

環境・資源の問題と適正技術

前回は、貧困と格差の問題に焦点を当て、問題をもたらしている要因や構造と、それを解決・緩和するための技術について考えた。今回は、環境・資源の問題に注意を向けて、それらの問題を乗り越えていくための技術のあり方について考えてみたい。

1.環境・資源の問題と、それをもたらしているもの

昨年は、きわめて強大な台風の襲来、記録的な豪雨、河川の決壊、土砂災害、あるいは、同じく記録的な猛暑等が、それまでになかった頻度で発生したが、今年は、5月の時点で早くも猛暑日が発生している。このように、地球規模の気候変動が、私たちに毎年の変化が実感できるような速度で進んでいるのは驚くべきことである。それは、これまでは千年だか一万年だかを単位とするような地質学的な時間を経て生じてきたような変化が、1年を単位とする、極端な速さで生じているということではないだろうか。

2015年12月に採択されたパリ協定(2016年11月発効)では、世界平均気温の上昇を産業革命前と比べて2°C未満(望ましくは1.5°C未満)に抑えるという目標と、気候変動をもたらす温室効果ガス(二酸化炭素、メタン等)の排出を今世紀後半に実質ゼロにするという目標を掲げている。ところが、こと経済の話となると、先進国も途上国も、依然としてほとんどの国が成長を求めて続けており、そのことと、あと30年しかない今世紀後半までに、温室効果ガス実質ゼロという目標が整合するとは到底思えない。

生じている危機およびその進行のスピードに対して、それを頭ではわかっていても、感覚的には相応の深刻さと現実性をもってとらえることができず、また、既存の社会・経済システムから脱皮することも障壁が高くて、迅速で大胆な社会の転換にとりかかることができないギャップがある。

(1)沈黙の春

今日の環境・資源問題につながる現代社会の矛盾を、先駆的に指摘し、かつ対策をとる政治的動きにまでつながる影響力をもったのは、いうまでもなく、レイチェル・カーソンの『沈黙の春』である。第二次大戦後、ひろく使われるようになった農薬(もともと農薬自体が、軍事研究の産物である!)の残留毒性が、昆虫のみならず、多様多種の動物や植物が複雑かつ有機的にからみあった体系をなしている自然界にどのような影響を与えてきたかを解明し、農薬の使用をやめるべきことを指摘した。それは、標的となっている昆虫や草のみならず、それを食べる昆虫や鳥などの天敵をも殺してしまう、毒性のある化合物は食物連鎖の中で濃縮が進み、ついには人間に影響をおよぼすにいたる、それを避けるためには、薬品にた

よらず、副作用の少ない生物的防除等によるしかない、としたのである。この主張に対して、農薬業界や化学工業界などは猛烈に反発したが、ケネディ大統領は、諮問委員会をつくって彼女の主張を支持し、残留性の強い農薬は規制されるにいたる。

問題の本質を、精妙で高度に有機的な連関をなしている自然の生態系に、その生態系の代謝と循環にのらない異物～毒物として人工物質が入り込み、それが生態系のバランスを崩していき、ついには、人間の健康や健全な居住環境が損なわれていく、ということと考えると、今日では、単に農薬にとどまらず、化学薬品、医薬品、プラスチック、マイクロチップ、複合材、放射性廃棄物、重金属など、生態系の循環にのらない異物としての廃棄物は、カーソンの時代と比べて、はるかに大きな規模と広がりをもって、全世界を覆っている。

別の角度から考えると、重大な問題は、昆虫という生態系の連鎖の一面を毒物で駆除することが、その天敵としての昆虫や鳥を排除することにつながり、それらが排除されてしまうと、もう自然の防除システムではなく農薬にえんえんと頼るしかなくなることが、資本主義的には、農薬という商品の巨大で持続的なマーケットを生み出すのにつながっていることである。

(2)成長の限界

1972年に出版された「成長の限界」は、それ以前は、人間社会とそこにおける経済はどこまでも成長し続けていくとする観念が一般的であったのに対し、成長は、それほど遠くない将来にさまざまな限界につき当たり、適切な成長のコントロールがなされない限り、人口と工業力の制御不能な減少～破綻が生じるであろうことを警告した名著である。そこでは、「幾何級数的成長」、「限界」、「原因とその結果との間の時間遅れ」が、鍵概念として繰り返し現れる。

この「成長の限界」のメッセージは、それから半世紀近くを経過した現在においても、依然として光彩を放つばかりか、今日、私たちの関心がとかく温暖化問題に集中しやすいのに対し、非更新性資源の枯渇、食糧生産の限界等によっても破局が訪れることに注意を喚起する。(人口、食糧生産、天然資源、工業生産、汚染の5つの要因が検討されている) コンピュータによる世界モデルにより動的なシミュレーション分析を行なったことも、当時としては斬新性が高く、大きな反響を生んだ。

このような内容の警告が、「反体制派」や「左翼」からではなく、実業家や政治家や科学者等のいわば「メジャー」な側から発信されたことが重要である。そのことが、内容の重大さ、質の高さとともに、この本が世界に大きな衝撃を与える要因となったと思われる。

20年後の1992年に「限界を超えて」が出版されている。そこでは、成長傾向が改まらないまま時間だけが経過したため、多くの資源や汚染のフローが既に持続可能性の限界を超えてしまっていることが指摘されている。しかし、それでもなお持続可能な社会は実現可能、としている。

32年後の2004年に「成長の限界、人類の選択」が出されている。「人類が環境や生態系

に与える影響度や破壊」の指標としての「エコロジカル・フットプリント」や、豊かさの指標として、寿命、教育、GDPを統合した「生活の豊かさ指数」という新しい変数を導入する等のモデル改善がなされているが、基本的な主張、結論はそれ以前のレポートを踏襲していると考えられる。メドウズは、リーマンショック後の2009年に来日した際、朝日新聞のインタビューに答えて、現在の経済危機は30年続く危機の始まりであり、人類がもっとも困難な状況になるのは2030年頃と発言している。

これらの流れ、原因と結果の時間遅れを考え合わせると、実際に何らかのカタストロフが生じるまでは人々が本気で動き始めることはなく、その時には、既にその後の結果をもたらす原因の「仕込み」が済んでしまっているから、たとえ本気で動き出してもさらに深刻なカタストロフが生じ…という過程でことが進む可能性が高くなってきているように思える。

(3)環境・資源問題の由来について

リン・ホワイト Jr.は、『現在の生態学的危機の歴史的根源』^(※)の中で、環境問題が生じる由来を、自然を人間が支配・搾取することを正当化するキリスト教の教義と、その教義にもとづいて発展してきた科学技術のあり方に求めている。

^(※) Lynn White Jr. “Machina ex Deo”, MIT press, 1968、邦訳:リン・ホワイト著、青木靖三訳『機械と神』、みすず書房、1999年所収。この論文が発表された1967年は、まだ地球規模の環境問題よりも、地域レベルの生態系の破壊や汚染により大きな注意が向けられていた時代と考えられるが、おそらく問題の本質は現在にも通底する。

ただ、科学技術と宗教の関係は単線的ではなく、村上陽一郎は、その著書『近代科学と聖俗革命』(1976年、新曜社)で、17世紀の「科学革命」といわれる時代の科学の営みが、神の創造した自然界の秩序を解読していくような、現在の科学的探究とはまったく異なるコンテクストの下で行なわれていたこと、それが、18世紀に啓蒙主義者たち(百科全書派)の手で、宗教的に「脱色」され、現在の科学に近いものになったことを述べている。今日の環境問題をもたらしている科学技術は、その多くが18世紀以降開発されたものとする、それは聖俗革命以後の宗教的に脱色された科学技術である。しかし、そうであるとしても、自然を人間が支配・搾取することを正当化する流れは引き継がれたのかもしれない。

今日の生態学的危機(あるいは環境問題)をもたらした要因としては、それを論ずる人のスコープ、視角、焦点の絞り方によって、さまざまな切り出し方がなされている。

- ・人口爆発　ギャレット・ハーディン(生物学者)、ポール・R・エールリッヒ(生物学者)
- ・豊かさ　ウォーター・ハワード(生物学者)
- ・利益の追求　チャニング・E・フィリップス(牧師)
- ・科学技術の発達による生産力と富　バリー・コモナー(生物学者、経済学者)
- ・キリスト教　リン・ホワイト Jr.(中世農業技術史研究)
- ・人間の人間に対する支配　マレイ・ブクチン(ソーシャルエコノミスト)
- ・人間そのもの　ディブ・フォアマン(ディーブ・エコロジスト)

※海上知明『環境思想—歴史と体系』、NTT出版、2005年、バリー・コモナー『何が環境の危機を招いたのか』、ブルーバックス 1972年を参考にした。

私としては、現在私たちが当面している生態学危機～環境問題は、長期的な人口増大の圧力(その由来は、結局は農耕の開始にまでさかのぼる)の下で、私たちの社会に近代化が与えた衝撃の結果ではないかと考える。その際、「近代化」の実質を構成する基本要素として、近代科学技術と資本主義をあげたい。地球環境問題の観点からは、近代科学技術が、化石燃料をふんだんに消費しうることを中核的技術前提として発達してきたこと、アメリカ的製造方式により、大量生産・大量消費システムが成立したことが特に重要である。

2.環境・資源の問題と適正技術

それでは、このような環境・資源の問題を乗り越えていくための技術のあり方はどのようなものなのだろうか。以下に、重要な論点と思われるものをあげてみる。

(1)限りあるものは、限りあるものとして扱う

シュマッハーの「スモール・イズ・ビューティフル」は、「現代のいちばん重大な誤りは、「生産の問題」は解決済みだという思いこみである。」という一文から始まる。その意味するところは、現代の工業文明が、化石資源のような、人間が作り出すことができない再生不可能な資本を、まるでその都度新たに生み出される所得であるかのように思いこんで、それに頼り続けていることへの批判である。その再生不可能な資本として、化石燃料、自然の許容限度、人間性の三つをあげている。

思えば、これはごく当たり前のことで、再生されない限りあるものを使っていけばなくなっていき、容量が限られている環境に、とめどなく排水・廃棄物や温室効果ガス等を排出していけば、いつか何らかの破綻がおとずれる。〈限りあるものは、限りあるものとして扱う〉ということがこれからの技術のあり方の基本的な原則になり、それが本当に実行できれば、今日の環境・資源問題の多くは解決に向かうと思われる。

(2)環境の限界と資源の限界

それでは、シュマッハーがあげている限りあるものの中で、環境の限界と資源の限界とは、今日どこまで逼迫し、相互にどのような位置関係にあるのだろうか(「人間性」については、次回のテーマとなるだろう)。私はかつて、化石燃料消費に関する世界の人々の平等な権利ということを根拠に「化石燃料消費に関する世界標準量」という概念を打ち出したことがある^(※)。その概念は、何億年にもわたる自然の営為の中で作りあげられてきた化石燃料資源は、いわば人類に与えられた恩恵である、資源を大量に浪費する文明をたまたま先につくりあげた人々が、その大部分を消費してしまうのは不条理であって、いま存在する者のエゴイズムをとまなうことはさけられない、もしそのエゴイズムが少しでも免罪されるとすれば、それは、その再生不可能な資源を使っている間に、そのような資源がなくとも快適な生活が

できるような、再生可能なシステムを準備できた時だけである、という考え方を基礎にしている。

(※)「適正技術・代替社会」『環境と生態系の社会学』岩波講座現代社会学第二十五巻、岩波書店、1996

そして、二十一世紀末までにそのような再生可能なシステムをつくりあげると想定し、それまでに地球上で生きる人々が、化石燃料消費に関して平等な権利を持つとして、化石燃料資源の究極可採埋蔵量にもとづく資源面の制約ならびに気候変動を許容範囲にとどめるための環境面の制約から、許容される消費量を、それぞれ「資源基準の世界標準量」、「環境基準の世界標準量」として割り出している。その結果を1年間の1人あたりの熱量換算で表わすと、資源基準の世界標準量が4,400万キロカロリーであるのに対して、環境基準の世界標準量は766万キロカロリーにすぎなかった。すなわち、資源の限界よりも環境の限界のほうがはるかに厳しいのだ。2018年の日本の一人当たり化石燃料消費量は3,160万キロカロリーであるから、後者を4倍も上回っている。一方、インドネシアの2018年の化石燃料消費量は1人あたり676万キロカロリーで、環境基準の世界標準量を下回っている。

ところが、それでは「途上国」も満足できる基準にはならない。「先進国」がこれまでに消費してきた化石燃料消費に関する配慮が欠けているからである。世界標準量としての公正さを保つためには、それぞれの国がこれまで累積的に消費してきた量を積算して、既に多量の消費をしてきた国にはハンディをつけ、これまで消費の少なかった国には、その分を上乗せする補正が必要である。そのような過去の排出に関する補正を行うと、もう日本人には化石燃料消費の権利はなく、逆に多大な負債を負っていることになる。

二酸化炭素排出の少ないエネルギー源として原子力発電を重視する向きもあるが、原子力発電は、放射性廃棄物という負の遺産を、超長期にわたり後の世代に残していくものであり、またきわめて重大な事故の危険性、核兵器拡散のリスクを抱えるものであることからしても、決して許容できるものではない。

(3)持続的に供給できる資源の側から社会を構想する

これからの社会のあり方、そこにおける技術のあり方を考えていこうとする時、それをエネルギー供給の観点から考えていくと、ずいぶんと見晴らしがよくなっていく。エネルギーはまさにあらゆる産業と生活の基盤であり、かつ定量的に語れるものであるからだ。それでは、日本を例として考えると、再生可能エネルギーには、どの程度の供給量が期待できるのだろうか。再生可能エネルギーの導入可能量については、前提の取り方次第で非常に大きな差が生じるが、日本の主な再生可能エネルギーの導入可能量の試算例の中から、現状との距離は大きいものの、まんざら実現不可能ではないと考えられる数値をとり、一人あたりの熱量として換算すると、1,310万キロカロリー/人・年(太陽光:570、風力:497、地熱:146、バイオマス:97)となる。これは2018年の日本の一次エネルギー消費量3,590万キロカロリー/人・年の36.5%に当たる。現状の約3分の1であり、極端に少ない量ではないけれども、経済成長をどこまでも求め続けることとは両立しないし、産業の基本的な構造や、私たちの

生産と消費のあり方の大きな改変が求められるのは間違いない。

今日の再生可能エネルギー促進の動きは、多くの場合、現状の先進国のエネルギー消費量を基準とし、その一部を代替しようとする発想になっている。しかし、そのような既存の消費をあたかも当然であるかのように考え、それに匹敵するエネルギーを自然エネルギー等でまかなおうとする発想自体が、既に節度を著しく欠いたものなのではないだろうか。そうではなく、持続可能な形で無理なく調達できるエネルギーの質と量の側から、来たるべき社会と、そこにおける技術を構想すべきなのだ。

APEX の経験からいうと、再生可能エネルギーの普及を妨げている基本的要因は、化石燃料の存在そのものである。以前、荒地でも生育し、種子から軽油代替燃料を生産できるジャトロファにより、荒地の緑化と、再生可能エネルギー生産を併せて行う事業に取り組んだが、現状の軽油価格とは競合することができなかった。私たちから見ると、今日、石油燃料のほうは、幾憶年もの悠久の時間をかけて蓄積され生成した石油資源を、たかだか 100~150 年程度の間で消尽させてしまうという、いわば空前のルール違反を行っていて、そのような製品と競合するのは、はじめから無理がある。これまでも、固定価格買取制度、炭素税、排出量取引制度など、各国でさまざまな施策が検討され、一部実施されているが、現状のレベルでは、必要とされる転換の速度にまったく追いつかない。化石燃料の消費を抑制し、再生可能エネルギーの普及を促す、画期的に強力な制度～政策の導入が必須と思われる。

(4)自然の生態系の循環やバランスをさまたげない

レイチェル・カーソンの『沈黙の春』は、自然が悠久の時間をかけて作りあげてきた、きわめて精妙かつ高度で、有機的に関連した自然のシステムに、近代科学技術が、いかに浅薄な、単純な考えで侵入し、その報いを受けてきたか、ということをも明らかにしたといえる。問題を物質の循環として考えると、自然の生態系の循環の中に還元することができる素材(Nとする)と、還元できない人工物としての素材(A)を峻別し、Nは、使用後は再利用するか自然に還元、Aは、自然の生態系の循環やバランスを損なわない独立した系の中で用いられ、使用後は再利用するか安全に廃棄することが求められる。NとAが混じり合った製品は、両者が容易に分離可能なように設計・製造される必要がある。

※APEX の経験の中では、コミュニティ排水処理のモデルシステムを設置したジョクジャカルタのスクナン地区が、コミュニティの篤志家のリーダーシップで廃棄物の回収・再利用システムを構築し、住民が主体的に運営しており、参考になる。家庭から排出される廃棄物を、有機物、プラスチック、ガラス、金属に分別回収しており、有機物からは自分たちでコンポストを生産、プラスチック、ガラス、金属は、有価物として回収業者に販売。また洗剤等の袋を材料にしたハンドバックなど、廃棄物を利用した工芸品をつくって販売している。

(5) 小規模分散型システムの重視

前述の、幾憶年もの悠久の時間をかけて蓄積され生成した化石燃料資源を、瞬時に燃焼させてエネルギーを得ることの便益はあまりにも大きく、ある国がその恩恵を手放せば、ただちに国際競争力を失い、深刻な不況に陥る可能性が大きい。短期的な人気取りと票集めに腐心する政治家たちが、そのようなリスクを冒すはずがない。それで再生可能エネルギーへの転換が進まず、依然として経済成長が求め続けられる中で、地球環境全体が破滅的危機へと追い詰められていく、というのが、現在世界が遭遇している事態ではないだろうか。

もし、その隘路を逃れることができるのであれば、(3)の最後で述べた、強力な制度的・政治的誘導とともに、各地域で、エネルギー、水、食糧等の基本的なニーズの充足に関して自立性の高い、持続可能で小規模分散型の社会・経済・技術システムを構築することが、基本的に重要と考える。限られた地域に偏在し、その採取に高度な巨大技術と多額の投資を要する化石燃料と異なり、自然エネルギーは、本質的に希薄な密度であまねく広がっているものである。したがって、それぞれの地域で、住民の参加とコントロールのもとに展開される、小規模分散型のエネルギー供給システムになじみやすい。それは、地域のニーズに沿ったエネルギー供給と、人々への公平な富の分配、雇用の創出を実現しやすいものである。地域に生きる人々の絆が強くなり、人々の人間的能力が回復されていくことも期待され、次回のテーマとなる人間疎外の克服とも連動する。

地域で、地域住民のコントロールのもとに食糧・水・エネルギーの自給ができるということは、社会の安定性を著しく高める。この多重的なリスクをかかえる世界にあって、そこにどんな変動があろうとも、最低限の生活が自らのコントロール下で保障されているし、そこで雇用も吸収しやすいからである。

(6) 近代科学技術の限界の認識と自然の尊重

今日、私たちは、実証可能な科学的根拠のあるものをもとに世界を認識し、あるいは研究を行い、技術を開発したり、開発された技術を実際に適用したりすることをよしとする世界に生きている。そのような世界観は、主として17世紀に、ケプラー、ガリレオ、デカルト、ニュートンらによって形成された機械的世界観に基礎をもっている。機械的世界観は、質量、運動、エネルギー、原子と分子等、多くが数量的あるいは構造的に定式化できるもので構成されており、再現可能で確実性があり、知識の蓄積や伝達も容易なので、膨大な情報を際限なく蓄えて、その知見を広げていくことができる。その発展を見ると、まるで、私たちは世界の大部分を理解しており、わからないことは一部だけで、それもこれからの科学の進歩で解明されていく、といった考えに陥りやすい。ところが実際は、例えば、なぜ生物がここまで高度で精妙な生体システムを発達させることができたのか、生命の由来、死後の世界、宇宙の起源(ビッグバン理論は、主にビッグバンが生じた以降の現象的解明であり、無から有が生じる仕組みは、人間の知性では解明不可能なように思える)、宇宙の果てなど、もっとも基本的なこともわかっていない。また、別の角度からいうと、生の充溢、感性、情動、精

神性、信仰、人間関係等の私たちの日常を覆っている多くのものは抜け落ちる。

人間は世界の多くを理解しているという傲慢な認識と、リン・ホワイトが指摘したような、自然を人間が支配・搾取することを正当化する考え方が結び付くと、自然を見下し、単に利用する対象とみなす価値観が生まれる。それは、今日の環境・資源問題をもたらす基層的な要因になっていると思われ、それを改めて、人間にわかっていることや人間が持っている力はごく限られたものであることをふまえ、神秘的で不可思議であり、かけがえのない魅力と価値をもった自然を尊重し、それを畏敬して傷つけない行動をとるべきである。

以 上(田中直)