

## ■特別寄稿■

# 循環型社会を支える自治体へ ——ゼロエミッションがもたらす豊かさとは\*



鈴木基之\*\*

### はじめに

新しい世紀に入った。それぞれの場において、これからのあり方、生き方を構想するときである。

わが日本は現在、政治、経済あるいは長期展望に立つべき教育の問題において混迷の時代にあるといつてよい。それは、日本がいまだに高度成長時代の経済成長第一主義のパラダイムから抜けきれず、われわれが対面している人口爆発、資源の有限性、環境破壊などのグローバル危機に対して新しいヴィジョンを確立できず、どのような新しい人間活動の姿を描くのかに関する具体的な展望を示せないでいるからである。

いま自治体に必要とされているのは、これまでのように時代の変化に対して受身の対応をするのではなく、新しい時代の方向を見据え、新しい政策を提示し、その方向に地域社会を誘導する積極的な役割である。

### 1. 有限の時代

いまの時代を生きているわれわれの世代は、人類の歴史上初めて「有限性」の意味を考えなくてはならなくなった。もちろん30年近く前に提唱された「宇宙船地球号」という考え方に示されたように、地球の全貌を宇宙から見るといった人類は、観念的には地球の大きさは有限であり、そこに住む人々は一体となってその将来を考えなくてはならないことを理解した。

しかし、人類の物質面での活動が20世紀の後半に著しく活性化し、そこで必要とされる資源の量

は膨大なものとなったがゆえに、地球上に存在する資源の埋蔵量の限界がはっきりとしてきたこと、また巨大な人間活動から発生する廃棄物など、地球環境に対する負荷が大きくなり、地球環境そのものが不可逆的な変化を示すこととなり、このために自然生態系の急変が危惧されたり、食料、水などの基本的資源の枯渇を通じて、人類の生存そのものが危うくなりつつあること等が警告されている。

また世界の人口は1999年に60億を超え、50年後には90億近くに達するという予測もなされている。この人口増をもたらしたのは、19世紀以来の科学技術の大展開であり、一部の国への資源の集中によってそこでの工業化が進み、先進工業諸国と発展途上国と呼ばれる2つの集団に分かれて現在に至ることとなった。因に、人口増加の大部分は発展途上国において生じることとなる(図1)。

地球上におけるこのような人口増、人間活動の活発化に対して制限を与える有限性は2つであ

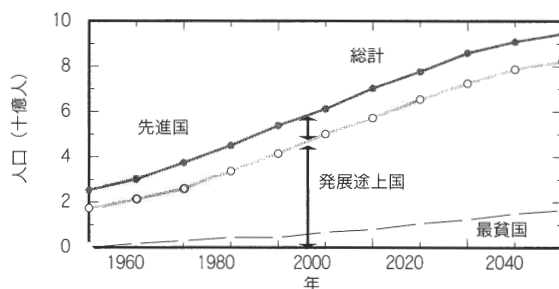


図1 世界人口増加のプロジェクション

\*Role of Local Governments in Achieving Zero-Emission Society

\*\*Motoyuki SUZUKI 国際連合大学

る。

一つはもちろん、資源の有限性である。途上国における将来の食料供給の問題は、国際問題としてどのような道を探るのか大きな課題であり、21世紀の水資源に至っては、今世紀の石油に匹敵する課題になるであろうと推定されているのである。

もう一つの有限性は、地球上の自然系が人間活動の影響を受けて劣化することにより、人間生存の基本を支えることができなくなることによる限界である。異なった種類の問題と見える多くの環境問題のすべてが、結局はこの問題である。

人間活動から排出されるフロン類によるオゾン層の破壊が有害紫外線の地上への到達量を増やし、これが人体へは皮膚がん、他の生き物へはどのような変異を与えるかなど危惧すべき問題を生じ、これについてはモントリオール議定書などによりフロン撤廃ということでの一応の対策は取られている。

人間活動から発生する廃棄物に関しては、最終処分場の問題や焼却処理における有害物質の発生の問題など各自治体が頭を抱えている。

水質汚濁は飲料水、水産物を通じての人体影響、水環境の劣化による生活環境や景観の悪化する問題でもあり、また汚濁により資源的価値を減ずることは水資源とも直接関わるわけであり、水は人間活動と密接に関わる問題として総合的な検討体制の構築が求められる。

ダイオキシン、環境ホルモンなど化学物質による環境汚染は、環境容量が無限であり、遠くかなたへ拡散し希釈されると考えていた過去の幻想とは異なり、有限な環境中をさまよひ徐々に蓄積され、生物濃縮などを受けてついには人間に戻ってくる問題であることが明確である。

このように環境の有限性は、これまでの人間活動を支配していた成長第一主義の考え方に大きく変更を迫ることとなる。

## 2. 日本の物質収支

このような状況の中で、「循環型社会」というキーワードがようやく定着しそうな状況となってきた。具体的なイメージはそれぞれまちまちな点もあるようだが、とくに先進工業化社会としてど

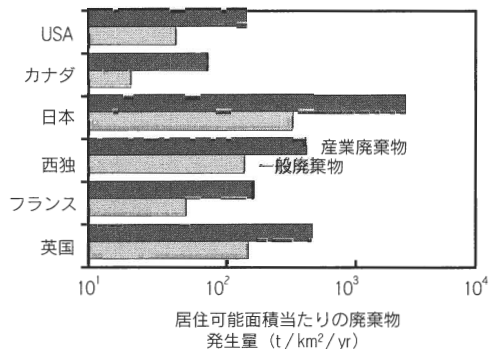


図2 先進6カ国における居住面積当たりの発生廃棄物量の比較

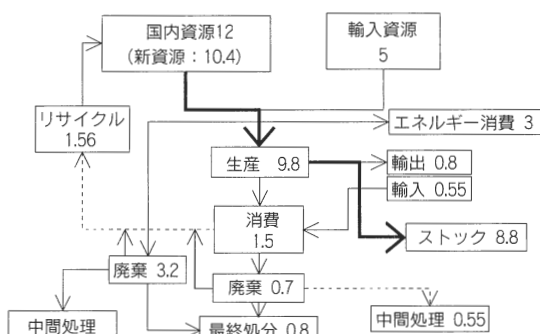


図3 日本の物質収支

(1993年, t/年/人, クリーンジャパンセンター)

のようなことを目標とすべきなのか、ここではゼロエミッションという考え方を述べることによって、いささか単純化して示してみたい。

日本において問題となっているのは、資源多消費、大量廃棄物のうえに成り立つ社会的な構造であり、これに対する解決策を求めていくことが必要とされている。ちなみに日本の発生廃棄物量は居住可能面積（国土のうち平地の面積）当たりと比較すると、図2に示すように先進工業諸国の中でも群を抜いて高く、いかに人間活動が高密度化しているかがわかる。

また日本の1人当たりの年間の資源採取量は国内資源が約10.2t、輸入資源が約5tと推定されている。この国内資源を生み出すために約40tの自然の改変がなされているとも推定されている。廃棄物としては、埋立てなどにまわされる最終の処分量が1人約0.8t、国全体では年間1億tの処分に対応する土地が必要とされる。このような大規模な自然改変—大量廃棄のうえに現状が成り立つ

ているのである(図3)。

### 3. 持続性の意味

このような状況が永続的でないのは明らかである。これからのキーワードは「持続性」である。人間活動を「地球の許す範囲」で継続的に維持することが必要である。そもそもわれわれの工業化社会は、とくに今世紀においては「成長」ということを疑うことなく前提として進んできた。経済成長率は常にプラスでなければいけないと信じてきたのである。

ネズミ算などに示される生物の増殖を見るまでもなく、ほとんどすべての現象は、その初期において1匹が2匹に増え、2匹が4匹に、4匹が8匹に、という形の指数関数的な増殖を遂げる。この増殖様式は対数増殖とも呼ばれるが、成長率一定というパターンである。利息一定の預金の増加もこの形に当たる。成長率一定を継続すると、時間の経過とともに最終的には無限大へ発散していくことになる(図4, 曲線a)。

有限な系においては、もちろんこのようなことは不可能である。たとえばネズミの増殖においても、増え過ぎると餌の不足、個体間の干渉による緊張感の高まりなどが原因か、明確なきっかけは不明だが、集団で入水するなどの自殺行為を示すことも報告されている。曲線(b)に従う破滅である。

過去の人類の歴史においても、急速に巨大化した帝国が国内のロジスティックスなどが間に合わないために崩壊したことは、いくつもの例をあげることができるであろうし、巨大化し過ぎることにはなんらかの限界があることを、われわれは学んできているはずである。

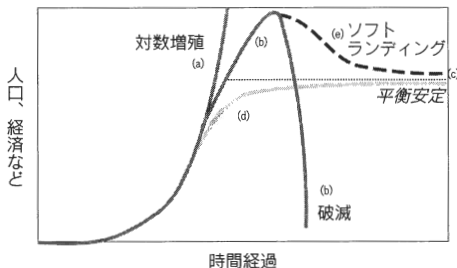


図4 成長のパターン

われわれにとって重要なのは、持続的で安定な社会の状態、すなわち直線cはどこにあるのかを判定し、そこに向かって舵を取り、曲線dに従ってソフトランディングを図ることではないだろうか。徒に、過去の生き方のみを肯定していると曲線bに従って破滅に至ることになるのではないかと心配である。

前述したとおり、現在のわれわれに植え付けられた思考方式は、高度成長時代に主としてインプットされたものといってよいであろうが、絶対的な生活レベルはどうあるべきかということよりも、成長率すなわち前よりも良くなる、他よりも良くなるという相対的な価値観、とくに経済的に豊かになるということを主眼とし、工業社会の発展のための消費は美徳、大量生産—大量消費—大量廃棄こそが豊かな社会を支え、このために自然資源を大量に採取するという価値観ではないであろうか。

この価値観を大きく変えることこそが持続安定社会の姿を模索し、そこへ向かって進んでいくために必要とされるのではないだろうか。このための一つのパラダイムが、ゼロエミッションという発想なのである。

### 4. 工業社会のゼロエミッション

高度成長時代以来定着した大量資源採取、大量生産、大量消費、大量廃棄の文化から、新しい持続的な社会を支える文化への転換に当たって、基本となるのは自然環境からの資源採取を最小とし、自然環境への廃棄量を最小とすることである。しかしながら、このために生産・消費の活動を極端に抑制していくわけにはいかない。経済活動を維持していくことも必要であり、新たな財を作り出すのは生産活動だからである。この一見矛盾した要求を満たすためには、廃棄されるものを新たな資源として活用していくシステムを作り出すしかないのである。これが資源循環の意味であり、これを達成するのが循環型社会であろう。

もちろん、この循環を完成するのは容易なことではない。従来型の産業の構造をいろいろなレベルで変革していくことが必要となる。工業システムにおけるゼロエミッションの考え方は次のとおりである。

まず、工業生産は特定の製品を作り出すことをめざすわけで、そこには必ず製品以外の副生物が存在し、これが廃棄物として排出されている。この廃棄物を工場の出口でいかに処理するか（エンド・オブ・パイプ）、あるいは生産プロセスを変革して廃棄物の量をいかに少なくするか（クリーナー・プロダクション）という考え方がこれまでにとられてきた。

しかし、これらの方法は必要以上のコストがかかったり、単一のプロセスで廃棄物を減少させることに限界があるなどの問題がある。これに対してゼロエミッションは副生物（従来の廃棄物）も未利用の資源であると考え、必要に応じて付加価値を高める操作を加えて、他の産業で原料として利用することをめざす考え方である。

産業において発生する副生物を別の産業にまわすことにより、最終的にはすべての資源はむだなく製品化されていくシステムが構築されることとなる。このように、異種の産業のネットワーク化（クラスタリング）によって、単一のプロセスでは達成できない資源の有効利用が図られ、かつ環境への負荷が低減されるという形で、いわば自然生態系の中で生じている階層的な物質循環を、産業系において達成しようとするものである。

このためには多くの面で、新たなニーズ指向の技術開発も必要となる。システムとしては、エンド・オブ・パイプ型の考え方すなわち下流での処理を考える手法とは対比的に、物質循環の全体像を考慮し、上流側に溯ってプロセス変更、原料転換を含み、さらに他の業種とのクラスタリングを考慮するなど、Up-sizingによる全体システムの最適化を構築することをめざすものである。

ゼロエミッションシステムの小さな一例として、フィジー島における生態系ベースの実験を示してみよう。

フィジー島の首都スバ近郊にあるモントフォート職業訓練学校の敷地内で、国連大学が行ったゼロエミッションシステムの実験では、ビール生産の際の廃グレーン（ビール11生産当たり700g程度排出される）をキノコの菌床として用いた。キノコはヒラタケが栽培される。キノコの排出する酵素によってグレーンの有するリグニンが分解され、キノコ成育後の菌床は豚のよい餌になると考

えられる。

養豚（30頭）のし尿から嫌気性消化によりメタンガスを採取する。このメタンガスはキノコ生産時の培地の滅菌に用いられ、家庭用燃料として用いられる。消化槽において炭素分の半分が回収され、残りはスラッジとしてかき出される。消化槽の排出水はアンモニア成分を含み、オープンチャンネルを流下する間に硝酸体に酸化され、藻類合成に利用される。また、水耕植物の生産にも利用可能である。

この後、流下水は3,000m<sup>2</sup>の池に導かれ、ここでは多品種の魚類の養殖が行われている。表層から底層まで、藻類食性から肉食性など多種類の魚が共存する形の栽培養殖が行われるのは、通常のモノカルチャーに比べてはるかに安定だからである（図5）。

このようにして、システム全体としてはビール工場の廃棄物を入力とし、すべて太陽エネルギーと人力により、キノコ、豚、水生野菜、魚類などの生産が行われ、水は陸上の畑への散水に用いられることにより、良質の野菜生産が行われるというシステムである。このシステムが持続的であるとすれば単位生産当たり、どのような面積とどのような労力が必要とされるかの定量的な解析が行われている。

もちろん、このシステムはフィジーだから可能な面もあり、日本においてはそれぞれの地域での最適なシステムを考えていく必要がある。

いずれにせよ、工業化された地域においてこの

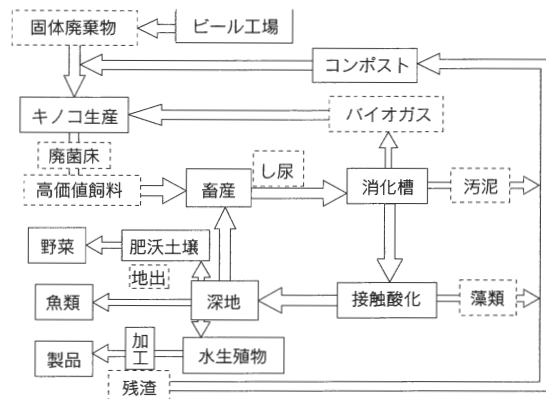


図5 フィジーにおけるゼロエミッションシステムの実験における物質循環フローの概念図

ようなねらいに沿って、全体の物質循環ネットワークシステムを構築するためには、既存の産業の間をつなぐ新しい産業の創成が必要とされることもあるだろう。しかしこれは、新しい収入源の創出、新しい雇用の創出も意味しているわけである。

ゼロエミッションは従来の公害防止、クリーンプロセス指向という負の投資につながる発想とは異なり、それ自身が生産性の増強につながる、すなわち収益を生んでいく方向を指向するという面で、明るい未来を求める考え方である。

それぞれの地域社会をこのような方向に誘導するためには、その自治体においてどのような展望を準備し、その方向へ向かうための誘導策、法的な規制などを利用するかが重要な課題である。また前述のように、日本では高密度な人間活動が営まれており、それぞれの地域内における物質の流れ、ストックに関する情報の一元的な管理が今後は必要とされていくであろう。ここにおいても自治体の役割は期待されるものがある。

### 5. ゼロエミッションをめざす技術の開発

ゼロエミッションに関する技術開発はともすると「廃棄物ゼロ」、したがって完全な廃棄物処理技術の開発を試みるものと考えられたり、まったくエネルギー消費も要しない永遠機関の技術開発を試みるかのような誤解をもたれることがある。これらはいずれも本来のゼロエミッションの意図するものではなく、ゼロエミッションは上述のように、システム化を通じて資源の最大利用を図り、生産性を最大に上げるための技術開発をめざすものであり、これを通じて持続可能な開発を支援しようとするものである。したがって、ここでは従来の個別の単能的なプロセス開発に求められていたものとは異なる価値観での技術開発が必要とされる。

当面必要とされる技術開発は、クリーンプロセスをめざす技術として個別生産プロセス内の副生物（廃棄物）を減少させる（reduce）技術、副生物を再利用（reuse）、再生利用（recycle）可能とする技術などはもちろんであるが、ゼロエミッションとして目的とするものは、上流側に遡って新しい原料で代替する（replace）技術、新しい視点で副生物から有価物を回収する（recovery）

技術、個別のプロセスから排出される副生物に付加価値を与え、他のプロセスで原料化できるよう変換し再び生命を与える（revival）技術、物質循環サイクルを構築するためのコンセプトの開発、システム化のための具体的方法論の開発、全体システムを最適化するための目的関数に関する検討も重要であろう。

### 6. ゼロエミッション社会の構築

ここではゼロエミッションの基本的な考えを示したつもりであるが、いずれも持続的な人間活動を確立していくためにはごく当たり前のことといつてよいであろう。このゼロエミッション社会を実現していくためには、まだいろいろと検討する必要がある事柄は多い。たとえば、ゼロエミッションの経済的側面については検討課題は多い。すなわちシステム化を追求していくことになる、産業システムあるいは社会システム全体としての最適性を追求していく方向が必要となるが、これを従来型の個別企業の利益の追求を前提とする考え方、企業単位での自由競争を原理とする経済体制とどのように調和させることができるのかは基本的な課題である。

また生産業がネットワークシステムを組むことによって、資源の最大限の利用を図っていくことになる、製品を使用し、廃棄する消費者の側との総合的なシステム作りも必要となる。製品の中でも耐久消費財といわれるもの、すなわち自動車、家電製品、その他家財などについては次のような考え方が必要である。

消費者が製品を購入する、たとえば自動車を購入する多くの場合は自動車を構成する物質、材料を財産として購入するのではなく、その製品すなわち自動車の有する機能、つまり安全に走ること、止まること、運転・輸送に伴う快適性、場合によっては Prestige などを購入しているのである。したがって、消費者は自動車というものが持っている期待する機能に対してお金を払うわけであり、持ち主がその期待している機能と車の間に乖離が生じてきたときには、次の車に買い換えることになる。

このとき、古くなる車は最終的には廃棄されることとなるが、考えてみると、この廃車は新車と

ほぼ同じ量の鉄、金属類、ガラス、プラスチックなどの材料を保有しているのである。これらの材料は変換過程を経ることにより、新しい車として生まれ変わるのに問題は少ないであろう。部品の再生利用、材料としての再生、物質レベルでの循環利用など種々の形態が考えられるが、いずれにせよ鉄鉱石を輸入し、還元して銑鉄を作り、鋼板を製造することに比べればはるかに容易にかつ有効に利用できる材料であろう。これが現在難しいとされるのは、車の製造過程において最終的にこのような形で鉄を再利用することが考えられておらず、自動車メーカーは消費者に売ってしまえば終わりという発想に立っているからである。もし、この古くなった車が完全に再利用されなければいけない体制が構築されると、車の解体、部品の利用、材料の再資源化など容易にできるような車の設計がなされ、このような車が意識の高い消費者に使われるようになるであろう。

現在は、前述のように販売してしまえば終わりという生産体制であり、廃車となるものについてはスクラップメーカーの手に委ねざるを得ない。車の内容をよく知っているのはそのメーカーであり、廃車はそのメーカーに戻るということを大前提とすれば、前述のように車の設計そのものが変わってくるのである。もし廃車がメーカーに戻ってくれば、メーカーにはその構成材料を最大限に活用する技術力は十分にあるであろう。むしろ問題は古くなった車が確実にメーカーに戻るシステムをどのように構築するかである。

このような体制の確立には、民間ベースのみではなく自治体の果たすべき役割も大きいであろう。このしくみを作り上げることができれば、成熟したサービス経済体制を構築する上できわめて大きな意味を持つことになるであろう。すなわち、大量の物を売ることによってのみ成長する経済から、物ではなくサービスを売ることによって成長する経済が成立していくことになるからである。もし、リースが難しい段階では、新製品に対するデポジットなどを強化し、その製品の使用後は必ずメーカーに戻るしくみを考えることも可能である。

このように消費者が日々の消耗品を除き、耐久的に利用するすべての製品に対し、その機能のみ

を購入する文化が確立されたならば、社会全体が大きく変わっていくことになるであろう。家電などについても同様である。廃棄される家電を集めてメーカーによらず一緒にまとめて処理処分を行うことを義務づけるようなやり方は、ここで考えている方向から見ればとても十分とはいえない。材料はプラスチックだけを見ても、異種のプラスチックが混合しただけで資源的な価値は激減するのである。廃棄される製品はそのメーカーの手で回収されるのが基本である。このような体制を前提とすると、前述のように、生産側の製品設計自身も大きく変わっていくことが必要であり、まさにその変更が大きな意味を持つてくるのである。

このように、ゼロエミッションに向かうための社会的な側面として、とくに市場に製品を出していく生産者に対しては、今後はより厳密な対応が求められていくこととなるのではないであろうか。すなわちすべての製品について、販売され、使用されて廃棄に至った後の処理をすべて含めた対応を考え、最適化を図っていくことが求められることとなるからである。これが「製造者責任」の最終的な意味となるであろう。

ゼロエミッションの体制づくりにはいろいろな側面からのアプローチが必要である。さらに、材料の回収再利用を推進するためには国として、あるいは自治体としてどのようなしくみを整えるのかはきわめて重要である。自治体の単位でも、市場に出回る諸々の製品に関して、リユーズ、リサイクルを前提に製品設計を求めていくこととなれば、たとえば意識の高い自治体においてはデポジット制度なども強力に推進されたり、PETボトルには金属フタを用いないようにする、飲料水の自販機はすべて紙コップにするなど、種々の思いきった施策がとられるであろう。

## 7. 自治体の役割

ゼロエミッションシステムはいろいろな形で達成されていくことになるであろう。プラスチックのみに着目してその資源としての循環を考えるシステム、生活系の廃棄物に関する資源化を考えるシステム、畜産廃棄物に関してその有効利用・資源化を達成するシステム、都市と農地系を複

合して有機系廃棄物の完全資源化をめざすシステム、金属系に関して消費系から排出される廃金属製品を資源循環を達成する工業系のシステムなどであり、何が有効で、何が求められているのか、どのような形が有効であるのか、どのような規模で設計することになるのかなどは、それぞれの地域においてユニークな解が提示されることになるであろう。

沖縄における農作廃棄物の資源化によるゼロエミッションシステムなどが考えられるとすれば、それは神奈川県のある地域におけるケースとはまったく異なっている可能性もある。それぞれの自治体が、場合によっては自治体単位の枠にこだわらず、物質・資源の循環システムを達成するために必要な単位で連携することが必要になり、その単位はまた着目する物質によっても異なるであろうからである。いずれにせよ、資源の最大の利用をめざし、環境中への排出負荷を最小とすることを目的とするゼロエミッションが、持続的な自治体を構築する上でも鍵となるのである。

### おわりに

そもそも行政の役割は、人それぞれが生きていくうえで共通する、あるいは対立する種々の事項に関しての調整を行い、共同作業を行うためのし

かけを提供するところであろう。地域の自治体の機能としては、このうち住民に対するより密着した単位としての木目の細かいサービスを行うことであろう。当然、地域の特性、伝統、文化によったそれぞれの最適な形でのサービスが考えられることになるはずである。しかしこのように、いわば目標が与えられた所における調整型のサービスに徹していたのは、旧来のパラダイムに則した行政のスタイルであろう。

自治体における新しいタイプのリーダーの出現が最近の話題になることが多い。県レベルにおいても新しいムードに乗った知事が誕生していく例が見られる。これらのリーダーに期待されているのは、従来の調整型よりも時代に即した理念を打ち出し、その方向に地域社会を誘導する役割である。そのような指導型のリーダーの出現は、自治体の種々のレベルで求められており、それは取りも直さず住民の意識レベルの高さにもリンクしている問題である。鶏と卵の関係にあるとはいえ、自治体行政はすでに巨大化した組織であり、このある種のパワーを持った部分から、新しいパラダイムに向かう努力がはっきりとした形で住民に見えてくる必要があるであろう。その働きに大いに期待し、エールを送りたい。