

循環と共生の社会構築に向けて

野 崎 勉〔鹿児島大学名誉教授・東北大学（中国）〕
王 秋 菊〔東北大学（中国）〕

For Realization of Circulation and Co-existence Society

NOZAKI Tsutomu [Emeritus Professor, Kagoshima University · Northeastern University]

WANG Qiuju [Northeastern University]

キーワード：循環、共生、環境倫理、科学技術コミュニケーション、トランス・サイエンス

1. はじめに

循環が物質すなわちハードウェアとして“もの”の循環であるのに対して、共生は生物間の精神行動を含む関係行動、すなわち“もの”に対してソフトウェアとしての“ところ”が関係している。そして、共生とは、広義では人間と他の生物、狭義では、人と人の共生を意味する。主題である『循環と共生の社会』とは、“持続可能な完全循環型社会と、広義では他の生物・自然環境との共生と、狭義では人間が共生できる社会”をいう。例えば、里深⁽¹⁾によると、“技術の共生”とは、人間社会における異文化交流により創生される技術を指すが、ここではそれを含む、広い意味での共生として用いている。表題で用いた“共生”とは、生物学上は“symbiosis”が用いられるが、ここでは広義の意味を持たずべく、敢えて“co-existence”を用いることとした。

人類はこの地球上で卓越した営みのコミュニティを形成しているのである。自然循環の食物連鎖の一部に組み込まれた人類は、他の生物とは異なり、長い間の切実な体験の積み重ねに基づき学習を重ね、技術を磨き、その後、科学と結びつき科学技術として進化させ、現在に至っている。その結果、人間を煩わしい労働から解放し、豊かな社会を形成してきた。しかし、とりわけ、18世紀後半に始まった化石燃料の多用の代償として、爆発的人口増加を含む地球環境問題という科学技術の影を背負うこととなった。さらに、自由主義経済下で、そのグローバル化と高度情報化により、許容限度を逸脱した南北の経済格差が増大した。今こそ、新たな価値観を共有する、『循環と共生の国際社会』を構築すべきである。その社会は人類共有の「節度ある科学技術に支えられた国際社会」でもある。

自由主義経済の中で、絶対貧困のない共生する国際社会を志向し、その精神構造の上に、物質としての資源の循環を基調とした社会構造の構築が望まれるのである。国家や民族特有の文化に、全人類が等しく分かち合うべき新しい科学技術が融合した共生の文明こそ、これからの国際社会、すなわち、豊かさを生む科学技術を共有した異文化社会の集合体としての国際社会、いうなれば、本論で述べる有限なるバイオスフェアでの地球社会構築には不可欠であろう。

循環型社会と共生社会の両立した国際社会構築に向けての、科学技術のあるべき方向と、科学技術の発達とともに、今や、地球環境問題を始めとする諸問題の顕在化する中、複雑化する技術に対する、その適用者と一般市民との間に生じてくる知識の乖離に伴う、専門家のモラルとその恩恵に欲するエンドユーザーの意識向上が省資源・省エネルギーを基軸とする循環型社会構築には不可欠となってきた。ここでは、既著⁽²⁾の内容を循環型共生社会における科学技術の在り方と科学技術と社会との関わりについて改めて論じたものである。

2. 科学技術の光と影

16世紀半ば、Galileo Galilei (1564–1642) やIsac Newton (1642–1727) の時代が科学の萌芽期とされ、“科学する”ことの始まりは近代の西欧であったとされている。1712年Thomas Newcomenの蒸気機関、1765年James Wattの蒸気機関の発明により、1775年から1800年にかけて、イギリス・ランカシャー地方を中心に、数多くの蒸気機関が紡績、炭鉱や金属加工工場で稼動していたといわれている。そして、1803年Robert Fultonの蒸気船、1814年George Stephensonの蒸気機関車の発明により、陸上輸送としての鉄道と河川や海上での船舶による本格的な大量運送・交通が始まったのである。これらの技術は、幾多の試行錯誤を繰り返しながら、いわば手探りで改良がなされてきた。一方、熱機関に関連する熱エネルギーの本質に迫る科学である“熱力学”が大きく発展した時代でもあった。これは具体的な技術開発の必要性に伴い、科学に本格的なアプローチがなされた最初の事例ともいわれ、その後の多くの技術開発の石杖となったのである。

19世紀なかばには、電磁気学が生まれ、19世紀後半にはさらにこの科学と技術とが融合し、数多くの文明の利器が具現化し、人間をして煩わしい労働から解放していったのである。20世紀になると、蒸気機関やガソリン機関よりも高質な電気エネルギーを動力源とする機械が開発されることになる。

とりわけ、18世紀後半から始まった産業革命は、その後、200年余りの間、人類を労働から解放し、豊かな社会を形成してきた。この産業革命は石炭や石油等の化石燃料を多用するエネルギー革命でもあった。過去蓄積されたそれらを、人類は湯水の如く浪費し、その代償として、科学技術の陰の面としての爆発的人口増加と地球環境問題が顕在化してきた。この深刻な状況を人類はどうすれば克服できるのだろうか。人類が良かれと進めてきた科学技術のさらなる発展により、人類自らの知恵と行動で回避できるかが問われている。

以上のように、産業革命に端を発した技術革新も、その後、戦争のたびに、新しい技術が開発され、結果的には、皮肉にも、その産物である膨大な製品やサービスの提供を通じて、豊かさを実現し、我々の日常生活を根底から変容させるとともに、人々の意識のあり方や社会のあり方にも深い影響を及ぼしてきた。しかし、同時に、軍事技術はいうに及ばず、公害や薬害、各種の事故など科学技術に起因するさまざまな負の産物も生み出してきた。

科学は、諸々の事象を深く追求する発見のステージであり、技術は、その科学の果実を利用して応用する発明のステージである。したがって、科学と技術の融合がイノベーションとなり、科学技術の社会はさらなるスキルアップを遂げながら発展してきた。「現在の科学技術が既に人間の能力を逸脱している。」という認識が、環境問題を考える上で必要といわれている。すなわち、現在の科学技術は両刃の剣であり、大量の資源・エネルギーの消費と劣悪な環境破壊の対価の上に成り立っていることを認識せねばならない。

2-1 世界人口問題

限られたバイオ・スフェアでの営み：世界人口増加と人類の経済活動により消費される化石燃料のバロメータとなる後述の二酸化炭素排出量とはまさしく符合しており、その結果、文明の利器の発達とおびただしい化学物質の蓄積と共に、他の生物は駆逐され、最も賢い人類が今まさに地球を凌駕し続けているのである。資源循環型社会では、せいぜい30億人しか生きていけないともいわれており、現在、その2倍以上の人間により形成されている一見豊かな社会は、自然への大きな環境負荷と、人間以外の生物の犠牲、そして、人間社会における許容範囲を逸脱した経済格差の上に成り立っているのである。

あらゆる生物たちの生存圏はバイオ・スフェア (bio-sphere) と呼ばれる地球表層部の厚さ20kmの領

域である。すなわち、世界最高峰チョモランマ8,848mの地表部と最深部マリアナ海溝11,000mの間である。地表部上空10kmにはほぼ90%の大气が存在するといわれており、気層・水層約20km、水深10kmが生物圏としてのバイオ・スフェアとなる。これは地球の半径6,370kmのわずか0.3%に過ぎない薄い層である。このバイオ・スフェアこそ、この地球上の全ての生物にとっての共有の場である。この有限な地球上の適切な人口は、人類共通の価値観の上に立ったパラダイム形成によって異なってくる。すなわち、限られた大きさのパイをどのように分かち合うかの合意のあり方に依存するのである。限られたパイすなわち食糧を始めとする資源の需給割合は、今のところ、先進国の経済力や軍事力により、国家間や民族間の経済格差という形で決まっている。その結果、許容範囲を大きく逸脱した格差が生じ、その不公平感が種々の紛争やテロの引き金となっていることを、先進国は謙虚に受け入れなければならない。

石炭・石油に代表される過去蓄積された太陽エネルギーの間接的利用である化石燃料に産業革命以来、科学技術は大きく依存している。爆発的に世界人口が増えているのも化石燃料の多用が大きく関係している。そして、人口増加はとりもなおさず、他の生物を陵駕していることになる。人間が癌細胞のごとく地球のごく限られた表層部で増殖していることも事実である。ただ、先進国では、人口はほとんど横ばいだが、発展途上国での著しい増加が問題となっている。これは、宗教上の問題、乳幼児の死亡率が高いことや紛争での死亡への懸念のため、出生率がおのずと高くならざるを得ないからである。したがって、その国の抱えた様々な事情により、国際的枠組みの中で産児制限問題を話し合うには難しい要因が山積している。

Garrett Hardinは共有地（commons）に農民たちが牛を放牧する状況設定のもとに、農民たちが各人の利益を優先するあまり、我先にと1頭でも多くの牛を放牧し、その結果、共有地は過放牧状態となり、すべての農民が被害を蒙るというたとえ話を引用して、何らかの拘束力がない限り、共有地は荒れ果て、やがては破たんすることを説明している⁽³⁾。

共有地の住人を自然界の生物すべてに当てはめると、これまでの数多くの種の絶滅で代表されるように、すでに悲劇は始まっており、その事実に向き合いながらも、人類のほとんどがそ知らぬふりをしてきたに過ぎない。人類だけに限っても、今や70億人近い人口を擁する限られた地球上で、豊かさの偏在により、多くの貧しき民の犠牲の上に、限られた少数の享受する豊かさが成り立っている。このままでは早晚、人類とて破たんをきたすことになるのは時間の問題であることを認識すべきである。

地球環境問題とは人間の存在そのものが問われる問題であり、人類以外の生物界では、まさしく自然の生態系が存続していたのである。その人類に特化した知恵（科学技術）を多用した結果、他の生物を凌駕し、その環境をも改変しながら、人類は爆発的増加を続けている。

地球が養える人口：既に、地球が養える人口を大きく逸脱しているだけでなく、他の生物にもその影響は及んでいる。科学技術に頼らない自給自足の世界では、せいぜい10億人しか生きていけないともいわれている。図1は世界人口の推移を示している。18世紀頃までは非常に緩やかな曲線をたどっていた世界人口は、産業革命を契機に増加のテンポが速まった。紀元元年、2億5千万人だったといわれる世界人口は1600年かけて、5億人と倍増し、230年後の1830年に、その2倍の10億人、100年後の1930年には倍の20億人、その45年後の1975年には40億人、そのわずか30年足らずの2003年には約60億人と急増し

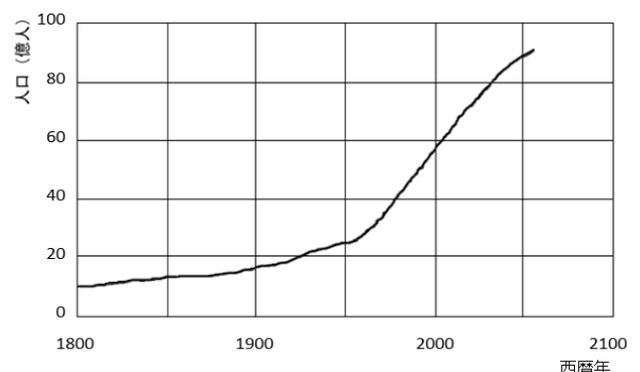


図1 世界人口の増加

ている。そして、この1世紀の間に、先進国の平均寿命は45歳から80歳へと2倍近く伸び、世界人口は約4倍に増えたことになる。

2004年で人口のピークを越えた日本では、現在、わずかながら減少に転じている。若者の意識や不老長寿の妙薬が開発されない限り、今後、人口転換といわれる「少産多死」の時代が続く。すなわち、出生率は低く、蓄積した高齢者が地滑りの的に亡くなっていく。そして、2100年には、自然環境や社会情勢により幅はあるが、日本の人口は4,500万人から6,000万人程度に減少するといわれている。耕作放棄地を蘇らせるなどの施策により、農業の効率化を図れば、現在の人口で、食糧自給率を現在の40%（カロリーベース）を50%まで引き上げることは可能といわれている。したがって、2100年には、日本は食糧自給率100%が自ずと達成されることになる。しかしながら、ここで問題となるのは、地球温暖化を始めとする自然環境の変化であり、2100年までに抜本的な環境対策がなされていることが前提であり、その道のりは厳しい。

一方、中国に限っては、1979年から始まった、“計画生育”（一人っ子政策）が定着しており、それなりの成果は得られつつあり、これは、古くは1877～78年の干ばつによる大飢饉では、950～1,300万人の餓死者を出したといわれ、最近でも、1960年前後の飢饉では3,000万人以上が餓死したなどの生々しい教訓が、本来、個人の自由であるべき出産が法的に制限されている数少ない例となり得たのであろう。中国での試練を他国へ押しつけることはタブーであるが、世界人口抑制問題は循環と共生の国際社会構築には、国際的レベルでの合意が不可欠である。そして、現在の豊かさの偏在を如何にして平準化するのも含め、グローバル化の光の面が浮き立つような取組みが、豊かさを享受している先進国に望まれる。その延長上には、争いやテロのない真のグローバルな世界が見えてくるはずである。

大塚・鬼頭⁽⁴⁾は、人類はなぜ増え続けるのかという問いに、生態学的側面からのアプローチや人間圏の限界と「人口」そのものの意味について言及している。さらに、世界の急速な人口増加を背景に、経済成長のためにはエネルギー・資源を大量に消費せざるを得ず、これによって地球環境の悪化が引き起こされる。この「経済発展」、「資源・エネルギーの確保」と「地球環境保全」は互いに制約しあうジレンマならぬ、トリレンマの関係にあると指摘されている⁽⁵⁾。すなわち、経済発展に伴う資源・エネルギーの需要拡大は、食糧不足、分配の不公平や経済難民などの問題が発生し、経済発展と地球環境とは、自然災害、伝染病、経済難民やスラム化などを引き起こし、資源・エネルギーの需要の拡大により、地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨、森林破壊、海洋汚染や土壌劣化などの地球環境問題が顕在化してくるといふ悪循環のシナリオが進行している。

以上のような状況の中で、「地球規模の人口の最適化」を文明の中で追求しなければならず、もし現代文明がいつまでも石油を主とした多消費エネルギー型産業を展開するなら、地球環境に適応できずに地上から滅び去った大型動物たちのような運命を人類も辿ることになると大塚らは警告している。

これまでの人口増加は確実にエネルギー消費の増加と深く関わっている。今後も人類全体としてのエネルギー消費量は、人口増加と、文明の進歩に伴う1人当たりのエネルギー消費量の増加との相乗効果によって増大することが見込まれる。先述のように、日本の人口は当分の間、減ることはあっても増えることはないが、世界的には、特にアジアでの他国における人口の急速な増加が予測されており、21世紀半ばには世界全体で90億人以上に達するともいわれている。また、現在のところ、発展途上国における1人当たりのエネルギー消費量は先進国に比べ少ないものの、今後、中国を始めとしたアジア地域などは、その経済成長に伴い、1人当たりのエネルギー消費量が急増することが予測されている。

以上に述べた人口問題解決には、多くの問題が山積しているが、その解決策の一つとして、先進国から途上国への援助のあり方である。この世に生を受けている我々は等しく幸せを享受する権利があり、

先進国は途上国の「絶対貧困」から脱却できるような手立てを積極的に行うことである。しかし、これから生まれてくる者たちへの援助には限りがあることを伝え、被支援国に対して、出生率低減への何らかの制約条件を加えることを前提条件とすべきである。すでに始まっている「共有地の悲劇」がこれ以上深刻な事態に陥らぬよう支援の在り方と、その延長上にある世界人口の減少に英知を結集せねばならない。さらなる豊かさの追求は人間の業である。限りあるバイオ・スフェアでの営みには、世界人口の半減が前提となろう。

2-2 地球環境問題の顕在化

人類の200万年にわたる自然に順応した緩やかな技術の発達による“煩わしい労働からの解放”、そして、18世紀後半からの飛躍的な科学技術の発展は、いわば、科学技術の光の当たる輝かしいステージでもあった。しかし、突然ともいえる産業革命に始まるこの200年間の工業化による化石燃料、例えば、石炭を“黒いダイヤ”と讃えられながら、結果として、科学技術の影ともいえる地球環境改変と過度の人口増加を引き起こすとは想像もできなかったのである。

現在、顕在化している地球規模の問題として、世界人口の増加、地球温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨、森林破壊、砂漠化、海洋汚染、生物多様性の減少、有害廃棄物の越境移動、化学物質、特に、内分泌攪乱化学物質の氾濫および発展途上国における諸問題などが挙げられる。これらの問題は何らかの形で互いに影響し合い、とりわけ、世界の人口増加はすべての問題に関係しており、生物多様性の減少は化学物質の氾濫などとも深く関わっている。これらの問題はいずれも看過できない緊急な対策と人類の総意としての国際的な高まりが必要であるが、特に、地球温暖化問題と化学物質の氾濫は次代を担い、次代に繋ぐ若者にとっては切実な問題であり、緊急に対策がなされねばならない。

地球環境とりわけ、温暖化については異論⁽⁶⁾⁽⁷⁾がある。2007年3月、米下院エネルギー商業委員会の公聴会でも、チェコ共和国のVaclav Klaus大統領は「21世紀初頭において自由、民主主義、市場経済そして繁栄の最大の敵は、野望を持った環境主義の脅威である。」と語り、「政策立案者は、確固たる証拠もない推論に基づいたメディアの大きな反応に踊らされ、止められもしないような気候変動を止めるための事業に巨額をつぎ込まされている。」と証言した。さらに、「地球温暖化を実際の現象として受け入れるとすれば、我々がすべきことは、望みなき戦いへの挑戦ではなく、温暖化になった場合への備えである。」と訴えている。このような極論とともに、国のリーダーの地球環境への取り組みには大きな温度差があるのは確かである。

地球温暖化の影響がこれほどまでに顕在化した今日においては、その対象となる期間をどこに設定するかによってその程度こそ異なるが、現時点では確実に悲観的な方向に進行していることは否めない事実である。

日常の生活の中で地球温暖化を実感することは難しい。しかし、0℃前後の世界では、それをはっきり見ることができる。数十年間変化を見守り続けてきた人々、常連のアルピニストや標高5,000mに住む民族の日々目の当たりにしてきた雪渓や氷河の変化についての語りや、北極海上空を飛行するベテランパイロットによる長年にわたる氷河観察の記録写真には説得力がある。氷が水になるか否かは、わずか0.1℃の変化もあれば豹変してしまうのである。

図2は2007年、国際エネルギー機関（IEA）が発表した世界のエネルギー起源二酸化炭素排出量を示している。二酸化炭素排出量は、産業革命に端を発した、化石燃料の多用とともに増加し始め、図1に示した人口増加ともよく符合している。図3は主要国一人当たりの電力消費量を示している。日本の消費電力はアメリカ、中国に次いで第3位である。一方、一人当たりの消費電力はカナダが第1位であり、

逆に日本の約10倍の人口を要する中国はカナダの10分の1以下の消費電力の慎ましい生活を送っていることになる。ここで、あえて“貧しい”ではなく“慎ましい”と表現したのは、エネルギーを多量に使うことへの警鐘であり、すでにこれまでの経済発展の途上で地球環境を改変してきた先進国こそ、このことを謙虚に受け止めねばならない。

図4は各主要国の国内総生産（GDP）を図3に示した一人当たりの電力消費量で除した値であり、

ここでは総生産電力消費率（GE比）と名付けた値を示している。単位消費電力量に対する国内総生産量示すこの値がどのような意味を持つかは、異論があろう。例えば、ドイツ、イギリス、日本やイタリアなど、GE比が大きいことは、生産に要するエネルギーが少ないことを意味しており、逆に、メキシコ、中国やブラジルが低い値を示しているのは、生産活動において、効率性が低いことを意味している。一方、アメリカやカナダでは生産効率は高いと考えられるが、それほど高い値を示さないのは、非生産活動での潤沢な電力消費が影響しているものと考えられる。したがって、GE比の大小の持つ意味については、国情によって異なることを考慮せねばならない。

局所的に発生する都市の温暖化、大気汚染や水質汚染はかなり具体的で、その対策は比較的講じ易い。

笠原・東野⁽⁸⁾は人間活動が引き起こす、環境負荷から、その影響までの詳細な流れを紹介し、地球環境問題は単に技術的問題でなく、国際的な社会的・政治的課題であると指摘している。そして、具体的には、(1)発生源が非常に多数の主体に拡散、(2)因果関係の証拠の不確実性、(3)種々の化学物質の暴露による複合汚染と影響、(4)南北格差および世代間格差（未来世代の生存可能性などの特殊性の存在）を指摘している。とりわけ、(1)と(2)については、その発生源の広域性と不確実性により、研究者により異論があることは確かである。

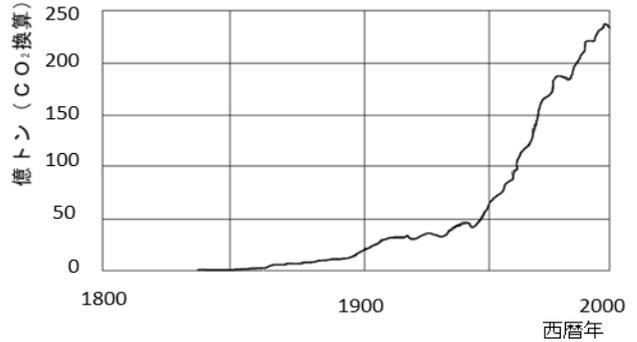


図2 二酸化炭素排出量の変化

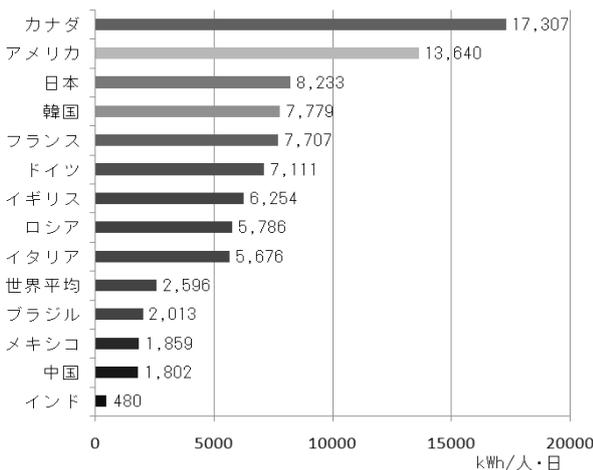


図3 主要国の一人あたり消費電力
(財)日本原子力文化振興財団資料より作成

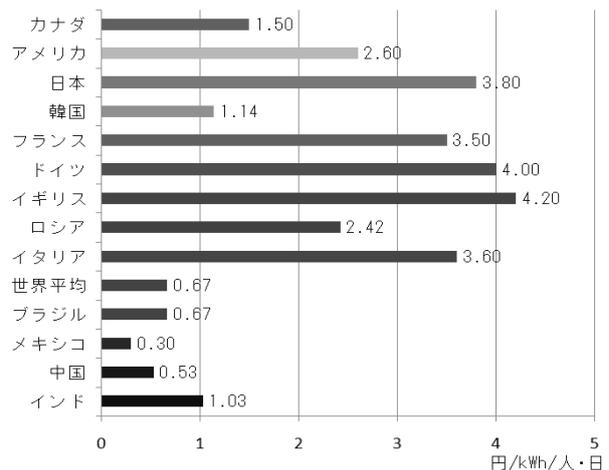


図4 主要国一人あたり総生産－電力消費率(GE比)
(財)日本原子力文化振興財団資料より作成

3. 発展途上国における諸問題

3-1 南北の格差問題

南北の格差問題とは、先進諸国と発展途上国との間の経済格差を招いている諸原因およびその経済格差より生ずる種々の問題、そして、これらの問題を解決するための諸方策などを包括する総称であって、

1960年代に入って国際社会において注目され始め、南北問題は世界人口の約3分の2を占める低開発国の経済問題全般を指す。

最近、南北問題が注目されるに至った背景には、政治的独立を獲得してきた低開発諸国が、自国の経済開発促進に当って幾多の困難に直面している反面、先進諸国は前代未聞の長期的繁栄を享受しており、低開発諸国と先進諸国との間の経済格差はますます拡大しつつあるという事実がある。このような経済格差は低開発国と、先進国の間に存在する所得水準の格差がさらに拡大傾向にあるという現実直面している。因みにW. E. Rees⁽⁹⁾が唱えたエコロジカル・フットプリント（ecological footprint：地球の環境容量を表す指標の一つであり、人間活動が環境に与える負荷を、資源の再生産および廃棄物の浄化に必要な面積として示した数値であり、通常は、生活を維持するのに必要な一人当たりの陸地および水域の面積として示される。）を用いて、先進国としての日本の消費する資源・エネルギー現状を見てみると、日本の資源・エネルギーは国内で賄える約16倍の国土と海域が必要となるといわれている。これは裏を返すと、日本の膨大な不足分を、海外、とりわけ、途上国が負担していることを意味している。例えば、食品1kgを生みだすに必要な水量（virtual water）として、牛肉20,000ℓ、豚肉5,900ℓ、小麦2,000ℓなど、食糧自給率40%の我が国においては、莫大な水をそれぞれの食品輸入相手国で消費していることになる。

一般に貧困には、その置かれた状況により4つに分類される⁽⁹⁾。第一に、食糧や衣服にも事欠き、健康な生活が維持できないいわゆる「絶対貧困」であり、第二は、物質的にはあまり恵まれてはいるが、伝統的な生活習慣に満足しているものの、外部から見ると貧しくも見える自給自足の貧困、第三は、ある社会において経済的に裕福と貧乏の格差が存在する総体的貧困、第四は、科学技術の発展により新しいニーズは創生されることにより生じる新しい形態の貧困である。現在の科学技術社会における貧困は、経済発展とともに後述するそのグローバル化とともに、その深刻さを増している。

このような状況を踏まえ、途上国の経済開発と貿易に関連する諸問題を解決するために、国際貿易開発会議（UNCTAD）などの国際機関を通じての国際協力の必要性が強く認識されるに至った背景には、途上国と先進諸国との間の経済格差、とりわけ発展途上国と先進国の間に存在する1人当りの所得水準の格差が拡大しつつあるという事実がある。

こうした経済困難にあえぐ発展途上国が安定した発展段階をたどる方策として、第一に発展途上国自らの貿易を促進して、輸出所得の拡大を図ることが重視され、そのため、発展途上国関心品目に対する貿易障害の除去、一次産品の価格安定、製品、半製品に対する特惠供与等の諸措置が強く要求されるようになってきている。また同時に、経済開発促進のために、先進国による資金、技術援助の強化もますます強まる傾向にある。

3-2 経済のグローバル化と高度情報化

経済のグローバル化：とりわけ、東西の緊張緩和以降、世界的規模の多国籍企業による経済のグローバル化が進み、国家間および企業間等の利害関係の不平等性により、グローバル化の評価は分かれる。グローバルな自由主義経済のもとでは、グローバル化の影の側面として、一部の企業を利する弱肉強食による富のさらなる偏在化が国家間や民族間で進んだことは否めない。今や、世界の経済活動とその規模の4分の1以上が、200社に昇る企業によって支配されているとされ、それらの企業の年間収入総額は、世界のGDPの30%にもなるともいわれている。

以上のようなグローバル化の拡大によって、さらに、国家間ならびに民族間の貧富の格差は許容範囲を逸脱するに至っている。世界の上位500人の所得合計は、今や、世界人口の貧しい方の半分の所得合

計を上回るところまで開いているとまでいわれている。

経済格差に伴う貧困問題は、貧しいにもかかわらず、否、貧しいが故の人口増加がさらに拍車をかけ、悪循環を繰り返している。そこには、高い乳幼児の死亡率、兵役に伴う戦死、働き手や宗教上の理由などが挙げられる。その解決には援助の有り方が問われる。既に生を受けた人々への手厚い援助と引き換えに、これから生まれてくる者たちへの援助は最小限度にとどめ、彼らの自立を促すことが肝要であろう。バングラディッシュのMuhammad Yunusの提唱するソーシャル・ビジネスやマイクロ・ファイナンスなどの立ち上げはその試みである。先進国においては、ヨーロッパで始まったフェア・トレードなどの積極的推進により、南北経済格差を少なくする努力がさらに望まれる。

高度情報化：全てが丸見え（情報化）の現代社会で京都龍安寺にある「吾唯足知」という彫字の心境で日々過ごすことには限度があり、かなり難しい。自動車や洗濯機を知らなければ、身体を動かす移動や洗濯をも厭わなかっただろうし、それが当たり前であり、先述した「絶対貧困」でさえなければ、それなりに幸せだったかもしれない。今、世界中のほとんどの地域で、自動車を始めとする文明の利器の存在は知れ渡っている。これらを知りながら手が届かないのはつらいことであろう。ドイツにおける東西の壁の崩壊も、壁を越えた情報の伝達にあった。

昔から人間社会では、その活動と情報は深い関係にあり、その手段として、書籍やマス・メディアに依存してきた。ところが、1980年代に入ると情報処理技術と通信技術の画期的な発達により、その収集の手段は大きく変化してきた。その結果、豊かな社会の形成に大きく貢献しており、例えば、医療サービス等で高齢化・過疎化社会を支えていくものと期待されている。さらに、教育においても、ネットワーク化による遠隔地間の通信教育も行われ始めている。

一方、高度情報化に伴う問題も顕在化してきている。「情報洪水」もその一つであり、溢れる情報量の適切な検索能力や判断能力は必要となっている。さらに、「情報セキュリティの問題」や「事故や事件」に発展することも否めない。

4. 循環型共生社会の構築

小宮山⁽¹⁰⁾は2050年における持続可能な資源循環型社会実現への“ビジョン2050”を提案している。その前提条件として、第一に、途上国の近代化は否定できないこと、第二に、ライフスタイルの転換に過度の期待を寄せるのは現実的でないこと、第三に、2050年の時点で、自然エネルギーが化石資源を全面的に代替することに成功している可能性は、ほとんどありえないとしている。これらの前提条件は現実的ではあるが、かなり楽観的な見解でもあり、2050年での持続可能な社会の実現は難しく思えてならない。前提条件の第一については、途上国の近代化への強い意思表示は、これまでの国際的合意に達しない原因の一つであり、今後も途上国は自国の近代化を掲げるであろうし、それは当然の権利でもあろう。第二については、何らかの“(法的) 縛り”が必要であり、さらに(道徳的) 縛りとしての“節度”が要求されねばならない。第三については、全面的に、それも早急に、化石燃料が再生可能エネルギーに代替されねばならない。近い将来、再生可能エネルギーへ代替されたとしても、これまで蓄積された温暖化ガスが吸収されるまで数百年はかかるといわれているからである。そして、小宮山は、(1) エネルギーの利用効率を3倍にすること、(2) 物質循環のシステムを作ること、(3) 自然エネルギーを2倍にすることを掲げ、その方策について具体的に提案している。その結果、「石油の枯渇」、「地球の温暖化」および「廃棄物の大量発生」という三重苦から逃れることができ、人類は持続的発展のための物質的基盤を得ることができるとしている。これら三つのアクションのうち、(1)の実現にはかなりの時間を要すること、(3)は裏を返せば、何がしかの化石燃料を併用することを前提としており、“ビジョン

2050”のシナリオに基づく循環型社会達成には疑問が残る。なぜなら、今すぐ化石燃料の使用を停止し、脱炭素社会が実現できたとしても、すでに始まっている温暖化現象は、これまでの温暖化ガスの蓄積であり、吸収され安定化するまでに時間（数百年単位）がかかるからである。いずれにせよ、“循環と共生の科学技術社会”の実現と持続可能な発展には、化石資源から完全に脱却し、エネルギー源としての太陽光と、とりわけ、日本においては地熱エネルギーの積極的利用が望まれ、バイオマス資源に依存した社会構築が望まれる。ステップアップした技術開発に加え、人類の価値観を根底から覆すほどの、政府の強いリーダーシップと一般市民のそれを受容する寛容さとそれなりの覚悟が不可欠である。

4-1 ゼロ・エミッション

ローマクラブが“成長の限界”⁽¹¹⁾を唱えて37年、リオ・サミットで“持続可能な開発”が提唱されて四半世紀以上が経過した。資源には限りがあること、特に石油・石炭に代表される化石燃料に支え再利用への試みが始まっている。その理想的にシラれた経済発展には限界があることが懸念されてきた。大量消費で代表される使い捨てから3R運動、すなわち、減量化（使わない）・再使用・テムがゼロ・エミッションとよばれる資源循環型社会である。ゼロ・エミッションを実現するには、図5に示すように、まず、適切な原材料の減量化を図ることから始まる。次に、可能な限り材料の再使用と再利用がなされ、結果的に、逆三角形で示される工程（プロセス）で用いられる資源量の最下の頂点がゼロ・エミッション達成のプロセスとなる。

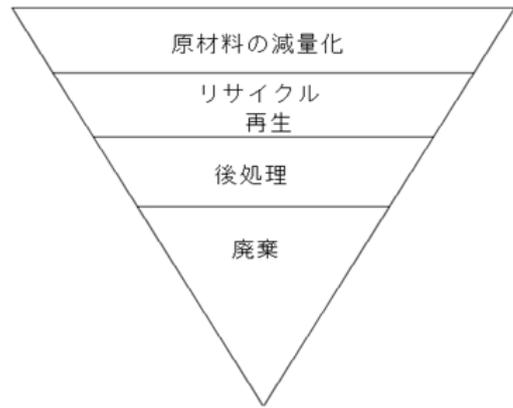


図5 工程（プロセス）における資源の減量化

図6は各種プロセスにおける大量廃棄の過去からゼロ・エミッションの未来までの過程を示している。同図(a)は過去におけるプロセスを示している。ここで、プロセスは工場や一般家庭など、あらゆる主体を指す。例えば、プロセスを工場にたとえると、購入した原材料を電気やガスなどのエネルギーを費やし加工する工程を考えると、製品とともに、環境への廃棄物として、加工くずを始め、排水・廃熱などが捨てられていた。すなわち、完成品以外はすべてごみとして大量に捨てられていたのである。次に同図(b)に示す最近までのプロセスでは、全てがごみではなく、後処理（トリートメント）することによって、少なくとも無害化して屋外へ出してきた。同図(c)は、製品加工の際に生じる残材の中から、再加工・再利用できるものを有効利用し、廃棄されるごみを最小限度に留めるプロセスを示している。さらに、同図(d)は将来の理想的な工場からのごみがすべて資源化されることを示している。その際、主たる製品とともに、2次製品も生み出される。

分別回収をさらに細分化することによって、少なくとも資源ごみのほとんどが循環し、資源循環型社会が構築されることになる。その実現にはそれぞれの主体での、労力をいとわない忍耐と倫理観が今以上に醸成されなければならない。

4-2 エコノミーからエコロジーへのパラダイムシフト

地球は有限であり、そこで繰り広げられる経済活動も有限であることも自明である。この有限な地球では資源循環型社会構築には、大きさの成長するパイ（食糧や資源など）を前提としてきたこれまでの開放型の経済学（economy）ではなく、Lester Brownが「地球白書(2000-01)」で提唱した、限りあ

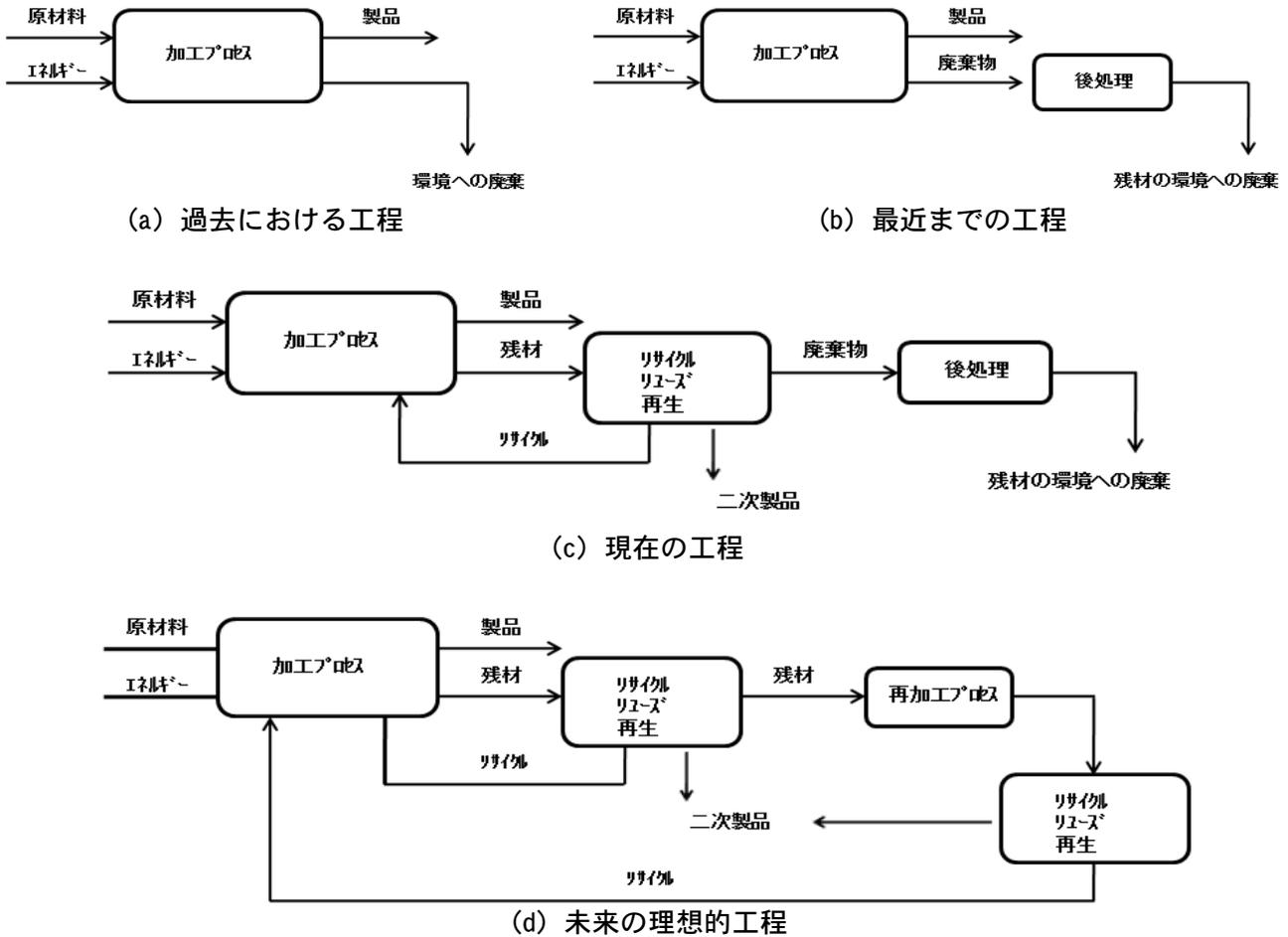


図6 これまでの工程・これからの工程

るパイを前提とした、“エコノミーからエコロジーへのパラダイムシフト”を基軸とした閉鎖系経済学が不可欠である。すなわち、量的評価から質的評価に軸足を置いた経済学への転換である。そこには、これまでの技術を大きくブレーク・スルーした科学技術が必要である。まさしく、これからの技術者は“地球の医者”（生態学者）でもなければならない。20世紀の効率性重視の技術開発から、21世紀は科学技術と社会との関わりの中でエコロジーを基礎に置いた、科学技術者の倫理観、後述する「環境倫理」が重要となる。

技術開発はその恩恵を受ける使用者の要求に始まり、その要求が満たされるよう適用者である技術者による技術開発が始まる。すなわち、使用者が“仕掛け人”で、技術者が“置きき人”（下手人）であった。しかし、環境問題が顕在化している昨今、この構図は見直さねばならない。技術者は仕掛け人である使用者のニーズに耳を傾けることは大切なことだが、そのニーズの善悪や公益性の判断はもとより、環境に優しいものかどうかを適切に精査し、その新しい技術を具現化すべきか否かの判断を下すべきである。そこには自ずと技術者の倫理が深く関わってくる。

日本の環境政策の基本として、1994年12月に閣議決定された第一次環境基本計画は2000年12月第二次、2006年4月第三次環境基本計画を経て、健全で恵み豊かな環境を維持し、環境への負荷の少ない健全な経済の発展を図りながら持続的に発展することができる社会を構築していくことが盛り込まれてきた。そして、このような社会を構築するため、「循環」、「共生」、「参加」及び「国際的取組」の4点を長期的な目標とし、環境保全に関する施策の総合的かつ計画的展開を図ることとしている。ここでは、「循環」、「共生」、「参加」及び「国際的取組み」の考え方が理念として掲げられている。すなわち、「循

環」とは、「環境への負荷が自然の物質循環を損なうことによる環境の悪化を防止するため、環境への負荷できる限り少なくし、循環を基調とする経済社会システムを実現する。」ことであり、「共生」とは、「自然の保護、維持、回復や野生生物の保護管理など、環境の賢明な利用を図るとともに、自然と人の間に豊かな交流を保つことにより、健全な生態系を維持・回復し、自然と人間との共生を確保する。」ことである。「参加」とは、「「循環」、「共生」を実現するため、それぞれの立場に応じて、公平に役割を分担し、相互に協力・連携しながら、皆で自主的積極的に、環境保全に関する行動に参加する社会を実現する。」ことであり、「国際的取組み」とは、「日本が国際社会に占める地位に応じて、国際的協調の下に、地球環境を良好な状態に保持するため、国のみならずあらゆる主体が積極的に行動し、国際的取組みを進める。」ことが明記されている。

本論文のタイトルは、この「循環」と「共生」に由来しており、主に化石燃料に依存したこれまでの科学技術からの脱却をめざした技術のありかたについて述べたものである。これからの技術は、いわば過去蓄積された化石燃料の多用、地球温暖化、大量廃棄物の三重苦から逃れ、人類が完全循環型の社会を実現するには、科学技術の節度ある発展が不可欠である。何らかの事情により経済発展が遅れた、いわゆる発展途上国にとって、先進国がこれまで排出した地球温暖化ガスによって、顕在化している地球温暖化の影響を等しく背負うことは、実に不公平なことである。

元国連事務総長であった故U Thant氏が1969年「古くからの係争を差し控え、軍拡競争の抑制、人間環境の改善、人口爆発の回避及び開発努力に必要な力を発揮し、今後10年以内に世界的協力が得られないならば、問題は驚くべき程度まで深刻化し、もはや我々の制御能力を超えてしまうであろう。」と述べた。これを契機として、1972年ストックホルムで開催された「人間と環境に関する国連会議」、1992年ブラジル・リオデジャネイロで「環境と開発に関する国連会議」などが開催され、公平なグローバルパートナーシップの確立という目標のもと、あらゆる利害を尊重し、かつ、世界的規模の環境と開発のシステムを構築するため、国際的合意に向けて行動し、共有のふるさと地球の大切さを確認しあった。ただ、この会議では、地球環境保全を主張する先進国と開発の権利を主張する途上国との対立、いわゆる南北問題と言う先進国と途上国の従来からの対立が最後まで会議の主要部分を占めてしまった。ストックホルムでの会議が技術開発に対する警鐘に終始したのに対し、リオでは技術開発と環境保全とのバランス、「持続可能な成長・発展 (sustainable growth・development)」⁽¹²⁾が改めて提唱された。

このように、従来の開放系を前提とした経済学は生態学を基調とする閉鎖系の環境経済学へシフトすべきである。狭義での環境経済学は、経済学の一分野として、18世紀に始まるが、ここでいう新しい環境経済学は1960年代以降の広義の意味である。

植田⁽¹³⁾は、ある時期まで経済学が環境問題を主要な研究対象としてのなかった原因の一つは、環境破壊そのものが深刻な社会問題として認識されていなかったこともあるが、経済学の方法論上の問題も無視できないとしている。すなわち、人間社会が抱える社会問題のうち「貧困」・「不平等」・「不況」の三つが経済学の主要な研究課題であったが、加えて、「地球環境問題」は、先の三つの困難な課題に対する解決策を考える場合にも、新たな地球環境や地球資源の制約と限界の認識を踏まえた新たな経済学的検討が不可欠になってきた。なぜなら、経済システムはそれ自体開放系であり、物理的に閉じた自然生態系との関係との相互作用なくして成立し得ないことが明らかとなってきた。

日本政府も、「自然と共生する社会」の実現を国の重要な政策課題として、2002年に「新・生物多様性国家戦略」を策定した。この国家戦略は、自然と共生する社会の実現を目指す自然の保全と再生のためのトータルプランとして位置づけられ、今後展開すべき大きな施策の一つとして、「自然再生」の推進が掲げられている。また、同年には、過去の社会経済活動によって損なわれた生態系などの自然環境

を取り戻すことを目的とした「自然再生推進法」が制定され、自然再生事業が具体的に実施されることになった。自然と共生する社会を実現するためには、自然環境共生に関する技術体系の確立とそれを担う人材の育成が当面する最重要課題であり、その解決のための取り組みが急がれている。

人間の利益とは関係ない生命の固有価値を認め、生命体や人間など世界の存在全体を、相互に関連した連続体と見て、原則を生命圏平等主義に置き、生態系全体の維持を考える（完全）環境主義に貫かれた“ディープ”に対抗する考え方として、ノルウェーの生物学者A. Naess⁽¹⁴⁾により名づけられたシャロー・エコロジー（shallow ecology）がある。ディープ・エコロジー（deep ecology）の観念の違いは、“自然との共生”の中身の問題である。すなわち、前者が、人類に特化した財産である科学技術と向かい合うエコロジーの考え方に対して、後者は人類をも自然回帰を促す、いわば、絶対的エコロジーを意味している。“シャロー”とは人間の利益、とりわけ先進国の豊かさの向上のための環境保護を主張する立場を批判して、英語で「浅はかな」を意味するようだが、むしろ、「浅い」すなわち、人間に近い、いわば人間中心主義のエコロジーとして、シャロー・エコロジーを捉えることができる。この考えは、すなわち、シャロー・エコロジーとは、科学技術に支えられた新しいパラダイムのエコロジーであり、すでに、70億人を要する地球で、ディープ・エコロジーの自然回帰の完全環境主義の考え方は成立しないのである。

70億人にならんとするこの地球において、緑豊かな自然環境を取り戻すには、さりげなく裏方としてステップアップした科学技術が不可欠である。1940年の世界人口は約20億人余り、この70年ほどで3倍以上に世界人口は膨れ上がった。この限りある地球の、それもごく限られたバイオ・スフェアの中で、その間に増えた40億人余りの人間が他の生物を凌駕して現在に至ってきたのである。その間になおざりにされた、いわばハイテクに対してローテクともいえる先人の知恵や自然の摂理を今一度、見直すとともに、生態系と共生する新たな技術開発が求められている。

人間は自然環境を守り、開発によって自然が破壊されることを拒絶する本能と、より快適で、便利で豊かな文明生活を望む本能との相反する本能を兼ね備えている。今こそ持続可能な成長を実現するため、共有の財産である地球とその環境保全にため科学技術は不可欠なのである。したがって、「シャロー・エコロジー」とは人類の培ってきた科学技術の上に成り立つ「共生のエコロジー」にほかならない。

4-3 脱炭素社会への道

「より高く」、「より速く」は人類の夢でもあった。しかし、この夢は、速度の二乗に比例して、環境への負荷が増大することを忘れてはならない。人類にとっての夢は、他の生物にとっては悪夢でしかない。これからの技術は他の生物との共存を視野に入れた“節度ある技術”でなければならない。その第一歩は、化石燃料の全廃である。産業革命以降、おびただしい化石燃料の多用と、急速な科学技術の発展とともに地球温暖化を始めとする地球規模の環境変化が顕在化している。化石燃料の枯渇が懸念されるが、むしろ、それは望ましいことであり、一時も早く、新エネルギーの開発が待たれ、これからの技術は化石燃料に依存しない技術でなければならない。過去蓄積された化石燃料に依存しない自給自足を旨とする資源循環型社会を目指し、70億人近い世界人口を養うにはステップアップした共生技術の開発と、国家や民族を越えた共生が不可欠である。経済市場では売買取引相互の環境意識を高揚し、経済学から生態学に基礎を置いた持続可能な発展社会でのビジネスのあり方についても考え直さねばならない。

ところで、過去蓄積された化石燃料も、太古においては、うっそうと繁る地上の植物であった。地上の生物として、二酸化炭素の源となる炭素は固定化されていた。この大きな時差を考慮しなければ、カーボンニュートラル（carbon neutral：「環境中の炭素循環量に対して中立」となることを意味し、人

為的に排出される二酸化炭素量と吸収される量とが同等であることをいう。) の考え方が成り立つのである。すなわち、燃料として大気中に二酸化炭素を排出した分に相当する植物を地上に蘇らすことが可能ならば、温暖化は避けられるが、70億人を擁する今、それは至難の業である。石油や石炭は、物質としての利用は許されるとしても、燃料としての利用はこれ以上許されない。脱炭素社会構築には、国情に応じた対策が必要となる。

日本においては、地熱エネルギーの多角的利用が望ましい。すでに利用されている温泉熱利用は広義の地熱エネルギー利用である。とりわけ、地熱発電の技術開発を早急に開始し、その技術が安定化するまで、太陽光や風力などの新エネルギーの最大限の利用と、増設も含めた原子力発電で賄うことが地球温暖化防止への数少ない選択肢であろう。

地熱資源とは、深さ約3km程度ぐらいまでの、比較的地表に近い場所に蓄えられた地熱エネルギーを資源として利用するものである。地球そのものが持つ熱は、太陽エネルギーと並ぶ膨大な資源量であり、地熱発電始め、地中熱として、ヒートポンプを利用して、効率よく地下の熱を暖房などに利用する方法、温泉（浴用）、熱水利用（家庭用、農業用、工業用）といった利用方法がある。

地熱は別に燃料を必要とせず、環境に優しく、燃料の枯渇や高騰の心配が無い点で、優れたエネルギー源とされる。また、再生可能エネルギーの中でも、需要に応じて安定した発電量を得られる地熱発電は基底電源として利用が可能である点において、出力が天候に左右されて変動する太陽光発電や風力発電とは異なった長所を有する。

地熱発電は地熱を利用して蒸気を発生させ、蒸気タービンを回して発電することにより、安定した出力を得るシステムである。地熱資源の利用方法として、対流型地熱資源（自然対流）といわれ、井戸を掘って噴出する水蒸気を利用する「水蒸気を利用する方法」、バイナリーサイクル発電ともいわれ、熱媒体にフロンやアンモニアを利用する「中間熱媒体を利用する方法」および高温岩体型地熱資源（熱伝導）といわれ、熱伝導によって熱が運ばれる高温岩体発電やマグマ発電と呼ばれる方法がこれまでのところ考えられている。

以上のように、地熱は環境にやさしいエネルギー資源であるにもかかわらず、その開発は遅々として進んでいない。その原因はいくつか挙げられるが、地熱開発への国としての投資がほとんどないことに加え、民間では、その採算性を危惧するからである。さらに、地熱開発に適した地域と観光地とが重なる場合が多く、地元の協力が得られにくいことなどがある。しかし、すでにアメリカやフィリピンでは積極的な地熱発電の技術開発が進められており、両国で世界の4分の1の発電量を有し、フィリピンでは発電量の4分の1を地熱発電で賄っている。

東京新聞の記事⁽¹⁵⁾によると、日本で開催された上智大学主催の講演会で、Earth policy研究所長のR. Brownは「日本は地熱発電で国内電力の半分、もしかして、全部を賄えるかもしれない。」と述べている。我が国の地熱発電は第二次石油ショックを契機に増加したが、近年、コスト面などの制約から設置が停滞している。現在、国内に地熱発電所は18地点、21ユニット存在し、約54万kWの発電出力を有しており、平均的な原子力発電所の半基分にしか相当しない。国としての地熱開発への本格的支援が望まれる。

日本の国土を考慮すると、太陽光や風力などが主力となる可能性は低い。これらの再生可能エネルギーを最大限利用しながら、地熱発電の増加とともに、老朽化した原子力発電所からフェーズアウトを進めていくことになる。地球温暖化を止めるには、今のところ、これ以外に特効薬は見当たらない。過日、「地熱発電」の将来性について、電力会社の担当者と話し合う機会があったが、今のところ、その開発には消極的であったことは残念でならない。日本として、「地熱発電を始めとする地熱エネルギー

利用は、次に述べる「地産地消」に他ならない。

一方、中国では現在、石炭を始めとする化石燃料が主流である。原子力発電は国内に10基存在し、約800万kWの発電能力がある。2007年、中国の建設省が北京で開催したエネルギー戦略フォーラムでは、エネルギー政策を担当する国家発展改革委員会が、2030年までに原子力発電所を新たに100基以上建設し、1億2000万～1億6000万kWに増強する内部目標を設けていることを明らかにした。中国はこれまでも、2020年までに4000万kWを目標としていたが、それを大幅に加速させることとなる。おびただしい化石燃料の使用による地球温暖化への影響を考慮すると、勇気ある選択として受け止められる。しかし、原発事故は当事国一国に留まらず、周辺国への影響も大である。国際的機関による、建設から運転までの一貫したさらなる管理体制を整え、世界の粋を結集した運用が不可欠となる。すでに、中国政府は国際原子力機関（IAEA）に技術交流や専門家の養成などを依頼している。一方、中国の広大な国土を考慮すると、将来は太陽光や風力などの自然エネルギーの利用が期待される。

4-4 地産地消

十数年前、NHKの特別番組で「都市農業」をテーマにした番組があった。例えば、大都市北京市やカイロ市の郊外で農産物を生産し、都市部の人々に供給することによって、輸送費の軽減、鮮度が保てること、そして、都市部での生ゴミやし尿を肥料化し有機肥料として利活用することができる。「地産地消」とは、この「都市農業」を大都市に係わらず、そして、農産物に係わらず、その地で生産されたものをその地で消費することであり、それによって、特に輸送費などの無駄なエネルギーを消費しないですむばかりでなく、二酸化炭素の低減や地域の活性化にもつながる。そして、最近問題となっている種々の不良品検証のためのトレーサビリティも明確となり、生産者が直ぐ近くにいることは食の安全からも望ましいことである。このように、街郊外に豊かな農場がみられることは、表題にも掲げた、まさしく「共生」そのものであり、子供たちを育む上で大切な環境を提供することができる。

「地産地消」とは、元々は農産物や水産物などの食品（もの）に限定された表現であるが、人的資源にも適用されるべきである。即ち、人材育成・教育においては、地域の高等教育機関（大学・高専など）を積極的に利活用すべきである。何らかの事情で地元の大学に入学できなくても、例えば、1年の半年程度は、地元の大学を通して、講義等を履修できるようなシステムを構築すべきである。IT技術の発達により、衛星による双方向遠隔システム等を積極的に活用することにより、学生の経済負担が軽減される。これは、取りも直さず、環境負荷を軽減することにつながる。行政もこのようなシステム構築に積極的に支援すべきである。

さらに地産地消を拡大すると、エネルギーの自給率にも及ぶことになる。1960年の日本のエネルギー自給率は57%であったが、2005年には高々4%まで低落している。この値は安定した供給が見込まれる原子力発電用のウラン燃料を準国産燃料として加えても、自給率は18%しかない。持続可能な社会実現には、各国が全ての分野において自給自足を目指すべきであり、広義では、地産地消とは自給自足と等価的に考えてよい。

5. 環境倫理の必要性^{(16) (17) (18)}

地球環境問題とは人間の存在そのものが問われる問題であり、人類以外の生物界では、まさしく自然の生態系が存続していたのである。その人類に特化した知恵（科学技術）を駆使した結果として、他の生物を凌駕し、環境を改変しながら、人類は爆発的増加を続けているわけである。既に、地球が養える人口を大きく逸脱しているだけでなく、他の生物にもその影響は及んでいる。科学技術に頼らない自給

自足の世界では、せいぜい十億人しか生きていけないともいわれている。

世界人口増加と人類の経済活動により消費される化石燃料のバロメータとなる二酸化炭素排出量とはまさしく符合している。その結果、文明の利器の発達とおびただしい化学物質の蓄積と共に、他の生物は駆逐され、最も賢い人類が今まさに地球を凌駕し続けているのである。資源循環型社会では、せいぜい30億人しか生きていけないといわれている。現在、その2倍以上の人間により形成されている一見豊かな社会は、自然への大きな環境負荷と、人間以外の生物の犠牲、そして、人間同士の許容範囲を逸脱した格差の上に成り立っているのである。

三浦⁽¹⁹⁾は、科学技術とは、その役割や活用策は、という個々の命題を詳細に取り上げてきたが、科学技術と社会とのインターフェース役である技術者の使命・役割責任は、という“倫理”に係わることに積極的に対処してこなかったことが問題であることを指摘している。さらに、辛島⁽²⁰⁾は「技術開発と安全」について、「地球環境問題対策について忘れてならないのは、その主要な原因のほとんどは、そして従前の膨大なその蓄積集積は誰が作り出したものであるかであり、責任転嫁を恥じ弱い者に向かって威丈高になることをやめることである。新しいタイプ^①の技術に切り換えてゆくことも必要であるが、先進国において、まず何よりも最低必要限度に用を節するのが、こうなった今日、もっともわかりやすくまた万人に可能で採り易い解決法である。しかし、言うは易く行うに難しいことであれば、一見迂遠なしかし成果の確実な制度から手をつけてゆくべきである。まず、有用無用を峻別し製品も技術もひっくるめて無用のものを供給しないような社会的システムを確立すべきであって、そのためには何よりも先に無用の技術そのものの抑制から始めるべきであろう。」と、技術のあり方に厳しい注文を投げかけている。

5-1 環境倫理学

一口に「環境倫理学」といっても、様々な主張があり、互いに対立する主張や、論理的な矛盾が生まれている。矛盾の無い公約数的主張を統括し、基本的な考え方が提案されている。「環境倫理学」をわが国に紹介した加藤⁽²¹⁾によると、環境倫理学の三原則として、他の目的よりも有限な地球環境を守ることを優先し、生態系や地球資源を軸に物事を考える、考え方に基づく「地球有限主義」、現在を生きている世代は、未来を生きる世代の生存可能性に対して責任があるという考え方に基づく「世代間倫理」および人間だけでなく自然も生存の権利を持ち、人間は自然の生存を守る義務を持つ、考え方に基づく「自然物の生存権」が掲げられている。これらはすでに何らかの形で、地球環境保全に関するキーワードとして、盛り込まれている。“地球有限主義”は国連を始めとする国際的取組みとして、“世代間倫理”は持続可能な発展として、“自然の生存権”は生物多様性条約として動き始めている。環境倫理学は、基本的に以上の3つの大きな考え方に整理され、現在のところ、この3つの考え方が「普遍的な環境倫理」とされている。これら3つの基本主張は、地球環境問題への対策をとる根拠となる。

5-2 コンプライアンス経営と企業倫理

コンプライアンス経営は、消費者をはじめとするさまざまなステークホルダーとの関係において、守られるべき企業倫理や行動規範なども含んだルールを遵守した経営を指すが21世紀におけるビジネスはコンプライアンス経営は不可欠である。すなわち、法令順守のみならず、社会の良識や規則、企業倫理などを尊重する精神のもとでの会社経営でなければならない。コンプライアンス経営についての関心の背景として、法化社会への変化、競争社会、個人の尊重および国際化社会などが挙げられ、とりわけ消費者に関わる最近の不祥事の続発から、消費者視点の経営に迫られ、消費者との信頼関係の構築のため

のコンプライアンス経営が要請されるようになってきた。企業の不祥事が多発する昨今、不祥事が企業の知名度の低下やブランドの価値を失墜させることはもちろん、業績にも多大な影響を及ぼしかねない。最悪の場合には、経営陣に民事・刑事罰が課せられ、会社自体が倒産に陥る可能性もある。

堀井⁽²²⁾は、コンプライアンス経営における企業倫理のあり方として、企業は高い企業倫理を保持するとともに、企業の社会的責任を強く認識した尊敬される会社をめざすことが重要であり、尊敬される企業の一員たることを誇りに思う社員も多いが、他方で、企業活動における合理性を重んじる社員が多いのも事実であると指摘している。そして、倫理観だけで不祥事を防ぐことは難しく、倫理性を高める方法も明確でなく、倫理性と合理性は車の両輪であり、両者のバランスを保つことが肝要であると喚起し、長期的なメリットを考えることが両者を統合させる方策であり、そのためには予測と判断の能力が不可欠であると提言している。

6. 知識の融合と協働—科学技術と社会

オイル・ショック以来、産業界での省エネルギー・省資源に対する関心は高まり、その結果、一応の成果は得られてきている。しかし、民生としての一般家庭におけるエネルギーや資源に関する知識は、高度情報化やハイテク時代を向え、その技術に対する生産者側と受益者（消費者）側の知識がさらに乖離し、そこにエネルギーや資源の無駄が生じてきている。先述のように、人類は労働から解放されるために、長い時をかけて、道具を改良し、その過程でエネルギー源として、人力から牛馬などの家畜を利用してきた。因みに、日本人の大人一人が食物から一日に摂取するエネルギーは狩猟・採取時代から農耕社会へと、時代とともに若干増加し、現在は2,500kcalといわれている。これだけのエネルギーで全ての労働をこなしてきたことになる。これは石油に換算するとわずか250cc分に相当する。しかし、現在、交通輸送、建設などに要するエネルギーを一人当たり換算すると、120,000kcalを消費しているといわれ、これは、48人分の食料、実に12ℓの石油に相当する。

このような状況を踏まえ、1990年、特に一般市民を対象とした鹿兒島大学公開講座「暮らしの中のテクノロジー」⁽²³⁾を開講したことがある。公開講座では学内外からの受講者に高度技術に対する知識の乖離を少しでも解消し、一般家庭における技術に対する意識改革を促すことが不可欠であることを力説した。

環境問題を論じる際に、「文系も理系もなく」という言葉を用いることにしている。これはまさに「知の統合・融合」には「文理統合・融合」も不可欠であることを象徴している言葉であり、例えば、時として反目し合ってきた、芸術と科学の融合も含まれる。知の融合は、このような専門だけでなくすべての領域に対して広げられるべきであり、将来は異文化を超越し、国家的な融合から国際的な融合となるべきであろう。その延長上に新しいイノベーションが期待され、知の融合はまた、「知の統合」⁽²⁴⁾でもある。

科学は、諸々の事象を深く追求する発見のステージであり、技術は、その科学の果実を利用して応用する発明のステージである。したがって、科学と技術の融合がイノベーションとなり、科学技術の社会はさらなるスキルアップを遂げながら発展してきた。「現在の科学技術が既に人間の能力を逸脱している。」という認識が、環境問題を考える上で必要だといわれている。すなわち、現在の科学技術は両刃の剣であり、大量の資源・エネルギーの消費と劣悪な環境破壊の対価の上に成り立っていることを認識せねばならない。

ここでいう、「社会」とは、家族から国際社会まであらゆる主体を指す大変広いシステムの概念である。その社会の構成単位である個人及びその集合体であるあらゆる主体としての国家、そして国際社会

までも視野に入れ、科学技術と社会との関わりについて考える。

藤垣⁽²⁵⁾は、科学技術に関連する社会的意思決定をいかに行うべきか、という課題に対して、科学技術者はどこまでの情報提供をすべきか、科学者にも答えが出せない不確実な問題に直面したとき、どのように社会的意思決定をすべきなのか、そのような場合に、科学者は何をすることによって社会的責任が果たせることになるのか、市民に情報提供するときの「わかりやすさ」とは何だろうか、そして、現場の暗黙知と科学者の知とはどのように協力していくべきか、そこでは、専門家と市民と行政の三者関係が問われ、各セクターの枠を越えた「公共空間」での問題解決が求められている、と指摘している。藤垣のこれらの指摘は、まさしく現在の科学技術の知識からの一般市民の乖離に対して、市民自らが顔をそむけることなく、勇気を持って公共の出会い空間への積極的参加を促すメッセージでもある。

このままでは、地球環境問題を始め、高度情報化、遺伝子組み換えなどの科学技術が、目まぐるしく実施されていくにも拘わらず、科学技術が社会生活に及ぼす影響についての実質的な議論はほとんどなされていない。その上、諸々の科学技術の成果として、社会の至るところで実施されていくのが実状である。地球温暖化問題に限っても、生活の豊かさの一面を支えているエネルギー消費と深く関わっている。日常生活に欠かすことのできない電気、ガスや水道などのライフラインはもちろんのこと、運輸や通信なども全てエネルギーを利用している。また、農作物、食品や洋服など、あらゆる製品はその生産過程においても同様であり、エネルギーは至る所で我々の暮らしを支えている。

我々の日常生活の中に、エネルギーがいかに関わっているかは、図2に示した主要国の一人あたり消費電力として示した通りである。そして、図7に示すように、日本のエネルギー消費量のおよそ60%を広義での民生（産業部門と工業プロセス以外）が占めている。資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」資料によると、1973年比で、産業部門の90%を占める製造業におけるエネルギー消費は2005年には58.1%まで減少しており、企業における省エネルギー対策が進んでいることがうかがえる。一方、(財)日本エネルギー経済研究所等の資料によると、1973年比で、2005年は世帯数1.6倍の増加に対して、家庭でのエネルギー消費量は2.25倍に増加しており、家庭の電化が進む中、エネルギー消費は一向に減らないのが実状である。産業としてのいわば専門家集団と民生としての一般市民との環境問題に対する具体的知識の乖離を象徴しているように思えてならない。一般家庭におけるエネルギーや資源に関する知識は、さらなる高度情報化やハイテク時代を向え、エネルギーを使用する各々の技術に対する受益者（消費者）側の知識がさらにブラックボックス化し、そこにエネルギーや資源の無駄が生じてきている。

科学的妥当性に基づいた「科学的合理性」、科学的不確実性に基づいた「社会的合理性」、すなわち、公共の合意形成が必要となる。科学技術の知識が社会的意思決定の役割を果たしてきた時代や、明らかにそのような事例においては専門家と市民との関係は有識者とそうでない者としての構図として一方的に進められてきている。とりわけ、環境問題のほとんどが後者に属する。したがって、専門家や行政の正しい判断を市民に伝えることが肝要である。

鹿児島（日本）では、時折しも、九州電力が川内原子力発電所3号炉建設の予備調査を終え、鹿児島県などにその建設を申請した。これに対し、建設反対の市民グループが反対運動を始めている。現在、

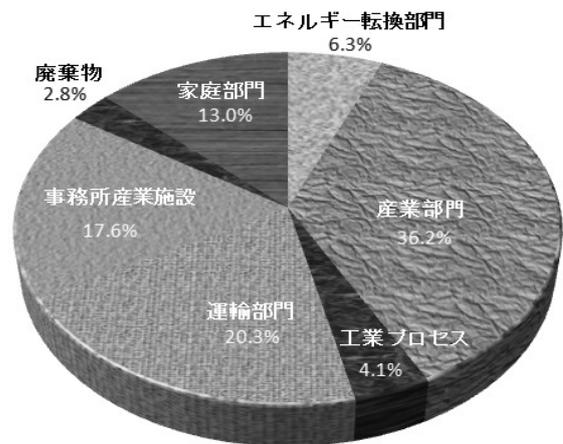


図7 日本の分野別燃料消費
(財)日本原子力文化振興財団資料より作成

九州電力では調査結果の開示や説明会を行っているが、反対派との溝を埋めるには至っていない。今こそ、科学技術者は先端の科学技術をわかりやすい言葉に訳して伝える“通訳者”としての役割を果たすことが必要になってきている。さらに、科学技術の受益者がそのリテラシーを身につけるとともに、科学技術者も社会リテラシーを学ぶべきである。たとえば、原子力発電所建設で代表される受益者の不安や反対意見を、専門的知識を欠いたいわば感情論に過ぎないとして無視するようでは、歩み寄りの余地はないであろう。一方、電力を供給する側も、電力需給や地球環境改善のため不可欠であることの切実さを根気強く訴えることである。すなわち、企業としての狭い視野でなく、広い公共的リテラシーが両者に求められる。その相互理解を深めるためにも、今後、社会の中で科学技術の専門家を含むその適用者と受益者としての一般市民の間に立ち、その技術の通訳者と呼ばれる立場の人々が不可欠となろう。そして、科学技術の知識を広く受益者に解説し、彼らが何に疑問を持ち、何に不安を感じているのかを、正しく専門家に伝える橋渡しの役割をも担うことが必要になってきている。これからの共生する社会には、科学技術を巡って、異なる立場の人々が互いに理解を深めることこそが必要なのである。

切実な体験を通して培われてきた科学技術の成果は、現代社会において、日常生活に様々な製品として実用化されている。科学技術の発展により、今のところ先進諸国を中心として、社会は豊かになってきており、今後は、途上国も含めて、さらなる発展に向けて科学技術に期待するところは大きい。一方、科学技術の発展とともに、グローバル化の拡大に伴い、地球環境問題や生命倫理問題などの新たな社会的課題が顕在化してきている。社会は科学技術の発展に期待しながらも、さらなる知識の乖離に伴う不安も深まりつつあり、科学技術が社会に与える影響は、ますます多様化かつ複雑化しており、現代社会における科学技術と社会の関係は、不可分なものとなってきている。

6-1 科学技術コミュニケーション

科学技術と社会との関わりにおいて、ステークホルダの間の対話の試みは科学技術コミュニケーションと呼ばれている。小林⁽²⁶⁾は、自らが会長を務める科学技術社会論学会の設立趣意書、『21世紀を迎え、自然環境に拮抗する人工物環境の拡大によって深刻化する地球環境問題、情報技術や生命技術の発展に伴う伝統的生活スタイルや価値観との相克など、社会的存在としての科学技術によって生じているさまざまな問題が、社会システムや思想上の課題として顕在化してきている。今や、我々は、過去の経験に学びつつ、科学技術と人間・社会の間に新たな関係を構築することが求められているのである。』について20世紀の科学技術は、その爆発的な発展とその成果の社会への投入という際立った特徴を持っていると指摘している。そして、その成果は目覚しく、先進国を中心に、衛生環境の改善、医療技術の発展による長寿化、交通の利便性の実現、情報通信システムの飛躍的発展などの無数の恩恵をもたらしたが、同時に科学技術は様々な負の側面をもたらしたと指摘している。その結果、従来の理工系の研究手法だけでは対処できない問題群が生まれてきており、当該学会が「科学技術と人間・社会の間に新たな関係を構築する」ことを目的としていると述べている。

科学技術コミュニケーションの基本理念は、持続可能な社会を前提として、先述の循環と共生の社会を実現するためには、科学技術を取り巻くさまざまな立場の人々が一堂に会して、科学技術に関する様々な問題について語り合うことである。今や、あらゆる分野で科学技術の恩恵なしに、我々の生活は考えられない。しかし、その根底にある科学技術に対する親近感とは裏腹に、その高度化・複雑化とともにさらにブラックボックス化し、知識の乖離がますます進んでいる。

村上⁽²⁷⁾は「(日本の)大学や研究所では主に専門分野での論文だけが業績として認められるという制度は、一見公平のように見えるが、様々な問題を内包している。」と述べた上で、「極端な成果主義は学

問のタコつぼ化を招き、研究者がより広い視野での活動が阻害され、科学技術の俯瞰的構造を時空間に正確に捉えることが望ましく、時には勇気を持って提言したり、説明したりすることが必要である。」と指摘している。その相互理解を深めるためにも、科学技術の通訳者として、今後、科学技術コミュニケーターと呼ばれる立場の人々が、科学技術の知識を広く受益者たる一般市民に解説し、彼らが何に疑問を持ち、何に不安を感じているのかを、正しく専門家に伝える橋渡しの役割をも担わなければならない。このような科学技術コミュニケーターは、ますます高度化・複雑化する科学技術と社会をつなぐ役割を果たす重要な存在である。

6-2 トランス・サイエンス

アメリカの核物理学者 Alvin M. Weinberg の定義を引用しながら、小林⁽²⁸⁾はトランス・サイエンス (trans-science) とは、「科学によって問うことはできるが、科学によって答えることのできない問題群からなる領域」と定義している。ここで、“trans”は“translate”，“transmit”，“transport”および“transfer”などの略語であるが、いずれも相異なる領域の間を“もの”や“考え”が行き来することである。トランス・サイエンスの正式な日本語訳は、著者らの知る限り見当たらないので、そのまま用いることとする。

科学技術が引き起こした影の問題も、当然ながら科学技術が解決すべきであり、発展途上国の人々をも含めた多くの人の生活を支援するには、さらにステップアップした科学技術が必要である。ここで問題となるのは、如何なる科学技術を発展させ、如何なる科学技術を差し控えるべきかを公平に判断することである。すなわち、地球環境に過度の負荷を与えない、人間としての“節度ある技術”が望まれる。そして、その公正な判断こそが困難な科学技術上の諸問題を解決する方法の一つとして、その判断に市民も参画すべきである。

市民も科学技術の功罪についての判断をする場の一つが、“コンセンサス会議”である。コンセンサス会議とは、科学技術に関する「双方向の対話」を実現し、市民が主体的に科学技術に関する政策決定を行ったり、市民参画型の科学研究を行ったりするための手法やシステムの一つであり、1984年にデンマークで始まったものである。

宇宙開発から茶の間まで入り込んだ科学技術がさらに発展する限り、このトランス・サイエンスの領域はさらに増大し続けるであろう。今こそ、社会の中で科学技術とどのように向き合っていくかが問われている。だからこそ、社会における専門家集団と一般市民との科学技術の知識の融合と協働が不可欠となってきているのである。

科学コミュニケーターには「双方向の橋渡し」を期待すると前置きして、村上⁽²⁹⁾は、生活者が科学・技術リテラシーを身に付けると同時に、科学者・研究者、企業や行政の専門家も社会リテラシーを学ぶべきであり、生活者の不安や反対意見を、専門的な知識を欠いた感情論に過ぎないとして切り捨てるようでは歩み寄りの予知はないと述べている。そして、その相互理解を進めるためにも、科学コミュニケーターは科学・技術の知識を広く一般に解説するだけでなく、生活者が何に疑問を抱き、何に不安を感じているかを、しっかりと専門家に伝える橋渡しの役割も担わなければならない。科学技術をめぐって、違う立場の人々が互いに理解を深め、知識の融合、合意形成から協働へのプロセスこそが、これからの社会には必要なのである。

以上に科学技術と社会との関わりにおいて、専門家を含む科学技術の適用者と一般市民との知識の融合こそ、共生の科学技術であり、新しいパラダイムの科学技術がこれからの地球環境を復元することになりうる。

7. おわりに

山内⁽³⁰⁾は、地球環境問題解決のための個人の行為は「道徳的義務」であるか、「法的義務」であるかという点であるとし、道徳的義務は「不完全義務」であり、法的義務こそ「完全義務」であり、拘束力の弱い道徳的義務では、グローバルな環境問題を解決できないとさえ述べている。また、佐和⁽³¹⁾は、地球環境問題解決について、「地球温暖化への危機感をいくらあおってみても、省エネルギーに着効ありとは思えない。国民の過半が、人類の未来のために利己心を抑制するモラリストやエコロジストになりきれないからである。(燃料) 価格上昇か規制強化か、選択肢はこの二つをおいてしかない。」とまで述べている。

個人の「道徳的義務」として、いわば、先述した倫理問題として、環境問題を解決するには、限界があると考えられる。今こそ、国としての強いリーダーシップが問われ、低炭素社会実現への環境問題こそが政治の中心となるべきである。地球環境問題に関しては超法規的立場で、強権ともいえる思い切った施策が必要なのである。

「環境問題の大切さは理解できるが、具体的に何から始めればよいか？」という質問を受ける。今、一般市民が迷っているのは、テレビや書籍などのマスメディアから得る地球環境の危機的状況にもかかわらず、その切実さが体感できず、絵空事としか伝わってこないことに起因している。今こそ必要なのは、行政府、とりわけ、環境行政の強いリーダーシップと思いついた規制が必要なかもしれない。

本文でも触れたように、経済のパイは量的には大きくならない。その質を高めることこそが、経済活動を活発化することになる。規制緩和は、こと環境問題には当てはまらない。環境政策は専門家とともに超党派で進めるべき緊急な重要課題である。「明日のエコ」どころか、「今日のエコ」でも間に合わない深刻な問題であることを行政府が先ずもって認識すべきである。

環境問題は、地球温暖化で象徴されるように、少なくとも、先進国の中で生活している以上、昨日と今日、そして明日も、確実に進行している事象を、身体で感じることはできない。よく“茹で蛙”で喩えられる、現実には痛くもかゆくもないことが、環境問題の落とし穴である。しかし、放置しておくことこそが最も危惧すべきであり、近い将来、あるとき突然、取り返しのつかない状況が起こりうるからである。今、我々に何ができるかを、一人ひとりが真剣に考えることが問われているのである。

この世に貧困のある限り、貧富の差がある限り、決して平和は訪れない。たまたま、生を受けた環境で、ましては、この情報化社会で、他国との貧富の差を認識した中で生きていかなければならないことは、経済競争から取り残された貧しい者にとってはつらいことであり、また、不公平でもある。アメリカで起こった同時テロをはじめ、数多くのテロが後を絶たない。何という理不尽なことをするのだろうと思う。決して許される行為ではない。しかし、明日食べるものにも事欠き、ましては十分な教育もままならず、希望も持てない環境で、正常な思考が働くだらうか。豊かな生活を享受している者こそ、その現実を分析し、今、何をなすべきかを冷静に考えるべきであらう。これまでの経済の基軸であった資源・エネルギーには限りがあること、その限られた資源(富)の許容範囲を逸脱した偏在化(格差)が、「絶対貧困」と呼ばれる生きるための最低限の食糧や医薬品にも事欠く世界がなくなる限り、様々な不幸な問題はなくなるだろう。

バイオスフェアに限られた循環と共生の社会構築には、徹底した省資源・省エネルギーへの科学技術の粋を結集した経済活動の質を高めることが望まれる。その実現には各国の大きな変革と、国際協調への積極的な働きかけが不可欠である。

本書で述べたように、“循環と共生の科学技術社会”の実現には、ステップアップした技術開発に加え、社会の価値観を根底から覆すほどの制度の変革と、新しい科学技術に対するコンセンサスが前提で

あり、とりわけ、信頼できる各国の強いリーダーシップとそれを受容する国民のそれなりの寛容さと覚悟が不可欠であろう。

参考文献

- (1) 里深文彦、共生する科学技術、2006年、コロナ社
- (2) 野崎勉、循環と共生の科学技術社会、2009年、鹿児島学術文化出版
- (3) Hardin, Garrett, The Tragedy of the Commons, Science, Vol. 162, No. 3859, 1968年
- (4) 大塚柳太郎、鬼頭宏、地球人口100億の世紀、1999年、ウェッジ書房
- (5) 廃棄物・3R研究会編、循環型社会キーワード事典、2007年、中央法規
- (6) 薬師院仁志、地球温暖化論への挑戦、2002年、八千代出版
- (7) 池田清彦、地球温暖化論のいかがわしさ、ちくま375号、2002年
- (8) 京都大学大学院エネルギー科学研究科エネルギー社会環境科学専攻、エネルギー・環境・社会 現代技術社会論、2005年、丸善
- (9) Rees, William, E., Ecological footprints and appropriate carrying capacity, what urban economics leaves out, Environment and Urbanization, 1992年
- (10) 小宮山宏、地球持続の技術、2000年、岩波新書
- (11) Meadows, D. H., Meadows, D. L. and Randers, J., (大来佐武郎訳)、成長の限界 ローマクラブ「人類の危機」レポート、1972年、ダイヤモンド社
- (12) 地球環境研究会、地球環境キーワード辞典、2005年、中央法規
- (13) 植田和弘、現代経済学入門 環境経済学、2001年、岩波書店
- (14) Naess, Arne, (斎藤 直輔、開龍美訳)、ディープ・エコロジーとは何かーエコロジー・共同体・ライフスタイル、1997年、文化書房博文社
- (15) 日本はもっと地熱発電を 米国の環境学者レスター・ブラウン氏提言、東京新聞2008年6月23日
- (16) 野崎 勉ほか、職業人と実践倫理 (上巻)、2003年、鹿児島学術出版
- (17) Whitbeck, C., (札幌順・飯野弘之訳)、技術倫理1、2000年、みすず書房
- (18) 杉本泰治・高城重厚、技術者の倫理入門、2000年、丸善
- (19) 三浦清一、科学技術にもとめられる倫理的技能と教育、高等教育ジャーナルー高揚教育と生涯教育ー、10、2002年
- (20) 辛島司朗、環境倫理の現在、1994年、世界書院
- (21) 加藤尚武、応用倫理学入門ー正しい合意形成の仕方、2001年、晃洋書房
- (22) 堀井 秀之、問題解決のための「社会技術」分野をえた知の協働、(2004)、中公新書
- (23) 鹿児島大学公開講座“暮らしの中のテクノロジー”資料、1996年
- (24) 日本学術会議科学者コミュニティと知の統合委員会、提言：知の統合ー社会のための科学に向けてー、2007年
- (25) 藤垣裕子、“専門知と公共性 科学技術社会論の構築に向けて”、2003年、東京大学出版会
- (26) 小林傳司、科学技術に踏み込む人文科学、学術の動向、2007年
- (27) 隈本邦彦、マス・メディアを介した研究者と一般市民との双方向コミュニケーションの試み、科学技術コミュニケーション第1号、2007年
- (28) 小林傳司、トランス・サイエンスの時代、2004年、NTT出版
- (29) 村上陽一郎・竹内薫、今、求められる「社会のための科学・技術」という自覚、日立評論、2008年

(30)山内廣隆、環境の倫理学、2003年、丸善

(31)佐和隆光、これからの経済学、1991年、岩波新書