁さんになるかなと思うのも、私以上に節約家だからです。その意味でやっぱり実践が大切でしょう。今なにができるのか、1つ実践すれば2倍3倍になって増えて行きます。私は大学で教えながらえらそうなことを言っていた頃にも努力はしていました。でもひょっとしたら格好だけだったかもしれません。NEDOから補助金をいただいて太陽光発電のパネルを木造の自宅の古い屋根に乗せて、学生に自慢たらしく宣伝していた頃のある日、学生にこう言われました「先生が車を運転しているのを見ましたよ。あれはご自分の車ですか」。ギクッとしましたね。俺は年に2,3千キロしか乗ってないよと言いかけてやめましたが、やっぱり見られてるんです。とはいえ上田さんが言われたように、みんなが一つでも二つでもいいから実践することが大切なんだと思っています。

加納：上田さんのちょっと挑戦的なご提言に、私は物理学会で環境物理をやっている手前ですね、奥さんではないですが、確かにギクリとする面が多々あるんですね。学会でそういう代表で偉そうな顔をしているつもりはないんですが、結果的にそういう立場にあります。ところが実際にじゃ自分はどうしているかと言いますと、ここにいる学生はなんかよく知ってますが、もうとにかく毎日がおたおたしている状態です。ただ、姿勢としてはですね、当然、環境に配慮しなきゃいけない。例えば、プリントアウトした紙1つでもですね、この紙をもう一回使いましょうと。それで裏が使えるものと両面で使えないものと分けたりしてるわけです。で、だんだん整理する場所が全然無くなって、僕の周りなんかもう紙だらけです。で、何かに引っ掛けて積んである紙をバーと落っことして、それを拾うのに5分位掛かっています。誰かに言われたんですが、「あなたね、加納さんを雇うのに理科大はどれだけ払っているんだ」と。確かに例えば僕が積んであった紙をばら撒いてそれを拾って5分掛かったと。それを時間給に計算すると、例えば昨日プリンタ用紙が無くなって、家の近くで買いに行ったら、A4の紙千枚が数百円で売っているんですよ。これ

考えると、とにかく買って来たほうが僕の時間給よりはるかに安く済む。そういうのを考えると、何かポーズだけじゃないかと言われたってこれは当然かなと、というような気まですます。ただ、気持ちとしては一生懸命です。これは種類分けして、ここに置いてやってますけれど、しまいにごちゃごちゃになっているんです。そういう小さなこと1つとってもですね、実際普段の生活でどれだけ実践しているか考えると忸怩たるものがありますね。それでもやらなきゃいけないなと思って、一生懸命環境物理をやっているんですけども、一つ一つをもっと真剣に考えていかなきゃいけない。トータルで考えなくてとはと、小林さんと呼んだのはそういう意味があるんです。大学の中だけにいて特化していると、自分がどの位置にいるかも分からなくなってしまう。そういう意味でみなさんのお知恵も拝借しながらですね、これから向かっていきたいなと思っています。

白石：明治大学の白石と申します。五島先生、他の先生にお答えいただきたいと思います。アースシステム教育とか環境教育において、気づきや発想の方法論としてフィールドワーク、その他どのような方法があるか、また開発していくことができるかという点でお考えを聞かせていただきたいと思います。私がこの問題意識を持った背景としましては、経営とかマーケティングの分野では、企業が生き残りをかけた経営をしていく上で、多数の発想本や戦略本が出ていますけれども、一方で、学校教育において、総合学習で自由に発想しなさいといっても、何にも最初の足がかりも無しに、自由に発想しなさいといっても無理な点があると思います。例えば、こういう考え方がありますよとか、最初に手がかり足がかりがあって、それから自由に発想したり、思いもつかなかった発想が出てくるということがあるかと思っています。今の学校教育では、発想法とか戦略方法の教育は、私の受けてきた教育では足りなかったと思います。そういったことから、アースシステム教育、環境教育での気づき、発想の方法論が必要だと思います。これが一点です。

あともう一つは、総合学習と受験学習は両立しないものなのかということなんです。何か両立する手立ては無いのかなというのが、問題意識の背景としての二つ目です。というのは、いくら総合学習がいいと言いましても教育のサービスを受けるユーザーの生徒は、それじゃちょっと受験に通用しないからいらんよということになれば、利用者が少なくなってしまうと思います。いかに両立させて利用者を増やしていくかの手立てが必要かだと思います。また先ほど物理現象を最近表層的にしか教えていないというお話がありましたけれども、学ぶ側の立場からすれば、物理現象の本質の方から教えてもらったほうが、何故こうなるのかということが分かり、かえって頭の整理が付き納得して理解できるので、むしろ本質から教えてもらった方がいいのではないかと思います。私自身も学校での詰め込み教育で元素の周期表を、「水兵リーベ僕の船・・・」と全く丸暗記していたのですが、理大祭の模擬授業で、元素の周期律表では、電子がK殻L殻M殻と原子核の周りを回っていますが、何故そのように殻が分かれるのかという話がありまして、私は、KLMと三つなり四つなり殻に分かれると表面的な理解しかしていませんでした。それはなぜかという、そ

の先生がご説明なさるには、ヨン様が空港に来たときに女性が取り囲むと、ヨン様に一番近づける幸運な女性は、少数のまあ二人か何人かで、あとの周りの取り巻きは近づこうにも中心に近い"電子"である前の方が邪魔をして入れない。だから、球の表面積の容量に応じて、K 殻 L 殻 M 殻と・・・なる。こういう本質的で比喻を使った説明なら分かりやすいなと思いました。

以上、2点につきまして、よろしくお願いします。

五島：まずですね、人間の発想をどう広げるのかというのは具体的に示します。これはたった一枚の紙なんですけど、実は最高の研究成果だと思っています、この紙に七つの視点のテーマを入れてアイデアを出していく。・・・これを使って教師教育を全国でもやってきたし、いろんなところでも使ってきました。子供に、自分があるテーマで学びをやるしたら、例えばミミズというテーマでどのように学習を展開できますかという時に、この4つの軸があるとアイデアが出てくるんですね。これは、教師教育で先生が例えば東京理科大というテーマで総合学習組みましようといったら、東京理科大で、美しい東京理科大って何があるか、お堀から見る夕日の当たった東京理科大、いろいろものが出てきます。10分間で、みんなのアイデアを集結してみんなにお土産として返す。例えば10人いれば10倍のアイデアが出てくるので凄い。ただ、軸があると出てこない発想というのもあるんです。軸があることによって出る発想もあるし、その逆もある。私の哲学者で友人は、コンプリーマンタリーオポジット (complementary opposite) という考え方を指導しています。それは補色の考え方、つまりある色が目立つ時は裏の色もあるんですよということ。ですから、必ずしも軸があってアイデアが出たからこればかりがいいのかということ、これは一つの方法であるよって事です。それも、実は先ほどの問題とも絡むんですよ。原理からやったほうがいいのか。それとも自然から見た方がいいのか、それはまさに、どちらもいいわけですよ。教師は、子供を見てこれを教える時は原理から入った方がいいのか、これを教える時は自然から入った方がいいのかというのを職人芸的にやるわけですよ。猪野さんが言われたように、どちらもあるんです。受験教育か総合教育かというのもまさにそうなんです、学びって何なのかといった時に受験的に学ぶ学びもある、だけどそれだけじゃなくて総合的に発想する学びもある。じゃあ最終的にどちらがいいのか。私が考えていることは、まさにそれは人によるなと思ってらるんですね。私が情熱をかけてるのは教師教育です。全国で今後は基盤研究Aを4年間展開して行きます。過去4年間は関東でやってきたんですけども、その成果をもとに全国展開したいということで、文部科学省、今、科学振興財団の科研費に申請したのです。まさか通るとは思ってなかったんですけども、通りまして、全国展開を、今後4年間で展開します。発想力豊かなカリキュラムを自分で作れる先生を何時間で育てられるのかということですね。これを実践的にやっています。それから先ほど言われたように、僕が凄く思っていることは、この前ゴルバチョフの講演に誘われ、パーティーにも呼ばれたのですが、残念ながら直接話せませんでした。彼は英語

を話さないんですね、そして私は直接話せなかった。でも僕は子供の若い頃から好きだったんです、ゴルバチョフは、正義の味方みたいで、ゴルバチョフの言ったことでは、「21世紀を考えようとかいう環境のシンポジウムは世界で34万回やられている、しかし、世界は何にも変わってない。それはあなたが変えてないからですよ。」という一言でした。自分がペレストロイカをやって、命をかけてやった人だから言えることだなーと思いました。我々は、レベルは低いにしても先ほど加納先生が言ったように、今までこれくらい無駄してたのが半分になるだけでも世の中変わるんですよ。それがもっともっと理想に近づけばいいと思うんですよ。結局は、我々の一人一人の小さい力が、共振して大きな力になっていくそれがデモクラシーだろうなと思うんです。

小林：「持続可能性」という言葉は、いくなれば外交交渉の中で血塗られた言葉になりました。それは御存知かもしれませんが、この言葉をどう定義するかということについて、92年に開催された地球サミットの前ぐらいから、非常に議論がありました。特に途上国の内発的な側面からみた発展について、精神的にも経済的にも先進国の従属から離れるという意味で、持続可能な発展と開発といわれたわけですね。ただ、先進国側は持続可能な経済成長といいたかったんですよ。これはいくなれば、GDPの年々拡大、消費の拡大を維持、持続させようということです。そんなのありえるはずが無いのに。途上国も理想論で言ってるわけではありません。よく出てくるのは、我々には地球をこれから汚染する権利があるという言葉が出てくる、だけどそれ無理ですね。まずは、先進国側に、過去の汚染した責任、途上国を植民地にしてきた責任等々あるのは明白ですけども、そこを曖昧な概念に押し込めるために持続可能な開発という言葉が使われてしまったなという気が私はしています。この言葉について色々な文献もあります。そして最近改めて持続可能性、サステナビリティという言葉が、特に産業分野で盛んにいわれるようになってきました。そこでもかなり色々な議論が当然あります。社会的な側面の多い領域というのは、必ず多様な議論がでて、トンデモから、原理主義的なものまで、非常に幅広くあります。先程、私の話の中でも少し触れさせて頂いた通り、科学者に期待するものは、何か持続可能なのか、その科学的条件を世の中にきちんと提示して頂きたいということですね。どれくらいの資源を、我々は持続的に使うことができ、どのくらいまで浄化をしないといけないとか、回収はどのくらいしないといけないとかそういう条件は設定できると考えています。本日私が持ってきた文献の中にも、そうした資料があります。日本で環境要領の試算が最初に行われたのは、おそらく1999年にJACSESというNGOが出した報告だと思います。その中で、例えば、鉄を今と同じだけの利便性をもちながら使い続けるには、90%リサイクルするという前提で、新たに使える鉄鉱石は今の4%ぐらいになると算定されていました。96%くらい削減すると。これらの条件設定は、日本における社会のサステナビリティと途上国、南北間との社会的公正を加味して、どれくらいの資源が、使用可能か試算したものです。もう少し発展した資料が「サステナビリティの基礎に関する調査 2006」です。ある程度数

値できるものはゴールとして出せるんだと思います。二酸化炭素で言えば、今の二酸化炭素濃度を 100 年後維持するためには、だいたい 50%~70%削減しろというのが IPCC の主張です。温暖化を止めるのではなくて、二酸化炭素濃度を安定させるためだけにこれだけ減らさなければならない。そういう数値は様々な分野について出せるはずなんですね。それがまず必要なんだろうなと思います。持続可能な消費・排出レベルに到達できない場合は、残念ながら我々の生活というのは徐々に破綻していくんですよということを、我々は受け入れないといけないということですね。それを我慢してやるのか、社会的な仕組みを整えて、浪費型には課税、外部性の大きいものも課税して集めて修復に当てる方式でいくか。例えば、バイオマスや風力などの再生可能な手段で発電した電力は電力会社が買い取り義務を負うなどの策さです。ドイツなどはそういうことをどんどんやりました。社会制度をある程度整えて、現在のような一極集中じゃない方向でもできるということを、提示していかなければいけないと思います。実際に既に提示されています。データも相当あるし、私はほぼ充分だと思います。何がそれを阻害しているのかということの方がより重要で、その阻害しているものの正体を見抜いて、まあ克服していくための努力がより重要になっていると思います。それが行われてないわけですね。今はまだ先進国は、これからも消費レベルを落としませんよ、経済成長は続けながら、そこの伸び分は、技術でまかなえばいいんですよという方向なんです。そうしなければ、先進国が経済成長できないから、環境になんて取り組めないと。途上国サイドは、これから我々は公害を出していくんだと。中には内発的な発展を目指していくという意見もあります。

篠原：物質・材料機構の篠原と申します。エコマテリアルフォーラムの方で加納先生と一緒に活動させて頂いております。先程、上田先生の方から、お話がありましたけれども、なかなか実際に環境問題というのはゴールが見えない。正直申しまして、環境は悪くなってるんだけど、どこまで持っていけばいいか、何をゴールに掲げて活動していけばいいのか、なかなか分かりづらい。ですから、そういう意味では、先程来、先生方のお話を伺った中でも、例えばおそらくゴールのイメージなんでしょうけども、持続可能性とか共生という言葉がよく出てきたように思うんですけども、そのへん、正直申しまして、私は特に持続可能性という言葉の意味が良く分かっておりません、例えば数式の上で、インプットとアウトプットを合わせるというのは理解できますけども、持続可能な社会というのは現実はどういうものなのか、実は、ゴールとしてのイメージを私は持っておりません。そこで、先生方の中で持続可能に関する具体的なイメージ像をお持ちでしたら、御教授していただきたいと思います。

林：加納先生のメールで静岡から来させていただいた林と申します。先生方のお話を興味深く聴かせていただきました。お礼申し上げます。

僕は、ここまで来る途中、静岡市内でバスを待っていて、ふと傍の川をみると大きなご

みが落ちていました。ところが拾いにいけないのです。静岡市内の川のいくつかは、川というより溝であって、岸にあたる場所は絶壁のようになっていて降りていきません。ごみはそのまま海に流れていきます。昔なら、岸辺から川に降りて行って拾えます。

以前、この河川工事をするとき、行政に川をこのような溝にしてもらっては困ると苦情を言いましたが、全然、相手にされませんでした。川に落ちたら最後、ごみも人も上がれないような状態です。

最近行政も少し変わりつつあります。いま、静岡市と僕たちの市民団体が協働して、小・中学生向けの喫煙防止講演を行なっています。しかし、静岡市内のごみ問題に限っていえば、静岡市は市民の声を聞こうとしません。ある産業廃棄物の取り扱い業者が自分の土地に、1万トン程度のごみを置いた状態で破産しました。隣りに住んでいる人は心配で、数10回も静岡市に撤去を申し込んだのですが、「指導している」の一点張りです。破産した業者に「指導」とはおかしな話ですし、行政代執行の要求も拒否しています。住民の力を強くしなければならぬと思います。

もう一つ、僕は加納先生と一緒に物理学会の中に「環境物理分野」を立ち上げてやっています。「現在の小・中学校の学習指導要領には、「海」、「海洋」という言葉がでていない」と、日本海洋学会会長の角皆静男会長が、2003年5月、千葉県幕張メッセで開催された地球惑星科学関連学会合同大会で配布された文書に書いていました。日本では、小学生、中学生に「海」を教えていないのです。高等学校物理の教科書の中では、「流体力学」を教えていません。空気とか水のようなものは流体と言いますが、われわれのまわりには流体現象がいっぱいあるのに、それを教えていません。大学でも「流体力学」を教えているところは少ないと思います。

インターネットで「海」を検索しますと、「海は広いな、大きいな」という歌について、月について書いていて、「海」そのものを教材としていません。最近の中学校の教科書に「環境教育」という項目があり、そこに「海」という単語がでてきています。環境問題では、地球というシステムを考えていかなければなりません。海洋、流体を教えていく必要があると思います。今日は、いろいろなお話を有難うございました。

山口：加納研究室の卒研究生の山口です。本日は、色々勉強になることがありまして、私としても有難いと思っています。これから、団塊の世代の方が抜けて、自分たちのような若い世代の教師が入っていくと思うので、私としても、教師教育というのが非常に重要な事になってくると思うんです。自分がここまで色々な教職の授業をうけてきまして、実践的なことが少ないと感じていました。先生方がやはり自分達に物足りないものを感じているというのが現状だと思うのです。それに対して、それを鍛えて、教師にしようという授業というのが少ないのではないかと感じているのが実際のところなんです。その中で特に五島先生の方から、環境教育、アースシステム教育の方がありまして、自分としても非常に共感する部分が多いのです。そちらの方をどんどん進めて欲しいというのが、自分の意

見としてあります。それでやはり、先生達としては自分達（学生）の方に物足りないものを感じているというがあるので、特に教職分野について、教職を目指している学生達の中で、先生達が感じられる現状はどんなことで、先生達は何を期待し、何を自分達の講義から学んで欲しいのかということがありましたら、教えて頂きたいと思います。

中本：理科大学総合研究所の中本です。哲学という話がありましたけれど、実は私この4月からあるところで、技術論というコースを教えています。技術論は英語では Philosophy of Technology（フィロソフィー オブ テクノロジー）と言います。つまり「技術の哲学」です。このコースでは山本義隆の磁力と重力の発見という本を使っていますが、山本義隆の本の第16章：17世紀の機械論哲学の登場というところには、当時のヨーロッパ機械論哲学者達、デカルト、それからガリレイ達が、何故ニュートンの力学まで気づかなかったか書いてあるんですよ、我々デカルトなんて、高校生の時に社会科の授業でちょろっと勉強するぐらいで、あんまりやってないんですけど、物理を勉強し始めてから、何十年もたつてようやく技術論の授業をするために科学の歴史というものを私は勉強したわけです。山本義隆の本の第16章には、デカルトやガリレイが何故、ニュートンの力学にたどりつけなかったかということ、彼らは当時の主流に受け入れられた先入観から離れられず、ガリレイは完全なるものは円運動だという過去の異物を最初から最後までひきずり、デカルトは感覚には捕えられない物質媒質の衝突を論理的に演繹する硬直した体系から離れられなかったと書いてあります。過去の遺物からの先入観があったために、せっかくいい事に気がついたけれども、その先入観のせいでニュートンの力の遠隔力の概念まではたどりつけなかった、つまり理論はあるところ正しくても、ちょっと悪いところに眼をつむったために、最後のところまでいきつけなかったということを書いています。それ以来私は、デカルトだとかガリレイだとかそういう本を、（かつて中央公論社が出していた世界の名著、最近古本屋で100円か200円で売っているのを買ってきて）読んでみたら、結局昔の本は数式が書いてないんですね。文章だけでこういったことを書いてあるんです。あの文章を読みながら、頭の中で論理を構成していくというのは、非常にいい訓練になると思いました。私が技術論を教える学生でも、法学部の生徒は非常にいい答案書くんです、つまり、法学部の学生さんは、数式を使わないで論理で組み立てて、ちょうどおそらく、ニュートンなり、デカルトが考えたように、数式を使わないで論理的に結論だしますね。逆に理系の方は、中学高校の時から方程式習って、マイナスつけて移項とかやるでしょ、ところがあれやると、おそらく論理的に考えるという訓練をするチャンスをおそらくずっと失ってしまうのではないかと思います。したがって哲学、さっきおっしゃっていたのを聞きながら思ったのですが、多分デカルトは浜辺で観察する海の潮汐が1日に2回あること（潮汐の半日周期現象）を自分自身を納得させるために論理で突き詰めたようでした。我々自身がデカルト、ニュートンが考えたように論理を構成していくこと、おそらくデカルトがやったように、自分で図を書いて、論理的に考えていくというそういう訓練

が必要ではないか、哲学というのは、数式を使わないで、論理を構成するものだと最近思っております。さっき雑学の奨めというのが言われましたけれども、私のメッセージは、若い学生達に物理学の専攻をしながら、デカルトなり ガリレイなりそういう本を読んで欲しいなと思います

猪野：五島先生の場合は幸せな人生だと思います。素晴らしい先生に出会えたからです。私の場合は、そういう先生は一人もいませんでした。むしろ私が一番に勉強になったのはベトナム反戦運動時における科学者の行動でした。私は若い頃、神奈川県相模原市にある米軍基地で反戦運動をやっていました。その時に、科学者達、特に物理学者達が自分の存在をかけて闘っている姿を見たわけです。僕たちが20代後半くらいの時に、そういうことがずっとありました。小林さんもおっしゃけども、何らかの目標に向かって闘えばいいのではないんですかね。そうすれば何かが出てくるのではないのでしょうか。それから、もうひとつエネルギー問題でね。冠木さんは、学校の中に産業界の動向を導入して下さいといったのですが、今日は、原子力問題は全然話題にならなかったですけど、資源エネルギー庁から物凄い資料が私のところにくるわけです。皆さんよくご存知のことですが、ものすごい金をかけたパンフレットがどんどんくるわけです。つまり国家権力が国家政策に従う教師をつくろうとしているわけです。これこそ大変な問題だと思います。それから、近年、日本物理学会に研究分野として認められた「環境物理学」は加納さんが立ち上げたんです。『科学・人間・社会』という雑誌がありまして、そこで加納さんが環境物理学ということ提唱したのは始まりでした。大学の先生はずいぶん遅れたことをいってるなあと思ったんですが、ともかく、加納さんの提案に真剣に反応・対応されたのが、あそこにおられる林先生とかの世代の方々でした。こうして苦難の末に日本物理学会の中に環境物理学というセクションができたわけです。できるまでが大変だったんです。数十年、環境、環境と騒がれて、日本の物理学会の中に環境物理学というセクションが無いこと自体おかしかったんです。それでも批判されているんですから困ったものです。しかし、だんだんと若い人も増えてきています。そういう意味では、私が加納さんに協力できることがあるとすれば、市民の声をできるだけ引き出して、ある学問の世界の中に反映させることだと思っております。私はそれで十分だと思っております。今日は、第3部の討論にお集まりいただきありがとうございました。

加納：最後に今日は昼からこのような長い時間ご静聴頂きまして、それからお忙しいところですね、基調講演の五島さんを始め、パネラーの皆様方本当にありがとうございました。それからもう一つ、こんな私の毎日を見てる学生達にとって、ハチャメチャな先生なんですけど、先ほど猪野さんや小林さんから話もありましたけど、ここ何年かかなり厳しい立場にありまして、それでもここまでこれたのは、本当に学生の一人一人が、毎日を支えてくれた。それに尽きると思います。自分では全く二万数千の日本の頭脳を束ねる物理学

会で、まさか私が環境物理の代表に推挙され、更にこの10月から環境物理、物理学史、物理教育を束ねる領域13の代表という非常に重責を負うことになって、それを今日まで支えてくれたのは全く学生や卒業生達が信じてついてきてくれて今日があるそういう思いですね。そして自分でも最近では処理しきれない実体がたくさんあって、大失敗をしたりしまして、こんな厳しい状況の中でも、支えてくださる方もおりまして、まだ何とか命はつながっているという状況なんですね。

おかげさまで、今日も朝の5時にガバッと起きてから、今日の日をずっと用意してきて、ほとんどは皆様と学生達のお世話になっているんですけども、こうして無事に終わることができるというのも本当に幸せです。この後、討議した内容は、大変に奥が深いもので、これからも、環境科学を考える上で、非常に参考になり勉強になることが、多々含まれていると感じました。今後は発言なさった方も含めて起こした原稿をメーリングリストでお送りして、訂正をお願いします。出来上がりましたらまた皆様に配布させていただきたいと思えます。先程もお名前が出ましたが、その『サステナビリティの科学的基礎に関する調査』という報告書をまとめられた東京大学の生産技術研究所の山本良一先生が会長をされておりますエコマテリアルフォーラム、今日その私と一緒にこれを開催して下さった篠原さんに来て頂いておりますけれど、そこから財政的な援助を頂いております。こうした広い皆様方のご支援があって、この円卓会議が無事に終了できたと思っております。大変つたない座長でございましてけれども、今日は皆様のおかげで素晴らしい会議ができたと思えます、本当にありがとうございました。(終)

あとがき

(独)物質・材料研究機構 篠原 嘉一

今年度、エコマテリアルフォーラムでは社会技術として3、将来技術として5、実践技術として2、合わせて10のワーキンググループを設立・運営しております。「個別の学協会における環境問題を共同討議するためのラウンドテーブル」は、エコマテリアルフォーラムの社会的責任を明確化して実践することを目的として設立した実践技術に関するワーキンググループです。主査である東京理科大学の加納先生のご尽力により、東京理科大学祭との合同企画としてラウンドテーブルが公明に開催されたことは喜ばしい限りです。加納先生を始め、開催・運営にご協力くださいました先生方、そして尽力いただいた理科大学の学生の諸君、更には会場に足を運んで頂いた参加者の方々に、ワーキンググループ設立のお手伝いをした者として、厚くお礼申し上げます。学校や地域が抱えている環境教育の問題を科学、環境、教育、市民、行政の広い視点で捉え、環境教育よりももっと広い科学教育問題へと議論が展開していくのを、大変興味深く拝聴いたしました。

身の回りにはハウツウに関する書籍が多く出版されています。科学技術の方法論をある

程度知っている我々日本人は直ぐに答えが得られるハウツウものの本が好きです。自然現象の一部を簡略化して最大公約数を法則として見出す科学技術では、方法論さえ知っていれば現象を手軽にうまく説明することができるのです。でも、教育はそうはいきません。社会を取り巻く制度や環境は教育の方法論以上の速度で変化しているのが現実です。日々対応を求められる教育と時代遅れの方法論との隔たりは広がる一方であり、環境教育に関しては、知識量は増やしても自分の問題として受け止めるような教育がなされていないように思います。地球温暖化の問題は誰もが知っています。しかし民生部門（家庭や商店）からの二酸化炭素排出量は年々増加しています。

日本は科学技術創造立国を謳っていますが、そのためには科学技術を文化へと昇華させることが求められます。西欧生まれの科学技術を消化してとどのように付き合いしていくのか、この根源的な問題に対してはデータや倫理を振りかざしても駄目です。理性だけでなく、感性や心のレベルまで掘り下げながら真摯に向き合う姿勢の中から文化へと昇華し、日本的な科学技術が生み出されるように思います。環境問題とは科学技術との付き合い方が未熟な人間が引き起こした問題である以上、環境教育問題の出口は文化としての日本的な科学技術の中に見出されるような気がしてなりません。

今回のラウンドテーブルでは、環境教育を科学教育の中に位置づけ、基本に立ち返って議論が展開されました。それを纏めた本報告書は、環境教育問題を解くための大きな道標になると思います。しかしゴールはまだ近くには見えてはいません。皆さん、日本人であることをしっかりと噛み締めながら、目を逸らすことなく希望を持って環境教育を考えていこうではありませんか！

編集後記

この報告集の編集を終えるにあたり御礼を申し上げます。私の執筆・校正等々の要請に対して、講演者・パネラー・討論参加者の方々には、すばやい誠実な対応をしていただきました。編集者冥利に尽きます。2006年新年早々から楽しく仕事をすることが出来ました。

また、当日の円卓会議を実施するにあたり、東京理科大学加納誠研究室所属の大学院生・卒業研究生・来年度配属予定院生・理大祭実行委員（サイエンス夢工房担当）の方々から全面的なご協力（ビデオ撮影、録音、会場案内、マイク・ベル・PC設定等々）を得ました。記して感謝と御礼を申し上げます。（編集責任 猪野修治）
