

『社会とエネルギー資源』の授業における 「物理」の位置づけ

山本 健治・狩野 勉*・溝内 正義**・保持 洋俊**

倉敷芸術科学大学産業科学技術学部, 教職課程*, 教養学部**

(1997年9月30日 受理)

1. 本稿のねらい

本学で『社会とエネルギー資源』を受講している大学1, 2年生を対象に, 彼等の科学リテラシーともいべき簡単なキーワードに関する理解度と, 日常生活における省エネルギー意識や環境保全についての現状の認識程度を調査した¹⁾。回答を集計して得られたデータをもとに, とくに物理の理解度とエネルギー・環境関連事項との相関について解析したところ, 次のようなことが明らかになった。第一は, 日常生活での省エネルギー意識とその関連行動について物理分野のキーワードの理解度との相関は認められないこと, つまり被検者たちが受けてきた物理教育は, 省エネルギー意識とその関連行動を促進するようには働いていないことである。第二には, 地球上の資源や環境の保全に関係した国際条約等の被検者の知識, いわゆる知識というレベルでの現状認識の程度について, 物理分野に出てくるキーワードの理解度との相関がはっきりと認められたことである。とくに高校物理の履修者は非履修者よりも, その相関の強いことがわかった。このような報告に加えて, そこから導かれる問題点と問題解決のためのヒントを明らかにしようと思う。

『社会とエネルギー資源』という科目には, 人文・社会科学から自然科学にまでおよぶ(もちろん物理を含む)広い範囲の教育内容がある。一方で, 私たちは「物理は若い人々の興味を引いていない」とか, 「知識の押しつけになっている」とか云われる原因の一端は, 物理教育が学習者に身近なことがらを積極的に取り上げる努力を怠ってきたことにあると考えている²⁾。この問題は, 一部学生の飛び級制度に関する議論がもてはやされる時勢にあっても, なお, それに劣らず大変重要な課題である。アンケート調査を実施した当初の動機は, 将来物理を専門とする予定のない大学生の教育に, この問題の解決の糸口があると思われたことである。これまでの物理教育は科学リテラシー, とくに環境問題とエネルギー教育を強く意識することはなかった。物理教育が実社会と遊離していると危惧する声もある。もしも義務教育課程や高校課程で, 単に科学技術者を育成するための物理教育だけが行われたとしたら, どういうことになるであろうか。“将来物理を専門とする予定のない”ことは, 大変重要な意味をもつのである。高校物理の履修者の大部分は“専門とする予定のない”者であり, ましてや非履修者にいたっては何をかいわんやである。現在, 非履修者のほうが多数派で, その割合は増加の

傾向にあるので、エネルギー資源の価値を認識し、環境保全に配慮してくれる一員として彼らは大変重要だからである。物理教育は本来その教育内容において、単に研究者や技術者を養成するためだけのものではなからう。一般的観点からすれば、決してそのような狭量なものとは思えない。むしろ、省エネルギーや環境問題などにも対処しうる素養も含めた人類文化的な科学リテラシーを培う教育のはずなのだ。

2. アンケート調査とその分析結果

今回のアンケート調査は、1997年度初め、第3～4回目の講義時間内に実施した。調査対象は、『社会とエネルギー資源』を受講している芸術学部1～2年次生70名、および産業科学技術学部1～2年次生82名の合計152名である。データ整理の過程でわかったことを後の講義において活用した。教養学部の授業は後期に組まれていたので、今回は調査対象から除外した。データを全学的に整理した上での詳細と結論に関しては、また別の報告の機会を持ちたいと考えている。調査方法として、あらかじめ質問事項を印刷しておいたアンケート用紙を配布し、20～40分かけて記入してもらうという形式をとった。その内容は次の通りである。参考例以外の質問事項については、あとの資料をご覧ください。

① 省エネルギー・環境保全の意識と行動の実態調査 (20項目について)

→「はい」、「いいえ」、「該当しない」のいずれかを答えてもらった。

(例) あなたはテレビを見ないときは主電源を切っていますか。

→**棒グラフ a, b, c**; 横軸に質問事項を20項目とり、縦軸に「はい」と答えた者の割合を%で表した。

② 省エネルギー・環境保全に関する知識レベル調査 (14項目について)

→常識的なことから、国際条約に出ている記述など、またはそれらの改作を読んで、正しいかどうかを答えてもらった。

(例) 自然界から採取された石油、石炭、天然ガス、水力、風力、地熱などを直接エネルギーとして使う場合を一次エネルギーという。

→**棒グラフ d**; 横軸に質問事項を14項目とり、縦軸に正答者の割合を正答率として%で示した。

③ 物理キーワードの理解度 (高校物理程度の30項目について)

→記述が正しいかどうかを判断して答えてもらった。

(例) 1 Nの力の大きさは約100 gの物体にはたらく重力の大きさに等しい。(など30問)

→③の集計結果は、①および②との相関を示す分布図としてまとめた。具体的には、被検者一人ずつの③の正解解答数を縦軸にとり、横軸には①の「はい」の割合または②の正答率をとって、それぞれ高校物理の履修者と被履修者とに分けた**分布図 e, f, g, h**を作った。

なお、被検者で大学入学後に物理教育を受けた者は非常に少なく、芸術学部の学生に関して

は皆無であり、産業科学技術学部では調査以前に物理の講義を受けていた学生は約1/4以下の20名足らずに過ぎない。となると、高校ではどうであったかが重要になってくるが、その高校課程における物理の履修・非履修の人数比は、芸術学部で3対7、産業科学技術学部では約8対3であった。(ただし、受けた物理の科目が何であったか、つまりI A, I B, IIの種別および授業時間数は不問としたので、個人差は当然あると思われる。)

アンケート調査の結果は、次のようにまとめることが出来る。詳細は以下のグラフをご覧ください。

(1) 日常生活での省エネルギー意識・行動について

◇物理分野のキーワードの理解度との相関は認められない。

◇物理教育は省エネルギー意識や行動に結びついていない。

少し説明を加えると、高校で物理を履修してきたからといって、必ずしも日常生活において省エネルギーの必要性を実感し、自身の行動に配慮するようになっている訳ではないということだ。

(2) 資源・環境保全に関する国際条約などの知識、いわゆる現状認識度について

◇物理分野に出てくるキーワードの理解度との相関が明確に認められる。

◇高校物理の履修者は非履修者よりも、その相関が強い。

この結果については、誰もが自らの常識に照らして肯定するところであろう。(ただし、アンケート調査自体を注意深く吟味するならば、何も課題がないとは言えない。些細なことだが、使用した科学リテラシー用語としては高校理科の各科目I A, I Bの教科書から基本的で重要なものを選択したので、これが客観的にみてベストだという保証はない。アンケート調査に用いる科学リテラシー用語に関しては、さらに検討する必要性を認める。実はこのために、化学や生物の理解度に関してはデータ解析を差し控えた。)

省エネルギー・環境保全の意識と行動(%)
(回答数152)

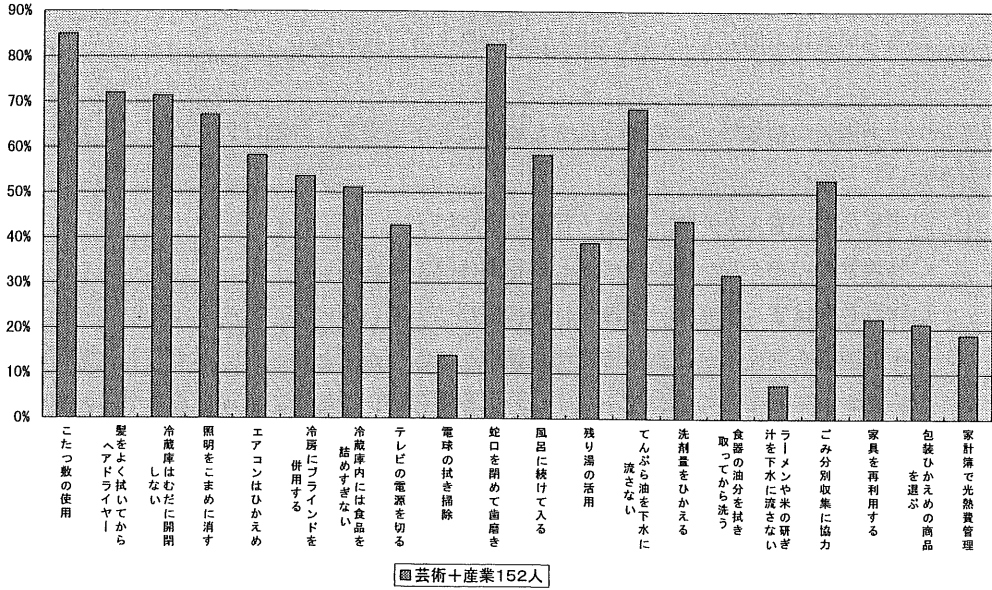


図1 棒グラフ a (全体/行動)

省エネルギー・環境保全の意識と行動(%)
全体152

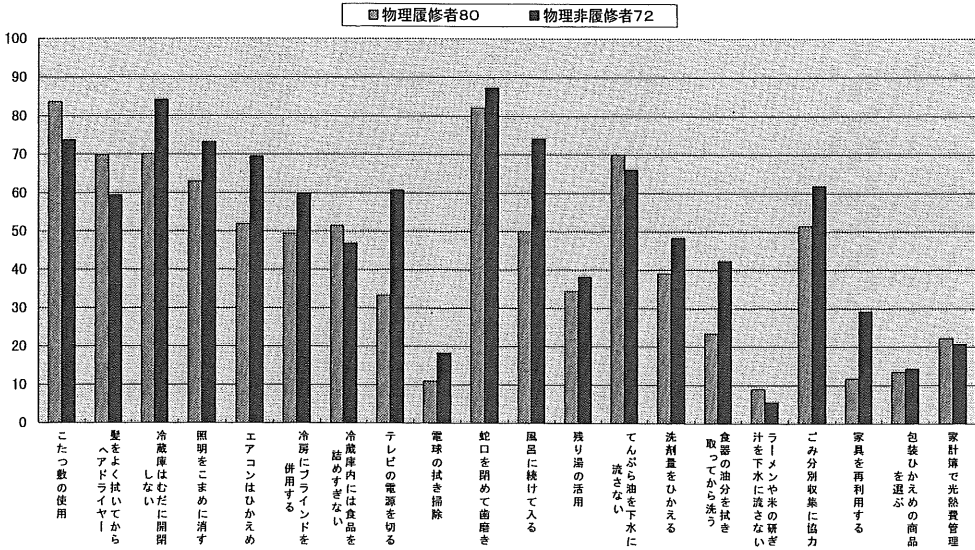


図2 棒グラフ b (高校物理履修・非履修別/行動)

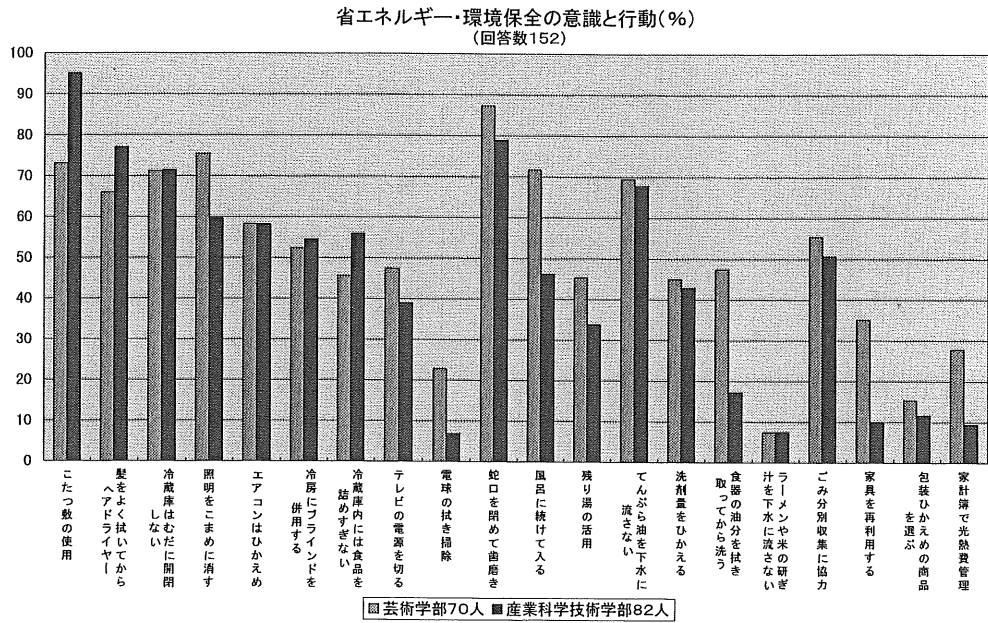


図3 棒グラフc (学部別/行動)

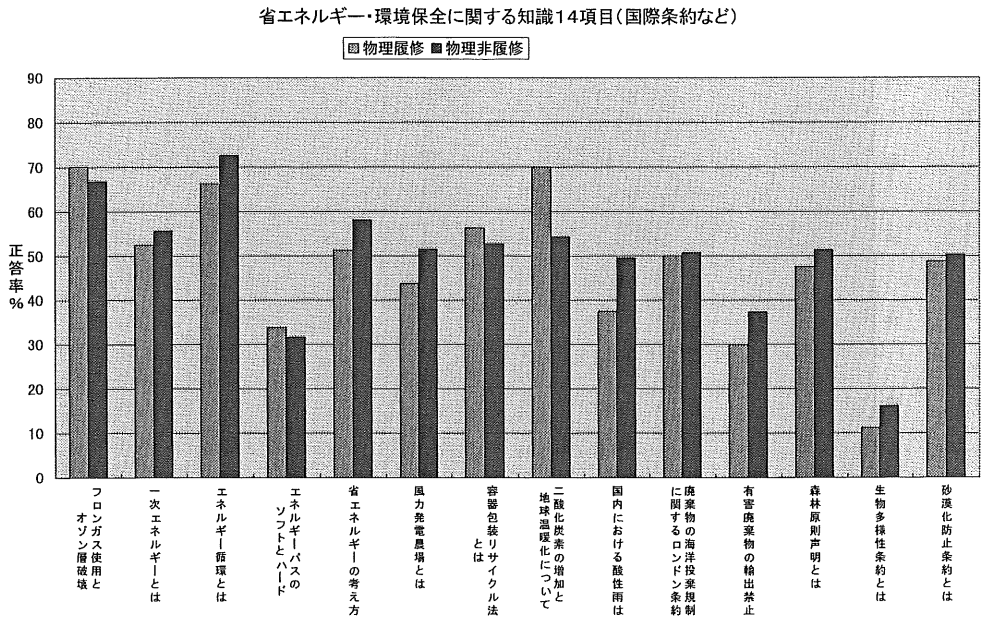


図4 棒グラフd (高校物理履修・非履修別/知識)

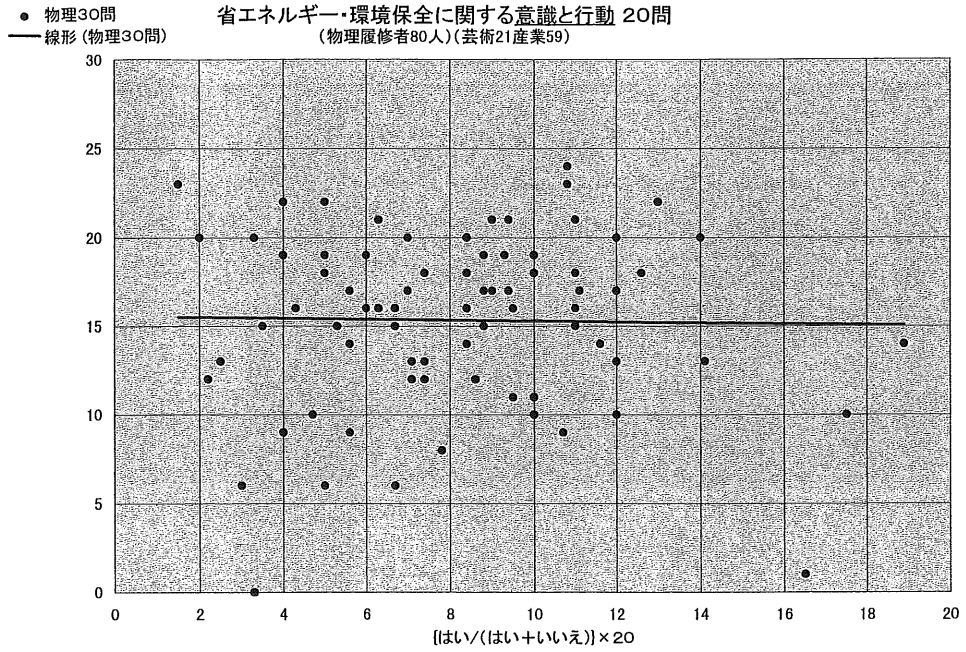


図5 行動—物理の弱い相関分布 e (高校物理履修者)

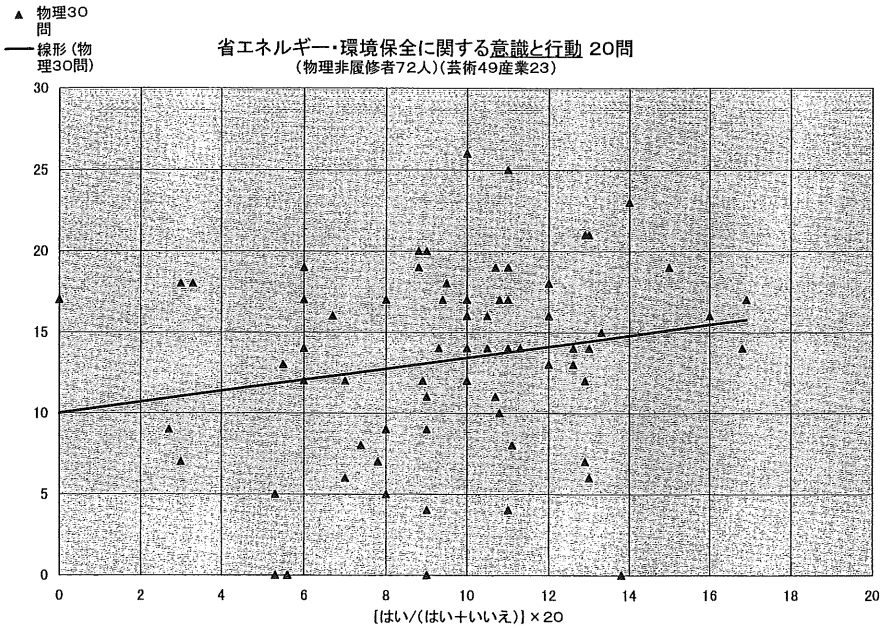


図6 行動—物理の弱い相関分布 f (高校物理非履修者)

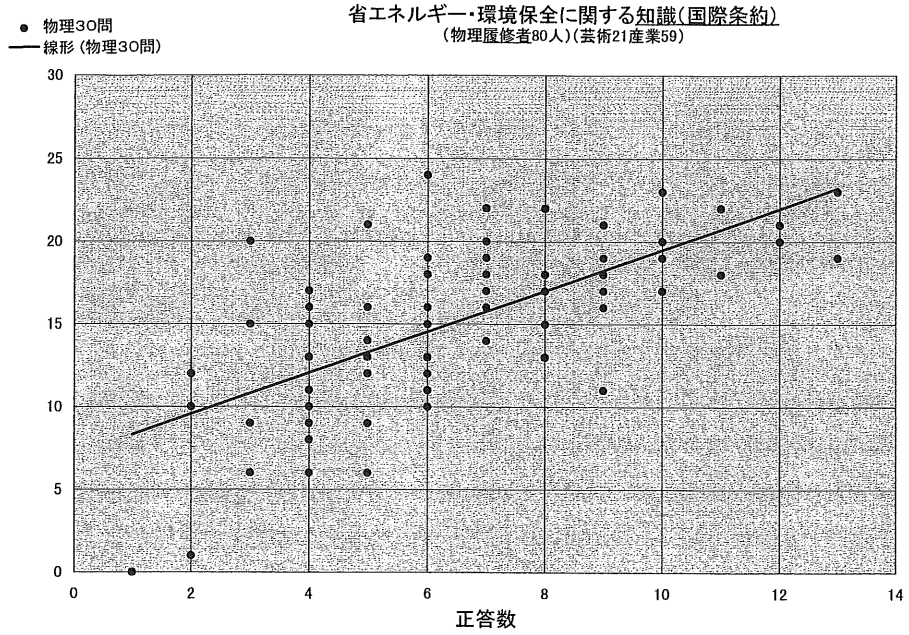


図7 知識—物理の強い相関分布 g (高校物理履修者)

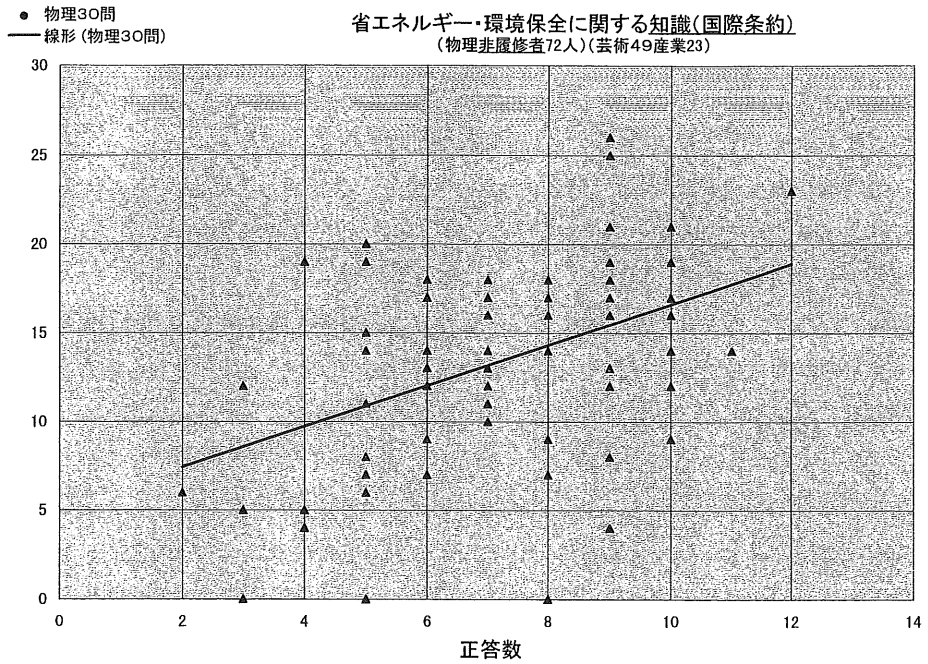


図8 知識—物理の強い相関分布 h (高校物理非履修者)

3. 何が人類と自然の良好な関係を保障するか？

人類は一つの大きな転換期に立たされている。人々が、成長と繁栄の中で忘れてきた大切なものを取り戻したいと思い始めたからだ。人類文明は最高の自然環境の中で繁栄し、その条件が変化したとき文明は衰退した、というのが歴史の定説である。いまや、一地域の文明がローカルなものとして止まることは稀なので、全地球上の人類の盛衰を考えることになる。自然との共生を実現するためには、どのような秩序をつくらなければならないのか。その条件づくりに対して、教育はいかなる役割を果たすことができるのか。今日、このようなテーマが、ローカルな地域人としての立場と、グローバルな地球人としての視点の両面から問われている。開発途上国の工業化への移行がもっとも加速されつつある現代において、かつては時代の流れから取り残されて苦しんでいた地域それ自体の価値、今度はその自然の価値が見直されている。ところで、社会の経済的な発展をエネルギー資源抜きで論じることはできない。エネルギー資源の消費や開発には必ず、大なり小なり生活圏内の環境が関係してくる。地球環境保全の問題は、新たな国際的立場の違いを浮かび上がらせたのである。何ごとにつけ決めてかかるような議論はできないが、環境政策の面ではとかく対立の図式——CO₂規制という人類の課題における先進各国と発展途上国、あるいはエネルギー資源産出国と消費国との対立など——が起きやすい昨今である。これらの対立は、経済面での競争原理が各国の環境政策を通じて表面に出てきたものだ。

こうした時代の中にあって、国内でもしばしば人間と自然と文明の関係がクローズアップされてきた。人類—自然—文明—人類の三角型の関係軸から連想させられるものは、かたや地域振興であり、かたや環境保全の観点である。私たちは時おり、農山村での過疎化と地域振興の話題の中に、地球温暖化対策における先進国や途上国の立場の縮図を見ることがある。地球環境保全を意図する行為といっても、追求する自然度には次のようなランクがある：

- A. 古代や中世のままに天然に近い状態の保たれた自然。
- B. 人為的に加工、管理された自然。
- C. 管理された自然と天然との混在。

といった具合である。たとえ開発という概念に属する行為であっても、その中には、いずれ保護の対象となる優れた空間を創造するような意義のあるものもあり得る。かつて日本の水田を初めて見た西洋のある科学者は、それを“みごとに管理された半自然”と評したことがある。田端英雄は“日本の自然をどうするかは、日本の農業と林業をどうするかを論じないで解決することはありえない”という意味のことを記した³⁾。反対に、事例としては少ないが、自然環境や生物の生態を守るためにヒト一人たりとも入ることを拒否する、というような保安域があっても不思議ではない。今日、もはや私たちは治水工事の行われなかった古代に戻ることは不可能であるが、大自然の恵みに心開くゆとり、たとえば水無月の真夏の瀬戸内海に鶴の棲息に適した湿原がいくつもあったことに思いを馳せる余裕を持ちたいものである。いま、確信すること一つだけ述べよと言われたならば、《21世紀の人類が美しいと思う環境を選択するこ

とができるのは、私たち現代の地球人において他にいない》というだろう。環境保全に対して科学的な、将来を見据えた良識ある態度をとることのできる国民は、科学リテラシーに関するオープンな議論の根づいた国にしか存在し得ないと私たちは思う。そして、原則的にオープンな議論を可能にする最も頼りになる助っ人は、机上の教科書と黒板だけの授業ではなく、実験にもとづくエネルギー資源・環境教育である。それも、まだ柔軟な精神をもっている児童期の早期の教育であると考えらる。

4. 物理教育とエネルギー・環境教育に関する考察

環境教育の目的・目標である「人間のよりよき、より長き生存のための人間生態系の最適化の達成」のためには、「人間環境の基礎としての本来の自然の姿を理解させる」必要があり、それは自然誌教育や自然保護教育を通してなされ得る。さらにまた人間による自然の変貌とその意味を理解させる環境保全教育、人間のもっともよい生き方を考えさせるバイオエシックスまでも含めた幅広い教育が必要である⁴⁾。もう少し具体性をもたせて言うならば、環境教育は環境や環境問題への関心・理解、環境問題解決のための技術・能力・態度・実行力の育成をめざすものである⁵⁾。環境教育の目標として、ベオグラード憲章とトビリシ勧告が引き合いに出されることが多いが、両者の間には重要な一定の関連が存在するようだ⁶⁾。エネルギー教育は環境教育と密接に関係する^{7),8)}。

21世紀を目前にして、私たちは歴史の大きな過渡期にいる。長い目でみると、大量生産、大量消費、大量廃棄に根ざした使い捨て型の経済社会は、とても長続きしそうには思えない。いずれ循環型の経済社会になっていかななくてはならないことが容易に納得される⁹⁾。しかし、地球環境問題を解決するために生活スタイルを昔に戻せ、というわけではない。暮らしの水準を大きく下げるしかないというわけでもない。もっとも、利便性の追求にストップをかけることなど不可能である。歴史は決して逆もどりなどしないものなのだ。エネルギーを使い過ぎることだけが問題なのではない。それよりも日本でも江戸時代にはちゃんとあった静脈が今は細くなり、動脈のほうは太くなっているのだから、エネルギーや資源を十分に再生できないことが大問題なのだ。昔のようにうまくリサイクルが機能してほしいのに、それが出来ていない。これは、わが国と地球の重大課題なのである。

従来の物理・化学・生物・地学など高校課程の理科教育においては、とくに省エネルギーや環境保全の観点が重視されたということはない。ごく最近まで、純粋科学という点に固執するあまり、自然科学以外の価値観を理科教育の中に持ち込むことに対して強い抵抗感を覚える教師は少なくなかった。しかし、物理の学習に限ってみても“問題点を見つけ”たり“論理的に思考する”などの、日本の大学進学者に不足しているとの指摘のある能力を真に養成する条件づくりとは、単に従来のメニューを精選したり、純粋培養のように内容を固定的に整理整頓することだけではないはずだ。また、たてまえは別にしても、科学に限らず学習の利己的側面は否定できないのが現実である。そのため、理科の履修によって人々の科学的知識は着実に向上

したとしても、必ずしも、日常の生活行動や意識のレベルにおいてまでも、省エネルギーとか環境保全など公共性の高い意識をもつことができるという保障はなかったのである。物理教育とエネルギー・環境教育とが密接に関係していることを踏まえて、カリキュラムを検討する必要があるのではないだろうか。

5. 結 語

それが事実だとすれば、省エネルギー資源および環境保全の学習の機会は、すべての人を対象とする必要がある。そして、この課題を「環境問題とエネルギー教育」とでも呼ぶとすれば、「環境問題とエネルギー教育」には自然系ばかりでなく、人文・社会系からのアプローチも必要となるであろう。人間を取り巻く環境には、自然環境のほかに人為環境もあるのだから、これは当然といえる。環境教育と密接に関係するのがエネルギー教育だが、これについてはまだ研究発表が少ない。つまり、教育現場でエネルギー教育が適切になされるか否かは、教師の力量に大きく依存しているのである。エネルギー教育に物理が係わり得るテーマは、決して原子力エネルギーという内容のみではない。地球規模でのエネルギーや熱量の流れ、多種のエネルギー間での変換のしくみ、および、自然環境との関係を含めた科学的理解等々、現代と将来の新しい時代に対応した物理教育が必要になっているのである。体験にもとづく学習が不足しているのも確かである。実体験の欠如は、心の中から湧き起こる力強い学習意欲や思考力を鈍化させる。私たちの考えが正しければ、エネルギー資源教育や環境教育を真正面から取り上げることは物理の学習の動機づけ、探究精神の高揚にも一役買うことになるのである。

文系には物理や化学は要らないというのは、まったく無謀で役に立たない考え方だとわかる。地球上で局所的に見られるエルニーニョ現象などの異常気象の多くが、地球規模での熱量の流れ方にむらがあることに関係している、といった近年の出来事を考えただけでも、政治や経済や外交にたずさわる人々はもちろんのこと、一般社会人にも《エネルギー資源と環境の問題に関する常識》が必要なのは明らかだ。環境経済学に取り組もうとすれば、自然科学や数学を応用する能力がなくてはならない。私たちが求めるものは、人工的なりサイクルではなく生態系を考慮したりサイクルである。有識者の間で地球の有限性が次第に自覚されつつある今日、文系とか理系とかいうこと自体もう時代にそぐわなくなって来ている。義務教育と高校教育の課程で、省エネルギー資源・環境教育の中に物理教育をどう組み込んでいくか、あるいは、反対に物理教育の中に省エネルギー資源・環境教育をどう組み込んでいけばよいのか、大いなる論議を望むところである。

引用文献

- 1) 山本健治, 狩野勉, 溝内正義, 保持洋俊: “省エネルギーと環境保全の意識育成を物理教育の中でどう位置づけるか?”, 1997年度日本物理学会・応用物理学会中四国支部例会, 岡山大学.
- 2) 山本健治, 狩野勉, 宮川和也, 中川生一: “明日の物理好きを育てるのは今日の物理好き”, 科学教育研究 vol.17, No 2, PP.84-90 (1993); 山本健治, 狩野勉, 中川生一: “「運動の量」に会いたいー物理概念はおも

- しろくないか?—”, 日本科学教育学会20周年記念論文集, PP.695-704 (1996).
- 3) 田端英雄: “里山の自然”, 保育社 (1997), PP.160-196.
 - 4) 沼田 眞: “環境教育について”, 科学教育研究vol.2, No.3, 巻頭言 (1979).
 - 5) 鈴木善次: “日本科学教育学会における環境教育・STS 教育研究の動向”, 日本科学教育学会20周年記念論文集, PP.197-201 (1996).
 - 6) 市川智史: “国際環境教育計画 (IEEP) の第1期における環境教育の目的論に関する一考察”, 科学教育研究vol.18, No.4, PP.197-204 (1994).
 - 7) 十亀好雄: “環境問題とエネルギー教育”, 第15回日本科学教育学会論文集 (1991).
 - 8) 十亀好雄: “ホロン方式による環境・エネルギー教育”, 第17回日本科学教育学会論文集 (1993).
 - 9) 西山賢一: “複雑系としての経済-豊かなモノ離れ社会へ—”, NHK ブックス (1997).

On Necessity of Physics Education for Saving Energy, and for Maintaining Natural Resources and Environment

Kenji YAMAMOTO, Tutomu KARINO*, Masayoshi MIZOUCHI** , Hirotoishi YASUMOCHI**

Colledge of Science and Industrial Technology,

Course of Teacher Education , College of Liberal Arts and Science***

Kurashiki University of Science and the Arts,

2640 Nishinoura, Tsurajima-cho, Kurashiki-shi, Okayama 712, Japan

(Received September 30, 1997)

Abstract : We surveyed our students, the freshmen and the sophomores who attended the classes held by two of the present authors (KY and TK), to get information of their understanding ability of scientific literacy (SL), their knowledge or spirit of saving energy and resources (SER) and maintaining natural environment (MNE), and actual behavior based on a good sense of environmental consideration in their daily lives. The research date say that persons who have superior SL-ability don't necessarily act in daily lives according to their sense of either SER or MNE. No correlation exists between the learner's level of SL, especially of physics literacy (PL), and the behavior based on a sense of SER and MNE. On the other hand, a strong correlation exists between their levels of PL and those of knowledge of SER and MNE. It's natural to consider the former correlation may exist as well, isn't it? We conclude that education about SER and MNE must be started at an earlier age of learners with more flexibility in Japan. We may well insist that the education should take full account of the knowledge acquired through experience, too. It will enable to nurse and enrich the learners with possessing of most reasonable relationship among the understanding ability of SL, the knowledge about SER and MNE, and actual daily behavior based on a good sense of environmental concern.