



Title	環境科学教育の課題 : 地球環境問題と人類の未来
Author(s)	高村, 泰雄
Citation	教授学の探究, 12, 1-11
Issue Date	1994-03-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13587
Type	departmental bulletin paper
File Information	12_p1-11.pdf



環境科学教育の課題

— 地球環境問題と人類の未来 —

高 村 泰 雄

(北海道大学教育学部)

はじめに

20世紀もあとわずかという時期になり“世紀末的現象”と呼ぶにふさわしい大きな問題が、つぎつぎにクローズアップされています。

そのひとつとして、人類の生存の危機とかかわって、“地球環境問題”が社会の体制的な違いを越えて、広く地球規模で緊急に解決しなければならない人類史的課題として浮び上がってきています。

21世紀に向けて人類社会の未来の展望を切り開くためには、このような“地球環境問題”を解決し、“ひとりひとりの人間の存在の絶対的な尊厳性を無条件に尊重する”という徹底した現代民主主義の原則が貫かれるような自然・社会・人間の新しい諸関係を再構築する必要があります。

ここでは、“地球環境問題”の本質が、自然の歴史性・階層性の中に人間を位置付けることによって、よりの確に捉えられることを明らかにし、人間の未来の展望を切り開くためには、自然・社会・人間の総体的な発展を内在的に含んだ、持続的に発展する新しい社会システムを構想しなければならないことを明らかにし、そして、そのような社会システムを創造し、主体的に担う人間を形成することが、現代の教育に課せられた最も重要な課題であることを示してみたいと思います。

1. 自然の歴史性・階層性の中の人間の位置

1) ビッグバンから現在まで

宇宙の始まりであるビッグバンからの時間の流れとおもな出来事を、自然の歴史性・階層性にもとづいて模式的に図示すると、図1 のようになります。

図1 では、3次元空間座標のX軸に空間的次元の大きさを、Y軸に物質の運動諸形態の質的な発展段階を表わす系列の運動度の大きさを、そしてZ軸にはビッグバンからの時間の流れをとっています。

宇宙の始まりであるビッグバンとは、今から大凡100億年前に著しい狭い空間内の超高温・超高密度の物質（光の場）が大爆発を起こしたもので、そこから膨張し冷却し始めたのです。

宇宙は、やがて真空の相転移により巨大なエネルギーの補給を受け、急速に膨張し（宇宙のインフレーション）、冷却しながら様々な相転移を繰り返し、はじめ光の場として統一されていたひとつの相互作用が次々と分化し、現在の宇宙にあるすべての物質を創り上げた4つの基本的相互作用（重力相互作用、強い相互作用、弱い相互作用、そして電磁相互作用）を生みだし

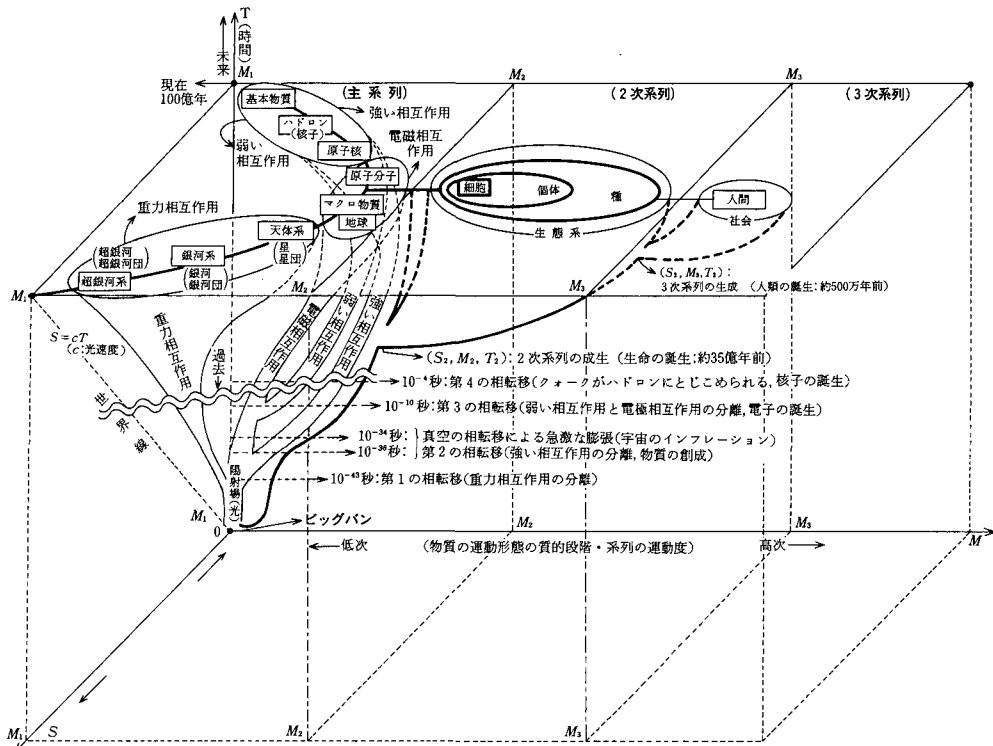


図1 自然の歴史性・階層性

たのです。

そして、僅か1秒後には温度が100億度まで降下し、陽子と中性子の構成比が定まり、300秒後までに元素の合成が終わって現在の無機的自然を構成している物質が創られ、多くの階層からなる主系列の基礎が出来上がったのです。

さらに、10万年後には、宇宙の構造をつくりあげる“ゆらぎ”が成長し、超銀河系、銀河系、天体系などを形成しつつ、今から約46億年前の大陽系の形成にいたるまでの長い間この主系列のみの宇宙が続いたのです。

そしてさらに、今から約35億年ほど前に主系列内にある地球の表面上で生命が誕生します。最初の生命は、豊かな生態系を形成しつつ急速な進化を遂げ、多様な生物種を育み、主系列とは全く異なった、活動度の高い生物的運動形態である2次系列を生成したのです。

そして、この2次系列の特別な生物種の1種である“ヒト”が今から約500万年前に、生産手段と社会を高度に発展させながら急速に独特の進化をし、やがて質的にも量的にも最高度の活動性を持った3次系列の人間が、この地球上を瞬く間に覆い尽くしてしまったのです。

この3次系列に於ける社会的人間の活動性は、目的意識的かつローカルな活動がグローバルな影響を与えるということによって特徴づけられます。

2) 現在から未来に向けて

宇宙と人間の未来について、フリーマン・ダイソン(プリンストン高級科学研究所教授, 1923年~)は、オーダーの違う“人間をめぐる七つの時間”を考えその各ステージ毎に、それぞれ

つぎのようなシナリオを描きだしています²⁾

(1) 10¹年（十年）のオーダー：

人間がひとつのまとまった仕事をする活動の長さの時間であり、政治の動きを予測できる限界の時間。

(2) 10²年（百年）のオーダー：

人間の寿命ぐらゐの時間で、単一のテクノロジーの寿命もほぼ同じ時間と考えられる。技術の面では、石油化学がコンピューターにかわり遺伝子工学や人工知能などが中心となり、月や火星または火星などに小規模の移民が可能となり、つぎの千年以前には太陽系に生命が広がるだろう。

(3) 10³年（千年）のオーダー：

人間そのものを改造する実験が試みられ、人間の精神世界の可能性が探求され、人間の個人的な意識を越えた集合的意識が形成されるだろう。

また、科学の黄金時代が訪れ、人間は太陽系外に探検を始めるだろう。

(4) 10⁴年（一万年）のオーダー：

一万年前にヒトが人類への進化の道を歩み始めた時と同じように、そこでは質的变化が量的変化を圧倒するに至るだろう。

(5) 10⁵年（十万年）のオーダー：

十万年前に前人類がヒトとしての能力を獲得するために一生懸命努力していた時と同じように、過去と未来の不釣り合いが拡大するだろう。

そして、人類は銀河系全体に広がり始めるだろう。

(6) 10⁶年（百万年）のオーダー：

人間の種の寿命と同じオーダーで数百万年前に人間が種としての分化を始めてから現在まで経てきた時間と同じオーダーの時間であり、人類は広い銀河系のすみずみまで広がり、宇宙全体に生命を位置づける計画を持つことが出来る様になるだろう。

(7) 永遠の彼方に：

宇宙の物質の密度は、ほぼ臨界密度を維持するにいたり無限の時間のかなたでは宇宙の膨張もとまり、いわゆる“生命にやさしい宇宙”が実現することになるだろう。その限りでは、「適応性の公理」（＝生命は、十分な時間があれば、利用可能な物質とエネルギーだけでいかなる環境にも適応することができるという公理）と「最大多様性の原理」（＝自然の法則は、可能な限り宇宙を面白いものにするよう構築されているという公理）にしたがうだろう。

以上取りまとめた様に、人間は約 500 万年もの永い進化の過程を経て、今や自然の歴史性・階層性の最も高い頂点に登りつめたばかりでなく、今後も長い未来にわたってこの宇宙において最高の位置を保ち続けることになるでしょう。

2. 地球環境問題の本質と環境科学教育

1) 地球環境問題の本質

自然の歴史性・階層性の中の人間の位置から見た地球環境問題の本質は、自然の階層構造の

最も高次な3次系列に登りつめた人間の社会的運動形態を伴った高い活動性が、自らを生みだしてくれた主系列の無機的自然と2次系列の生物的自然を大規模に人間化することによって生じた「人間－自然系の矛盾」の現れであると見ることができます。3次系列の2次系列への働きかけである農耕・牧畜などは、自然の気候による変化より速い速度で地表を改変し、生物の進化速度より速く野性生物から家畜を作りだし、3次系列の主系列への働きかけである工鉱業などは化石エネルギーを大量に消費して主系列内の諸反応より速い速度で新しい物質種を生みだし、生物の呼吸量をはるかに越える量の酸素を消費するとともに、生物・地球科学的循環速度を大幅に上回る速度で2酸化炭素を大気中に放出しました。こうして地球史から見ると極めて短い時間の間に地圏・水圏・気圏の地球環境全域を人間中心の世界である“人間生活圏”に作り変えてしまったのです。したがって、地球環境問題の解決には、3次系列である人間・社会と主系列・2次系列の自然とのかかわりかたを根本的に変革する以外にはあり得ません。

そのためには、このような地球環境問題を正しく解決できる環境科学を確立することが緊急の人類史的課題と言うこととなります。

2) 環境科学とはどんな科学か

ここでは、「環境科学とは、人間生活圏(生物をも含めて人間が生活している地球表面近くの地圏・水圏・気圏の薄い層)の自然と人間・社会との相互作用における人間の自己認識に関する科学である」と規定し、環境科学が自立した科学として成立するかどうかを研究対象、研究方法、評価の3つの側面から吟味し、その独自性を検討してみたいと思います。

まず、研究対象は、地球表面の人間生活圏の自然と人間・社会の相互作用ということになりますから、これは明確に設定することができます。

つぎに、研究方法ですが、これまでの科学と違って、仮説をたててそれを実証的・実験的に検証するという手続きをとることはできず、検証した途端に人類が滅亡してしまうという事態になりかねません。ですから、これまでの科学のような実験的検証の方法に頼ることは出来ません。したがって、たとえば、2酸化炭素やフロンが増加が人類の生存の危機を招くということをこれまでの実験的な科学を基礎に確信的に予測し、それらを規制する政策を立案し、直ちに実行に移さなければなりません。

これは、これまでの仮説一検証的な科学の方法とは違った、未来を的確に予測し得る新しい科学の方法ということになります。未来を的確に予測出来ると言うことは、他の動物と違った人間的意識の著しい特質です。その意味で、環境科学の方法は、最も人間に相応しい科学の方法ということができます。

この点に関しては、アメリカ・インディアンのナバホ族に伝わる教訓に「地球環境は先祖から譲り受けたものではなく、われわれの子孫から借り受けたものである」(1992年5月31日 pm2:30, 放映 テレビ朝日系列 HTB “母なる大地とともに”より)というのがありますが、自然と共生してきたナバホ族の生き方のなかに素朴ではあるが地球環境問題の解決についての手がかりになる深い智慧を見出すことが出来ます。

このように、環境科学は人間の未来の在り方にかかわる科学ですが、自然・社会・人間の統一したシステムの未来に於けるあり様を的確に予測するのに、新しい計算機科学の発展によるコンピューター・シミュレーションが大きな役割を發揮することになるでしょう。

最後の評価については、これも従来の科学のように実験的な検証手続きに依って評価すると

言うことは出来ませんから、環境科学が提起する諸政策を実行出来る具体的な手続き、またはアクションプログラムが示し得るかどうかで評価するしか方法がありません。

3) 環境科学教育の体系と教育の課題

さて、このような環境科学に基づく環境科学教育は大きく分けて、自然環境科学教育と環境政策科学教育の2つの領域から成り立つと考えられます。

自然環境科学教育は、ビッグバンから人間までの進化をたどりながら、自然の歴史性・階層性の中における人間の位置づけをし、主としてボトムアップ的に自然と人間・社会との相互作用を取り扱い人間の高次な活動性についての認識を形成するものです。

自然環境科学教育の内容は、(1) 自然における人間の位置 (2) 人間生活圏の形成 (3) 地球規模の自然変動 などの3つの柱で構成出来ます³⁾

環境政策科学教育は、自然の階層構造の頂点に立った人間・社会から逆照射して、主としてトップダウン的に人間・社会が自然と調和できる具体的政策を取り扱うもので、自然・社会・人間が総体として持続的に発展できるシステムとは何かを明らかにし、最終的には地球環境問題を解決できる具体的・実践的な処方箋を提示するものでなければなりません。

環境政策科学教育の内容は、(1) 水俣病—高度蓄積型資本形成による公害 (2) 四日市公害—経済成長最優先の公共的介入による公害 (3) 公害輸出・地球規模の環境問題—世界資本主義システムによる環境問題 (4) 持続的な社会経済システム など4つの柱で構成出来ます⁴⁾

環境政策科学教育のキー概念は、“持続的発展” (サステナブル・デベロップメント: Sustainable Development)であり、これは地球環境と調和できる経済開発のことであると言われていますが、先進国主導型の持続的発展は環境への有害物質の総排出量を規制すると言う大義名分のもとに自らの経済成長を維持する方便として使われ、その矛盾を発展途上国に皺寄せする事態になりかねないという危惧が表明されています。

それは、主要な先進国が国家独占資本主義の世界体制を作り「国家の形式的中立性を利用して、労働運動と民主運動に対して一定程度の譲歩を行ない、それによって運動を改良主義に誘う」(米田康彦: “国家独占資本主義の世界体制”『科学と思想』No.86 1992年)とともに、全体として生産を落とさないように調整し、独占利潤を確保して独占資本の支配を固める仕組みを作っているからです。

環境政策科学教育では、そのキー概念である“持続的発展”の概念を「環境科学が対象とする人間生活圏を自然・社会・人間の統一したシステムとしてとらえるとき、人間の発展を正の値に保ちながら、人間のイニシアティブのもとで自然や社会の発展を常に正の値をとるようにすることである」(図2 参照)と定義します。

そして、それはローカル、グローバルを問わず、人間生活圏のすべてのシステムに適用されるものとします。

ここで人間の発展を正の値に保つとは、現在では、単に人間の物質的生活の発展のみならず精神的生活の豊かさをも含んで考えられなければなりません。

そして、自然の発展が正の値をとるとは、無機的な自然(主系列の自然)の物質種や生物的自然(2次系列の自然)の種や生態系のより豊かな多様性が保障されているということです。

また、社会の発展が正の値をとるとは、その社会のすべての構成員の人権や尊厳性が尊重さ

丸山 博「授業書「環境科学」の一部改訂について」 北海道大学教育学部教育方法学研究室『教授学の探究』第11号 1993年 p.99~112.

4) 丸山 博「環境政策科学の教育内容構成」 北海道大学教育学部紀要 第63号 1994年。

5) 自己意識をめぐる3層の時間については、高村泰雄「自己意識と科学的認識の形成過程」 北海道大学教育学部紀要 第63号 1994年を参照。

あとがき

この短いエッセイは、1993年8月に札幌市で開催された教育科学研究会・北海道民間教育研究団体協議会の共同研究集会の講座「環境と教育」における筆者の担当した序論部分をほぼそのまま掲載したものであり、ここで展開した内容は丸山博との共同研究の理論部分の骨子を筆者の責任で極く簡潔に取りまとめたものです。なお講座「環境と教育」の本論をなす授業書の部分は丸山博が担当しました。

補足資料：

「環境科学教育の課題」にかんする 質疑応答

この質疑応答は、札幌自然科学教育研究会で、1992年12月に、ほぼ同じ主旨の講演をした後に行われたものですが、本文「環境科学教育の課題」の内容の理解に少しでも役立つことを期待して、ここに補足資料として掲載することにしたものです。

質問： 100億年の宇宙の歴史の中で、地球のみに生命が誕生したということですが、地球なり宇宙なりを認識出来るように生物や人間が生みだされたと言うように聞こえたんですが、そのような考え方は問題があるんでないでしょうか？

答： 先程ちょっとお話した「人間原理」なんですが、ホーキングも「我々は宇宙をこの様に見ている。その理由は我々が存在するからである。もし宇宙がこのような姿でなかったなら、われわれがここにおいて観測しているなどと言う事はあり得なかったであろうからである。」とか「驚くべき事に、これらの基本定数の値は生命体の出現を可能にするよう極めて微妙に調整されているのである。」等と言っています。

これは、所謂「弱い人間原理」で「知的生命体の発達に必要な条件は時間的・空間的に限定された領域（せいぜい銀河系の範囲）でのみ満足される。」と言うものです。

また、「強い人間原理」を唱える人もいます。それは、「初期条件の異なった無数の宇宙のアンサンブルを想定し、我々の宇宙は、その中から知的生命体を生みだすことに成功した宇宙である。」と言うものです。ただ、宇宙の進化の中で決定的に重要な点は、人間の意識が生れたということで、これがあまりにも重要な意味をもっていたがために、あたかもすべてがそこに収束してきているように目的意識的な進化をしてきていたと思っ過ぎているような気がします。しかし、人間の宇宙に於けるあり方はこれから将来に向かって試される事になります。それは、人間が、自然・社会・人間の調程的に発展するシステムを創れるかどうかにかかっているからです。

これが創れた時に、もっと人間のためにこの宇宙があったんだという状況が生れると思います。しかし、これは人間の運動度の高さであって、未来に向かっての人間の可能性を現実化できるかどうかにかかっています。だから、この問題は、人間の未来に於ける可能性の問題として位置づけて置きたいと思います。人間の可能性と言うのは、それほど素晴らしいのであり、そこに「神様」や「人間原理」を持込む必要は全くないのではないのでしょうか。

質問： 3次系列の人間の活動度が進化によって高くなればなるほど主系列や2次系列に与える影響は極めて大きくなるわけで、公害問題や環境問題は避け難いという問題になりますが、それをどうやって避けるかと言う時、恐らく人間社会の発展を止め原始社会に戻さなければならないと言う論議が出てきますが、そこをどう考えたらよいのでしょうか？

答： この問題は大変難しい問題ですが、公害問題やエネルギー問題や環境問題を論ずる時必ず出てきて、とくに先進国は成長を止めなければならないと言う論議が多いのです。確かに人間の活動度の高さと言うのは、そのような問題性を持っているわけですが、人間の発展は主系列・2次系列と言う自然の歴史的発展の延長線上に位置付けて居るわけですからその発展のどこかを止めると言う事は本来不自然なことです。

ですから、寧ろ人間は自己の発展をコントロールしながら主系列・2次系列の発展をも保障するような新しい自然・社会・人間のシステムを創り上げるということが大切ではないでしょうか。それが環境政策科学の課題なんです。このような「解」があるかどうか、これはやってみなければ解らないわけです。私は多分、人間はこの「正しい解」を見つけ出すことが出来るだろうと思います。これは、環境政策科学のキー概念で言えば「持続的発展」(サステナブル・デベロップメント：Sustainable Development)と言う事ですが、私達は、これを「人間生活圏を自然・社会・人間の統一したシステムとして捉らえる時、人間の発展を正の値に保ちながら、人間のイニシアティブのもとで自然や社会の発展が常に正の値をとるようにコントロールすることである。」(p.6の図2を参照)と定義してみました。しかし、このようなシステムは政府の側から積極的に政策的に提起されるということはありません。それは現在の国家は、国家独占資本主義の世界体制のもとにあり、国家の形式的中立性を利用して、労働運動と民主運動に対して一定程度の譲歩を行い、それによって運動を改良主義に誘うとともに全体として生産を落とさないように調整し、独占利潤を確保して独占資本の支配を固める仕組みを作っているからです。だからと言って住民運動によってのみ達成できるのかと言いますとこれにも限界があります。これは、かつての公害反対運動を見れば解りますように、それがあまりうまく成功しなかったのは住民運動が国の政策そのものを変更させるところまでいかなかったからなんです。やはりこれだけ大規模な環境問題ということになりますと基本的に国の政策を動かして行くことが必要で、それには国の政策が行政の合理性に基づいて立案されることに着目し、それに働きかけようように住民の要求を社会の公共性にまで高める必要があるわけです。

そうすれば、持続的発展を内在化した自然・社会・人間のシステムを政策的に実現することが出来ると思います。とくに環境問題における公共性と言うものは環境科学によって客観的に確定出来るものですからこの様な観点を貫く事は極めて大切です。

また、別な意味でも、もし人間が発展を止めてしまったら精神的にも委縮してしまうのではないのでしょうか。人間が発展すると言うのは生きていくと言う事の証の様なもの、それを止めてしまうと言うのは極めて非人間的な事ではないのでしょうか。

そればかりでなく、南北問題・東西問題などをかかえた後進の開発諸国には全く受け入れられないのではないのでしょうか。

質問： 自然の階層構造で主系列・2次系列・3次系列は対等なものというように聞こえたんですが、先ず主系列は凄いと言う感じがします。それに対して2次系列・3次系列と言うのは非常に特殊化されたもので、とても同格には扱えないものではないかという気がするんです。それで仮に地球上に於ける主系列とすれば、自然環境科学教育の3つの柱はなんとなく納得出来るのですが、環境科学教育の場合、地球規模の主系列と言うふうに主系列を限定しないと、あまりにも膨大過ぎて2次系列・3次系列と較べられないのではないのでしょうか？

答： 確かに2次系列・3次系列に較べれば主系列は時間的にも空間的にも膨大なのですが、進化のスピードは物凄く速いわけでスケールの小ささを活動性で補って宇宙の存在として対等な、あるいはそれ以上の顔をしている訳です。それから環境科学の対象は、いま先生が言われたように地球上の人間生活圏ですから、地球表面上の自然の主系列・2次系列・3次系列間の相互作用に対象を限定しないと環境科学として成り立ち得ないのです。人間の活動範囲が広がれば対象もだんだん広がっていくかもしれませんが、人間生活圏でないところはさしあたり環境科学の対象ではないのです。

質問： 環境政策科学の中心的な課題が地球環境の管理システムを確立する事にあると言う事は解ったのですが、毎年教研集会等の環境教育のレポートの中で「今の子供たちは、それらの事実を知らされていないのだから、先ずその事実をきちっと知らせるべきであり、それは告発型になってもしようがないのではないか。」という意見が出ています。それと同時に「グローバルに考えて、ローカルに行動できる生徒を育てよう」と言う事が言われています。これが、環境科学教育のスローガンたり得るのかどうか、そうでなければ、どんなスローガンが授業レベルで考えられますか？

答： 最初の所謂「事実」と言うのは、科学教育でもそうなのですが、ただ黙って見ても何も解らないものなので、なにか自分の「事実を捉らえる枠組み」を持っていなければ駄目なのです。どういう枠組みで「事実」を見るかと言う事が基本なのです。これは、人間の認識の構造そのものがそうになっているからなのです。

だから、環境問題でも事実をどういう枠組みで見ると言う事が大切で、この枠組みを与えないで「事実」をどう見るかと言ってもしようがないので、これをどうやって作るかと言う事が一番大きな課題だと思います。これが告発型に留るかどうかの分かれ目になると思います。単に、こんな事態を引き起こしてけしからんという感情的反発だけでは、これを解決する方途が出てこないわけです。ここは少し冷静になって環境科学の体系の中でなにか基本的な概念であるかを見定め、それを形成する授業を具体的に創りあげていくということが大事なんです。

それからスローガンのことですが、グローバルに考えるとと言っても何を考えるのか、それからローカルに行動すると言っても具体的にどう行動すればよいのかを明らかにしなければならぬでしょう。例えば、空き缶拾いやゴミを出さないと言う行動だけでは本質的なことを矮小化したことになるのではないのでしょうか。もう少し環境科学の体系を支える概念に基づいて有効に活動出来るように「グローバルに考え、ローカルに行動する」と言うのでなければならぬと思います。きちんと焦点を定めなければ駄目ではないでしょうか。

ところで、これに代るべきスローガンは何かと言う事ですが、私自身はいま代案を持っているわけではありませんが、要するに環境科学の本質をきちんと教えようとはしか言えないのではないかと考えています。

我々は、自然科学教育について「現代自然科学の基本的な概念や法則をすべての子供に易しく教えよう。」というスローガンを掲げてきましたが、環境科学教育についても、敢えてスローガンを掲げよというなら、私は「すべての子供に環境科学の基本的な概念や法則を易しく教えよう。」としか対置出来ません。

環境科学の基本的な概念や法則とは何かと言う事を明らかにするのは、これからの課題だと言う事になり、今までの自然科学とは違ったやり方になるかもしれませんが、それは我々の理論的・実践的な努力によって、必ず明らかにする事が出来るだろうと確信していますし、またそれを明らかに出来なければ人間は生き残る事が出来ないのではないのでしょうか。