

変化する時代の科学教育と環境教育・開発教育

長 濱 元*

はじめに

本論文は筆者が従前から研究を継続してきた「科学技術と社会」分野における「科学教育システム」に関する研究および「東洋大学国際共生社会研究センター」における「環境共生社会論の体系化」に関する研究との接点において生まれてきたものであり、後述の「科学教育」、「環境教育」および「開発教育」の定義（性格付け）もその観点からのものである。したがって、それらに関する従来の一般的な考え方によるものではなく、筆者の見解に基づくものであることをお断りしておきたい。

「共生社会」という概念とその現実社会への適用を考える場合、「自然環境」との共生、ならびに人間活動が作り出す「人工環境」と「社会環境」との共生という3つの異なった環境との共生を考えなければならない。また、「自然環境」は地域によって異なり、「社会」は多くの小単位をなす「人間集団」の構成体として成り立っており、それらはそれぞれの地域ごとに異なった歴史と文化、および利害を持っている。それらの全てを含む総合的な「共生」を図るということが「共生社会」建設の最終目標であろうが、それを一挙に構想し、計画し、実現することは至難の業である。

本論では、以上のことを踏まえて、

- 1) 「自然環境」を合理的に理解し、認識するために必要な「科学教育」、
 - 2) 「自然環境」と「人間活動」のかかわりおよび「人間活動が創出する人工環境と社会システム」がもたらす「自然環境」とのかかわりを理解し、認識し、環境を保全するために必要な「環境教育」、
 - 3) 人間が「自然環境」、「人工環境」および「社会環境」とかかわりながら、「共生を目指して成長・進化していく」ことを理解し、認識し、活動していくための「開発教育」、
- という3つの教育活動を関連付けることを目標として論ずることとしたい。

序章 科学技術と環境問題・開発問題について（問題点の抽出）

産業革命以降、人類は科学技術を駆使した開発を推進することによって、大規模な経済成長を可能にしてきた。その結果として現れ、近年において強く問題視されるようになったのが環境問題と

*東洋大学国際地域学部教授

開発問題である。いずれもその出発点には近代科学技術の発達と、その力を背景とした開発、すなわち産業の発達による資源・エネルギーの大量消費と商品の大量生産、それを売りさばくための市場の開発・形成と支配（植民地の確保と支配を含む）に対する肯定的評価（価値観）があった。

それらの結果が物理・化学的な影響として環境の中に現れ、生態系と生物の健康に大きな影響を与えだした問題が「環境問題」であり、一方で経済的・社会的・地域的格差として国内・国外において大きく歪む結果をもたらした問題が「開発問題」である。後者については、従来いわゆる「南北問題」として大きく取り上げられてきた問題である。

いずれの問題にもその根底には科学技術を“何のために”、“誰のために”使ってきたのかという問題がある。科学技術それ自体は人類にとって有用な知識や方法であり、それらを学習することは誰にとっても有益なことである。しかし、それらを何かのために（それが自分のためであれ、誰か他の者のためであれ）活用しようとする、それは何らかの直接の目的以外の作用を環境と社会にもたらすことになる。

それを社会的に価値付け、体系付けて運用してきたのが近代市民社会の理念に基づく近代法の体系であり、その下に展開されてきたのが近代的公教育の体系である。近代公教育の体系の構築が目指され、その充実・拡張が最も優先的な課題であった20世紀の中期までは、経済成長を肯定する価値観とともに科学技術もその前向きの面が強調され、「科学教育」ももっぱら科学技術の良い面を中心に教育・学習が行われてきた。

しかし、先進国における産業が高度化・巨大化し、これまでの歴史的な地球環境への影響が物理・化学的な面で「地球環境問題」として立ち現れ、また近代市民社会の成熟化の進行が、その市民的諸権利を単に先進国市民の間だけではなく、広く発展途上国の住民も含めた普遍的な人類の権利の保証を目指すものに変化してくるにつれて、新しく「開発問題」が社会的な面の問題として立ち現れて来たのである。それらは20世紀後半において、特に1970年代以降顕在化し、21世紀における潮流として拡大しつつある。

「科学教育」は、人類の歴史から見れば比較的新しい教育活動であって、19世紀以降確立し、近代国家、近代産業の発展とともに制度化が進んで拡大・充実し、その根底にある教育観・価値観は、今なお基本的には従来の成長・発展主義の流れの中にあると言えよう。それに対して、「環境教育」と「開発教育」はよりいっそう新しい教育の分野であり、産業と社会の流れが変化してきた20世紀後半に始まった分野である。その前史は多少遡れるものの、その輪郭はいずれも1970年代、1980年代に明確になってきたものである。

本稿では、以上のような観点とこれまでの経緯を踏まえて検討を進めていくこととしたい。

第1章 基礎としての科学教育（サイエンス・リテラシー）

1. 科学教育の目的および全ての人のための科学（サイエンス・リテラシー）について

科学教育は「自然」および「科学」に関する学習を通じてすべての人々に「科学的能力」を育成

することを目的としている。

自然科学はその初期には人間が意図的に影響を与えていない「本来の自然」を対象とした科学であったが、科学と技術が産業に高度に利用されて産業革命が進行するようになると、人工環境がますます拡大することになり、次第に人間が意図的に建設した「人工環境（工作物と機器・システム）」が科学と技術の対象として増加してきた。この科学が対象とする範囲の拡大が環境と社会の変化を通じて「科学」と「科学教育」に与えている影響を見逃してはならない。

この変化の結果、自然環境と人工環境の拡大とが複雑に絡み合ってきており、環境問題および開発問題の発生源となっているこれらの関係を的確に見分けて科学的に認識・把握して研究することが「科学研究」の重要な課題となっているし、そのことは「科学教育」にとっても大きな課題である。とりわけ人工環境の拡大がもたらす人間とその生活への影響を的確に認識・把握して対応することが要請されていると言える。このことに対応するために、「本来の自然を対象とする科学と科学教育」および「人工環境を対象とする科学と科学教育」との関係について考察する必要がある。

産業の高度な発展により科学と技術とは融合して科学技術となり、また現代社会においては科学技術が人々の日常生活の中に深く入り込み、人々と科学技術との接点はますます増加している。そのひとつが環境被害である。このような生活環境の中では、全ての人々が科学技術に対する高い関心を持ち、それらを学び、科学技術の影響に対する対応感覚（予備知識と心構え）を育てる必要がある。その意味で科学教育は子どものためばかりではなく、大人にとっても必要であり、それらを教育指導する立場にある教員（その他の専門家）についても常に科学技術に関する絶えざる学習が必要となっている。すなわち、科学教育は生涯学習の中にしっかりと位置付けられる必要があると言えることができ、教員自身もその対象として例外ではないと言える。全ての人のための科学(Science for All)とはそのような科学教育（学習）から生まれてくるものであろう。

これまで日本の「学校理科教育」には、歴史的発生の経緯から科学者・技術者の養成が目的であるかのような意識が潜在的に存在し続けていたが、今後はそのような意識を払拭し、生涯教育の中に位置付けた市民（消費者）教育の一環であるという意識を定着させることが必要である。その中から適性を持った者が科学者・技術者として高等教育の中で専門化していく（本格的に科学を学び、研究する）システムを造り上げていくことが望まれる。

その結果として、各人に形成される「科学的な思考水準（科学的素養）」が社会における科学リテラシーであり、「ある一定量の科学知識を持つこと」は科学リテラシーの必要条件ではあっても十分条件ではないと言える。

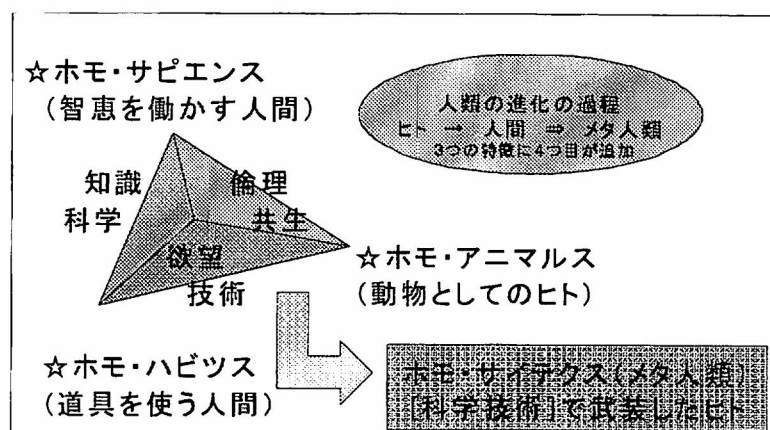
2. 「自然」と「人工」に対する認識と「科学技術と社会」

いわゆる「近代科学」は、人間が何らかの観察および実験手段等によって、そのものを実際に「認識」し、「測定」し得る実在するものを取り扱う学問である。このことは近代科学が「自然」を観察し、事象を「実験」によって確認する「自然科学」から出発したことが、その性格を良く現している。科学教育はこのような「自然科学」を基礎とする認識の世界を「合理的に追求」する学習活動

であるということが言える。

しかし、現代の科学が対象としている世界は、近代科学が生まれた16—17世紀の世界とは違って、素朴な自然が多くを占めている世界ではない。産業革命以降の科学技術の発達が引き起こした機械文明によって、人間が自然環境を次々と人工環境に造り替えてきた世界である。いわば、かなりな程度に「人工化された世界（人工系環境の拡大）」である。また、私たちの最も身近な自然物である「身体」も人工化（身につけている各種の装備、摂取している加工食品や薬物など）が進んでいる。現代人は「科学技術で武装したヒト」と表現することができる。（図1）

図1 人類の生物的・社会的進化の図式



人工物は自然に存在するのではなく、人間の意図や欲望によって物質化されたものである。細々とした身の回り品や巨大な構築物まで含めて、これらの「人工物」が「自然物」とは異質な存在であることは言うまでもない。確かにその素材は自然物なのだが、それらが構成され、作成されたものとして存在するとき、それらはいわゆる「自然物」以上の内容（価値）をその中に含んでいると言わざるを得ない。また、それらの物質に対して「自然法則」が働いていることは間違いないのだが、人工物にはそのほかに社会的な「意図（価値）」が込められて存在しているのである。

ここに「人文科学」や「社会科学」が独自の立場から、それらを解釈し、意味付けていく対象やその内容としての「人間性」や「社会性」が生まれてくる背景がある。これらの関係にはデリケートな問題が含まれている。新学習指導要領の中に「科学史」が取り入れられたのもこのことと関係がある。「科学史」を学ぶことは「科学技術と社会（科学技術社会論：STS (Science, Technology and Society)）」の入り口を学ぶことになるからである。

しかし、科学教育において「科学技術と社会」の関係をどこまで踏み込んで教えるかということは、難しい問題である。初等教育段階では日常生活に密着した科学を教えることに重点が置かれている。それに対して中等教育以降で「科学史」を教えるということは、単なる人物伝や発明史を教えることに留まらず、科学が歴史学、社会学、経済学、文化論等との接点を持つことになる。すなわち、「自然法則」の利用と「社会的価値」との絡み合いに触れることになる。これまでは割拠する個別分野として構成されていた物理や化学、生物、地学という土俵を踏み出すことになるのである。さらに、理科の4教科を越えて他の教科（たとえば、技術、家庭、保健等）との関係の見直しも必

要になるであろう。このことは特に教師（教える立場の者）はしっかり認識した上で教育の場に臨む必要がある。

科学技術と社会との複雑な関係は学習の発達段階が未熟な幼児や児童生徒（学習者）には理解が難しいことなので、教育課程の編成にあたっては、発達段階に即して次第に学習内容の「社会性」を高度化していく必要がある。その際のポイントは学習者の社会性獲得の段階と並行して進むということであり、社会科、国語科等の他の教科との接点が必要となる。

従来、一般的には児童生徒を対象とする科学教育は「科学を学ぶこと」が最終目的であるかのように理解されてきたが、今後は「科学を学ぶこと」を通じて「科学的思考法と実証的態度」とを身につけ、そのことが他の分野にも応用できるようにさせることが必要となる。高学年の生徒に対しては、社会的な観点から科学技術の働きを理解させることも含めた視野の広い知識と思考法を獲得させることも科学教育の目的の中に入ってくるのである。

3. 科学教育システム

科学教育システムは数多くのシステムの複合体である。具体的には、目的、内容（体系）および人的システム（組織）から成り立っている。それらのシステムは、学校教育組織を初めとして生涯（社会）教育・職業教育、あるいは多様な教育・学習活動を通じて、その他の社会システムとさまざまな相互関係（階層構造）を持っている。もちろん、科学（理科）以外の他の科目が関係する分野との関係も持ちながら総合的に機能している。

そして、それを機能させる要は「人（教員・学習者およびそれらを取り巻く関係者）」であり、人と人とを組織していく関係を含めてシステム（組織）と呼ぶことが正しいと言える。良い人材（教員等）を育成し、良いシステム（組織）を形成・維持することが大切である。

また、生涯学習との関連においては、科学教育システムは学校理科教育のみに基盤を置くのではなく、学校外の諸機関、すなわち社会教育施設、公共・民間の教育・研究機関や企業・ボランティア団体など、広範な諸組織と関連付けられて連携していくことが重要である。

この観点から、科学技術に関するコミュニケーションの円滑化やメディアの活性化などが重要な課題となる。それは人的な面において、理科教員の養成・研修であるとともに科学ジャーナリストや各種関係機関（博物館や研究所など）における科学技術インタープリターなどの職業的地位の確立や適切な人材養成という新しい課題となって現れてきている。

このような科学コミュニケーションの充実は、単に科学をコミュニケーションするだけでなく、科学と社会との関係を環境問題や開発問題との関係においても見ること、すなわち社会的な視野の拡大の中に位置付けていくことにもなり、新しい科学教育の在り方を包含する科学教育のシステムを創造していくことにもなるであろう。

第2章 科学教育の対象と方法について

1. 科学と科学の対象としての自然

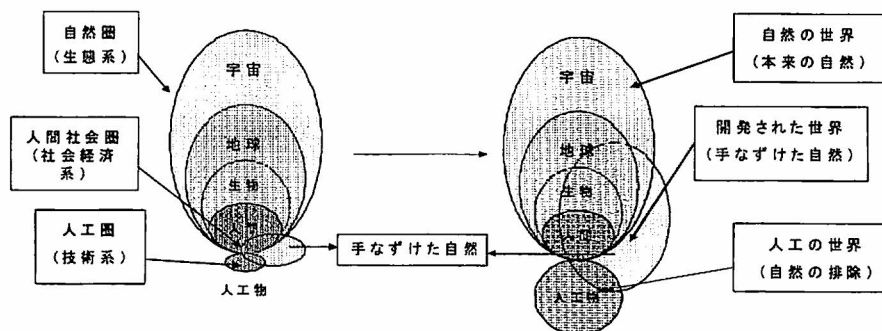
(1) 知識の対象としての「自然」とその拡張

科学の出発点は古代ギリシャにおける「自然哲学」の発生以来、「自然」を語るのには「自然」の事物（観察と計測による）をもって行う」という考え方が基本にあると考えられる。もちろん、タレスが「万物の源は水である」と言明し、ヘラクレイトスが「万物流転の根源は火である」と言明したことは、現在の物質観からみれば極めて幼稚な説明であるが、「自然の根源を自然の中に求め、自然を超越した存在物にその直接の根拠を求めない」という考え方は17世紀以降に確立した近代科学以降の考え方と共通するものがある。

現代の科学教育が対象とする世界は古代の自然哲学者が思考・認識の対象とした「自然（存在物）」そのものでもなく、17世紀の近代科学の開拓者たちが認識の対象とした「自然界」でもなく、それらの世界よりさらに拡大された世界であることをまず認識する必要があるだろう。

すなわち科学が対象とする環境（世界：人間の環境）には、人間が五感で知覚できる範囲での人の手の入っていない「本来の自然」（この中には微小生物や極地、深海、地中、原子や素粒子、深宇宙のように科学によって初めて確認された自然を含む）、人の手によって「改造（開拓）された自然」（田畑、公園緑地、里山・里林など）、および人工的手段によって創出された「人工物（人工環境：各種の建築物・構造物などの物的インフラストラクチャ）」の少なくとも3種類の学習の対象となるべき存在形態があることを生徒たちに理解させる必要がある。（図2）

図2 人工系環境の巨大化の図式



(2) 知識の確認手段としての観察、実験、実証方法の発達

知識が確実な知識であることの確認は、いわゆる学問一般において当然要請される要件であるが、日常生活上の知識においても必要に応じて要請され、そのことが事象の認識や係争の判断において重要な役割を演ずることがあるのは珍しいことではない。そして、その確実性を保証するのが誰もが認める「証拠」を提示することである。

この証拠の提示方法として用いられているのが、一方では観察・実験等による物理的な証拠の提示であり、他方では論証と計算による論理的・数理的な方法である。この2種類の証拠の提示方法は昔から人類が利用していたものであるが、それらの発達人類の歴史の中で単純素朴な段階から

精緻で巧妙な段階へと次第に発達してきたものである。古代文明の時代にはその文明の発展レベルがあり、中世の時代にはその文明に特有の、また近世・近代にはさらに発達した手段・方法が生み出された。その後の「科学革命」や「産業革命」によるさらなる文明の発達により、19世紀の第一次産業革命、20世紀の第2次産業革命の時代における科学技術の発達が驚異的な実験・実証手段を発達させ、現代も引き続き発展中であることは、現に我々が目にしているところである。

現行の学習指導要領^(注1)が「科学史」を学ばせることにした意義はそのような科学の大きな流れを学ぶところにあるのであって、個々の学者の伝記を学んだり、大発見の事例を学んだりすることはそのきっかけに過ぎない。

結論的に言えば、生徒たちは科学の基礎知識として、どのレベルの科学知識がどのような実証手段によって成り立つのかについて、具体的に学んでおく必要があり、このことが科学教育および科学的リテラシー（科学的素養）育成の基礎条件のひとつである。

2. 科学を学習する手段としての言語

(1) 自然言語と人工言語（専門用語）^(注2)

一般人の日常的言語生活は「自然言語」によって成り立っており、専門用語を用いるのは特別な場合である。人間がこの世に生まれたときにまず接するのは身の回りの自然現象であり、身の回りの人間が発する自然言語である。人間はこれらの環境の中で、まず自然言語で自然現象を認識・学習し、知識として蓄えていくのである。年齢を経るにしたがってさまざまな教育を受けるようになるのであるが、すべての学習の前提に自然言語による「素朴概念」の形成があり、教育によって与えられる体系化された概念は何らかの意味で素朴概念とは違った「特殊概念」であり、科学の分野におけるそれが学術用語としての「専門用語（科学言語体系）」ということになる。

また、「素朴概念」も年齢とともに知識と経験が豊富になることによってそれ自体の発展があり、高度化を遂げていく。人間は人生を経るとともにそれぞれの発展した素朴概念の体系を持っており、それは体系的な教育・学習によって得た多様な分野の専門（学術）用語の体系と併せて（並存的に）保持していると考えなければならない。科学教育（学習）によって獲得される「科学知識の体系」も「素朴概念の体系」およびその他の「専門知識の体系」と並存して発達している知識の体系であり、それらは互いに影響しあいながら形成されている。したがって、科学教育が他の分野の教育や概念体系と孤立して独自の形成が行われているわけではなく、相互に関連していることから、科学教育カリキュラムの編成にあたってこのことに留意した検討が必要である。

(2) 素朴概念から専門（学術）概念へ

素朴概念のレベルでの知識体系は、一口で説明すれば科学以前の知識体系である。例えば「天動説」の体系をその例としてあげることができる。また、近代科学の概念のレベルでは「地動説」をその例としてあげることができる。さらに、相対性理論や量子力学のレベルでもその専門概念にふさわしい学術用語を駆使した「宇宙論」、「素粒子論」が展開されている。後2者は人間の肉眼には

見ることのできない存在物や力の存在を仮定する必要がある、それを理解するためには抽象的な概念を理解し、操る知識と能力を必要とする。また、それを実証する技術の体系も別途用意されている。素朴概念と抽象(学術)概念をつなぐ図式を考えると、概略以下のようになるように思われる。

(素朴概念の整理から抽象概念の理解へ)

a) 素朴概念のレベルで成立する科学の体系

それは肉眼等の五感で確認できる事象と日常的な現象の経験(古い学問・言い伝え等を含む)の蓄積を基盤とし、それらから類推された知識の体系を整理したものである。言語のほかに基礎的な数学、幾何学および推論(論証術)を伴っている。

b) 抽象概念による自然法則を基盤とする科学の体系

このレベルの科学は、見かけの現象の背後に隠れている自然法則を精緻な観測と厳密な計算、および工夫された実験による実証によって確実な知識とする方法論を伴っている。それは素朴な観察と計算を超えた精緻で厳密な観測・実験技術の発達によってその基盤を確立した。

c) ふたつの科学の差異

上のふたつのレベルの科学は、その初歩的な段階においては方法論(観察や観測を基本データとして、それらを適当な仮説と推論を用いて結論を導く)について共通性を持つ。しかし、それぞれそのレベルが上昇してくるとその差が拡大してくる。すなわち、実証レベルにおける方法論と概念規定およびそれらの厳密性において大きな差が出てくるからである。実験・実証手段の発達の差が、ふたつの科学の性格と発展性を大きく分けているとすることができる。また、それは自然言語と専門(学術)言語に対する依存の差によるものというよりは、実証手段(それぞれの体系を支える基盤)の差によると言うべきである。

3. 科学技術が新たに生み出した世界(人工環境拡大の影響)

科学技術の発達により、人類は人工物(質)をおびただしく生産し、人工環境を著しく拡大してきた。このことは科学の対象が素朴な自然物(自然環境)から、広大な人工物(人工環境)へと拡大してきていることを示している。

人工環境は人間が意図的に造りだしたものである。しかし、本来の自然は人間の意図(意識)の外にある(自然に生成・消滅する)ものであるから、人工物とは本質的に異なった存在物である。ただし、人工物の素材(材料)は自然物なので、そこで人工物と自然物とはつながっている。

また、科学は人間が作り出した知識(情報)の体系であるが、その対象とする自然は人工物ではないが科学自身は人工物である。そして、科学教育の対象となる児童生徒は人工物ではなく自然物である。もちろん教師を含む大人も本来は自然物なのであるが、知識(人工の情報)を蓄えこむようになって、その意識は相当に人工化されている。しかし、その身体は自然物として人間の意識を担いでいる。

したがって、それを科学教育の視点から見ると、科学の対象には「本来の自然」だけではなく、

人工化された世界（物質、環境、システム）を意識して加えていかなければならないのである。その意味において、科学のカリキュラムは生徒の発達段階を考慮しながら、旧来の自然観を再吟味して、本来の自然を扱うだけではなく、積極的に人工化された世界を扱う内容も取り入れ、このような対象を取り扱う科学技術（人工系科学技術）に配慮し、位置づけていくという構造を必要としている。「本来の自然」と「人的環境」のバランスをどう取っていくかは、今後の科学教育カリキュラムのひとつの課題であるとともに、環境教育・開発教育との接点ともなっている。

現在の4教科（物理、化学、生物、地学）は、このような観点からもその内容と構成を再検討する必要がある。

4. 科学教育とサイエンス・コミュニケーション

近年科学教育あるいは科学技術の普及の分野でサイエンス・コミュニケーションの重要性が強く認識されだしている。科学技術に関係する知識や情報が重要であるということ自体ははるか以前から有識者や財界人、政府関係者によってたびたび提起されていたことである。しかし、それらは専門家の意見・見識として表明されていただけで、科学技術政策の柱としてきちんと位置付けられ、多額の予算が付けられて多くの事業（イベント）が実施されることは多くはなかった。

公共政策のレベルではそれらは人々の楽しみ（趣味）とみなされるか、個人レベルの数寄ごととみなされることが多かった。フォーマルなことではなく、インフォーマルな世界のできごとだったのである。一般大衆が科学に対して強い関心を持ち、親しんでそれらに意見を表明する、あるいは科学技術政策に対して、専門家を差し置いてクレームを付けることなど考えもされなかったのである。公的レベルでは科学技術の世界は専門家の独壇場の感があったと言えよう。

そのような世界に少しでも変化が生じたことの背景には、科学技術をめぐる大きな世界情勢の変化があったことが指摘できる。科学技術のみならず、政治、経済、資源、エネルギー、情報、文化交流など、ほとんどすべての分野で、グローバル化の動きが始まったことである。

それまでの国際間競争は資源・エネルギーあるいは商品マーケットの獲得競争として意識され、「貿易戦争」といってもそれらは“繊維摩擦”、“鉄鋼摩擦”、“自動車摩擦”と呼ばれたように、それらのテーマは大方局部的なものを受け取られることが多かった。しかし、1980年代以降、それらの産業界での局地戦に敗れた米国が“知的財産権”重視政策に転換して以来、世界の流れが大きく変化してきたと言える。すべての“経済力”、“産業力”の基盤には科学技術があるという認識に到達したのである。すなわち、“知的財産（特許や著作権など）”という「知識と情報」を武器とする総力戦が始まったとすることができる。

このような新しい世界では、各国の国民自身がいかに科学技術力（知識と情報）を持ち、それらを仕事の上で、あるいは生活の上で上手に生かしていけるか、創造性を発揮できるかどうかということが重要な要件となる。別な言い方をすれば、一般大衆としての国民がいかに質の良い科学技術情報を普及させ、また国民自身がどれだけ創造的な科学技術活動を理解し、支持し、それに参加しているかということが、国力の源泉になると言うことができる。その意味で「科学技術基本法」^(註3)が

制定され、「科学技術基本計画」^(註3)が作成されて、サイエンス・コミュニケーションは科学教育の対象と方法に関する隣接分野（あるいは一部）として重要な位置づけを得たと言える。

第3章 科学技術とモード論（科学のパラダイムを連結する）

1. モード論とはどのような考え方か？

モード論とは、科学技術と社会との相互関係における新しい潮流を規定する様式を、旧来の様式と対比するために考え出された科学技術活動の様式（モード）を定式化する議論である。少し長い引用となるが、モード論の提唱者たちはモード論を次のように考えている。（参考資料1, pp5-6）

「著者たちは、単に科学技術活動にとどまらず、社会的、文化的な局面を含めて、知識生産の方法の根本的な変化にわれわれは直面しているのだと考える。この変化は、知識生産の新しいモードへの移行で、新しいモードは、すでに確立されている組織、ディシプリン（個別学問領域）、研究活動、政策に置き換わり、あるいは改革を迫っていると考える。従来から存在する知識生産の様式をモード1、新しい様式をモード2という。簡単にいえば、ディシプリンの内的論理で研究の方向や進め方が決まるのがモード1、社会に開放された科学研究のモードがモード2となる。モード1とモード2とはどのようなものかを簡単に示しておこう。

モード1では、研究活動は、各ディシプリンの内的論理によって進められる。たとえば、問題解決は、ディシプリンの内部の規約によって進められ、研究成果の価値は、ディシプリンの知識体系の発展にいかに関与しているかによって決まる。研究成果は、学術雑誌、学会などの制度化されたメディアを通じて普及する。研究活動の実用的な目的は、直接的には存在しない。人材養成は、各ディシプリンのなかで、具体的には大学の学科などで行われる。したがって、教育訓練を受けていない外部の人間が入り込むことが困難、あるいは、外部の人間が関与することを正当化することが困難である。

一方、モード2では、問題設定がアプリケーション（単に産業的な応用だけでなく、社会的な応用を含む）のコンテキストで決まる。問題解決には、単一のディシプリンだけでなく、多様なディシプリンからの参加が求められる。そこでは、ディシプリンを超越したトランスディシプリナリな問題解決の枠組みが用意され、個別のディシプリンにはない独自の理論構造、研究方法、研究様式を構築する。これらは必ずしも個別のディシプリンの発展には寄与しない。研究成果は制度化されたメディアを通じて普及するのではなく、参加者たちのあいだで学習的に知識が普及する。参加者の範囲は広い。大学研究者のみならず、産業界、政府の専門家、さらには市民も、必要に応じて参加するし、参加する必然性がある。その結果、知識生産の拠点が分散する。」

以上のように、モード1の科学技術とは個別科学のディシプリンに依拠してその規範の中で機能する科学技術に対する呼称であり、モード2の科学技術とは個別のディシプリンを越えたアプリ

ケーション（社会のニーズ）に依拠して新たな規範を形成しながら現実の社会の中で機能するトランス・ディシプリナリーな科学技術に対する呼称である。

モード論はこのようにその性格を異にする2種類の科学技術に関する区分を明確にし、社会において果たす機能の違いを的確に把握することにより、科学技術と社会との関係がより高度化し、複雑になってきた現代社会における科学技術の役割を生産的に認識することを提唱するものである。

2. モード論の意義

モード1の科学技術は近代科学革命以来の科学技術の発展の基礎を担ってきた近代科学の典型的な存在形態(T.クーン、参考資料2)であり、科学技術関係者には特にその説明は要しないであろう。それに対してモード2の科学技術の内容については、モード論の提唱者も必ずしも明快な説明を与えているわけではないので、今ひとつはつきり分からないという人も多いであろう。その理由は、モード2の科学技術について多少の考察を加えれば、それが特別に目新しい（つまり、現代高度科学技術社会に特別の）科学技術ではなく、科学のアプリケーションの形態としては今までもあり続けてきたのではないかということに気がつくからである。それでは、なぜ今さらモード2の科学技術なのであるのか。そのどこに今日的な意義があるのであるのか。

現代の科学技術は環境問題をはじめとしてさまざまな複合的な問題（負の側面も含む）に直面している。個別分野の科学技術が開発した成果により経済は発展し、数多くの便利さ、豊かさを実現してきた。それらは個別の科学技術が生み出した単純素朴な成果では必ずしもなく、それらの集合体としてのシステム化された社会組織がそれらの成果を飲み込む複雑な複合体を作り出している。それらはまた今に始まったことではなく、人類の歴史、ことに近代科学の発展と産業革命の結果としての産物である。

現在、それらが生み出したさまざまな問題が近年の人類の悩みの種になっていることが広く認識されだしている。社会の中にしっかりと組み込まれ、システムと化した科学技術の成果を解きほぐして、それらの問題をひとつひとつ解決していくことは容易ではない。このような広範な問題を系統的に解決していく科学は、これまでは従来の個別分野を基盤とする科学技術にとっては得意な分野ではなかった。細分化された個別分野の中で研究開発を推進し、評価すること、すなわち各分野の中で完結する研究が最も科学技術らしい科学技術として評価されてきた。それが従来の個別の科学技術のあり方（モード1）であった。

しかし、科学技術の発展が進み、モード1型の科学技術の成果が複合的に社会の中に組み込まれて発展すると、従来の科学技術の成果が複雑に影響しあい、それらが生み出す廃棄物等の負の影響も単純ではなくなってしまう。個々の素晴らしい科学技術がある種の「合成の誤謬」を豊かな生活の中に持ち込むことになってきたのである。これらの問題を解決するためには、これまで不得意であった複数の分野を系統的に構成し、それらの問題を解決していく社会の新しいニーズに対応していくタイプの科学技術が不可欠となってきた。すなわち、社会の多様なニーズに応える科学技術のアプリケーションがよりいっそう必要となったのである。

モード論の提唱者たちは科学技術に対する社会の新しい要請に対する動きが次第に強くなっていくことを捉えて、新しいタイプ(モード2)の科学技術のありかたを強調したのである。そのプロトタイプは近代産業社会が形成されてくる過程でも数多く生まれてきていたのであるが、20世紀の半ば以降までそれらはモード1型の科学技術の発展とそれらに対する社会のニーズの強さに押されて、あまり目立たずまた発展のスピードも遅かったと言えよう。地球環境問題というマクロな問題とともに、環境ホルモン、BSE(狂牛病)、化学物質過敏症などの複合汚染が具体的に社会の多数の人々に認識されるに従い、モード2型の科学技術のあり方が浮かび上がってきたわけである。

しかし、だからといってモード1型の科学技術が不要になるわけではない。従来は、モード1型の科学技術は社会の発展、経済成長や便利さ、快適さなどに奉仕するものとして高く評価され、歓迎されてその地位を高めてきたが、これからは逆にモード2型の科学技術に協力するものとしての重要性を高めていくことになるのである。なぜなら、モード2型の科学技術はその総合性・複合性のために、モード1型の科学技術に依存しなければ発展できないからである。モード1型の科学技術は不必要になるのではなく、自分たち自身のパラダイムに対してだけではなく、社会が要求するニーズのアプリケーションに対応するモード2型の科学技術に協力することをそのミッションに加えていくことになるのである。その存在意義が変わり、それぞれの個別分野の中で完結するのではなく、他の分野とのコミュニケーションを活発にしなければならなくなったのである。すなわち、モード2型の活動の中でモード1型の原則に固執することは、社会的ニーズ解決のための活動の足を引っ張ることになってしまうのである。

モード論提唱の意義はこのような科学技術の社会に対するあり方の変化を指摘したこと、従来の科学技術のあり方に一石を投じたところにあると考えられる。科学技術の社会に対するミッションが変化していることを指摘したのである。

3. 科学教育とモード論

モード論によって示されている科学技術のあり方は、科学教育にどのようなインパクトを与えるのであろうか。まず、モード2で対象とされる科学技術はかなり複雑な社会的背景を伴うものであり、それが対象とするような科学技術は教育の上ではどのような対象者に対して行われるのがふさわしいのかについて考えることにしよう。

果たして、科学の初心者(仮に幼稚園児や小学生としよう)でも取り組めるのか、中・高校生ではどうか、大学生・社会人にはどうなのか。このように考えるのは、科学教育はその対象・レベルによってその目標・内容・方法はそれぞれ異なり、階層化して構成する必要があると考えるからである。

モード2で対象とされる科学技術はその性格上社会的な問題としての内容をも含んでおり、その解決が社会的ニーズとして現れていることから、科学技術上の問題であると同時に社会問題として取り上げることも可能だからである。したがって、それは科学教育の対象としてだけではなく、他の科目(たとえば小学校では生活科や社会化、中学校では技術・家庭科など)との関連について配

慮する必要がある。

また、中・高校生になれば、科学技術の問題と社会問題とをかなり具体的に関連付けて学習の対象とすることができるし、大学生・一般人ともなれば、それは学習だけではなく、それを越えて解決のための取り組み手段として専門的に科学技術を研究し、社会的な運動や改善に向けて直接行動を進めていくことも視野に入ってくる。たとえば科学技術政策の形成のプロセスに関しては、アメリカの科学技術コミュニケーションは各個人の年齢や職業などの社会階層にあまりとらわれることなく、自由に意見の交換が行われていることが指摘されている^(註4)。

モード1の科学技術とモード2の科学技術は、現代社会においてこのように幅の広い教育対象を考えた場合に、それぞれの段階でどのように理科(科学)の科目の中に位置付けていくかを考える場合のバックボーンになるひとつの科学技術の区分方法である。

仮に幼稚園から高等学校までを理科カリキュラム研究と作成の範囲であるとすれば、その範囲の中でそれらの最良の組み合わせを考えるとともに、他教科との関連にも配慮していけば良いであろう。

4. モード論と環境教育・開発教育との関係

環境教育および開発教育の背景にある環境問題と開発問題の解決は、現在ではグローバルな世界の切実な問題となり、それらの解決は社会の大きなニーズになっていると言える。これらの問題の解決のためには、他分野にわたる科学技術(モード1に相当する各分野)の複合的な協力が必要なだけでなく、いわゆる理工系の科学技術分野とともに人文社会科学系の分野における研究成果をも統合したアプリケーション(近年は「社会技術」^(註5))という用語が行政分野で使用されるようになってきている)による問題解決の活動が重要性を増してきている。

現在一般的に実施されている環境教育や開発教育においては、単に理念や理論の学習だけではなく、実践的な活動と問題が所在する「現場」における実見(体験)学習が重視されている。教育効果を上げるためには、いわゆる「座学」よりは「活動」と「体験」を通じた認識の深化が重要とされているのである。

実践活動や現場体験においては、さまざまな条件や要素が混在しており、自然科学の面においても人文社会科学の面においても、単一のモード1科学の知見で事象を理解するだけでは、その問題全体の理解には結びつかない。むしろ、その問題の解決を図ろうとすればするほどとてもひとつの科学分野だけでは足りず、あれも必要、これも必要ということになるのである。

したがって、環境教育や開発教育では最初の入り口段階では必要とは限らないが、教育学習を進めていけばどうしてもモード2科学の知見の助けを借りなければならないことになる。その意味でこれらの教育分野は必然的にモード2の科学との関係が深いのである。しかし、そのことはモード1の科学との縁が切れるということにはならない。すなわち、モード2の科学の素材となり、それを支えているのはモード1の科学だからである。

これらの教育分野において教育学習を進めていくとき、個別の問題の内容を深く追求していけば、

そこにはモード1の科学の深い知見を必要とする課題が山積しているのである。それらをうまくつなぎ合わせ、さらに「社会技術」と結び合わせて、問題全体の構造と解決方策の方向を探っていくことが必要であり、その部分がモード2の科学となっていくのである。

したがって、環境教育と開発教育の基礎には科学教育の成果が必要なのである。科学教育の成果を正しく、上手に活用することによって、環境教育と開発教育の成果も上がっていくという関係がそこに存在している。このような局面では、科学教育の中にサイエンス・コミュニケーションの視点が要求され、科学技術ジャーナリズムの力量が問われるようになる。良質の情報や評価のスタイルを供給することができるかが、教育への影響力となるからである。

まだ日本では、欧米諸国に較べると科学技術ジャーナリズムの世界は弱体である。科学技術ジャーナリストを結集した日本科学技術ジャーナリスト会議は1994年7月に結成されたが、欧米なみの活動水準に追いつくために悪戦苦闘しており、そのための社会的条件は日本においてはまだまだ厳しいと言わざるを得ない。

現代社会における科学技術コミュニケーションは、単に科学の難しい知識を易しく伝えるとか、一般向けに広く伝えるというだけではなくなっている。科学技術の急速な発達とその社会との関係は非常に高度で複雑な関係となっている。教育をする側だけではなく、科学技術ジャーナリズムの側でもそのような環境の変化に対応した高度で多様な対応を迫られているのである。

サイエンス・コミュニケーションの幅は広く、学校における教育活動だけではなく、広く社会におけるニーズに対応した活動を展開していくことが要請されている。その中には環境問題や開発問題に関することが相当な比重を占めており、科学教育、環境教育、開発教育に対する影響力は大きく、また密接な関係を持っているのである。

医学に「パラ・メディカル」という広い関係分野が近年広がったのと同様に、科学の世界にも「パラ・サイエンス」の分野が生成発展し、広がりつつあると考えられる。科学コミュニケーションに関するサイエンス・インタープリターとかサイエンス・プロデューサーと呼ばれるような新しい人材のニーズが社会的に高まってきていることはその証左にほかならない。学校教員や教育委員会職員はこれらの新しいパラ・サイエンス分野の人材と協力して、科学・環境・開発という21世紀のグローバルな課題に取り組んでいく若い人材の育成につとめなければならないのである。そのためにこれまでの近代的教育システムを改めて見直してみることも必要となっている。

第4章 環境共生社会・国際共生社会と教育

1. 科学教育、環境教育、開発教育に関する歴史的な位置付け

日本の科学教育は明治維新以降、日本が近代国家の建設を目標として国造りを行うに際して、必要欠くべからざる要件（必要条件）として西欧から移植され、整備されてきたものである。現在、一部の産業分野では日本は世界一流のレベルに達するまでに、科学技術先進国となっている。その実現の基礎となった理数科目の学習達成度を測る初等中等教育レベルの数学と理科の国際比較テス

ト (IEA^(注6) および OECD^(注7) が実施している) においては、従前はトップ・レベルの成績を誇っていたが、近年のテストではその地位を後進の諸国に脅かされる状況となっている。その原因のひとつとして、日本の教育は「覚える学習」が中心で「考える学習」が不十分であるからという指摘が行われている。

このことは、近年のグローバル化した国際（国家間）競争においては、従来の貿易競争、経済力競争、科学技術競争などから、次第に教育力競争の分野にも及んできたことを示している。すなわち、教育政策も明治維新时期と同様に世界的な国家戦略の一部として位置付けなければならなくなったものである。

その意味で科学教育はもはや国内問題ではなく、国際的な視野にたった見直しが必要であり、国内事情を政策決定の優先事項にしてはならない状況になっている。現代の教育が抱えている諸問題を世界的な視野で見ながら、科学教育の内容やカリキュラム、すなわち科学教育システムを考えていく必要がある。

一方、環境教育は科学教育に比較するとその一般化の歴史は比較的新しい。日本の場合も多くの先進国と同様に経済成長期における「公害教育」をその契機としている。多くの地域の学校が「公害教育」と取り組む過程でその内容が充実発展し、環境問題が次第に深刻に認識される中で「環境教育」へと転換してきたのである。それらの教育経験を経て文部省が「環境教育」を学習指導要領の中に正式に位置付けたのは1991年のことである。

その後環境教育は世界的な「グローバルな地球環境問題」の広がりとともに、今では学校教育の中にしっかりと根付いてきている。そして「環境問題」に取り組むときには正確な科学技術の知識を前提とした理解と、科学的な方法による解決手段へのアクセスが要求されるのである。その意味で「環境教育」はしっかりとした「科学教育」が前提になっていなければ正しい教育目的は達せられないのである。

また、日本における「開発教育」の歴史はさらに新しく、1980年代に入ってから本格的に取り上げられるようになった。しかし、一般に普及を始めたのは1990年代に入ってからである。1950年代に始まった「国際理解教育」をその前史としてあげる人もいるが、「国際理解」は「開発教育」の基礎としては必要であるが、「開発教育」はさらにそれを超えた現実的な問題の解決を目的としている。ここでは「科学技術」を社会に応用し、「開発」のために役立てていくという「能力」の育成が必要とされるのである。

さらに、「開発教育」の背景は広がっており、学校という場において児童生徒を対象とするばかりでなく、その父母や地域の住民を対象とする生涯学習（社会教育）の場でも展開されなければならない。さらにそれらを統合した開発政策、開発計画プロジェクトの一環として展開されるという役割をも担っているのである。これらの観点は発展途上国の教育（社会）開発援助のシステムにもリンクしており、先進国の立場で「開発教育」に取り組んでいく場合には看過できない側面である。

1国あるいは1地域の開発にかかわるということになれば、その学習には当然その環境と資源開発の問題が重要な要件となり、ここにも科学技術の正しい適用と利用の問題が入ってくる。したがっ

て、「開発教育」も「科学教育」を包摂した内容を含んでいるのである。以上のように「科学教育」、「環境教育」および「開発教育」を見てくると、これらは「科学教育」を基礎として密接な関係を有していると言わざるをえない。

2. 科学教育、環境教育、開発教育の関係に関する視点

「環境教育」は自然に親しみ、自然を理解することから出発し、学年が進むにつれて社会関係（構造）や産業システムとの関係を学んでいく。理科の時間に学ぶ自然（科学）に関する知識は「社会科学」や「総合的学習の時間」などの中で多様な知識と結び合わされることにより、初めて環境問題をそれらしい知識体系として、子どもたちは身に付けていくのである。

理科教育における個々の教育内容は「モード1型」に近い知識としての内容であるが、それが環境学習（問題）と結びつくことによって、「モード2型」の知識体系へと発達していくのである。また、環境問題はグローバルな課題であるが、身近な環境や日常的な生活問題としての話題から理解を深め、徐々に視野を拡大していくという道筋をたどることが多い。

それに対して、「開発教育」は（小学校での学習を想定すると）入り口は身近な異文化（外国人居住者等）の存在から出発することはあるとしても、それはすぐに外国（文化・人間・環境等）の存在とその内容の認識に広がっていく。そして「開発教育」のポイントは単なる国際理解教育ではなく、外国（主として発展途上国）の開発問題を考え、理解し、さらに協力することまでを含むということである。現実になんかを実行するかどうかは別として、「環境教育」と同様にそれらの問題の解決を目標として何かを実行することを考察（練習）するところまで学習することが含まれる。

その場合、環境教育の場合は問題自身の原因究明や解決策の策定のために科学技術の知識がかなり直接的に役立つ場合が多く想定される。もちろん、経済的利害や社会制度・産業システムなどの問題が複雑に絡むことも多いが、科学技術の知識が問題解決の見通しを立てるためには相当役立っていることが多いと言える。

それに対して、「開発教育」が対象とする開発問題には、グローバルな世界の構造問題（政治的、経済的、社会的、歴史的、思想的、民族的、文化的、宗教的等々）がより複雑に絡んでくるのである。すなわち、科学技術のレベルでの原因究明や解決策の見通しがある程度分かっているとしても、それ以外の上記のような諸問題が障害となって全く“埒（らち）が明かない”という事例がきわめて（環境問題以上に）多いと考えなければならない。

しかし、歴史的に見ても開発問題が科学技術の発達による世界の近代化（文明化：Civilization）のうねり（産業革命、経済発展、植民地獲得、資源と富の収奪、政治的・文化的支配等々）が引き起こしてきたことを考えると、この問題の解決の鍵も科学技術の今後の発展の方向性とそれを社会的・経済的・文化的にどのように具体的に応用実施していくか（モード論で言う社会の「アプリケーション」）ということに帰着すると考えることができる。

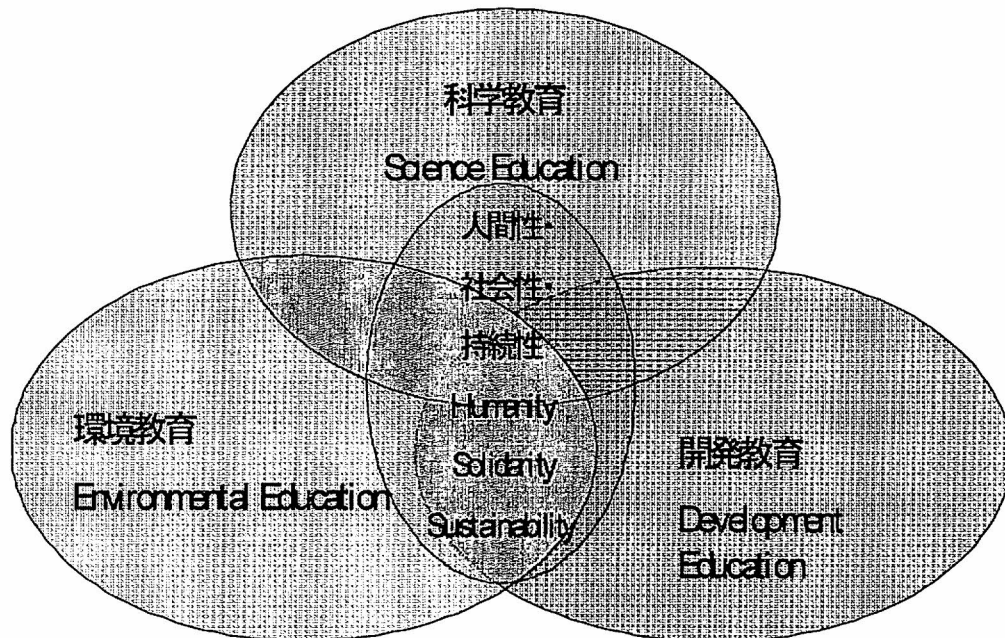
このような視点から見ると、「科学教育」と「環境教育」、「開発教育」とは1本の筋でつながっており、科学（自然科学のみではなく、社会科学、人文科学も含めて）を総合的に活用し、発展させ

ることを視野に入れた教育課程の編成を教育の分野でも工夫し、実行していくことを要請されると言える。(図3)

図3 科学教育・環境教育・開発教育の連携

3. 科学教育、環境教育、開発教育の今後の役割

現在の世界情勢を考えると、我々は「環境共生社会」と「国際共生社会」との両方を同時並行



的に構想し、実現させていかなければならないと考える。すなわち、現在の世界が直面している最も大きな問題は、ひとつは環境問題であり、もうひとつは世界的に多発している紛争（国家間、地域間、民族間、部族間、宗教間等々）問題だからである。これらの問題の背景には開発と富の生産・分配の問題（一般的な表現では経済的利害の問題）が横たわっている。

このような背景にある問題の解決について直接論ずることは本論の目的ではないが、このことは深く認識しておく必要がある。なぜなら、それらの解決のために教育の分野からの基礎造りを行うことが「環境教育」と「開発教育」の目的だからである。

その意味で、それらの教育の基礎的な理解や知識を自然科学を基礎として提供し、正確で客観的なものの見方を準備する「科学教育」の役割は大変大きい。科学教育の良し悪し、そのレベルについて関心が高まっている現在、現代および未来社会に対して前向きに役立つ内容と方向性を持つ教育課程（カリキュラム）を編成し、実施していくことが最も基本的な教育課題として位置付けられると言えよう。現今、理数教育に対する世界の関心が高まっていることは、そのような認識も高まっていると善意に解釈したいが、現実には経済産業上のグローバルな競争（メガコンペティション）への必要性からだと指摘する方が的を得ているであろう。

しかし、産業経済そのものが環境問題や開発問題の克服を通じて、「環境共生社会」と「国際共生社会」の実現へと向かって行かざるを得ない状況が作り出されれば、これに越したことはない。そして、そのような世界の動向の流れの中に「科学教育」、「環境教育」、「開発教育」を内容的にも量的

にも位置付けていくことが、我々教育関係者の役割であると考えます。その役割を果たしていくことが、すなわち、「科学教育」、「環境教育」、「開発教育」の役割をいっそう高め、新世代の若者たちがこれらの教育を通じて、我々とともに「環境共生社会」と「国際共生社会」の実現へと一歩ずつ近づいていくための道筋をつけることが必要である。

参考文献

1. 中村邦光 (2002) 「21世紀への警鐘—教員生活の随想—」アイ・ケイ・コーポレーション
2. 鈴木紀雄と環境教育を考える会編 (2001) 「環境学と環境教育」かもがわ出版
3. 長濱 元 (2004) 「国際共生社会を目指して—環境教育からのアプローチ—」国際共生社会研究センター・ワークショップ発表資料
4. 長濱 元 (2004) 「環境問題と環境教育—国際共生社会を目指して—」、『環境共生社会学』第7章 p134—159、東洋大学国際共生社会研究センター
5. 長濱 元 (2000) 「科学教育における学社連携の在り方」、『日本ミュージアム・マネジメント学会研究紀要』第4号 pp75-82、日本ミュージアム・マネジメント学会
6. 山川偉夫 (1993) 「古代ギリシャの思想」pp37, pp138-139、講談社学術文庫1075
7. ポアンカレ著、河野伊三郎訳 (1938) 「科学と仮説」岩波書店
8. 村上陽一郎 (1971) 「西欧近代科学—その自然観の歴史と構造—」新曜社
9. 「大辞林 (第2版)」、三省堂
10. 吉川弘之 (1992) 「人工物工学の提唱」イリウムII—1pp41-55、東京電力
11. 吉川弘之 (2001) 「テクノロジーと教育のゆくえ」岩波書店
12. 養老孟司 (2003) 「いちばん大切なこと」集英社新書02193B、pp141~175
13. 関根栄雄 (1957) 「理科教育—これまでとこれから—」新評論
14. 三井澄雄 (1999) 「科学教育史研究ノート」同時代社
15. 日本科学技術ジャーナリスト会議編 (2004) 「科学ジャーナリズムの世界—真実に迫り、明日を開く—」(株)化学同人
16. S.ストックルマイヤー他著、佐々木勝浩他訳 (2003) 「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意識—」丸善プラネット社
17. 中央教育審議会 (1996) 「21世紀を展望した我が国の教育のあり方について—審議のまとめ—」文部省
18. 文部省編「学習指導要領」
19. マイケル・ギボンズ編著、小林信一監訳 (1997) 「現代社会と知の創造—モード論とは何か—」丸善ライブラリー—241、丸善株式会社
(原書) Michael Gibbons et al, “The new production of knowledge —The dynamics of science and research in contemporary societies”, SAGE Publications, 1994
20. トーマス・クーン著、中山茂訳 (1971) 「科学革命の構造」みすず書房
(原書) Thomas. S. Kuhn, “The Structure of Scientific Revolutions”, The University Chicago Press, 1962
21. 石井吉徳 (2004) “エネルギーと地球環境との調和—石油ピークが過ぎた21世紀に考えるべきこと—”、『IL-LUMU』No.31, June 2004、東京電力
22. Jon D. Miller (1983), “THE AMERICAN PEOPLE and SCIENCE POLICY —The role of public Attitudes in the policy process”, Pergamon Press
23. 科学技術庁 (2000) 「社会技術の研究開発の進め方に関する研究会報告書」
24. 国立教育政策研究所 (2004) 「国際数学・理科教育動向調査の2003年調査結果報告書 (概要)」
25. 国立教育政策研究所 (2004) 「PISA (OECD 生徒の学習到達度調査) 2003年調査結果報告書」、

26. 北村和夫（2000）「環境教育と学校の変革」農文協
27. 沼田 真監修（1992）「学校の中での環境教育」地球化時代の環境教育 2、国土社
28. 田中代彦（1998）「南北問題と開発教育」亜紀書房
29. 豊田俊雄著（1998）「発展途上国の教育と学校」明石書店
30. 江原裕美編（2001）「開発と教育—国際協力と子どもたちの未来」新評論

注

- 1 現行の学習指導要領（幼稚園、小学校および中学校）は平成10年12月に改訂されたものである。高等学校については平成11年3月に改訂されている。その実施は幼・小・中については平成14年からであるが、実際には12年から前倒しで部分的に取り入れられている。また、高等学校については平成15年の1年生から適用される。平成13年12月などに一部改訂が行われている。
- 2 「大辞林（第2版）」、三省堂による「自然言語」、「人工言語」、「学術用語」の説明
自然言語：社会の中で自然に発生し、自然に用いられている言語（例：日本語、中国語、英語など）。人為的に規定された人工言語に対していう語。
人工言語：(1) 国際共通言語を目ざして作られた言語（例：エスペラント）。
(2) 言語規則が人為的に明確にされている言語。（例：コンピューターのプログラム言語や記号論理学の言語など）。
学術用語：学術研究上、特に用いることば。術語。専門語。テクニカルターム。（同じ用語でも分野が異なればその定義が異なることもある。）
なお、「素朴概念」の語は大辞林には掲載がない。児童生徒に関する「素朴概念」の取り扱いについては、日々の授業の実践の中での問題として、日本科学教育学会や理科教育学会のメンバー等による多くの研究発表がある。
- 3 この報告書がきっかけになり、平成13年度に科学技術振興機構（JST）に「社会技術研究システム」が立ち上がり、公募型プログラムを含む研究が進められている。（担当：社会技術研究システム推進室）
- 4 国際数学・理科教育動向調査は国際教育到達度評価学会（IEA：1960年創設）が1964年以降数年おきに継続的に実施しているものである。
- 5 OECD ではこの調査を2000年から開始し、2003年調査は2回目の調査である。IEA のTIMSS 同様数学と理科を対象とした調査である。

Science Education, Environmental Education and Development Education
at the Changing Era of Globalization

Hajime, NAGAHAMA

In the contemporary world, it is needed for us to solve the environmental and development problems. For the purpose of solving those problems, the educational activity is one of the most important means to understand, think and finally to act and contribute everything for those problems. In this paper, the author discusses the importance and relevance of three areas of education (science education, environmental education and development education), especially the science education is the most basic area of those educational areas in a viewpoint of scientific and social circumstances of those relative structure.